



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0083133
(43) 공개일자 2017년07월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.) C07D 487/18 (2006.01) A61K 31/551 (2006.01) A61K 45/06 (2006.01) (52) CPC특허분류 C07D 487/18 (2013.01) A61K 31/551 (2013.01) (21) 출원번호 10-2017-7016277 (22) 출원일자(국제) 2015년11월19일 심사청구일자 없음 (85) 번역문제출일자 2017년06월14일 (86) 국제출원번호 PCT/IB2015/058978 (87) 국제공개번호 WO 2016/079710 국제공개일자 2016년05월26일 (30) 우선권주장 62/081,916 2014년11월19일 미국(US)	(71) 출원인 글락소스미스클라인 인텔렉추얼 프로퍼티 (넘버 2) 리미티드 영국 티더블유8 9지애스 미들섹스 브렌트포드 그레이트 웨스트 로드 980 (72) 발명자 엘리스, 제임스 레이몬드 미국 19426 펜실베이니아주 칼리지빌 사우쓰 칼리지빌 로드 1250 에반스, 카렌 앤더슨 미국 19426 펜실베이니아주 칼리지빌 사우쓰 칼리지빌 로드 1250 (뒷면에 계속) (74) 대리인 양영준, 심미성

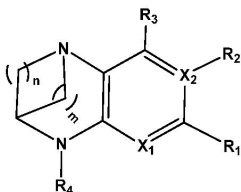
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 시르투인 조정제로서의 치환된 가교된 우레아 유사체

(57) 요약

본 발명은 화학식 I의 신규 치환된 가교된 우레아 유사체 화합물 또는 그의 제약상 허용되는 염, 상응하는 제약 조성물, 제조 방법, 및 세포의 수명을 증가시키며, 예를 들어 노화 또는 스트레스와 관련된 질환 또는 장애, 당뇨병, 비만, 신경변성 질환, 심혈관 질환, 혈액 응고 장애, 염증, 암 및/또는 홍조 뿐만 아니라 증가된 미토콘드리아 활성으로부터 이익을 얻을 질환 또는 장애를 포함하나, 이에 제한되지는 않는 매우 다양한 질환 및 장애를 치료 및/또는 예방하기에 유용한 시르투인 조정제로서의, 단독으로의 또는 다른 치료제와 조합된 이러한 화합물의 용도에 관한 것이다.

<화학식 I>



(52) CPC특허분류

A61K 45/06 (2013.01)

(72) 발명자

폭스, 라이언 마이클

미국 19426 펜실베이니아주 칼리지빌 사우쓰 칼리지
빌 로드 1250

밀러, 윌리엄 헨리

미국 19426 펜실베이니아주 칼리지빌 사우쓰 칼리지
빌 로드 1250

시펠드, 마크 앤드류

미국 19426 펜실베이니아주 칼리지빌 사우쓰 칼리지
빌 로드 1250

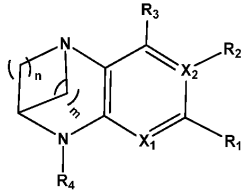
명세서

청구범위

청구항 1

화학식 I의 화합물 또는 그의 제약상 염.

<화학식 I>



여기서

X_1 또는 X_2 는 독립적으로 -N 또는 -C로부터 선택되고;

R_1 은 수소, 할로젠, -CN, 카르보시클릴, 헤테로시클릴, -N-치환된 헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, -C(O) R_a 또는 -C(O)-NR_bR_c이고;

R_2 는 할로젠, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알킬, 또는 -C(O)-NR_bR_c이고;

R_3 은 수소, 할로젠, -히드록시, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, 또는 -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알킬이고;

R_4 는 수소 또는 -C(O)NR_bR_c이고;

여기서

X_2 가 -N인 경우에, R_2 는 존재하지 않거나; 또는

X_2 가 -C인 경우에, R_2 는 상기 정의된 바와 같고;

상기 정의된 바와 같은 각각의 R_1 , R_2 , R_3 및 R_4 는 수소, 할로젠, -OH, -(CH₂)_xOH, -C≡N, -NR_dR_e, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알콕시, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알콕시, -O-직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알킬, -C₁-C₆ 시클로알킬, -(CH₂)_x- 시클로알킬, 헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, -(CH₂)_x-헤테로아릴, -O-(CH₂)_xCH(OH)CH₂(OH), 또는 -C(O)OR_f로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;

상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a , R_b , R_c , R_d , R_e , 또는 R_f 는 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알킬, -C₁-C₆-시클로알킬, -(CH₂)_xC₁-C₆-시클로알킬, 헤테로시클릴, -N-헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, 또는 -(CH₂)_x헤테로아릴, -(CHR_g)_x헤테로아릴로부터 선택되고;

여기서

R_g 는 -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알킬이고;

상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a , R_b , R_c , R_d , R_e , 또는 R_f 는 수소, 할로젠, -OH, -C≡N, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알콕시, -O-직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알킬, -C₁-C₆ 시클로알킬, 카르보시클릴, -(CH₂)_x-카르보시클릴, -헤테로시클릴, -O-헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, -(CH₂)_x-헤테로아릴, -O-(CH₂)_xCH(OH)CH₂(OH), -(CH₂)_x-OH, 또는 -C(O)-OH로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;

m은 1 내지 3의 정수이고;

n은 1 내지 3으로부터 선택된 정수이고;

x는 0, 또는 1 내지 6의 정수이다.

청구항 2

제1항에 있어서,

m은 1이고;

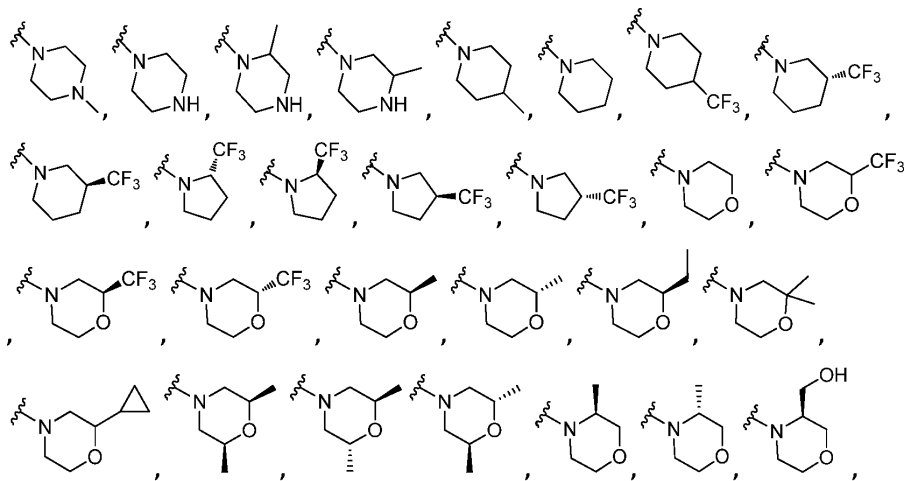
n은 2 또는 3이고;

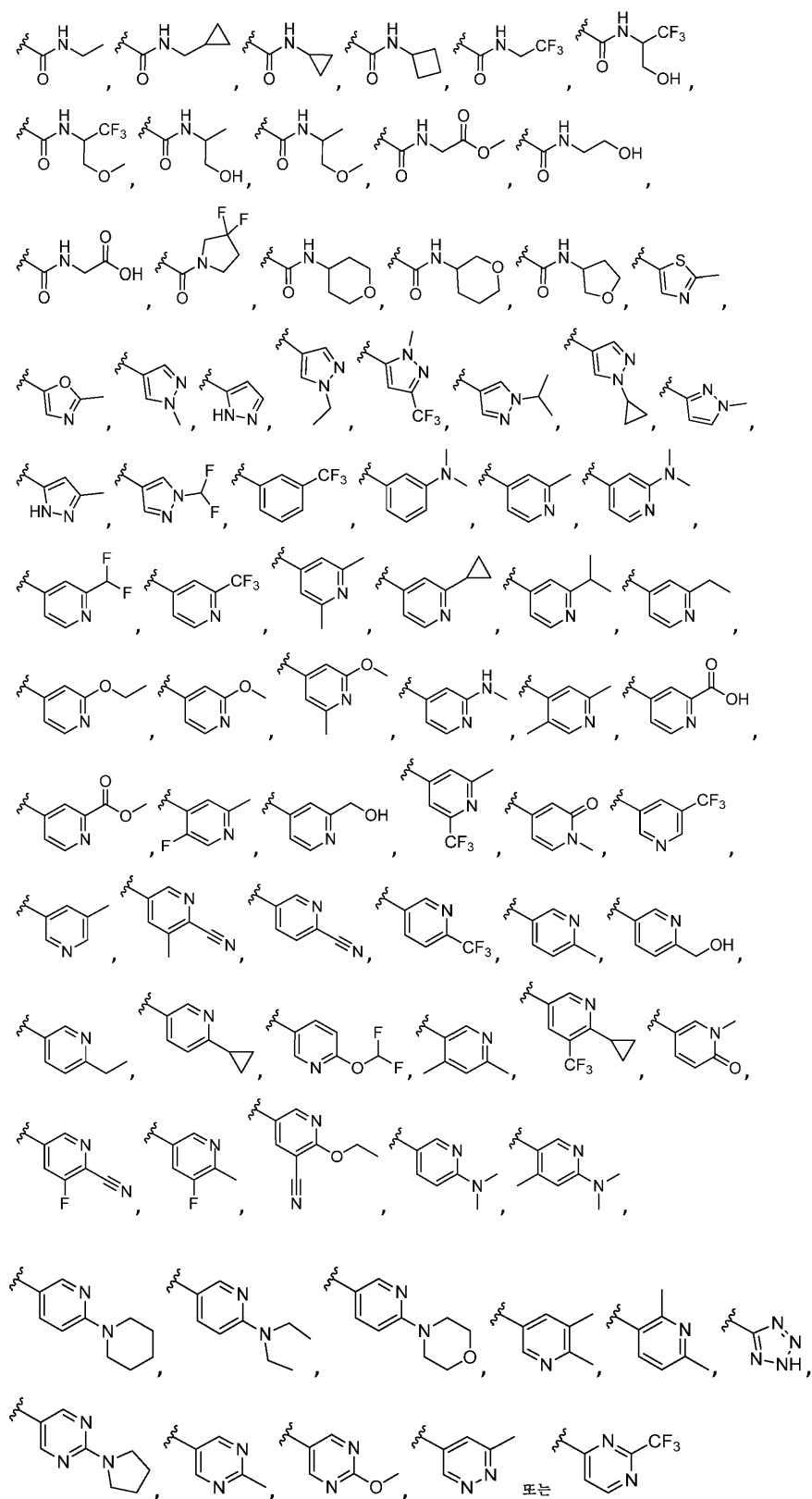
R₁는 -C(O)NR_bR_c이고, 여기서 R_b 및 R_c는 상기 제1항에 정의된 바와 같은 것인

화학식 I의 화합물.

청구항 3

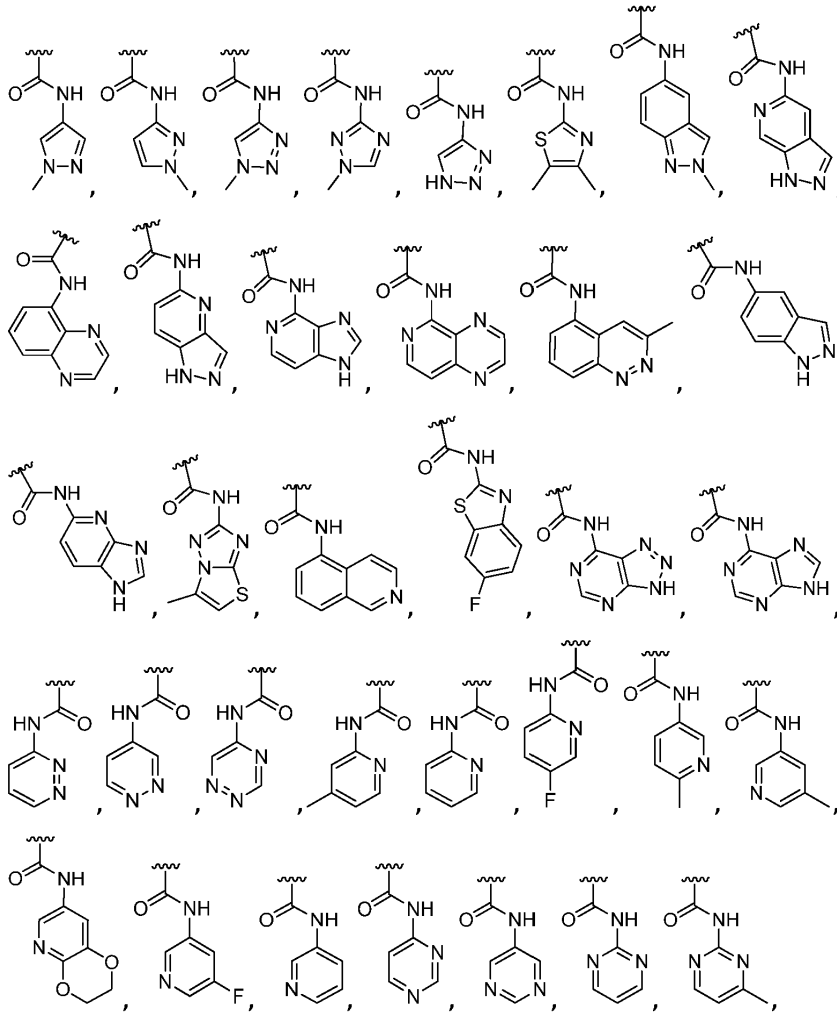
제1항에 있어서, R₁는 하기로부터 선택된 것인 화학식 I의 화합물.

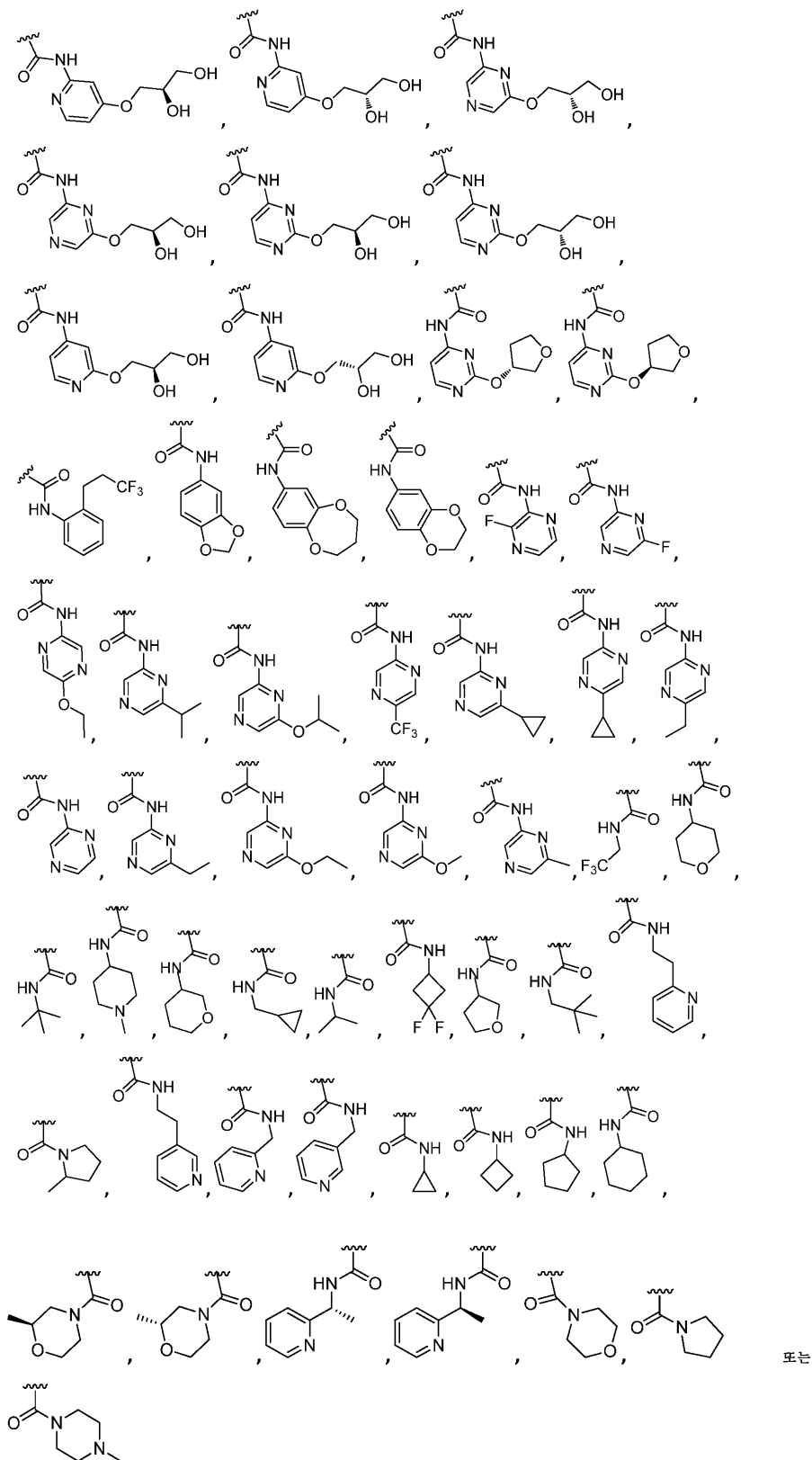




청구항 4

제1항에 있어서, R₁는 하기로부터 선택된 것인 화학식 I의 화합물.

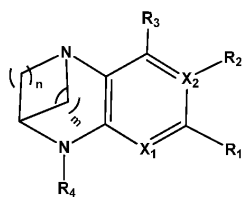




청구항 5

화학식 II의 화합물 또는 그의 제약상 염.

<화학식 II>



여기서

X_1 또는 X_2 는 독립적으로 -N 또는 -C로부터 선택되고;

여기서

X_2 가 -N인 경우에, R_2 는 존재하지 않거나; 또는

X_2 가 -C인 경우에, R_2 는 상기 정의된 바와 같고;

R_1 은 수소, 할로젠, -CN, 카르보시클릴, 헤테로시클릴, -N-치환된 헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, -C(O) R_a 또는 -C(O)-NR $_b$ R $_c$ 이고;

R_2 는 할로젠, -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 알킬, -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 할로알킬, 또는 -C(O)-NR $_b$ R $_c$ 이고;

R_3 은 수소, 할로젠, -히드록시, -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 알킬, 또는 -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 할로알킬이고;

R_4 는 수소 또는 -C(O)NR $_b$ R $_c$ 이고;

상기 정의된 바와 같은 각각의 R_1 , R_2 , R_3 또는 R_4 는 수소, 할로젠, -OH, -(CH $_2$) $_x$ OH, -C≡N, -NR $_d$ R $_e$, -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 알킬, -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 알콕시, -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 할로알콕시, -O-직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 할로알킬, -C $_1$ -C $_6$ 시클로알킬, -(CH $_2$) $_x$ - 시클로알킬, 헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, -(CH $_2$) $_x$ -헤테로아릴, -O-(CH $_2$) $_x$ CH(OH)CH $_2$ (OH), 또는 -C(O)OR $_f$ 로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;

상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a , R_b , R_c , R_d , R_e , 또는 R_f 는 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 알킬, -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 할로알킬, -C $_1$ -C $_6$ -시클로알킬, -(CH $_2$) $_x$ C $_1$ -C $_6$ -시클로알킬, 헤테로시클릴, -N-헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, 또는 -(CH $_2$) $_x$ -헤테로아릴, -(CHR $_g$) $_x$ -헤테로아릴로부터 선택되고;

여기서

R_g 는 -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 알킬, -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 할로알킬이고;

상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a , R_b , R_c , R_d , R_e , 또는 R_f 는 수소, 할로젠, -OH, -C≡N, -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 알킬, -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 알콕시, -O-직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 할로알킬, -C $_1$ -C $_6$ 시클로알킬, 카르보시클릴, -(CH $_2$) $_x$ -카르보시클릴, -헤테로시클릴, -O-헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, -(CH $_2$) $_x$ -헤테로아릴, -O-(CH $_2$) $_x$ CH(OH)CH $_2$ (OH), -(CH $_2$) $_x$ -OH, 또는 -C(O)-OH로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;

m 은 1 내지 3의 정수이고;

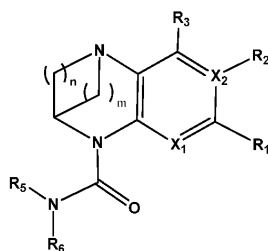
n 은 1 내지 3으로부터 선택된 정수이고;

x 는 0, 또는 1 내지 6의 정수이다.

청구항 6

화학식 III의 화합물 또는 그의 제약상 염.

<화학식 III>



여기서

X_1 또는 X_2 는 독립적으로 -N 또는 -C로부터 선택되고;

여기서

X_2 가 -N인 경우에, R_2 는 존재하지 않거나; 또는

X_2 가 -C인 경우에, R_2 는 상기 정의된 바와 같고;

R_1 은 수소, 할로젠, -CN, 카르보시클릴, 헤테로시클릴, -N-치환된 헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, -C(O) R_a 또는 -C(O)-NR $_b$ R $_c$ 이고;

R_2 는 할로젠, -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 알킬, -직쇄형 또는 분지형-C $_1$ -C $_6$ 할로알킬, 또는 -C(O)-NR $_b$ R $_c$ 이고;

R_3 은 수소, 할로젠, -히드록시, -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 알킬, 또는 -직쇄형 또는 분지형-C $_1$ -C $_6$ 할로알킬이고;

각각의 R_5 및 R_6 은 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 알킬, -직쇄형 또는 분지형-C $_1$ -C $_6$ 할로알킬, -C $_1$ -C $_6$ 시클로알킬, -(CH $_2$) $_x$ C $_1$ -C $_6$ 시클로알킬, 헤테로시클릴, -N-헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, 또는 -(CH $_2$) $_x$ 헤테로아릴, -(CHR $_g$) $_x$ 헤테로아릴로부터 선택되고;

여기서

상기 정의된 바와 같은 각각의 R_1 , R_2 , R_3 , R_5 및 R_6 은 수소, 할로젠, -OH, -(CH $_2$) $_x$ OH, -C $\equiv$ N, -NR $_d$ R $_e$, -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 알킬, -직쇄형 또는 분지형-C $_1$ -C $_6$ 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 알콕시, -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 할로알콕시, -O-직쇄형 또는 분지형-C $_1$ -C $_6$ 할로알킬, -C $_1$ -C $_6$ 시클로알킬, -(CH $_2$) $_x$ 시클로알킬, 헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, -(CH $_2$) $_x$ -헤테로아릴, -O-(CH $_2$) $_x$ CH(OH)CH $_2$ (OH), 또는 -C(O)OR $_f$ 로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;

상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a , R_b , R_c , R_d , R_e , R_f 또는 R_g 는 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 알킬, -직쇄형 또는 분지형-C $_1$ -C $_6$ 할로알킬, -C $_1$ -C $_6$ -시클로알킬, -(CH $_2$) $_x$ C $_1$ -C $_6$ -시클로알킬, 헤테로시클릴, -N-헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, 또는 -(CH $_2$) $_x$ 헤테로아릴로부터 선택되고;

여기서

상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a , R_b , R_c , R_d , R_e , R_f 또는 R_g 는 수소, 할로젠, -OH, -(CH $_2$) $_x$ OH, -C $\equiv$ N, -NR $_h$ R $_i$, -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 알킬, -직쇄형 또는 분지형-C $_1$ -C $_6$ 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 알콕시, -직쇄형 또는 분지형-C $_1$ -C $_6$ 할로알콕시, -C $_1$ -C $_6$ 시클로알킬, -(CH $_2$) $_x$ 시클로알킬, 헤테로시클릴, -헤테로시클릴, -O-헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, -(CH $_2$) $_x$ -헤테로아릴, -O-(CH $_2$) $_x$ CH(OH)CH $_2$ (OH), -(CH $_2$) $_x$ -OH, 또는 -C(O)OR $_j$ 로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;

여기서

각각의 R_h , R_i 및 R_j 는 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C $_1$ -C $_6$ 알킬 또는 -직쇄형 또는 분지형-C $_1$ -C $_6$ 할로

알킬로부터 선택되고;

m은 1 내지 3의 정수이고;

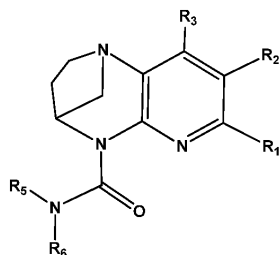
n은 2 내지 3으로부터 선택된 정수이고;

x는 0, 또는 1 내지 6의 정수이다.

청구항 7

화학식 IV의 화합물 또는 그의 제약상 염.

<화학식 IV>



여기서

R₁은 -C(O)R_a 또는 -C(O)-NR_bR_c이고;

R₂는 할로젠, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알킬, 또는 -C(O)-NR_bR_c이고;

R₃은 수소, 할로젠, -히드록시, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, 또는 -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알킬이고;

각각의 R₅ 및 R₆은 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알킬, -C₁-C₆시클로알킬, -(CH₂)_xC₁-C₆시클로알킬, 헤테로시클릴, -N-헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, 또는 -(CH₂)_x헤테로아릴, -(CHR_g)_x헤테로아릴로부터 선택되고;

여기서

상기 정의된 바와 같은 각각의 R₁, R₂, R₃, R₅ 및 R₆은 수소, 할로젠, -OH, -(CH₂)_xOH, -C≡N, -NR_dR_e, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알콕시, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알콕시, -O-직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알킬, -C₁-C₆ 시클로알킬, -(CH₂)_x- 시클로알킬, 헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, -(CH₂)_x-헤테로아릴, -O-(CH₂)_xCH(OH)CH₂(OH), 또는 -C(O)OR_f로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;

상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a, R_b, R_c, R_d, R_e, R_f 또는 R_g는 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알킬, -C₁-C₆-시클로알킬, -(CH₂)_xC₁-C₆-시클로알킬, 헤테로시클릴, -N-헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, 또는 -(CH₂)_x헤테로아릴로부터 선택되고;

여기서

상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a, R_b, R_c, R_d, R_e, R_f 또는 R_g는 수소, 할로젠, -OH, -(CH₂)_xOH, -C≡N, -NR_hR_i, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알콕시, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알콕시, -C₁-C₆ 시클로알킬, -(CH₂)_x- 시클로알킬, 헤테로시클릴, -헤테로시클릴, -O-헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, -(CH₂)_x-헤테로아릴, -O-(CH₂)_xCH(OH)CH₂(OH), -(CH₂)_x-OH, 또는 -C(O)OR_j로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;

여기서

각각의 R_h , R_i 및 R_j 는 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬 또는 -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬로부터 선택되고;

m 은 1 내지 3의 정수이고;

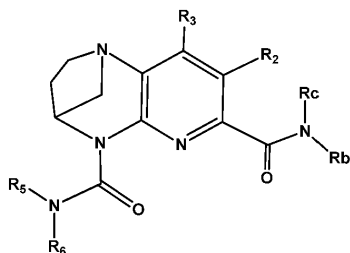
n 은 2 내지 3으로부터 선택된 정수이고;

x 는 0, 또는 1 내지 6의 정수이다.

청구항 8

화학식 V의 화합물 또는 그의 제약상 염.

<화학식 V>



여기서

R_2 는 할로젠, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, 또는 $-C(O)-NR_bR_c$ 이고;

R_3 은 수소, 할로젠, -히드록시, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, 또는 -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬이고;

각각의 R_5 및 R_6 은 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, $-C_1-C_6$ 시클로알킬, $-(CH_2)_xC_1-C_6$ 시클로알킬, 헤테로시클릴, -N-헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, 또는 $-(CH_2)_x$ 헤테로아릴, $-(CHR_g)_x$ 헤테로아릴로부터 선택되고;

여기서

상기 정의된 바와 같은 각각의 R_1 , R_2 , R_3 , R_5 및 R_6 은 수소, 할로젠, -OH, $-(CH_2)_xOH$, $-C\equiv N$, $-NR_dR_e$, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알콕시, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 할로알콕시, -O-직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, $-C_1-C_6$ 시클로알킬, $-(CH_2)_x$ 시클로알킬, 헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, $-(CH_2)_x$ -헤테로아릴, $-O-(CH_2)_xCH(OH)CH_2(OH)$, 또는 $-C(O)OR_f$ 로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;

상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a , R_b , R_c , R_d , R_e , R_f 또는 R_g 는 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, $-C_1-C_6$ -시클로알킬, $-(CH_2)_xC_1-C_6$ -시클로알킬, 헤테로시클릴, -N-헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, 또는 $-(CH_2)_x$ 헤테로아릴로부터 선택되고;

여기서

상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a , R_b , R_c , R_d , R_e , R_f 또는 R_g 는 수소, 할로젠, -OH, $-(CH_2)_xOH$, $-C\equiv N$, $-NR_hR_i$, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알콕시, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알콕시, $-C_1-C_6$ 시클로알킬, $-(CH_2)_x$ 시클로알킬, 헤테로시클릴, -헤테로시클릴, -O-헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, $-(CH_2)_x$ -헤테로아릴, $-O-(CH_2)_xCH(OH)CH_2(OH)$, $-(CH_2)_x-OH$, 또는 $-C(O)OR_j$ 로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;

여기서

각각의 R_h , R_i 및 R_j 는 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬 또는 -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로

알킬로부터 선택되고;

m은 1 내지 3의 정수이고;

n은 2 내지 3으로부터 선택된 정수이고;

x는 0, 또는 1 내지 6의 정수이다.

청구항 9

표 I에 제시된 바와 같은 화합물 또는 그의 제약상 허용되는 염.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항의 화합물 및 제약상 허용되는 담체를 포함하는 제약 조성물.

청구항 11

제10항에 있어서, 추가의 활성제를 추가로 포함하는 제약 조성물.

청구항 12

인슐린 저항성, 대사 증후군, 대사 기능장애, 당뇨병 또는 그의 합병증의 치료 또는 인슐린 감수성의 증가를 필요로 하는 대상체에게 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 화합물 또는 제10항 또는 제11항에 따른 제약 조성물을 투여하는 것을 포함하는, 인슐린 저항성, 대사 증후군, 대사 기능장애, 당뇨병 또는 그의 합병증을 치료하거나 또는 인슐린 감수성을 증가시키는 방법.

청구항 13

감소된 SIRT1 발현 또는 활성으로부터 유발된 질환 또는 장애의 치료를 필요로 하는 대상체에게 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 화합물 또는 그의 제약상 허용되는 염 또는 제10항 또는 제11항에 따른 제약 조성물을 투여하는 것을 포함하는, 상기 질환 또는 장애를 치료하는 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 감소된 SIRT1 발현 또는 활성으로부터 유발된 질환 또는 장애가 노화 또는 스트레스, 당뇨병, 대사 기능장애, 신경변성 질환, 심혈관 질환, 암 또는 염증성 질환으로부터 선택되나, 이에 제한되지는 않는 것인 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 노화 또는 스트레스와 관련된 질환, 당뇨병, 대사 기능장애, 신경변성 질환, 심혈관 질환, 암 또는 염증성 질환이 건선, 아토피성 피부염, 여드름, 장미증, 염증성 장 질환, 골다공증, 폐혈증, 관절염, COPD, 전신 홍반성 루푸스 및 안부 염증으로부터 선택된 것인 방법.

청구항 16

건선의 치료를 필요로 하는 대상체에게 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 화합물 또는 제10항 또는 제11항에 따른 제약 조성물을 투여하는 것을 포함하는, 건선을 치료하는 방법.

청구항 17

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 인슐린 저항성, 대사 증후군, 당뇨병 또는 그의 합병증을 앓고 있거나 또는 그에 걸리기 쉬운 대상체의 치료에서의 또는 대상체에서 인슐린 감수성을 증가시키기 위한 요법에 사용하기 위한 화합물.

청구항 18

인슐린 저항성, 대사 증후군, 당뇨병 또는 그의 합병증의 치료에 사용하기 위한 또는 대상체에서 인슐린 감수성을 증가시키기 위한 의약의 제조에서의, 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 정의된 바와 같은 화합물의 용도.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 일반적으로, 본 발명은 화학식 I 내지 V의 치환된 가교된 우레아 유사체 화합물, 그의 상응하는 유사체 또는 유도체 또는 그의 제약상 허용되는 염, 상응하는 제약 조성물, 제조 방법, 및 세포의 수명을 증가시키며, 예를 들어 노화 또는 스트레스와 관련된 질환 또는 장애, 당뇨병, 비만, 신경변성 질환, 심혈관 질환, 혈액 응고 장애, 염증, 암 및/또는 홍조 뿐만 아니라 증가된 미토콘드리아 활성으로부터 이익을 얻을 질환 또는 장애를 포함하나, 이에 제한되지는 않는 매우 다양한 질환 및 장애를 치료 및/또는 예방하기에 유용한 시르투인 조절제로서의, 단독으로의 또는 다른 치료제와 조합된 이러한 화합물의 용도에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 유전자의 침묵 정보 조절인자 (SIR) 패밀리는 아르카에박테리아로부터 진핵생물까지 이르는 유기체의 계통에 존재하는 고도로 보존된 유전자 군을 나타낸다. 코딩된 SIR 단백질은 유전자 침묵화의 조절로부터 DNA 복구까지의 다양한 과정에 수반된다. 이러한 패밀리에서 잘 특징화된 유전자는 에스. 세레비시아에(*S. cerevisiae*) SIR2이며, 이는 효모 교배 유형, 텔로미어 위치 효과 및 세포 노화를 명시하는 정보를 함유하는 HM 유전자좌를 침묵화시키는데 수반된다. 효모 Sir2 단백질은 히스톤 데아세틸라제의 패밀리에 속한다. SIR 유전자 패밀리의 구성원에 의해 코딩되는 단백질은 250개 아미노산 코어 도메인에서 고도의 서열 보존을 나타낸다. 살모넬라 티피뮤리움(*Salmonella typhimurium*)에서의 Sir2 상동체, CobB는 NAD (니코틴아미드 아데닌 디뉴클레오티드)-의 존성 ADP-리보실 트랜스퍼라제로서 기능한다.
- [0003] Sir2 단백질은 NAD를 공동기질로서 사용하는 클래스 III 데아세틸라제이다. 다수가 유전자 침묵화에 수반되는 다른 데아세틸라제와는 달리, Sir2는 클래스 I 및 II 히스톤 데아세틸라제 억제제 예컨대 트리코스타틴 A (TS A)에 대해 비감수성이다.
- [0004] Sir2에 의한 아세틸-리신의 탈아세틸화는 NAD-가수분해에 밀접하게 커플링되어 있으며, 니코틴아미드 및 신규 아세틸-ADP 리보스 화합물을 생산한다. Sir2의 NAD-의존성 데아세틸라제 활성은 그의 기능에 필수적이며, 그의 생물학적 역할을 효모에서의 세포 대사와 연결시킬 수 있다. 포유동물 Sir2 상동체는 NAD-의존성 히스톤 데아세틸라제 활성을 갖는다.
- [0005] 생화학적 연구는 Sir2가 히스톤 H3 및 H4의 아미노-말단 꼬리를 용이하게 탈아세틸화시켜 2'/3'-O-아세틸-ADP-리보스 (OAADPR) 및 니코틴아미드를 형성할 수 있다는 것을 제시한 바 있다. SIR2의 추가 카피를 갖는 균주는 증가된 rDNA 침묵화 및 30% 더 긴 수명을 나타낸다. 또한, 씨. 엘레간스(*C. elegans*) SIR2 상동체, sir-2.1 및 디. 멜라노가스터(*D. melanogaster*) dSir2 유전자의 추가 카피는 이들 유기체에서 수명을 연장시키는 것으로 제시된 바 있다. 이는 노화에 대한 SIR2-의존성 조절 경로가 진화에서의 초기에 발생하였으며 잘 보존되어 왔다는 것을 암시한다. 오늘날, Sir2 유전자는 유기체의 건강 및 스트레스 저항성을 증진시켜 그의 역경 극복 기회를 증가시키기 위해 진화되어 온 것으로 여겨진다.
- [0006] 인간에는, Sir2의 보존된 촉매 도메인을 공유하는 7종의 Sir2-유사 유전자 (SIRT1-SIRT7)가 존재한다. SIRT1은 Sir2와 가장 높은 정도의 서열 유사성을 갖는 핵 단백질이다. SIRT1은 종양 억제자 p53, 세포 신호전달 인자 NF-κB 및 FOXO 전사 인자를 포함한 탈아세틸화에 의한 다중 세포 표적을 조절한다.
- [0007] SIRT3은 원핵생물 및 진핵생물에서 보존되는 SIRT1의 상동체이다. SIRT3 단백질은 N-말단에 위치하는 독특한 도메인에 의해 미토콘드리아 크리스타에 대해 표적화된다. SIRT3은 NAD⁺-의존성 단백질 데아세틸라제 활성을 가지며, 특히 대사적 활성 조직에서 편재적으로 발현된다. 미토콘드리아로의 전달 시에, SIRT3은 미토콘드리아 매트릭스 프로세싱 펩티다제 (MPP)에 의해 더 작은 활성 형태로 절단되는 것으로 여겨진다.
- [0008] 칼로리 제한은 70년이 넘게 포유동물의 건강을 개선시키고 수명을 연장시키는 것으로 공지되어 왔다. 효모 수명은, 후생동물의 수명과 마찬가지로, 또한 칼로리 제한과 유사한 개입, 예컨대 낮은 글루코스에 의해 연장된다. SIR2 유전자가 결여된 효모 및 파리가 둘 다 칼로리 제한 시에 더 오래 살지는 않는다는 발견은 SIR2 유전자가 제한된 칼로리 식이의 유익한 건강 효과를 매개한다는 증거를 제공한다. 더욱이, 효모 글루코스-반응성 cAMP (아데노신 3',5'-모노포스페이트)-의존성 (PKA) 경로의 활성을 감소시키는 돌연변이는 야생형 세포에서는 수명을 연장시키지만, 돌연변이 sir2 균주에서는 그렇지 않으며, 이는 SIR2가 칼로리 제한 경로의 주요 하류 성분일 가능성이 있다는 것을 증명한다.

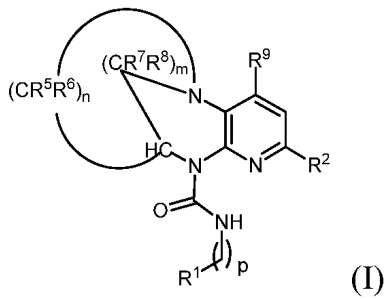
- [0009] 치료 잠재력 이외에도, SIRT1 활성화 및 소분자 시르투인 조절제에 의한 활성화의 구조적 및 생물물리학적 연구는 시르투인의 생물학적 기능의 이해, 추가로 시르투인 활성화의 작용 메카니즘의 이해를 발전시키고, 신규 시르투인 조절제를 확인하는 검정의 개발을 보조하기에 유용할 것이다.
- [0010] 본 발명은 관련 기술분야에서 직면하는 이들 및 다른 문제의 극복에 관한 것이다.

발명의 내용

- [0011] 일반적으로, 본 발명은 화학식 I 내지 V의 치환된 가교된 우레아 유사체 화합물, 그의 상응하는 유사체 또는 유도체 또는 그의 제약상 허용되는 염, 상응하는 제약 조성물, 제조 방법, 및 세포의 수명을 증가시키며, 예를 들어 노화 또는 스트레스와 관련된 질환 또는 장애, 당뇨병, 비만, 신경변성 질환, 심혈관 질환, 혈액 응고 장애, 염증, 암 및/또는 홍조 뿐만 아니라 증가된 미토콘드리아 활성으로부터 이익을 얻을 질환 또는 장애를 포함하나, 이에 제한되지는 않는 매우 다양한 질환 및 장애를 치료 및/또는 예방하기에 유용한 시르투인 조절제로서의, 단독으로의 또는 다른 치료제와 조합된 이러한 화합물의 용도에 관한 것이다.
- [0012] 특히, 본 발명은 화학식 I 내지 V의 신규 화합물, 상응하는 유사체 (즉, R₂ 위치에서 수소 치환을 갖는 것) 및 화학식 I 내지 V의 화합물을 포함하는 상응하는 제약 조성물 각각에 관한 것이다.
- [0013] 본 발명은 또한 화학식 I 내지 V의 화합물 및 상응하는 유사체 (즉, R₂ 위치에서 수소 치환을 갖는 것) 각각의 제조 방법에 관한 것이다.
- [0014] 본 발명은 또한 본원에 정의된 바와 같은 시르투인 조절제 화합물을, 예를 들어 노화 또는 스트레스와 관련된 질환 또는 장애, 당뇨병, 비만, 신경변성 질환, 심혈관 질환, 혈액 응고 장애, 염증, 암 및/또는 홍조 뿐만 아니라 증가된 미토콘드리아 활성으로부터 이익을 얻을 질환 또는 장애를 포함하나, 이에 제한되지는 않으며, 추가로 건선, 아토피성 피부염, 여드름, 장미증, 염증성 장 질환, 골다공증, 패혈증, 관절염, COPD, 전신 홍반성 루푸스 및 안부 염증으로부터 선택되거나 또는 그를 포함할 수 있으나, 이에 제한되지는 않는 매우 다양한 질환 및 장애를 치료 및/또는 예방하는데 사용하는 방법 또는 그를 위한 용도에 관한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 일반적으로, 본 발명은 화학식 I 내지 V의 치환된 가교된 우레아 유사체 화합물, 그의 상응하는 유사체 또는 유도체 또는 그의 제약상 허용되는 염, 상응하는 제약 조성물, 제조 방법, 및 세포의 수명을 증가시키며, 예를 들어 노화 또는 스트레스와 관련된 질환 또는 장애, 당뇨병, 비만, 신경변성 질환, 심혈관 질환, 혈액 응고 장애, 염증, 암 및/또는 홍조 뿐만 아니라 증가된 미토콘드리아 활성으로부터 이익을 얻을 질환 또는 장애를 포함하나, 이에 제한되지는 않는 매우 다양한 질환 및 장애를 치료 및/또는 예방하기에 유용한 시르투인 조절제로서의, 단독으로의 또는 다른 치료제와 조합된 이러한 화합물의 용도에 관한 것이다.
- [0016] 화합물
- [0017] 특히, 본 발명은 화학식 I 내지 V의 신규 화합물, 상응하는 유사체 (즉, R₂ 위치에서 수소 치환을 갖는 것) 및 화학식 I 내지 V의 화합물을 포함하는 상응하는 제약 조성물 각각에 관한 것이다.
- [0018] 국제 출원일: 2014년 5월 13일의 국제 특허 출원 번호 W009/061879는 화학식 (I)의 신규 시르투인-조절 치환된 가교된 우레아 및 관련 유사체 화합물 또는 그의 제약상 허용되는 염, 상응하는 제약 조성물, 다른 치료제와의 조합물, 제조 방법, 및 세포의 수명을 증가시키며, 예를 들어 노화 또는 스트레스와 관련된 질환 또는 장애, 당뇨병, 비만, 신경변성 질환, 심혈관 질환, 혈액 응고 장애, 염증, 암 및/또는 홍조 뿐만 아니라 증가된 미토콘드리아 활성으로부터 이익을 얻을 질환 또는 장애를 포함한 매우 다양한 질환 및 장애를 치료 및/또는 예방하는 방법 또는 그를 위한 용도를 개시하고 있다.



[0019]

[0020]

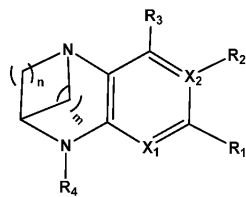
한 측면에서, 본 발명은 하기에 상세하게 기재된 바와 같은 구조 화학식 I 내지 V의 신규 시르투인-조정 화합물, 각각 상응하는 유사체 (즉, R₂ 위치에서의 수소 치환을 갖는 것)를 제공한다.

[0021]

한 측면에서, 본 발명은 화학식 I의 화합물 또는 그의 제약상 염에 관한 것이다.

[0022]

<화학식 I>



[0023]

여기서

[0024]

X₁ 또는 X₂는 독립적으로 -N 또는 -C로부터 선택되고;

[0025]

R₁은 수소, 할로젠, -CN, 카르보시클릴, 헤테로시클릴, -N-치환된 헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, -C(O)R_a 또는 -C(O)-NR_bR_c이고;

[0026]

R₂는 할로젠, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알킬, 또는 -C(O)-NR_bR_c이고;

[0027]

R₃은 수소, 할로젠, -히드록시, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, 또는 -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알킬이고;

[0028]

R₄는 수소 또는 -C(O)NR_bR_c이고;

[0029]

여기서

[0030]

X₂가 -N인 경우에, R₂는 존재하지 않거나; 또는

[0031]

X₂가 -C인 경우에, R₂는 상기 정의된 바와 같고;

[0032]

상기 정의된 바와 같은 각각의 R₁, R₂, R₃ 또는 R₄는 수소, 할로젠, -OH, -(CH₂)_xOH, -C≡N, -NR_dR_e, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알콕시, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알콕시, -O-직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알킬, -C₁-C₆ 시클로알킬, -(CH₂)_x- 시클로알킬, 헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, -(CH₂)_x-헤테로아릴, -O-(CH₂)_xCH(OH)CH₂(OH), 또는 -C(O)OR_f로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;

[0033]

상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a, R_b, R_c, R_d, R_e, 또는 R_f는 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알킬, -C₁-C₆-시클로알킬, -(CH₂)_xC₁-C₆-시클로알킬, 헤테로시클릴, -N-헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, 또는 -(CH₂)_x-헤테로아릴, -(CHR_g)_x-헤테로아릴로부터 선택되고;

[0034]

여기서

[0035]

R_g는 -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알킬이고;

[0036]

[0037] 상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a , R_b , R_c , R_d , R_e , 또는 R_f 는 수소, 할로젠, $-OH$, $-C\equiv N$, $-$ 직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, $-$ 직쇄형 또는 분지형 $-C_1-C_6$ 할로알킬, $-$ 직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알콕시, $-O-$ 직쇄형 또는 분지형 $-C_1-C_6$ 할로알킬, $-C_1-C_6$ 시클로알킬, 카르보시클릴, $-(CH_2)_x$ -카르보시클릴, $-$ 헤테로시클릴, $-O-$ 헤테로시클릴 아릴, $-$ 헤테로아릴, $-(CH_2)_x$ -헤테로아릴, $-O-(CH_2)_xCH(OH)CH_2(OH)$, $-(CH_2)_x-OH$, 또는 $-C(O)-OH$ 로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;

[0038] m 은 1 내지 3의 정수이고;

[0039] n 은 1 내지 3으로부터 선택된 정수이고;

[0040] x 는 0, 또는 1 내지 6의 정수이다.

[0041] 또 다른 측면에서, 본 발명은 상기 및 본 출원 전반에 걸쳐 정의된 바와 같은 본 발명의 화합물 (즉, 구조 화학식 I 내지 V의 화합물, 각각 상응하는 유사체 (즉, R_2 위치에서 수소 치환을 갖는 것))에 관한 것이며, 여기서 단

[0042] $n = 1$ 인 경우에, $m \neq 1$ 이고;

[0043] $n = 3$ 인 경우에, $m \neq 3$ 이다.

[0044] 또 다른 측면에서, 본 발명은 R_2 는 $C(O)-NR_bR_c$ 이고; 여기서 R_b 및 R_c 는 상기 및 본 출원 전반에 걸쳐 정의된 바와 같은 것인 본 발명의 화합물에 관한 것이다.

[0045] 또 다른 측면에서, 본 발명은 화학식 I의 화합물에 관한 것이며, 여기서

[0046] m 은 1이고;

[0047] n 은 2 또는 3이고;

[0048] R_4 는 수소이다.

[0049] 또 다른 측면에서, 본 발명은 화학식 I의 화합물에 관한 것이며, 여기서

[0050] m 은 1이고;

[0051] n 은 2 또는 3이고;

[0052] R_4 는 $-C(O)NR_bR_c$ 이고, 여기서 각각의 R_b 및 R_c 는 상기 정의된 바와 같다.

[0053] 또 다른 측면에서, 본 발명은 화학식 I의 화합물에 관한 것이며, 여기서

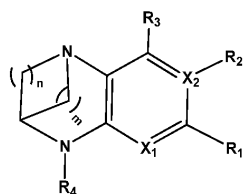
[0054] m 은 1이고;

[0055] n 은 2이고;

[0056] R_1 은 $-C(O)R_a$ 또는 $-C(O)-NR_bR_c$ 이고, R_4 는 $-C(O)NR_bR_c$ 이고; 여기서 각각의 R_b 및 R_c 는 상기 정의된 바와 같다.

[0057] 한 측면에서, 본 발명은 화학식 II의 화합물 또는 그의 제약상 염에 관한 것이다.

[0058] <화학식 II>

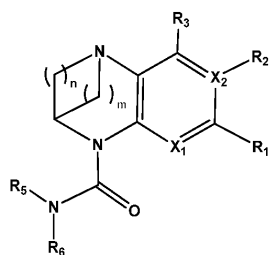


[0059]

[0060] 여기서

[0061] X_1 또는 X_2 는 독립적으로 $-N$ 또는 $-C$ 로부터 선택되고;

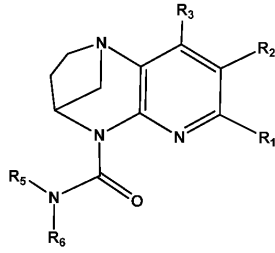
- [0062] 여기서
- [0063] X_2 가 -N인 경우에, R_2 는 존재하지 않거나; 또는
- [0064] X_2 가 -C인 경우에, R_2 는 상기 정의된 바와 같고;
- [0065] R_1 은 수소, 할로젠, -CN, 카르보시클릴, 헤테로시클릴, -N-치환된 헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, -C(O) R_a 또는 -C(O)-NR_bR_c이고;
- [0066] R_2 는 할로젠, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬, 또는 -C(O)-NR_bR_c이고;
- [0067] R_3 은 수소, 할로젠, -히드록시, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, 또는 -직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬이고;
- [0068] R_4 는 수소 또는 -C(O)NR_bR_c이고;
- [0069] 상기 정의된 바와 같은 각각의 R_1 , R_2 , R_3 또는 R_4 는 수소, 할로젠, -OH, -(CH₂)_xOH, -C≡N, -NR_dR_e, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알콕시, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알콕시, -O-직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬, -C₁-C₆ 시클로알킬, -(CH₂)_x- 시클로알킬, 헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, -(CH₂)_x-헤테로아릴, -O-(CH₂)_xCH(OH)CH₂(OH), 또는 -C(O)OR_f로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;
- [0070] 상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a , R_b , R_c , R_d , R_e , 또는 R_f 는 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬, -C₁-C₆-시클로알킬, -(CH₂)_x-C₁-C₆-시클로알킬, 헤테로시클릴, -N-헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, 또는 -(CH₂)_x-헤테로아릴, -(CHR_g)_x-헤테로아릴로부터 선택되고;
- [0071] 여기서
- [0072] R_g 는 -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬이고;
- [0073] 상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a , R_b , R_c , R_d , R_e , 또는 R_f 는 수소, 할로젠, -OH, -C≡N, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알콕시, -O-직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬, -C₁-C₆ 시클로알킬, 카르보시클릴, -(CH₂)_x-카르보시클릴, -헤테로시클릴, -O-헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, -(CH₂)_x-헤테로아릴, -O-(CH₂)_xCH(OH)CH₂(OH), -(CH₂)_x-OH, 또는 -C(O)-OH로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;
- [0074] m은 1 내지 3의 정수이고;
- [0075] n은 1 내지 3으로부터 선택된 정수이고;
- [0076] x는 0, 또는 1 내지 6의 정수이다.
- [0077] 본 발명은 화학식 III의 화합물 또는 그의 제약상 염에 관한 것이다.
- [0078] <화학식 III>



- [0079] 여기서
- [0080] 여기서
- [0081] X_1 또는 X_2 는 독립적으로 -N 또는 -C로부터 선택되고;

- [0082] 여기서
- [0083] X_2 가 -N인 경우에, R_2 는 존재하지 않거나; 또는
- [0084] X_2 가 -C인 경우에, R_2 는 상기 정의된 바와 같고;
- [0085] R_1 은 수소, 할로젠, -CN, 카르보시클릴, 헤테로시클릴, -N-치환된 헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, $-C(O)R_a$ 또는 $-C(O)-NR_bR_c$ 이고;
- [0086] R_2 는 할로젠, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, 또는 $-C(O)-NR_bR_c$ 이고;
- [0087] R_3 은 수소, 할로젠, -히드록시, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, 또는 -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬이고;
- [0088] 각각의 R_5 및 R_6 은 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, $-C_1-C_6$ 시클로알킬, $-(CH_2)_xC_1-C_6$ 시클로알킬, 헤테로시클릴, -N-헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, 또는 $-(CH_2)_x$ 헤테로아릴, $-(CHR_g)_x$ 헤테로아릴로부터 선택되고;
- [0089] 여기서
- [0090] 상기 정의된 바와 같은 각각의 R_1 , R_2 , R_3 , R_5 및 R_6 은 수소, 할로젠, -OH, $-(CH_2)_xOH$, $-C\equiv N$, $-NR_dR_e$, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알콕시, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 할로알콕시, -O-직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, $-C_1-C_6$ 시클로알킬, $-(CH_2)_x-$ 시클로알킬, 헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, $-(CH_2)_x$ -헤테로아릴, $-O-(CH_2)_xCH(OH)CH_2(OH)$, 또는 $-C(O)OR_f$ 로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;
- [0091] 상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a , R_b , R_c , R_d , R_e , R_f 또는 R_g 는 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, $-C_1-C_6$ -시클로알킬, $-(CH_2)_xC_1-C_6$ -시클로알킬, 헤테로시클릴, -N-헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, 또는 $-(CH_2)_x$ 헤테로아릴로부터 선택되고;
- [0092] 여기서
- [0093] 상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a , R_b , R_c , R_d , R_e , R_f 또는 R_g 는 수소, 할로젠, -OH, $-(CH_2)_xOH$, $-C\equiv N$, $-NR_hR_i$, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알콕시, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알콕시, $-C_1-C_6$ 시클로알킬, $-(CH_2)_x-$ 시클로알킬, 헤테로시클릴, -헤테로시클릴, -O-헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, $-(CH_2)_x$ -헤테로아릴, $-O-(CH_2)_xCH(OH)CH_2(OH)$, $-(CH_2)_x-OH$, 또는 $-C(O)OR_j$ 로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;
- [0094] 여기서
- [0095] 각각의 R_h , R_i 및 R_j 는 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬 또는 -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬로부터 선택되고;
- [0096] m 은 1 내지 3의 정수이고;
- [0097] n 은 2 내지 3으로부터 선택된 정수이고;
- [0098] x 는 0, 또는 1 내지 6의 정수이다.
- [0099] 본 발명은 화학식 IV의 화합물 또는 그의 제약상 염에 관한 것이다.

[0100] <화학식 IV>



[0101]

[0102] 여기서

[0103] R₁은 -C(O)R_a 또는 -C(O)-NR_bR_c이고;

[0104] R₂는 할로젠, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬, 또는 -C(O)-NR_bR_c이고;

[0105] R₃은 수소, 할로젠, -히드록시, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, 또는 -직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬이고;

[0106] 각각의 R₅ 및 R₆은 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬, -C₁-C₆시클로알킬, -(CH₂)_xC₁-C₆시클로알킬, 헤테로시클릴, -N-헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, 또는 -(CH₂)_x헤테로아릴, -(CHR_g)_x헤테로아릴로부터 선택되고;

[0107] 여기서

[0108] 상기 정의된 바와 같은 각각의 R₁, R₂, R₃, R₅ 및 R₆은 수소, 할로젠, -OH, -(CH₂)_xOH, -C≡N, -NR_dR_e, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알콕시, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알콕시, -O-직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬, -C₁-C₆ 시클로알킬, -(CH₂)_x 시클로알킬, 헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, -(CH₂)_x-헤테로아릴, -O-(CH₂)_xCH(OH)CH₂(OH), 또는 -C(O)OR_f로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;

[0109] 상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a, R_b, R_c, R_d, R_e, R_f 또는 R_g는 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬, -C₁-C₆-시클로알킬, -(CH₂)_xC₁-C₆-시클로알킬, 헤테로시클릴, -N-헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, 또는 -(CH₂)_x헤테로아릴로부터 선택되고;

[0110] 여기서

[0111] 상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a, R_b, R_c, R_d, R_e, R_f 또는 R_g는 수소, 할로젠, -OH, -(CH₂)_xOH, -C≡N, -NR_hR_i, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알콕시, -직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알콕시, -C₁-C₆ 시클로알킬, -(CH₂)_x 시클로알킬, 헤테로시클릴, -헤테로시클릴, -O-헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, -(CH₂)_x-헤테로아릴, -O-(CH₂)_xCH(OH)CH₂(OH), -(CH₂)_x-OH, 또는 -C(O)OR_j로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;

[0112] 여기서

[0113] 각각의 R_h, R_i 및 R_j는 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬 또는 -직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬로부터 선택되고;

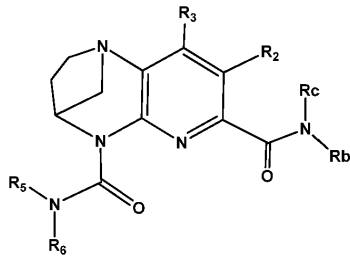
[0114] m은 1 내지 3의 정수이고;

[0115] n은 2 내지 3으로부터 선택된 정수이고;

[0116] x는 0, 또는 1 내지 6의 정수이다.

[0117] 본 발명은 화학식 V의 화합물 또는 그의 제약상 염에 관한 것이다.

[0118] <화학식 V>



[0119]

[0120] 여기서

[0121] R₂는 할로젠, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬, 또는 -C(O)-NR_bR_c이고;

[0122] R₃은 수소, 할로젠, -히드록시, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, 또는 -직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬이고;

[0123] 각각의 R₅ 및 R₆은 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬, -C₁-C₆시클로알킬, -(CH₂)_x-C₆시클로알킬, 헤테로시클릴, -N-헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, 또는 -(CH₂)_x헤테로아릴, -(CHR_g)_x헤테로아릴로부터 선택되고;

[0124] 여기서

[0125] 상기 정의된 바와 같은 각각의 R₁, R₂, R₃, R₅ 및 R₆은 수소, 할로젠, -OH, -(CH₂)_xOH, -C≡N, -NR_dR_e, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알콕시, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 할로알콕시, -O-직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬, -C₁-C₆ 시클로알킬, -(CH₂)_x-시클로알킬, 헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, -(CH₂)_x-헤테로아릴, -O-(CH₂)_xCH(OH)CH₂(OH), 또는 -C(O)OR_f로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;

[0126] 상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a, R_b, R_c, R_d, R_e, R_f 또는 R_g는 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬, -C₁-C₆-시클로알킬, -(CH₂)_x-C₆-시클로알킬, 헤테로시클릴, -N-헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, 또는 -(CH₂)_x헤테로아릴로부터 선택되고;

[0127] 여기서

[0128] 상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a, R_b, R_c, R_d, R_e, R_f 또는 R_g는 수소, 할로젠, -OH, -(CH₂)_xOH, -C≡N, -NR_hR_i, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬, -직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알콕시, -직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알콕시, -C₁-C₆ 시클로알킬, -(CH₂)_x-시클로알킬, 헤테로시클릴, -헤테로시클릴, -O-헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, -(CH₂)_x-헤테로아릴, -O-(CH₂)_xCH(OH)CH₂(OH), -(CH₂)_x-OH, 또는 -C(O)OR_j로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;

[0129] 여기서

[0130] 각각의 R_h, R_i 및 R_j는 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C₁-C₆ 알킬 또는 -직쇄형 또는 분지형-C₁-C₆ 할로알킬로부터 선택되고;

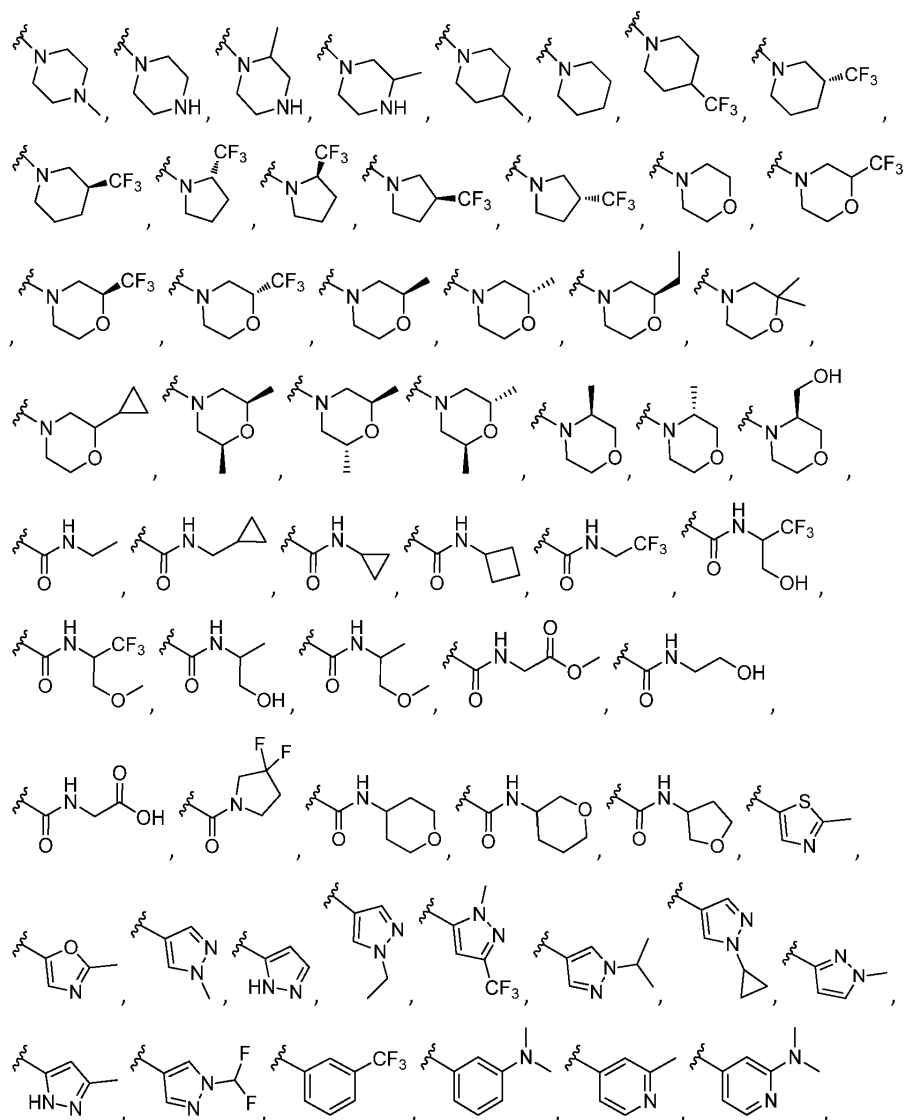
[0131] m은 1 내지 3의 정수이고;

[0132] n은 2 내지 3으로부터 선택된 정수이고;

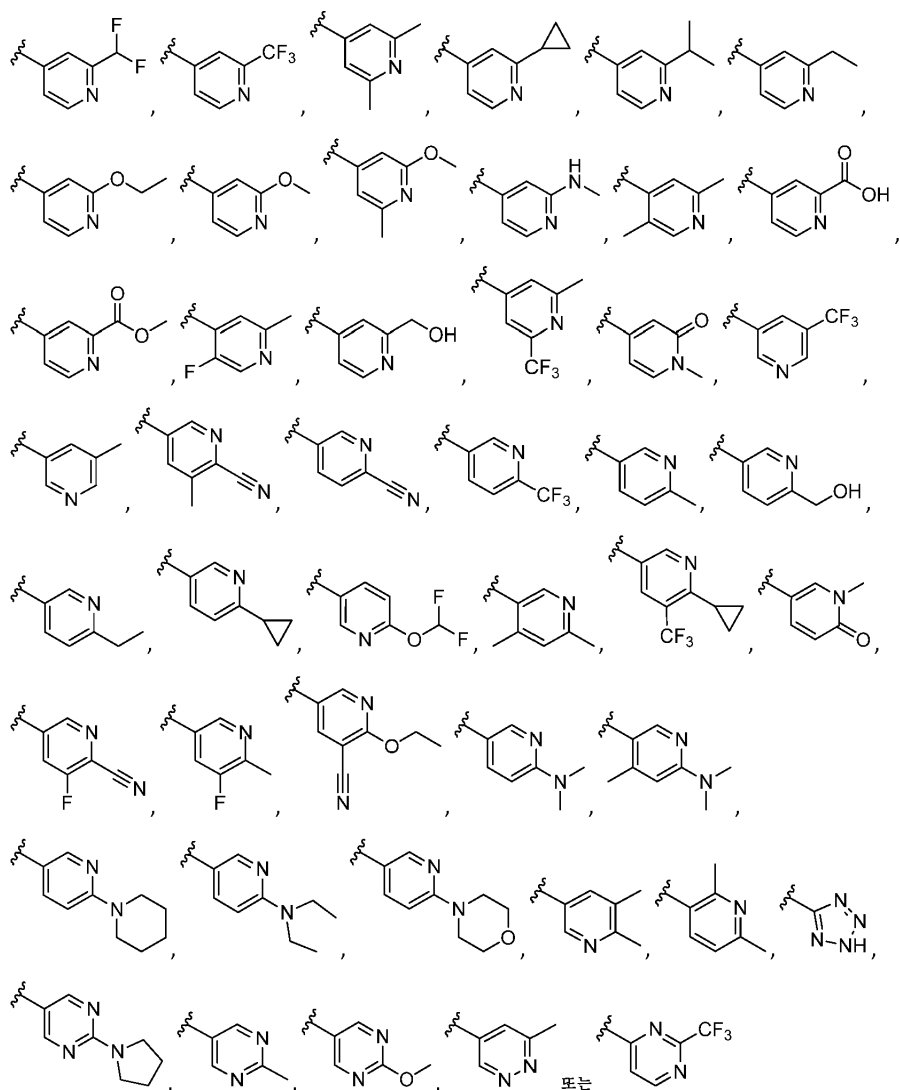
[0133] x는 0, 또는 1 내지 6의 정수이다.

[0134] 또 다른 측면에서, 본 발명은 상기 및 본 출원 전반에 걸쳐 정의된 바와 같은 본 발명의 화합물 (즉, 구조 화학식 I 내지 V의 화합물, 각각 상응하는 유사체 (즉, R₂ 위치에서 수소 치환을 갖는 것))에 관한 것이며, 여기서 단

- [0135] $n = 1$ 인 경우에, $m \neq 1$ 이고;
- [0136] $n = 3$ 인 경우에, $m \neq 3$ 이다.
- [0137] 또 다른 측면에서, 본 발명은 R_2 는 $C(O)-NR_bR_c$ 이고; 여기서 R_b 및 R_c 는 상기 및 본 출원 전반에 걸쳐 정의된 바와 같은 것인 본 발명의 화합물에 관한 것이다.
- [0138] 또 다른 측면에서, 본 발명은 화학식 I의 화합물에 관한 것이며, 여기서
- [0139] m 은 1이고;
- [0140] n 은 2 또는 3이고;
- [0141] R_4 는 수소이다.
- [0142] 또 다른 측면에서, 본 발명은 화학식 I의 화합물에 관한 것이며, 여기서
- [0143] m 은 1이고;
- [0144] n 은 2 또는 3이고;
- [0145] R_4 는 $-C(O)NR_bR_c$ 이고, 여기서 각각의 R_b 및 R_c 는 상기 정의된 바와 같다.
- [0146] 또 다른 측면에서, 본 발명은 화학식 I 내지 V의 화합물 각각에 관한 것이며, 여기서 R_1 은 하기로부터 선택된다.



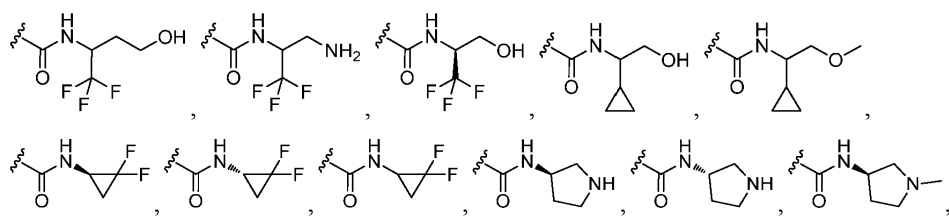
[0147]



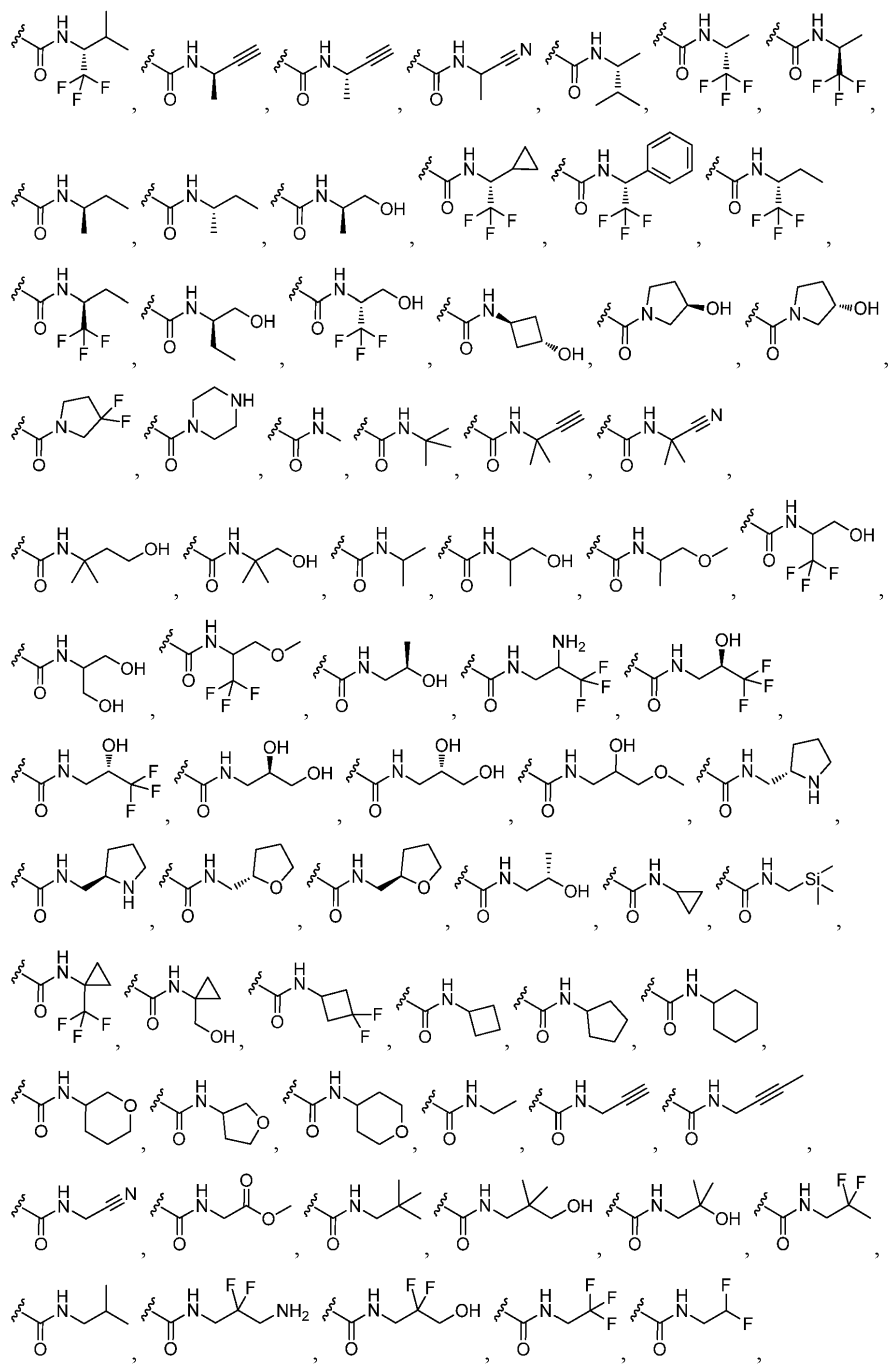
[0148]

[0149]

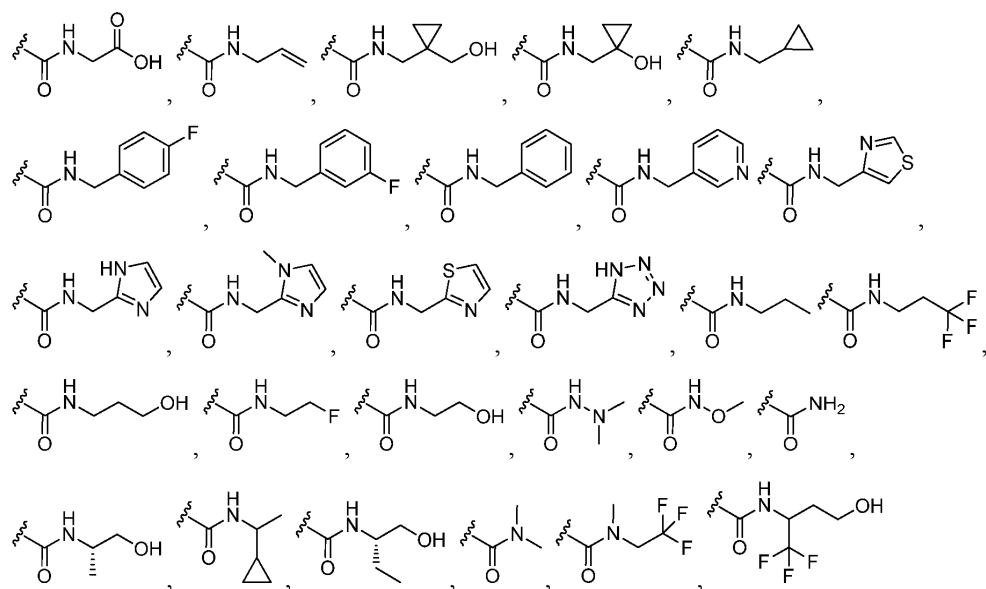
또 다른 측면에서, 본 발명은 화학식 I 내지 V의 화합물 각각에 관한 것이며, 여기서 R₁은 하기로부터 선택된다.



[0150]



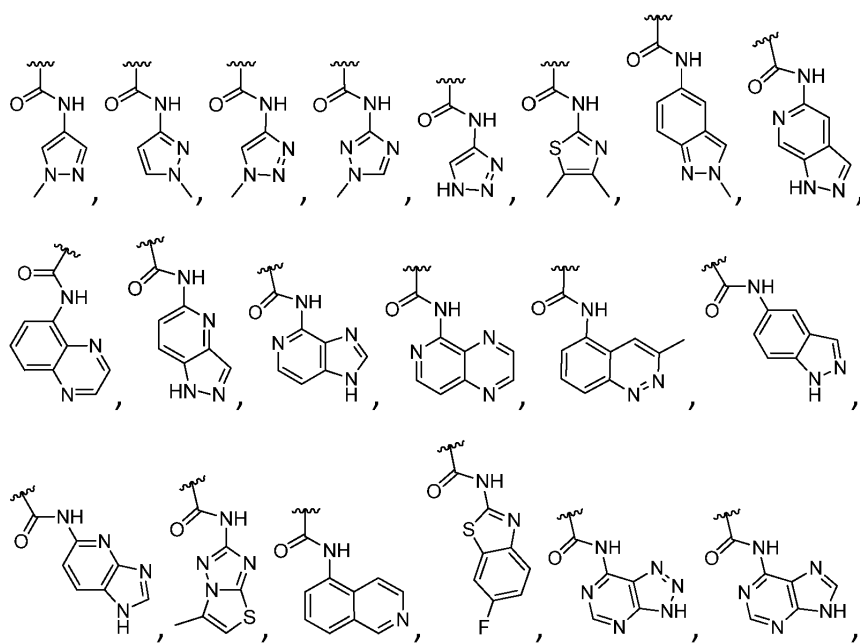
[0151]



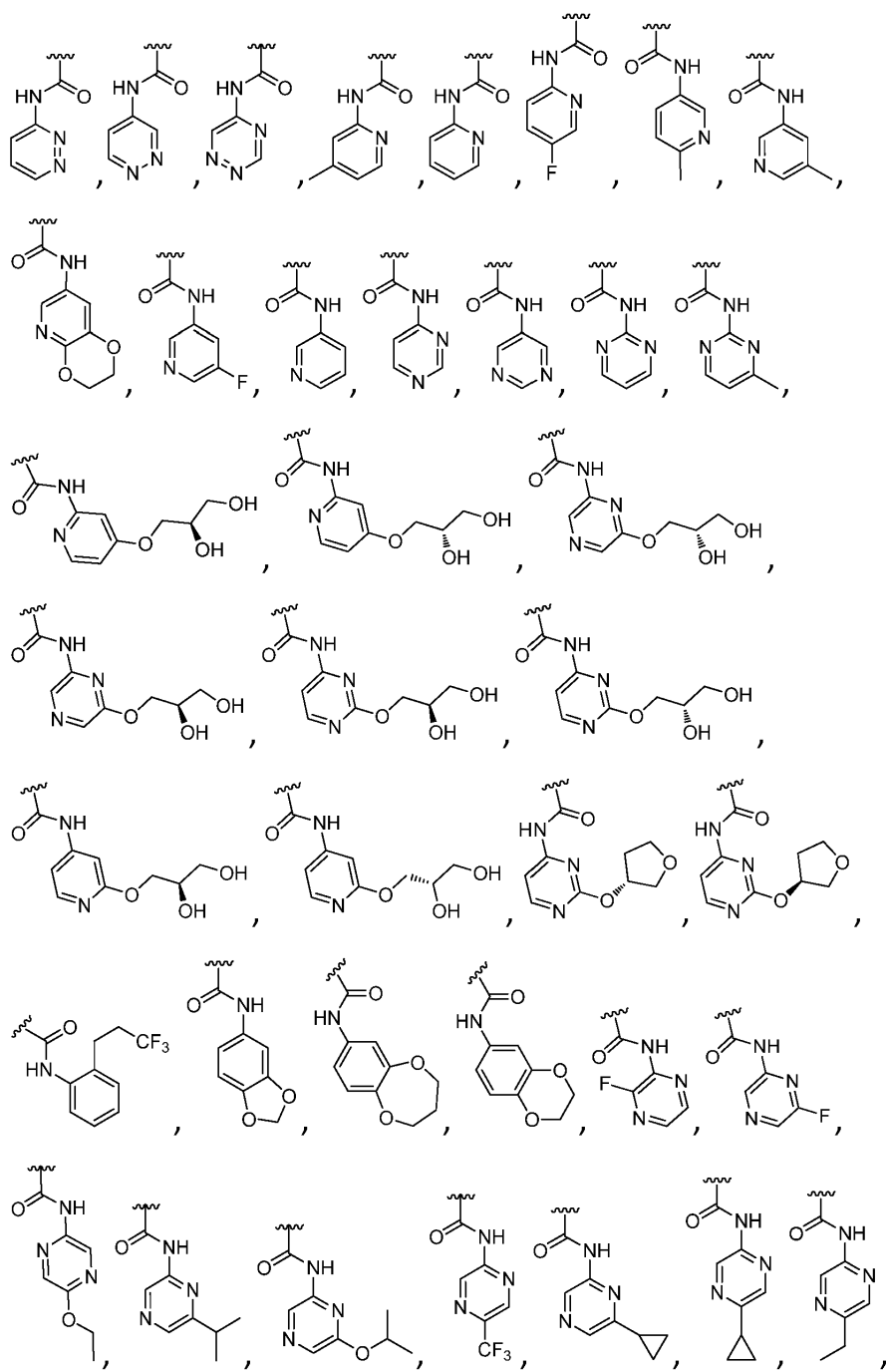
[0152]

[0153]

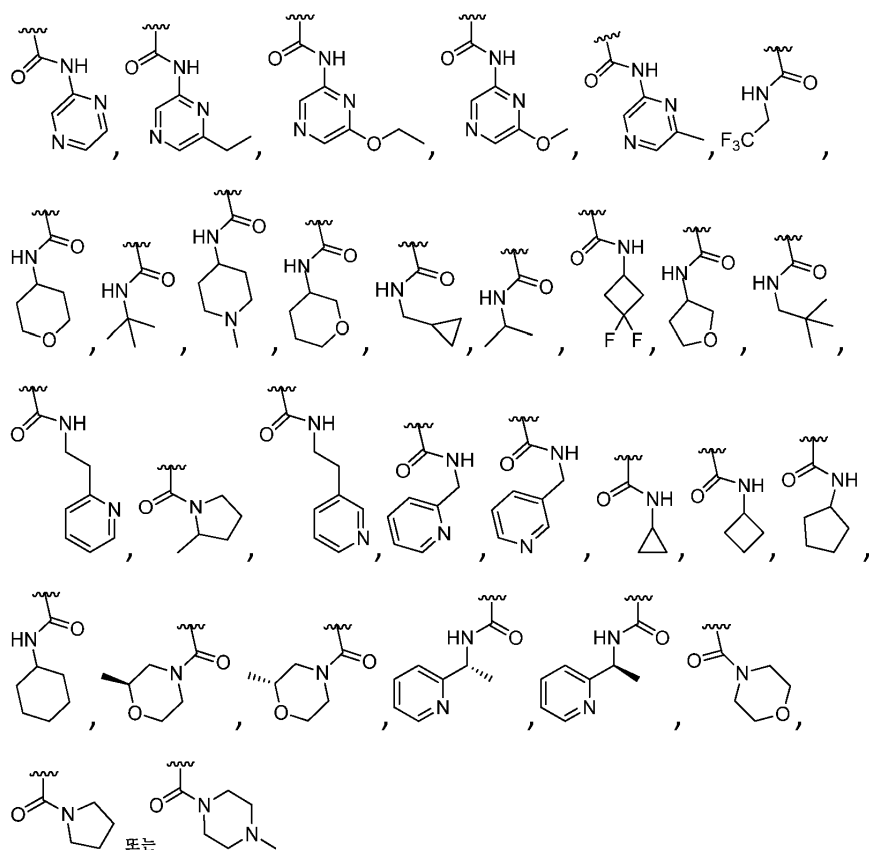
또 다른 측면에서, 본 발명은 화학식 I 내지 V의 화합물(들) 각각에 관한 것이며, 여기서 R₄는 하기로부터 선택된다.



[0154]



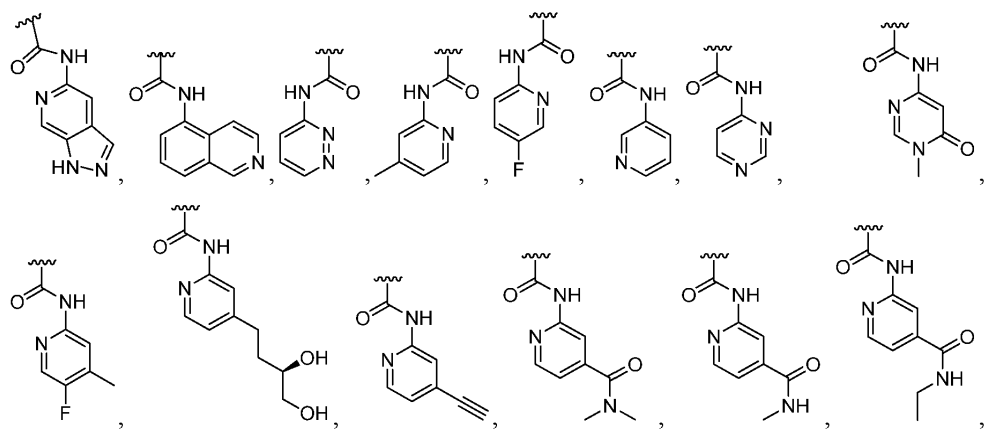
[0155]



[0156]

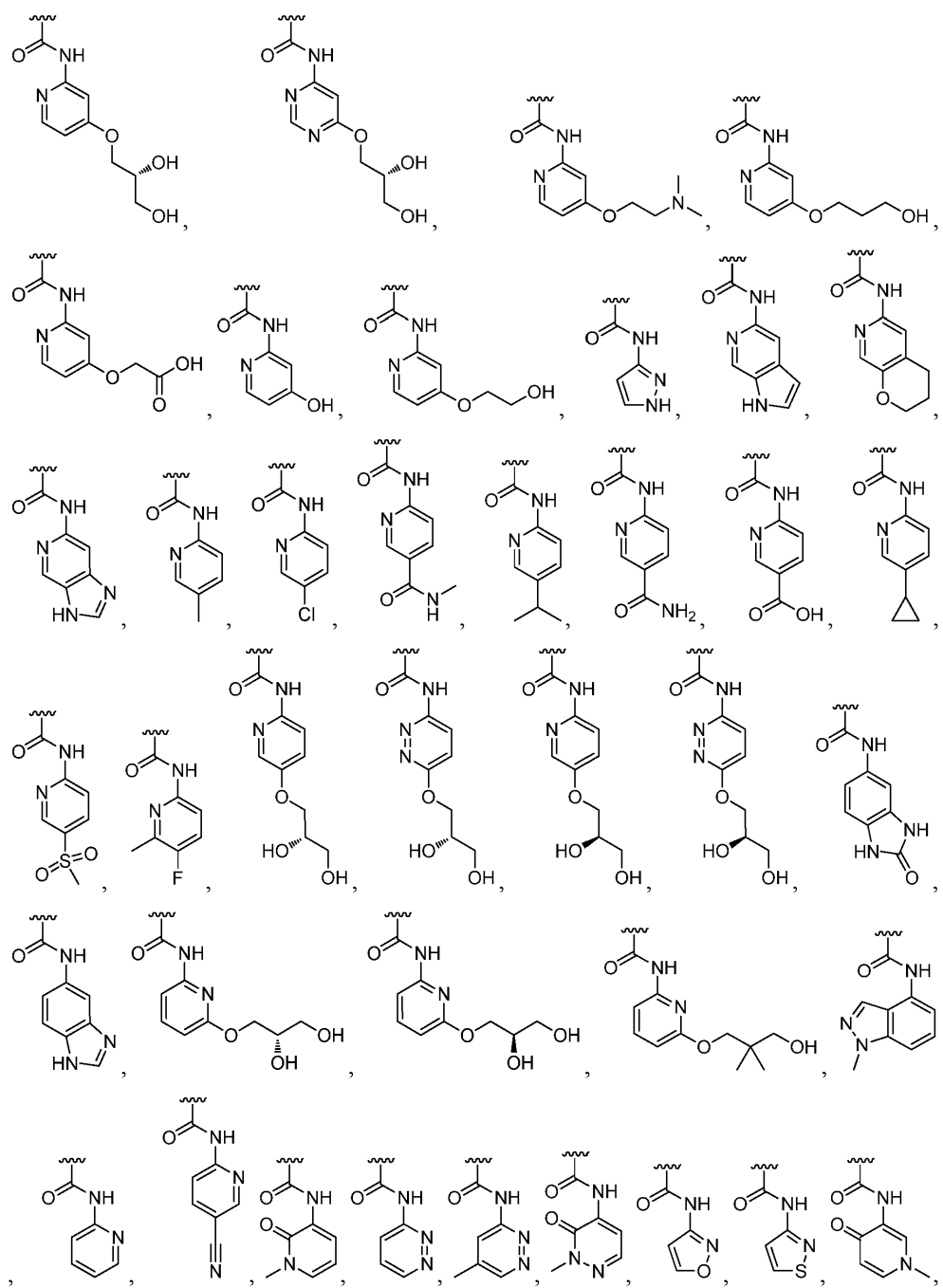
[0157]

또 다른 측면에서, 본 발명은 화학식 I 내지 V의 화합물(들) 각각에 관한 것이며, 여기서 R₄는 하기로부터 선택된다.

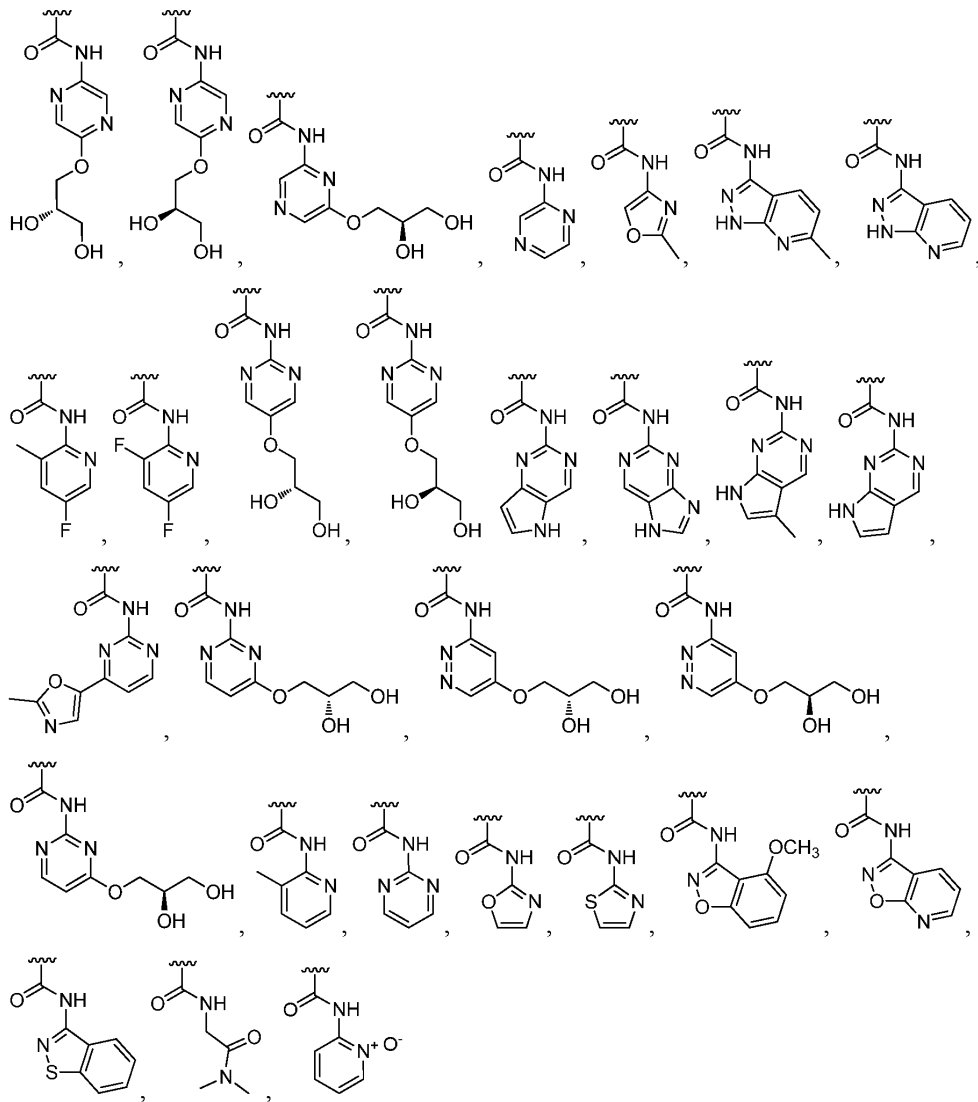


[0158]

– 27 –



[0160]



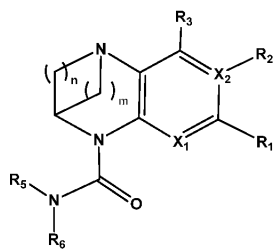
[0161]

[0162]

또 다른 측면에서, 본 발명은 화학식 III의 화합물 또는 그의 제약상 염에 관한 것이다.

[0163]

<화학식 III>



[0164]

[0165]

여기서

[0166]

X₁ 또는 X₂는 독립적으로 -N 또는 -C로부터 선택되고;

[0167]

여기서

[0168]

X₂가 -N인 경우에, R₂는 존재하지 않거나; 또는

[0169]

X₂가 -C인 경우에, R₂는 상기 정의된 바와 같고;

[0170]

R₁은 수소, 할로젠, -CN, 카르보시클릴, 헤테로시클릴, -N-치환된 헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, -C(O)R_a 또는

는 $-C(O)-NR_bR_c$ 이고;

[0171] R_2 는 할로젠, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형 $-C_1-C_6$ 할로알킬, 또는 $-C(O)-NR_bR_c$ 이고;

[0172] R_3 은 수소, 할로젠, -히드록시, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, 또는 -직쇄형 또는 분지형 $-C_1-C_6$ 할로알킬이고;

[0173] 각각의 R_5 및 R_6 은 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형 $-C_1-C_6$ 할로알킬, $-C_1-C_6$ 시클로알킬, $-(CH_2)_xC_1-C_6$ 시클로알킬, 헤테로시클릴, -N-헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, 또는 $-(CH_2)_x$ 헤테로아릴, $-(CHR_g)_x$ 헤테로아릴로부터 선택되고;

[0174] 여기서

[0175] 상기 정의된 바와 같은 각각의 R_1 , R_2 , R_3 , R_5 및 R_6 은 수소, 할로젠, $-OH$, $-(CH_2)_xOH$, $-C\equiv N$, $-NR_dR_e$, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형 $-C_1-C_6$ 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알콕시, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 할로알콕시, -O-직쇄형 또는 분지형 $-C_1-C_6$ 할로알킬, $-C_1-C_6$ 시클로알킬, $-(CH_2)_x-$ 시클로알킬, 헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, $-(CH_2)_x$ -헤테로아릴, $-O-(CH_2)_xCH(OH)CH_2(OH)$, 또는 $-C(O)OR_f$ 로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;

[0176] 상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a , R_b , R_c , R_d , R_e , R_f 또는 R_g 는 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형 $-C_1-C_6$ 할로알킬, $-C_1-C_6$ -시클로알킬, $-(CH_2)_xC_1-C_6$ -시클로알킬, 헤테로시클릴, -N-헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, 또는 $-(CH_2)_x$ 헤테로아릴로부터 선택되고;

[0177] 여기서

[0178] 상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a , R_b , R_c , R_d , R_e , R_f 또는 R_g 는 수소, 할로젠, $-OH$, $-(CH_2)_xOH$, $-C\equiv N$, NR_hR_i , -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형 $-C_1-C_6$ 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알콕시, -직쇄형 또는 분지형 $-C_1-C_6$ 할로알콕시, $-C_1-C_6$ 시클로알킬, $-(CH_2)_x-$ 시클로알킬, 헤테로시클릴, -헤테로시클릴, -O-헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, $-(CH_2)_x$ -헤테로아릴, $-O-(CH_2)_xCH(OH)CH_2(OH)$, $-(CH_2)_x-OH$, 또는 $-C(O)OR_j$ 로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;

[0179] 여기서

[0180] 각각의 R_h , R_i 및 R_j 는 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬 또는 -직쇄형 또는 분지형 $-C_1-C_6$ 할로알킬로부터 선택되고;

[0181] m 은 1 내지 3의 정수이고;

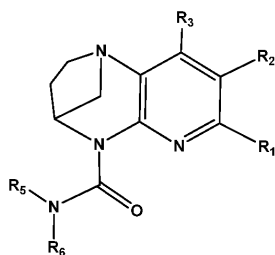
[0182] n 은 2 내지 3으로부터 선택된 정수이고;

[0183] x 는 0, 또는 1 내지 6의 정수이다.

[0184] 또 다른 측면에서, 본 발명은 n 은 2 또는 3이고, m 은 1인 본 발명의 화합물에 관한 것이다.

[0185] 또 다른 측면에서, 본 발명은 화학식 IV의 화합물 또는 그의 제약상 염에 관한 것이다.

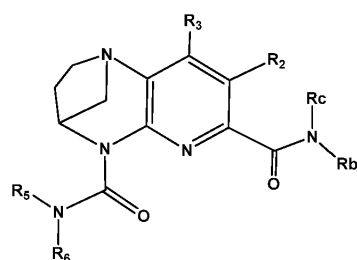
[0186] <화학식 IV>



[0187]

[0188] 여기서

- [0189] R_1 은 수소, 할로젠, -CN, 카르보시클릴, 헤테로시클릴, -N-치환된 헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, $-C(O)R_a$ 또는 $-C(O)-NR_bR_c$ 이고;
- [0190] R_2 는 할로젠, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, 또는 $-C(O)-NR_bR_c$ 이고;
- [0191] R_3 은 수소, 할로젠, -히드록시, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, 또는 -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬이고;
- [0192] 각각의 R_5 및 R_6 은 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, $-C_1-C_6$ 시클로알킬, $-(CH_2)_xC_1-C_6$ 시클로알킬, 헤테로시클릴, -N-헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, 또는 $-(CH_2)_x$ 헤테로아릴, $-(CHR_g)_x$ 헤테로아릴로부터 선택되고;
- [0193] 여기서
- [0194] 상기 정의된 바와 같은 각각의 R_1 , R_2 , R_3 , R_5 및 R_6 은 수소, 할로젠, -OH, $-(CH_2)_xOH$, $-C\equiv N$, $-NR_dR_e$, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알콕시, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 할로알콕시, -O-직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, $-C_1-C_6$ 시클로알킬, $-(CH_2)_x$ -시클로알킬, 헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, $-(CH_2)_x$ -헤테로아릴, $-O-(CH_2)_xCH(OH)CH_2(OH)$, 또는 $-C(O)OR_f$ 로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;
- [0195] 상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a , R_b , R_c , R_d , R_e , R_f 또는 R_g 는 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, $-C_1-C_6$ -시클로알킬, $-(CH_2)_xC_1-C_6$ -시클로알킬, 헤테로시클릴, -N-헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, 또는 $-(CH_2)_x$ 헤테로아릴로부터 선택되고;
- [0196] 여기서
- [0197] 상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a , R_b , R_c , R_d , R_e , R_f 또는 R_g 는 수소, 할로젠, -OH, $-(CH_2)_xOH$, $-C\equiv N$, $-NR_hR_i$, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알콕시, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알콕시, $-C_1-C_6$ 시클로알킬, $-(CH_2)_x$ -시클로알킬, 헤테로시클릴, -헤테로시클릴, -O-헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, $-(CH_2)_x$ -헤테로아릴, $-O-(CH_2)_xCH(OH)CH_2(OH)$, $-(CH_2)_x-OH$, 또는 $-C(O)OR_j$ 로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;
- [0198] 여기서
- [0199] 각각의 R_h , R_i 및 R_j 는 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬 또는 -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬로부터 선택되고;
- [0200] m 은 1 내지 3의 정수이고;
- [0201] n 은 2 내지 3으로부터 선택된 정수이고;
- [0202] x 는 0, 또는 1 내지 6의 정수이다.
- [0203] 본 발명은 화학식 V의 화합물 또는 그의 제약상 염에 관한 것이다.
- [0204] <화학식 V>



- [0205]
- [0206] 여기서

- [0207] R_2 는 할로젠, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, 또는 $-C(O)-NR_bR_c$ 이고;
- [0208] R_3 은 수소, 할로젠, -히드록시, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, 또는 -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬이고;
- [0209] 각각의 R_5 및 R_6 은 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, $-C_1-C_6$ 시클로알킬, $-(CH_2)_xC_1-C_6$ 시클로알킬, 헤테로시클릴, -N-헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, 또는 $-(CH_2)_x$ 헤테로아릴, $-(CHR_g)_x$ 헤테로아릴로부터 선택되고;
- [0210] 여기서
- [0211] 상기 정의된 바와 같은 각각의 R_1 , R_2 , R_3 , R_5 및 R_6 은 수소, 할로젠, $-OH$, $-(CH_2)_xOH$, $-C\equiv N$, $-NR_dR_e$, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알콕시, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 할로알콕시, $-O$ -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, $-C_1-C_6$ 시클로알킬, $-(CH_2)_x$ -시클로알킬, 헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, $-(CH_2)_x$ -헤테로아릴, $-O-(CH_2)_xCH(OH)CH_2(OH)$, 또는 $-C(O)OR_f$ 로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;
- [0212] 상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a , R_b , R_c , R_d , R_e , R_f 또는 R_g 는 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, $-C_1-C_6$ -시클로알킬, $-(CH_2)_xC_1-C_6$ -시클로알킬, 헤테로시클릴, -N-헤테로시클릴, 아릴, 헤테로아릴, 또는 $-(CH_2)_x$ 헤테로아릴로부터 선택되고;
- [0213] 여기서
- [0214] 상기 정의된 바와 같은 각각의 R_a , R_b , R_c , R_d , R_e , R_f 또는 R_g 는 수소, 할로젠, $-OH$, $-(CH_2)_xOH$, $-C\equiv N$, $-NR_hR_i$, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알콕시, -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알콕시, $-C_1-C_6$ 시클로알킬, $-(CH_2)_x$ -시클로알킬, 헤테로시클릴, -헤테로시클릴, $-O$ -헤테로시클릴, 아릴, -헤테로아릴, $-(CH_2)_x$ -헤테로아릴, $-O-(CH_2)_xCH(OH)CH_2(OH)$, $-(CH_2)_x-OH$, 또는 $-C(O)OR_j$ 로부터 선택된 1개 이상의 치환기로 임의로 추가로 치환되고;
- [0215] 여기서
- [0216] 각각의 R_h , R_i 및 R_j 는 독립적으로 수소, -직쇄형 또는 분지형 C_1-C_6 알킬 또는 -직쇄형 또는 분지형- C_1-C_6 할로알킬로부터 선택되고;
- [0217] m 은 1 내지 3의 정수이고;
- [0218] n 은 2 내지 3으로부터 선택된 정수이고;
- [0219] x 는 0, 또는 1 내지 6의 정수이다.
- [0220] 또 다른 측면에서, 본 발명은 본 발명의 상응하는 유사체 또는 유도체 (즉, R_2 위치에서 수소 치환을 갖는 것) 인 화합물에 관한 것이다.
- [0221] 용어 및 정의
- [0222] 섹션 1
- [0223] 본 발명의 특정 화합물은 특정한 기하 또는 입체이성질체 형태로 존재할 수 있다. 본 발명은 시스- 및 트랜스-이성질체, (R)- 및 (S)-거울상이성질체, 부분입체이성질체, (D)-이성질체, (L)-이성질체, 그의 라세미 혼합물, 및 그의 다른 혼합물을 포함한 모든 이러한 화합물을 본 발명의 범주 내에 해당하는 것으로서 고려한다. 추가의 비대칭 탄소 원자는 치환기 예컨대 알킬 기 내에 존재할 수 있다. 모든 이러한 이성질체 뿐만 아니라 그의 혼합물은 본 발명에 포함되도록 의도된다.
- [0224] 본원에 기재된 화합물 및 그의 염은 또한 상응하는 수화물 (예를 들어, 반수화물, 1수화물, 2수화물, 3수화물, 4수화물) 및 용매화물로서 존재할 수 있다. 용매화물 및 수화물의 제조에 적합한 용매는 일반적으로 통상의 기술자에 의해 선택될 수 있다.

- [0225] 화합물 및 그의 염은 무정형 또는 결정질 (공-결정질 및 다형체 포함) 형태로 존재할 수 있다.
- [0226] 본 발명의 시르투인-조정 화합물은 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성, 특히 시르투인 단백질의 데아세틸라제 활성을 유리하게 조정한다.
- [0227] 상기 특성에 대해 개별적으로 또는 추가로, 본 발명의 특정 시르투인-조정 화합물은 시르투인 단백질 (예를 들어, 예컨대 SIRT1 및/또는 SIRT3 단백질)의 탈아세틸화 활성을 조정하기에 효과적인 화합물의 농도에서, 하기 활성 중 1종 이상을 실질적으로 갖지 않는다: PI3-키나제의 억제, 알도리덕타제의 억제, 티로신 키나제의 억제, EGFR 티로신 키나제의 전사활성화, 관상동맥 확장 또는 연축완화 활성.
- [0228] "알킬" 기 또는 "알칸"은 완전 포화인 직쇄형 또는 분지형 비-방향족 탄화수소이다. 전형적으로, 직쇄형 또는 분지형 알킬 기는 달리 정의되지 않는 한, 1 내지 약 20개의 탄소 원자, 바람직하게는 1 내지 약 10개를 갖는다. 직쇄형 및 분지형 알킬 기의 예는 메틸, 에틸, n-프로필, 이소-프로필, n-부틸, sec-부틸, tert-부틸, 펜틸, 헥실, 헵틸 및 옥틸을 포함한다. C₁-C₄ 직쇄형 또는 분지형 알킬 기는 또한 "저급 알킬" 기로 지칭된다.
- [0229] 임의의 상기 실시양태에서, C₁-C₄ 알콕시-치환된 기는, 예를 들어 1개 이상의 알콕시 치환기 예컨대 1, 2 또는 3 개의 메톡시 기, 또는 메톡시 기 및 에톡시 기를 포함할 수 있다. 예시적인 C₁-C₄ 알콕시 치환기는 메톡시, 에톡시, 이소프로폭시, 및 tert-부톡시를 포함한다.
- [0230] 임의의 상기 실시양태에서, 히드록시-치환된 기는 1개 이상의 히드록시 치환기, 예컨대 2 또는 3개의 히드록시 기를 포함할 수 있다.
- [0231] "할로젠"은 F, Cl, Br 또는 I를 지칭한다.
- [0232] "할로젠-치환" 또는 "할로" 치환은 1개 이상의 수소의 F, Cl, Br 또는 I로의 대체를 나타낸다.
- [0233] 한 측면에서, 용어 할로알킬은 1개 이상의 수소 원자가 할로젠 원자에 의해 대체된 임의의 알킬 라디칼로서 정의된다. 임의의 상기 실시양태에서, "할로-치환된" 기는 1개의 할로 치환기로부터 퍼할로 치환까지 포함한다. 예시적인 할로-치환된 C₁-C₄ 알킬은 CFH₂, CClH₂, CBrH₂, CF₂H, CCl₂H, CBr₂H, CF₃, CCl₃, CBr₃, CH₂CH₂F, CH₂CH₂Cl, CH₂CH₂Br, CH₂CHF₂, CHFCH₃, CHClCH₃, CHBrCH₃, CF₂CHF₂, CF₂CHCl₂, CF₂CHBr₂, CH(CF₃)₂, 및 C(CF₃)₃을 포함한다. 퍼할로-치환된 C₁-C₄ 알킬은, 예를 들어 CF₃, CCl₃, CBr₃, CF₂CF₃, CCl₂CF₃ 및 CBr₂CF₃을 포함한다.
- [0234] 용어 "알케닐" ("알켄") 및 "알키닐" ("알킨")은 길이 및 가능한 치환에 있어서 상기 기재된 알킬 기와 유사하지만, 각각 적어도 1개의 이중 또는 삼중 결합을 함유하는 불포화 지방족 기를 지칭한다.
- [0235] 임의의 상기 실시양태에서, "카르보사이클" 기는 모노시클릭 카르보사이클 실시양태 및/또는 폴리시클릭 카르보사이클 실시양태, 예컨대 융합된, 가교된 또는 비시클릭 카르보사이클 실시양태를 지칭할 수 있다. 본 발명의 "카르보사이클" 기는 추가로 방향족 카르보사이클 실시양태 및/또는 비-방향족 카르보사이클 실시양태, 또는 폴리시클릭 실시양태의 경우에는, 1개 이상의 방향족 고리 및/또는 1개 이상의 비-방향족 고리 둘 다를 갖는 카르보사이클을 지칭할 수 있다. 폴리시클릭 카르보사이클 실시양태는 비시클릭 고리, 융합된 고리 또는 가교된 비사이클일 수 있다. 비제한적 예시적인 카르보사이클은 페닐, 시클로헥산, 시클로펜탄 또는 시클로헥센, 아만타딘, 시클로펜탄, 시클로헥산, 비시클로[2.2.1]헵탄, 1,5-시클로옥타디엔, 1,2,3,4-테트라히드로나프탈렌, 비시클로[4.2.0]옥트-3-엔, 나프탈렌, 아다만탄, 데칼린, 나프탈렌, 1,2,3,4-테트라히드로나프탈렌, 노르보르난, 데칼린, 스피로펜탄, 메만틴, 비페리덴, 리만타딘, 캄포르, 콜레스테롤, 4-페닐시클로헥산을, 비시클로[4.2.0]옥탄, 메만틴 및 4,5,6,7-테트라히드로-1H-인덴 및 비시클로[4.1.0]헵트-3-엔을 포함한다.
- [0236] 임의의 상기 실시양태에서, "헤테로사이클" 기는 모노시클릭 헤테로사이클 실시양태 및/또는 폴리시클릭 헤테로사이클 실시양태, 예컨대 융합된, 가교된 또는 비시클릭 헤테로사이클 실시양태를 지칭할 수 있다. 본 발명의 "헤테로사이클" 기는 추가로 방향족 헤테로사이클 실시양태 및/또는 비-방향족 헤테로사이클 실시양태, 또는 폴리시클릭 실시양태의 경우에는, 1개 이상의 방향족 고리 및/또는 1개 이상의 비-방향족 고리 둘 다를 갖는 헤테로사이클을 지칭할 수 있다. 폴리시클릭 헤테로사이클 실시양태는 비시클릭 고리, 융합된 고리 또는 가교된 비사이클일 수 있다. 비제한적 예시적인 헤테로사이클은 피리딘, 피롤리딘, 피페리딘, 피페라진, 피롤리딘, 모르폴린, 피리미딘, 벤조푸란, 인돌, 퀴놀린, 락톤, 락탐, 벤조디아제핀, 인돌, 퀴놀린, 퓨린, 아데닌, 구아닌, 4,5,6,7-테트라히드로벤조[d]티아졸, 헥사민 및 메텐아민을 포함한다.
- [0237] "알케닐"은 명시된 수의 구성원 탄소 원자를 갖고쇄 내에 1개 이상의 탄소-탄소 이중 결합을 갖는 불포화 탄화

수소 채를 지칭한다. 예를 들어, C2-C6 알케닐은 2 내지 6개의 구성원 탄소 원자를 갖는 알케닐 기를 지칭한다. 특정 실시양태에서, 알케닐 기는 채 내에 1개의 탄소-탄소 이중 결합을 갖는다. 다른 실시양태에서, 알케닐 기는 채 내에 1개 초과와 탄소-탄소 이중 결합을 갖는다. 알케닐 기는 본원에 정의된 바와 같은 1개 이상의 치환기로 임의로 치환될 수 있다. 알케닐 기는 선형 또는 분지형일 수 있다. 대표적인 분지형 알케닐 기는 1, 2, 또는 3개의 분지를 갖는다. 알케닐은 에틸레닐, 프로페닐, 부테닐, 펜테닐, 및 헥세닐을 포함한다.

[0238] "알콕시"는 산소 가교를 통해 부착된 알킬 모이어티 (즉, -O-C1-C6 알킬 기, 여기서 C1-C6은 본원에 정의되어 있음)를 지칭한다. 이러한 기의 예는 메톡시, 에톡시, 프로폭시, 부톡시, 펜톡시 및 헥소키를 포함한다.

[0239] "알킬닐"은 명시된 수의 구성원 탄소 원자를 갖고 채 내에 1개 이상의 탄소-탄소 삼중 결합을 갖는 불포화 탄화수소 채를 지칭한다. 예를 들어, C2-C6 알킬닐은 2 내지 6개의 구성원 원자를 갖는 알킬닐 기를 지칭한다. 특정 실시양태에서, 알킬닐 기는 채 내에 1개의 탄소-탄소 삼중 결합을 갖는다. 다른 실시양태에서, 알킬닐 기는 채 내에 1개 초과와 탄소-탄소 삼중 결합을 갖는다. 명확성을 위해, 채 내에 1개 이상의 탄소-탄소 삼중 결합을 갖고 채 내에 1개 이상의 탄소-탄소 이중 결합을 갖는 불포화 탄화수소 채는 알킬닐 기로 지칭된다. 알킬닐 기는 본원에 정의된 바와 같은 1개 이상의 치환기로 임의로 치환될 수 있다. 대표적인 분지형 알킬닐 기는 1, 2, 또는 3개의 분지를 갖는다. 알킬닐은 에틸닐, 프로피닐, 부티닐, 펜티닐, 및 헥시닐을 포함한다.

[0240] 용어 "방향족 카르보사이클"은 적어도 1개의 방향족 고리를 함유하는 방향족 탄화수소 고리계를 지칭한다. 고리는 다른 방향족 카르보사이클릭 고리 또는 비-방향족 카르보사이클릭 고리에 융합 또는 달리 부착될 수 있다. 방향족 카르보사이클 기의 예는 카르보사이클릭 방향족 기 예컨대 페닐, 나프틸, 및 안트라실을 포함한다.

[0241] "아자비시클로"는 고리 골격 내에 질소 원자를 함유하는 비사이클릭 분자를 지칭한다. 비사이클의 2개의 고리는 2개의 서로 결합된 원자에서 융합되며, 예를 들어 인돌일 수 있거나, 원자의 순서를 가로질러 융합되며, 예를 들어 아자비시클로[2.2.1]헵탄)일 수 있거나, 또는 단일 원자에서 연결되며, 예를 들어 스피로사이클일 수 있다.

[0242] "비사이클" 또는 "비사이클릭"은 1, 2 또는 3개 또는 그 초과와 원자가 2개의 고리 사이에 공유된 것인 2-고리계를 지칭한다. 비사이클은 2개의 인접한 원자가 각각의 2개의 고리에 의해 공유된 것인 융합된 비사이클, 예를 들어 데칼린, 인돌을 포함한다. 비사이클은 2개의 고리가 단일 원자를 공유하는 것인 스피로 비사이클, 예를 들어 스피로[2.2]펜탄, 1-옥사-6-아자스피로[3.4]옥탄을 또한 포함한다. 비사이클은 적어도 3개의 원자가 2개의 고리 사이에 공유된 것인 가교된 비사이클, 예를 들어 노르보르난을 추가로 포함한다.

[0243] "가교된 비사이클" 화합물은 적어도 3개의 원자가 계의 둘 다의 고리에 의해 공유된 것인 비사이클릭 고리계이며, 즉 이들은 2개의 브리지헤드 원자를 연결시키는 1개 이상의 원자의 적어도 1개의 브리지를 포함한다. 가교된 아자비시클로는 고리 중 적어도 1개 내에 질소 원자를 함유하는 가교된 비사이클릭 분자를 지칭한다.

[0244] 용어 "Boc"는 tert-부틸옥시카르보닐 기 (통상의 아민 보호기)를 지칭한다.

[0245] 본원에 사용된 용어 "카르보사이클" 및 "카르보사이클릭"은 고리의 각각의 원자가 탄소인 포화 또는 불포화 고리를 지칭한다. 용어 카르보사이클은 방향족 카르보사이클 및 비-방향족 카르보사이클 둘 다를 포함한다. 비-방향족 카르보사이클은 모든 탄소 원자가 포화인 시클로알칸 고리, 및 적어도 1개의 이중 결합을 함유하는 시클로알켄 고리 둘 다를 포함한다. "카르보사이클"은 5-7원 모노사이클릭 및 8-12원 비사이클릭 고리를 포함한다. 비사이클릭 카르보사이클의 각각의 고리는 비-방향족 및 방향족 고리로부터 선택될 수 있다. 카르보사이클은 1, 2 또는 3개 또는 그 초과와 원자가 2개의 고리 사이에 공유된 것인 비사이클릭 분자를 포함한다. 용어 "융합된 카르보사이클"은 각각의 고리가 다른 고리와 2개의 인접한 원자를 공유하는 것인 비사이클릭 카르보사이클을 지칭한다. 융합된 카르보사이클의 각각의 고리는 비-방향족 및 방향족 고리로부터 선택될 수 있다. 예시적 실시양태에서, 방향족 고리, 예를 들어 페닐은 비-방향족 또는 방향족 고리, 예를 들어 시클로헥산, 시클로펜탄 또는 시클로헥센에 융합될 수 있다. 원자가가 허용하는 한, 비-방향족 및 방향족 비사이클릭 고리의 임의의 조합이 카르보사이클릭의 정의에 포함된다. 예시적인 "카르보사이클"은 시클로펜탄, 시클로헥산, 비시클로[2.2.1]헵탄, 1,5-시클로옥타디엔, 1,2,3,4-테트라히드로나프탈렌, 비시클로[4.2.0]옥트-3-엔, 나프탈렌 및 아다만탄을 포함한다. 예시적인 융합된 카르보사이클은 데칼린, 나프탈렌, 1,2,3,4-테트라히드로나프탈렌, 비시클로[4.2.0]옥탄, 4,5,6,7-테트라히드로-1H-인덴 및 비시클로[4.1.0]헵트-3-엔을 포함한다. "카르보사이클"은 수소 원자를 보유할 수 있는 임의의 1개 이상의 위치에서 치환될 수 있다.

[0246] "시클로알킬" 기는 완전 포화 (비-방향족)인 명시된 수의 구성원 탄소 원자를 갖는 사이클릭 탄화수소 고리이다.

전형적으로, 시클로알킬 기는 달리 정의되지 않는 한, 3 내지 약 10개의 탄소 원자, 보다 전형적으로 3 내지 8개의 탄소 원자를 갖는다. 시클로알킬 기는 모노시클릭 고리계이다. 예를 들어, C3-C6 시클로알킬은 3 내지 6개의 구성원 원자를 갖는 시클로알킬 기를 지칭한다. 시클로알킬 기는 본원에 정의된 바와 같은 1개 이상의 치환기로 임의로 치환될 수 있다. 시클로알킬은 시클로프로필, 시클로부틸, 시클로펜틸, 및 시클로헥실을 포함한다.

[0247] "시클로알케닐" 기는 고리 내에 1개 이상의 이중 결합을 함유하는 시클릭 탄화수소 고리이다. 예를 들어, C3-C6 시클로알케닐은 3 내지 6개의 구성원 탄소 원자를 갖는 시클로알케닐 기를 지칭한다. 특정 실시양태에서, 시클로알케닐 기는 고리 내에 1개의 탄소-탄소 이중 결합을 갖는다. 다른 실시양태에서, 시클로알케닐 기는 고리 내에 1개 초과와 탄소-탄소 이중 결합을 갖는다. 시클로알케닐 고리는 방향족이 아니다. 시클로알케닐 기는 모노시클릭 고리계이다. 시클로알케닐 기는 본원에 정의된 바와 같은 1개 이상의 치환기로 임의로 치환될 수 있다. 시클로알케닐은 시클로프로페닐, 시클로부테닐, 시클로펜테닐, 시클로헥세닐, 및 시클로헥사디에닐을 포함한다.

[0248] "아릴"은 방향족 탄화수소 고리계를 지칭한다. 아릴 기는 모노시클릭 고리계 또는 비시클릭 고리계이다. 모노시클릭 아릴 고리는 페닐을 지칭한다. 비시클릭 아릴 고리는 나프틸, 및 페닐이 5, 6 또는 7개의 구성원 탄소 원자를 갖는 시클로알킬 또는 시클로알케닐 고리에 융합된 것인 고리를 지칭한다. 아릴 기는 본원에 정의된 바와 같이 1개 이상의 치환기로 임의로 치환될 수 있다.

[0249] 용어 "헤테로아릴" 또는 "방향족 헤테로사이클"은 고리 구조가 적어도 1개의 헤테로원자, 바람직하게는 1 내지 4개의 헤테로원자, 보다 바람직하게는 1 또는 2개의 헤테로원자를 포함하는 것인 치환 또는 비치환된 방향족 단일 고리 구조, 바람직하게는 5- 내지 7-원 고리, 보다 바람직하게는 5- 내지 6-원 고리를 포함한다. 용어 "헤테로아릴"은 고리 중 적어도 1개는 헤테로방향족이고, 예를 들어 다른 시클릭 고리는 시클로알킬, 시클로알케닐, 시클로알키닐, 방향족 카르보사이클, 헤테로아릴 및/또는 헤테로시클릴일 수 있는 것인 1 또는 2개의 고리를 갖는 고리계를 또한 포함한다. 헤테로아릴 기는, 예를 들어 피롤, 푸란, 티오펜, 이미다졸, 옥사졸, 티아졸, 피라졸, 피리딘, 피라진, 피리다진, 및 피리미딘을 포함한다.

[0250] 본원에 사용된 용어 "헤테로사이클" 및 "헤테로시클릭"은 N, O, B 및 S 원자, 바람직하게는 N, O, 또는 S로부터 선택된 1개 이상의 헤테로원자를 포함하는 비-방향족 또는 방향족 고리를 지칭한다. 용어 "헤테로사이클"은 "방향족 헤테로사이클" 및 "비-방향족 헤테로사이클" 둘 다를 포함한다. 헤테로사이클은 4-7원 모노시클릭 및 8-12원 비시클릭 고리를 포함한다. 헤테로사이클은 1, 2 또는 3개 또는 그 초과와 원자가 2개의 고리 사이에 공유된 것인 비시클릭 분자를 포함한다. 비시클릭 헤테로사이클의 각각의 고리는 비-방향족 및 방향족 고리로부터 선택될 수 있다. 용어 "융합된 헤테로사이클"은 각각의 고리가 다른 고리와 2개의 인접한 원자를 공유하는 것인 비시클릭 헤테로사이클을 지칭한다. 융합된 헤테로사이클의 각각의 고리는 비-방향족 및 방향족 고리로부터 선택될 수 있다. 예시적 실시양태에서, 방향족 고리, 예를 들어 피리딘은 비-방향족 또는 방향족 고리, 예를 들어 시클로헥산, 시클로펜탄, 피롤리딘, 2,3-디히드로푸란 또는 시클로헥센에 융합될 수 있다. "헤테로사이클" 기는, 예를 들어 피페리딘, 피페라진, 피롤리딘, 모르폴린, 피리미딘, 벤조푸란, 인돌, 퀴놀린, 락톤, 및 락탐을 포함한다. 예시적인 "융합된 헤테로사이클"은 벤조디아제핀, 인돌, 퀴놀린, 퓨린, 및 4,5,6,7-테트라히드로벤조[d]티아졸을 포함한다. "헤테로사이클"은 수소 원자를 보유할 수 있는 임의의 1개 이상의 위치에서 치환될 수 있다.

[0251] "모노시클릭 고리"는 5-7원 방향족 카르보사이클 또는 헤테로아릴, 3-7원 시클로알킬 또는 시클로알케닐, 및 5-7원 비-방향족 헤테로시클릴을 포함한다. 예시적인 모노시클릭 기는 치환 또는 비치환된 헤테로사이클 또는 카르보사이클 예컨대 티아졸릴, 옥사졸릴, 옥사지닐, 티아지닐, 디티아닐, 디옥사닐, 이속사졸릴, 이소티아졸릴, 트리아졸릴, 푸라닐, 테트라히드로푸라닐, 디히드로푸라닐, 피라닐, 테트라졸릴, 피라졸릴, 피라지닐, 피리다지닐, 이미다졸릴, 피리디닐, 피롤릴, 디히드로피롤릴, 피롤리디닐, 피페리디닐, 피페라지닐, 피리미디닐, 모르폴리닐, 테트라히드로티오펜, 티오펜, 시클로헥실, 시클로펜틸, 시클로프로필, 시클로부틸, 시클로헵타닐, 아제티디닐, 옥세타닐, 티아라닐, 옥시라닐, 아지리디닐, 및 티오모르폴리닐을 포함한다.

[0252] "구성원 원자"는쇄 또는 고리를 형성하는 원자 또는 원자들을 지칭한다. 1개 초과와 구성원 원자가쇄 및 고리 내에 존재하는 경우에, 각각의 구성원 원자는쇄 또는 고리 내의 인접한 구성원 원자에 공유 결합된다.쇄 또는 고리 상의 치환기 군을 구성하는 원자는쇄 또는 고리 내의 구성원 원자가 아니다.

[0253] "임의로 치환된"은 알킬, 알케닐, 알키닐, 아릴, 시클로알킬, 시클로알케닐, 헤테로시클로알킬, 또는 헤테로아릴과 같은 기가 비치환될 수 있거나, 또는 상기 기가 본원에 정의된 바와 같은 1개 이상의 치환기로 치환될 수

있는 것을 나타낸다.

- [0254] 본원에 사용된 "치환된"은 구조 내의 수소 원자를 수소 이외의 원자 또는 분자로 치환하는 것을 의미한다. 기에 대한 언급에서 "치환된"은 기 내의 구성원 원자에 부착된 1개 이상의 수소 원자가 정의된 치환기의 군으로부터 선택된 치환기로 대체된 것을 나타낸다. 치환가능한 원자 예컨대 "치환가능한 질소"는 수소 원자를 적어도 1종의 공명 형태로 보유하는 원자이다. 수소 원자는 또 다른 원자 또는 CH_3 또는 OH 기와 같은 기로 치환될 수 있다. 예를 들어, 피페리딘 분자 내의 질소가 수소 원자에 결합된 경우에, 상기 질소는 치환가능하다. 예를 들어 피페리딘의 질소가 수소 이외의 원자에 결합된 경우에, 상기 질소는 치환가능하지 않다. 수소 원자를 임의의 공명 형태로 보유할 수 없는 원자는 치환가능하지 않다. 용어 "치환된"은 이러한 치환이 치환된 원자 및 치환기의 허용되는 원자에 따르며, 치환이 안정한 화합물 (즉, 가수분해, 재배열, 고리화 또는 제거에 의한 것과 같은 변환이 자발적으로 일어나지 않으며, 반응 혼합물로부터의 단리를 견디기에 충분히 강건한 것)을 생성한다는 내포적 단서를 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 기가 1개 이상의 치환기를 함유할 수 있는 것으로 언급되는 경우에, 기 내의 1개 이상 (적절한 경우)의 구성원 원자는 치환될 수 있다. 추가로, 기 내의 단일 구성원 원자는 치환이 원자의 허용된 원자에 따르는 한, 1개 초과로 치환기로 치환될 수 있다. 적합한 치환기는 각각의 치환된 또는 임의로 치환된 기에 대해 본원에 정의되어 있다.
- [0255] 본 발명에 의해 고려되는 치환기 및 가변기의 조합은 단지 안정한 화합물의 형성을 일으키는 것들이다. 본원에 사용된 용어 "안정한"은 제조를 가능하게 하기에 충분한 안정성을 보유하며, 본원에 상세화된 목적에 유용하도록 충분한 기간 동안 화합물의 완전성을 유지하는 화합물을 지칭한다.
- [0256] 중수소화 화합물
- [0257] 본원에 개시된 화합물은 부분 및 완전 중수소화 변이체를 또한 포함한다. 특정 실시양태에서, 중수소화 변이체는 동역학적 연구에 사용될 수 있다. 관련 기술분야의 통상의 기술자는 이러한 중수소 원자가 존재하는 부위를 선택할 수 있다.
- [0258] 본 발명은 화학식 I 내지 V의 화합물 또는 그의 제약상 허용되는 염의 다양한 중수소화 형태를 또한 포함한다. 탄소 원자에 부착된 각각의 이용가능한 수소 원자는 독립적으로 중수소 원자로 대체될 수 있다. 관련 기술분야의 통상의 기술자는 본 발명의 화학식 I 내지 IV의 화합물의 중수소화 형태를 합성하는 방법을 알 것이다. 예를 들어, 중수소화 물질, 예컨대 알킬 기는 통상적인 기술에 의해 제조될 수 있다 (예를 들어, 위스콘신주 밀워키 소재의 알드리치 케미칼 캄파니(Aldrich Chemical Co.)로부터 입수가 가능한 메틸- d_3 -아민, Cat. No.489,689-2 참조).
- [0259] 동위원소
- [0260] 본 발명은 1개 이상의 원자가 자연에서 가장 흔히 발견되는 원자 질량 또는 질량수와 상이한 원자 질량 또는 질량수를 갖는 원자에 의해 대체된 사실을 제외하고는, 화학식 I 및 IV에 열거된 것들과 동일한 동위원소-표지된 화합물을 또한 포함한다. 본 발명의 화합물에 혼입될 수 있는 동위원소의 예는 수소, 탄소, 질소, 산소, 플루오린, 아이오딘 및 염소의 동위원소, ^3H , ^{11}C , ^{14}C , ^{18}F , ^{123}I 또는 ^{125}I 를 포함한다.
- [0261] 상기 언급된 동위원소 및/또는 다른 원자의 다른 동위원소를 함유하는 본 발명의 화합물 및 상기 화합물의 제약상 허용되는 염은 본 발명의 범주 내이다. 동위원소 표지된 본 발명의 화합물, 예를 들어 방사성 동위원소 예컨대 ^3H 또는 ^{14}C 가 혼입된 것들은 약물 및/또는 기질 조직 분포 검정에 유용하다. 삼중수소, 즉 ^3H , 및 탄소-14, 즉 ^{14}C 동위원소는 그의 제조 용이성 및 검출감도에 있어서 특히 바람직하다. ^{11}C 및 ^{18}F 동위원소는 PET (양전자 방출 단층촬영)에 특히 유용하다.
- [0262] 순도
- [0263] 본 발명의 화합물은 제약 조성물에 사용하도록 의도되기 때문에, 이들이 각각 바람직하게는 실질적으로 순수한 형태, 예를 들어 적어도 60% 순도, 보다 적합하게는 적어도 75% 순도, 바람직하게는 적어도 85%, 특히 적어도 98% 순도 (%는 중량 대 중량 기준임)로 제공되는 것으로 용이하게 이해될 것이다. 화합물의 불순한 제제는 제약 조성물에 사용되는 더 순수한 형태를 제조하는데 사용될 수 있다.
- [0264] 염
- [0265] 특정 실시양태에서, 화학식 I에 따른 화합물 또는 그의 제약상 허용되는 염은 산성 관능기를 함유할 수 있다.

특정의 다른 실시양태에서, 화학식 I에 따른 화합물은 염기성 관능기를 함유할 수 있다. 따라서, 통상의 기술자는 화학식 I에 따른 화합물의 염이 제조될 수 있다는 것을 인지할 것이다. 사실상, 본 발명의 특정 실시양태에서, 화학식 I에 따른 화합물의 염은 각각의 유리 염기 또는 유리 산에 비해 바람직할 수 있으며, 이는 예를 들어 이러한 염이 분자에 더 큰 안정성 또는 용해도를 부여하여 투여 형태로의 제제화를 용이하게 할 수 있기 때문이다.

- [0266] 의약에서의 그의 잠재적인 용도 때문에, 화학식 I 내지 V의 화합물의 염은 적합하게는 제약상 허용되는 염이다. 적합한 제약상 허용되는 염은 문헌 [Berge, Bighley and Monkhouse J.Pharm.Sci (1977) 66, pp 1-19]에 의해 기재된 것들을 포함한다.
- [0267] 본원에 기재된 화합물의 염, 특히 제약상 허용되는 염이 본 발명에 또한 포함된다. 충분히 산성, 충분히 염기성, 또는 이들 둘 다인 관능기를 보유하는 본 발명의 화합물은 다수의 무기 염기, 및 무기 및 유기 산 중 임의의 것과 반응하여 염을 형성할 수 있다. 대안적으로, 본래 하전되어 있는 화합물, 예컨대 4급 질소를 갖는 것들은 적절한 반대이온 (예를 들어, 할라이드 예컨대 브로마이드, 클로라이드 또는 플루오라이드, 특히 브로마이드)과 함께 염을 형성할 수 있다.
- [0268] 산 부가염을 형성하는데 흔히 사용되는 산은 무기 산 예컨대 염산, 브로민화수소산, 아이오딘화수소산, 황산, 인산 등, 및 유기 산 예컨대 p-톨루엔술폰산, 메탄술폰산, 옥살산, p-브로모페닐-술폰산, 탄산, 숙신산, 시트르산, 벤조산, 아세트산 등이다. 이러한 염의 예는 술페이트, 피로술페이트, 비술페이트, 술파이트, 비술파이트, 포스페이트, 모노히드로젠포스페이트, 디히드로젠포스페이트, 메타포스페이트, 피로포스페이트, 클로라이드, 브로마이드, 아이오다이드, 아세테이트, 프로피오네이트, 데카노에이트, 카프릴레이트, 아크릴레이트, 포르메이트, 이소부티레이트, 카프로에이트, 헵타노에이트, 프로피올레이트, 옥살레이트, 말로네이트, 숙시네이트, 수베레이트, 세바케이트, 푸마레이트, 말레에이트, 부틴-1,4-디오에이트, 헥신-1,6-디오에이트, 벤조에이트, 클로로벤조에이트, 메틸벤조에이트, 디니트로벤조에이트, 히드록시벤조에이트, 메톡시벤조에이트, 프탈레이트, 술포네이트, 크실렌술포네이트, 페닐아세테이트, 페닐프로피오네이트, 페닐부티레이트, 시트레이트, 락테이트, 감마-히드록시부티레이트, 글리콜레이트, 타르트레이트, 메탄술포네이트, 프로판술포네이트, 나프탈렌-1-술포네이트, 나프탈렌-2-술포네이트, 만델레이트 등을 포함한다.
- [0269] 염기 부가염은 무기 염기, 예컨대 암모늄 또는 알칼리 금속 또는 알칼리 토금속 히드록시드, 카르보네이트, 비카르보네이트 등으로부터 유도된 것들을 포함한다. 따라서, 본 발명의 염을 제조하기에 유용한 이러한 염기는 수산화나트륨, 수산화칼륨, 수산화암모늄, 탄산칼륨 등을 포함한다.
- [0270] "거울상이성질체 과잉물" 또는 "ee"는 백분율로서 표현된 1종의 거울상이성질체의 다른 것에 대한 과잉물이다. 그 결과, 라세미 혼합물에서 둘 다의 거울상이성질체는 동등량으로 존재하기 때문에, 거울상이성질체 과잉물은 0 (0% ee)이다. 그러나, 1종의 거울상이성질체가 생성물의 95%를 구성할 정도로 풍부한 경우에, 거울상이성질체 과잉물은 90% ee일 것이다 (풍부한 거울상이성질체의 양 95% 마이너스 다른 거울상 이성질체의 양 5%)
- [0271] "거울상이성질체적으로 풍부한"은 거울상이성질체 과잉물이 0 초과인 생성물을 지칭한다. 예를 들어, "거울상이성질체적으로 풍부한"은 거울상이성질체 과잉물이 50% ee 초과, 75% ee 초과, 또는 90% ee 초과인 생성물을 지칭한다.
- [0272] "거울상이성질체적으로 순수한"은 거울상이성질체 과잉물이 99% ee 이상인 생성물을 지칭한다.
- [0273] "제약상 허용되는"은 합리적 이익/위험 비에 상응하는, 타당한 의학적 판단의 범주 내에서, 과도한 독성, 자극, 또는 다른 문제 또는 합병증 없이 인간 또는 동물의 조직과 접촉시켜 사용하기에 적합한 이들 화합물, 물질, 조성물, 및 투여 형태를 지칭한다.
- [0274] 화학식 I에 따른 화합물 또는 그의 제약상 허용되는 염은 1개 이상의 비대칭 중심 (키랄 중심으로도 지칭됨)을 함유할 수 있으며, 따라서 개별 거울상이성질체, 부분입체이성질체, 또는 다른 입체이성질체 형태로서, 또는 그의 혼합물로서 존재할 수 있다.
- [0275] 키랄 중심, 예컨대 키랄 탄소 원자는 또한 치환기 예컨대 알킬 기에 존재할 수 있다. 화학식 I 또는 본원에 예시된 임의의 화학 구조에 존재하는 키랄 중심의 입체화학이 명시되지 않은 경우에, 구조는 모든 개별 입체이성질체 및 그의 모든 혼합물을 포괄하도록 의도된다.
- [0276] 따라서, 1개 이상의 키랄 중심을 함유하는 화학식 I에 따른 화합물 또는 그의 제약상 허용되는 염은 라세미 혼합물, 부분입체이성질체 혼합물, 거울상이성질체적으로 풍부한 혼합물, 부분입체이성질체적으로 풍부한 혼합물

로서, 또는 거울상이성질체적으로 및 부분입체이성질체적으로 순수한 개별 입체이성질체로서 사용될 수 있다.

- [0277] 1개 이상의 비대칭 중심을 함유하는 화학식 I에 따른 화합물 또는 그의 제약상 허용되는 염의 개별 입체이성질체는 관련 기술분야의 통상의 기술자에게 공지된 방법에 의해 분해될 수 있다. 예를 들어, 이러한 분해는 (1) 부분입체이성질체 염, 착물 또는 다른 유도체의 형성에 의해; (2) 입체이성질체-특이적 시약과의 선택적 반응에 의해, 예를 들어 효소적 산화 또는 환원에 의해; 또는 (3) 키랄 환경 하의, 예를 들어 키랄 지지체 예컨대 결합된 키랄 리간드를 갖는 실리카 상의 또는 키랄 용매의 존재 하의 기체-액체 또는 액체 크로마토그래피에 의해 수행될 수 있다. 통상의 기술자는 원하는 입체이성질체가 부분입체이성질체 염, 착물 또는 유도체로 전환되는 경우에, 추가의 단계가 원하는 형태를 유리시키기 위해 필요하다는 것을 인지할 것이다. 대안적으로, 특정 입체이성질체는 광학 활성 시약, 기질, 촉매 또는 용매를 사용하는 비대칭 합성에 의해, 또는 1종의 거울상이성질체를 비대칭 변환에 의해 다른 것으로 전환시킴으로써 합성될 수 있다.
- [0278] 개시된 화합물 또는 그의 염이 명명되거나 또는 구조에 의해 도시되는 경우에, 용매화물 (특히, 수화물)을 포함한 화합물 또는 염은 결정질 형태, 비-결정질 형태 또는 그의 혼합물로 존재할 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 화합물 또는 염 또는 그의 용매화물 (특히, 수화물)은 또한 다형성 (즉, 상이한 결정질 형태로 발생하는 것에 대한 능력)을 나타낼 수 있다. 이들 상이한 결정질 형태는 전형적으로 "다형체"로서 공지되어 있다.
- [0279] 이에 비추어, 본 발명의 염 형태 (즉, 이는 그의 상이한 다형체, 무수 형태, 용매화물 또는 수화물을 포함할 수 있음)는 특징적 다형성을 나타낼 수 있다. 관련 기술분야에서 통상적으로 이해되는 바와 같이, 다형성은 1종 초과와 별개의 결정질 또는 "다형성" 종으로서 결정화하는 것에 대한 화합물의 능력으로서 정의된다. 다형체는 적어도 2종의 상이한 배열을 갖는 화합물의 고체 결정질 상 또는 고체 상태에서의 그 화합물 분자의 다형체 형태로서 정의된다.
- [0280] 본 발명의 것들을 포함한 임의의 주어진 화합물의 다형체 형태는 동일한 화학식 또는 조성에 의해 정의되며, 2종의 상이한 화학적 화합물의 결정질 구조처럼 화학 구조에 있어서 별개이다. 이러한 화합물은 패킹, 각각의 결정질 격자의 기하학적 배열 등에 있어서 상이할 수 있다.
- [0281] 명명되거나 또는 구조에 의해 도시되는 경우에, 개시된 화합물 또는 그의 용매화물 (특히, 수화물)은 그의 모든 다형체를 또한 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 다형체는 동일한 화학적 조성을 갖지만, 패킹, 기하학적 배열, 및 결정질 고체 상태의 다른 서술적 특성에 있어서 상이하다.
- [0282] 상기에 비추어, 화학적 및/또는 물리적 특성 또는 특징은 각각의 별개의 다형체 형태에 따라 달라지며, 이는 용해도, 용점, 밀도, 경도, 결정 형상, 광학적 및 전기적 특성, 증기압, 안정성 등에서의 변형을 포함할 수 있다.
- [0283] 본 발명의 결정질 염 형태의 용매화물 및/또는 수화물은 또한 용매 분자가 결정화 과정 동안 화합물 분자의 결정질 격자 구조에 혼입되는 경우에 형성될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 용매화물 형태에는 하기 본원에 기재된 바와 같은 비수성 용매 예컨대 메탄올 등이 혼입될 수 있다. 수화물 형태는 용매로서의 물이 결정질 격자에 혼입된 용매화물 형태이다.
- [0284] 고체 상태 다형성에 대한 무수는 격자 내에 반복 결정질 용매를 함유하지 않는 결정질 구조를 지칭한다. 그러나, 결정질 물질은 다공성일 수 있으며, 물의 가역적 표면 흡착을 나타낼 수 있다.
- [0285] 용어 및 정의
- [0286] 섹션 2
- [0287] 1. 정의
- [0288] 본원에 사용된 하기 용어 및 어구는 하기 제시된 의미를 가질 것이다. 달리 정의되지 않는 한, 본원에 사용된 모든 기술 과학 용어는 관련 기술분야의 통상의 기술자에 의해 흔히 이해되는 바와 동일한 의미를 갖는다.
- [0289] 용어 "작용제"는 본원에서 화학적 화합물, 화학적 화합물의 혼합물, 생물학적 거대분자 (예컨대 핵산, 항체, 단백질 또는 그의 부분, 예를 들어 펩티드), 또는 생물학적 물질 예컨대 박테리아, 식물, 진균 또는 동물 (특히 포유동물) 세포 또는 조직으로부터 제조된 추출물을 나타내는데 사용된다.
- [0290] 화합물에 대해 언급되는 경우에 용어 "생체이용가능한"은 관련 기술분야에 인식되어 있으며, 투여되는 화합물의 양의 전부 또는 일부가, 투여되는 대상체 또는 환자에 의해 흡수되거나, 그에 혼입되거나, 또는 달리 생리학적 이용가능하도록 하는 화합물의 형태를 지칭한다.

- [0291] "시르투인의 생물학적 활성 부분"은 생물학적 활성, 예컨대 탈아세틸화 능력 ("촉매 활성")을 갖는 시르투인 단백질의 부분을 지칭한다. 시르투인의 촉매 활성 부분은 시르투인의 코어 도메인을 포함할 수 있다. NAD^+ 결합 도메인 및 기질 결합 도메인을 포괄하는 진뱅크 수탁 번호 NP_036370을 갖는 SIRT1의 촉매 활성 부분은, 예를 들어 비제한적으로 진뱅크 수탁 번호 NM_012238의 폴리뉴클레오티드에 의해 코딩되는 진뱅크 수탁 번호 NP_036370의 아미노산 240-664 또는 240-505를 포함할 수 있다. 따라서, 이러한 영역은 때때로 코어 도메인으로 지칭된다. 때때로 코어 도메인으로도 지칭되는 SIRT1의 다른 촉매 활성 부분은 진뱅크 수탁 번호 NM_012238의 뉴클레오티드 834 내지 1394에 의해 코딩되는 진뱅크 수탁 번호 NP_036370의 대략 아미노산 261 내지 447; 진뱅크 수탁 번호 NM_012238의 뉴클레오티드 777 내지 1532에 의해 코딩되는 진뱅크 수탁 번호 NP_036370의 대략 아미노산 242 내지 493; 또는 진뱅크 수탁 번호 NM_012238의 뉴클레오티드 813 내지 1538에 의해 코딩되는 진뱅크 수탁 번호 NP_036370의 대략 아미노산 254 내지 495를 포함한다. SIRT1의 또 다른 "생물학적 활성" 부분은 화합물 결합 부위에 중요한 코어 도메인에 대한 도메인 N-말단을 포함하는 진뱅크 등록 번호 NP_036370의 아미노산 62-293 또는 183-225이다.
- [0292] 용어 "반려 동물"은 고양이 및 개를 지칭한다. 본원에 사용된 용어 "개(들)"는 다수의 상이한 품종이 존재하는 카니스 파밀리아리스(*Canis familiaris*) 종의 임의의 구성원을 나타낸다. 용어 "고양이(들)"는 집고양이 및 펠리다에(*Felidae*) 과, 펠리스(*Felis*) 속의 다른 구성원을 포함한 고양이과 동물을 지칭한다.
- [0293] "당뇨병"은 고혈당 또는 케톤산증, 뿐만 아니라 장기간 고혈당 상태 또는 글루코스 내성의 감소로부터 발생하는 만성 전신 대사 이상을 지칭한다. "당뇨병"은 질환의 제I형 및 제II형 (비 인슐린 의존성 당뇨병 또는 NIDDM) 둘 다의 형태를 포괄한다. 당뇨병에 대한 위험 인자는 하기 인자를 포함한다: 남성의 경우에 40 인치 초과 또는 여성의 경우에 35 인치 초과와 허리둘레, 130/85 mmHg 이상의 혈압, 150 mg/dl 초과와 트리글리세리드, 100 mg/dl 초과와 공복 혈액 글루코스, 또는 남성에서는 40 mg/dl 미만 또는 여성에서는 50 mg/dl 미만의 고밀도 지단백질.
- [0294] 용어 " ED_{50} "은 관련 기술분야에 인식된 유효 용량의 척도를 지칭한다. 특정 실시양태에서, ED_{50} 은 그의 최대 반응 또는 효과의 50%를 생성하는 약물의 용량, 또는 대안적으로 시험 대상체 또는 제제, 예컨대 단리된 조직 또는 세포의 50%에서 미리 결정된 반응을 생성하는 용량을 의미한다. 용어 " LD_{50} "은 관련 기술분야에 인식된 치사 용량의 척도를 지칭한다. 특정 실시양태에서, LD_{50} 은 시험 대상체의 50%에서 치사성인 약물의 용량을 의미한다. 용어 "치료 지수"는 $\text{LD}_{50}/\text{ED}_{50}$ 으로서 정의되는, 약물의 치료 지수를 지칭하는 관련 기술분야에 인식된 용어이다.
- [0295] 용어 "고인슐린혈증"은 혈액 중 인슐린의 수준이 정상보다 더 높은 개체에서의 상태를 지칭한다.
- [0296] 용어 "인슐린 저항성"은 정상적인 양의 인슐린이 인슐린 저항성을 갖지 않는 대상체에서의 생물학적 반응에 비해 정상 미만의 생물학적 반응을 생성하는 상태를 지칭한다.
- [0297] 본원에 논의된 바와 같은 "인슐린 저항성 장애"는 인슐린 저항성에 의해 유발되거나 또는 그에 기인하는 임의의 질환 또는 상태를 지칭한다. 예는 하기를 포함한다: 당뇨병, 비만, 대사 증후군, 인슐린-저항성 증후군, 증후군 X, 인슐린 저항성, 높은 혈압, 고혈압, 높은 혈액 콜레스테롤, 이상지혈증, 고지혈증, 아테롬성동맥경화성 질환 예컨대 졸증, 관상 동맥 질환 또는 심근경색, 고혈당증, 고인슐린혈증 및/또는 고프로인슐린혈증, 글루코스 내성 장애, 지연형 인슐린 방출, 당뇨병성 합병증, 예컨대 관상동맥 심장 질환, 협심증, 울혈성 심부전, 졸증, 치매에서의 인지 기능, 망막병증, 말초 신경병증, 신병증, 사구체신염, 사구체경화증, 신증후군, 고혈압성 신경화증, 일부 유형의 암 (예컨대 자궁내막암, 유방암, 전립선암, 및 결장암), 임신 합병증, 불량한 여성 생식 건강 (예컨대 월경 불순, 불임, 불규칙 배란, 다낭성 난소 증후군 (PCOS)), 지방이영양증, 콜레스테롤-관련 장애, 예컨대 담석, 담낭염 및 담석증, 통풍, 폐쇄성 수면 무호흡 및 호흡기 문제, 골관절염, 및 골 손실, 예를 들어 특히 골다공증.
- [0298] 용어 "가축 동물"은 가축화된 네발동물을 지칭하며, 이는 고기 및 다양한 부산물을 위해 길러지는 것들, 예를 들어 소 및 보스(*Bos*) 속의 다른 구성원을 포함한 소과 동물, 집돼지 및 수스(*Sus*) 속의 다른 구성원을 포함한 돼지과 동물, 양 및 오비스(*Ovis*) 속의 다른 구성원을 포함한 양과 동물, 집염소 및 카프라(*Capra*) 속의 다른 구성원; 특수 과제 예컨대 짐 운반용 짐승으로서의 용도를 위해 길러지는 가축화된 네발동물, 예를 들어 집말 및 에퀴다에(*Equidae*) 과, 에쿠스(*Equus*) 속의 다른 구성원을 포함한 말과 동물을 포함한다.
- [0299] 용어 "포유동물"은 관련 기술분야에 공지되어 있으며, 예시적인 포유동물은 인간, 영장류, 가축 동물 (소, 돼지 등 포함), 반려 동물 (예를 들어, 개, 고양이 등) 및 설치류 (예를 들어, 마우스 및 래트)를 포함한다.

- [0300] "비만" 개체 또는 비만을 앓고 있는 개체는 일반적으로 적어도 25 이상의 체질량 지수 (BMI)를 갖는 개체이다. 비만은 인슐린 저항성과 연관되거나 또는 연관되지 않을 수 있다.
- [0301] 용어 "비경구 투여" 및 "비경구로 투여된"은 관련 기술분야에 인식되어 있으며, 통상적으로 주사에 의한 경장 및 국소 투여 이외의 투여 방식을 지칭하고, 비제한적으로 정맥내, 근육내, 동맥내, 척수강내, 피막내, 안와내, 심장내, 피내, 복강내, 경기관, 피하, 표피하, 관절내, 피막하, 지주막하, 척수내 및 흉골내 주사 및 주입을 포함한다.
- [0302] "환자", "대상체", "개체" 또는 "숙주"는 인간 또는 비-인간 동물을 지칭한다.
- [0303] 용어 "제약상 허용되는 담체"는 관련 기술분야에 인식되어 있으며, 임의의 대상 조성물 또는 그의 성분의 운반 또는 수송에 수반되는 제약상 허용되는 물질, 조성물 또는 비히클, 예컨대 액체 또는 고체 충전제, 희석제, 부형제, 용매 또는 캡슐화 물질을 지칭한다. 각각의 담체는 대상 조성물 및 그의 성분과 상용성이고 환자에게 유해하지 않다는 관점에서 "허용"되어야 한다. 제약상 허용되는 담체로서 기능할 수 있는 물질의 일부 예는 하기를 포함한다: (1) 당, 예컨대 락토스, 글루코스 및 수크로스; (2) 전분, 예컨대 옥수수 전분 및 감자 전분; (3) 셀룰로스, 및 그의 유도체, 예컨대 소듐 카르복시메틸 셀룰로스, 에틸 셀룰로스 및 셀룰로스 아세테이트; (4) 분말화 트라카칸트; (5) 맥아; (6) 젤라틴; (7) 활석; (8) 부형제, 예컨대 코코아 버터 및 좌제 왁스; (9) 오일, 예컨대 땅콩 오일, 목화씨 오일, 홍화 오일, 참깨 오일, 올리브 오일, 옥수수 오일 및 대두 오일; (10) 글리콜, 예컨대 프로필렌 글리콜; (11) 폴리올, 예컨대 글리세린, 소르비톨, 만니톨 및 폴리에틸렌 글리콜; (12) 에스테르, 예컨대 에틸 올레에이트 및 에틸 라우레에이트; (13) 한천; (14) 완충제, 예컨대 수산화마그네슘 및 수산화알루미늄; (15) 알긴산; (16) 발열원-무함유 물; (17) 등장성 염수; (18) 링거액; (19) 에틸 알콜; (20) 포스페이트 완충제 용액; 및 (21) 제약 제제에 사용되는 다른 비-독성 상용성 물질.
- [0304] 용어 "예방하는"은 관련 기술분야에 인식되어 있으며, 상태, 예컨대 국부 재발 (예를 들어, 통증), 질환 예컨대 암, 증후군 복합증 예컨대 심부전 또는 임의의 다른 의학적 상태와 관련하여 사용되는 경우에, 관련 기술분야에서 널리 이해되어 있으며, 조성물을 투여받지 않은 대상체에 비해 대상체에서의 의학적 상태의 증상의 빈도를 감소시키거나 또는 그의 발병을 지연시키는 조성물의 투여를 포함한다. 따라서, 암의 예방은, 예를 들어 통계적으로 및/또는 임상적으로 유의한 양만큼, 예를 들어 비치료 대조군 집단에 비해 예방적 치료를 받은 환자의 집단에서의 검출가능한 암성 성장의 수를 감소시키고/거나, 비치료 대조군 집단에 대비하여 치료 집단에서의 검출가능한 암성 성장의 출현을 지연시키는 것을 포함한다. 감염의 예방은, 예를 들어 비치료 대조군 집단에 대비하여 치료 집단에서의 감염의 진단 수를 감소시키고/거나, 비치료 대조군 집단에 대비하여 치료 집단에서의 감염의 증상의 발병을 지연시키는 것을 포함한다. 통증의 예방은, 예를 들어 비치료 대조군 집단에 대비하여 치료 집단에서 대상체가 경험하는 통각의 크기를 감소시키거나, 또는 대안적으로 통각을 지연시키는 것을 포함한다.
- [0305] 용어 "예방적" 또는 "치유적" 치료는 관련 기술분야에 인식되어 있으며, 숙주에 대한 약물의 투여를 지칭한다. 원치 않는 상태 (예를 들어, 숙주 동물의 질환 또는 다른 원치 않는 상태)의 임상적 징후 전에 투여되는 경우에, 치료는 예방적이며, 즉 이는 원치 않는 상태가 발생하는 것에 대해 숙주를 보호하는 반면에, 원치 않는 상태의 징후 후에 투여되는 경우에, 치료는 치유적이다 (즉, 존재하는 원치 않는 상태 또는 그로부터의 부작용을 감소, 호전 또는 유지하도록 의도됨).
- [0306] 조성물과 관련된 용어 "발열원-무함유"는 조성물이 투여된 대상체에서 부작용 (예를 들어, 자극, 열, 염증, 설사, 호흡 곤란, 내독소성 쇼크 등)으로 이어질 양으로 발열원을 함유하지 않는 조성물을 지칭한다. 예를 들어, 상기 용어는 내독소, 예컨대 예를 들어 리포폴리사카라이드 (LPS)를 함유하지 않거나 또는 실질적으로 함유하지 않는 조성물을 포괄하도록 의도된다.
- [0307] 세포의 "복제 수명"은 개별 "모세포"에 의해 생산되는 딸세포의 수를 지칭한다. 다른 한편으로, "생활 연령" 또는 "생활 수명"은 영양소 결핍 시에 비-분할 세포 집단이 생존한 채로 남아있는 시간의 길이를 지칭한다. 세포 또는 유기체에 적용 시에 "세포의 수명을 증가시키는" 또는 "세포의 수명을 연장시키는"은 1개의 세포에 의해 생산되는 딸세포의 수를 증가시키는 것; 스트레스에 대처하고, 예를 들어 DNA, 단백질에 대한 손상을 방지하는 것에 대한 세포 또는 유기체의 능력을 증가시키는 것; 및/또는 특정한 조건, 예를 들어 스트레스 (예를 들어, 열 쇼크, 삼투 스트레스, 고에너지 방사선, 화학-유발 스트레스, DNA 손상, 불충분한 염 수준, 불충분한 질소 수준, 또는 불충분한 영양소 수준) 하에 더 장기간 동안 생존하고 살아있는 상태로 존재하는 것에 대한 세포 또는 유기체의 능력을 증가시키는 것을 지칭한다. 수명은 본원에 기재된 방법을 사용하여 적어도 약 10%,

20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 또는 20% 내지 70%, 30% 내지 60%, 40% 내지 60% 또는 그 초과만큼 증가될 수 있다.

[0308] "시르투인-조정 화합물"은 시르투인 단백질의 수준을 증가시키고/거나 시르투인 단백질의 적어도 1종의 활성을 증가시키는 화합물을 지칭한다. 예시적 실시양태에서, 시르투인-조정 화합물은 시르투인 단백질의 적어도 1종의 생물학적 활성을 적어도 약 10%, 25%, 50%, 75%, 100%, 또는 그 초과만큼 증가시킬 수 있다. 시르투인 단백질의 예시적인 생물학적 활성은, 예를 들어 히스톤 및 p53의 탈아세틸화; 수명을 연장시키는 것; 계놈 안정성을 증가시키는 것; 전사를 침묵화시키는 것; 및 모세포와 딸세포 사이의 산화된 단백질의 분리를 제어하는 것을 포함한다.

[0309] 단백질은, 예를 들어 아세틸화 펩티드 기질의 탈아세틸화를 포함한다.

[0310] "시르투인 단백질"은 시르투인 데아세틸라제 단백질 패밀리의 구성원, 또는 바람직하게는 sir2 패밀리를 지칭하며, 이는 효모 Sir2 (진뱅크 수탁 번호 P53685), 씨. 엘레간스 Sir-2.1 (진뱅크 수탁 번호 NP_501912), 및 인간 SIRT1 (진뱅크 수탁 번호 NM_012238 및 NP_036370 (또는 AF083106)) 및 SIRT2 (진뱅크 수탁 번호 NM_012237, NM_030593, NP_036369, NP_085096, 및 AF083107) 단백질을 포함한다. 다른 패밀리 구성원은 "HST 유전자" (Sir2의 상동체)로 칭하는 4종의 추가의 효모 Sir2-유사 유전자인 HST1, HST2, HST3 및 HST4, 및 5종의 다른 인간 상동체인 hSIRT3, hSIRT4, hSIRT5, hSIRT6 및 hSIRT7을 포함한다 (Brachmann et al. (1995) Genes Dev. 9:2888 및 Frye et al. (1999) BBRC 260:273).

[0311] "SIRT1 단백질"은 시르투인 데아세틸라제의 sir2 패밀리의 구성원을 지칭한다. 특정 실시양태에서, SIRT1 단백질은 효모 Sir2 (진뱅크 수탁 번호 P53685), 씨. 엘레간스 Sir-2.1 (진뱅크 수탁 번호 NP_501912), 인간 SIRT1 (진뱅크 수탁 번호 NM_012238 또는 NP_036370 (또는 AF083106)), 마우스 SIRT1 (진뱅크 수탁 번호 NM_019812 또는 NP_062786), 및 그의 등가물 및 단편을 포함한다. 또 다른 실시양태에서, SIRT1 단백질은 진뱅크 수탁 번호 NP_036370, NP_501912, NP_085096, NP_036369, 또는 P53685에 제시된 아미노산 서열로 이루어지거나 또는 그로 본질적으로 이루어진 서열을 포함하는 폴리펩티드를 포함한다. SIRT1 단백질은 진뱅크 수탁 번호 NP_036370, NP_501912, NP_085096, NP_036369, 또는 P53685에 제시된 아미노산 서열의 전부 또는 일부; 진뱅크 수탁 번호 NP_036370, NP_501912, NP_085096, NP_036369, 또는 P53685에 제시된, 1 내지 약 2, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 30, 50, 75개 또는 그 초과와 보존적 아미노산 치환을 갖는 아미노산 서열; 진뱅크 수탁 번호 NP_036370, NP_501912, NP_085096, NP_036369, 또는 P53685와 적어도 60%, 70%, 80%, 90%, 95%, 96%, 97%, 98%, 또는 99% 동일한 아미노산 서열을 포함하는 폴리펩티드, 및 그의 기능적 단편을 포함한다. 본 발명의 폴리펩티드는 진뱅크 수탁 번호 NP_036370, NP_501912, NP_085096, NP_036369, 또는 P53685의 상동체 (예를 들어, 오르토로그 및 파라로그), 변이체, 또는 단편을 또한 포함한다.

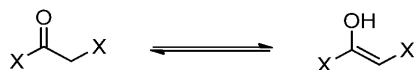
[0312] 본원에 사용된 "SIRT2 단백질", "SIRT3 단백질", "SIRT4 단백질", "SIRT5 단백질", "SIRT6 단백질", 및 "SIRT7 단백질"은 특히 대략 275개 아미노산 보존된 촉매 도메인에서, SIRT1 단백질과 상동성인 다른 포유동물, 예를 들어 인간 시르투인 데아세틸라제 단백질을 지칭한다. 예를 들어, "SIRT3 단백질"은 SIRT1 단백질과 상동성인 시르투인 데아세틸라제 단백질 패밀리의 구성원을 지칭한다. 특정 실시양태에서, SIRT3 단백질은 인간 SIRT3 (진뱅크 수탁 번호 AAH01042, NP_036371, 또는 NP_001017524) 및 마우스 SIRT3 (진뱅크 수탁 번호 NP_071878) 단백질을, 및 그의 등가물 및 단편을 포함한다. 특정 실시양태에서, SIRT4 단백질은 인간 SIRT4 (진뱅크 수탁 번호 NM_012240 또는 NP_036372)를 포함한다. 특정 실시양태에서, SIRT5 단백질은 인간 SIRT5 (진뱅크 수탁 번호 NM_012241 또는 NP_036373)를 포함한다. 특정 실시양태에서, SIRT6 단백질은 인간 SIRT6 (진뱅크 수탁 번호 NM_016539 또는 NP_057623)을 포함한다. 또 다른 실시양태에서, SIRT3 단백질은 진뱅크 수탁 번호 AAH01042, NP_036371, NP_001017524, 또는 NP_071878에 제시된 아미노산 서열로 이루어지거나 또는 그로 본질적으로 이루어진 서열을 포함하는 폴리펩티드를 포함한다. SIRT3 단백질은 진뱅크 수탁 번호 AAH01042, NP_036371, NP_001017524, 또는 NP_071878에 제시된 아미노산 서열의 전부 또는 일부; 진뱅크 수탁 번호 AAH01042, NP_036371, NP_001017524, 또는 NP_071878에 제시된, 1 내지 약 2, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 30, 50, 75개 또는 그 초과와 보존적 아미노산 치환을 갖는 아미노산 서열; 진뱅크 수탁 번호 AAH01042, NP_036371, NP_001017524, 또는 NP_071878과 적어도 60%, 70%, 80%, 90%, 95%, 96%, 97%, 98%, 또는 99% 동일한 아미노산 서열을 포함하는 폴리펩티드, 및 그의 기능적 단편을 포함한다. 본 발명의 폴리펩티드는 진뱅크 수탁 번호 AAH01042, NP_036371, NP_001017524, 또는 NP_071878의 상동체 (예를 들어, 오르토로그 및 파라로그), 변이체, 또는 단편을 또한 포함한다. 특정 실시양태에서, SIRT3 단백질은 미토콘드리아 매트릭스 프로세싱 펩티다제 (MPP) 및/또는 미토콘드리아 중간 펩티다제 (MIP)로의 절단에 의해 생산되는 SIRT3 단백질의 단편을 포함한다.

[0313] 본원에 사용된 용어 "입체이성질체"는 관련 기술분야에 인식되어 있으며, 동일한 분자 구조를 갖고 단지 그의

원자 공간군의 3차원 배열에 있어서 상이한 2종 이상의 이성질체 중 임의의 것을 지칭한다. 본원에서 화합물 또는 화합물 군을 기재하는데 사용되는 경우에, 입체이성질체는 화합물의 임의의 부분 또는 화합물 전체를 포함한다. 예를 들어, 부분입체이성질체 및 거울상이성질체는 입체이성질체이다.

[0314] 용어 "전신 투여" 및 "전신 투여된"은 관련 기술분야에 인식되어 있으며, 대상 조성물, 치료 또는 다른 물질을 경장으로 또는 비경구로 투여하는 것을 지칭한다.

[0315] 본원에 사용된 용어 "호변이성질체"는 관련 기술분야에 인식되어 있으며, 구조가 특히 산소에 결합된 수소의 위치에 대해 2종 이상의 구조적 배열로 존재할 수 있는 것인 구조 이성질현상의 형태를 지칭하는 호변이성질현상의 결과로서 존재할 수 있는, 가능한 대안적 구조 중 임의의 1종을 지칭한다. 본원에서 화합물 또는 화합물 군을 기재하는데 사용되는 경우에, "호변이성질체"는 용이하게 상호전환가능하고 평형으로 존재하는 것으로 추가로 이해된다. 예를 들어, 케토 및 엔올 호변이성질체는 임의의 주어진 조건 또는 조건의 세트 동안 평형 위치에 의해 결정되는 비율로 존재한다.



[0316]

[0317] 용어 "치료제"는 관련 기술분야에 인식되어 있으며, 대상체에서 국부 또는 전신 작용하는 임의의 생물학적, 생리학적, 또는 약물학적 활성 물질을 지칭한다. 상기 용어는 또한 동물 또는 인간에서 질환의 진단, 치유, 완화, 치료 또는 예방, 또는 바람직한 신체 또는 정신 발달 및/또는 상태의 증진에 사용하기 위해 의도된 임의의 물질을 의미한다.

[0318] 용어 "치료 효과"는 관련 기술분야에 인식되어 있으며, 약리학적 활성 물질에 의해 유발된 동물, 특히 포유동물, 보다 특히 인간에서의 유익한 국부 또는 전신 효과를 지칭한다. 어구 "치료 유효량"은 일부 원하는 국부 또는 전신 효과를 임의의 치료에 적용가능한 합리적 이익/위험 비로 생성하는 물질의 양을 의미한다. 이러한 물질의 치료 유효량은 치료되는 대상체 및 질환 상태, 대상체의 체중 및 연령, 질환 상태의 중증도, 투여 방식 등에 따라 달라질 것이며, 이는 관련 기술분야의 통상의 기술자에 의해 용이하게 결정될 수 있다. 예를 들어, 본원에 기재된 특정 조성물은 원하는 효과를 이러한 치료에 적용가능한 합리적 이익/위험 비로 생성하기에 충분한 양으로 투여될 수 있다.

[0319] 상태 또는 질환을 "치료하는"은 상태 또는 질환의 적어도 1종의 증상을 치유 뿐만 아니라 호전시키는 것을 지칭한다.

[0320] 용어 "시각 장애"는 치료 (예를 들어, 수술) 시에 종종 단지 부분 가역적 또는 비가역적인 저하된 시각을 지칭한다. 특히 중증 시각 장애는 "실명" 또는 "시각 상실"로 칭하며, 이는 시각의 완전 상실, 교정 렌즈에 의해 개선될 수 없는 20/200보다 더 나쁜 시력, 또는 20도 직경 (10도 반경) 미만의 시야를 지칭한다.

[0321] 약어 및 기호

[0322] 본 발명을 기재함에 있어서, 화학 원소는 원소 주기율표에 따라 확인된다. 본원에 이용된 약어 및 기호는 화학 및 생물 기술분야의 통상의 기술자에 의한 이러한 약어 및 기호의 통상의 용법에 따른다.

[0323] 구체적으로, 하기 약어가 실시예에서 및 명세서 전반에 걸쳐 사용될 수 있다:

[0324] g (그램); mg (밀리그램);

[0325] kg (킬로그램); μ g (마이크로그램);

[0326] L (리터); mL (밀리리터);

[0327] μ L (마이크로리터); psi (제곱 인치당 파운드);

[0328] M (몰); mM (밀리몰);

[0329] μ M (마이크로몰); nM (나노몰);

[0330] pM (피코몰); nm (나노미터);

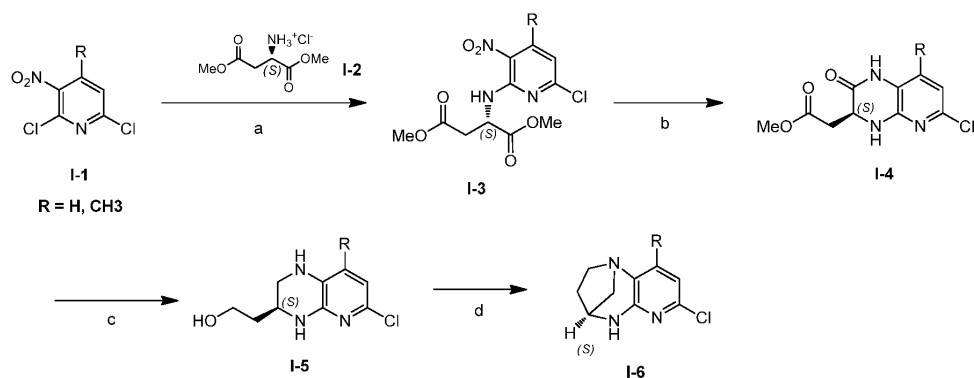
[0331] mm (밀리미터); wt (중량);

[0332] N (노르말); CFU (콜로니 형성 단위);

- [0333] I. V. (정맥내); Hz (헤르츠);
- [0334] MHz (메가헤르츠); mol (몰);
- [0335] mmol (밀리몰); RT (실온);
- [0336] min (분); h (시간);
- [0337] b.p. (비점); TLC (박층 크로마토그래피);
- [0338] T_r (체류 시간); RP (역상);
- [0339] MeOH (메탄올); i-PrOH (이소프로판올);
- [0340] TEA (트리에틸아민); TFA (트리플루오로아세트산);
- [0341] TFAA (트리플루오로아세트산 무수물); THF (테트라히드로푸란);
- [0342] DMSO (디메틸설폭사이드); EtOAc (에틸 아세테이트);
- [0343] DME (1,2-디메톡시에탄); DCM (디클로로메탄);
- [0344] DCE (디클로로에탄); DMF (N,N-디메틸포름아미드);
- [0345] DMPU (N,N'-디메틸프로필렌우레아); CDI (1,1-카르보닐디이미다졸);
- [0346] IBCF (이소부틸 클로로포르메이트); AcOH (아세트산);
- [0347] HOAt (1-히드록시-7-아자벤조트리아졸);
- [0348] THP (테트라히드로피란); NMM (N-메틸모르폴린);
- [0349] Pd/C (탄소 상 팔라듐); MTBE (tert-부틸 메틸 에테르);
- [0350] HOBT (1-히드록시벤조트리아졸); mCPBA (메타-클로로퍼벤조산);
- [0351] EDC (1-[3-디메틸아미노] 프로필)-3-에틸카르보디이미드 히드로클로라이드);
- [0352] Boc (tert-부틸옥시카르보닐); Fmoc (9-플루오레닐메톡시카르보닐);
- [0353] DCC (디시클로헥실카르보디이미드); CBZ (벤질옥시카르보닐);
- [0354] Ac (아세틸); atm (기압);
- [0355] TMSE (2-(트리메틸실릴)에틸); TMS (트리메틸실릴);
- [0356] TIPS (트리아이소프로필실릴); TBS (t-부틸디메틸실릴);
- [0357] DMAP (4-디메틸아미노피리딘); BSA (소 혈청 알부민)
- [0358] NAD (니코틴아미드 아데닌 디뉴클레오티드);
- [0359] HPLC (고압 액체 크로마토그래피);
- [0360] LC/MS (액체 크로마토그래피/질량 분광측정법);
- [0361] BOP (비스(2-옥소-3-옥사졸리디닐)포스핀산 클로라이드);
- [0362] TBAF (테트라-n-부틸암모늄 플루오라이드);
- [0363] HBTU (O-벤조트리아졸-1-일-N,N,N',N'-테트라메틸우로늄헥사플루오로 포스페이트);
- [0364] HEPES (4-(2-히드록시에틸)-1-피페라진 에탄 술폰산);
- [0365] DPPA (디페닐포스포릴 아지드); LAH (수소화알루미늄리튬);
- [0366] fHNO₃ (발연 HNO₃); NaOMe (소듐 메톡사이드);
- [0367] EDTA (에틸렌디아민테트라아세트산);

- [0368] TMEDA (N,N,N',N'-테트라메틸-1,2-에탄디아민);
- [0369] NBS (N-브로모숙신이미드); DIPEA (디이소프로필에틸아민);
- [0370] dppf (1,1'-비스(디페닐포스피노)페로센); 및
- [0371] NIS (N-아이오도숙신이미드).
- [0372] 에테르에 대한 모든 언급은 디에틸 에테르에 대한 것이고, 염수는 NaCl의 포화 수용액을 지칭한다.
- [0373] 합성 반응식 및 일반적 제조 방법
- [0374] 본 발명은 또한 화학식 I 내지 V의 화합물, 상응하는 유사체 (즉, R₂ 위치에서 수소 치환을 갖는 것) 및/또는 그의 중간체 화합물 각각의 제조 방법에 관한 것이다.
- [0375] 화학식 I 내지 V의 화합물, 상응하는 유사체 (즉, R₂ 위치에서 수소 치환을 갖는 것) 및/또는 그의 중간체 화합물 또는 그의 제약상 허용되는 염은 하기 반응식에 예시된 합성 절차를 사용하거나 또는 숙련된 유기 화학자의 지식에서 도출함으로써 취득될 수 있다.
- [0376] 이들 반응식 I 내지 VI에 제공된 합성은 본원에 개략화된 반응과의 상용성을 달성하기 위해 필요한 경우에 적합하게 보호되는 적절한 전구체를 사용하여 다양한 상이한 관능기를 갖는 본 발명의 화합물을 제조하는데 적용가능하다. 후속 탈보호는 필요한 경우에 일반적으로 개시된 성질의 화합물을 제공한다. 반응식은 화합물을 사용하여 제시되며, 이들은 본 발명의 화합물을 제조하는데 사용될 수 있는 방법의 예시이다.
- [0377] 중간체 (본 발명의 화합물의 제조에 사용되는 화합물)는 또한 염으로서 존재할 수 있다. 따라서, 중간체에 대한 언급에서, 어구 "화학식 (번호)의 화합물(들)"은 그 구조 화학식을 갖는 화합물 또는 그의 제약상 허용되는 염을 의미한다.
- [0378] 본 발명은 또한 화학식 I 내지 V의 화합물, 상응하는 유사체 (즉, R₂ 위치에서 수소 치환을 갖는 것) 및/또는 그의 중간체 화합물 각각 또는 그의 제약상 허용되는 염의 제조 방법에 관한 것이다.
- [0379] 화학식 I 내지 V에 따른 화합물 각각, 본 발명은 또한 화학식 I 내지 V의 화합물, 상응하는 유사체 (즉, R₂ 위치에서 수소 치환을 갖는 것) 및/또는 그의 중간체 화합물 각각 또는 그의 제약상 허용되는 염의 제조 방법에 관한 것이며, 통상적인 유기 합성을 사용하여 제조된다.
- [0380] 본 발명의 화합물은 하기 반응식에 예시된 합성 절차를 사용하거나, 또는 숙련된 유기 화학자의 지식에서 도출함으로써 취득될 수 있다.
- [0381] 적합한 합성 경로는 하기 반응식에 하기 도시되어 있다.
- [0382] 화합물 제조
- [0383] 또 다른 실시양태에 따르면, 본 발명은 상기 정의된 화합물의 제조 방법을 제공한다. 화합물은 통상적인 기술을 사용하여 합성될 수 있다. 유리하게, 이들 화합물은 용이하게 입수가 가능한 출발 물질로부터 편리하게 합성된다.
- [0384] 본원에 기재된 화합물을 합성하기에 유용한 합성 화학 변형 및 방법론은 관련 기술분야에 공지되어 있으며, 예를 들어 문헌 [R. Larock, Comprehensive Organic Transformations (1989); T. W. Greene and P. G. M. Wuts, Protective Groups in Organic Synthesis, 2d. Ed. (1991); L. Fieser and M. Fieser, Fieser and Fieser's Reagents for Organic Synthesis (1994); 및 L. Paquette, ed., Encyclopedia of Reagents for Organic Synthesis (1995)]에 기재된 것들을 포함한다.
- [0385] 일반적 절차

[0386] 반응식 I



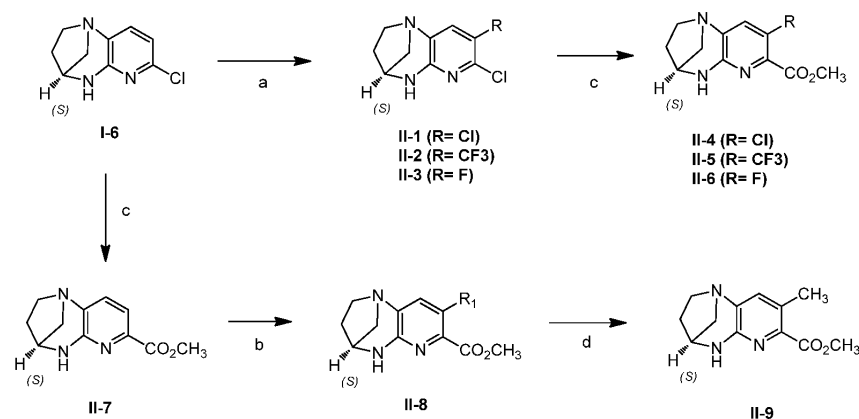
[0387]

[0388] 시약: (a) THF, NaHCO₃, 45℃; (b) Fe, i-PrOH, HOAc, 70℃; (c) LiAlH₄, THF, 60℃; (d) POCl₃.

[0389]

상업적 클로로피리딘 I-1을 비양성자성 용매 (예를 들어, THF, DMF, 디옥산) 중에서 염기 (HCl을 스캐빈징하기 위함)의 존재 하에 친핵성 아민 I-2와 반응시켜 위치선택적 부가 생성물 I-3을 제공하였다. 종 I-3의 니트로 관능기를 브린스테드 산 (HCl, HOAc) 및 양성자성 용매의 존재 하에 Fe(0)를 사용하여 환원시켰다 (문헌 [Bechamp reduction, Org React. 2, 428, 1944] 참조). 다른 금속 예컨대 Sn이 이러한 환원을 실시하는데 사용될 수 있다. 계내 형성된 생성된 중간체 아민 종을 승온 하에 에스테르 관능기와 반응시켜 시클릭 아미드 I-4를 형성하였다. 강한 히드라이드 환원제, 예컨대 LiAlH₄를 화합물 I-4와 반응시켜 에스테르의 상응하는 알콜로의 환원과 동시에 락탐의 시클릭 아민으로의 환원을 유발하였다. 이러한 유형의 환원은 관련 기술분야의 통상의 기술자에게 널리 공지되어 있으며, 문헌 [H.C. Brown and S.Krishnamurthy, Tetrahedron, 1979, 35, 56 7]을 참조한다. 용이한 이탈기를 형성할 수 있는 알콜 I-5와 활성화 기 (예컨대 POCl₃)의 반응은 비시클릭 아민 화합물 I-6을 제공하였다.

[0390] 반응식 II



[0391]

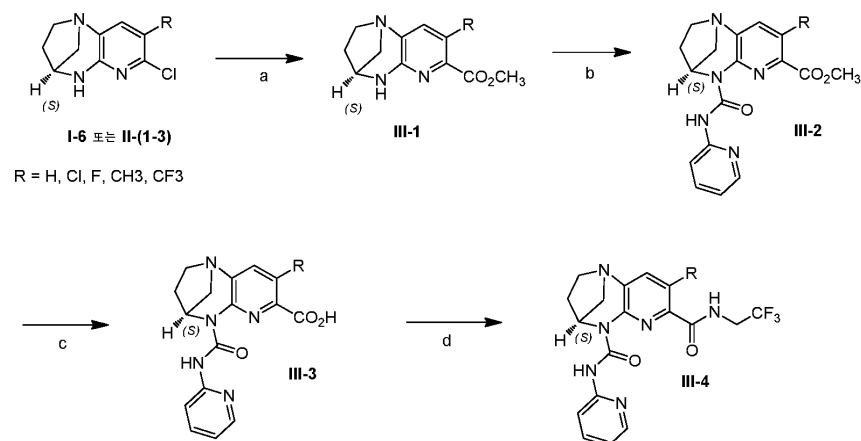
[0392] 시약: (a) NCS, CHCl₃, 70℃ (R=Cl); CuCl, DMPU 1,10-페난트롤린, 트리플루오로메틸트리메틸실란, RT, (R=CF₃); N-플루오로-N'-클로로메틸트리에틸렌디아민 비스(테트라플루오로보레이트), 트리플산, 70℃, (R=F); (b) NBS 또는 NIS, CHCl₃, 70℃; (c) TEA, CH₃OH, 140℃, 300 psi CO, PdCl₂(dppf); (d) 2,4,6-트리메틸-1,3,5,2,4,6-트리옥사트리보리난, PdCl₂(dppf)-CH₂Cl₂ 부가물, 디옥산, 120℃, (R=CH₃).

[0393]

화합물 I-6을 적절한 용매 중에서 친전자성 할로젠화 시약, 예컨대 NCS, NIS 또는 N-플루오로-N'-클로로메틸트리에틸렌디아민 비스(테트라플루오로보레이트)와 반응시켜 상응하는 할로젠화 종 II-1-3을 위치선택적 방식으로 제공하였다. 방향족 고리의 할로젠화를 실시하는 많은 방법이 존재하며, 관련 기술분야의 통상의 기술자에게 널리 공지되어 있다. 아릴 클로라이드 I-6 또는 II-1-3을 알콜의 존재 하에 압력 및 승온 하에 CO와 반응시켜 에스테르 II-4-7을 생성하였다. 카르보닐화 반응은 문헌에 기재되어 있으며 (문헌 [Principles and Applications of Organotransition Metal Chemistry. Sausalito, CA: University Science Books; 1987] 참조), 관련 기술분야의 통상의 기술자에게 널리 공지되어 있다. 화합물 II-7을 적절한 용매 중에서 친전자성 할

로젠화 시약 (NBS 또는 NIS)과 반응시켜 상응하는 할로젠화 중 II-8을 위치선택적 방식으로 제공하였다. 화합물 II-8의 할로 관능기를 스즈키 커플링 화학을 사용하여 보론산과 커플링시켜 II-9를 제공하였다. 스즈키-유사 커플링은 전형적으로 에테르성 용매 예컨대 DME, 디옥산, 또는 THF를 함유하는 수성 혼합물 중에서 무기 염기, 예를 들어 K_2CO_3 , Na_2CO_3 또는 K_3PO_4 와 함께 팔라듐(0) 촉매 예컨대 $Pd(PPh_3)_4$ 를 사용하여 실행된다. 팔라듐-매개 커플링 방법은 표준 참고 문헌, 예컨대 문헌 [Schlosser "Organometallics in Synthesis" (published by Wiley and sons)]에 기재되어 있다.

[0394] 반응식 III



[0395]

[0396]

시약: (a) TEA, CH₃OH, 140°C, 300 psi CO, $PdCl_2(dppf)$; (b) TEA, THF, 트리포스젠, 아닐린, RT; (c) THF, H₂O, LiOH, RT; (d) DIPEA, DMF, HATU, 알킬 아민, RT.

[0397]

아릴 클로라이드 I-6 또는 II-1-3을 알코올의 존재 하에 압력 및 승온 하에 CO와 반응시켜 에스테르 III-1을 생성하였다. 카르보닐화 반응은 문헌에 기재되어 있으며 (문헌 [Principles and Applications of Organotransition Metal Chemistry. Sausalito, CA: University Science Books; 1987] 참조), 관련 기술분야의 통상의 기술자에게 널리 공지되어 있다. 아민 관능기 III-1을 비양성자성 용매 (DCM, CHCl₃, THF 등) 중에서 아실화 시약, 예컨대 트리포스젠 또는 카르보닐 디이미다졸과 반응시키고, 이어서 3급 알킬 아민 염기의 존재 하에 아닐린 화합물 또는 알킬 아민으로 계내 처리하여 에스테르 III-2를 제공하였다. 수성 LiOH 중 에스테르 관능기의 가수분해는 산 중 III-3을 형성하였다. 카르복실산 III-3을 극성 비양성자성 용매 중에서 커플링 시약 (HATU)의 존재 하에 알킬 아민과 반응시켜 상응하는 아마이드 III-4를 제공하였다. 다양한 아마이드 커플링 시약 예컨대 EDC, PyBrop 등은 상업적으로 입수가능하다. 아마이드 커플링 반응은 일반적으로 용매 예컨대 DCM 또는 DMF 중에서 유기 염기 예컨대 Et₃N 또는 (i-Pr)₂NEt를 이용하여 실행된다.

[0398]

화합물 특징 및 특성

[0399]

예시적 실시양태에서, 치료 화합물은 세포의 세포질 막을 가로지를 수 있다. 예를 들어, 화합물은 적어도 약 20%, 50%, 75%, 80%, 90% 또는 95%의 세포-투과성을 가질 수 있다.

[0400]

본원에 기재된 화합물은 또한 하기 특징 중 1종 이상을 가질 수 있다: 화합물은 세포 또는 대상체에 대해 본질적으로 비-독성일 수 있고; 화합물은 2000 amu 이하, 1000 amu 이하의 유기 분자 또는 소분자일 수 있고; 화합물은 적어도 약 30일, 60일, 120일, 6개월 또는 1년의 정상 대기 조건 하의 반감기를 가질 수 있고; 화합물은 적어도 약 30일, 60일, 120일, 6개월 또는 1년의 용액 중에서의 반감기를 가질 수 있고; 화합물은 용액 중에서 레스베라트롤보다 적어도 약 50%, 2배, 5배, 10배, 30배, 50배 또는 100배의 배수만큼 더 안정할 수 있고; 화합물은 DNA 복구 인자 Ku70의 탈아세틸화를 촉진할 수 있고; 화합물은 RelA/p65의 탈아세틸화를 촉진할 수 있고; 화합물은 일반적인 전환율을 증가시키고, TNF-유발 아포토시스에 대한 세포의 감수성을 증진시킬 수 있다.

[0401]

특정 실시양태에서, 시르투인-조정 화합물은 시르투인의 데아세틸라제 활성을 조정하기에 효과적인 농도 (예를 들어, 생체내)에서, 히스톤 데아세틸라제 (HDAC) 클래스 I 및 /또는 HDAC 클래스 II를 억제하는 것에 대해 어떠한 실질적인 능력도 갖지 않는다. 예를 들어, 바람직한 실시양태에서, 상기 시르투인-조정 화합물은 시르투인-조정 화합물이며, HDAC I 및/또는 HDAC II의 억제에 대한 EC₅₀보다 적어도 5배 더 적은, 보다 더 바람직하게는

적어도 10배, 100배 또는 심지어 1000배 더 적은, 시르투인 데아세틸라제 활성의 활성화에 대한 EC_{50} 을 갖도록 선택된다. HDAC I 및/또는 HDAC II 활성을 검정하는 방법은 관련 기술분야에 널리 공지되어 있으며, 이러한 검정을 수행하기 위한 키트는 상업적으로 구입할 수 있다. 예를 들어, 바이오비전, 인크.(BioVision, Inc.) (캘리포니아주 마운틴 뷰; biovision.com의 월드 와이드 웹) 및 토마스 사이언티픽(Thomas Scientific) (뉴저지주 스웨테스보로; tomassci.com의 월드 와이드 웹)을 참조한다.

[0402] 특정 실시양태에서, 시르투인-조정 화합물은 시르투인 상동체를 조정하는 것에 대해 어떠한 실질적인 능력도 갖지 않는다. 특정 실시양태에서, 인간 시르투인 단백질의 활성화제는 인간 시르투인의 데아세틸라제 활성을 활성화시키기에 효과적인 농도 (예를 들어, 생체내)에서, 하등 진핵생물, 특히 효모 또는 인간 병원체로부터 시르투인 단백질을 활성화시키는 것에 대해 어떠한 실질적인 능력도 갖지 않을 수 있다. 예를 들어, 시르투인-조정 화합물은 효모 시르투인, 예컨대 Sir2 (예컨대 칸디다(*Candida*), 에스. 세레비지아에 등)의 활성화에 대한 EC_{50} 보다 적어도 5배 더 적은, 보다 더 바람직하게는 적어도 10배, 100배 또는 심지어 1000배 더 적은, 인간 시르투인, 예컨대 SIRT1 및/또는 SIRT3 데아세틸라제 활성의 활성화에 대한 EC_{50} 을 갖도록 선택될 수 있다. 또 다른 실시양태에서, 하등 진핵생물, 특히 효모 또는 인간 병원체로부터의 시르투인 단백질의 억제제는 하등 진핵생물로부터의 시르투인 단백질의 데아세틸라제 활성을 억제하기에 효과적인 농도 (예를 들어, 생체내)에서, 인간으로부터의 시르투인 단백질을 억제하는 것에 대해 어떠한 실질적인 능력도 갖지 않는다. 예를 들어, 시르투인-억제 화합물은 효모 시르투인, 예컨대 Sir2 (예컨대 칸디다, 에스. 세레비지아에 등)의 억제에 대한 IC_{50} 보다 적어도 5배 더 적은, 보다 더 바람직하게는 적어도 10배, 100배 또는 심지어 1000배 더 적은, 인간 시르투인, 예컨대 SIRT1 및/또는 SIRT3 데아세틸라제 활성의 억제에 대한 IC_{50} 을 갖도록 선택될 수 있다.

[0403] 특정 실시양태에서, 시르투인-조정 화합물은 1종 이상의 시르투인 단백질 상동체, 예컨대 예를 들어 인간 SIRT1, SIRT2, SIRT3, SIRT4, SIRT5, SIRT6 또는 SIRT7 중 1종 이상을 조정하는 능력을 가질 수 있다. 일부 실시양태에서, 시르투인-조정 화합물은 SIRT1 및 SIRT3 단백질을 둘 다를 조정하는 능력을 갖는다.

[0404] 다른 실시양태에서, SIRT1 조정제는 인간 SIRT1의 데아세틸라제 활성을 조정하기에 효과적인 농도 (예를 들어, 생체내)에서, 다른 시르투인 단백질 상동체, 예컨대 예를 들어 인간 SIRT2, SIRT3, SIRT4, SIRT5, SIRT6 또는 SIRT7 중 1종 이상을 조정하는 것에 대해 어떠한 실질적인 능력도 갖지 않는다. 예를 들어, 시르투인-조정 화합물은 인간 SIRT2, SIRT3, SIRT4, SIRT5, SIRT6 또는 SIRT7 중 1종 이상의 조정에 대한 ED_{50} 보다 적어도 5배 더 적은, 보다 더 바람직하게는 적어도 10배, 100배 또는 심지어 1000배 더 적은, 인간 SIRT1 데아세틸라제 활성의 조정에 대한 ED_{50} 을 갖도록 선택될 수 있다. 일부 실시양태에서, SIRT1 조정제는 SIRT3 단백질을 조정하는 것에 대해 어떠한 실질적인 능력도 갖지 않는다.

[0405] 다른 실시양태에서, SIRT3 조정제는 인간 SIRT3의 데아세틸라제 활성을 조정하기에 효과적인 농도 (예를 들어, 생체내)에서, 다른 시르투인 단백질 상동체, 예컨대 예를 들어 인간 SIRT1, SIRT2, SIRT4, SIRT5, SIRT6 또는 SIRT7 중 1종 이상을 조정하는 것에 대해 어떠한 실질적인 능력도 갖지 않는다. 예를 들어, 시르투인-조정 화합물은 인간 SIRT1, SIRT2, SIRT4, SIRT5, SIRT6 또는 SIRT7 중 1종 이상의 조정에 대한 ED_{50} 보다 적어도 5배 더 적은, 보다 더 바람직하게는 적어도 10배, 100배 또는 심지어 1000배 더 적은, 인간 SIRT3 데아세틸라제 활성의 조정에 대한 ED_{50} 을 갖도록 선택될 수 있다. 일부 실시양태에서, SIRT3 조정제는 SIRT1 단백질을 조정하는 것에 대해 어떠한 실질적인 능력도 갖지 않는다.

[0406] 특정 실시양태에서, 시르투인-조정 화합물은 약 10^{-9} M, 10^{-10} M, 10^{-11} M, 10^{-12} M 또는 그 미만의 시르투인 단백질에 대한 결합 친화도를 가질 수 있다. 시르투인-조정 화합물은 그의 기질 또는 NAD^+ (또는 다른 보조인자)에 대한 시르투인 단백질의 겉보기 K_m 을 적어도 약 2, 3, 4, 5, 10, 20, 30, 50 또는 100의 배수만큼 감소 (활성화제) 또는 증가 (억제제)시킬 수 있다. 특정 실시양태에서, K_m 값은 본원에 기재된 질량 분광측정법 검정을 사용하여 결정된다. 바람직한 활성화 화합물은 그의 기질 또는 보조인자에 대한 시르투인의 K_m 을 유사한 농도의 레스베라트롤에 의해 유발된 것보다 더 큰 정도로 감소시키거나, 또는 그의 기질 또는 보조인자에 대한 시르투인의 K_m 을 더 낮은 농도의 레스베라트롤에 의해 유발된 것과 유사하게 감소시킨다. 시르투인-조정 화합물은 시르투인 단백질의 V_{max} 를 적어도 약 2, 3, 4, 5, 10, 20, 30, 50 또는 100의 배수만큼 증가시킬 수 있다. 시르투인-조정 화합물은 약 1 nM 미만, 약 10 nM 미만, 약 100 nM 미만, 약 1 μ M 미만, 약 10 μ M 미만, 약 100 μ M 미만, 또는 약 1-10 nM, 약 10-100 nM, 약 0.1-1 μ M, 약 1-10 μ M 또는 약 10-100 μ M의 SIRT1 및/또는 SIRT3

단백질의 데아세틸라제 활성의 조정에 대한 ED₅₀을 가질 수 있다. 시르투인-조정 화합물은 세포 검정 또는 세포 기반 검정으로 측정 시에, SIRT1 및/또는 SIRT3 단백질의 데아세틸라제 활성을 적어도 약 5, 10, 20, 30, 50 또는 100의 배수만큼 조정할 수 있다. 시르투인-조정 화합물은 동일한 농도의 레스베라트롤에 비해 적어도 약 10%, 30%, 50%, 80%, 2배, 5배, 10배, 50배 또는 100배 더 큰 시르투인 단백질의 데아세틸라제 활성의 유도를 유발할 수 있다. 시르투인-조정 화합물은 SIRT1 및/또는 SIRT3의 조정에 대한 것보다 적어도 약 10배, 20배, 30배, 50배 더 큰, SIRT5의 조정에 대한 ED₅₀을 가질 수 있다.

[0407] 예시적인 용도

[0408] 특정 측면에서, 본 발명은 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 조정하는 방법 또는 그를 위한 용도 및 그의 사용 방법을 제공한다.

[0409] 특정 실시양태에서, 본 발명은 시르투인-조정 화합물이 시르투인 단백질을 활성화시키며, 예를 들어 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 것인 시르투인-조정 화합물을 사용하는 방법 또는 그를 위한 용도를 제공한다. 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은, 예를 들어 세포의 수명을 증가시키며, 예를 들어 노화 또는 스트레스와 관련된 질환 또는 장애, 당뇨병, 비만, 신경변성 질환, 심혈관 질환, 혈액 응고 장애, 염증, 암 및/또는 홍조 등을 포함한 매우 다양한 질환 및 장애를 치료 및/또는 예방하는 것을 포함한 다양한 치료 용도에 유용할 수 있다. 본 발명의 방법 또는 용도는 그를 필요로 하는 대상체에게 제약 유효량의 시르투인-조정 화합물, 예를 들어 시르투인-조정 화합물을 투여하는 것을 포함한다.

[0410] 이론에 얽매는 것을 원하지는 않지만, 본 발명의 활성화제는 시르투인 단백질 내의 동일한 위치 (예를 들어, 활성 부위, 또는 활성 부위의 Km 또는 V_{max}에 영향을 미치는 부위)에서 시르투인과 상호작용할 수 있는 것으로 여겨진다. 이러한 이유로 인해 특정 클래스의 시르투인 활성화제 및 억제제가 실질적인 구조적 유사성을 가질 수 있는 것으로 여겨진다.

[0411] 특정 실시양태에서, 본원에 기재된 시르투인-조정 화합물은 단독으로 또는 다른 화합물과 조합되어 취해질 수 있다. 특정 실시양태에서, 2종 이상의 시르투인-조정 화합물의 혼합물이 그를 필요로 하는 대상체에게 투여될 수 있다. 또 다른 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 하기 화합물 중 1종 이상과 함께 투여될 수 있다: 레스베라트롤, 부테인, 피세틴, 피세아타놀, 또는 케르세틴. 예시적 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 니코틴산 또는 니코티아미드 리보시드와 조합되어 투여될 수 있다. 또 다른 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 감소시키는 시르투인-조정 화합물은 하기 화합물 중 1종 이상과 함께 투여될 수 있다: 니코티아미드 (NAM), 수라민; NF023 (G-단백질 길항제); NF279 (퓨린성 수용체 길항제); 트롤록스 (6-히드록시-2,5,7,8,테트라메틸크로만-2-카복실산); (-)-에피갈로카테킨 (부위 3,5,7,3',4',5' 상의 히드록시); (-)-에피갈로카테킨 갈레이트 (부위 5,7,3',4',5' 상의 히드록시 및 부위 3 상의 갈레이트 에스테르); 시아니딘 클로라이드 (3,5,7,3',4'-펜타히드록시플라빌리움 클로라이드); 텔피니딘 클로라이드 (3,5,7,3',4',5'-헥사히드록시플라빌리움 클로라이드); 미리세틴 (칸나비스세틴; 3,5,7,3',4',5'-헥사히드록시플라본); 3,7,3',4',5'-펜타히드록시플라본; 고시페틴 (3,5,7,8,3',4'-헥사히드록시플라본), 시르티놀; 및 스플리토미신. 또 다른 실시양태에서, 1종 이상의 시르투인-조정 화합물은, 예를 들어 암, 당뇨병, 신경변성 질환, 심혈관 질환, 혈액 응고, 염증, 홍조, 비만, 노화, 스트레스 등을 포함한 다양한 질환의 치료 또는 예방을 위한 1종 이상의 치료제와 함께 투여될 수 있다. 다양한 실시양태에서, 시르투인-조정 화합물을 포함하는 조합 요법은 (1) 1종 이상의 시르투인-조정 화합물을 1종 이상의 치료제 (예를 들어, 본원에 기재된 1종 이상의 치료제)와 조합하여 포함하는 제약 조성물; 및 (2) 1종 이상의 시르투인-조정 화합물과 1종 이상의 치료제의 공-투여로서, 여기서 시르투인-조정 화합물 및 치료제는 동일한 조성물로 제제화된 것은 아닌 것 (그러나 동일한 키트 또는 패키지, 예컨대 블리스터 팩 또는 다른 다중-챔버 패키지; 사용자에 의해 분리될 수 있는 연결된 개별 밀봉 용기 (예를 들어, 호일 파우치); 또는 화합물(들) 및 다른 치료제(들)가 개별 용기에 존재하는 키트 내에 존재할 수 있음)을 지칭할 수 있다. 개별 제제를 사용하는 경우에, 시르투인-조정 화합물은 또 다른 치료제의 투여와 동시에, 간헐적으로, 시차를 두고, 그 전에, 그 후에, 또는 그의 조합으로 투여될 수 있다.

[0412] 특정 실시양태에서, 본원에 기재된 화합물을 사용하여 질환 또는 장애를 감소, 예방 또는 치료하는 방법 또는 그를 위한 용도는 시르투인, 예컨대 인간 SIRT1, SIRT2 및/또는 SIRT3, 또는 그의 상동체의 단백질 수준을 증가시키는 것을 또한 포함할 수 있다. 단백질 수준을 증가시키는 것은 시르투인을 코딩하는 핵산의 1개 이상의 카피를 세포에 도입함으로써 달성될 수 있다. 예를 들어, 시르투인의 수준은 시르투인을 코딩하는 핵산을 포유동물 세포에 도입함으로써 포유동물 세포에서 증가될 수 있으며, 예를 들어 진뱅크 수탁 번호 NP_036370에 제시된

아미노산 서열을 코딩하는 핵산을 도입함으로써 SIRT1의 수준을 증가시킬 수 있고/거나 진뱅크 수탁 번호 AAH01042에 제시된 아미노산 서열을 코딩하는 핵산을 도입함으로써 SIRT3의 수준을 증가시킬 수 있다.

[0413] 시르투인의 단백질 수준을 증가시키기 위해 세포에 도입되는 핵산은 시르투인, 예를 들어 SIRT1 및/또는 SIRT3 단백질의 서열과 적어도 약 80%, 85%, 90%, 95%, 98%, 또는 99% 동일한 단백질을 코딩할 수 있다. 예를 들어, 단백질을 코딩하는 핵산은 SIRT1 (예를 들어, 진뱅크 수탁 번호 NM_012238) 및/또는 SIRT3 (예를 들어, 진뱅크 수탁 번호 BC001042) 단백질을 코딩하는 핵산과 적어도 약 80%, 85%, 90%, 95%, 98%, 또는 99% 동일할 수 있다. 핵산은 또한, 바람직하게는 엄격한 혼성화 조건 하에 야생형 시르투인, 예를 들어 SIRT1 및/또는 SIRT3 단백질을 코딩하는 핵산에 혼성화되는 핵산일 수 있다. 엄격한 혼성화 조건은 65℃에서 0.2 x SSC 중에서의 혼성화 및 세척을 포함할 수 있다. 야생형 시르투인 단백질, 예컨대 야생형 시르투인의 단편인 단백질과 상이한 단백질을 코딩하는 핵산을 사용하는 경우에, 상기 단백질은 바람직하게는 생물학적으로 활성이며, 예를 들어 탈아세틸화될 수 있다. 단지, 생물학적으로 활성인 시르투인의 부분을 세포에서 발현시키는 것이 필요하다. 예를 들어, 진뱅크 수탁 번호 NP_036370을 갖는 야생형 SIRT1과 상이한 단백질은 바람직하게는 그의 코어 구조를 함유한다. 상기 코어 구조는 때때로 NAD 결합 뿐만 아니라 기질 결합 도메인을 포괄하는 진뱅크 수탁 번호 NM_012238의 뉴클레오티드 237 내지 932에 의해 코딩되는 진뱅크 수탁 번호 NP_036370의 아미노산 62-293을 지칭한다. SIRT1의 코어 도메인은 또한 진뱅크 수탁 번호 NM_012238의 뉴클레오티드 834 내지 1394에 의해 코딩되는 진뱅크 수탁 번호 NP_036370의 대략 아미노산 261 내지 447; 진뱅크 수탁 번호 NM_012238의 뉴클레오티드 777 내지 1532에 의해 코딩되는 진뱅크 수탁 번호 NP_036370의 대략 아미노산 242 내지 493; 또는 진뱅크 수탁 번호 NM_012238의 뉴클레오티드 813 내지 1538에 의해 코딩되는 진뱅크 수탁 번호 NP_036370의 대략 아미노산 254 내지 495를 지칭할 수 있다. 단백질이 생물학적 기능, 예컨대 탈아세틸화 능력을 유지하는지의 여부는 관련 기술분야에 공지된 방법에 따라 결정될 수 있다.

[0414] 특정 실시양태에서, 시르투인-조정 화합물을 사용하여 질환 또는 장애를 감소, 예방 또는 치료하는 방법 또는 그를 위한 용도는 시르투인, 예컨대 인간 SIRT1, SIRT2 및/또는 SIRT3, 또는 그의 상동체의 단백질 수준을 감소시키는 것을 또한 포함할 수 있다. 시르투인 단백질 수준을 감소시키는 것은 관련 기술분야에 공지된 방법 또는 용도에 따라 달성될 수 있다. 예를 들어, 시르투인에 대해 표적화된 siRNA, 안티센스 핵산 또는 리보자임을 세포에서 발현시킬 수 있다. 우성 음성 시르투인 돌연변이체, 예를 들어 탈아세틸화될 수 없는 돌연변이체가 또한 사용될 수 있다. 예를 들어, 문헌 [Luo et al. (2001) Cell 107:137]에 기재된 SIRT1의 돌연변이체 H363Y가 사용될 수 있다. 대안적으로, 전사를 억제하는 작용제가 사용될 수 있다.

[0415] 시르투인 단백질 수준을 조정하는 방법 또는 그를 위한 용도는 시르투인을 코딩하는 유전자의 전사를 조정하는 방법 또는 그를 위한 용도, 상응하는 mRNA를 안정화/탈안정화시키는 방법 또는 그를 위한 용도, 및 관련 기술분야에 공지된 다른 방법을 또한 포함한다.

[0416] 노화/스트레스

[0417] 한 측면에서, 본 발명은 세포를 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 본 발명의 시르투인-조정 화합물과 접촉시킴으로써, 세포의 수명을 연장시키거나, 세포의 증식 능력을 연장시키거나, 세포의 노화를 저속화시키거나, 세포의 생존을 촉진하거나, 세포에서 세포성 노쇠를 지연시키거나, 칼로리 제한의 효과를 모방하거나, 스트레스에 대한 세포의 저항성을 증가시키거나, 또는 세포의 아포토시스를 방지하는 방법을 제공한다. 예시적 실시양태에서, 방법 또는 용도는 세포를 시르투인-조정 화합물과 접촉시키는 것을 포함한다.

[0418] 본원에 기재된 방법 또는 용도는 세포, 특히 1차 세포 (즉, 유기체, 예를 들어 인간으로부터 수득된 세포)가 세포 배양 시에 생존하도록 유지될 수 있는 시간의 양을 증가시키는데 사용될 수 있다. 배아 줄기 (ES) 세포 및 만능 세포, 및 그로부터 분화된 세포를 또한 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물로 처리하여 배양 시에 세포 또는 그의 자손을 더 장기간 동안 유지할 수 있다. 이러한 세포는 또한, 예를 들어 생체의 변형 후, 대상체로의 이식에 사용될 수 있다.

[0419] 한 측면에서, 장기간 동안 보존되도록 의도된 세포는 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물로 처리될 수 있다. 세포는 현탁액 (예를 들어, 혈액 세포, 혈청, 생물학적 성장 배지 등), 또는 조직 또는 기관에 존재할 수 있다. 예를 들어, 수혈의 목적을 위해 개체로부터 수집된 혈액을 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물로 처리하여 혈액 세포를 더 장기간 동안 보존할 수 있다. 추가로, 법의학적 목적에 사용될 혈액을 또한 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물을 사용하여 보존할 수 있다. 수명을 연장시키거나 또는 아포토시스에 대해 보호하도록 처리될 수 있는 다른 세포는 소비를 위한 세포, 예를 들어 비-인간 포유동물로부터의 세포 (예컨대 고기) 또는

식물 세포 (예컨대 채소)를 포함한다.

- [0420] 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 또한, 예를 들어 발생 및/또는 성장 과정을 변경, 지연 또는 촉진하기 위해 포유동물, 식물, 곤충 또는 미생물에서의 발생기 및 성장기 동안 적용될 수 있다.
- [0421] 또 다른 측면에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은, 예를 들어 고형 조직 이식편, 기관 이식물, 세포 현탁액, 줄기 세포, 골수 세포 등을 포함한 이식 또는 세포 요법에 유용한 세포를 처리하는데 사용될 수 있다. 세포 또는 조직은 자가이식편, 동종이식편, 동계이식편 또는 이종이식편일 수 있다. 세포 또는 조직은 대상체로의 투여/이식 전에, 투여/이식과 공동으로, 및/또는 투여/이식 후에 시르투인-조정 화합물로 처리될 수 있다. 세포 또는 조직은 공여자 개체로부터의 세포의 제거 전에, 공여자 개체로부터의 세포 또는 조직의 제거 후에 생체외에서, 또는 수용자로의 이식 후에 처리될 수 있다. 예를 들어, 공여자 또는 수용자 개체는 시르투인-조정 화합물로 전신으로 처리될 수 있거나, 또는 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물을 사용하여 국부로 처리된 세포/조직의 하위세트를 가질 수 있다. 특정 실시양태에서, 세포 또는 조직 (또는 공여자/수용자 개체)은 이식편 생존을 연장시키기에 유용한 또 다른 치료제, 예컨대 예를 들어 면역억제제, 시토키인, 혈관형성 인자 등으로 추가로 처리될 수 있다.
- [0422] 또 다른 실시양태에서, 세포를 생체내 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물로 처리하여, 예를 들어 그의 수명을 증가시키거나 또는 아폽토시스를 방지할 수 있다. 예를 들어, 피부 또는 상피 세포를 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물로 처리함으로써 피부를 노화 (예를 들어, 주름 발생, 탄력 손실 등)로부터 보호할 수 있다. 예시적 실시양태에서, 피부를 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물을 포함하는 제약 또는 화장품 조성물과 접촉시킨다. 본원에 기재된 방법 또는 용도에 따라 치료될 수 있는 예시적인 피부 고통 또는 피부 상태는 염증, 일광 손상 또는 자연 노화와 연관되거나 또는 그에 의해 유발된 장애 또는 질환을 포함한다. 예를 들어, 상기 조성물은 접촉성 피부염 (자극성 접촉성 피부염 및 알레르기성 접촉성 피부염 포함), 아토피성 피부염 (알레르기성 습진으로도 공지됨), 광선 각화증, 각질화 장애 (습진 포함), 수포성 표피박리 질환 (천포창 포함), 박탈성 피부염, 지루성 피부염, 홍반 (다형성 홍반 및 결절성 홍반 포함), 일광 또는 다른 광원에 의해 유발된 손상, 원관상 홍반성 루푸스, 피부근염, 건선, 피부암 및 자연 노화 영향의 예방 또는 치료에 유용하다. 또 다른 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은, 예를 들어 1도, 2도 또는 3도 화상 및/또는 열, 화학 또는 전기 화상을 포함한 상처 및/또는 화상을 치료하여 치유를 촉진하는데 사용될 수 있다. 제제는 피부 또는 점막 조직에 국소로 투여될 수 있다.
- [0423] 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 1종 이상의 시르투인-조정 화합물을 포함하는 국소 제제는 또한 예방적, 예를 들어 화학예방적 조성물로서 사용될 수 있다. 화학예방적 방법에 사용되는 경우에, 감수성 피부는 특정한 개체에서의 임의의 가시적 상태 전에 처리된다.
- [0424] 시르투인-조정 화합물은 대상체에게 국부로 또는 전신으로 전달될 수 있다. 특정 실시양태에서, 시르투인-조정 화합물은 주사, 국소 제제 등에 의해 대상체의 조직 또는 기관에 국부로 전달된다.
- [0425] 또 다른 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 대상체에서 세포성 노쇠에 의해 유발 또는 악화되는 질환 또는 상태를 치료 또는 예방하기 위해; 예를 들어 노쇠의 발병 후, 대상체의 노쇠 속도를 감소시키는 방법 또는 그를 위한 용도; 대상체의 수명을 연장시키는 방법 또는 그를 위한 용도; 수명과 관련된 질환 또는 상태를 치료 또는 예방하는 방법 또는 그를 위한 용도; 세포의 증식성 능력과 관련된 질환 또는 상태를 치료 또는 예방하는 방법 또는 그를 위한 용도; 및 세포 손상 또는 사멸로부터 유발된 질환 또는 상태를 치료 또는 예방하는 방법 또는 그를 위한 용도에 사용될 수 있다. 특정 실시양태에서, 방법은 대상체의 수명을 단축시키는 질환의 발생률을 감소시킴으로써 작용하지는 않는다. 특정 실시양태에서, 방법은 질환, 예컨대 암에 의해 유발된 치사율을 감소시킴으로써 작용하지는 않는다.
- [0426] 또 다른 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 일반적으로 대상체의 세포의 수명을 증가시키고, 대상체의 세포를 스트레스 및/또는 아폽토시스에 대해 보호하기 위해 대상체에게 투여될 수 있다. 대상체를 본원에 기재된 화합물로 치료하는 것은 대상체를 호르메시스, 즉 유기체에 유익하며 그의 수명을 연장시킬 수 있는 가벼운 스트레스에 적용하는 것과 유사한 것으로 여겨진다.
- [0427] 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 노화 및 노화-관련 예후 또는 질환, 예컨대 줄증, 심장 질환, 심부전, 관절염, 고혈압 및 알츠하이머병을 예방하기 위해 대상체에게 투여될

수 있다. 치료될 수 있는 다른 상태는, 예를 들어 눈의 노화와 연관된 안구 장애, 예컨대 백내장, 녹내장 및 황반 변성을 포함한다. 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 또한 세포 사멸과 연관된 질환, 예를 들어 만성 질환을 치료하여 세포를 세포 사멸로부터 보호하기 위해 대상체에게 투여될 수 있다. 예시적인 질환은 신경 세포 사멸, 뉴런 기능장애, 또는 근육 세포 사멸 또는 기능장애와 연관된 것들, 예컨대 파킨슨병, 알츠하이머병, 다발성 경화증, 근위축성 측삭 경화증, 및 근육 이영양증; AIDS; 전격성 간염; 뇌의 변성에 연관된 질환, 예컨대 크로이츠펠트-야콥병, 색소성 망막염 및 소뇌 변성; 골수이형성증 예컨대 재생불량성 빈혈; 허혈성 질환 예컨대 심근경색 및 졸중; 간 질환 예컨대 알콜성 간염, B형 간염 및 C형 간염; 관절-질환 예컨대 골관절염; 아테롬성동맥경화증; 탈모증; UV 광으로 인한 피부에 대한 손상; 편평 태선; 피부의 위축; 백내장; 및 이식편 거부를 포함한다. 세포 사멸은 또한 수술, 약물 요법, 화학물질 노출 또는 방사선 노출에 의해 유발될 수 있다.

[0428] 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 또한 급성 질환, 예컨대 기관 또는 조직 손상을 앓고 있는 대상체, 예를 들어 졸중 또는 심근경색을 앓고 있는 대상체 또는 척수 손상을 앓고 있는 대상체에게 투여될 수 있다. 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 또한 알콜성 간을 복구하는데 사용될 수 있다.

[0429] 심혈관 질환

[0430] 또 다른 실시양태에서, 본 발명은 심혈관 질환의 치료 및/또는 예방을 필요로 하는 대상체에게 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물을 투여함으로써, 심혈관 질환을 치료 및/또는 예방하는 방법을 제공한다.

[0431] 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물을 사용하여 치료 또는 예방될 수 있는 심혈관 질환은 심근병증 또는 심근염; 예컨대 특발성 심근병증, 대사 심근병증, 알콜성 심근병증, 약물-유발 심근병증, 허혈성 심근병증, 및 고혈압 심근병증을 포함한다. 본원에 기재된 화합물 및 방법 또는 용도를 사용하여 또한 치료가능 또는 예방가능한 것은 주요 혈관, 예컨대 대동맥, 관상 동맥, 경동맥, 뇌혈관 동맥, 신동맥, 장골 동맥, 대퇴 동맥 및 슬와 동맥의 아테롬성 장애 (대혈관 질환)이다. 치료 또는 예방될 수 있는 다른 혈관 질환은 혈소판 응집, 망막 세동맥, 사구체 세동맥, 신경벽 혈관, 심장 세동맥, 및 눈, 신장, 심장, 및 중추 및 말초 신경계의 연합 모세혈관상과 관련된 것들을 포함한다. 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 또한 개체의 혈장 중 HDL 수준을 증가시키는데 사용될 수 있다.

[0432] 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물로 치료될 수 있는 또 다른 장애는, 예를 들어 관상동맥 개입 후, 재협착, 및 고밀도 및 저밀도 콜레스테롤의 비정상적 수준과 관련된 장애를 포함한다.

[0433] 특정 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 또 다른 심혈관제와의 조합 요법의 일부로서 투여될 수 있다. 특정 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 항부정맥제와의 조합 요법의 일부로서 투여될 수 있다. 또 다른 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 또 다른 심혈관제와의 조합 요법의 일부로서 투여될 수 있다.

[0434] 세포 사멸/암

[0435] 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 소정 용량의 방사선 또는 독소를 최근에 수용하였거나 또는 수용할 가능성이 있는 대상체에게 투여될 수 있다. 특정 실시양태에서, 상기 용량의 방사선 또는 독소는 직업-관련 또는 의료 절차의 일부로서 수용되며, 예를 들어 예방적 조치로서 투여된다. 또 다른 실시양태에서, 방사선 또는 독소 노출은 의도치 않게 수용된다. 이러한 경우에, 화합물은 바람직하게는 아포토시스 및 급성 방사선 증후군의 후속 발생을 억제하기 위해 노출 후 가능한 한 빨리 투여된다.

[0436] 시르투인-조정 화합물은 또한 암을 치료 및/또는 예방하는데 사용될 수 있다. 특정 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 암을 치료 및/또는 예방하는데 사용될 수 있다. 칼로리 제한은 암을 포함한 연령-관련 장애의 발생의 감소와 연관된 바 있다. 따라서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성에서의 증가는 연령-관련 장애, 예컨대 예를 들어 암의 발생을 치료 및/또는 예방하기에 유용할 수 있다. 시르투인-조정 화합물을 사용하여 치료될 수 있는 예시적인 암은 뇌 및 신장의 암; 유방암, 전립선암, 고환암 및 난소암을 포함한 호르몬-의존성 암; 림프종, 및 백혈병이다. 고형 종양과 연관된 암에서, 조정 화합물은 종양에 직접 투여될 수 있다. 혈액 세포의 암, 예를 들어 백혈병은 조정 화합물을 혈류 또는 골

수에 투여함으로써 치료될 수 있다. 양성 세포 성장, 예를 들어 사마귀가 또한 치료될 수 있다. 치료될 수 있는 다른 질환은 자가면역 세포가 제거되어야 하는 자가면역 질환, 예를 들어 전신 홍반성 루푸스, 경피증 및 관절염을 포함한다. 바이러스 감염 예컨대 포진, HIV, 아데노바이러스 및 HTLV-1 연관 악성 및 양성 장애는 또한 시르투인-조정 화합물의 투여에 의해 치료될 수 있다. 대안적으로, 세포를 대상체로부터 수득하고, 생체의 처리하여 특성의 바람직하지 않은 세포, 예를 들어 암 세포를 제거하고, 동일하거나 상이한 대상체에게 다시 투여할 수 있다.

[0437] 화학요법제는 항암 활성을 갖는 것으로서 본원에 기재된 조정 화합물, 예를 들어 아포토시스를 유발하는 화합물, 수명을 감소시키는 화합물, 또는 세포를 스트레스에 대해 감수성으로 만드는 화합물과 공-투여될 수 있다. 화학요법제는 그 자체로 세포 사멸을 유발하거나, 수명을 감소시키거나, 또는 스트레스에 대한 감수성을 증가시키는 것으로 본원에 기재된 시르투인-조정 화합물과 함께 및/또는 다른 화학요법제와 조합되어 사용될 수 있다. 통상적인 화학요법제 이외에도, 본원에 기재된 시르투인-조정 화합물은 또한 원치 않는 세포 증식에 기여하는 세포 성분의 발현을 억제하기 위해 안티센스 RNA, RNAi 또는 다른 폴리뉴클레오티드와 함께 사용될 수 있다.

[0438] 시르투인-조정 화합물 및 통상적인 화학요법제를 포함하는 조합 요법은 관련 기술분야에 공지된 조합 요법에 비해 유리할 수 있으며, 이는 조합이 통상적인 화학요법제가 더 낮은 투여량에서 더 큰 효과를 발휘하는 것을 가능하게 하기 때문이다. 바람직한 실시양태에서, 시르투인-조정 화합물과 조합되어 사용되는 경우에, 화학요법제 또는 통상적인 화학요법제의 조합에 대한 유효 용량 (ED₅₀)은 화학요법제 단독에 대한 ED₅₀보다 적어도 2배 더 적으며, 보다 더 바람직하게는 5배, 10배 또는 심지어 25배 더 적다. 반대로, 본원에 기재된 시르투인-조정 화합물과 조합되어 사용되는 경우에, 이러한 화학요법제 또는 이러한 화학요법제의 조합의 치료 지수 (TI)는 통상적인 화학요법제 단독에 대한 TI보다 적어도 2배 더 크며, 보다 더 바람직하게는 5배, 10배 또는 심지어 25배 더 클 수 있다.

[0439] 뉴런 질환/장애

[0440] 특정 측면에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 신경변성 질환, 및 중추 신경계 (CNS), 척수 또는 말초 신경계 (PNS)에 대한 외상성 또는 기계적 손상을 앓고 있는 환자를 치료하는데 사용될 수 있다. 신경변성 질환은 전형적으로 뇌 세포의 위축 및/또는 사멸로 인한 것일 수 있는 인간 뇌의 질량 및 부피의 감소를 수반하며, 이는 노화에 기인하는 건강한 사람에서의 것들보다 훨씬 더 심하다. 신경변성 질환은 특정한 뇌 영역의 진행성 퇴행 (예를 들어, 신경 세포 기능장애 및 사멸)으로 인해 장기간의 정상적인 뇌 기능 후에 점진적으로 발생할 수 있다. 대안적으로, 외상 또는 독소와 연관된 것들과 같은 신경변성 질환은 급속한 발병을 가질 수 있다. 뇌 변성의 실제 발병은 임상적 발현보다 수년만큼 선행할 수 있다. 신경변성 질환의 예는 알츠하이머병 (AD), 파킨슨병 (PD), 헌팅톤병 (HD), 근위축성 측삭 경화증 (ALS; 루게릭병), 미만성 루이 소체 질환, 무도병-유전적혈구증가증, 원발성 측삭 경화증, 안구 질환 (안구 신경염), 화학요법-유발 신경병증 (예컨대 빈크리스틴, 파클리탁셀, 보르테조미드로부터), 당뇨병-유발 신경병증 및 프리드리히 운동실조를 포함하나, 이에 제한되지는 않는다. 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 이들 장애 및 하기 기재된 바와 같은 다른 것을 치료하는데 사용될 수 있다.

[0441] AD는 기억 상실, 비통상적 행동, 인격 변화, 및 지적 능력의 저하를 일으키는 CNS 장애이다. 이들 손실은 특정한 유형의 뇌 세포의 사멸, 및 이들 사이의 연결 및 그의 지지 네트워크 (예를 들어, 신경교 세포)의 파괴와 관련되어 있다. 가장 초기 증상은 최근 기억의 상실, 판단 오류, 및 인격 변화를 포함한다. PD는 비제어된 신체 운동, 경직, 진전 및 이상운동증을 일으키는 CNS 장애이며, 도파민을 생산하는 뇌 영역에서의 뇌 세포의 사멸과 관련되어 있다. ALS (운동 뉴런 질환)는 뇌를 골격근과 연결시키는 CNS의 성분인 운동 뉴런을 공격하는 CNS 장애이다.

[0442] HD는 비제어된 운동, 지적 능력의 상실, 및 정서 장애를 유발하는 또 다른 신경변성 질환이다. 테이-작스병 및 샌드호프병은 GM2 갈글리오시드 및 β -헥소사미니다제에 대한 관련 당지질 기질이 신경계에 축적되고 급성 신경변성을 촉발하는 당지질 축적 질환이다.

[0443] 아포토시스는 면역계에서 AIDS 발병기전에서 역할을 하는 것으로 널리 공지되어 있다. 그러나, HIV-1은 또한 신경계 질환을 유발하며, 이는 본 발명의 시르투인-조정 화합물로 치료될 수 있다.

[0444] 뉴런 손실은 프리온 질환, 예컨대 인간에서의 크로이츠펠트-야콥병, 소에서의 BSE (광우병), 양 및 염소에서의 스크래피 질환, 및 고양이에서의 고양이 해면상 뇌병증 (FSE)의 두드러진 특색이다. 시르투인 단백질의 수준

및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 이들 이전 질환으로 인한 뉴런 손실을 치료 또는 예방하기에 유용할 수 있다.

[0445] 또 다른 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 축삭병증을 수반하는 임의의 질환 또는 장애를 치료 또는 예방하는데 사용될 수 있다. 원위 축삭병증은 말초 신경계 (PNS) 뉴런의 일부 대사 또는 독성 장애로부터 유발된 유형의 말초 신경병증이다. 이는 대사 또는 독성 장애에 대한 신경의 가장 흔한 반응이며, 이와 같이 대사 질환 예컨대 당뇨병, 신부전, 결핍 증후군, 예컨대 영양실조 및 알콜중독, 또는 독소 또는 약물의 영향에 의해 유발될 수 있다. 원위 축삭병증을 갖는 것들은 통상적으로 대칭적 글로브-스타킹 감각-운동 장애를 제시한다. 심부전 반사 및 자율 신경계 (ANS) 기능은 또한 이환 부위에서 상실 또는 감소된다.

[0446] 당뇨병성 신경병증은 당뇨병과 연관된 신경병증성 장애이다. 당뇨병성 신경병증과 연관될 수 있는 비교적 흔한 상태는 제3 신경 마비; 단일신경병증; 다발성 단일신경염; 당뇨병성 근위축; 통증성 다발신경병증; 자율 신경병증; 및 흉복부 신경병증을 포함한다.

[0447] 말초 신경병증은 신경의 질환에 의해 또는 전신 질병의 부작용으로부터 유발될 수 있는 말초 신경계의 신경 손상에 대한 의학 용어이다. 당뇨병이 가능성이 가장 큰 원인이지만, 말초 신경병증의 주요 원인은 발작, 영양 결핍, 및 HIV를 포함한다.

[0448] 예시적 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 재발성 MS 및 단일증상 MS를 포함한 다발성 경화증 (MS), 및 다른 탈수초성 상태, 예컨대 예를 들어 만성 염증성 탈수초성 다발신경병증 (CIDP), 또는 그와 연관된 증상을 치료 또는 예방하는데 사용될 수 있다.

[0449] 또 다른 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 질환으로 인한 외상, 상해 (외과적 개입 포함), 또는 환경적 외상 (예를 들어, 신경독소, 알콜중독 등)을 포함한 신경에 대한 외상을 치료하는데 사용될 수 있다.

[0450] 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 또한 다양한 PNS 장애의 증상을 예방, 치료 및 완화하기에 유용할 수 있다. 용어 "말초 신경병증"은 뇌 및 척수 외부의 신경-말초 신경-이 손상된 광범위한 장애를 포괄한다. 말초 신경병증은 또한 말초 신경염으로도 지칭될 수 있거나, 또는 많은 신경이 수반되는 경우에는, 용어 다발신경병증 또는 다발신경염이 사용될 수 있다.

[0451] 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물로 치료가능한 PNS 질환은 하기를 포함한다: 당뇨병, 나병, 샤르코-마리-투스병, 길랑-바레 증후군 및 상완 신경총 신경병증 (상완 신경총의 경부 및 제1 흉부 신경근, 신경 줄기, 신경삭 및 말초 신경 성분의 질환).

[0452] 또 다른 실시양태에서, 시르투인-조정 화합물은 폴리글루타민 질환을 치료 또는 예방하는데 사용될 수 있다. 예시적인 폴리글루타민 질환은 척수연수성 근육 위축 (케네디병), 헌팅턴병 (HD), 치상핵적핵-담창구시상하핵 위축 (하우 리버 증후군), 척수소뇌성 운동실조 제1형, 척수소뇌성 운동실조 제2형, 척수소뇌성 운동실조 제3형 (마차도-요셉병), 척수소뇌성 운동실조 제6형, 척수소뇌성 운동실조 제7형, 및 척수소뇌성 운동실조 제17형을 포함한다.

[0453] 특정 실시양태에서, 본 발명은 세포로의 혈류의 감소에 반응하는 손상을 예방하기 위해 중추 신경계 세포를 치료하는 방법을 제공한다. 전형적으로, 예방될 수 있는 손상의 중증도는 주로 세포로의 혈류의 감소 정도 및 감소 지속기간에 따라 달라질 것이다. 특정 실시양태에서, 아포토시스성 또는 괴사성 세포 사멸이 예방될 수 있다. 추가 실시양태에서, 허혈-매개 손상, 예컨대 세포독성 부종 또는 중추 신경계 조직 무산소혈증이 예방될 수 있다. 각 실시양태에서, 중추 신경계 세포는 척수 세포 또는 뇌 세포일 수 있다.

[0454] 또 다른 측면은 중추 신경계 허혈성 상태를 치료하기 위해 대상체에게 시르투인-조정 화합물을 투여하는 것을 포괄한다. 다수의 중추 신경계 허혈성 상태는 본원에 기재된 시르투인-조정 화합물에 의해 치료될 수 있다. 특정 실시양태에서, 허혈성 상태는 임의의 유형의 허혈성 중추 신경계 손상, 예컨대 아포토시스성 또는 괴사성 세포 사멸, 세포독성 부종 또는 중추 신경계 조직 무산소증을 일으키는 졸중이다. 졸중은 뇌의 임의의 영역에 충격을 주거나, 또는 졸중의 발생을 일으키는 것으로 통상적으로 공지된 임의의 병인에 의해 유발될 수 있다. 이러한 실시양태의 한 대안에서, 졸중은 뇌간 졸중이다. 이러한 실시양태의 또 다른 대안에서, 졸중은 소뇌 졸중이다. 또 다른 실시양태에서, 졸중은 색전성 졸중이다. 또 다른 대안에서, 졸중은 출혈성 졸중일 수 있다. 추가 실시양태에서, 졸중은 혈전성 졸중이다.

- [0455] 또 다른 측면에서, 시르투인-조정 화합물은 중추 신경계 허혈성 상태 후 허혈성 코어의 경색 크기를 감소시키기 위해 투여될 수 있다. 더욱이, 시르투인-조정 화합물은 또한 유익하게는 중추 신경계 허혈성 상태 후 허혈성 반응성 또는 전이 구역의 크기를 감소시키기 위해 투여될 수 있다.
- [0456] 특정 실시양태에서, 조합 약물 요법은 신경변성 장애 또는 이들 상태와 연관된 속발성 상태의 치료 또는 예방을 위한 약물 또는 화합물을 포함할 수 있다. 따라서, 조합 약물 요법은 1종 이상의 시르투인 활성화제 및 1종 이상의 항신경변성제를 포함할 수 있다.
- [0457] 혈액 응고 장애
- [0458] 다른 측면에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 혈액 응고 장애 (또는 지혈 장애)를 치료 또는 예방하는데 사용될 수 있다. 교환가능하게 본원에 사용된 용어 "지혈", "혈액 응고" 및 "혈병 형성"은 혈관수축 및 응고의 생리적 특성을 포함한 출혈의 제어를 지칭한다. 혈액 응고는 손상, 염증, 질환, 선천성 결함, 기능장애 또는 다른 파괴 후 포유동물 순환의 완전성을 유지하는 것을 돕는다. 추가로, 혈병의 형성은 상해의 경우에 출혈을 제한할 뿐만 아니라 (지혈), 중요 동맥 또는 정맥의 폐쇄에 의해 아테롬성동맥경화성 질환의 맥락에서 심각한 기관 손상 및 사망으로 이어질 수 있다. 따라서, 혈전증은 잘못된 시간 및 장소에서의 혈병 형성이다.
- [0459] 따라서, 본 발명은 혈액 응고 장애, 예컨대 심근경색, 졸중, 말초 동맥 질환에 의한 사지의 손실 또는 폐 색전증을 예방 또는 치료하기 위해 혈병의 형성을 억제하는 것을 목표로 하는 항응고 및 항혈전 치료를 제공한다.
- [0460] 상호교환가능하게 본원에 사용된 "지혈을 조정하는 또는 그의 조정" 및 "지혈을 조절하는 또는 그의 조절"은 지혈의 유도 (예를 들어, 자극 또는 증가), 뿐만 아니라 지혈의 억제 (예를 들어, 감소 또는 저하)를 포함한다.
- [0461] 한 측면에서, 본 발명은 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물을 투여함으로써, 대상체에서 지혈을 감소 또는 억제하는 방법을 제공한다. 본원에 개시된 조성물, 방법 또는 용도는 혈전성 장애의 치료 또는 예방에 유용하다. 본원에 사용된 용어 "혈전성 장애"는 과도하거나 또는 원치 않는 응고 또는 지혈 활성을 특징으로 하는 임의의 장애 또는 상태, 또는 응고항진 상태를 포함한다. 혈전성 장애는 혈소판 부착 및 혈전 형성을 수반하는 질환 또는 장애를 포함하며, 혈전의 형성에 대한 증가된 성향, 예를 들어 증가된 수의 혈전, 이른 연령에서의 혈전증, 혈전증에 대한 가족성 경향, 및 비정상적 부위에서의 혈전증으로서 나타날 수 있다.
- [0462] 또 다른 실시양태에서, 조합 약물 요법은 혈액 응고 장애 또는 이들 상태와 연관된 속발성 상태의 치료 또는 예방을 위한 약물 또는 화합물을 포함할 수 있다. 따라서, 조합 약물 요법은 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 1종 이상의 시르투인-조정 화합물 및 1종 이상의 항응고제 또는 항혈전제를 포함할 수 있다.
- [0463] 체중 제어
- [0464] 또 다른 측면에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 대상체에서 체중 증가 또는 비만을 치료 또는 예방하는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은, 예를 들어 유전성 비만, 식이성 비만, 호르몬 관련 비만, 의약의 투여와 관련된 비만을 치료 또는 예방하거나, 대상체의 체중을 감소시키거나, 또는 대상체에서의 체중 증가를 감소 또는 예방하는데 사용될 수 있다. 이러한 치료를 필요로 하는 대상체는 비만이거나, 비만이 될 가능성이 있거나, 과체중이거나, 또는 과체중이 될 가능성이 있는 대상체일 수 있다. 비만 또는 과체중이 될 가능성이 있는 대상체는, 예를 들어 가족력, 유전, 식이, 활동 수준, 의약 섭취, 또는 그의 다양한 조합을 기준으로 하여 확인될 수 있다.
- [0465] 또 다른 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 대상체에서 체중 감소를 촉진함으로써 치료 또는 예방될 수 있는 다양한 다른 질환 및 상태를 앓고 있는 대상체에게 투여될 수 있다. 이러한 질환은, 예를 들어 높은 혈압, 고혈압, 높은 혈액 콜레스테롤, 이상지혈증, 제2형 당뇨병, 인슐린 저항성, 글루코스 불내성, 고인슐린혈증, 관상동맥 심장 질환, 협심증, 울혈성 심부전, 졸중, 담석, 담낭염 및 담석증, 통풍, 골관절염, 폐쇄성 수면 무호흡 및 호흡기 문제, 일부 유형의 암 (예컨대 자궁내막암, 유방암, 전립선암 및 결장암), 임신 합병증, 불량한 여성 생식 건강 (예컨대 월경 불순, 불임, 불규칙 배란), 방광 제어 문제 (예컨대 복잡성 요실금); 요산 신석증; 심리 장애 (예컨대 우울증, 섭식 장애, 왜곡된 신체상 및 낮은 자존감)를 포함한다. 최종적으로, AIDS를 갖는 환자에서는 AIDS에 대한 조합 요법에 반응하여 지방이영양증 또는 인슐린 저항성이 발생할 수 있다.

- [0466] 또 다른 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 시험관내이든지 또는 생체내이든지 간에 지방생성 또는 지방 세포 분화를 억제하는데 사용될 수 있다. 본 발명의 이러한 방법 또는 용도는 비만을 치료 또는 예방하는데 사용될 수 있다.
- [0467] 다른 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 식욕을 감소시키고/거나 포만감을 증가시켜 체중 감소 또는 체중 증가의 회피를 유발하는데 사용될 수 있다. 이러한 치료를 필요로 하는 대상체는 과체중 또는 비만인 대상체, 또는 과체중 또는 비만이 될 가능성이 있는 대상체일 수 있다. 방법은 대상체에게 용량을, 예를 들어 환제 형태로 매일, 또는 격일, 또는 1주 1회 투여하는 것을 포함할 수 있다. 용량은 "식욕 감소 용량"일 수 있다.
- [0468] 예시적 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 체중 증가 또는 비만을 치료 또는 예방하기 위한 조합 요법으로서 투여될 수 있다. 예를 들어, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 1종 이상의 시르투인-조정 화합물은 1종 이상의 항비만제와 조합되어 투여될 수 있다.
- [0469] 또 다른 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 약물-유발 체중 증가를 감소시키기 위해 투여될 수 있다. 예를 들어, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 식욕을 자극하거나, 또는 체중 증가, 특히 수분 저류 이외의 요인으로 인한 체중 증가를 유발할 수 있는 의약과의 조합 요법으로서 투여될 수 있다.
- [0470] 대사 장애/당뇨병
- [0471] 또 다른 측면에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 대사 장애, 예컨대 인슐린-저항성, 당뇨병전기 상태, 제II형 당뇨병, 및/또는 그의 합병증을 치료 또는 예방하는데 사용될 수 있다. 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물의 투여는 대상체에서 인슐린 감수성을 증가시키고/거나 인슐린 수준을 감소시킬 수 있다. 이러한 치료를 필요로 하는 대상체는 인슐린 저항성 또는 제II형 당뇨병의 다른 전구 증상을 갖거나, 제II형 당뇨병을 갖거나, 또는 이들 상태 중 임의의 것이 발생할 가능성이 있는 대상체일 수 있다. 예를 들어, 대상체는 인슐린 저항성을 가지며, 예를 들어 높은 순환 수준의 인슐린 및/또는 연관 상태, 예컨대 고지혈증, 이상지방형성증, 고콜레스테롤혈증, 글루코스 내성 장애, 높은 혈액 글루코스 당 수준, 중후군 X의 다른 징후, 고혈압, 아테롬성동맥경화증 및 지방이영양증을 갖는 대상체일 수 있다.
- [0472] 예시적 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 대사 장애를 치료 또는 예방하기 위한 조합 요법으로서 투여될 수 있다. 예를 들어, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 1종 이상의 시르투인-조정 화합물은 1종 이상의 항당뇨병제와 조합되어 투여될 수 있다.
- [0473] 염증성 질환
- [0474] 다른 측면에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 염증과 연관된 질환 또는 장애를 치료 또는 예방하는데 사용될 수 있다. 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 염증의 발병 전에, 염증의 개시 시에, 또는 그 후에 투여될 수 있다. 예방적으로 사용되는 경우에, 화합물은 바람직하게는 임의의 염증 반응 또는 증상에 선행하도록 제공된다. 화합물의 투여는 염증 반응 또는 증상을 예방 또는 감소시킬 수 있다.
- [0475] 또 다른 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 천식, 기관지염, 폐 섬유증, 알레르기성 비염, 산소 독성, 기종, 만성 기관지염, 급성 호흡 곤란 증후군, 및 임의의 만성 폐쇄성 폐 질환 (COPD)을 포함한 알레르기 및 호흡기 상태를 치료 또는 예방하는데 사용될 수 있다. 화합물은 B형 간염 및 C형 간염을 포함한 만성 간염 감염을 치료하는데 사용될 수 있다.
- [0476] 추가로, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 자가면역 질환, 및/또는 자가면역 질환과 연관된 염증, 예컨대 류마티스 관절염, 건선성 관절염 및 강직성 척추염을 포함한 관절염, 뿐만 아니라 기관-조직 자가면역 질환 (예를 들어, 레이노 증후군), 췌양성 결장염, 크론병, 구강 점막염, 경피증, 중증 근무력증, 이식 거부, 내독소 쇼크, 패혈증, 건선, 습진, 피부염, 다발성 경화증, 자가면역 갑상선염, 포도막염, 전신 홍반성 루푸스, 애디슨병, 자가면역 다선성 질환 (자가면역 다선성 증후군으로도 공지됨), 및 그레이브스병을 치료하는데 사용될 수 있다.
- [0477] 특정 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 1종 이상의 시르투인-조정 화합물은 단

독으로 또는 염증을 치료 또는 예방하기에 유용한 다른 화합물과 조합되어 취해질 수 있다.

[0478]

홍조

[0479]

또 다른 측면에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 장애의 증상인 홍조 및/또는 안면 홍조의 발생률 또는 중증도를 감소시키는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 방법은 암 환자에서 홍조 및/또는 안면 홍조의 발생률 또는 중증도를 감소시키기 위해, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물을 단독으로 또는 다른 작용제와 조합하여 사용하는 것을 포함한다. 다른 실시양태에서, 방법은 폐경기 및 폐경후 여성에서 홍조 및/또는 안면 홍조의 발생률 또는 중증도를 감소시키기 위한, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물의 용도를 제공한다.

[0480]

또 다른 측면에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 또 다른 약물 요법의 부작용인 홍조 및/또는 안면 홍조, 예를 들어 약물-유발 홍조의 발생률 또는 중증도를 감소시키기 위한 요법으로서 사용될 수 있다. 특정 실시양태에서, 약물-유발 홍조를 치료 및/또는 예방하는 방법은 그를 필요로 하는 환자에게 적어도 1종의 홍조 유발 화합물, 및 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 적어도 1종의 시르투인-조정 화합물을 포함하는 제제를 투여하는 것을 포함한다. 다른 실시양태에서, 약물 유발 홍조를 치료하는 방법은 홍조를 유발하는 1종 이상의 화합물 및 1종 이상의 시르투인-조정 화합물을 개별적으로 투여하는 것을 포함하며, 예를 들어 여기서 시르투인-조정 화합물 및 홍조 유발제는 동일한 조성물로 제제화된 것은 아니다. 개별 제제를 사용하는 경우에, 시르투인-조정 화합물은 (1) 홍조 유발제의 투여와 동시에, (2) 홍조 유발제와 간헐적으로, (3) 홍조 유발제의 투여에 대해 시차를 두고, (4) 홍조 유발제의 투여 전에, (5) 홍조 유발제의 투여 후에, 및 (6) 그의 다양한 조합으로 투여될 수 있다. 예시적인 홍조 유발제는, 예를 들어 니아신, 탈록시펜, 항우울제, 항정신병제, 화학요법제, 칼슘 채널 차단제, 및 항생제를 포함한다.

[0481]

특정 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 혈관확장제 또는 항고지혈증제 (항콜레스테롤혈증제 및 친지방제 포함)의 홍조 부작용을 감소시키는데 사용될 수 있다. 예시적 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 니아신의 투여와 연관된 홍조를 감소시키는데 사용될 수 있다.

[0482]

또 다른 실시양태에서, 본 발명은 감소된 홍조 부작용을 갖는 고지혈증을 치료 및/또는 예방하는 방법을 제공한다. 또 다른 대표적 실시양태에서, 방법은 탈록시펜의 홍조 부작용을 감소시키기 위한, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물의 용도를 수반한다. 또 다른 대표적 실시양태에서, 방법은 항우울제 또는 항정신병제의 홍조 부작용을 감소시키기 위한, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물의 용도를 수반한다. 예를 들어, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 세로토닌 재흡수 억제제 또는 5HT₂ 수용체 길항제와 함께 사용 (개별적으로 또는 함께 투여)될 수 있다.

[0483]

특정 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 홍조를 감소시키기 위해 세로토닌 재흡수 억제제 (SRI)로의 치료의 일부로서 사용될 수 있다. 또 다른 대표적 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 화학요법제, 예컨대 시클로포스파미드 및 타목시펜의 홍조 부작용을 감소시키는데 사용될 수 있다.

[0484]

또 다른 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 칼슘 채널 차단제, 예컨대 아로디핀의 홍조 부작용을 감소시키는데 사용될 수 있다.

[0485]

또 다른 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 항생제의 홍조 부작용을 감소시키는데 사용될 수 있다. 예를 들어, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 레보플록사신과 조합되어 사용될 수 있다.

[0486]

안구 장애

[0487]

본 발명의 한 측면은 환자에게 치료 투여량의 본원에 개시된 화합물 또는 그의 제약상 허용되는 염, 전구약물 또는 대사 유도체로부터 선택된 시르투인 조정제를 투여함으로써, 시각 장애를 억제, 감소 또는 달리 치료하는 방법이다.

[0488]

본 발명의 특정 측면에서, 시각 장애는 시신경 또는 중추 신경계에 대한 손상에 의해 유발된다. 특정한 실시양태에서, 시신경 손상은 높은 안압, 예컨대 녹내장에 의해 생성된 것에 의해 유발된다. 다른 특정한 실시양태에서, 시신경 손상은 시신경염에서와 같이 종종 감염 또는 면역 (예를 들어, 자가면역) 반응과 연관된 신경의

팽윤에 의해 유발된다.

- [0489] 본 발명의 특정 측면에서, 시각 장애는 망막 손상에 의해 유발된다. 특정한 실시양태에서, 망막 손상은 눈으로의 혈류에서의 장애 (예를 들어, 동맥경화증, 혈관염)에 의해 유발된다. 특정한 실시양태에서, 망막 손상은 황반의 파괴 (예를 들어, 삼출성 또는 비-삼출성 황반 변성)에 의해 유발된다.
- [0490] 예시적인 망막 질환은 삼출성 연령 관련 황반 변성, 비삼출성 연령 관련 황반 변성, 망막 전자 인공삽입물 및 RPE 이식 연령 관련 황반 변성, 급성 다초점성 관상 색소 상피병증, 급성 망막 괴사, 베스트병, 분지 망막 동맥 폐쇄, 분지 망막 정맥 폐쇄, 암 연관 및 관련 자가면역 망막병증, 중심 망막 동맥 폐쇄, 중심 망막 정맥 폐쇄, 중심 장액성 맥락망막병증, 일스병, 황반전막, 격자 변성, 대혈관류, 당뇨병성 황반 부종, 어바인-가스 황반 부종, 황반 원공, 망막하 신생혈관막, 미만성 단안 아급성 시신경망막염, 비인공수정체성 낭포양 황반 부종, 추정 안구 히스토플라스마 증후군, 삼출성 망막 박리, 수술후 망막 박리, 증식성 망막 박리, 열공성 망막 박리, 견인성 망막 박리, 색소성 망막염, CMV 망막염, 망막모세포종, 미숙아 망막병증, 산탄 망막병증, 배경 당뇨병성 망막병증, 증식성 당뇨병성 망막병증, 혈색소병증성 망막병증, 푸르처 망막병증, 발살바 망막병증, 소아 망막층간 분리, 노인성 망막층간분리, 터슨 증후군 및 백반 증후군을 포함한다.
- [0491] 다른 예시적인 질환은 안구 박테리아 감염 (예를 들어, 결막염, 각막염, 결핵, 매독, 임질), 바이러스 감염 (예를 들어, 안구 단순 포진 바이러스, 수두 대상포진 바이러스, 시토크알로바이러스 망막염, 인간 면역결핍 바이러스 (HIV)) 뿐만 아니라 HIV 또는 다른 HIV-연관 및 다른 면역결핍-연관 안구 질환에 대해 속발성인 진행성 외부 망막 괴사를 포함한다. 추가로, 안구 질환은 진균 감염 (예를 들어, 칸디다 맥락막염, 히스토플라스마증), 원충 감염 (예를 들어, 톡소플라스마증) 및 다른 것 예컨대 안구 톡소카라증 및 사르코이드증을 포함한다.
- [0492] 본 발명의 한 측면은 시각 장애의 치료를 필요로 하는 대상체에게 치료 투여량의 본원에 개시된 시르투인 조절제를 투여함으로써, 화학요법 약물 (예를 들어, 신경독성 약물, 또는 안내압을 상승시키는 약물, 예컨대 스테로이드)로의 치료를 겪는 대상체에서 시각 장애를 억제, 감소 또는 치료하는 방법이다.
- [0493] 본 발명의 또 다른 측면은 시각 장애의 치료를 필요로 하는 대상체에게 치료 투여량의 본원에 개시된 시르투인 조절제를 투여함으로써, 안구 수술 또는 복와위에서 수행되는 다른 수술, 예컨대 척수 수술을 포함한 수술을 겪는 대상체에서 시각 장애를 억제, 감소 또는 치료하는 방법이다. 안구 수술은 백내장, 홍채절개 및 수정체 대체를 포함한다.
- [0494] 본 발명의 또 다른 측면은 백내장, 안구 건조, 연령-관련 황반 변성 (AMD), 망막 손상 등을 포함한 연령 관련 안구 질환의 치료를 필요로 하는 대상체에게 치료 투여량의 본원에 개시된 시르투인 조절제를 투여하는 것에 의한 상기 질환의 억제 및 예방적 치료를 포함한 치료이다.
- [0495] 본 발명의 또 다른 측면은 스트레스, 화학적 손상 또는 방사선에 의해 유발된 눈에 대한 손상의 치료를 필요로 하는 대상체에게 치료 투여량의 본원에 개시된 시르투인 조절제를 투여함으로써, 상기 손상의 예방 또는 치료이다. 눈에 대한 방사선 또는 전자기 손상은 CRT, 또는 태양광 또는 UV에 대한 노출에 의해 유발된 것을 포함할 수 있다.
- [0496] 특정 실시양태에서, 조합 약물 요법은 안구 장애 또는 이들 상태와 연관된 속발성 상태의 치료 또는 예방을 위한 약물 또는 화합물을 포함할 수 있다. 따라서, 조합 약물 요법은 1종 이상의 시르투인 활성화제, 및 안구 장애의 치료를 위한 1종 이상의 치료제를 포함할 수 있다.
- [0497] 특정 실시양태에서, 시르투인 조절제는 안내압을 감소시키기 위한 요법과 함께 투여될 수 있다. 또 다른 실시양태에서, 시르투인 조절제는 녹내장을 치료 및/또는 예방하기 위한 요법과 함께 투여될 수 있다. 또 다른 실시양태에서, 시르투인 조절제는 시신경염을 치료 및/또는 예방하기 위한 요법과 함께 투여될 수 있다. 특정 실시양태에서, 시르투인 조절제는 CMV 망막병증을 치료 및/또는 예방하기 위한 요법과 함께 투여될 수 있다. 또 다른 실시양태에서, 시르투인 조절제는 다발성 경화증을 치료 및/또는 예방하기 위한 요법과 함께 투여될 수 있다.
- [0498] 미토콘드리아-연관 질환 및 장애
- [0499] 특정 실시양태에서, 본 발명은 증가된 미토콘드리아 활성으로부터 이익을 얻을 질환 또는 장애를 치료하는 방법 또는 그를 위한 용도를 제공한다. 본 발명의 방법 또는 용도는 치료 유효량의 시르투인-조정 화합물을 그를 필요로 하는 대상체에게 투여하는 것을 수반한다. 증가된 미토콘드리아 활성은 미토콘드리아의 전체 수 (예를 들어, 미토콘드리아 질량)를 유지하면서 미토콘드리아 활성을 증가시키는 것, 미토콘드리아의 수를 증가시켜 미토

콘드리아 활성을 증가시키는 것 (예를 들어, 미토콘드리아 생물발생을 자극함으로써), 또는 그의 조합을 지칭한다. 특정 실시양태에서, 증가된 미토콘드리아 활성으로부터 이익을 얻을 질환 및 장애는 미토콘드리아 기능장애와 연관된 질환 또는 장애를 포함한다.

[0500] 특정 실시양태에서, 증가된 미토콘드리아 활성으로부터 이익을 얻을 질환 또는 장애를 치료하는 방법 또는 그를 위한 용도는 미토콘드리아 기능장애를 앓고 있는 대상체를 확인하는 것을 포함할 수 있다. 미토콘드리아 기능장애를 진단하는 방법 또는 그를 위한 용도는 분자 유전학적, 병리학적 및/또는 생화학적 분석을 수반할 수 있다. 미토콘드리아 기능장애와 연관된 질환 및 장애는 미토콘드리아 호흡 사슬 활성의 결핍이 포유동물에서의 이러한 질환 또는 장애의 병리생리상태의 발생에 기여하는 질환 및 장애를 포함한다. 증가된 미토콘드리아 활성으로부터 이익을 얻을 질환 또는 장애는 일반적으로, 예를 들어 자유 라디칼 매개 산화성 손해가 조직 변성으로 이어지는 질환, 세포가 부적절하게 아포토시스를 겪는 질환, 및 세포가 아포토시스를 겪는데 실패하는 질환을 포함한다.

[0501] 특정 실시양태에서, 본 발명은 증가된 미토콘드리아 활성으로부터 이익을 얻을 질환 또는 장애의 치료를 필요로 하는 대상체에게 1종 이상의 시르투인-조정 화합물을 또 다른 치료제, 예컨대 예를 들어 미토콘드리아 기능장애를 치료하기에 유용한 작용제 또는 미토콘드리아 기능장애를 수반하는 질환 또는 장애와 연관된 증상을 감소시키기에 유용한 작용제와 조합하여 투여하는 것을 포함하는, 상기 질환 또는 장애를 치료하는 방법 또는 그를 위한 용도를 제공한다.

[0502] 예시적 실시양태에서, 본 발명은 대상체에게 치료 유효량의 시르투인-조정 화합물을 투여함으로써, 증가된 미토콘드리아 활성으로부터 이익을 얻을 질환 또는 장애를 치료하는 방법 또는 그를 위한 용도를 제공한다. 예시적인 질환 또는 장애는, 예를 들어 신경근육 장애 (예를 들어, 프리드라이히 운동실조, 근육 이영양증, 다발성 경화증 등), 뉴런 불안정성 장애 (예를 들어, 발작 장애, 편두통 등), 발달 지체, 신경변성 장애 (예를 들어, 알츠하이머병, 파킨슨병, 근위축성 측삭 경화증 등), 허혈, 신세관성 산증, 연령-관련 신경변성 및 인지 저하, 화학요법 피로, 연령-관련 또는 화학요법-유발 폐경기, 또는 월경 주기 또는 배란의 불순, 미토콘드리아 근병증, 미토콘드리아 손상 (예를 들어, 칼슘 축적, 흥분독성, 산화질소 노출, 저산소증 등), 및 미토콘드리아 탈조절을 포함한다.

[0503] 근육 이영양증은 종종 골격근의 위축 및 심근 기능장애, 예컨대 뒤시엔느 근육 이영양증을 일으키는, 신경근육 구조 및 기능의 열화를 수반하는 질환의 패밀리를 지칭한다. 특정 실시양태에서, 시르투인-조정 화합물은 근육 이영양증을 갖는 환자에서 근육 기능 능력의 저하 속도를 감소시키고, 근육 기능 상태를 개선시키는데 사용될 수 있다.

[0504] 특정 실시양태에서, 시르투인-조정 화합물은 미토콘드리아 근병증 치료에 유용할 수 있다. 미토콘드리아 근병증은 경증의 천천히 진행되는 외안근의 약화로부터 중증의 치명적 영아 근병증 및 다계통 뇌근병증까지 이른다. 일부 증후군이 정의된 바 있으며, 일부는 그들 사이에서 중복되어 있다. 근육에 이환되는 확립된 증후군은 진행성 외안근마비, 킨스-세이어 증후군 (안근마비, 색소성 망막병증, 심장 전도 결손, 소뇌 운동실조, 및 감각신경성 난청 동반), MELAS 증후군 (미토콘드리아 뇌근병증, 락탄산 산증, 및 졸중-유사 에피소드), MERFF 증후군 (근대간성 간질 및 불균일 적색 근섬유), 지대 분포 약화, 및 영아 근병증 (양성 또는 중증 및 치명적)을 포함한다.

[0505] 특정 실시양태에서, 시르투인-조정 화합물은 미토콘드리아에 대한 독성 손상, 예컨대 칼슘 축적, 흥분독성, 산화질소 노출, 약물 유발 독성 손상 또는 저산소증으로 인한 독성 손상을 앓고 있는 환자를 치료하기에 유용할 수 있다.

[0506] 특정 실시양태에서, 시르투인-조정 화합물은 미토콘드리아 탈조절과 연관된 질환 또는 장애를 치료하기에 유용할 수 있다.

[0507] 근육 수행능

[0508] 다른 실시양태에서, 본 발명은 치료 유효량의 시르투인-조정 화합물을 투여함으로써, 근육 수행능을 증진시키는 방법 또는 그를 위한 용도를 제공한다. 예를 들어, 시르투인-조정 화합물은 신체 지구력 (예를 들어, 신체적 과제, 예컨대 운동, 육체 노동, 스포츠 활동 등을 수행하는 능력)을 개선시키고/거나, 신체적 피로를 억제 또는 지연시키고/거나, 혈액 산소 수준을 증진시키고/거나, 건강한 개체에서 에너지를 증진시키고/거나, 작업 용량 및 지구력을 증진시키고/거나, 근육 피로를 감소시키고/거나, 스트레스를 감소시키고/거나, 심장 및 심혈관 기능을 증진시키고/거나, 성적 능력을 개선시키고/거나, 근육 ATP 수준을 증가시키고/거나, 혈액 중 락트산을 감

소시키기에 유용할 수 있다. 특정 실시양태에서, 방법 또는 용도는 미토콘드리아 활성을 증가시키고/거나, 미토콘드리아 생물발생을 증가시키고/거나, 미토콘드리아 질량을 증가시키는 양의 시르투인-조정 화합물을 투여하는 것을 수반한다.

[0509] 스포츠 수행능은 스포츠 활동에 참여하는 경우에 운동선수의 근육이 수행하는 능력을 지칭한다. 증진된 스포츠 수행능, 강도, 속도 및 지구력은 근육 수축 강도의 증가, 근육 수축 폭의 증가, 자극과 수축 사이의 근육 반응 시간의 단축에 의해 측정된다. 운동선수는 임의의 수준의 스포츠에 참여하며 그의 수행능에 있어서 개선된 수준의 강도, 속도 및 지구력을 달성하는 것을 추구하는 개체, 예컨대 예를 들어 보디 빌더, 사이클선수, 장거리 달리기 선수, 단거리 달리기 선수 등을 지칭한다. 증진된 스포츠 수행능은 근육 피로를 극복하는 능력, 더 장기간 동안 활동을 유지하는 능력, 및 더 효과적인 활동을 하는 것에 의해 나타난다.

[0510] 운동선수 근육 수행능의 장에서, 장기간 동안 더 높은 수준의 저항성으로 경쟁 또는 훈련을 허용하는 상태를 생성하는 것이 바람직하다.

[0511] 본 발명의 방법 또는 용도는 급성 근육감소증, 예를 들어 화상, 침상 안정, 사지 고정화, 또는 주요 흉부, 복부 및/또는 정형외과 수술과 연관된 근육 위축 및/또는 악액질을 포함한 근육 관련 병리학적 상태의 치료에 또한 효과적일 것으로 고려된다.

[0512] 특정 실시양태에서, 본 발명은 시르투인 조정제를 포함하는 신규 식이성 조성물, 그의 제조 방법, 및 스포츠 수행능의 개선을 위한 상기 조성물의 사용 방법을 제공한다. 따라서, 지구력을 필요로 하는 스포츠 및 반복적인 근육 운동을 필요로 하는 노동을 포함한 광범위하게 정의된 활동에 관련된 이들 사람들을 위해, 신체 지구력을 개선시키고/거나 신체 피로를 억제하는 작용을 갖는 치료 조성물, 식품 및 음료가 제공된다. 이러한 식이성 조성물은 전해질, 카페인, 비타민, 탄수화물 등을 추가로 포함할 수 있다.

[0513] 다른 용도

[0514] 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 바이러스 감염 (예컨대 인플루엔자, 포진 또는 유두종 바이러스에 의한 감염)을 치료 또는 예방하는데 사용되거나 또는 항진균제로서 사용될 수 있다. 특정 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 바이러스성 질환의 치료를 위한 또 다른 치료제와의 조합 약물 요법의 일부로서 투여될 수 있다. 또 다른 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 또 다른 항진균제와의 조합 약물 요법의 일부로서 투여될 수 있다.

[0515] 본원에 기재된 바와 같이 치료될 수 있는 대상체는 진핵생물, 예컨대 포유동물, 예를 들어 인간, 양, 소, 말, 돼지, 개, 고양이, 비-인간 영장류, 마우스 및 래트를 포함한다. 치료될 수 있는 세포는, 예를 들어 상기 기재된 대상체로부터의 진핵 세포, 또는 식물 세포, 효모 세포, 및 원핵 세포, 예를 들어 박테리아 세포를 포함한다. 예를 들어, 조정 화합물은 사육 조건을 더 장기간 견디는 능력을 개선시키기 위해 사육 동물에게 투여될 수 있다.

[0516] 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 또한 식물에서 수명, 스트레스 저항성 및 아포토시스에 대한 저항성을 증가시키는데 사용될 수 있다. 특정 실시양태에서, 화합물은, 예를 들어 주기적 방식으로 식물에, 또는 진균에 적용된다. 또 다른 실시양태에서, 식물은 화합물을 생산하도록 유전자 변형된다. 또 다른 실시양태에서, 식물 및 과일은 선박운송 동안의 손상에 대한 저항성을 증가시키기 위해 수확 및 선박운송 전에 화합물로 처리된다. 식물 종자는 또한, 예를 들어 이들을 보존하기 위해 본원에 기재된 화합물과 접촉될 수 있다.

[0517] 다른 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 효모 세포에서 수명을 조정하는데 사용될 수 있다. 효모 세포의 수명을 연장시키는 것이 바람직할 수 있는 상황은, 효모가 사용되는 임의의 과정, 예를 들어 맥주, 요구르트, 및 제빵 물품, 예를 들어 빵의 제조를 포함한다. 연장된 수명을 갖는 효모의 사용은 더 적은 효모를 사용하는 것 또는 효모가 더 장기간 동안 활성을 갖도록 하는 것을 유발할 수 있다. 효모 또는 단백질을 재조합 생산하는데 사용되는 다른 포유동물 세포는 또한 본원에 기재된 바와 같이 처리될 수 있다.

[0518] 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 곤충에서 수명, 스트레스 저항성 및 아포토시스에 대한 저항성을 증가시키는데 사용될 수 있다. 이러한 실시양태에서, 화합물은 유용한 곤충, 예를 들어 벌 및 식물의 수분에 수반되는 다른 곤충에 적용될 것이다. 구체적 실시양태에서, 화합물은 꿀의 생산에 수반되는 벌에 적용될 것이다. 일반적으로, 본원에 기재된 방법 또는 용도는 상업적 중요성을 가질 수 있

는 모든 유기체, 예를 들어 진핵생물에 적용될 수 있다. 예를 들어, 이들은 어류 (수산양식) 및 조류 (예를 들어, 닭 및 가금류)에 적용될 수 있다.

- [0519] 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물의 더 높은 용량이 또한 발생 동안 침묵화된 유전자의 조절 및 아폽토시스의 조절을 방해함으로써 살충제로서 사용될 수 있다. 이러한 실시양태에서, 화합물은, 화합물이 곤충 유충에 대해서는 생체-이용가능하고 식물에 대해서는 그렇지 않은 것을 보장하는 관련 기술분야에 공지된 방법을 사용하여 식물에 적용될 수 있다.
- [0520] 적어도 생식과 장수명 사이의 연관성의 관점에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 유기체, 예컨대 곤충, 동물 및 미생물의 생식에 영향을 미치기 위해 적용될 수 있다.
- [0521] 추가의 실시양태
- [0522] 한 측면에서, 본 발명은 세포를 화학식 I의 화합물 또는 그의 제약상 허용되는 염 또는 상응하는 제약 조성물 각각과 접촉시키는 단계를 포함하는, 세포에서 시르투인-1 활성을 증가시키는 방법에 관한 것이다.
- [0523] 한 측면에서, 본 발명은 인슐린 저항성, 대사 증후군, 당뇨병 또는 그의 합병증의 치료 또는 인슐린 감수성의 증가를 필요로 하는 대상체에게 화합물 또는 그의 제약상 허용되는 염 또는 상응하는 제약 조성물 각각을 투여하는 것을 포함하는, 인슐린 저항성, 대사 증후군, 당뇨병 또는 그의 합병증을 치료하거나 또는 인슐린 감수성을 증가시키는 방법에 관한 것이다.
- [0524] 한 측면에서, 본 발명은 대사 기능장애의 치료를 필요로 하는 대상체에게 화합물 또는 그의 제약상 허용되는 염 또는 상응하는 제약 조성물 각각을 투여하는 것을 포함하는, 대사 기능장애를 치료하는 방법에 관한 것이다.
- [0525] 한 측면에서, 본 발명은 감소된 SIRT1 발현 또는 활성으로부터 유발된 질환 또는 장애의 치료를 필요로 하는 대상체에게 화합물 또는 그의 제약상 허용되는 염 또는 상응하는 제약 조성물 각각을 투여하는 것을 포함하는, 상기 질환 또는 장애를 치료하는 방법에 관한 것이다.
- [0526] 한 측면에서, 본 발명은 감소된 SIRT1 발현 또는 활성으로부터 유발된 질환 또는 장애가 노화 또는 스트레스, 당뇨병, 대사 기능장애, 신경변성 질환, 심혈관 질환, 암 또는 염증성 질환으로부터 선택되나, 이에 제한되지는 않는 것인 방법에 관한 것이다.
- [0527] 한 측면에서, 본 발명은 노화 또는 스트레스와 관련된 질환, 당뇨병, 대사 기능장애, 신경변성 질환, 심혈관 질환, 암 또는 염증성 질환이 건선, 아토피성 피부염, 여드름, 장미증, 염증성 장 질환, 골다공증, 패혈증, 관절염, COPD, 전신 홍반성 루푸스 및 안부 염증으로부터 선택된 것인 방법에 관한 것이다.
- [0528] 한 측면에서, 본 발명은 노화 또는 스트레스와 관련된 질환, 당뇨병, 대사 기능장애, 신경변성 질환, 심혈관 질환, 암 또는 염증성 질환이 건선, 아토피성 피부염, 여드름, 장미증, 염증성 장 질환, 골다공증, 패혈증, 관절염, COPD, 전신 홍반성 루푸스 및 안부 염증으로부터 선택된 것인 방법에 관한 것이다.
- [0529] 한 측면에서, 본 발명은 건선의 치료를 필요로 하는 대상체에게 화합물 또는 그의 제약상 허용되는 염 또는 상응하는 제약 조성물 각각을 투여하는 것을 포함하는, 건선을 치료하는 방법에 관한 것이다.
- [0530] 한 측면에서, 본 발명은 인슐린 저항성, 대사 증후군, 당뇨병 또는 그의 합병증을 앓고 있거나 또는 그에 걸리기 쉬운 대상체의 치료에 사용하기 위해 또는 대상체에서 인슐린 감수성을 증가시키기 위해, 화합물 또는 그의 제약상 허용되는 염 또는 상응하는 제약 조성물 각각을 투여하는 것에 관한 것이다.
- [0531] 한 측면에서, 본 발명은 인슐린 저항성, 대사 증후군, 당뇨병 또는 그의 합병증의 치료에 사용하기 위한 또는 대상체에서 인슐린 감수성을 증가시키기 위한 의학의 제조에서의, 화합물 또는 그의 제약상 허용되는 염 또는 상응하는 제약 조성물 각각을 투여하는 것의 용도에 관한 것이다.
- [0532] 검정
- [0533] 본원에서 고려되는 또 다른 방법 또는 용도는 시르투인을 조정하는 화합물 또는 작용제를 확인하기 위한 스크리닝 방법을 포함한다. 작용제는 핵산, 예컨대 압타머일 수 있다. 검정은 세포 기반 또는 무세포 포맷으로 수행될 수 있다. 예를 들어, 검정은 시르투인을 조정하는 것으로 공지된 작용제에 의해 시르투인이 조정될 수 있는 조건 하에 시르투인을 시험 작용제와 함께 인큐베이션 (또는 접촉)하고, 시험 작용제의 부재에 비해 시험 작용제의 존재 하의 시르투인의 조정 수준을 모니터링 또는 결정하는 것을 포함할 수 있다. 시르투인의 조정 수준은 기질을 탈아세틸화시키는 것에 대한 그의 능력을 결정함으로써 결정될 수 있다. 예시적인 기질은 바이오물

(펜실베이니아주 폴리머스 미팅)에서 입수될 수 있는 아세틸화 펩티드이다. 바람직한 기질은 p53의 펩티드, 예컨대 아세틸화 K382를 포함하는 것들을 포함한다. 특히 바람직한 기질은 플루오르 드 Lys-SIRT1 (바이오몰), 즉 아세틸화 펩티드 Arg-His-Lys-Lys이다. 다른 기질은 인간 히스톤 H3 및 H4로부터의 펩티드 또는 아세틸화 아미노산이다. 기질은 형광원성일 수 있다. 시르투인은 SIRT1, Sir2, SIRT3, 또는 그의 부분일 수 있다. 예를 들어, 제조법 SIRT1은 바이오몰로부터 입수될 수 있다. 반응은 약 30분 동안 수행되고, 예를 들어 니코틴아미드를 사용하여 중지될 수 있다. HDAC 형광 활성 검정/약물 발견 키트 (AK-500, 바이오몰 리서치 래보라토리즈)가 아세틸화의 수준을 결정하는데 사용될 수 있다. 유사한 검정은 문헌 [Bitterman et al. (2002) J. Biol. Chem. 277:45099]에 기재되어 있다. 검정에서의 시르투인의 조정 수준은 양성 또는 음성 대조군으로서 기능할 수 있는 본원에 기재된 1종 이상의 (개별적으로 또는 동시에) 화합물의 존재 하의 시르투인의 조정 수준과 비교될 수 있다. 검정에 사용하기 위한 시르투인은 전장 시르투인 단백질 또는 그의 부분일 수 있다. 활성화 화합물이 SIRT1의 N-말단과 상호작용하는 것으로 보인다는 것은 본원에 제시된 바 있기 때문에, 검정에 사용하기 위한 단백질은 시르투인의 N-말단 부분, 예를 들어 SIRT1의 대략 아미노산 1-176 또는 1-255; Sir2의 대략 아미노산 1-174 또는 1-252를 포함한다.

[0534] 특정 실시양태에서, 스크리닝 검정은 (i) 시험 작용제의 부재 하에 시르투인이 기질을 탈아세틸화시키기에 적절한 조건 하에 시르투인을 시험 작용제 및 아세틸화된 기질과 접촉시키고; (ii) 기질의 아세틸화 수준을 결정하는 것을 포함하며, 여기서 시험 작용제의 부재에 비해 시험 작용제의 존재 하의 더 낮은 수준의 기질의 아세틸화는 시험 작용제가 시르투인에 의한 탈아세틸화를 자극한다는 것을 나타내는 반면에, 시험 작용제의 부재에 비해 시험 작용제의 존재 하의 더 높은 수준의 기질의 아세틸화는 시험 작용제가 시르투인에 의한 탈아세틸화를 억제한다는 것을 나타낸다.

[0535] 또 다른 실시양태에서, 스크리닝 검정은 시르투인-매개 NAD-의존성 탈아세틸화의 2'/3'-O-아세틸-ADP-리보스 산물의 형성을 검출할 수 있다. 이러한 O-아세틸-ADP-리보스 산물은 시르투인 탈아세틸화 반응의 탈아세틸화 펩티드 산물과 등물량으로 형성된다. 따라서, 스크리닝 검정은 (i) 시험 작용제의 부재 하에 시르투인이 기질을 탈아세틸화시키기에 적절한 조건 하에 시르투인을 시험 작용제 및 아세틸화된 기질과 접촉시키고; (ii) O-아세틸-ADP-리보스 형성의 양을 결정하는 것을 포함하며, 여기서 시험 작용제의 부재에 비해 시험 작용제의 존재 하의 O-아세틸-ADP-리보스 형성에서의 증가는 시험 작용제가 시르투인에 의한 탈아세틸화를 자극한다는 것을 나타내는 반면에, 시험 작용제의 부재에 비해 시험 작용제의 존재 하의 O-아세틸-ADP-리보스 형성에서의 감소는 시험 작용제가 시르투인에 의한 탈아세틸화를 억제한다는 것을 나타낸다.

[0536] 생체내 시르투인을 조정, 예를 들어 자극하는 작용제를 확인하는 방법은 (i) 시험 작용제의 부재 하에 시르투인이 기질을 탈아세틸화시키기에 적절한 조건 하에 클래스 I 및 클래스 II HDAC 억제제의 존재 하에 세포를 시험 작용제 및 세포에 진입할 수 있는 기질과 접촉시키고; (ii) 기질의 아세틸화 수준을 결정하는 것을 포함할 수 있으며, 여기서 시험 작용제의 부재에 비해 시험 작용제의 존재 하의 기질의 아세틸화의 더 낮은 수준은 시험 작용제가 시르투인에 의한 탈아세틸화를 자극한다는 것을 나타내는 반면에, 시험 작용제의 부재에 비해 시험 작용제의 존재 하의 기질의 아세틸화의 더 높은 수준은 시험 작용제가 시르투인에 의한 탈아세틸화를 억제한다는 것을 나타낸다. 바람직한 기질은 아세틸화 펩티드이며, 이는 또한 바람직하게는 본원에 추가로 기재된 바와 같이 형광원성이다. 방법은 세포를 용해시켜 기질의 아세틸화 수준을 결정하는 것을 추가로 포함할 수 있다. 기질은 약 1 μM 내지 약 10mM 범위, 바람직하게는 약 10 μM 내지 1mM, 보다 더 바람직하게는 약 100 μM 내지 1mM, 예컨대 약 200 μM의 농도로 세포에 첨가될 수 있다. 바람직한 기질은 아세틸화 리신, 예를 들어 ε-아세틸 리신 (플루오르 드 Lys, FdL) 또는 플루오르 드 Lys-SIRT1이다. 클래스 I 및 클래스 II HDAC의 바람직한 억제제는 트리코스타틴 A (TSA)이며, 이는 약 0.01 내지 100 μM 범위, 바람직하게는 약 0.1 내지 10 μM, 예컨대 1 μM의 농도로 사용될 수 있다. 세포와 시험 화합물 및 기질과의 인큐베이션은 약 10분 내지 5시간, 바람직하게는 약 1-3시간 동안 수행될 수 있다. TSA는 모든 클래스 I 및 클래스 II HDAC를 억제하고, 그 특정 기질, 예를 들어 플루오르 드 Lys는 SIRT2에 대해 불량한 기질이고 SIRT3-7에 대해서는 보다 더 불량한 기질이기 때문에, 이러한 검정은 생체내 SIRT1의 조정제를 확인하는데 사용될 수 있다.

[0537] 요법에서의 방법 또는 용도

[0538] 본 발명은 또한, 예를 들어 노화 또는 스트레스와 관련된 질환 또는 장애, 당뇨병, 비만, 신경변성 질환, 심혈관 질환, 혈액 응고 장애, 염증, 암 및/또는 홍조 뿐만 아니라 증가된 미토콘드리아 활성으로부터 이익을 얻을 질환 또는 장애를 포함하나, 이에 제한되지는 않으며, 추가로 건선, 아토피성 피부염, 여드름, 장미증, 염증성 장 질환, 골다공증, 패혈증, 관절염, COPD, 전신 홍반성 루푸스 및 안부 염증으로부터 선택되거나 또는 그를 포함할 수 있으나, 이에 제한되지는 않는 매우 다양한 질환 및 장애의 치료 및/또는 예방에 본원에 정의된 바와

같은 시르투인 조정제 화합물을 사용하는 방법 또는 그를 위한 용도에 관한 것이다.

- [0539] 또 다른 측면에서, 본 발명은 시르투인-조정 화합물, 또는 시르투인-조정 화합물을 포함하는 조성물을 사용하는 방법 또는 그를 위한 용도를 제공한다. 특정 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은, 예를 들어 세포의 수명을 증가시키며, 예를 들어 노화 또는 스트레스와 관련된 질환 또는 장애, 당뇨병, 비만, 신경변성 질환, 화학요법-유발 신경병증, 허혈성 사건과 연관된 신경병증, 안구 질환 및/또는 장애, 심혈관 질환, 혈액 응고 장애, 염증 및/또는 홍조 등을 포함한 매우 다양한 질환 및 장애를 치료 및/또는 예방하는 것을 포함한 다양한 치료 용도에 사용될 수 있다. 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 증가시키는 시르투인-조정 화합물은 또한 대상체에서 증가된 미토콘드리아 활성으로부터 이익을 얻을 질환 또는 장애를 치료하거나, 근육 수행능을 증진시키거나, 근육 ATP 수준을 증가시키거나, 또는 저산소증 또는 허혈과 연관된 근육 조직 손상을 치료 또는 예방하는데 사용될 수 있다. 다른 실시양태에서, 시르투인 단백질의 수준 및/또는 활성을 감소시키는 시르투인-조정 화합물은, 예를 들어 스트레스에 대한 세포 감수성의 증가, 아포토시스의 증가, 암의 치료, 식욕의 자극 및/또는 체중 증가의 자극 등을 포함한 다양한 치료 용도에 사용될 수 있다. 하기에 추가로 기재된 바와 같이, 본 발명의 방법 또는 용도는 그를 필요로 하는 대상체에게 제약 유효량의 시르투인-조정 화합물을 투여하는 것을 포함한다.
- [0540] 특정 측면에서, 시르투인-조정 화합물은 단독으로 투여되거나 또는 다른 시르투인-조정 화합물을 포함한 다른 화합물, 또는 다른 치료제와 조합되어 투여될 수 있다.
- [0541] 또 다른 측면에서, 본 발명은 세포를 본 발명의 화학식 I 내지 V의 화합물, 그의 상응하는 유사체 또는 유도체 (즉, R_2 위치에서 수소 치환을 갖는 것) 또는 그의 제약상 허용되는 염과 접촉시키는 단계를 포함하는, 세포에서 시르투인-1 활성을 증가시키는 방법에 관한 것이다.
- [0542] 또 다른 측면에서, 본 발명은 세포를 본원에 정의된 바와 같은 본 발명의 제약 조성물과 접촉시키는 단계를 포함하는, 세포에서 시르투인-1 활성을 증가시키는 방법에 관한 것이다.
- [0543] 또 다른 측면에서, 본 발명은 인슐린 저항성, 대사 증후군, 당뇨병 또는 그의 합병증의 치료 또는 인슐린 감수성의 증가를 필요로 하는 대상체에게 본 발명의 화학식 I 내지 V의 화합물, 그의 상응하는 유사체 또는 유도체 (즉, R_2 위치에서 수소 치환을 갖는 것)를 투여하는 것을 포함하는, 인슐린 저항성, 대사 증후군, 당뇨병 또는 그의 합병증을 치료하거나 또는 인슐린 감수성을 증가시키는 방법에 관한 것이다.
- [0544] 또 다른 측면에서, 본 발명은 인슐린 저항성, 대사 증후군, 당뇨병 또는 그의 합병증의 치료 또는 인슐린 감수성의 증가를 필요로 하는 대상체에게 본 발명의 제약 조성물을 투여하는 것을 포함하는, 인슐린 저항성, 대사 증후군, 당뇨병 또는 그의 합병증을 앓고 있거나 또는 그에 걸리기 쉬운 대상체를 치료하거나 또는 대상체에서 인슐린 감수성을 증가시키는 방법에 관한 것이다.
- [0545] 또 다른 측면에서, 본 발명은 인슐린 저항성, 대사 증후군, 당뇨병 또는 그의 합병증의 치료 또는 인슐린 감수성의 증가를 필요로 하는 대상체에게 본 발명의 제약 조성물을 투여하는 것을 포함하는, 인슐린 저항성, 대사 증후군, 당뇨병 또는 그의 합병증을 치료하거나 또는 인슐린 감수성을 증가시키는 방법에 관한 것이다.
- [0546] 또 다른 측면에서, 본 발명은 세포를 화학식 I 내지 V의 화합물, 그의 상응하는 유사체 또는 유도체 (즉, R_2 위치에서 수소 치환을 갖는 것) 또는 그의 제약상 허용되는 염과 접촉시키는 단계를 포함하는, 세포에서 시르투인-1 활성을 증가시키는 방법에 관한 것이다.
- [0547] 또 다른 측면에서, 본 발명은 세포를 본 발명의 제약 조성물과 접촉시키는 단계를 포함하는, 세포에서 시르투인-1 활성을 증가시키는 방법에 관한 것이다.
- [0548] 또 다른 측면에서, 본 발명은 대사 기능장애의 치료를 필요로 하는 대상체에게 화학식 I 내지 V의 화합물, 그의 상응하는 유사체 또는 유도체 (즉, R_2 위치에서 수소 치환을 갖는 것) 또는 그의 제약상 허용되는 염을 투여하는 것을 포함하는, 대사 기능장애를 치료하는 방법에 관한 것이다.
- [0549] 또 다른 측면에서, 본 발명은 대사 기능장애의 치료를 필요로 하는 대상체에게 본 발명의 제약 조성물을 투여하는 것을 포함하는, 대사 기능장애를 치료하는 방법에 관한 것이다.
- [0550] 또 다른 측면에서, 본 발명은 감소된 SIRT1 발현 또는 활성으로부터 유발된 질환 또는 장애의 치료를 필요로 하는 대상체에게 화학식 I 내지 V의 화합물, 그의 상응하는 유사체 또는 유도체 (즉, R_2 위치에서 수소 치환을 갖

는 것) 또는 그의 제약상 허용되는 염을 투여하는 것을 포함하는, 상기 질환 또는 장애를 치료하는 방법에 관한 것이다.

- [0551] 또 다른 측면에서, 본 발명은 감소된 SIRT1 발현 또는 활성으로부터 유발된 질환 또는 장애가 노화 또는 스트레스, 당뇨병, 대사 기능장애, 신경변성 질환, 심혈관 질환, 암 또는 염증성 질환으로부터 선택되나, 이에 제한되지는 않는 것인 방법에 관한 것이다.
- [0552] 또 다른 측면에서, 본 발명은 노화 또는 스트레스와 관련된 질환, 당뇨병, 대사 기능장애, 신경변성 질환, 심혈관 질환, 암 또는 염증성 질환이 건선, 아토피성 피부염, 여드름, 장미증, 염증성 장 질환, 골다공증, 패혈증, 관절염, COPD, 전신 홍반성 루푸스 및 안부 염증으로부터 선택된 것인 방법에 관한 것이다.
- [0553] 또 다른 측면에서, 본 발명은 건선의 치료를 필요로 하는 대상체에게 화학식 I 내지 V의 화합물, 그의 상응하는 유사체 또는 유도체 (즉, R_2 위치에서 수소 치환을 갖는 것) 또는 그의 제약상 허용되는 염을 투여하는 것을 포함하는, 건선을 치료하는 방법에 관한 것이다.
- [0554] 또 다른 측면에서, 본 발명은 건선의 치료를 필요로 하는 대상체에게 본 발명의 제약 조성물을 투여하는 것을 포함하는, 건선을 치료하는 방법에 관한 것이다.
- [0555] 제약 조성물 및 제제
- [0556] 일반적으로, 본 발명은 화학식 I 내지 V의 치환된 가교된 우레아 유사체 화합물, 그의 상응하는 유사체 또는 유도체 (즉, R_2 위치에서 수소 치환을 갖는 것) 또는 그의 제약상 허용되는 염, 상응하는 제약 조성물, 제조 방법, 및 세포의 수명을 증가시키며, 예를 들어 노화 또는 스트레스와 관련된 질환 또는 장애, 당뇨병, 비만, 신경변성 질환, 심혈관 질환, 혈액 응고 장애, 염증, 암 및/또는 홍조 뿐만 아니라 증가된 미토콘드리아 활성으로부터 이익을 얻을 질환 또는 장애를 포함하나, 이에 제한되지는 않는 매우 다양한 질환 및 장애를 치료 및/또는 예방하기에 유용한 시르투인 조정제로서의, 단독으로의 또는 다른 치료제와 조합된 이러한 화합물의 용도에 관한 것이다.
- [0557] 특히, 본 발명은 화학식 I 내지 V의 신규 화합물, 그의 상응하는 유사체 또는 유도체 (즉, R_2 위치에서 수소 치환을 갖는 것) 또는 그의 제약상 허용되는 염 및 화학식 I 내지 V의 화합물을 포함하는 제약 조성물 각각에 관한 것이다.
- [0558] 또 다른 측면에서, 본 발명은 제약상 허용되는 담체 또는 희석제, 및 화학식 I 내지 V의 화합물, 그의 상응하는 유사체 또는 유도체 (즉, R_2 위치에서 수소 치환을 갖는 것) 또는 그의 제약상 허용되는 염을 포함하는 제약 조성물에 관한 것이다.
- [0559] 또 다른 측면에서, 본 발명은 추가의 활성제를 추가로 포함하는, 본 발명의 제약 조성물에 관한 것이다.
- [0560] 또 다른 측면에서, 본 발명은 화학식 I 내지 V의 화합물, 그의 상응하는 유사체 또는 유도체 (즉, R_2 위치에서 수소 치환을 갖는 것) 또는 그의 제약상 허용되는 염, 및 적어도 1종의 제약상 허용되는 담체를 포함하는 제약 조성물에 관한 것이다.
- [0561] 본원에 기재된 화합물은 1종 이상의 생리학상 또는 제약상 허용되는 담체 또는 부형제를 사용하여 통상적인 방식으로 제제화될 수 있다. 예를 들어, 화합물 및 그의 제약상 허용되는 염 및 용매화물은, 예를 들어 주사 (예를 들어, SubQ, IM, IP), 흡입 또는 취입 (구강 또는 코를 포함)에 의한 투여, 또는 경구, 협측, 설하, 경피, 비강, 비경구 또는 직장 투여를 위해 제제화될 수 있다. 특정 실시양태에서, 화합물은 표적 세포가 존재하는 부위, 즉 특정한 조직, 기관 또는 체액 (예를 들어, 혈액, 뇌척수액 등)에 국부로 투여될 수 있다.
- [0562] 화합물은 전신 및 국소 또는 국부 투여를 포함한 다양한 투여 방식을 위해 제제화될 수 있다. 기술 및 제제는 일반적으로 문헌 [Remington's Pharmaceutical Sciences, Meade Publishing Co., Easton, PA]에서 찾아볼 수 있다. 비경구 투여를 위해, 근육내, 정맥내, 복강내 및 피하를 포함한 주사가 바람직하다. 주사를 위해, 화합물은 바람직하게는 생리학상 상용성인 완충제 예컨대 헵크 용액 또는 링거액 중 액체 용액으로 제제화될 수 있다. 추가로, 화합물은 고체 형태로 제제화되고, 사용 직전에 재용해 또는 현탁될 수 있다. 동결건조 형태가 또한 포함된다.
- [0563] 경구 투여를 위해, 제약 조성물은, 예를 들어 제약상 허용되는 부형제 예컨대 결합제 (예를 들어, 예비젤라틴화 옥수수 전분, 폴리비닐피롤리돈 또는 히드록시프로필 메틸셀룰로스); 충전제 (예를 들어, 락토스, 미세결정질

셀룰로스 또는 인산수소칼슘); 윤활제 (예를 들어, 스테아르산마그네슘, 활석 또는 실리카); 봉해제 (예를 들어, 감자 전분 또는 소듐 스타치 글리콜레이트); 또는 습윤제 (예를 들어, 소듐 라우릴 술페이트)를 사용하여 통상적인 수단에 의해 제조된 정제, 로젠지 또는 캡슐의 형태를 취할 수 있다. 정제는 관련 기술분야에 널리 공지된 방법에 의해 코팅될 수 있다. 경구 투여를 위한 액체 제제는, 예를 들어 용액, 시럽 또는 현탁액의 형태를 취할 수 있거나, 또는 이들은 사용 전에 물 또는 다른 적합한 비히클로 구성하기 위한 건조 생성물로서 제시될 수 있다. 이러한 액체 제제는 제약상 허용되는 첨가제 예컨대 현탁화제 (예를 들어, 소르비톨 시럽, 셀룰로스 유도체 또는 수소화 식물 지방); 유화제 (예를 들어, 레시틴 또는 아카시아); 비-수성 비히클 (예를 들어, 아몬드 오일, 유성 에스테르, 에틸 알콜 또는 분별 식물성 오일); 및 보존제 (예를 들어, 메틸 또는 프로필-p-히드록시벤조에이트 또는 소르브산)를 사용하여 통상적인 수단에 의해 제조될 수 있다. 제제는 적절한 경우에 완충 염, 향미제, 착색제 및 감미제를 또한 함유할 수 있다. 경구 투여를 위한 제제는 활성 화합물의 제어 방출을 제공하도록 적합하게 제제화될 수 있다.

[0564] 흡입 (예를 들어, 폐 전달)에 의한 투여를 위해, 화합물은 적합한 추진제, 예를 들어 디클로로디플루오로메탄, 트리클로로플루오로메탄, 디클로로테트라플루오로에탄, 이산화탄소 또는 다른 적합한 기체의 사용과 함께, 가압 팩 또는 네블라이저로부터의 에어로졸 스프레이 제공물의 형태로 편리하게 전달될 수 있다. 가압 에어로졸의 경우에, 투여 단위는 계량된 양을 전달하기 위해 밸브를 제공함으로써 결정될 수 있다. 흡입기 또는 취입기에 사용하기 위한, 예를 들어 젤라틴의 캡슐 및 카트리지는 화합물의 분말 믹스 및 적합한 분말 베이스 예컨대 락토스 또는 전분을 함유하도록 제제화될 수 있다.

[0565] 화합물은 주사, 예를 들어 볼루스 주사 또는 연속 주입에 의한 비경구 투여를 위해 제제화될 수 있다. 주사를 위한 제제는, 예를 들어 첨가된 보존제와 함께, 앰플 또는 다중-용량 용기 내에 단위 투여 형태로 제시될 수 있다. 조성물은 유성 또는 수성 비히클 중 현탁액, 용액 또는 에멀전과 같은 형태를 취할 수 있으며, 제제화제 예컨대 현탁화제, 안정화제 및/또는 분산제를 함유할 수 있다. 대안적으로, 활성 성분은 사용 전에 적합한 비히클, 예를 들어 멸균 발열원-무함유 물로 구성하기 위한 분말 형태일 수 있다.

[0566] 화합물은 또한, 예를 들어 통상적인 좌제 베이스 예컨대 코코아 버터 또는 다른 글리세리드를 함유하는 직장 조성물 예컨대 좌제 또는 정제 관장제로 제제화될 수 있다.

[0567] 상기 기재된 제제 이외에도, 화합물은 또한 데포 제제로서 제제화될 수 있다. 이러한 장기 작용 제제는 이식에 의해 (예를 들어, 피하로 또는 근육내로), 또는 근육내 주사에 의해 투여될 수 있다. 따라서, 예를 들어 화합물은 적합한 중합체 또는 소수성 물질 (예를 들어, 허용되는 오일 중 에멀전으로서) 또는 이온 교환 수지를 사용하여, 또는 난용성 유도체, 예를 들어 난용성 염으로서 제제화될 수 있다. 제어 방출 제제는 패치를 또한 포함한다.

[0568] 특정 실시양태에서, 본원에 기재된 화합물은 중추 신경계 (CNS)로의 전달을 위해 제제화될 수 있다 (문헌 [Begley, Pharmacology & Therapeutics 104: 29-45 (2004)]에서 검토됨). CNS로의 약물 전달을 위한 통상적인 접근법은 하기를 포함한다: 신경외과적 전략 (예를 들어, 뇌내 주사 또는 뇌실내 주입); BBB의 내인성 수송 경로 중 1개를 이용하기 위한 시도에서의 작용제의 분자 조작 (예를 들어, 내피 세포 표면 분자에 대한 친화도를 갖는 수송 펩티드를, 그 자체로는 BBB를 횡단할 수 없는 작용제와 조합하여 포함하는 키메라 융합 단백질의 생산); 작용제의 지질 용해도를 증가시키도록 설계된 약리학적 전략 (예를 들어, 지질 또는 콜레스테롤 담체에 대한 수용성 작용제의 접합); 및 고삼투압 파괴에 의한 BBB의 완전성의 일시적 파괴 (경동맥으로의 만니톨 용액의 주입, 또는 생물학적 활성제 예컨대 안지오텐신 펩티드의 사용으로부터 유발됨).

[0569] 리포솜은 용이하게 주사가 가능한 추가의 약물 전달 시스템이다. 따라서, 본 발명의 방법에서, 활성 화합물은 또한 리포솜 전달 시스템의 형태로 투여될 수 있다. 리포솜은 관련 기술분야의 통상의 기술자에 의해 널리 공지되어 있다. 리포솜은 다양한 인지질, 예컨대 콜레스테롤, 포스파티딜콜린의 스테아릴아민으로부터 형성될 수 있다. 본 발명의 방법에 사용가능한 리포솜은 소형 단층 소포, 대형 단층 소포 및 다층 소포를 포함하나, 이에 제한되지는 않는 모든 유형의 리포솜을 포괄한다.

[0570] 본원에 기재된 화합물의 제제, 특히 용액을 제조하기 위한 또 다른 방식은 시클로텍스트린의 사용을 통한 것이다. 시클로텍스트린은 α -, β -, 또는 γ -시클로텍스트린을 의미한다. 시클로텍스트린은 피타 등의 미국 특허 번호 4,727,064에 상세하게 기재되어 있다. 시클로텍스트린은 글루코스의 시클릭 올리고머이며; 이들 화합물은 분자가 시클로텍스트린 분자의 친지성기-추구 캐비티 내로 피팅될 수 있는 임의의 약물과의 포접 복합체를 형성한다.

- [0571] 급속 봉해 또는 용해 투여 형태는 제약 활성제의 급속 흡수, 특히 협측 및 설하 흡수에 유용하다. 신속 용융 투여 형태는 전형적인 고체 투여 형태, 예컨대 캡슐 및 정제를 삼키기에 어려움이 있는 환자, 예컨대 노령 및 소아과 환자에게 유익하다. 추가로, 신속 용융 투여 형태는 예를 들어 저작성 투여 형태와 연관된 결점을 회피하며, 여기서 활성제가 환자의 구강에 남아있는 시간의 길이는 미각 차폐의 양, 및 환자가 활성제의 인후 걸림 느낌을 거부할 수 있는 정도를 결정함에 있어서 중요한 역할을 한다.
- [0572] 제약 조성물 (화장품 제제 포함)은 중량 기준으로 약 0.00001 내지 100% 예컨대 0.001 내지 10% 또는 0.1% 내지 5%의 본원에 기재된 1종 이상의 화합물을 포함할 수 있다. 다른 실시양태에서, 제약 조성물은 하기를 포함한다: (i) 0.05 내지 1000 mg의 본 발명의 화합물 또는 그의 제약상 허용되는 염, 및 (ii) 0.1 내지 2 그램의 1종 이상의 제약상 허용되는 부형제.
- [0573] 일부 실시양태에서, 본원에 기재된 화합물은 국소 약물 투여에 일반적으로 적합한 국소 담체를 함유하고 관련 기술분야에 공지된 임의의 이러한 물질을 포함하는 국소 제제에 혼입된다. 국소 담체는 조성물을 원하는 형태로, 예를 들어 연고, 로션, 크림, 마이크로에멀전, 겔, 오일, 용액 등으로서 제공하도록 선택될 수 있으며, 자연 발생 또는 합성 기원의 물질로 구성될 수 있다. 선택된 담체는 활성제 또는 국소 제제의 다른 성분에 부정적인 영향을 미치지 않는 것이 바람직하다. 본원에 사용하기에 적합한 국소 담체의 예는 물, 알콜 및 다른 비독성 유기 용매, 글리세린, 미네랄 오일, 실리콘, 석유 젤리, 라놀린, 지방산, 식물성 오일, 파라벤, 왁스 등을 포함한다.
- [0574] 제제는 무색, 무취 연고, 로션, 크림, 마이크로에멀전 및 겔일 수 있다.
- [0575] 화합물은, 전형적으로 페트롤라툼 또는 다른 석유 유도체를 기재로 하는 일반적으로 반고체 제제인 연고에 혼입될 수 있다. 관련 기술분야의 통상의 기술자에 의해 인지될 바와 같이, 사용되는 특정한 연고 베이스는 최적의 약물 전달을 제공할 것이고, 바람직하게는 다른 바람직한 특징, 예를 들어 연화성 등을 또한 제공할 것들이다. 다른 담체 또는 비히클과 같이, 연고 베이스는 불활성이고 안정하고 비자극성 및 비감작성이어야 한다.
- [0576] 화합물은, 일반적으로 마찰 없이 피부 표면에 적용되는 제제이며 전형적으로 활성제를 포함한 고체 입자가 물 또는 알콜 베이스 중에 존재하는 액체 또는 반액체 제제인 로션에 혼입될 수 있다. 로션은 통상적으로 고체의 현탁액이며, 수중유 형태의 액체 유성 에멀전을 포함할 수 있다.
- [0577] 화합물은, 일반적으로 수중유 또는 유중수의 점성 액체 또는 반고체 에멀전인 크림에 혼입될 수 있다. 크림 베이스는 물-세척가능하며, 오일 상, 유화제 및 수성 상을 함유한다. 오일 상은 일반적으로 페트롤라툼 및 지방 알콜 예컨대 세틸 또는 스테아릴 알콜로 구성되고; 수성 상은 만드시는 아니지만 통상적으로 부피에 있어서 오일 상을 초과하고, 일반적으로 합습제를 함유한다. 크림 제제 중 유화제는 상기 문헌 [Remington's]에 설명된 바와 같이, 일반적으로 비이온성, 음이온성, 양이온성 또는 양쪽성 계면활성제이다.
- [0578] 화합물은, 일반적으로 계면활성제 분자의 경계면 필름에 의해 안정화된 2종의 불혼화성 액체, 예컨대 오일 및 물의 열역학적으로 안정하고 등방성으로 투명한 분산액인 마이크로에멀전에 혼입될 수 있다 (Encyclopedia of Pharmaceutical Technology (New York: Marcel Dekker, 1992), volume 9).
- [0579] 화합물은, 일반적으로 소형 무기 입자로 구성된 현탁액 (2-상 시스템) 또는 담체 액체 전반에 걸쳐 실질적으로 균일하게 분포된 대형 유기 분자 (단일 상 겔)로 이루어진 반고체 시스템인 겔 제제에 혼입될 수 있다. 겔은 통상적으로 수성의 담체 액체를 사용하지만, 알콜 및 오일이 또한 담체 액체로서 사용될 수 있다.
- [0580] 다른 활성제, 예를 들어 다른 항염증제, 진통제, 항미생물제, 항진균제, 항생제, 비타민, 항산화제, 및 안트라닐레이트, 벤조페논 (특히 벤조페논-3), 캄포르 유도체, 신나메이트 (예를 들어, 옥틸 메톡시신나메이트), 디벤조일 메탄 (예를 들어, 부틸 메톡시디벤조일 메탄), p-아미노벤조산 (PABA) 및 그의 유도체, 및 살리실레이트 (예를 들어, 옥틸 살리실레이트)를 포함하나, 이에 제한되지는 않는 선스크린 제제에서 흔히 발견되는 선블록제가 또한 제제에 포함될 수 있다.
- [0581] 특정 국소 제제에서, 활성제는 제제의 대략 0.25 wt.% 내지 75 wt.% 범위, 바람직하게는 제제의 대략 0.25 wt.% 내지 30 wt.% 범위, 보다 바람직하게는 제제의 대략 0.5 wt.% 내지 15 wt.% 범위, 가장 바람직하게는 제제의 대략 1.0 wt.% 내지 10 wt.% 범위의 양으로 존재한다.
- [0582] 눈의 상태는, 예를 들어 화합물의 전신, 국소, 안내 주사에 의해, 또는 화합물을 방출하는 지속 방출 디바이스의 삽입에 의해 치료 또는 예방될 수 있다. 화합물이 예를 들어 전방, 후방, 유리체, 방수, 유리체액, 각막, 홍채/섬모체, 수정체, 맥락막/망막 및 공막과 같은 눈의 각막 및 내부 영역을 관통하는 것을 가능하게 하기

충분한 시간 동안 화합물이 눈 표면과 접촉하여 유지되도록, 화합물은 제약상 허용되는 안과용 비히클 중에 전달될 수 있다. 제약상 허용되는 안과용 비히클은, 예를 들어 연고, 식물성 오일 또는 캡슐화 물질일 수 있다. 대안적으로, 본 발명의 화합물은 유리체액 및 방수에 직접 주사될 수 있다. 추가의 대안에서, 화합물은 눈의 치료를 위해 전신으로, 예컨대 정맥내 주입 또는 주사에 의해 투여될 수 있다.

[0583] 본원에 기재된 화합물은 무산소 환경 하에 저장될 수 있다. 예를 들어, 조성물은 경구 투여를 위한 기밀 캡슐, 예컨대 화이자, 인크.(Pfizer, Inc.)로부터의 캡슐 내에 제조될 수 있다.

[0584] 예를 들어 본원에 기재된 바와 같은 화합물로 생체의 처리된 세포는 대상체에게 이식편을 투여하는 방법 또는 그를 위한 용도에 따라 투여될 수 있으며, 이에에는 예를 들어 면역억제 약물, 예를 들어 시클로스포린 A의 투여가 동반될 수 있다. 의약 제제에서의 일반적인 원리에 대해서는, 문헌 [Cell Therapy: Stem Cell Transplantation, Gene Therapy, and Cellular Immunotherapy, by G. Morstyn & W. Sheridan eds, Cambridge University Press, 1996; 및 Hematopoietic Stem Cell Therapy, E. D. Ball, J. Lister & P. Law, Churchill Livingstone, 2000]을 참조한다.

[0585] 화합물의 독성 및 치료 효능은 세포 배양 또는 실험 동물에서의 표준 제약 절차에 의해 결정될 수 있다. LD₅₀은 집단의 50%에 대해 치명적인 용량이다. ED₅₀은 집단의 50%에서 치료상 유효한 용량이다. 독성과 치료 효과 사이의 용량 비 (LD₅₀/ED₅₀)는 치료 지수이다. 큰 치료 지수를 나타내는 화합물이 바람직하다. 독성 부작용을 나타내는 화합물이 사용될 수 있지만, 비감염된 세포에 대한 잠재적 손상을 최소화시키고, 그에 의해 부작용을 감소시키기 위해, 이러한 화합물을 이환 조직의 부위에 표적화하는 전달 시스템을 설계하는 것에 주의를 기울여야 한다.

[0586] 세포 배양 검정 및 동물 연구로부터 수득되는 데이터는 인간에 사용하기 위한 투여량 범위를 제제화하는데 사용될 수 있다. 이러한 화합물의 투여량은 독성이 거의 또는 전혀 없으면서 ED₅₀을 포함하는 순환 농도 범위 내일 수 있다. 투여량은 사용되는 투여 형태 및 이용되는 투여 경로에 따라 이러한 범위 내에서 달라질 수 있다. 임의의 화합물에 대해, 치료 유효 용량은 초기에 세포 배양 검정으로부터 추정될 수 있다. 용량은 세포 배양으로 결정 시에 IC₅₀ (즉, 증상의 반수-최대 억제를 달성하는 시험 화합물의 농도)을 포함하는 순환 혈장 농도 범위를 달성하도록 동물 모델에서 제제화될 수 있다. 이러한 정보는 인간에서의 유용한 용량을 더 정확하게 결정하는데 사용될 수 있다. 혈장 중 수준은, 예를 들어 고성능 액체 크로마토그래피에 의해 측정될 수 있다.

[0587] 키트

[0588] 키트, 예를 들어 치료 목적을 위한 키트, 또는 세포의 수명을 조정하거나 또는 아포토시스를 조정하기 위한 키트가 또한 본원에 제공된다. 키트는 본원에 기재된 바와 같은 1종 이상의 화합물을, 예를 들어 사전측정된 용량으로 포함할 수 있다. 키트는 세포를 화합물과 접촉시키기 위한 디바이스 및 사용 지침서를 임의로 포함할 수 있다. 디바이스는 화합물을 대상체 (예를 들어, 대상체의 혈관)에 도입하거나 또는 대상체의 피부에 적용하기 위한 시린지, 스텐트 및 다른 디바이스를 포함한다.

[0589] 또 다른 실시양태에서, 본 발명은 개별 투여 형태이지만 서로 연관된 본 발명의 화합물 및 또 다른 치료제 (조합 요법 및 조합 조성물에 사용되는 동일한 것들)를 포함하는 물질의 조성물을 제공한다. 본원에 사용된 용어 "서로 연관된"은 개별 투여 형태를 동일한 요법의 일부로서 판매 및 투여되도록 의도한 것이 용이하게 명백하도록, 개별 투여 형태가 함께 포장되거나 또는 달리 서로 부착되어 있는 것을 의미한다. 화합물 및 다른 작용제는 바람직하게는 블리스터 팩 또는 다른 다중-챔버 패키지 내에, 또는 사용자에 의해 (예를 들어, 2개의 용기 사이의 절개선 위를 찢음으로써) 분리될 수 있는 연결된 개별 밀봉 용기 (예컨대 호일 파우치 등)로서 함께 포장된다.

[0590] 또 다른 실시양태에서, 본 발명은 개별 용기 내에 a) 본 발명의 화합물; 및 b) 또 다른 치료제 예컨대 본 명세서의 다른 곳에 기재된 것들을 포함하는 키트를 제공한다.

[0591] 본 발명의 방법의 실시는 달리 나타내지 않는 한, 관련 기술분야의 기술 내인 세포 생물학, 세포 배양, 분자 생물학, 트랜스제닉 생물학, 미생물학, 재조합 DNA 및 면역학의 통상적인 기술을 사용할 것이다. 이러한 기술은 문헌에 완전히 설명되어 있다. 예를 들어, 문헌 [Molecular Cloning A Laboratory Manual, 2nd Ed., ed. by Sambrook, Fritsch and Maniatis (Cold Spring Harbor Laboratory Press: 1989); DNA Cloning, Volumes I and II (D. N. Glover ed., 1985); Oligonucleotide Synthesis (M. J. Gait ed., 1984); Mullis et al. U.S.

Patent No: 4,683,195; Nucleic Acid Hybridization (B. D. Hames & S. J. Higgins eds. 1984); Transcription And Translation (B. D. Hames & S. J. Higgins eds. 1984); Culture Of Animal Cells (R. I. Freshney, Alan R. Liss, Inc., 1987); Immobilized Cells And Enzymes (IRL Press, 1986); B. Perbal, A Practical Guide To Molecular Cloning (1984); the treatise, Methods In Enzymology (Academic Press, Inc., N.Y.); Gene Transfer Vectors For Mammalian Cells (J. H. Miller and M. P. Calos eds., 1987, Cold Spring Harbor Laboratory); Methods In Enzymology, Vols. 154 and 155 (Wu et al. eds.), Immunochemical Methods In Cell And Molecular Biology (Mayer and Walker, eds., Academic Press, London, 1987); Handbook Of Experimental Immunology, Volumes I-IV (D. M. Weir and C. C. Blackwell, eds., 1986); Manipulating the Mouse Embryo, (Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, N.Y., 1986)]을 참조한다.

- [0592] 하기 제시된 실시예는 본 발명의 예시이며, 어떠한 방식으로든 본 발명의 범주를 제한하도록 의도된 것은 아니다.
- [0593] 실시예
- [0594] 하기 실시예는 본 발명을 예시한다. 이들 실시예는 본 발명의 범주를 제한하도록 의도된 것은 아니며, 오히려 통상의 기술자에게 본 발명의 화합물, 조성물, 방법 및 용도를 제조 및 사용하는 것에 대한 지침을 제공하도록 의도된 것이다.
- [0595] 본 발명의 특정한 실시양태가 기재되어 있지만, 통상의 기술자는 본 발명의 취지 및 범주로부터 벗어나지 않으면서 다양한 변화 및 변형이 이루어질 수 있다는 것을 인지할 것이다.
- [0596] 본원에 사용된 바와 같이, 이들 과정, 반응식 및 실시예에 사용된 기호 및 규정은 현대 과학 문헌, 예를 들어 문헌 [Journal of the American Chemical Society 또는 Journal of Biological Chemistry]에 사용된 것들과 일치한다. 달리 나타내지 않는 한, 표준 단일-문자 또는 3-문자 약어가 일반적으로 L-배위인 것으로 추정되는 아미노산 잔기를 지정하는데 사용된다. 달리 나타내지 않는 한, 모든 출발 물질은 상업적 공급업체로부터 입수하고, 추가 정제 없이 사용하였다.
- [0597] 에테르에 대한 모든 언급은 디에틸 에테르에 대한 것이고; 염수는 NaCl의 포화 수용액을 지칭한다. 달리 나타내지 않는 한, 모든 온도는 °C (섭씨 온도)로 표현된다. 모든 반응은 달리 나타내지 않는 한, 불활성 분위기 하에 실온에서 수행되고, 모든 용매는 달리 나타내지 않는 한, 가장 높은 입수가 가능한 순도이다.
- [0598] 사용된 기기
- [0599] LCMS와 PDA:
- [0600] 워터스 얼라이언스2695-2996/퀴트로마이크로
- [0601] 애질런트-1200/SQD
- [0602] 정제용 LC와 UV 검출기 (정제용 HPLC):
- [0603] 워터스-2545/2998 PDA 및 2487 UV
- [0604] 시마즈 -LC-20AP/20AV-UV
- [0605] 길슨-333,334/115-UV
- [0606] 키랄 HPLC:
- [0607] 워터스 얼라이언스-2695/2998 & 2996
- [0608] SFC 정제 시스템:
- [0609] 타르 - SFC-80
- [0610] 워터스 SFC - 200
- [0611] NMR (400 MHz):
- [0612] 배리안-400 MHz
- [0613] ¹H NMR 도표화는 2014 ACD 랩스 소프트웨어로 작성하였다.

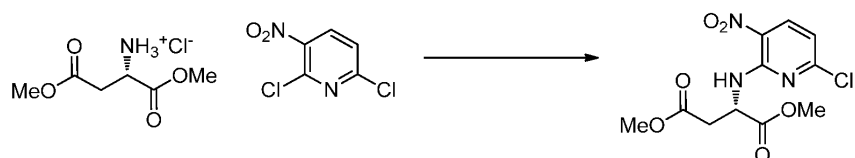
- [0614] ^1H NMR (이하 또한 "NMR") 스펙트럼을 배리안-400 MHz 분광계 상에서 기록하였다. 화학적 이동은 백만분율 (ppm, δ 단위)로 표현된다. 커플링 상수는 헤르츠 (Hz) 단위이다. 분할 패턴은 겹보기 다중도를 기재하고, s (단일선), d (이중선), t (삼중선), q (사중선), quint (오중선), m (다중선), br (넓음)로서 나타내어진다.
- [0615] 사용된 LCMS 방법
- [0616] 획득 방법 조건: RND-ABC-6-분
- [0617] 칼럼: 엑스브리지 BEH C18 (50mmx4.6mm, 2.5 μm)
- [0618] 이동상: A: 물 중 5mM 중탄산암모늄 (PH-10, 암모니아 함유): ACN
- [0619] 시간 (분) /%ACN: 0/5, 0.5/5, 1/15, 3.3/98, 5.2/98, 5.5/5, 6.0/5
- [0620] 칼럼 온도: 35°C, 유량: 1.3 ml/분
- [0621] MS 파라미터:
- [0622] 질량 범위: 100-1000
- [0623] 스캔 시간: 0.5초
- [0624] 스캔간 지연: 0.1초
- [0625] 실행 시간: 6.0분
- [0626] 획득 방법 조건: RND-FA-4.5-분
- [0627] 칼럼: 액퀴티 BEH C18 (50mmx2.1mm, 1.7 μm)
- [0628] 이동상: A: 물 중 0.1% FA; B: ACN 중 0.1% FA
- [0629] 시간 (분) /%B: 0/3, 0.4/3, 3.2/98, 3.8/98, 4.2/3, 4.5/3
- [0630] 칼럼 온도: 35°C, 유량: 0.6mL/분
- [0631] MS 파라미터:
- [0632] 질량 범위: 100-1000
- [0633] 스캔 시간: 0.5초
- [0634] 스캔간 지연: 0.1초
- [0635] 실행 시간: 4.5분
- [0636] 획득 방법 조건: RND-FA-4.5-분
- [0637] 칼럼: 액퀴티 BEH C18 (50mmx2.1mm, 1.7 μm)
- [0638] 이동상: A: 물 중 0.1% FA; B: ACN 중 0.1% FA
- [0639] 시간 (분) /%B: 0/3, 0.4/3, 3.2/98, 3.8/98, 4.2/3, 4.5/3
- [0640] 칼럼 온도: 35°C, 유량: 0.6mL/분
- [0641] MS 파라미터:
- [0642] 질량 범위: 100-1000
- [0643] 프래그멘터: 100
- [0644] 스텝 크기: 0.1
- [0645] 실행 시간: 4.5분
- [0646] 획득 방법 조건: RND-ABC-6.5-분
- [0647] 칼럼: 엑스브리지 BEH C18 (50mmx4.6mm, 2.5 μm)

- [0648] 물 중 이동상: A: 5mM 중탄산암모늄 (PH-10, 암모니아 함유): ACN
- [0649] 시간 (분) /%ACN: 0/5, 0.5/5, 1/15, 3.3/98, 6.0/98, 6.1/5, 6.5/5
- [0650] 칼럼 온도: 35℃, 유량: 1.3 ml/분
- [0651] MS 파라미터:
- [0652] 질량 범위: 100-1000
- [0653] 프래그멘터: 100
- [0654] 스텝 크기: 0.1
- [0655] 실행 시간: 6.5분
- [0656] 획득 방법 조건: RND-ABC-10-분

- [0657] 칼럼: 엑스브리지 BEH C18 (50mmx4.6mm, 2.5 μm)
- [0658] 물 중 이동상: A: 5mM 중탄산암모늄 (PH-10, 암모니아 포함): ACN
- [0659] 시간 (분) /%ACN: 0/5, 0.5/5, 1.5/15, 7/98, 9.0/98, 9.5/5, 10/5
- [0660] 칼럼 온도: 35℃, 유량: 1.3 ml/분

- [0661] MS 파라미터:
- [0662] 질량 범위: 100-1000
- [0663] 프래그멘터: 100
- [0664] 스텝 크기: 0.1
- [0665] 실행 시간: 10.0분
- [0666] 중간체

- [0667] (S)-디메틸 2-((6-클로로-3-니트로피리딘-2-일)아미노)숙시네이트의 합성

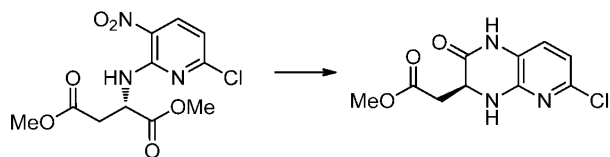


[0668]

- [0669] 온도계, 환류 응축기, 및 기계식 교반기가 구비된 2 L 플라스크에 2,6-디클로로-3-니트로피리딘 (100 g, 0.52 mol), (S)-아스파르트산 디메틸 에스테르 히드록로라이드 (205 g, 1.04 mol), NaHCO₃ (174 g, 2.07 mol) 및 테트라히드로푸란 (1 L)을 첨가하였다. 반응물을 40℃에서 16시간 동안 교반하고, 2,6-디클로로피리딘의 소멸을 HPLC에 의해 모니터링하였다. 반응이 완결된 후, 고체를 여과하고, 에틸 아세테이트 (3 x 300 mL)로 세척하였다. 합한 여과물 및 세척물을 농축 건조시키고, 잔류물을 에틸 아세테이트 1 L에 녹였다. 용액을 주위 온도에서 2시간 동안 목탄 (200 g)과 함께 교반하고, 목탄을 여과하고, 추가의 에틸 아세테이트 (3 x 200 mL)로 세척하였다. 합한 여과물 및 세척물을 진공 하에 농축시켜 조 물질 (S)-디메틸 2-((6-클로로-3-니트로피리딘-2-일)아미노)숙시네이트를 황색 오일로서 수득하였다 (180 g, >100%). 이를 후속 단계에 추가 정제 없이 사용하였다.

- [0670] LRMS (m/z): 318.0 [M+H]⁺; HRMS (m/z): [M+H]⁺ C₁₁H₁₃N₃O₆Cl, 계산치, 318.0493; 실측치, 318.0492; ¹H NMR (300 MHz, DMSO-d₆): δ 9.00 (d, J = 7.9 Hz, 1H, -NH), 8.50 (d, J = 8.6 Hz, 1H), 6.92 (d, J = 8.6 Hz, 1H), 5.23 (m, J = 5.7, 7.9 Hz, 1H, -CHNH), 3.67 (s, 3H), 3.63 (s, 3H), 3.06 (m, J = 5.8 Hz, 2H, -CHCH₂); ¹³C-NMR (APT) (75 MHz, DMSO-d₆): δ 170.93 (C), 170.65 (C), 154.65 (C), 150.59 (C), 138.82 (CH), 127.28 (C), 112.81 (CH), 52.23 (CH₃), 51.74 (CH₃), 50.20 (CH), 35.31 (CH₂).

[0671] (S)-메틸 2-(6-클로로-2-옥소-1,2,3,4-테트라히드로피리도[2,3-b]피라진-3-일)아세테이트의 합성

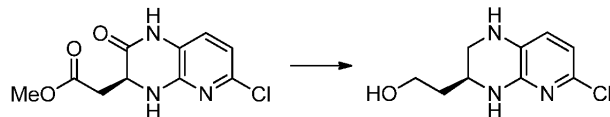


[0672]

[0673] 온도계, 환류 응축기, 및 기계식 교반기가 구비된 5 L 3구 플라스크에 조 물질 (S)-디메틸 2-((6-클로로-3-니트로피리딘-2-일)아미노)숙시네이트 (180 g, 0.52 mol), 철 분말 (146 g, 2.59 mol), 2-프로판올 (2 L) 및 물 (700 mL)을 채웠다. 혼합물을 40℃에서 교반한 다음, 아세트산 (15.5 g, 0.259 mmol)을 70℃ 미만의 내부 온도를 유지하기에 충분한 속도로 첨가하였다. 반응물을 70℃에서 30분 동안 교반하고, HPLC는 반응이 완결되었음을 나타내었다. 혼합물을 40℃로 냉각시킨 다음, Na₂CO₃ (165 g, 1.55 mol)을 첨가하고, 혼합물을 1시간 동안 교반하였다. 고체를 여과하고, 고체를 테트라히드로푸란 (3 x 500 mL)으로 세척하였다. 합한 여과물 및 세척물을 진공 하에 농축시킨 다음, 잔류물을 에탄올 (1 L) 중에서 12시간 동안 교반하였다. 고체를 여과하고, 차가운 에탄올로 세척하고, 진공 하에 건조시켜 (S)-메틸 2-(6-클로로-2-옥소-1,2,3,4-테트라히드로피리도[2,3-b]피라진-3-일)아세테이트를 회백색 고체로서 수득하였다 (91 g, 68%).

[0674] LRMS (m/z): 256.0 [M+H]⁺; HRMS (m/z): [M+H]⁺ C₁₀H₁₁N₃O₃Cl, 계산치, 256.0489; 실측치, 256.0487; ¹H NMR (300 MHz, DMSO-d₆): δ 10.55 (br s, 1H, -NHCO), 7.35 (br s, 1H, -NHCH), 6.92 (d, J = 7.9 Hz, 1H), 6.57 (d, J = 7.8 Hz, 1H), 4.43 (m, J = 1.4, 5.1 Hz, 1H, -NHCH), 3.57 (s, 3H, -CO₂Me), 2.79 (m, J = 5.1, 16.4 Hz, 2H, -CHCH₂); ¹³C-NMR (APT) (75 MHz, DMSO-d₆): δ 170.32 (C), 164.96 (C), 146.13 (C), 140.32 (C), 122.41 (CH), 119.47 (C), 111.31 (CH), 51.81 (CH), 51.39 (CH₃), 37.01 (CH₂).

[0675] (S)-2-(6-클로로-1,2,3,4-테트라히드로피리도[2,3-b]피라진-3-일)에탄올의 합성



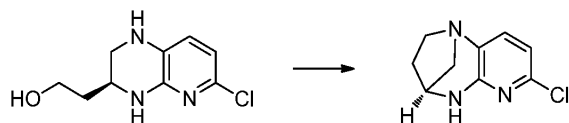
[0676]

[0677] 기계식 교반기, 환류 응축기, 및 질소 유입구가 구비된 5 L 3구 플라스크에 LiAlH₄ (60 g, 1.58 mol)를 채웠다. 플라스크를 빙조를 사용하여 냉각시키고, 테트라히드로푸란 (500 mL)을 첨가하였다. 교반 혼합물을 0℃로 냉각시킨 다음, 테트라히드로푸란 (2 L) 중 (S)-메틸 2-(6-클로로-2-옥소-1,2,3,4-테트라히드로피리도[2,3-b]피라진-3-일)아세테이트 (81 g, 0.32 mol)의 용액을 첨가하면서, 5℃ 미만의 내부 온도를 유지하였다. 첨가가 완결된 후, 반응물을 16시간 동안 환류 하에 가열하면서, 생성물의 출현에 대해 HPLC에 의해 모니터링하였다. 에스테르 환원은 급속하게 발생하는 한편, 락탐 환원은 완전한 환원을 위해 더 오래 필요하였다. 반응물을 5℃로 냉각시킨 다음, 물 (60 mL)을 10℃ 미만의 내부 온도를 유지하면서 첨가하였다. 첨가가 완결된 후, 반응물을 15분 동안 교반한 다음, 15% (w/w) NaOH(수성) (60 mL)를 5℃ 미만의 내부 온도를 유지하면서 첨가하였다. 첨가가 완결된 후, 반응물을 15분 동안 교반한 다음, 물 (180 mL)을 첨가하고, 혼합물을 주위 온도에서 1시간 동안 교반하였다. 고체를 여과하고, 테트라히드로푸란 (3 x 150 mL)으로 세척하였다. 여과물 및 세척물을 진공 하에 농축시킨 다음, 고체 잔류물을 진공 하에 건조시켜 (S)-2-(6-클로로-1,2,3,4-테트라히드로피리도[2,3-b]피라진-3-일)에탄올을 갈색 고체로서 수득하였다 (55 g, 81%).

[0678] LRMS (m/z): 214.1 [M+H]⁺; HRMS (m/z): [M+H]⁺ C₉H₁₃N₃OCl, 계산치, 214.0747; 실측치, 214.0743; ¹H NMR (300 MHz, DMSO-d₆): δ 6.60 (br s, 1H, -NHCH(CH₂)₂OH), 6.58 (d, J = 7.8 Hz, 1H), 6.32 (d, J = 7.8 Hz, 1H), 5.69 (m, 1H, -NHCH₂), 4.57 (t, J = 5.0 Hz, 1H, -OH), 3.56 (m, J = 5.8 Hz, 2H, -CH₂OH), 3.47 (m, 1H, -NHCH(CH₂)₂OH), 3.22 (m, J = 2.7, 11.1 Hz, 1H, -NHCHH'), 2.84 (m, J = 1.6, 6.7, 11.1 Hz, 1H, -NHCHH'), 1.65 (m, J = 6.7 Hz, 1H, -CHH'CH₂OH), 1.54 (m, J = 6.3 Hz, 1H, -CHH'CH₂OH); ¹³C-NMR (APT) (75 MHz, DMSO-d₆): δ 146.75 (C), 134.44 (C), 128.20 (C), 118.97 (CH), 110.59 (CH), 57.97 (CH₂), 47.47 (CH),

43.99 (CH₂), 36.60 (CH₂).

[0679] (4S)-7-클로로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀의 합성

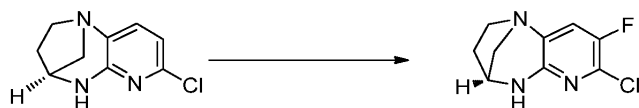


[0680]

[0681] CH₂Cl₂ (500 mL) 중 (S)-2-(6-클로로-1,2,3,4-테트라히드로피리도[2,3-b]피라진-3-일)에탄올 (5; 50 g, 0.234 mol)의 용액에 트리ethyl아민 (95 g, 0.936 mol)을 첨가하였다. 혼합물을 이것이 균질할 때까지 교반한 다음, 0 °C로 냉각시켰다. 반응 혼합물에 POCl₃ (54 g, 0.351 mol)을 적가하면서, 0 - 5°C 사이의 온도를 유지하였다. 냉각을 제거하고, 반응물을 주위 온도 2시간 동안 교반하면서, 출발 알콜의 소멸에 대해 HPLC에 의해 모니터링 하였다. 반응이 완결된 후, 1.2M NaHCO₃(수성) (200 mL)을 첨가하였다. 층을 분리하고, 수성 층을 CH₂Cl₂로 추출하였다. 합한 CH₂Cl₂ 층을 1M HCl(수성) (4 x 300 mL)로 추출하고, 합한 HCl 층을 고체 NaHCO₃을 사용하여 pH 8로 조정하였다. 생성된 혼합물을 CH₂Cl₂ (4 x 300 mL)로 추출하고, CH₂Cl₂ 층의 이 세트를 건조 (Na₂SO₄)시키고, 여과하고, 목탄 (50 g)으로 처리하였다. 혼합물을 주위 온도에서 3시간 동안 교반하고, 여과하고, 목탄을 CH₂Cl₂ (200 mL)로 세척하였다. 합한 여과물 및 세척액을 농축 건조시키고, 고체 잔류물을 진공 하에 건조시켜 (4S)-7-클로로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀을 회백색 결정질 고체로서 수득하였다 (30 g, 66%).

[0682] LRMS (m/z): 196.1 [M+H]⁺; HRMS (m/z): [M+H]⁺ C₉H₁₁N₃Cl, 계산치, 196.0642; 실측치, 196.0637; ¹H NMR (300 MHz, DMSO-d₆): δ 7.47 (br d, J = 4.5 Hz, 1H, -NH), 7.09 (d, J = 7.7 Hz, 1H), 6.39 (d, J = 7.7 Hz, 1H), 3.89 (m, J = 5.0 Hz, 1H, CHNH), 2.95-3.13 (m, 2H, -NCH₂CH₂CHNH), 2.77 (m, 2H, -NCHH'CHNH), 1.98 (m, J = 5.0 Hz, 1H, -NHCHCHH'CH₂N), 1.86 (m, J = 6.9 Hz, 1H, -NHCHCHH'CH₂N); ¹³C-NMR (APT) (75 MHz, DMSO-d₆): δ 153.45 (C), 144.50 (C), 134.32 (CH), 133.19 (C), 109.73 (CH), 59.88 (CH₂), 53.07 (CH₂), 50.08 (CH), 38.38 (CH₂).

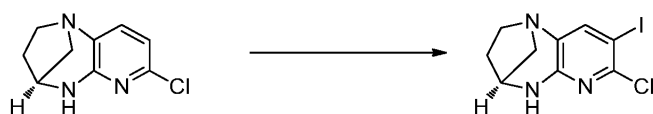
[0683] (4S)-7-클로로-8-플루오로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4] 디아제핀의 합성:



[0684]

[0685] N-플루오로-N'-클로로메틸트리ethyl렌디아민 비스(테트라플루오로보레이트) (15.20 g, 42.9 mmol)를 트리플산 (70 mL) 중 (4S)-7-클로로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀 (7 g, 35.8 mmol)의 용액에 실온에서 첨가하고, 70°C로 36시간 동안 가열하였다. 이어서, 반응 혼합물을 수성 NaHCO₃ 용액으로 중화시키고, 에틸 아세테이트 (3x500 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (2x500 mL) 및 염수 (100 mL)로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 용매를 감압 하에 제거하여 조 잔류물을 수득하였다. 조 혼합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카-겔: 100-200 메쉬, 용리액: DCM 중 1% MeOH)에 의해 정제하여 (4S)-7-클로로-8-플루오로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀을 회백색 고체로서 수득하였다 (200 mg, 0.805 mmol, 수율: 2.25%), (TLC: 용리액: DCM 중 5% 메탄올, R_f: 0.4), LCMS (m/z) 214.1 [M+H]⁺.

[0686] (4S)-7-클로로-8-아이오도-2, 3, 4, 5-테트라히드로-1, 4-메타노피리도 [2, 3-b][1, 4]디아제핀

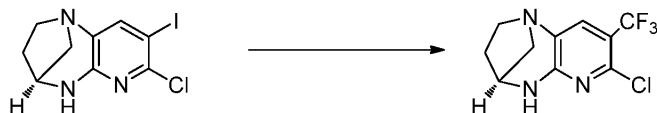


[0687]

[0688] 클로로포름 (170 mL) 중 (4S)-7-클로로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀 (10g, 51.1 mmol)의 교반 용액에 NIS (14.95 g, 66.4 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 70°C에서 1시간 동안 교반

하였다. 반응 혼합물을 실온으로 되도록 하고, 물 (50 ml)로 희석하고, CHCl_3 (2x 100 ml)으로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 감압 하에 증발시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카-겔:100-200 메쉬)에 의해 정제하여 (4S)-7-클로로-8-아이오도-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀을 황색 고체로서 수득하였다 (7.4 g, 20.53 mmol, 40.2% 수율), (TLC 시스템: 순수한 EtOAc, R_f : 0.4). LCMS (m/z) 321.96, $[\text{M}+\text{H}]^+$.

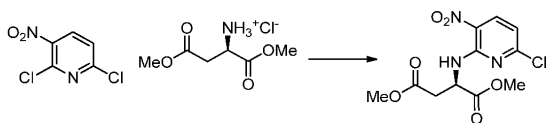
[0689] (4S)-7-클로로-8-(트리플루오로메틸)-2, 3, 4, 5-테트라히드로-1, 4-메타노피리도[2, 3-b][1, 4]디아제핀의 합성



[0690]

[0691] DMPU (34 mL) 중 염화구리(I) (1.355 g, 13.68 mmol), 포타슘 tert-부톡시드 (1.535 g, 13.68 mmol)의 교반 용액에 실온에서 트리플루오로메틸트리메틸실란 (1.983 mL, 13.68 mmol), 1,10-페난트롤린 (2.466 g, 13.68 mmol) 및 (4S)-7-클로로-8-아이오도-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀 (2.2 g, 6.84 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 24시간 동안 교반하고, 반응 혼합물을 냉수 (210 mL)에 붓고, 에틸 아세테이트 (2x200 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 진공 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카-겔: 100-200 메쉬, 용리액: EtOAc 중 3% CH_2Cl_2)에 의해 정제하여 (4S)-7-클로로-8-(트리플루오로메틸)-2, 3, 4, 5-테트라히드로-1, 4-메타노피리도 [2, 3-b][1, 4]디아제핀을 회백색 고체로서 수득하였다 (650 mg, 2.465 mmol, 수율: 36.0%), (TLC 시스템: 순수한 EtOAc, R_f : 0.5). LCMS (m/z): 264.14 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.78분.

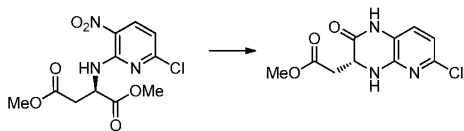
[0692] (R)-디메틸 2-((6-클로로-3-니트로피리딘-2-일)아미노)숙시네이트의 합성



[0693]

[0694] 테트라히드로푸란 (THF) (130 mL) 중 (R)-디메틸 2-아미노숙시네이트 히드로클로라이드 (25 g, 127 mmol)의 현탁액에 질소 하에 중탄산나트륨 (21.25 g, 253 mmol) 및 2,6-디클로로-3-니트로피리딘 (12.21 g, 63.3 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 40℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 여과하고, EtOAc (3 X 25mL)로 세척하고, 여과물을 농축시켜 조 생성물을 수득한 다음, 이를 실리카 겔 칼럼에 첨가하고, (9:1) Hex/EtOAc로 용리시켰다. 수집된 분획을 증발시켜 목적 생성물을 수득하였다 (16 g, 49.4 mmol, 39.0%), LCMS (m/z) 318.1 $[\text{M}+\text{H}]^+$.

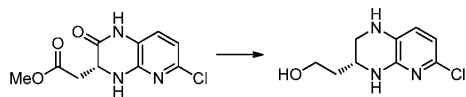
[0695] (R)-메틸 2-(6-클로로-2-옥소-1,2,3,4-테트라히드로피리도[2,3-b]피라진-3-일)아세테이트의 합성



[0696]

[0697] 이소프로판올 (200 mL) 및 물 (60 mL) 중 (R)-디메틸 2-((6-클로로-3-니트로피리딘-2-일)아미노)숙시네이트 (16 g, 50.4 mmol)의 용액에 40℃로 가열된 철 (14.06 g, 252 mmol)을 첨가하였다. 상기 반응 혼합물에 아세트산 (1.442 mL, 25.2 mmol)을 첨가하고, 70℃로 1시간 동안 가열하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 셀라이트를 통해 여과하고, EtOAc (3 X 20mL)로 세척하고, 여과물을 농축시키고, 건조시켰다. 반응 조 물질을 에탄올로부터 재결정화하여 목적 생성물을 수득하였다 (11.5 g, 43.4 mmol, 86%), LCMS (m/z) 256.1 $[\text{M}+\text{H}]^+$.

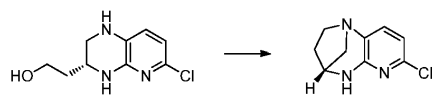
[0698] (R)-2-(6-클로로-1,2,3,4-테트라히드로피리도[2,3-b]피라진-3-일)에탄올의 합성



[0699]

[0700] 테트라히드로푸란 (THF) (12 mL) 중 수소화알루미늄리튬 (8.54 g, 225 mmol)의 현탁액에 질소 분위기 하에 0℃에서 테트라히드로푸란 (THF) (60 mL) 중 (R)-메틸 2-(6-클로로-2-옥소-1,2,3,4-테트라히드로피리도[2,3-b]피라진-3-일)아세테이트 (11.5 g, 45.0 mmol)의 용액을 적가하였다. 반응 혼합물을 70℃로 16시간 동안 가열하였다. 반응 혼합물을 0℃로 냉각시키고, 물 (8 mL)로 켄칭하면서, 5℃ 미만의 내부 온도를 유지하였다. 첨가가 완결된 후, 반응물을 15분 동안 교반하였다. 다음에, 15%(W/W) NaOH(수성) 10mL를 첨가하면서, 5℃ 미만의 내부 온도를 유지하였다. 첨가가 완결된 후, 반응물을 15분 동안 교반하였다. 후처리를 완결하기 위해, 물 12mL를 첨가한 다음, 혼합물을 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 고체를 여과하고, THF(3x20mL)로 세척하였다. 여과물 및 세척물을 진공 하에 농축시켰다. 조 물질을 실리카 겔 칼럼에 첨가하고, (3:7) Hex/EtOAc로 용리시켰다. 수집된 분획을 증발시켜 목적 생성물을 수득하였다 (6 g, 27.0 mmol, 60.1%), LCMS (m/z) 214.1 [M+H]⁺.

[0701] (4R)-7-클로로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀의 합성

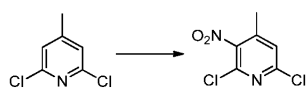


[0702]

[0703] 디클로로메탄 (DCM) (70 mL) 중 (R)-2-(6-클로로-1,2,3,4-테트라히드로피리도[2,3-b]피라진-3-일)에탄올 (7 g, 32.8 mmol)의 용액에 질소 하에 트리에틸아민 (18.27 mL, 131 mmol)을 첨가하였다. 혼합물을 이것이 균질할 때까지 실온에서 교반하였다. 이어서, 이것을 0℃로 냉각시켰다. 다음에, POCl₃ (4.58 mL, 49.1 mmol)을 적가하면서 온도를 0℃ 내지 5℃로 유지하였다. 반응 혼합물을 25℃에서 2시간 동안 교반하였다. 반응이 완결된 후, 100mL 1.2M NaHCO₃(수성)을 첨가하였다. 층을 분리하고, 수성 층을 DCM (2x200mL)으로 추출하였다. 합한 유기 층을 농축 건조시켰다. 고체 잔류물을 진공 하에 건조시켰다. 조 생성물 8g을 실리카 겔 칼럼에 첨가하고, 70% EtOAc/석유 에테르로 용리시켰다. 수집된 분획을 증발시켜 목적 생성물을 수득하였다 (5.2 g, 26.5 mmol, 81% 수율), LCMS (m/z) 195.9 [M+H]⁺.

[0704] 4 치환된 비시클릭 피리딘 코어의 합성

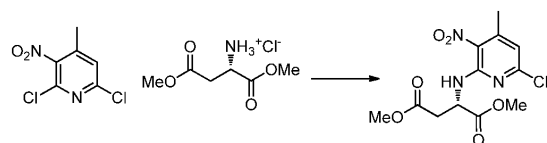
[0705] 2,6-디클로로-4-메틸-3-니트로피리딘의 합성



[0706]

[0707] 질산 (1.5 mL, 33.6 mmol)을 황산 (2.5 mL, 46.9 mmol)의 용액에 첨가하고, 질소 하에 0℃에서 교반하였다. 이어서, 2,6-디클로로-4-메틸피리딘 (0.500 g, 3.09 mmol)을 0℃에서 첨가하였다. 이어서, 반응 혼합물을 100℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응물을 TLC에 의해 모니터링하였다. 완결된 후, 반응 혼합물을 분쇄 얼음으로 켄칭하고, NH₄OH 용액으로 중화시키고, 고체를 여과하고, 진공 하에 건조시켜 목적 생성물을 연황색 고체로서 수득하였다 (0.300 g, 1.443 mmol, 46.8% 수율), LCMS (m/z) 206.8 [M+H]⁺.

[0708] (S)-디메틸 2-((6-클로로-4-메틸-3-니트로피리딘-2-일)아미노)숙시네이트의 합성

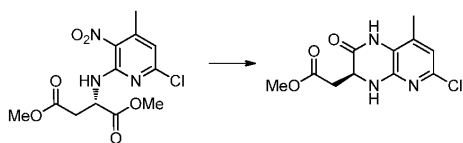


[0709]

[0710] 테트라히드로푸란 (THF) (20 mL) 중 2,6-디클로로-4-메틸-3-니트로피리딘 (300 mg, 1.449 mmol) 및 중탄산나트륨 (243 mg, 2.90 mmol)의 현탁액에 (S)-디메틸 2-아미노숙시네이트 히드로클로라이드 (430 mg, 2.174 mmol)를 0℃에서 질소 하에 첨가하였다. 이어서, 반응 혼합물을 65℃에서 24시간 동안 교반하였다. 반응물을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응물을 여과하고, EtOAc (2 x 30 mL)로 세척하였다. 여과물을 감압 하에 농축시켜

조 물질을 수득하였다. 조 생성물을 중성 알루미나 칼럼에 첨가하고, Hex/EtOAc (9:1)로 용리시켰다. 수집된 분획을 감압 하에 농축시켜 목적 생성물을 황색 점착성 액체로서 수득하였다 (250 mg, 0.742 mmol, 51.2% 수율), LCMS (m/z) 339.1 ($M+H$)⁺.

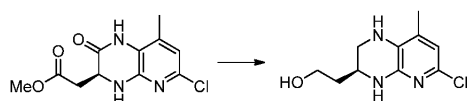
[0711] (S)-메틸 2-(6-클로로-8-메틸-2-옥소-1,2,3,4-테트라히드로피리도[2,3-b]피라진-3-일)아세테이트의 합성



[0712]

[0713] 40℃에서 교반하는 이소프로판올 (80 mL) 및 물 (20 mL) 중 (S)-디메틸 2-((6-클로로-4-메틸-3-니트로피리딘-2-일)아미노)숙시네이트 (6.0 g, 18.09 mmol) 및 철 (5.05 g, 90 mmol)의 현탁액에 아세트산 (1.553 mL, 27.1 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 80℃에서 1시간 동안 교반하였다. 반응물을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 포화 중탄산나트륨 용액으로 켄칭하고, EtOAc로 추출하였다. 유기 층을 염수 용액으로 세척하고, 황산나트륨으로 건조시키고, 여과하고, 증발시켜 목적 생성물을 수득하였다 (4.0 g, 14.32 mmol, 79% 수율), LCMS (m/z) 269.9 [$M+H$]⁺.

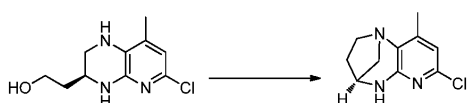
[0714] (S)-2-(6-클로로-8-메틸-1,2,3,4-테트라히드로피리도[2,3-b]피라진-3-일)에탄올의 합성



[0715]

[0716] 질소 하에 교반하는 테트라히드로푸란 (THF) (2.5 mL) 중 염화알루미늄 (0.173 g, 1.298 mmol)의 용액에 기체 발생을 제어하는 속도로 THF 중 수소화알루미늄리튬의 2M 용액 (2.220 mL, 4.44 mmol)을 첨가하였다. 이와 같이 하여 THF 중 알란 (AlH₃)의 용액을 수득하였다. 분리형 플라스크에서, 테트라히드로푸란 (THF) (5 mL) 중 (S)-메틸 2-(6-클로로-8-메틸-2-옥소-1,2,3,4-테트라히드로피리도[2,3-b]피라진-3-일)아세테이트 (0.250 g, 0.927 mmol)의 용액을 질소 하에 제조하였으며, 이에 알란 용액을 -78℃에서 15분에 걸쳐 적가하였다. 첨가가 완결되었을 때, 냉각 조를 제거하고, 반응물을 주위 온도로 가온되도록 하였다. 반응물을 TLC에 의해 모니터링 하였다. 반응 혼합물을 0℃에서 10% NaOH 용액으로 켄칭하고, 1시간 동안 교반하고, EtOAc로 추출하였다. EtOAc 층을 물에 이어서 염수 용액으로 세척하고, 황산나트륨으로 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 목적 생성물을 연황색 고체로서 수득하였다 (150 mg, 0.407 mmol, 43.9% 수율), LCMS (m/z) 228.2 [$M+H$]⁺.

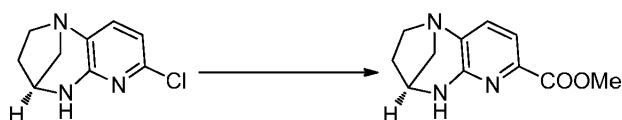
[0717] (4S)-7-클로로-9-메틸-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀의 합성



[0718]

[0719] (S)-2-(6-클로로-8-메틸-1,2,3,4-테트라히드로피리도[2,3-b]피라진-3-일)에탄올 (1.8 g, 7.91 mmol)에 HBr (4 mL, 35.4 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 90℃에서 18시간 동안 교반하였다. 반응물을 TLC에 의해 모니터링 하였다. 완결 후, 반응 혼합물을 포화 중탄산나트륨 용액으로 켄칭하고, EtOAc로 추출하였다. EtOAc 층을 물에 이어서 염수 용액으로 세척하고, 황산나트륨으로 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 중성 알루미나에 첨가하고, 20% EtOAc/헥산으로 용리시켰다. 수집된 분획을 증발시켜 목적 생성물을 연황색 고체로서 수득하였다 (0.900 g, 4.27 mmol, 54.0% 수율), LCMS (m/z) 210.2 [$M+H$]⁺.

[0720] (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



[0721]

[0722] 무수 MeOH (250 mL) 중 (4S)-7-클로로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀 (5 g,

25.55 mmol)의 탈기된 용액에 TEA (17.77 mL, 127.77 mmol) 및 Pd(dppf)Cl₂ (934 mg, 1.2755 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 300 psi의 일산화탄소 분위기 하에 110℃에서 20시간 동안 교반하였다. 현탁액을 실온으로 냉각시키고, 혼합물을 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 혼합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카-겔, DCM 중 2% 메탄올로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-메틸-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 연갈색 고체로서 수득하였다 (3 g, 13.68 mmol, 53.5% 수율), (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올, R_f 값: 0.2), LCMS (m/z) 220.3 [M+H]⁺.

[0723] (4S)-7-클로로-8-플루오로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4] 디아제핀의 합성:

[0724]

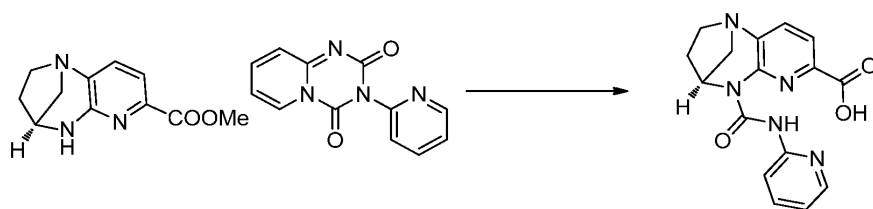


[0725]

N-플루오로-N'-클로로메틸트리에틸렌디아민 비스(테트라플루오로보레이트) (15.20 g, 42.9 mmol)를 트리플산 (70 mL) 중 (4S)-7-클로로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀 (7 g, 35.8 mmol)의 용액에 실온에서 첨가하고, 70℃로 36시간 동안 가열하였다. 이어서, 반응 혼합물을 수성 NaHCO₃ 용액으로 중화시키고, 에틸 아세테이트 (3x500 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (2x500 mL) 및 염수 (100 mL)로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 용매를 감압 하에 제거하여 조 잔류물을 수득하였다. 조 혼합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카-겔: 100-200 메쉬, 용리액: DCM 중 1% MeOH)에 의해 정제하여 (4S)-7-클로로-8-플루오로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀을 회백색 고체로서 수득하였다 (200 mg, 0.805 mmol, 수율: 2.25%), (TLC: 용리액: DCM 중 5% 메탄올, R_f: 0.4), LCMS (m/z) 214.1 [M+H]⁺.

[0726]

(4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



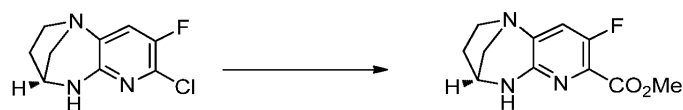
[0727]

[0728]

THF (60 mL) 중 (4S)-메틸-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (3 g, 13.64 mmol)의 교반 용액에 NaH (2.73 g, 68.41 mmol)를 0℃에서 첨가하고, 동일한 온도에서 30분 동안 교반하였다. 30분 후, 3-(피리딘-2-일)-2H-피리도[1,2-a][1,3,5]트리아진-2,4(3H)-디온 (4.91 g, 20.46 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 80℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 0℃로 냉각시키고, 빙수 50 mL로 쿨링하고, 2x25 mL의 에틸 아세테이트로 추출하였다 (비 극성 불순물을 제거하기 위해). 수용액을 NaHCO₃ 용액으로 중화시키고, DCM 중 5% 메탄올 3x50 mL로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 연갈색 고체로서 수득하였다 (1.2 g, 0.254 mmol, 26% 수율), (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.1), LCMS (m/z) 326.3 (M+H)⁺.

[0729]

(4S)-메틸 8-플루오로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



[0730]

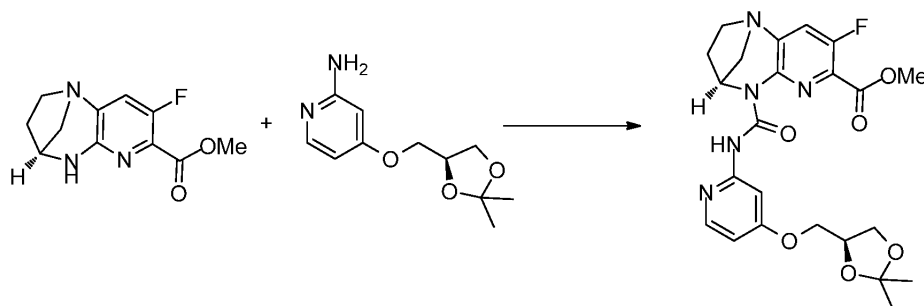
[0731]

메탄올 (30 mL) 중 (4S)-7-클로로-8-플루오로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀 (650 mg, 3.04 mmol)의 용액에 CO 기체로 10분 동안 탈기한 다음, TEA (2.120 mL, 15.21 mmol) 및 PdCl₂(dppf) (111 mg, 0.152 mmol)를 첨가하고, 300 psi CO 기체로 충전하였다. 반응 혼합물을 강철 용기 중에서 140℃에서 48시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 극성 다중 스폿의 형성 및 SM

의 소모를 나타내었다. 반응물을 농축시키고, 물 50 ml 및 DCM 80 ml로 희석하고, 하이-유동 층을 통과시키고, 유기 층을 분리하고, DCM (2X 50 ml)으로 추출하고, 유기 층을 합하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 추출하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 콤비플래쉬 크로마토그래피에 의해 실리카 겔 칼럼 (24 g, 석유 에테르 중 60% EtOAc)을 사용하여 정제하였다. 칼럼을 헥산 중 EtOAc의 구배로 용리시켰다. 목적 화합물을 헥산 중 60% EtOAc로 용리시켰다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 감압 하에 농축시켜 (4S)-메틸 8-플루오로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 갈색 고체로서 수득하였다 (400 mg, 1.358 mmol, 44.6% 수율), LCMS (m/z): 238.12 [M+H]⁺.

[0732]

(4S)-메틸 5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-8-플루오로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



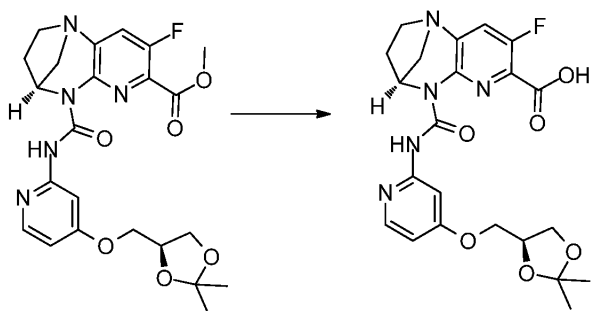
[0733]

[0734]

테트라히드로푸란 (THF) (60 mL), 트리포스겐 (340 mg, 1.147 mmol) 및 트리에틸아민 (1.199 mL, 8.60 mmol) 중 (4S)-메틸 8-플루오로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (340 mg, 1.433 mmol)의 교반 용액에 첨가하고, 60분 동안 교반하였다. 60분 후, (S)-4-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-아민 (643 mg, 2.87 mmol)을 첨가하고, 반응물을 90℃에서 16시간 동안 질소 상태 하에 유지하였다. 반응의 진행을 TLC 및 LCMS에 의해 모니터링하였다. 반응물을 실온으로 냉각시키고, 물 (100 mL), 에틸 아세테이트 (100 mL* 2)로 희석하였다. 합한 유기 층을 염수 (50 mL)로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 갈색 고체를 수득하였다. 조 생성물을 콤비플래쉬 크로마토그래피에 의해 실리카 겔 칼럼 (12 g, 석유 에테르 중 60% EtOAc)을 사용하여 정제하였다. 칼럼을 헥산 중 EtOAc의 구배로 용리시켰다. 목적 화합물을 헥산 중 60% EtOAc로 용리시켰다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 감압 하에 농축시켜 (4S)-메틸 5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-8-플루오로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 갈색 고체로서 수득하였다 (550 mg, 0.607 mmol, 42.4% 수율), LCMS (m/z): 488.20 [M+H]⁺.

[0735]

(4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-8-플루오로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



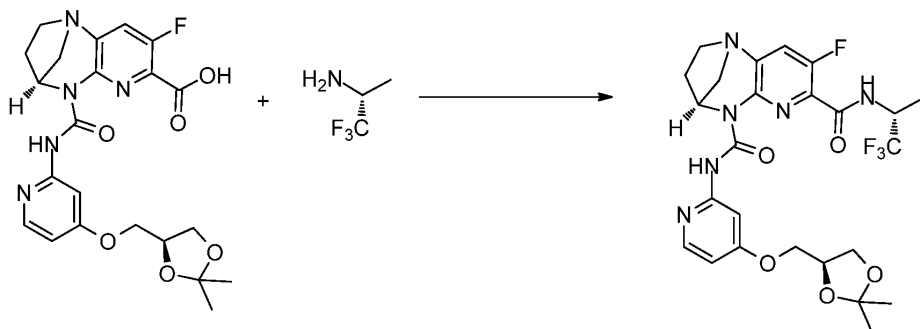
[0736]

[0737]

테트라히드로푸란 (THF) (20 mL) 및 물 (6 mL) 중 (4S)-메틸 5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-8-플루오로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (500 mg, 1.026 mmol)의 교반 용액에 수산화리튬 (73.7 mg, 3.08 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 12시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며; TLC는 극성 스폿의 형성 및 출발 물질의 총 소모를 나타내었다. THF를 완전히 증발시키고, 반응 혼합물을 물 (30 ml)로 희석하고, 에틸 아세테이트 (30 ml*2)로 세척하였다. 수성 층 pH를 시트르산을 사용하여 산성으로 조정하였으며, 고체는 침전

되지 않았다. 수성 층을 DCM (3 x 50 ml)으로 추출하였다. 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 목적 순수 생성물 (4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-8-플루오로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 담갈색 고체로서 수득하였다 (210 mg, 0.382 mmol, 37.2% 수율), LCMS (m/z): 473.90 [M+H]⁺.

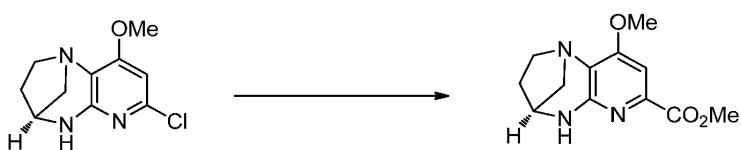
[0738] (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-8-플루오로-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[0739]

[0740] 절차: 질소 하에 실온에서 교반하는 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (10 mL) 중 (4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-8-플루오로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (190 mg, 0.401 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (0.210 mL, 1.204 mmol)에 이어서 HATU (305 mg, 0.803 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 10분 동안 교반한 후, (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (54.5 mg, 0.482 mmol)을 질소 하에 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 6시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC는 비 극성 스폿의 형성 및 SM의 소모를 나타내었다. 냉수 (30 mL)를 반응 혼합물에 첨가하였다. 10분 동안 교반한 후, 고체가 침전되었으며, 수득된 고체를 여과하고, 물 (20 mL), 석유 에테르 (10 mL)로 세척하고, 고진공 하에 건조시켜 목적 순수 생성물 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-8-플루오로-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (130 mg, 0.223 mmol, 55.6% 수율). LCMS (m/z): 569.26 (M+H)⁺.

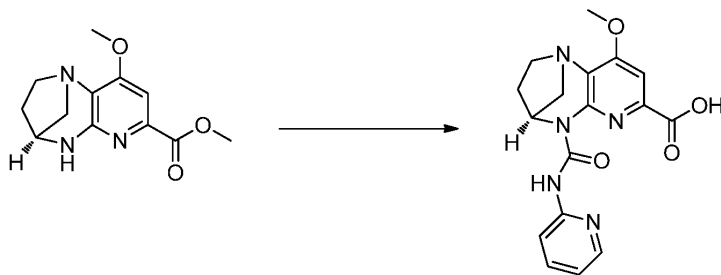
[0741] (4S)-메틸 9-메톡시-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



[0742]

[0743] 메탄올 (40 mL) 중 (4S)-7-클로로-9-메톡시-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀 (1.8 g, 7.98 mmol)의 용액에 아르곤 기체로 30분 동안 탈기한 다음, DIPEA (6.97 mL, 39.9 mmol) 및 PdCl₂(dppf) (0.584 g, 0.798 mmol)를 첨가하고, 300 psi CO 기체로 충전하였다. 반응 혼합물을 강철 용기 중에서 110℃에서 24시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 100-200 실리카 겔 칼럼에 의해 DCM 중 2% MeOH로 용리시키면서 정제하여 순수한 화합물 (4S)-메틸 9-메톡시-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 갈색 고체로서 수득하였다 (1.0 g, 3.11 mmol, 39.0% 수율), LCMS (m/z): 250.17 [M+H]⁺.

[0744] (4S)-9-메톡시-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



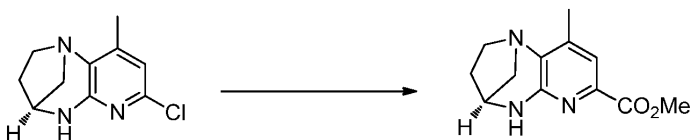
[0745]

[0746]

질소 하에 0℃에서 교반하는 THF (15 mL) 중 NaH (0.481 g, 20.06 mmol)의 현탁액에 THF (15 mL) 중 (4S)-메틸 9-메톡시-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1.00 g, 4.01 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 28℃에서 30분 동안 교반하였다. 이어서, 3-(피리딘-2-일)-2H-피리도[1,2-a][1,3,5]트리아진-2,4(3H)-디온 (1.446 g, 6.02 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 70℃에서 5시간 동안 교반하였다. 반응물을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 28℃로 냉각시키고, 빙냉 H₂O (10 mL) 상에 붓고, 감압 하에 농축시키고, 고진공 하에 건조시켰다. 조 물질을 DCM(2X50 mL) 중 10%MeOH로 추출하고, Na₂SO₄로 건조시키고, 여과하고, 농축시켰다. 조 생성물을 에테르로 연화처리하여 (4S)-9-메톡시-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 연갈색 고체로서 수득하였다 (1.0 g, 2.363 mmol, 58.9% 수율), LCMS (m/z): 356.18 [M+H]⁺.

[0747]

(4S)-메틸 9-메틸-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



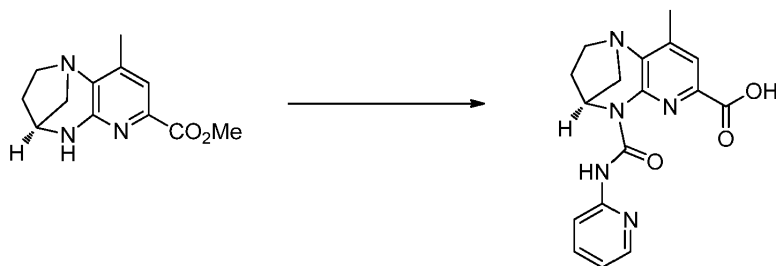
[0748]

[0749]

메탄올 (50 mL) 중 (4S)-7-클로로-9-메틸-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀 (4 g, 19.08 mmol)의 용액에 아르곤 기체로 30분 동안 탈기한 다음, TEA (13.29 mL, 95 mmol) 및 PdCl₂(dppf) (0.698 g, 0.954 mmol)를 첨가하고, 300 psi CO 기체로 충전하였다. 반응 혼합물을 강철 용기 중에서 110℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 중성 알루미늄 칼럼에 첨가하고, 석유 에테르 중 30%에틸아세테이트로 용리시켰다. 수집된 분획을 증발시켜 (4S)-메틸 9-메틸-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 연황색 오일로서 수득하였다 (2.5 g, 9.78 mmol, 51.3% 수율), LCMS (m/z): 234.15 [M+H]⁺.

[0750]

(4S)-9-메틸-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



[0751]

[0752]

0℃에서 질소 하에 교반하는 테트라히드로푸란 (THF) (100 mL) 중 (4S)-메틸 9-메틸-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (2.5 g, 10.72 mmol)의 용액에 NaH (2.143 g, 53.6 mmol)를 첨가하고, 30분 동안 교반한 다음, 3-(피리딘-2-일)-2H-피리도[1,2-a][1,3,5]트리아진-2,4(3H)-디온 (3.86 g, 16.08 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 80℃에서 4시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙수로 쿨링하고, 1시간 동안 교반한 다음, 에틸 아세테이트 2x100 mL로 세척하였다. 수성 층을 1 N HCl 용액으로 중화시키고, DCM 중 10% 메탄올 2X150 mL로 추출하고, 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 화합물, 나머지 수성 층을 수득하였으며, 이를 농축시키고, 수득된 잔류물을 10% 메탄올 및 DCM 2x100 mL로 연

화처리하고, 여과하고, 여과물을 감압 하에 농축시켜 화합물을 수득하였으며, 이를 상기 추출된 화합물과 혼합하고, 디에틸 에테르로 세척하여 순수한 화합물 (4S)-9-메틸-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 수득하였다 (1.4 g, 3.54 mmol, 33.1% 수율), LCMS (m/z): 340.10 [M+H]⁺.

[0753] (4S)-9-메틸-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



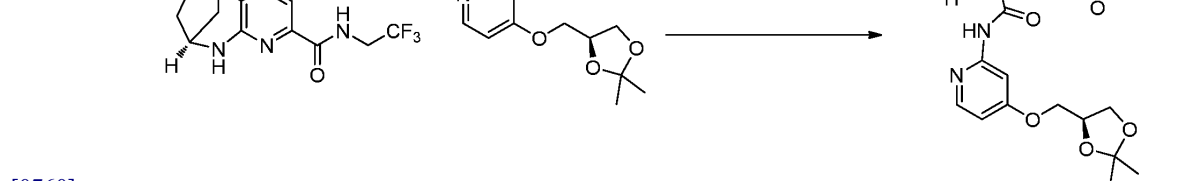
[0755] LiOH (1.232 g, 51.4 mmol)를 테트라히드로푸란 (THF) (50 mL) 및 물 (50 mL) 중 (4S)-메틸 9-메틸-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (8 g, 34.3 mmol)의 용액에 25℃에서 첨가하고, 동일한 온도에서 4시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 증발시켜 조 물질을 수득하였으며, 이를 펜탄으로 세척한 다음, 건조시켜 (4S)-9-메틸-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 회백색 고체로서 수득하였다 (6.8 g, 30.8 mmol, 90% 수율), LCMS (m/z): 220.08 [M+H]⁺.

[0756] (4S)-9-메틸-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드의 합성



[0758] 실온에서 질소 하에 교반하는 테트라히드로푸란 (THF) (100 mL) 중 (4S)-9-메틸-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1 g, 4.56 mmol)의 용액에 HATU (2.60 g, 6.84 mmol) 및 DIPEA (2.390 mL, 13.68 mmol)를 첨가하였다. 이에 2,2,2-트리플루오로에탄아민 히드로클로라이드 (0.927 g, 6.84 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 27℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙수로 채팅하고, 에틸 아세테이트 2x250 mL로 추출하고, 합한 유기 층을 염수 용액 150 mL로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였으며, 이를 중성 알루미늄 칼럼에 첨가하고, 석유 에테르 중 30%에틸아세테이트로 용리시켰다. 수집된 분획을 증발시켜 (4S)-9-메틸-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드를 연황색 고체로서 수득하였다 (1.1 g, 3.63 mmol, 80% 수율), LCMS (m/z): 301.29 [M+H]⁺.

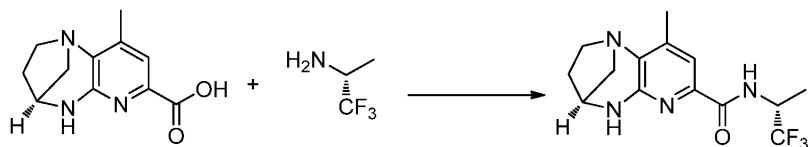
[0759] (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-9-메틸-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[0761] THF (50 mL) 중 (4S)-9-메틸-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (500 mg, 1.665 mmol)의 용액에 0℃에서 트리포스젠 (296 mg, 0.999 mmol)을 첨가하였다. 이어서, TEA (1.160 mL, 8.33 mmol)를 첨가하고, 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 후속적으로 (S)-4-(((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-아민 (560 mg, 2.498 mmol)을 75℃에서 16시간 동안 첨가하였다. 반응물을 TLC 및 LCMS에 의해 첨가하였다. 반응 혼합물을 포화 NaHCO₃ 용액 (30 mL)에 붓고,

에틸 아세테이트 (2x100 mL)로 추출하였다. 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 조 생성물을 중성 알루미늄 칼럼에 첨가하고, 석유 에테르 중 20%에틸아세테이트로 용리시켰다. 수집된 분획을 증발시켜 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-9-메틸-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (250 mg, 0.436 mmol, 26.2% 수율), LCMS (m/z): 551.31 $[\text{M}+\text{H}]^+$.

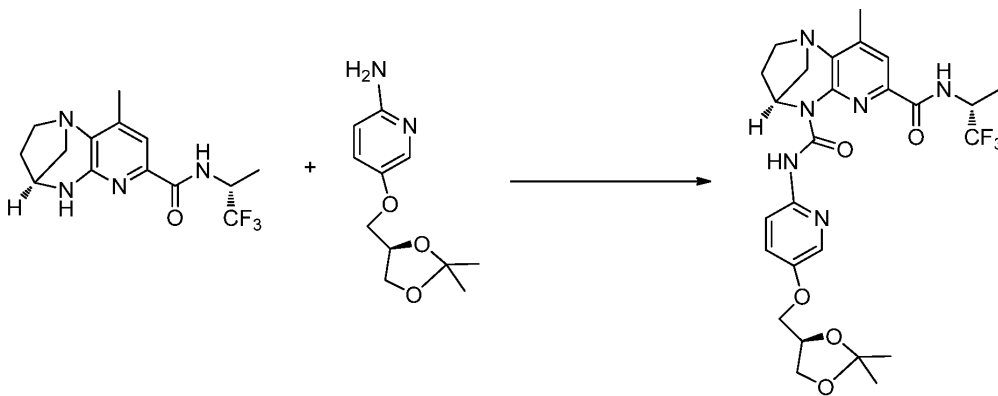
[0762] (4S)-9-메틸-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드의 합성



[0763]

[0764] 실온에서 질소 하에 교반하는 테트라히드로푸란 (THF) (500 mL) 중 (4S)-9-메틸-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (5 g, 22.81 mmol)의 용액에 DIPEA (11.95 mL, 68.4 mmol) 및 HATU (13.01 g, 34.2 mmol)를 첨가하였다. 이에 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민, 히드로클로라이드 (5.12 g, 34.2 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 27°C에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙수로 킨칭하고, 에틸 아세테이트 2x500 mL로 추출하고, 합한 유기 층을 염수 용액 500 mL로 세척하고, Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였으며, 이를 중성 알루미늄 칼럼에 첨가하고, 석유 에테르 중 30%에틸아세테이트로 용리시켰다. 수집된 분획을 증발시켜 (4S)-9-메틸-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드를 연황색 고체로서 수득하였다 (6.5 g, 19.01 mmol, 83% 수율), LCMS (m/z): 315.10 $[\text{M}+\text{H}]^+$.

[0765] (4S)-N5-(5-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-9-메틸-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성

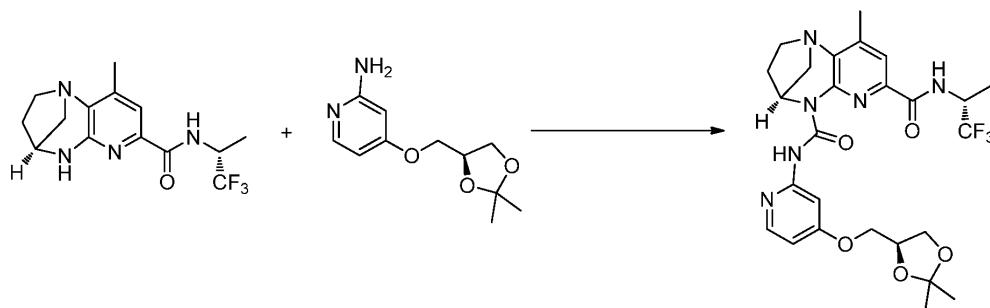


[0766]

[0767] THF (50 mL) (4S)-9-메틸-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (600 mg, 1.909 mmol)의 용액에 트리포스겐 (340 mg, 1.145 mmol)을 0°C에서 첨가하였다. 이어서, DIPEA (1.000 mL, 5.73 mmol)를 첨가하고, 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 후속적으로 (R)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-아민 (642 mg, 2.86 mmol)을 75°C에서 16시간 동안 첨가하였다. 반응물을 TLC 및 LCMS에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 포화 NaHCO_3 용액 (30 mL)에 붓고, 에틸 아세테이트 (2x100 mL)로 추출하였다. 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 조 생성물을 중성 알루미늄 칼럼에 첨가하고, 석유 에테르 중 20%에틸아세테이트로 용리시켰다. 수집된 분획을 증발시켜 (4S)-N5-(5-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-9-메틸-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (550 mg, 0.969 mmol, 50.8% 수율), TLC 시스템:- 석유 에테르 중 80% EtOAc, LCMS (m/z): 565.24 $[\text{M}+\text{H}]^+$.

[0768] (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-9-메틸-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로

로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



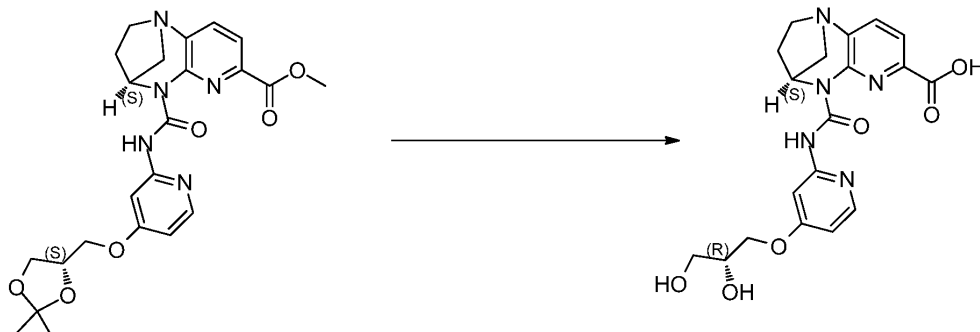
[0769]

[0770]

THF (50 ml) 중 (4S)-9-메틸-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드 (600 mg, 1.909 mmol)의 용액에 트리포스겐 (340 mg, 1.145 mmol)을 0℃에서 첨가하였다. 이어서, DIPEA (1.000 mL, 5.73 mmol)를 첨가하고, 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 후속적으로 (S)-4-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-아민 (642 mg, 2.86 mmol)을 75℃에서 16시간 동안 첨가하였다. 반응물을 TLC 및 LCMS에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 포화 NaHCO₃ 용액 (30 mL)에 붓고, 에틸 아세테이트 (2x100 mL)로 추출하였다. 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 조 생성물을 중성 알루미늄 칼럼에 첨가하고, 석유 에테르 중 20% 에틸아세테이트로 용리시켰다. 수집된 분획을 증발시켜 (4S)-N5-(4-((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-9-메틸-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (280 mg, 0.490 mmol, 25.7% 수율), LCMS (m/z): 565.55 [M+H]⁺.

[0771]

(4S)-5-((4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



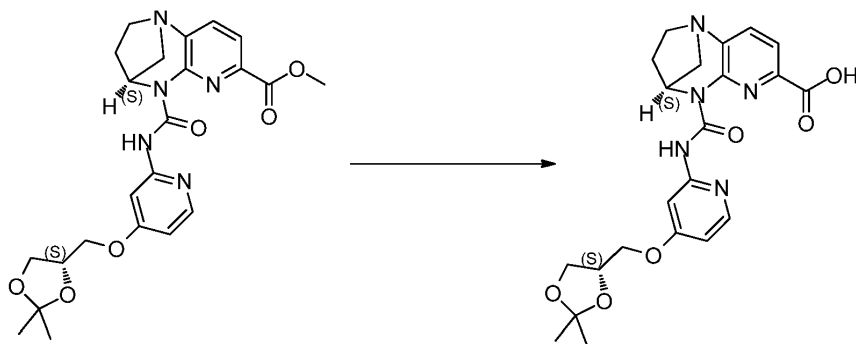
[0772]

[0773]

테트라히드로푸란 (THF) (35 mL) 및 물 (35.0 mL) 중 (4S)-메틸 5-((4-((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (2.0 g, 4.26 mmol)의 용액에 LiOH (0.153 g, 6.39 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 감압 하에 농축시켜 생성물 Li 염을 수득하였다. 이어서, 염을 물 (100 mL)로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2X 100 mL)로 완전히 세척한 다음, 수성 층을 수성 HCl을 사용하여 산성화시켜 (4S)-5-((4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 회백색 고체로서 수득하였다 (1.5 g, 3.60 mmol, 84% 수율), LCMS (m/z): 416.07 [M+H]⁺.

[0774]

(4S)-5-((4-((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



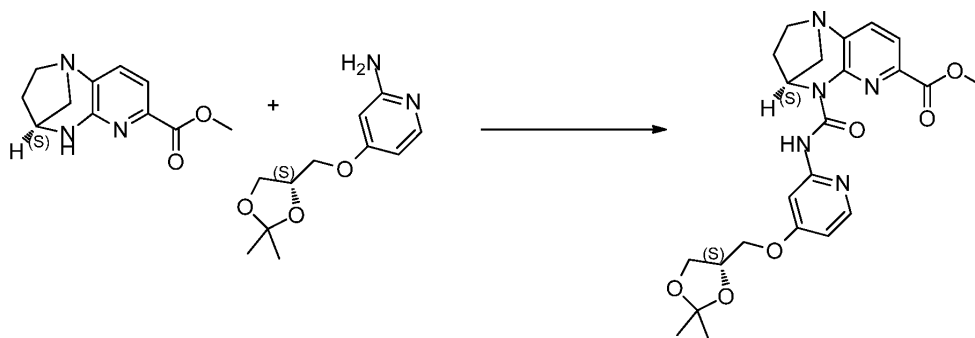
[0775]

[0776]

(4S)-메틸 5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1 g, 2.130 mmol), LiOH (0.204 g, 8.52 mmol)를 테트라히드로푸란 (THF) (10 mL), 메탄올 (10.00 mL), 물 (3 mL)에 0℃에서 녹이고, 생성된 갈색 용액을 실온에서 3시간 동안 교반하였다. 반응 진행을 TLC DCM 중 10% MeOH에 의해 모니터링하였으며, TLC는 24시간 후에 다중 스폿의 형성을 나타내었다. 반응물을 절반 부피로 농축시킨 다음, 시트르산으로 0℃에서 중화시키고, 과정 동안 갈색 고체가 침전하였고, 여과하고, 진공 하에 건조시켜 (4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 얻 갈색 고체로서 수득하였다 (1 g, 1.936 mmol, 91% 수율), LCMS (m/z): 456.1 [M+H]⁺.

[0777]

(4S)-메틸 5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



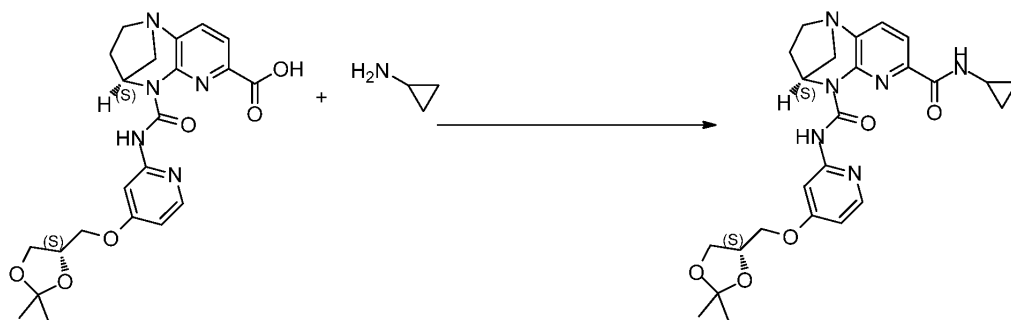
[0778]

[0779]

(4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (0.8g, 3.65 mmol), TEA (2.54 mL, 18.24 mmol)를 테트라히드로푸란 (THF) (40 mL)에 0℃에서 녹이고, 생성된 황색 용액을 10분 동안 교반하였다. 이어서, 0℃에서 중 트리포스겐 (1.083 g, 3.65 mmol)을 1 부분으로 첨가하였다. 생성된 황색 현탁액을 실온에서 45분 동안 교반하였다. (S)-4-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-아민 (0.818 g, 3.65 mmol)의 THF (4 mL) 용액을 상기 황색 현탁액에 0℃에서 5분의 기간에 걸쳐 첨가하였다. 생성된 황색 현탁액을 70℃로 24시간 동안 가열하였다. 반응 진행을 TLC DCM 중 10% MeOH에 의해 모니터링하였으며, TLC는 24시간 후에 다중 스폿의 형성을 나타내었다. 반응물을 실온으로 냉각시키고, 물 (20 mL), 에틸 아세테이트 (30 mL* 2)로 희석하였다. 합한 유기 층을 염수 (15 mL)로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 갈색 고체를 수득하였다. 조 생성물을 230-400 메쉬 크기 실리카 겔 상에서 콤비플래쉬 크로마토그래피에 의해 정제하였다. 칼럼을 구배 MeOH/DCM으로 용리시켰다. 목적 화합물을 DCM 중 10% MeOH로 용리시켰다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 감압 하에 농축시켜 (4S)-메틸 5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 회백색 고체로서 수득하였다 (1.00 g, 1.495 mmol, 41.0% 수율), LCMS 469.9 (m/z): [M+H]⁺.

[0780]

(4S)-N7-시클로프로필-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



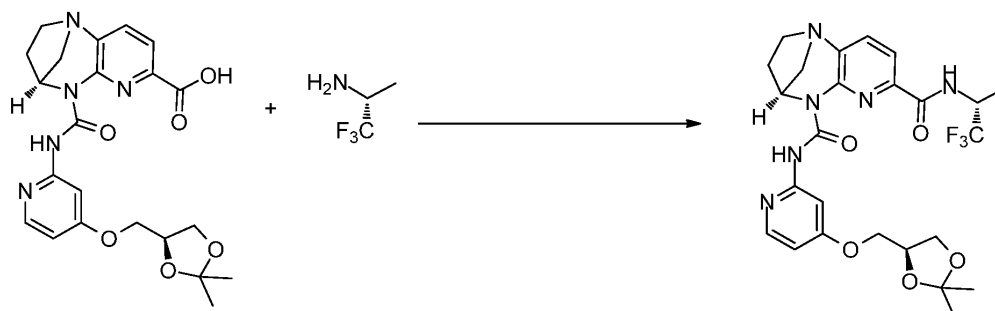
[0781]

[0782]

(4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (460 mg, 1.010 mmol)을 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (10 mL), TEA (0.141 mL, 1.010 mmol) 중에 용해시키고, HATU (768 mg, 2.020 mmol)를 첨가하고, 생성된 갈색 용액을 0℃에서 질소 하에 30분 동안 교반하였다. 이어서, 시클로프로판아민 (57.7 mg, 1.010 mmol)을 질소 하에 1부분으로 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 새로운 스폿의 형성 및 SM의 완전한 소모를 나타내었다. 반응 혼합물을 빙냉수 (20 mL)에 붓고, 형성된 갈색 침전물을 여과하고, 진공 하에 건조시켜 목적 화합물 (4S)-N7-(시클로프로필-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 갈색 고체로서 수득하였다 (400 mg, 0.777 mmol, 77% 수율). LCMS (m/z): 495.13 [M+H]⁺.

[0783]

(4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



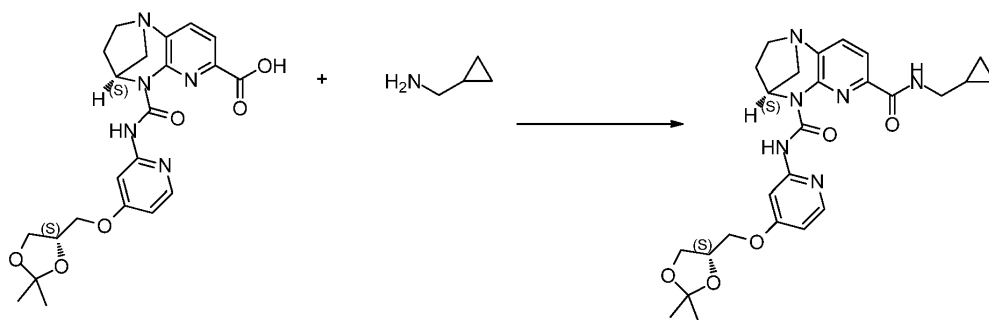
[0784]

[0785]

N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (100 mL) 중에 (4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (7 g, 15.37 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 HATU (11.69 g, 30.7 mmol) 및 TEA (6.43 mL, 46.1 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC는 비 극성 스폿의 형성 및 SM의 소모를 나타내었다. 냉수 (300 mL)를 반응 혼합물에 첨가하였다. 10분 동안 교반한 후, 고체가 침전되었으며, 수득된 고체를 여과하고, 물 (200 mL), 석유 에테르 (200 mL)로 세척하고, 고진공 하에 건조시켜 목적 순수 생성물 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 황색 고체로서 수득하였다 (6 g, 10.68 mmol, 69.5% 수율). LCMS (m/z): 551.21 [M+H]⁺.

[0786]

(4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



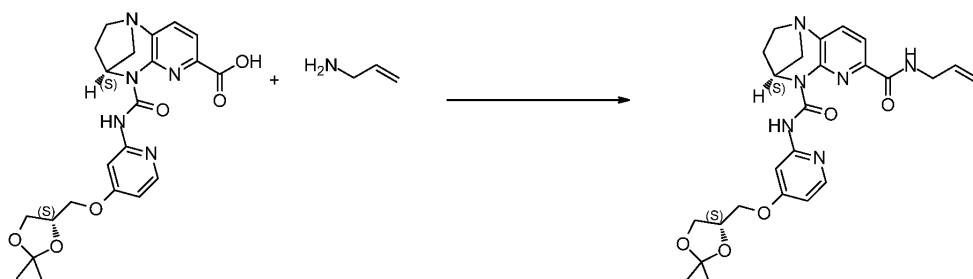
[0787]

[0788]

(4S)-메틸 5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (900 mg, 1.917 mmol) 및 시클로프로필메탄아미드 (477 mg, 6.71 mmol)를 밀봉된 튜브에 녹이고, 생성된 연갈색 용액을 100℃에서 16시간 동안 가열하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 SM과 동일한 Rf를 나타내었다. 목적 질량을 LCMS에서 관찰하였다. 반응 혼합물을 감압 하에 농축시켜 연갈색 점성 오일을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬에 의해 실리카 겔 칼럼 (12 g, DCM 중 2% MeOH)을 사용하여 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 감압 하에 농축시켜 목적 화합물 (4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 연녹색 고체로서 수득하였다 (650 mg, 1.104 mmol, 57.6% 수율), LCMS (m/z): 510.16 [M+H]⁺.

[0789]

(4S)-N7-알릴-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[0790]

[0791]

N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (7 mL) 중 (4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (600 mg, 1.317 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 HATU (1002 mg, 2.63 mmol)에 이어서 TEA (0.551 mL, 3.95 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 0℃에서 15분 동안 교반한 다음, 0℃에서 프로프-2-엔-1-아민 (75 mg, 1.317 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC는 비 극성 스폿의 형성 및 SM의 소모를 나타내었다. 냉수 (25 mL)를 반응 혼합물에 첨가하였다. 10분 동안 교반한 후, 고체가 침전되었으며, 수득된 고체를 여과하고, 물 (30 mL), 석유 에테르 (30 mL)로 세척하고, 고진공 하에 건조시켜 목적 순수 생성물 (4S)-N7-알릴-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 황색 고체로서 수득하였다 (500 mg, 1.001 mmol, 76% 수율). LCMS (m/z): 495.23 (M+H)⁺.

[0792]

(4S)-N7-((R)-1-시클로프로필-2,2,2-트리플루오로에틸)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[0795]

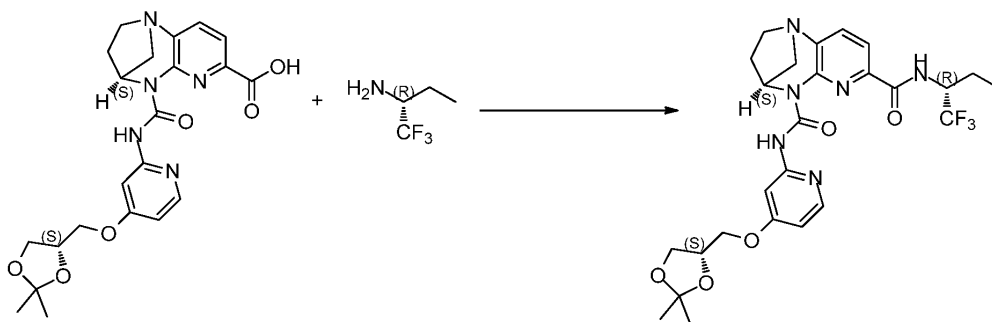
[0796]



– 85 –

[0798]

(4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로부탄-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



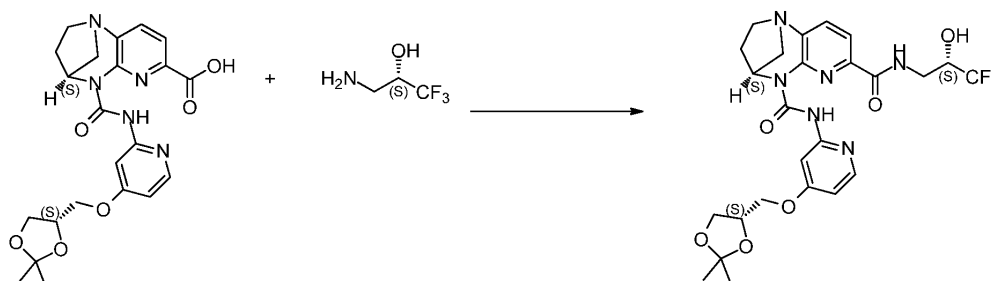
[0799]

[0800]

(4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (350 mg, 0.768 mmol), DIPEA (0.134 mL, 0.768 mmol)를 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (10 mL) 중에서 0℃에서 5분 동안 교반하였다. 이어서, HATU (584 mg, 1.537 mmol)를 첨가하고, 20분 동안 0℃에서 교반하였다. 이어서, 1 부분으로 질소 하에 (R)-1,1,1-트리플루오로부탄-2-아민 (98 mg, 0.768 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 출발 물질의 소모 및 비 극성 스폿의 형성을 나타내었다. 반응물을 물로 희석한 다음, 에틸 아세테이트 (15 mL)로 추출하였다. 유기 층을 염수 (10 mL)로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 갈색 고체 500 mg을 수득하였다. 조 물질을 100-200 메쉬 실리카 겔에 의해 정제하고, 목적 화합물을 DCM 중 4% MeOH로 용리시키고, 화합물 함유 분획을 수집하고, 감압 하에 농축시켜 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로부탄-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로 수득하였다 (320 mg, 0.549 mmol, 71.4% 수율), LCMS (m/z): 565.23 [M+H]⁺.

[0801]

(4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((S)-3,3,3-트리플루오로-2-히드록시프로필)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



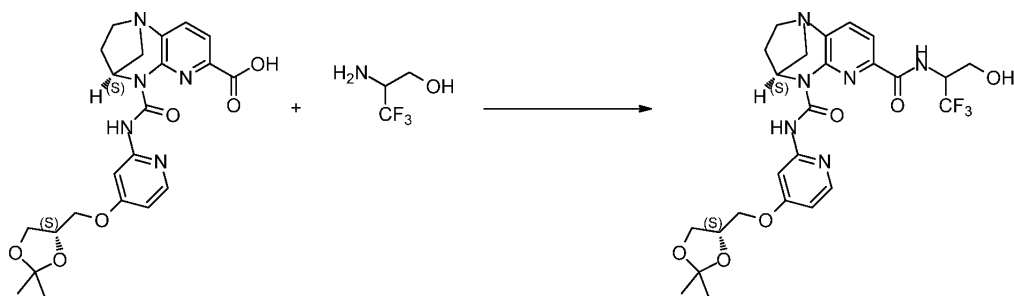
[0802]

[0803]

(4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.659 mmol), DIPEA (0.115 mL, 0.659 mmol)를 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (8 mL) 중에서 0℃에서 5분 동안 교반하였다. 이어서, HATU (501 mg, 1.317 mmol)를 첨가하고, 20분 동안 0℃에서 교반하였다. 이어서, 1 부분으로 질소 하에 (S)-3-아미노-1,1,1-트리플루오로프로판-2-올 (85 mg, 0.659 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 출발 물질의 소모 및 비 극성 스폿의 형성을 나타내었다. 반응물을 물로 희석한 다음, 에틸 아세테이트 (15 mL)로 추출하였다. 유기 층을 염수 (10 mL)로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((S)-3,3,3-트리플루오로-2-히드록시프로필)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 연갈색 고체로 수득하였다 (180 mg, 0.318 mmol, 48.2% 수율). LCMS (m/z): 567.25 [M+H]⁺.

[0804]

(4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-(1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



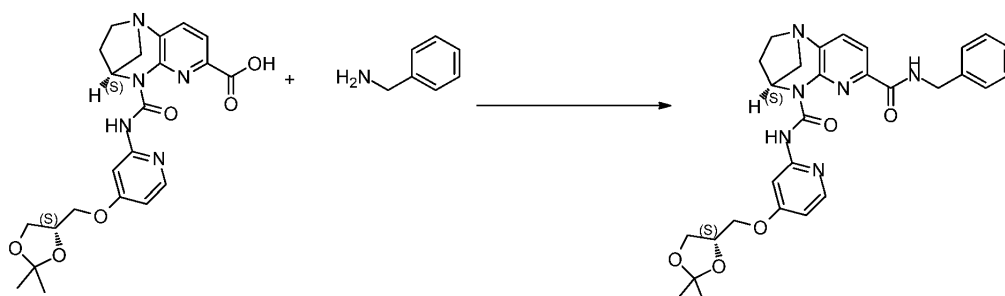
[0805]

[0806]

(4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (706 mg, 1.549 mmol), DIPEA (271 μ l, 1.549 mmol)를 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (10 mL) 중에서 0℃에서 5분 동안 교반하였다. 이어서, HATU (589 mg, 1.549 mmol)를 20분 동안 0℃에서 교반하였다. 이어서, 1 부분으로 질소 하에 2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로판-1-올 (200 mg, 1.549 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 출발 물질의 소모 및 비 극성 스폿의 형성을 나타내었다. 반응물을 물로 희석한 다음, 에틸 아세테이트 (15 mL)로 추출하였다. 유기 층을 염수 (10 mL)로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 갈색 점성 오일을 수득하였다. 조 물질을 DCM 중 2% MeOH로 용리시키면서 100-200 실리카 겔 칼럼에 의해 정제하고, 목적 용리된 화합물 분획을 감압 하에 농축시켜 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-(1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 연황색 점성 오일로서 수득하였다 (500 mg, 0.715 mmol, 46.1% 수율), LCMS (m/z): 567.25 [M+H]⁺.

[0807]

(4S)-N7-벤질-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



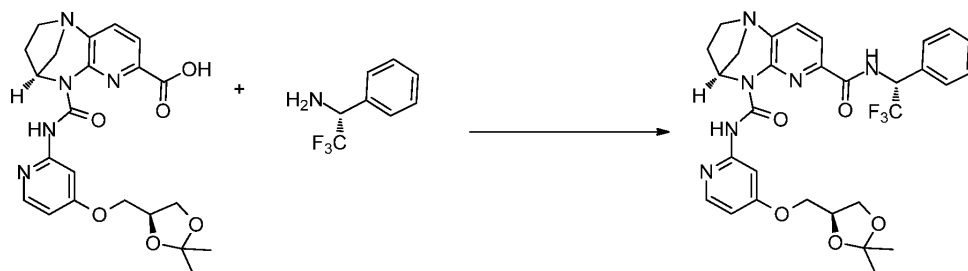
[0808]

[0809]

피리딘 (8 mL) 중 (4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (700 mg, 1.537 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 EDC (295 mg, 1.537 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 0℃에서 30분 동안 교반한 다음, 0℃에서 페닐메틸아민 (165 mg, 1.537 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC는 비 극성 스폿의 형성 및 SM의 소모를 나타내었다. 냉수 (20 mL)를 반응 혼합물에 첨가하였다. 수성 층을 EtOAc (2 x 10 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 목적 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피에 의해 100-200 실리카 겔 (용리액 DCM 중 2% MeOH)을 사용하여 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 감압 하에 증발시켜 목적 순수 생성물 (4S)-N7-벤질-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 갈색 고체로서 수득하였다 (100 mg, 0.075 mmol, 34.2% 수율). LCMS (m/z): 545.27 (M+H)⁺.

[0810]

(4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-2,2,2-트리플루오로-1-페닐에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



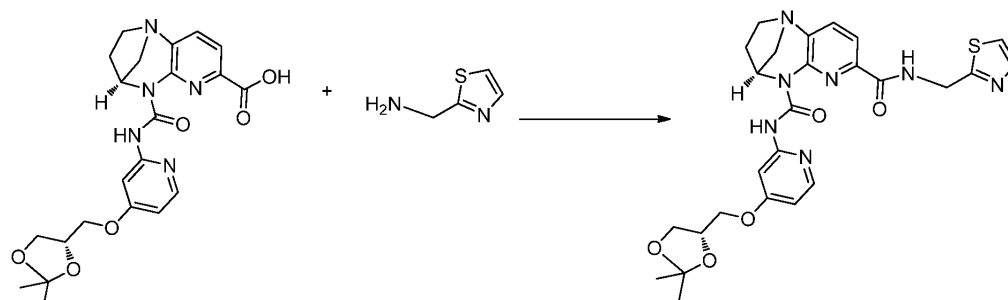
[0811]

[0812]

피리딘 (10 mL) 중 (4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (600 mg, 1.317 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 EDC (379 mg, 1.976 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 30분 동안 교반한 다음, 0℃에서 (R)-2,2,2-트리플루오로-1-페닐에탄아민 (254 mg, 1.449 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC는 비 극성 스폿의 형성 및 SM의 소모를 나타내었다. 피리딘을 증발시키고, 냉수 (20 mL)를 반응 혼합물에 첨가하였다. 10분 동안 교반한 후, 고체가 침전되었으며, 수득된 고체를 여과하고, 물 (30 mL), 석유 에테르 (30 mL)로 세척하고, 고진공 하에 건조시켜 목적 순수 생성물 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-2,2,2-트리플루오로-1-페닐에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 담갈색 고체로서 수득하였다 (500 mg, 0.813 mmol, 61.7% 수율). LCMS (m/z): 613.27 (M+H)⁺.

[0813]

(4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-(티아졸-2-일메틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[0814]

[0815]

0℃에서 질소 분위기 하에 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (10 mL) 중 (4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (450 mg, 0.988 mmol), 티아졸-2-일메탄아민 히드로클로라이드 (223 mg, 1.482 mmol) 및 HATU (564 mg, 1.482 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (0.863 mL, 4.94 mmol)를 첨가하고, 26℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 물 (10 mL)로 희석하고, DCM (3x10 mL)으로 추출하였다. 합한 유기 추출물을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 그레이스에 의해 C-18 역 칼럼, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: ACN을 사용하여 정제하고, 생성물을 물 중 0.1% 포름산 중 52% ACN으로 용리시켰다. 용매를 증발시키고, 포화 NaHCO₃으로 염기성화시켰다. 수성 층을 DCM으로 추출하였다. DCM 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 증발시켜 순수한 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-(티아졸-2-일메틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (300 mg, 0.510 mmol, 51.6% 수율), LCMS (m/z): 551.90 [M+H]⁺.

[0816]

(4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-(티아졸-4-일메틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성

[0817]

실온에서 질소 하에 교반하는 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (5 mL) 중 고체 (4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (450 mg, 0.988 mmol)에 고체 HATU (564 mg, 1.482 mmol) 및 DIPEA (0.518 mL, 2.96 mmol) 및 티아졸-4-일메탄아민 히드로클로라이드 (223 mg, 1.482 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 25℃에서 3시간 동

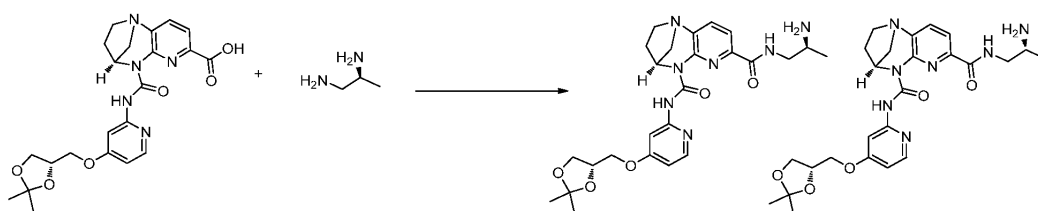
안 교반하였다. 반응물을 TLC에 의해 모니터링하였다. 유기 상을 물에 첨가하고, 에틸 아세테이트로 추출하고, 물 50 mL 및 포화 염수 100 mL로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 진공 하에 증발시켜 조 생성물을 수득하였다. 샘플을 셀라이트로 흡착시키고, SPE(그레이스)에 의해 역상 (C18) 20g 상에서 0-50% 포름산, ACN을 사용하여 정제하였다. 적절한 분획을 합하고, 진공 하에 증발시켜 목적 생성물 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (250 mg, 0.416 mmol, 42.2% 수율), LCMS (m/z): 552.10 [M+H]⁺.

[0818] 하기의 합성:

[0819] (4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드; 및

[0820] (4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드

[0821]



[0822]

테트라히드로푸란 (THF) (30 mL) 중 (4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (2.0 g, 4.39 mmol)의 교반 용액에 HATU (2.004 g, 5.27 mmol), DIPEA (2.301 mL, 13.17 mmol) 및 3,3,3-트리플루오로프로판-1,2-디아민 히드로클로라이드 (1.084 g, 6.59 mmol)를 첨가하고, 18시간 동안 25℃에서 교반하였다. 물 (30 mL)을 첨가하고, 에틸 아세테이트 (3 x 30 mL)로 추출하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다. 조 화합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카겔, 100-200 메쉬 용리액: 헥산 중 60% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하여 1.6 g을 수득하였다, LCMS: 96.69%. 키랄 SFC에 의해 추가로 정제하여 2종의 부분입체이성질체를 수득하였다.

[0823] 정제용 SFC 조건

[0824] 칼럼/치수: 키랄팩 IC ((250 X30)mm, 5 μ

[0825] % CO₂: 55.0%

[0826] % 공용매: 45.0% (에탄올 중 0.5% DEA)

[0827] 총 유량: 90.0 g/분

[0828] 배압: 100.0 bar

[0829] UV: 214 nm

[0830] 스택 시간: 4.0분

[0831] 로드/주입: 8.0 mg

[0832] 용해도: MeOH+DCM

[0833] 총 주입 횟수: 200

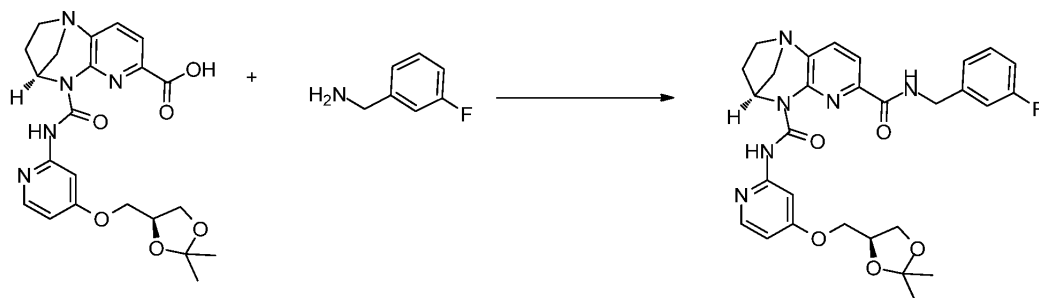
[0834] 기기 세부사항: 제조/모델: 타르 SFC- 200 (뉴-2)

[0835] 피크-1: SFC로부터 수집된 분획을 농축시키고, 헵탄으로 세척하여 (4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 황색 고체로서 수득하였다 (500 mg, 0.859 mmol, 19.56% 수율), (TLC 용리액: 100 에틸 아세테이트 R_f 값: 0.3), LCMS: (m/z): 566.25

$[M+H]^+$.

[0836] 피크-2: SFC로부터 수집된 분획을 농축시키고, 펜탄으로 세척하여 (4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 갈색빛 점착성 물질로서 수득하였다 (400 mg, 0.636 mmol, 14.48% 수율), (TLC 용리액: 100 에틸 아세테이트 R_f 값: 0.3), LCMS: (m/z): 566.25 $[M+H]^+$.

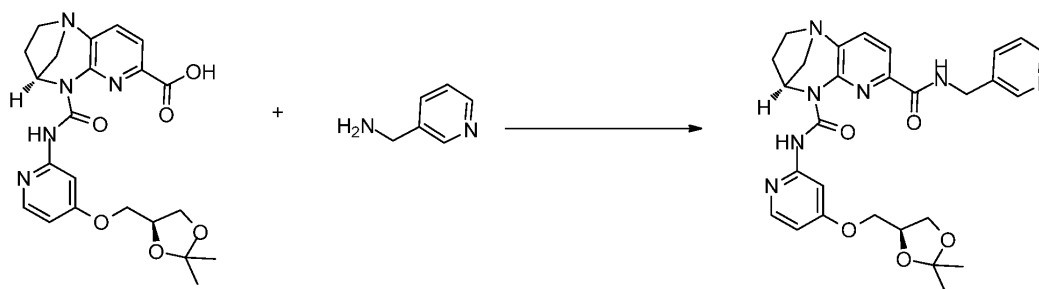
[0837] (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-(3-플루오로벤질)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[0838]

[0839] 피리딘 (2 mL) 중 (4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (600 mg, 1.317 mmol)의 교반 용액에 0°C에서 EDC (505 mg, 2.63 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 0°C에서 30분 동안 교반한 다음, 0°C에서 (3-플루오로페닐)메탄아민 (198 mg, 1.581 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC는 비 극성 스폿의 형성 및 SM의 소모를 나타내었다. 피리딘을 완전히 증발시키고, 냉수 (25 mL)를 반응 혼합물에 첨가하였다. 수성 층을 EtOAc (2 x 25 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 목적 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 콤비 플래쉬 칼럼 (40 g 칼럼, 용리액 DCM 중 4% MeOH)에 의해 정제하고, 순수한 화합물을 함유하는 분획을 감압 하에 증발시켜 목적 순수 생성물 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-(3-플루오로벤질)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 갈색 고체로서 수득하였다 (500 mg, 0.879 mmol, 66.7% 수율). LCMS (m/z): 563.27 (M+H)⁺.

[0840] (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-(피리딘-3-일메틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[0841]

[0842] 피리딘 (8 mL) 중 (4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (700 mg, 1.537 mmol)의 교반 용액에 0°C에서 EDC (442 mg, 2.305 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 0°C에서 30분 동안 교반한 다음, 0°C에서 피리딘-3-일메탄아민 (199 mg, 1.844 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC는 비 극성 스폿의 형성 및 SM의 소모를 나타내었다. 피리딘을 증발시키고, 냉수 (20 mL)를 반응 혼합물에 첨가하였다. 10분 동안 교반한 후, 고체가 침전되었으며, 수득된 고체를 여과하고, 물 (30 mL), 석유 에테르 (30 mL)로 세척하고, 고진공 하에 건조시켜 목적 순수 생성

물 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-(피리딘-3-일메틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복시아미드를 담갈색 고체로서 수득하였다 (500 mg, 0.857 mmol, 55.7% 수율), LCMS (m/z): 546.24 (M+H)⁺.

[0843]

(4S)-5-(피라진-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



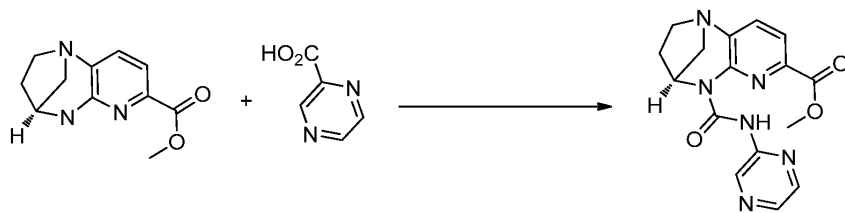
[0844]

[0845]

테트라히드로푸란 (THF) (15 mL) 및 물 (10 mL) 중 (4S)-메틸 5-(피라진-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (3 g, 8.81 mmol)의 교반 용액에 LiOH (0.528 g, 22.04 mmol)를 첨가하고, 실온에서 12시간 동안 교반하였다. 반응 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC은 어떠한 출발 물질 및 새로운 극성 스팟도 관찰되지 않았음을 나타내었다. 반응물을 감압 하에 농축시켰다. 이후에 pH를 2N HCl을 사용하여 2로 조정하고, 수득된 고체를 여과하고, 고진공 하에 건조시켜 목적 순수 생성물 (4S)-5-(피라진-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 회백색 고체로서 수득하였다 (2.2 g, 6.59 mmol, 74.7% 수율). LCMS (m/z): 327.09 [M+H]⁺.

[0846]

(4S)-메틸 5-(피라진-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



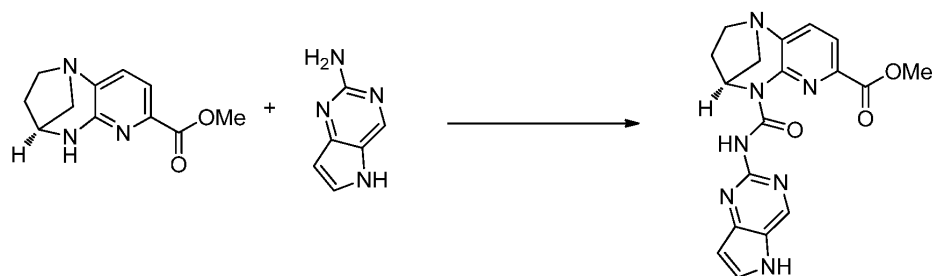
[0847]

[0848]

톨루엔 (50 mL) 중 피라진-2-카르복실산 (2.264 g, 18.24 mmol)의 교반 용액에 디페닐 포스포르아지데이트 (5.02 g, 18.24 mmol)를 첨가하고, 이어서 TEA (5.09 mL, 36.5 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 90℃에서 2시간 동안 교반하고, (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (4 g, 18.24 mmol)를 동일한 온도에서 첨가하고, 90℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC는 출발 물질과 함께 비 극성 스팟을 나타내었다. 물 (50 mL)을 반응 혼합물에 첨가하고, EtOAc (2 x 50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피에 의해 100-200 실리카 겔 (용리액 DCM 중 0.5-1.5% MeOH)을 사용하여 정제하여 목적 순수 생성물 (4S)-메틸 5-(피라진-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 회백색 고체로서 수득하였다 (3.2 g, 9.15 mmol, 50.1% 수율). LCMS (m/z): 341.07 [M+H]⁺.

[0849]

(4S)-메틸 5-((5H-피롤로[3,2-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



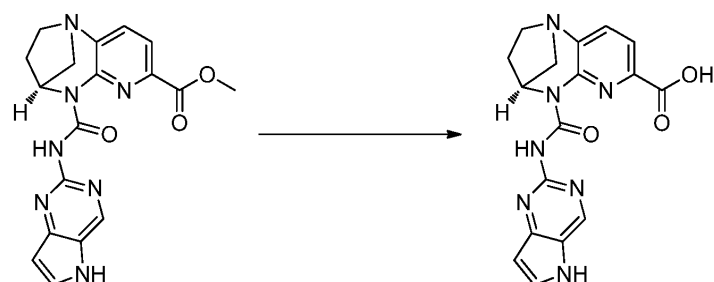
[0850]

[0851]

TEA (7.63 mL, 54.7 mmol) & 트리포스겐 (2.71 g, 9.12 mmol)을 테트라히드로푸란 (THF) (60 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (2.0 g, 9.12 mmol)의 교반 용액에 질소 하에 28℃에서 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 30분 동안 교반하고, 5H-피롤로[3,2-d]피리미딘-2-아민 (3.67 g, 27.4 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 65℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 용매를 감압 하에 완전히 증발시키고, 물 (30 mL)과 DCM (2 X 50 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 생성물을 갈색 고체로서 수득하였다. 조 화합물을 그레이스에 의해 C-18 역 칼럼, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: ACN을 사용하여 정제하고, 생성물을 물 중 18% ACN/0.1% 포름산으로 용리시켰다. 용매를 증발시키고, 포화 NaHCO₃으로 염기성화시켰다. 수성 층을 DCM으로 추출하였다. DCM 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 증발시켜 순수한 (4S)-메틸 5-((5H-피롤로[3,2-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 연황색 고체로서 수득하였다 (1.8 g, 3.25 mmol, 35.6% 수율), LCMS (m/z): 380.23 [M+H]⁺.

[0852]

(4S)-5-((5H-피롤로[3,2-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



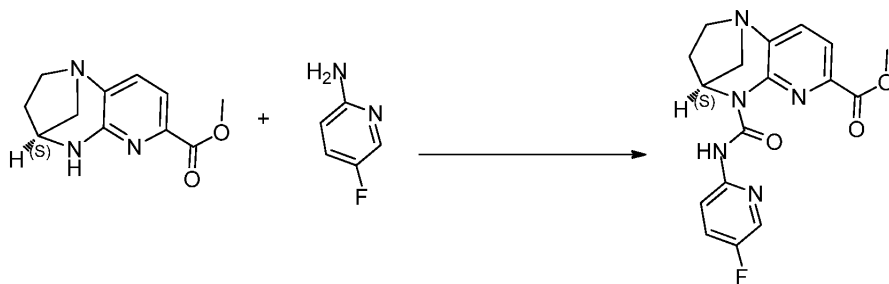
[0853]

[0854]

물 (4 mL) 중 수산화리튬 1수화물 (0.199 g, 4.74 mmol)을 실온에서 테트라히드로푸란 (THF) (20 mL) 중 (4S)-메틸 5-((5H-피롤로[3,2-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1.8 g, 4.74 mmol)의 교반 용액에 첨가하였다. 반응 혼합물을 26℃에서 2시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물 용매를 감압 하에 완전히 증발시키고, 1N HCl 용액으로 산성화시켰다. 반응 혼합물을 감압 하에 완전히 증발시키고, DCM 중 20% MeOH (50 mL)를 첨가하고, 15분 동안 교반하였다. 반응물을 셀라이트를 통해 여과하고, DCM 중 20% MeOH (25 mL)에 의해 셀라이트로 세척하였다. 취한 여과물을 증발시켜 조 생성물 (4S)-5-((5H-피롤로[3,2-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 갈색 고체로서 수득하였다 (1.0 g, 2.120 mmol, 44.7% 수율), (TLC 용리액: DCM 중 20% MeOH: R_f-0.2.; UV 활성). LCMS (m/z): 365.9 [M+H]⁺.

[0855]

(4S)-메틸 5-((5-플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



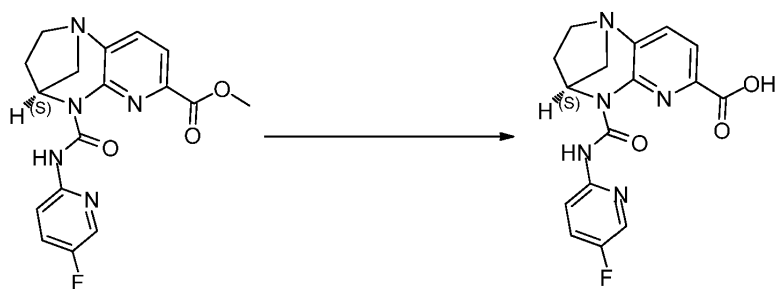
[0856]

[0857]

테트라히드로푸란 (THF) (30 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (2.5 g, 11.40 mmol)의 교반 용액에, 트리포스겐 (2.71 g, 9.12 mmol) 및 트리에틸아민 (9.54 mL, 68.4 mmol)을 첨가하고, 30분 동안 교반하였다. 30분 후, 5-플루오로피리딘-2-아민 (2.56 g, 22.81 mmol)을 첨가하고, 반응물을 75℃에서 6시간 동안 질소 상태 하에 유지하였다. 반응 진행을 TLC(TLC는 3개의 주요 스폿을 나타내며, 어떠한 SM 스폿도 관찰되지 않았음)에 의해 모니터링하였다. 물(150mL)을 반응 혼합물에 첨가하였다. 고체를 형성하고, 조 화합물을 여과하였다. 디에틸 에테르 (2x35mL) 세척액을 조 화합물에 제공하여 순수한 (4S)-메틸 5-((5-플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 갈색 화합물로서 수득하였다 (2.5 g, 6.63 mmol, 58.2% 수율), LCMS (m/z): 358.09 [M+H]⁺.

[0858]

(4S)-5-((5-플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



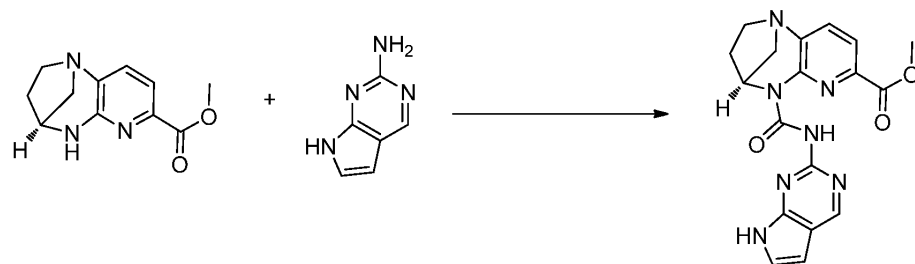
[0859]

[0860]

테트라히드로푸란 (THF) (30 mL) 및 물 (10 mL) 중 (4S)-메틸 5-((5-플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (2.5 g, 7.00 mmol)의 교반 용액에 LiOH (0.503 g, 20.99 mmol)를 첨가하고, 반응을 실온에서 16시간 동안 유지하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC는 새로운 극성 스폿의 형성 및 출발 물질의 총 소모를 나타내었다. THF를 완전히 증발시키고, 반응 혼합물의 pH를 2M HCl을 사용하여 5로 조정하였다. 수득된 고체를 여과하고, 물 (20 mL) 및 석유 에테르 (30 mL)로 세척하여 목적 순수 생성물 (4S)-5-((5-플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 담갈색 고체로서 수득하였다 (1.5 g, 4.05 mmol, 57.9% 수율). LCMS (m/z): 344.02 [M+H]⁺.

[0861]

(4S)-메틸 5-((7H-피롤로[2,3-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



[0862]

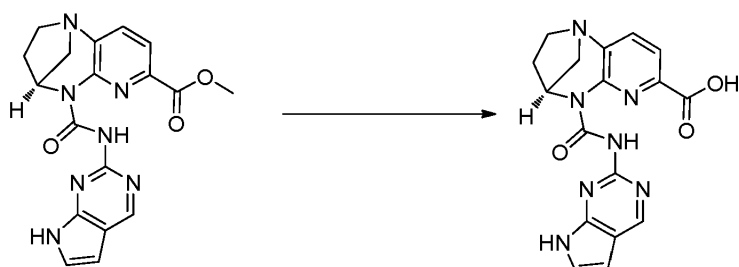
[0863]

트리포스겐 (2.030 g, 6.84 mmol)을 테트라히드로푸란 (THF) (60 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1.5 g, 6.84 mmol), 및 TEA (5.72 mL, 41.1 mmol)의 교

반 용액에 질소 하에 28℃에서 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 30분 동안 교반하고, 7H-피롤로[2,3-d]피리미딘-2-아민 (2.75 g, 20.53 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 65℃에서 6시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 용매를 감압 하에 완전히 증발시키고, 물 (50 mL)과 EtOAc (2 X 60 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 갈색 고체로서 수득하였다. TLC 용리액: 100% EtOAc/헥산, R_f : 0.3, UV 활성. 조 화합물을 그레이스에 의해 C-18 역 칼럼, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: MeOH를 사용하여 정제하고, 생성물을 물 중 28-32% MeOH/0.1% 포름산으로 용리시켰다. 용매를 증발시키고, 포화 NaHCO₃으로 염기성화시켰다. 수성 층을 DCM으로 추출하였다. DCM 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 증발시켜 순수한 (4S)-메틸 5-((7H-피롤로[2,3-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 회백색 고체로서 수득하였다 (1.4 g, 3.43 mmol, 50.2% 수율), LCMS (m/z): 380.0 [M+H]⁺.

[0864] (4S)-5-((7H-피롤로[2,3-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성

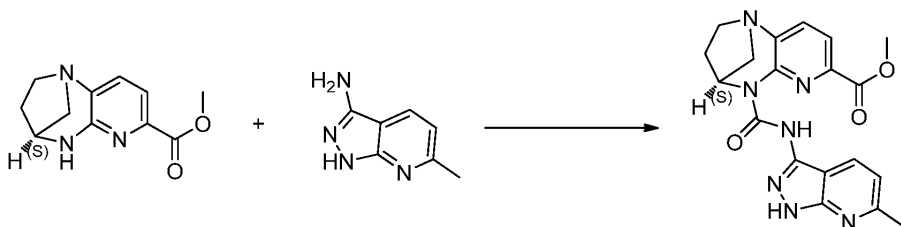
[0865] N36377-55



[0866]

[0867] 물 (10 mL) 중 LiOH·H₂O (0.152 g, 6.33 mmol)를 0℃에서 테트라히드로푸란 (THF) (20 mL) 중 (4S)-메틸 5-((7H-피롤로[2,3-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1.2 g, 3.16 mmol)의 교반 용액에 첨가하였다. 반응 혼합물을 26℃에서 2시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물 용매를 감압 하에 완전히 증발시키고, 1N HCl 용액으로 산성화시켰다. 반응 혼합물을 감압 하에 완전히 증발시키고, DCM 중 20% MeOH (40 mL)를 첨가하고, 15분 동안 교반하였다. 반응물을 셀라이트를 통해 여과하고, DCM 중 20% MeOH (15 mL)에 의해 셀라이트로 세척하였다. 취한 여과물을 증발시켜 조 물질 (4S)-5-((7H-피롤로[2,3-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 회백색 고체로서 수득하였다 (900 mg, 2.330 mmol, 73.7% 수율), LCMS (m/z): 366.00 [M+H]⁺.

[0868] (4S)-메틸 5-((6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



[0869]

[0870] 0℃에서 질소 하에 교반하는 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1 g, 4.56 mmol)의 용액에, 트리포스겐 (1.354 g, 4.56 mmol) 및 TEA (3.81 mL, 27.4 mmol)를 첨가하였다. 이어서, 반응 혼합물을 30℃에서 30분 동안 교반하고, 6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-아민 (507 mg, 3.42 mmol)을 첨가한 다음, 반응 혼합물을 90℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응물을 LCMS 및 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 냉수 (30 mL)에 붓고, 에틸 아세테이트 (2x 50 mL)로 추출하였다. 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 진공 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔)에 의해 용리액으로서 DCM 중 10% 메탄올의 구배 혼합물을 사용하여 화합물 (4S)-메틸

5-((6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 연갈색 고체로서 수득하였다 (800 mg, 1.694 mmol, 37.1% 수율), LCMS (m/z): 394.08 $[M+H]^+$.

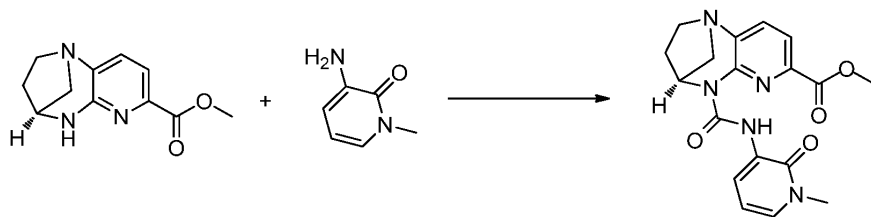
[0871] (4S)-5-((6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



[0872]

[0873] 테트라히드로푸란 (THF) (15 mL) 및 물 (15.00 mL) 중 (4S)-메틸 5-((6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (800 mg, 2.034 mmol)의 용액에 LiOH (73.1 mg, 3.05 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 2시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 감압 하에 농축시켜 화합물 (4S)-5-((6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 연갈색 고체로서 수득하였다 (500 mg, 1.079 mmol, 53.0% 수율), LCMS (m/z): 380.09 $[M+H]^+$.

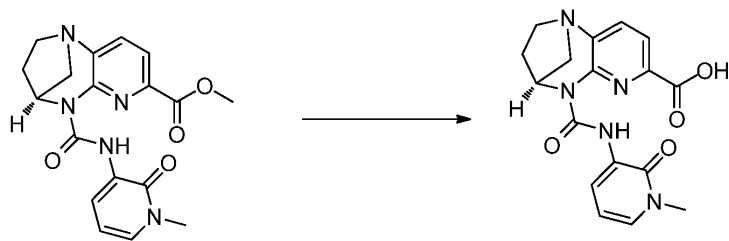
[0874] (4S)-메틸 5-((1-메틸-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



[0875]

[0876] 테트라히드로푸란 (THF) (30 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (700 mg, 3.19 mmol)의 용액에 실온에서 트리포스겐 (947 mg, 3.19 mmol)에 이어서 트리에틸아민 (2.67 mL, 19.16 mmol)을 첨가하고, 생성된 현탁액을 실온에서 30분 동안 교반하였다. 3-아미노-1-메틸피리딘-2(1H)-온 (793 mg, 6.39 mmol)을 반응 혼합물에 실온에서 첨가하고, 생성된 현탁액을 70℃로 16시간 동안 가열하였다. 반응물을 TLC (TLC는 출발 물질의 부재를 나타내고, 새로운 주요 스폿이 SM에 대한 동일한 R_f 에서 관찰되었음)에 의해 모니터링하였다. 반응물을 물 (30 mL)로 희석하고, 수성 층을 에틸 아세테이트 (2X30 mL)로 추출하였다. 유기 층을 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 암갈색 액체로서 수득하였다. 조 물질을 실리카 상에서 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔, DCM 중 0-15% MeOH)에 의해 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 화합물 (4S)-메틸 5-((1-메틸-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 회백색 고체로서 수득하였다 (550 mg, 1.311 mmol, 41.1% 수율), LCMS (m/z): 370.15 $(M+H)^+$.

[0877] (4S)-5-((1-메틸-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



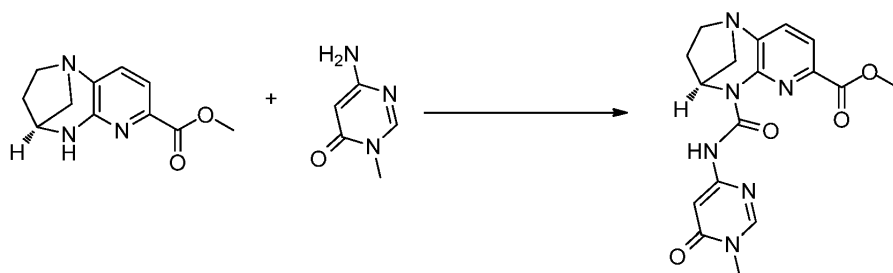
[0878]

[0879]

테트라히드로푸란 (THF) (5 mL), 물 (5.00 mL) 중 (4S)-메틸 5-((1-메틸-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (550 mg, 1.489 mmol)의 용액에 실온에서 LiOH (107 mg, 4.47 mmol)를 첨가하고, 생성된 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응이 완결된 후 (TLC에 의해 모니터링함, 출발 물질은 완전히 소모되고, 새로운 스폿이 관찰되었음), 반응물을 농축시키고, 물 중에 용해시켰다. 수성 층의 pH를 2N HCl을 사용하여 4로 조정하여 고체 침전물을 수득하였으며, 이를 여과하고, 건조시켜 (4S)-5-((1-메틸-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 회백색 고체로서 수득하였다 (380 mg, 0.665 mmol, 44.6% 수율). LCMS (m/z): 356.3 (M+H)⁺.

[0880]

(4S)-메틸 5-((1-메틸-6-옥소-1,6-디히드로피리미딘-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



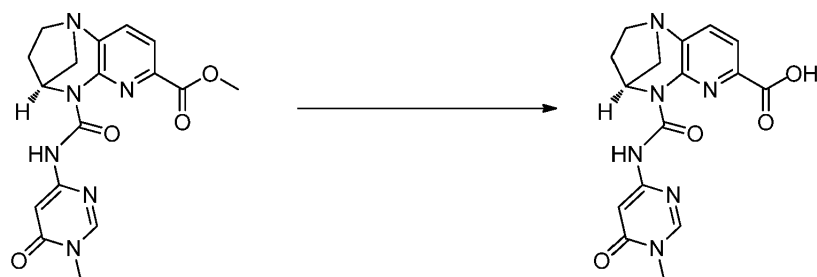
[0881]

[0882]

실온에서 질소 하에 교반하는 테트라히드로푸란 (THF) (80 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (2 g, 9.12 mmol)의 용액에 트리포스젠 (2.71 g, 9.12 mmol) 및 DIPEA (4.78 mL, 27.4 mmol)를 첨가하였다. 실온에서 30분 후, 1 부분으로 6-아미노-3-메틸피리미딘-4(3H)-온 (1.141 g, 9.12 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 극성 스폿의 형성 및 SM의 일부 양을 나타내었다. 반응물을 100 mL 물로 희석하고, (2X100 mL) EtOAc로 추출하였다. 합한 유기 층을 80 mL 물로 세척하고, 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬에 의해 실리카 겔 칼럼 (12g, DCM 중 5% 메탄올)을 사용하여 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 (4S)-메틸 5-((1-메틸-6-옥소-1,6-디히드로피리미딘-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 연갈색 고체로서 수득하였다 (670 mg, 1.617 mmol, 17.72% 수율), LCMS (m/z): 371.05 (M+H)⁺.

[0883]

(4S)-5-((1-메틸-6-옥소-1,6-디히드로피리미딘-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



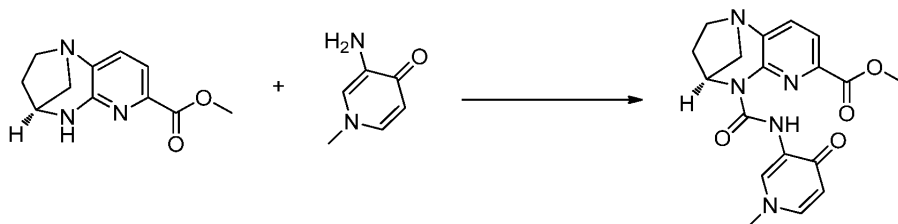
[0884]

[0885]

실온에서 교반하는 테트라히드로푸란 (THF) (10 mL) 중 (4S)-메틸 5-((1-메틸-6-옥소-1,6-디히드로피리미딘-

4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (650 mg, 1.755 mmol)의 현탁액에 물 (5 mL) 중 LiOH (105 mg, 4.39 mmol)의 용액을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 극성 스폿의 형성 및 SM의 완전한 소모를 나타내었다. 반응물을 감압 하에 농축시키고, 물 10 mL를 첨가하고, EtOAc 50 mL로 세척하였다. 이어서, 수층을 0°C로 냉각시키고, pH를 2N 수성 HCl 용액을 사용하여 3으로 조정하고, 형성된 고체를 0°C에서 15분 동안 교반하였다. 여과하고, 건조시켜 (4S)-5-((1-메틸-6-옥소-1,6-디히드로피리미딘-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 회백색 고체로서 수득하였다 (400 mg, 1.043 mmol, 59.4% 수율), LCMS (m/z): 357.15 ($M+H$)⁺.

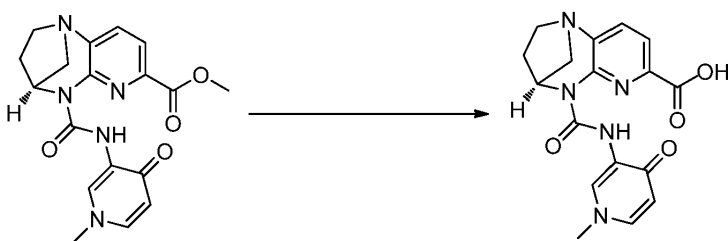
[0886] (4S)-메틸 5-((1-메틸-4-옥소-1,4-디히드로피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



[0887]

[0888] THF (30 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1.5 g, 6.84 mmol)의 교반 용액에 질소 하에 0°C에서 TEA (5.72 mL, 41.1 mmol) 및 트리포스겐 (2.030 g, 6.84 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물 25°C에서 1시간 동안 교반하였다. 1시간 후, 1 부분으로 0°C에서 3-아미노-1-메틸피리딘-4(1H)-온 (1.274 g, 10.26 mmol)을 반응물에 첨가하고, RM을 70°C로 가열하고, 이것을 70°C에서 16시간 동안 유지하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (30 mL)을 첨가하고, EtOAc (3x40mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액(100mL)으로 세척하고, 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 이것을 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 잔류물을 디에틸 에테르 (50mL)에 이어서 펜탄 (2x25mL)으로 연화처리하여 고체를 수득하고, 부호너 깔때기 상에서 여과하고, 진공 하에 건조시켜 화합물 (4S)-메틸 5-((1-메틸-4-옥소-1,4-디히드로피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 연갈색 고체로서 수득하였다 (1 g, 2.005 mmol, 29.3% 수율), LCMS (m/z): 370.21 ($M+H$)⁺.

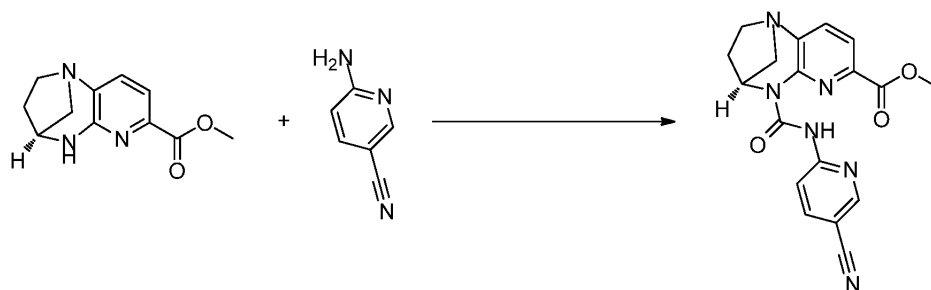
[0889] (4S)-5-((1-메틸-4-옥소-1,4-디히드로피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



[0890]

[0891] THF (30 mL) 중 (4S)-메틸 5-((1-메틸-4-옥소-1,4-디히드로피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (0.5 g, 1.354 mmol)의 교반 용액에 물 (10 mL) 및 LiOH (0.097 g, 4.06 mmol)를 0°C에서 첨가하고, 반응 혼합물을 25°C에서 3시간 동안 교반하였다. THF를 농축시키고, 물 (20 mL)로 희석하고, 2N HCl을 첨가함으로써 산성화시키고, 생성된 고체를 여과하여 생성물을 수득하였다, LCMS (m/z): 355.98 ($M+H$)⁺.

[0892] (4S)-메틸 5-((5-시아노피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



[0893]

[0894]

테트라히드로푸란 (THF) (20 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (2 g, 9.12 mmol)의 교반 용액에 질소 분위기 하에 실온에서 트리포스젠 (2.71 g, 9.12 mmol) 및 TEA (3.81 mL, 27.4 mmol)를 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물에 실온에서 테트라히드로푸란 (THF) (20.00 mL) 중 6-아미노니코티노니트릴 (1.630 g, 13.68 mmol)의 용액을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 80℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC는 SM이 소모되고 비 극성 스팟이 형성되었음을 나타내었다. 반응 혼합물을 물 (50 mL)로 희석하고, EtOAc (3 x 50mL)로 추출하였다. 유기 층을 합하고, 염수 용액 (30 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 (4S)-메틸 5-((5-시아노피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 갈색 점착성 고체로서 수득하였다 (3.0 g, 5.66 mmol, 62.1% 수율), LCMS (m/z): 365.18 [M+H]⁺.

[0895]

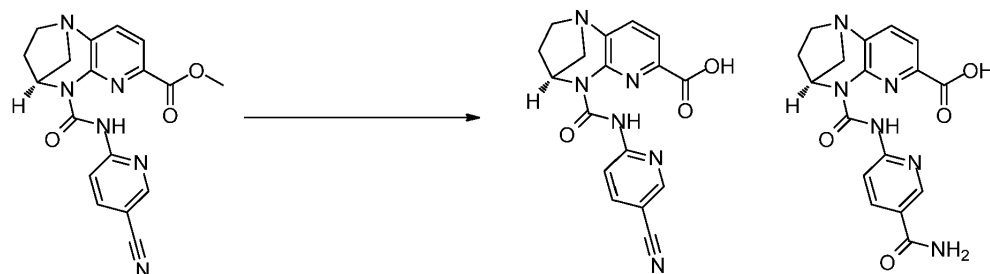
하기의 합성:

[0896]

(4S)-5-((5-시아노피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산; 및

[0897]

(4S)-5-((5-카르바모일피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산



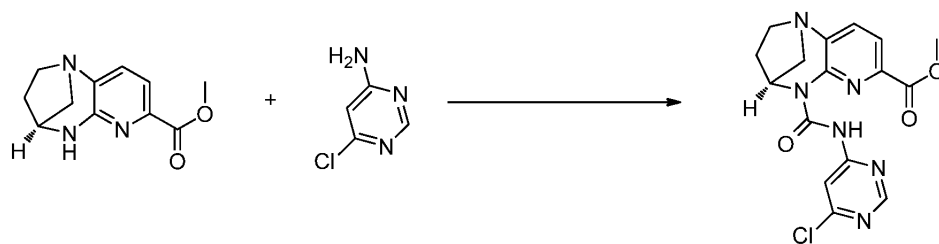
[0898]

[0899]

테트라히드로푸란 (THF) (30 mL) 및 물 (10.00 mL) 중 (4S)-메틸 5-((5-시아노피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (3.0 g, 8.23 mmol)의 교반 용액에 수산화리튬 수화물 (0.691 g, 16.47 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 4시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC는 SM이 소모되고 극성 스팟이 형성되었음을 나타내었다. 반응 혼합물을 진공 하에 농축시켜 THF를 제거하고, 2N HCl로 산성화시키고, 고체가 침전되고, 고체를 여과하고, 완전히 건조시켜 하기의 혼합물을 갈색 고체로서 수득하였다: (4S)-5-((5-시아노피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (2.5 g, 3.27 mmol, 39.7% 수율), LCMS (m/z): 351.17[M+H]⁺ 및 (4S)-5-((5-카르바모일피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산, LCMS (m/z): 369.20[M+H]⁺.

[0900]

(4S)-메틸 5-((6-클로로피리미딘-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



[0901]

[0902]

실온에서 질소 하에 교반하는 테트라히드로푸란 (THF) (30 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (3 g, 13.68 mmol), 트리포스겐 (2.436 g, 8.21 mmol) 및 트리 에틸아민 (9.54 mL, 68.4 mmol)의 현탁액에 고체 6-클로로피리미딘-4-아민 (1.950 g, 15.05 mmol)을 첨가하였 다. 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 2개 의 비 극성 스폿의 형성 및 SM의 완전한 소모를 나타내었다. 반응 혼합물을 냉수 (80 ml)로 희석하고, EtOAc (2 x 150 ml)로 추출하고, 유기 층을 분리하고, 염수(80 mL)로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과 하고, 감압 하에 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬에 의해 실리카 겔 칼럼 (40 g, DCM 중 2% 메탄올)을 사용하여 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 화합물 (4S)-메틸 5-((6-클로로피리미딘-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 연황색 고체로서 수득하였다 (900 mg, 2.390 mmol, 17.46% 수율), LCMS (m/z): 375.05[M+H]⁺.

[0903]

(4S)-5-((6-클로로피리미딘-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



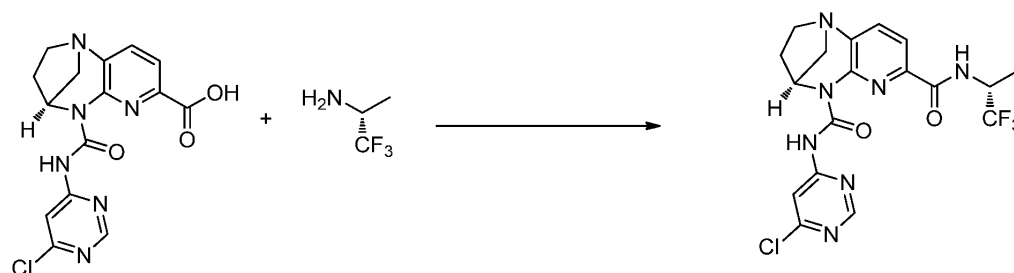
[0904]

[0905]

테트라히드로푸란 (THF) (5 mL) 중 (4S)-메틸 5-((6-클로로피리미딘-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (900 mg, 2.401 mmol)의 교반 용액에 실온에서 물 (3 mL) 중 수산화리튬 수화물 (202 mg, 4.80 mmol)의 용액을 첨가하고, 생성된 반응물을 질소 하에 실온에서 16시 간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 극성 스폿의 형성 및 SM의 완전한 소 모를 나타내었다. 반응 혼합물을 감압 하에 농축시키고, 물 (5 mL) 중에 희석하고, 1N HCl (4 mL)을 사용하여 pH=6으로 산성화시켰다. 형성된 생성된 고체를 여과에 의해 수집하고, 건조시켜 (4S)-5-((6-클로로피리미딘-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 회백색 고체로서 수득하였다 (600 mg, 1.073 mmol, 44.7% 수율), LCMS (m/z): 361.10 [M+H]⁺.

[0906]

(4S)-N5-(6-클로로피리미딘-4-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



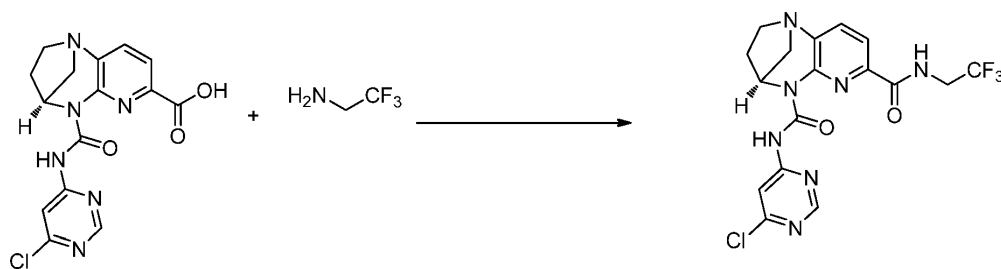
[0907]

[0908]

N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (10 mL) 중 (4S)-5-((6-클로로피리미딘-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1 g, 2.77 mmol)의 교반 현탁액에 실온에서 HATU (1.581 g, 4.16 mmol) 및 DIPEA (1.452 mL, 8.32 mmol)를 첨가하고, 이것을 30분 동안 교반한 후 (R)-1,1,1-트리플루

오로프로판-2-아민 (0.627 g, 5.54 mmol)을 첨가하였다. 반응물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 출발 물질이 소모되어 0.4 R_f의 새로운 스팟을 형성하였음을 나타내었다. 빙냉수 (50mL)를 반응물에 첨가하여 고체를 수득하였다. 고체를 여과하고, 건조시켜 조 화합물을 연황색 고체로서 수득하였다. 조 화합물을 디에틸 에테르 (20mL)로 연화처리하여 (4S)-N5-(6-클로로피리미딘-4-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (600 mg, 1.183 mmol, 42.7% 수율), LCMS (m/z): 456.06 (M+H)⁺.

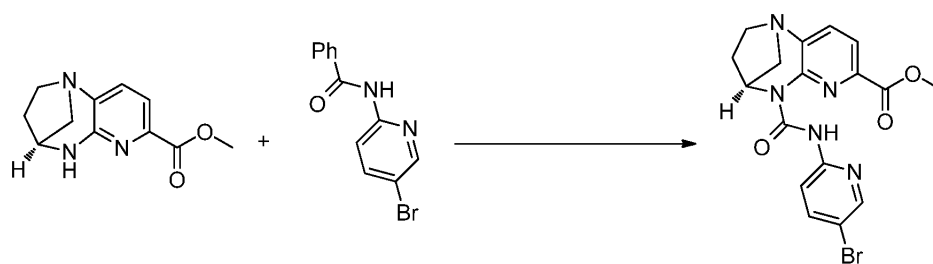
[0909] (4S)-N5-(6-클로로피리미딘-4-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[0910]

[0911] 디클로로메탄 (DCM) (5 mL) 중 (4S)-5-((6-클로로피리미딘-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (550 mg, 1.525 mmol)의 교반 현탁액에 실온에서 1-메틸-1H-이미다졸 (125 mg, 1.525 mmol) 및 메탄술포닐 클로라이드 (0.119 mL, 1.525 mmol)를 첨가하고, 이것을 30분 동안 교반한 후 2,2,2-트리플루오로에탄아민 히드로클로라이드 (413 mg, 3.05 mmol)를 첨가하고, 50℃에서 3시간 동안 질소 하에 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 비-극성 스팟의 형성 및 SM의 완전한 소모를 나타내었다. 반응 혼합물을 냉수 (20 mL)에 붓고, DCM (2 x 50 mL)으로 추출하고, 유기 층을 분리하고, 염수(30mL)로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 조 생성물을 CAN (5 mL)으로 연화처리하고, 건조시켜 (4S)-N5-(6-클로로피리미딘-4-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 연황색 고체로서 수득하였다 (400 mg, 0.879 mmol, 57.6% 수율), LCMS (m/z): 442.15 [M+H]⁺.

[0912] (4S)-메틸 5-((5-브로모피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



[0913]

[0914] 테트라히드로푸란 (THF) (10 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1.6 g, 7.30 mmol)의 용액에 실온에서 페닐 (5-브로모피리딘-2-일)카르바메이트 (3.21 g, 10.95 mmol) 및 DMAP (2.229 g, 18.24 mmol)를 첨가하고, 생성된 반응물을 밀봉 튜브 중에서 70℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 비 극성 스팟의 형성 및 SM의 완전한 소모를 나타내었다. 반응 혼합물을 냉수 (80 mL)로 희석하고, EtOAc (2 x 30 mL)로 추출하였다. 유기 층을 분리하고, 염수(30mL)로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 실리카 겔 상에서 칼럼 크로마토그래피 (DCM 중 100-200 메쉬 (3% MeOH)에 의해 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 화합물 (4S)-메틸 5-((5-브로모피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 연분홍색 고체로서 수득하였다 (2.650 g, 6.00 mmol, 82% 수율), LCMS (m/z): 418.02 [M+H]⁺.

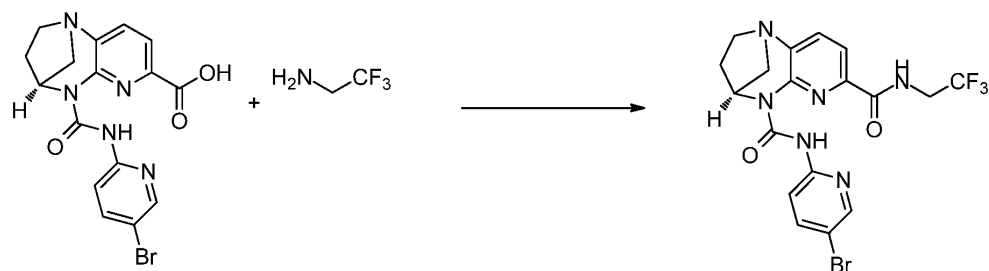
[0915] (4S)-5-((5-브로모피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



[0916]

[0917] ((4S)-메틸 5-((5-브로모피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (2.60 g, 6.22 mmol)를 0℃에서 테트라히드로푸란 (THF) (10 mL), 메탄올 (10.00 mL) 및 물 (5.00 mL) 중에 용해시키고, 질소 하에 10분 동안 교반하였다. 이어서, 1 로트로서 LiOH (0.595 g, 24.87 mmol)를 교반 용액에 0℃에서 첨가하였다. 생성된 반응물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 극성 스폿의 형성 및 SM이 소모되었음을 나타내었다. 반응 혼합물을 감압 하에 절반 부피로 농축시킨 다음, 냉수 (10 mL)로 희석하고, 포화 시트르산으로 중화시켰다. 과정 동안 연갈색 고체를 수득하고, 디에틸 에테르 (30 mL)로 세척한 다음, 진공 하에 건조시켜 목적 화합물 (4S)-5-((5-브로모피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 연갈색 고체로서 수득하였다 (2.0 g, 4.42 mmol, 71.1% 수율), LCMS (m/z): 404.13 [M+H]⁺.

[0918] (4S)-N5-(5-브로모피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성

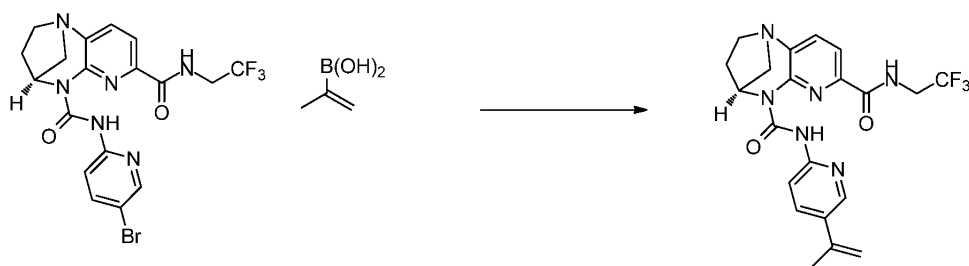


[0919]

[0920] (4S)-5-((5-브로모피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1.94 g, 4.80 mmol), DIPEA (0.838 mL, 4.80 mmol)를 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (10 mL) 중에서 0℃에서 5분 동안 교반하였다. 이어서, HATU (3.65 g, 9.60 mmol)를 첨가하고, 20분 동안 0℃에서 교반하였다. 이어서, 1 부분으로 질소 하에 2,2,2-트리플루오로에탄아민 (0.475 g, 4.80 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 출발 물질의 소모 및 비 극성 스폿의 형성을 나타내었다. 반응물을 물로 희석한 다음, 에틸 아세테이트 (15 mL)로 추출하였다. 유기 층을 염수 (10 mL)로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 물질 (1.5 g)을 수득하였다. 조 화합물을 100-200 메쉬 실리카 겔을 사용하여 용리액 (DCM 중 2% MeOH)으로 정제하였다. 화합물 함유 순수한 분획을 수집하고, 감압 하에 농축시켜 (4S)-N5-(5-브로모피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (900 mg, 1.846 mmol, 38.5% 수율), LCMS (m/z): 485.06 [M+H]⁺.

[0921] (4S)-N5-(5-(프로프-1-엔-2-일)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성

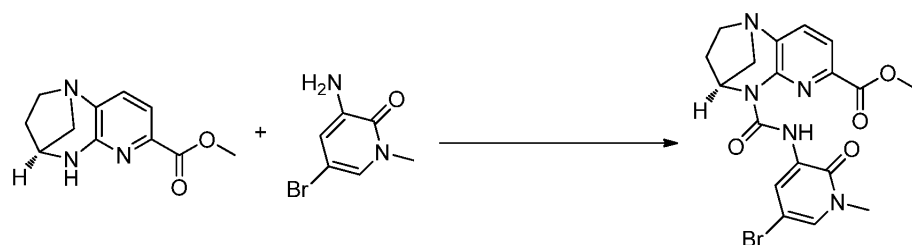
[0922] N37134-28



[0923]

[0924] (4S)-N5-(5-브로모피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (0.7 g, 1.443 mmol)를 1,4-디옥산 (5 mL) 및 물 (1 mL) 중에 용해시키고, 용액을 질소 하에 탈기하면서 10분 동안 교반하였다. 이어서, 인산칼륨 (0.306 g, 1.443 mmol)을 첨가하고, 5분 동안 탈기하고, 아르곤으로 퍼징하였다. 이어서, 프로프-1-엔-2-일보론산 (0.124 g, 1.443 mmol)을 실온에서 아르곤 조건 하에 첨가하고, 과정 전반에 걸쳐 용액을 탈기하였다. 반응물을 아르곤으로 15분 동안 탈기한 다음, PdCl₂(dppf)-CH₂Cl₂ 부가물 (1.178 g, 1.443 mmol)을 첨가하고, 아르곤으로 탈기하고, 생성된 반응물을 질소로 탈기하면서 30분 동안 교반하였다. 생성된 반응 혼합물을 80℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 다중 스폿의 형성과 함께 미량의 SM을 나타내었다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (40 mL)로 희석하고, EtOAc (2 x 80 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (50mL)로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 물질을 갈색 점성 오일 (900 mg)로서 수득하였다. 정제: 조 화합물을 FCC 100-200 메쉬 실리카 겔을 사용하여 DCM 중 5% MeOH로 용리시킴으로써 정제하였다. 목적 순수한 분획을 수집하고, 감압 하에 농축시켜 (4S)-N5-(5-(프로프-1-엔-2-일)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (400 mg, 0.822 mmol, 57.0% 수율), LCMS (m/z): 447.00 [M+H]⁺.

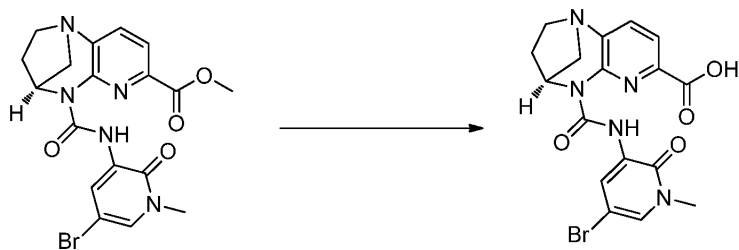
[0925] (4S)-메틸 5-((5-브로모-1-메틸-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



[0926]

[0927] 테트라히드로푸란 (THF) (30 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1.5 g, 6.84 mmol)의 교반 용액에 질소 분위기 하에 실온에서 TEA (4.77 mL, 34.2 mmol) 및 트리포스겐 (2.030 g, 6.84 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 테트라히드로푸란 (THF) (10 mL) 중 3-아미노-5-브로모-1-메틸피리딘-2(1H)-온 (1.389 g, 6.84 mmol)의 용액을 반응 혼합물에 첨가하고, 70℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 물 (50 mL)로 희석하고, EtOAc (3X 50 mL)로 추출하고, 유기 층을 합하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 진공 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 칼럼 크로마토그래피 (100-200 메쉬 실리카 겔, DCM 중 2% MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-메틸 5-((5-브로모-1-메틸-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 흑색 점착성 조 화합물로서 수득하였다 (2.2 g, 2.72 mmol, 39.7% 수율), LCMS (m/z): 449.96[M+2H]⁺

[0928] (4S)-5-((5-브로모-1-메틸-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



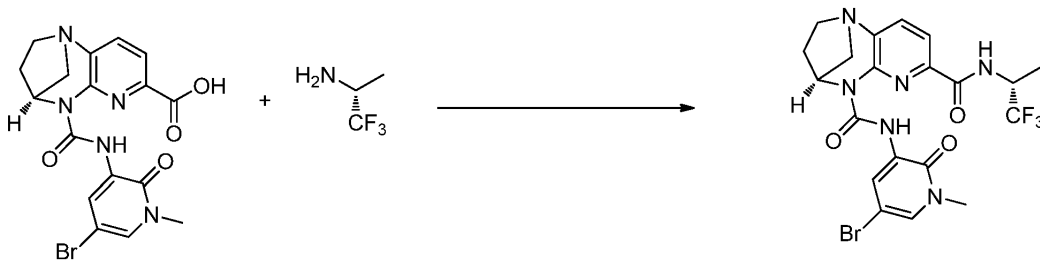
[0929]

[0930]

테트라히드로푸란 (THF) (30 mL) 및 물 (10 mL) 중 (4S)-메틸 5-((5-브로모-1-메틸-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (2.2 g, 4.91 mmol)의 교반 용액에 수산화리튬 수화물 (0.206 g, 4.91 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 6시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 물 (30 mL)로 희석하고, EtOAc (2 x 30 mL)로 추출하였다. 수성 층을 1N HCl을 사용하여 산성화시키고, 희백색 고체가 침전하였다. 고체를 여과하고, 완전히 건조시켜 (4S)-5-((5-브로모-1-메틸-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 연갈색 고체로서 수득하였다 (1.0 g, 2.152 mmol, 43.8% 수율), LCMS (m/z):433.9[M+H]⁺.

[0931]

(4S)-N5-(5-브로모-1-메틸-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



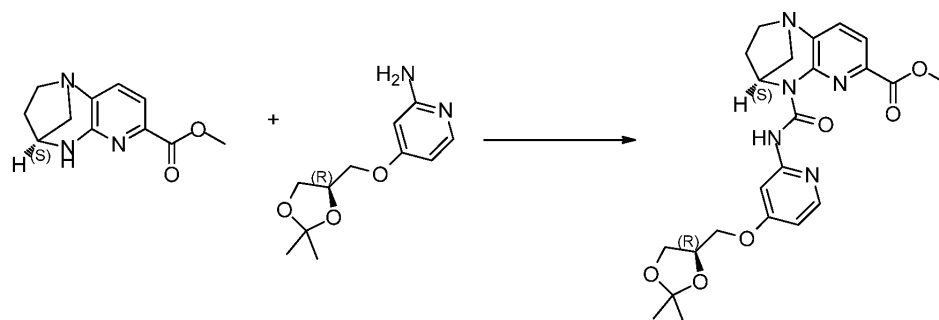
[0932]

[0933]

피리딘 (20 mL) 중 (4S)-5-((5-브로모-1-메틸-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (950 mg, 2.188 mmol)의 교반 용액에 질소 분위기 하에 0℃에서 EDC (839 mg, 4.38 mmol)를 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물들에 0℃에서 30분 동안 교반하였다. 반응 혼합물에 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 히드록로라이드 (654 mg, 4.38 mmol)를 첨가하고, 실온에서 18시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC는 SM이 소모되고 비-극성 스팟이 형성되었음을 나타내었다. 반응 혼합물을 진공 하에 농축시켜 조 화합물, 조 물질을 수득하였으며, 이를 빙냉수 (50 mL)로 희석하고, 10분 동안 교반하고, 고체가 침전되었다. 고체를 여과하고, 완전히 건조시켜 (4S)-N5-(5-브로모-1-메틸-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 연갈색 고체로서 수득하였다 (900 mg, 1.663 mmol, 76% 수율), LCMS (m/z):528.90 [M+H]⁺.

[0934]

(4S)-메틸 5-((4-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



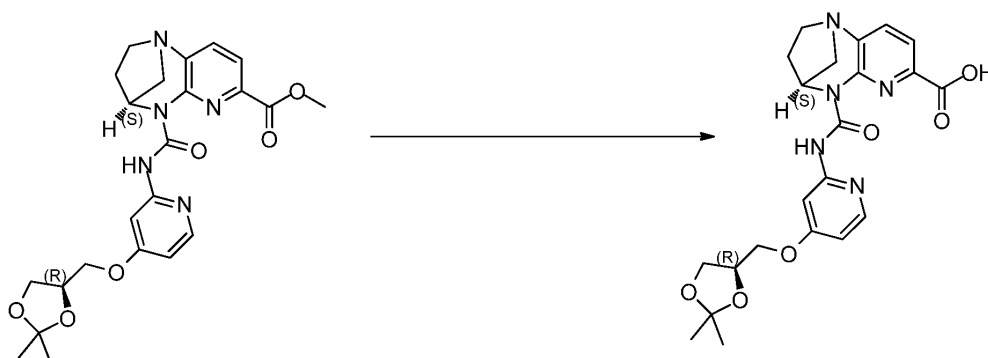
[0935]

[0936]

(4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (2.25 g, 10.26

mmol), TEA (7.15 mL, 51.3 mmol)를 테트라히드로푸란 (THF) (40 mL)에 0℃에서 녹이고, 생성된 황색 용액을 실온에서 10분 동안 교반하였다. 이어서, 1 부분으로 0℃에서 트리포스겐 (3.05 g, 10.26 mmol)을 첨가하였다. 생성된 황색 현탁액을 실온에서 45분 동안 교반하였다. (R)-4-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-아민 (2.301 g, 10.26 mmol)의 THF (10 mL) 용액을 상기 황색 현탁액에 0℃에서 2분의 기간에 걸쳐 첨가하였다. 생성된 황색 현탁액을 70℃로 24시간 동안 가열하였다. 반응 진행을 TLC DCM 중 5% MeOH에 의해 모니터링 하였으며, TLC는 24시간 후에 다중 스폿의 형성 및 SM의 소모를 나타내었다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시킨 다음, 물 (20 mL)로 희석하고, EtOAc (2 x 40 mL)로 추출하고, 유기 층을 분리하고, 염수 (20 mL)로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬에 의해 실리카 겔 칼럼 (12 g, DCM 중 5% MeOH)을 사용하여 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 화합물 (4S)-메틸 5-((4-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 황색 고체로서 수득하였다 (3.2 g, 6.09 mmol, 59.4% 수율). LCMS (m/z): 470.19 [M+H]⁺.

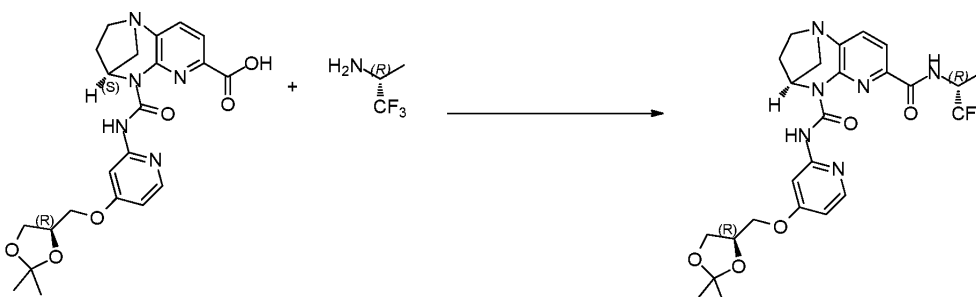
[0937] (4S)-5-((4-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



[0938]

[0939] 0℃에서 질소 하에 교반하는 테트라히드로푸란 (THF) (10.00 mL), 메탄올 (10.00 mL) 및 물 (10 mL) 중 (4S)-메틸 5-((4-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (2.25 g, 4.79 mmol)의 교반 현탁액에 물 (3 mL) 중 LiOH (0.574 g, 23.96 mmol)를 2분의 기간에 걸쳐 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 출발 물질의 소모 및 새로운 극성 스폿의 형성을 나타내었다. 반응물을 감압 하에 농축시킨 다음, 6 mL 물로 희석한 다음, 포화 시트르산을 사용하여 pH를 중성으로 중화시켰다. 과정 동안, 회백색 고체가 침전되고, 진공 하에 여과하고, 건조시켜 백색 고체를 수득하고, 이를 디에틸 에테르 (20 mL x 2)로 연화처리하여 (4S)-5-((4-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 회백색 고체로서 수득하였다 (1.8 g, 3.93 mmol, 82% 수율), LCMS (m/z): 456.18 [M+H]⁺.

[0940] (4S)-N5-(4-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



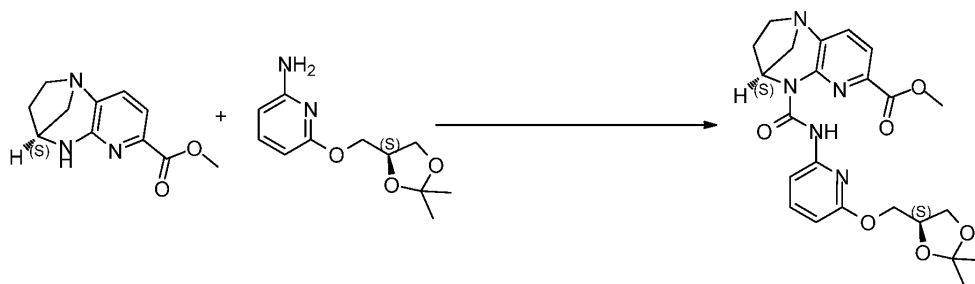
[0941]

[0942] (4S)-5-((4-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (800 mg, 1.756 mmol)을 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (10 mL) 중에 용해시키고, 생성된 황색 용액을 0℃에서 질소 하에 10분 동안 교반하였다. 이어서, TEA (0.245 mL,

1.756 mmol)에 이어서 HATU (1336 mg, 3.51 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 10분 동안 교반한 후, (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (199 mg, 1.756 mmol)을 질소 하에 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 비-극성 스폿의 형성 및 SM 및 극성 스폿의 완전한 소모를 나타내었다. 반응 혼합물을 빙냉수 (20 ml)에 붓고, 연갈색 고체가 침전되고, 진공 하여 여과하여 목적 화합물 (4S)-N5-(4-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 연갈색 고체로서 수득하였다 (300 mg, 0.541 mmol, 30.8% 수율), LCMS (m/z): 551.11 [M+H]⁺.

[0943]

(4S)-메틸 5-((6-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



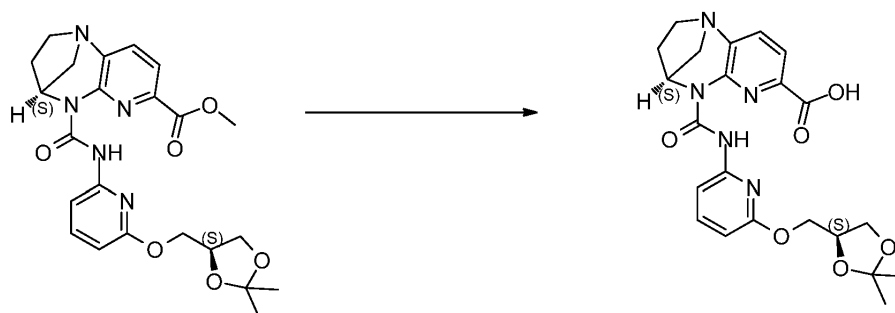
[0944]

[0945]

테트라히드로푸란 (THF) (15 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1 g, 4.56 mmol)의 용액에 트리에틸아민 (3.81 mL, 27.4 mmol), 트리포스젠 (1.354 g, 4.56 mmol)을 0℃에서 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 1시간 동안 첨가하고, (S)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-아민 (1.227 g, 5.47 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물 90℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응물을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2x70 mL)로 추출하였다. 합한 유기부를 염수 용액 (50 mL)으로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔)에 의해 정제하고, 생성물을 80% EtOAc/석유 에테르로 용리시켰다. 수집된 분획을 증발시켜 생성물 (4S)-메틸 5-((6-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 갈색 액체로서 수득하였다 (1.2 g, 1.820 mmol, 39.9% 수율). LCMS (m/z): 469.9 [M+H]⁺.

[0946]

(4S)-5-((6-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



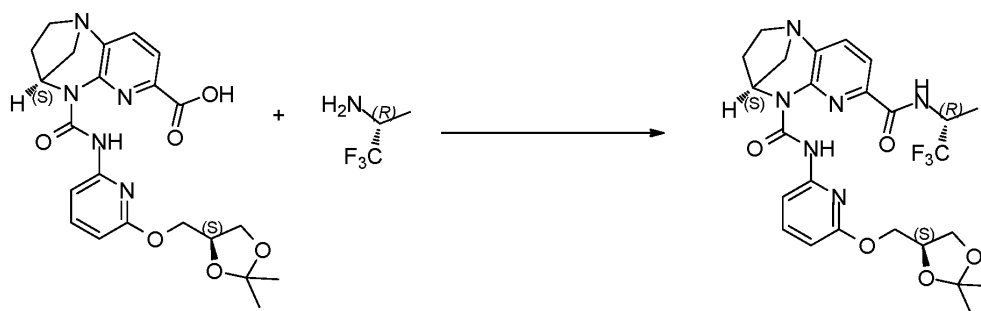
[0947]

[0948]

테트라히드로푸란 (THF) (25 mL) 및 물 (25.00 mL) 중 (4S)-메틸 5-((6-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1.2 g, 2.56 mmol)의 용액에 수산화리튬 1수화물 (0.161 g, 3.83 mmol)을 첨가하고, 생성된 반응 혼합물을 25℃에서 5시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 후속 단계에 직접 사용하였다, LCMS (m/z): 455.9 [M+H]⁺.

[0949]

(4S)-N5-(6-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



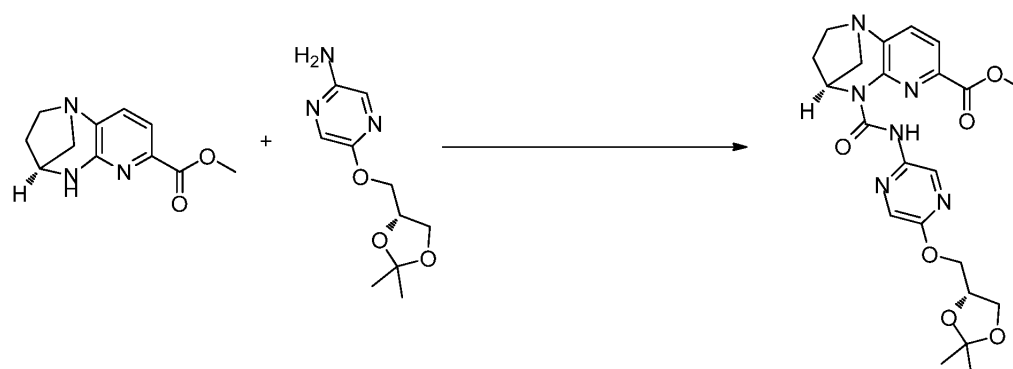
[0950]

[0951]

0℃에서 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (10 mL) 중 (4S)-5-((6-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (0.5 g, 1.098 mmol)의 현탁액에 HATU (0.626 g, 1.647 mmol) 및 DIPEA (0.192 mL, 1.098 mmol)를 질소 분위기 하에 첨가하고, 반응 혼합물을 30분 동안 실온에서 교반하였다. 상기 반응 혼합물에 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (0.149 g, 1.317 mmol)을 0℃에서 첨가하고, 반응 혼합물을 25℃에서 4시간 동안 교반하였다. 반응물을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 빙냉수 (30 mL)로 냉각하고, EtOAc (3x50mL)로 추출하였다. 합한 유기부를 염수 용액 (2x30 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄로 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피(100-200 실리카 겔)에 의해 정제하고, 생성물을 5% MeOH/DCM으로 용리시켰다. 수집된 분획을 증발시켜 생성물 (4S)-N5-(6-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 황색 고체로서 수득하였다 (290 mg, 0.393 mmol, 35.8% 수율), LCMS (m/z): 550.9 [M+H]⁺.

[0952]

(4S)-메틸 5-((5-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



[0953]

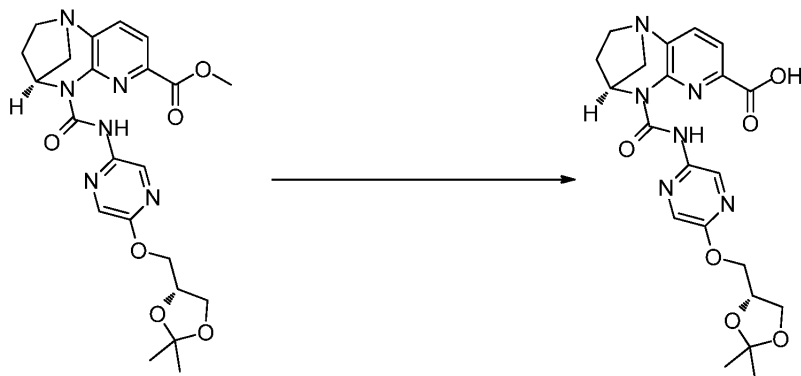
[0954]

테트라히드로푸란 (THF) (20 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1.0 g, 4.56 mmol)의 교반 용액에 트리포스겐 (1.083 g, 3.65 mmol) 및 TEA (3.18 mL, 22.81 mmol)를 질소 분위기 하에 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물에 테트라히드로푸란 (THF) (10 mL) 중 (R)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-아민 (1.541 g, 6.84 mmol)의 용액을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 70℃에서 18시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 SM이 소모되고 비 극성 스팟이 형성되었음을 나타내었다. 반응 혼합물을 물 (30 mL)로 희석하고, EtOAc (3 X 30 mL)로 추출하였다. 유기 층을 합하고, 물 (20 mL), 염수 용액 (20 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시켰다. 유기 층을 여과하고, 감압 하에 농축시켜 갈색 점착성 조 화합물을 수득하였으며, 이를 칼럼 크로마토그래피에 의해 100-200 메쉬 실리카 겔을 사용하여 정제하고, 화합물을 DCM 중 3% MeOH로 용리시키고, 순수한 분획을 수집하고, 감압 하에 증발시켜 (4S)-메틸 5-((5-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 황색 고체로서 수득하였다 (1.65 g, 3.44 mmol, 76% 수율), LCMS (m/z): 471.14 [M+H]⁺

[0955]

(4S)-5-((5-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-

1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



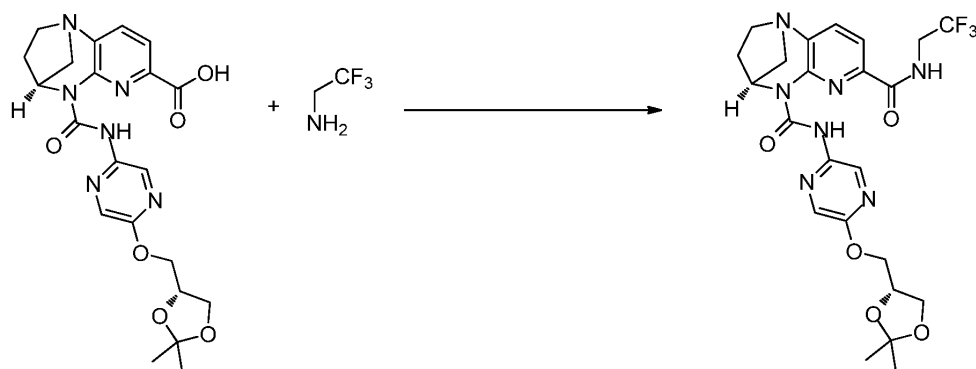
[0956]

[0957]

테트라히드로푸란 (THF) (30 mL) 및 물 (10 mL) 중 (4S)-메틸 5-((5-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1.4 g, 2.98 mmol)의 교반 용액에 수산화리튬 수화물 (0.250 g, 5.95 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 4시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC는 SM이 소모되고 극성 스팟이 형성되었음을 나타내었다. 반응 혼합물을 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였으며, 이를 포화 시트르산 용액을 사용하여 산성화시키고, 고체가 침전되었으며, 이를 여과하고, 완전히 건조시켜 (4S)-5-((5-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 희백색 고체로서 수득하였다 (1.2 g, 2.437 mmol, 82% 수율), LCMS (m/z): 457.06 [M+H]⁺.

[0958]

(4S)-N5-(5-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



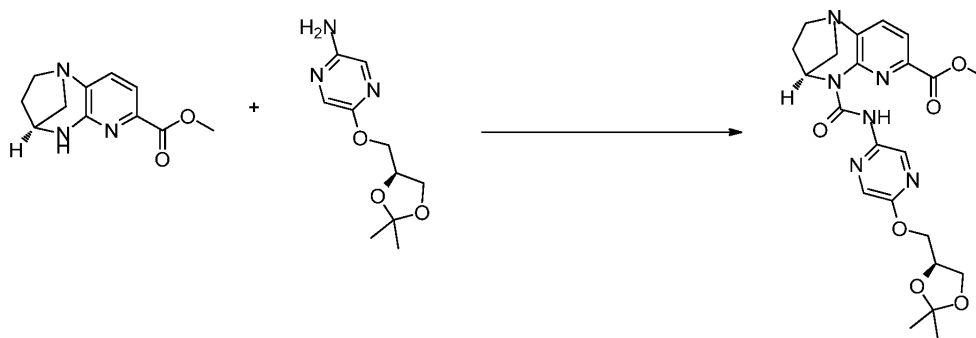
[0959]

[0960]

N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (20 mL) 중 (4S)-5-((5-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1.2 g, 2.63 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 HATU (1.499 g, 3.94 mmol) 및 TEA (1.099 mL, 7.89 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물들에 0℃에서 10분 동안 교반하였다. 생성된 반응 혼합물들에 2,2,2-트리플루오로에탄아민 (0.391 g, 3.94 mmol)을 0℃에서 첨가하고, 실온에서 2시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC는 SM이 소모되고 비 극성 스팟이 형성되었음을 나타내었다. 반응 혼합물을 물 (50 mL)로 희석하고, EtOAc(3 x 50 mL)로 추출하였다. 유기 층을 합하고, 물 (30 mL), 염수 용액 (30 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시켰다. 유기 층을 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였으며, 이를 칼럼 크로마토그래피에 의해 100-200 메쉬 실리카 겔을 사용하여 정제하고, 목적 화합물을 DCM 중 3% MeOH로 용리시키고, 순수한 분획을 수집하고, 감압 하에 증발시켜 (4S)-N5-(5-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (520 mg, 0.962 mmol, 36.6% 수율), LCMS (m/z): 538.23 [M+H]⁺.

[0961]

(4S)-메틸 5-((5-((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



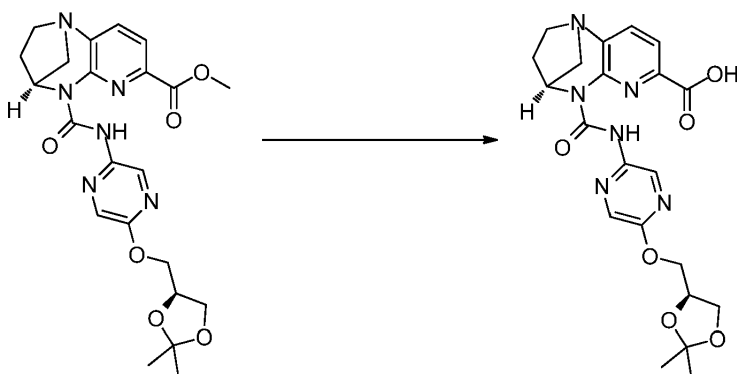
[0962]

[0963]

테트라히드로푸란 (THF) (20 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (2 g, 9.12 mmol)의 교반 용액에 트리포스겐 (2.71 g, 9.12 mmol)에 이어서 트리에틸아민 (7.63 mL, 54.7 mmol)을 실온에서 첨가하였다. 반응 혼합물을 30분 동안 교반하고, (S)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-아민 (2.055 g, 9.12 mmol)의 용액을 첨가하였다. 반응 혼합물을 65℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 출발 물질이 소모되어 극성 스폿을 형성하였음을 나타내었다. 반응물을 실온으로 냉각시키고, 물 (100mL)로 희석하고, EtOAc(100mL)로 추출하였다. 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 실리카 겔(100-200) 칼럼에 첨가하고, Hex/EtOAc로 용리시켰다. 수집된 분획: 순수 생성물을 석유 에테르 중 70% EtOAc로 용리시키고, 생성물 분획을 농축시켜 (4S)-메틸 5-((5-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 담갈색 고체로서 수득하였다 (2.2 g, 4.57 mmol, 50.1% 수율), LCMS (m/z): 471.23 (M+H)⁺.

[0964]

(4S)-5-((5-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



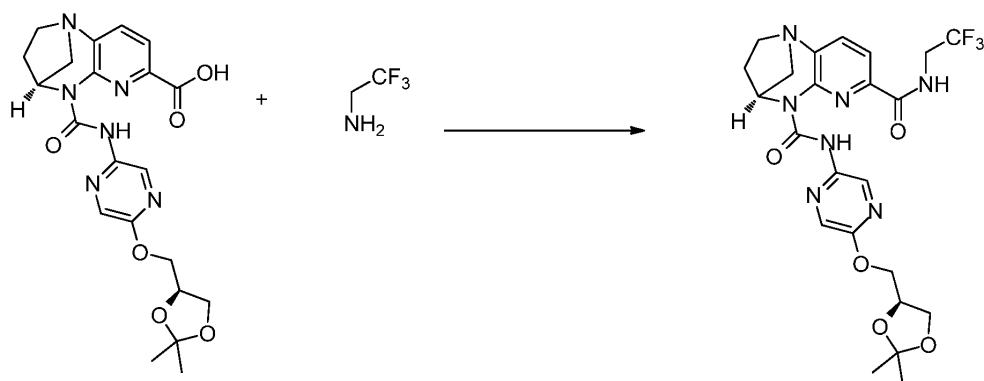
[0965]

[0966]

실온에서 교반하는 테트라히드로푸란 (THF) (20 mL), 물 (20 mL) 중 (4S)-메틸 5-((5-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (2 g, 4.25 mmol)의 용액에 LiOH (0.305 g, 12.75 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 4시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 출발 물질이 소모되었음을 나타내었다. THF를 진공 하에 농축시키고, 0℃로 냉각시키고, 포화 시트르산 용액으로 산성화시켜 고체를 수득하였다. 고체를 여과하고, 건조시켜 (4S)-5-((5-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 담갈색 고체로서 수득하였다 (1.8 g, 2.96 mmol, 69.6% 수율), LCMS (m/z): 457.0 (M+H)⁺.

[0967]

(4S)-N5-(5-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



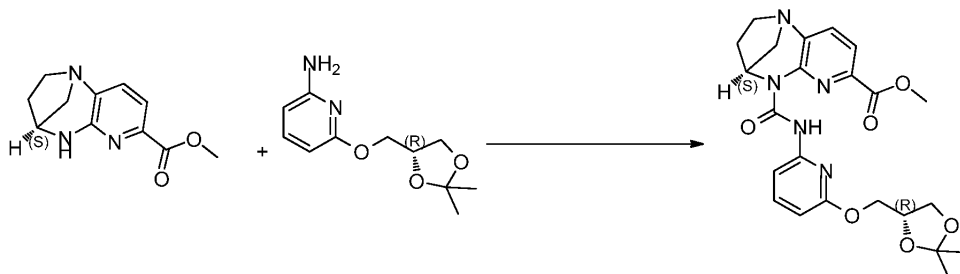
[0968]

[0969]

실온에서 질소 하에 교반하는 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (5 mL) 중 2,2,2-트리플루오로에탄아민 (260 mg, 2.63 mmol)의 현탁액에 DIPEA (1.531 mL, 8.76 mmol), HATU (1333 mg, 3.51 mmol)를 첨가하고, 반응물을 실온에서 15분 동안 교반하였다. 이에 2,2,2-트리플루오로에탄아민 (260 mg, 2.63 mmol)을 실온에서 첨가하였다. 반응물을 실온에서 4시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 출발 물질이 소모되어 비-극성 스팟을 형성하였음을 나타내었다. 반응물을 빙냉수(50mL)에 붓고, 에틸 아세테이트(50mL)로 추출하였다. 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 담갈색 점착성 화합물로서 수득하였다. 조 생성물을 콤비플래쉬 칼럼 (24g)에 첨가하고, DCM/MeOH로 용리시켰다. 수집된 분획: 생성물을 DCM 중 3%메탄올을 용리시켰다. 생성물 분획을 농축시켜 (4S)-N5-(5-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복시아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (400 mg, 0.582 mmol, 33.2% 수율), LCMS (m/z): 538.15(M+H)⁺.

[0970]

(4S)-메틸 5-((6-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



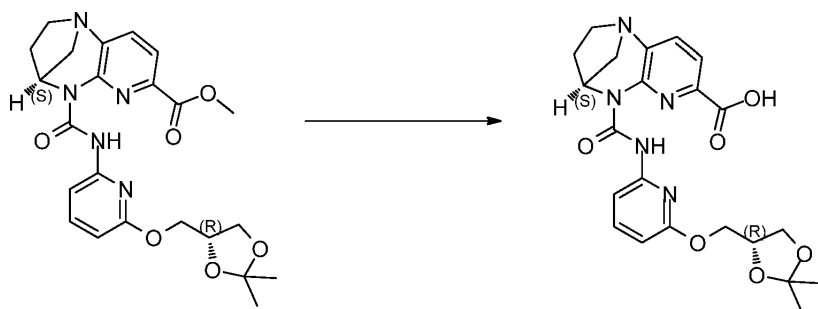
[0971]

[0972]

테트라히드로푸란 (THF) (15 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (0.7 g, 3.19 mmol)의 용액에 트리에틸아민 (2.67 mL, 19.16 mmol), 트리포스젠 (0.947 g, 3.19 mmol)을 0℃에서 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 1시간 동안 교반하고, (R)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-아민 (1.432 g, 6.39 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 90℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기부를 염수 용액 (30 mL)으로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피(100-200 실리카 겔)에 의해 정제하고, 생성물을 90% EtOAc/석유 에테르로 용리시켰다. 수집된 분획을 증발시켜 순수 생성물 (4S)-메틸 5-((6-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 갈색 액체로서 수득하였다 (680 mg, 1.304 mmol, 40.8% 수율). LCMS (m/z): 470.19 (M+H)⁺.

[0973]

(4S)-5-((6-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



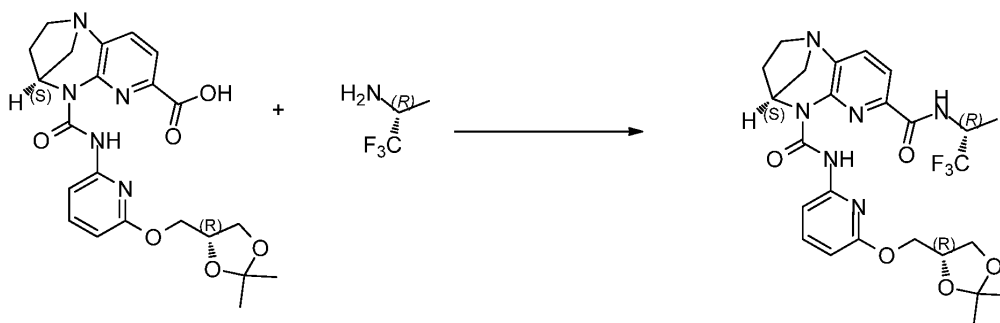
[0974]

[0975]

테트라히드로푸란 (THF) (25 mL) 및 물 (25.00 mL) 중 (4S)-메틸 5-((6-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (0.65 g, 1.384 mmol)의 용액에 수산화리튬 1수화물 (0.087 g, 2.077 mmol)을 첨가하고, 생성된 반응 혼합물을 25℃에서 5시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 후속 단계에 직접 사용하였다, LCMS (m/z): 456.22 (M+H)⁺.

[0976]

(4S)-N5-(6-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



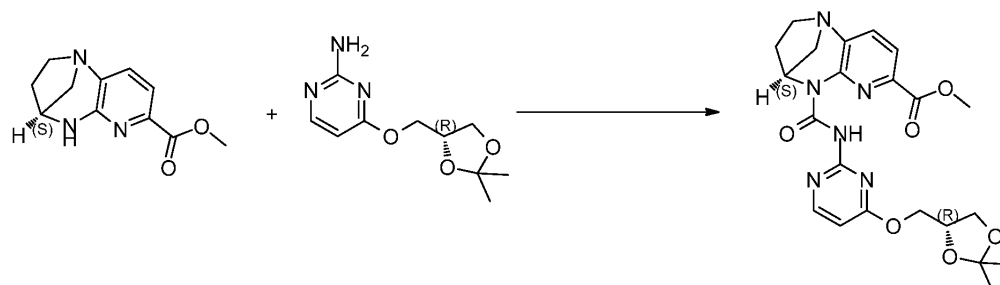
[0977]

[0978]

0℃에서 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (10 mL) 중 (4S)-5-((6-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (0.48 g, 1.054 mmol)의 현탁액에 HATU (0.601 g, 1.581 mmol) 및 DIPEA (0.184 mL, 1.054 mmol)를 질소 분위기 하에 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 30분 동안 교반하였다. 상기 반응 혼합물에 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (0.143 g, 1.265 mmol)을 0℃에서 첨가하고, 반응 혼합물을 25℃에서 4시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙냉수 (30 mL)로 켄칭하고, EtOAc (3x50mL)로 추출하였다. 합한 유기부를 염수 용액 (2x30 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄로 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피(100-200 실리카 겔)에 의해 정제하고, 생성물을 5% MeOH/DCM으로 용리시켰다. 수집된 분획을 증발시켜 생성물 (4S)-N5-(6-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 갈색 액체로서 수득하였다 (430 mg, 0.745 mmol, 70.7% 수율), LCMS (m/z): 551.39 (M+H)⁺.

[0979]

(4S)-메틸 5-((4-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



[0980]

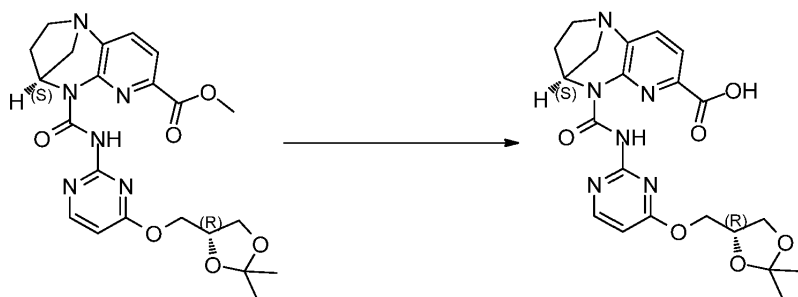
[0981]

0℃에서 테트라히드로푸란 (THF) (10 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디

아제핀-7-카르복실레이트 (0.5 g, 2.281 mmol)의 용액에 트리에틸아민 (1.907 mL, 13.68 mmol), 트리포스젠 (0.677 g, 2.281 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 1시간 동안 교반하고, (R)-4-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-아민 (1.027 g, 4.56 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 90℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기부를 염수 용액 (40 mL)으로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피(100-200 실리카 겔)에 의해 정제하고, 생성물을 80% EtOAc/석유 에테르로 용리시켰다. 수집된 분획을 증발시켜 순수 생성물 (4S)-메틸 5-((4-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 갈색 액체로서 수득하였다 (540 mg, 0.797 mmol, 34.9% 수율), LCMS (m/z): 471.00 (M+H)⁺.

[0982]

(4S)-5-((4-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



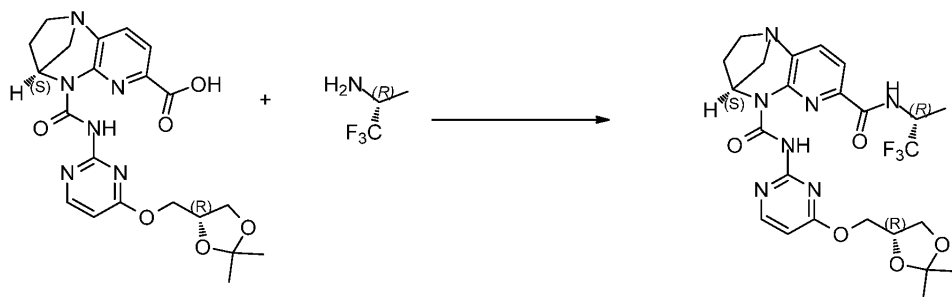
[0983]

[0984]

테트라히드로푸란 (THF) (15 mL) 및 물 (15.00 mL) 중 (4S)-메틸 5-((4-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (540 mg, 1.148 mmol)의 용액에 수산화리튬 (55.0 mg, 2.296 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 25℃에서 4시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 후속 단계에 직접 사용하였다, LCMS (m/z): 457.20 (M+H)⁺.

[0985]

(4S)-N5-(4-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성

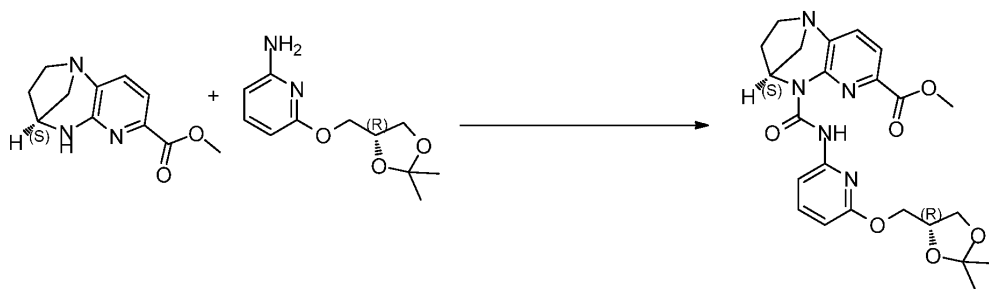


[0986]

[0987]

0℃에서 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (10 mL) 중 (4S)-5-((4-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (0.5 g, 1.095 mmol)의 용액에 HATU (0.625 g, 1.643 mmol) 및 DIPEA (0.191 mL, 1.095 mmol)를 질소 분위기 하에 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 30분 동안 교반하였다. 상기 반응 혼합물에 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 히드록로라이드 (0.197 g, 1.314 mmol)를 0℃에서 첨가하고, 반응 혼합물을 25℃에서 4시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙냉수 (30 mL)로 쿨링하고, EtOAc(3x50mL)로 추출하였다. 합한 유기부를 염수 용액 (2x30 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄로 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피(100-200 실리카 겔)에 의해 정제하고, 생성물을 5% MeOH/CDCM으로 용리시켰다. 수집된 분획을 증발시켜 생성물 (4S)-N5-(4-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 갈색 액체로서 수득하였다 (320 mg, 0.462 mmol, 42.2% 수율), LCMS (m/z): 552.30 (M+H)⁺.

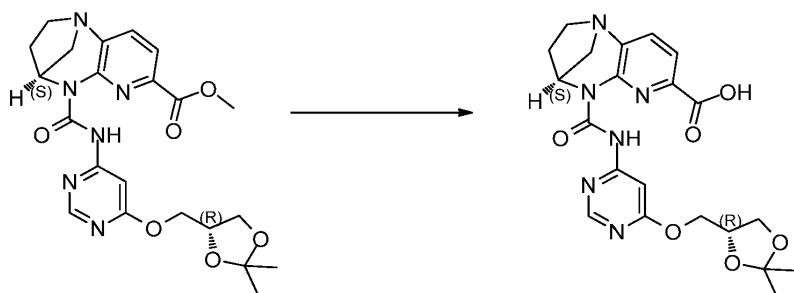
- [0988] (4S)-메틸 5-((6-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



[0989]

- [0990] 테트라히드로푸란 (THF) (12 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (0.7 g, 3.19 mmol)의 용액에 트리에틸아민 (2.67 mL, 19.16 mmol), 트리포스젠 (0.947 g, 3.19 mmol)을 0℃에서 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 1시간 동안 교반하고, (R)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-4-아민 (1.438 g, 6.39 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 90℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2x30 mL)로 추출하였다. 합한 유기부를 염수 용액 (20 mL)으로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피(100-200 실리카 겔)에 의해 정제하고, 생성물을 5% MeOH/DCM으로 용리시켰다. 수집된 분획을 증발시켜 생성물 (4S)-메틸 5-((6-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 갈색 액체로서 수득하였다 (680 mg, 0.998 mmol, 31.3% 수율), LCMS (m/z): 471.2 (M+H)⁺.

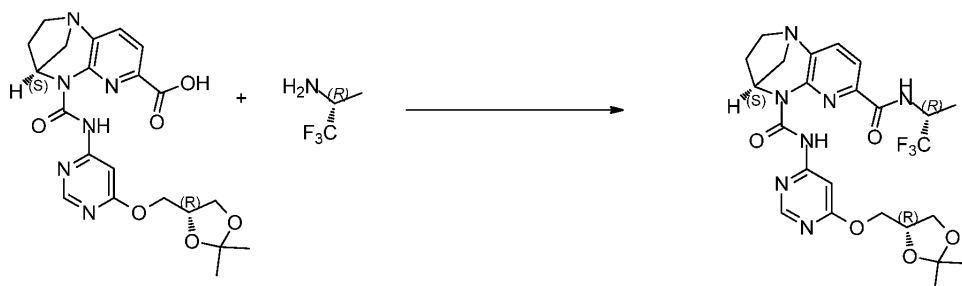
- [0991] (4S)-5-((6-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



[0992]

- [0993] 테트라히드로푸란 (THF) (15 mL) 및 물 (15.00 mL) 중 (4S)-메틸 5-((6-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (0.65 g, 1.382 mmol)의 용액에 수산화리튬 (0.066 g, 2.76 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 25℃에서 2시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 후속 단계에 직접 사용하였다, LCMS (m/z): 457.00 (M+H)⁺.

- [0994] (4S)-N5-(6-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-4-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



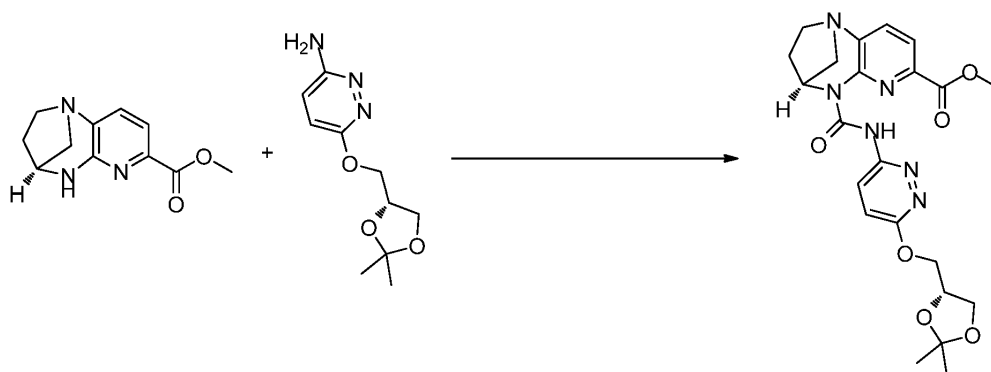
[0995]

- [0996] 0℃에서 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (25 mL) 중 (4S)-5-((6-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리

미딘-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (0.7 g, 1.534 mmol)의 용액에 HATU (0.875 g, 2.300 mmol) 및 DIPEA (0.804 mL, 4.60 mmol)를 질소 분위기 하에 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 30분 동안 교반하였다. 상기 반응 혼합물에 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 히드로클로라이드 (0.275 g, 1.840 mmol)를 0℃에서 첨가하고, 반응 혼합물을 25℃에서 4시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙냉수 (50 mL)로 쿨링하고, EtOAc(3x75mL)로 추출하였다. 합한 유기부를 염수 용액 (2x30 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄로 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔)에 의해 정제하고, 생성물을 5% MeOH/DCM으로 용리시켰다. 수집된 분획을 증발시켜 생성물 (4S)-N5-(6-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-4-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 갈색 액체로서 수득하였다 (580 mg, 0.642 mmol, 41.9% 수율), LCMS (m/z): 552.36 (M+H)⁺.

[0997]

(4S)-메틸 5-((6-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리다진-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



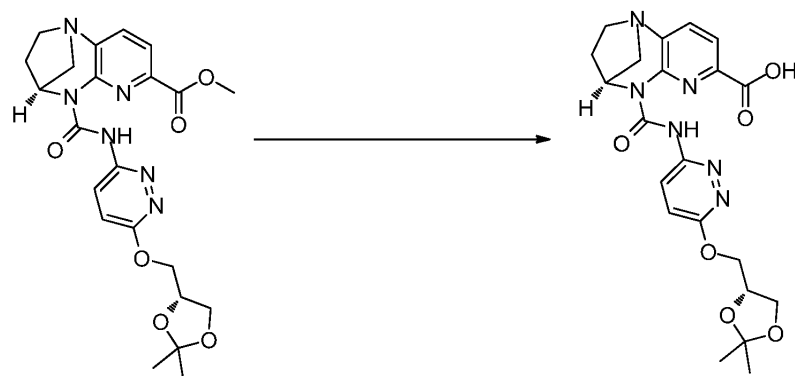
[0998]

[0999]

테트라히드로푸란 (THF) (10 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (2 g, 9.12 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 트리포스젠 (2.71 g, 9.12 mmol)에 이어서 TEA (6.36 mL, 45.6 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 30분 동안 교반하고, (R)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리다진-3-아민 (3.08 g, 13.68 mmol)의 용액을 첨가하였다. 반응 혼합물을 80℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (30 mL) 및 에틸 아세테이트 (2x30 mL)를 첨가하였다. 합한 유기 상을 염수 (20 mL)로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 수득된 조 물질을 칼럼에 의해 실리카 (100-200 메쉬); (용리액으로서 1-80% 에틸 아세테이트/ 석유 에테르)을 사용하여 정제하였다. 수집된 분획을 감압 하에 농축시켜 (4S)-메틸 5-((6-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리다진-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 수득하였다 (1.5 g, 2.91 mmol, 31.9% 수율), LCMS (m/z) 471.19 (M+H)⁺.

[1000]

(4S)-5-((6-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리다진-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



[1001]

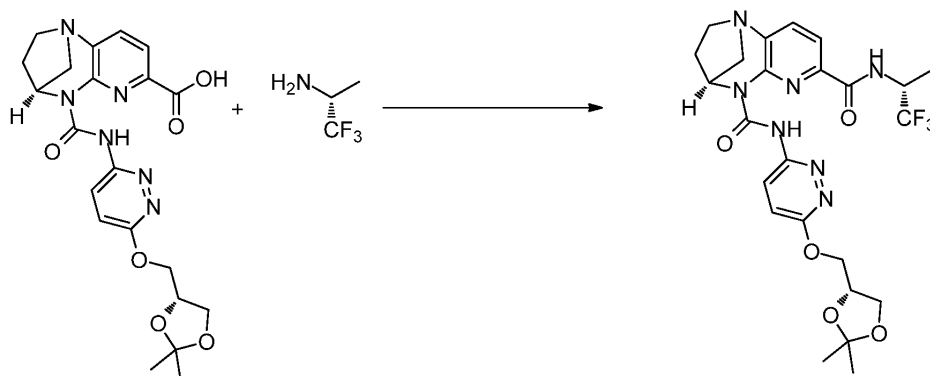
[1002]

테트라히드로푸란 (THF) (15 mL) 및 물 (8 mL) 중 (4S)-메틸 5-((6-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡

시)피리다진-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1.5 g, 3.19 mmol)의 교반 용액에 LiOH (0.153 g, 6.38 mmol)를 실온에서 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 4시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물로부터 용매를 감압 하에 완전히 증류시켜 고체를 수득하였다. 수득된 고체를 어떠한 추가 정제 없이 후속 단계에 직접 사용하였다, LCMS (m/z) 457.1 ($M+H$)⁺.

[1003]

(4S)-N5-(6-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리다진-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



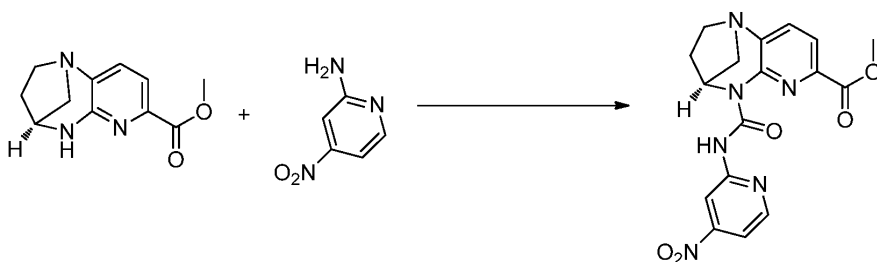
[1004]

[1005]

실온에서 질소 하에 교반하는 테트라히드로푸란 (THF) (10 mL) 중 (4S)-5-((6-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리다진-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (700 mg, 1.534 mmol)의 용액에 HATU (583 mg, 1.534 mmol) 및 DIPEA (0.402 mL, 2.300 mmol)를 첨가하였다. 이에 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 히드록로라이드 (229 mg, 1.534 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 3시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 물 2x25 mL로 채취하고, 에틸 아세테이트 2x50 mL로 추출하고, 유기 층을 염수 용액 (10 mL)으로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 수득된 조 물질을 칼럼에 의해 실리카(100-200 메쉬; 용리제로서 석유 에테르 중 1-70% 에틸 아세테이트)를 사용하여 정제하였다. 수집된 분획을 감압 하에 농축시켜 (4S)-N5-(6-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리다진-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 황색 액체로서 수득하였다 (300 mg, 0.450 mmol, 29.3% 수율), LCMS (m/z) 552.45 ($M+H$)⁺.

[1006]

(4S)-메틸 5-((4-니트로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



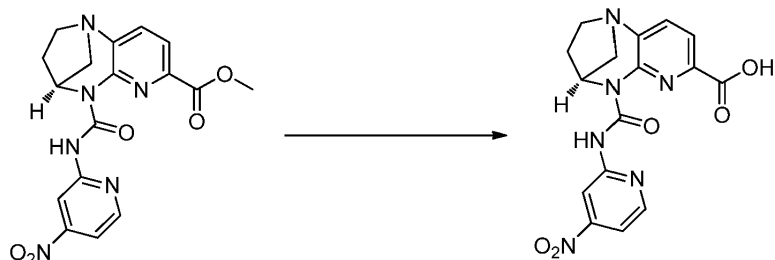
[1007]

[1008]

트리포스젠 (5.41 g, 18.24 mmol)을 테트라히드로푸란 (THF) (120 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (4 g, 18.24 mmol), 및 TEA (15.26 mL, 109 mmol)의 교반 용액에 질소 하에 28°C에서 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 45분 동안 교반하고, 4-니트로피리딘-2-아민 (7.61 g, 54.7 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 65°C에서 6시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 실 온으로 냉각시키고, 용매를 감압 하에 완전히 증발시키고, 물 (60 mL)과 디클로로메탄 (2 X 100 mL) 사이에 분 배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 갈색 고체로서 수득하였다. 조 생성물을 디클로로메탄 (50 mL) 중에 용해시킨 다음, 이에 실리카 겔 (100-200)을 첨 가하고, 생성물을 헥산 중 90-95% (구배)에틸 아세테이트로 용리시켜 순수한 화합물 (4S)-메틸 5-((4-니트로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 황색

고체로서 수득하였다 (4.8 g, 10.03 mmol, 55.0% 수율), LCMS(m/z): 384.90 (M+H)⁺.

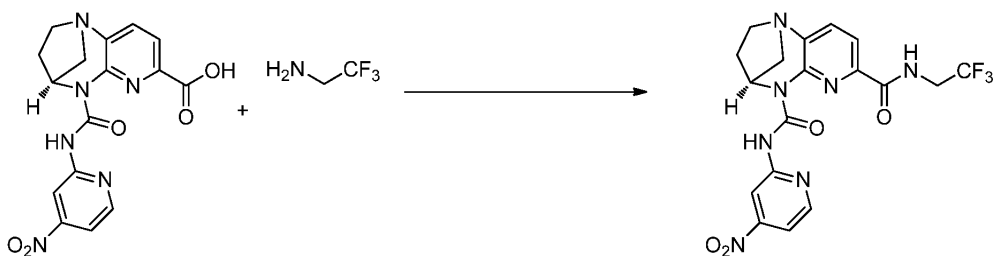
[1009] (4S)-5-((4-니트로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



[1010]

[1011] 물 (10 mL) 중 LiOH.H₂O (0.598 g, 24.98 mmol)를 0℃에서 테트라히드로푸란 (THF) (60 mL) 중 (4S)-메틸 5-((4-니트로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (4.8 g, 12.49 mmol)의 교반 용액에 첨가하였다. 반응 혼합물을 26℃에서 2시간 동안 교반하였다. 용매 (THF)를 감압 하에 제거하고, 물로 희석하고, 0℃에서 포화 시트르산을 사용하여 산성화시키고, (pH;5-6), 15분 동안 교반하였다. 생성된 고체를 부호너 깔때기를 통해 여과하고, 진공 하에 건조시켜 (4S)-5-((4-니트로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 연황색 고체로서 수득하였다 (3.8 mg, 9.34 μmol, 0.075% 수율), LCMS (m/z): 371.21 [M+H]⁺.

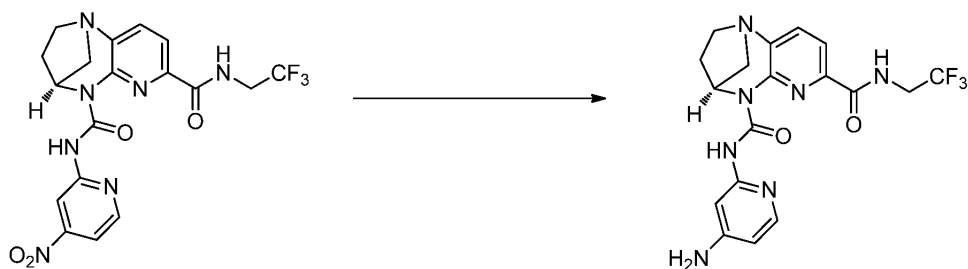
[1012] (4S)-N5-(4-니트로피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1013]

[1014] DIPEA (8.96 mL, 51.3 mmol)를 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (30 mL) 중 (4S)-5-((4-니트로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (3.8 g, 10.26 mmol), 2,2,2-트리플루오로에탄아민 히드록로라이드 (2.086 g, 15.39 mmol) & HATU (5.85 g, 15.39 mmol)의 교반 용액에 질소 하에 0℃에서 첨가하였다. 반응 혼합물을 26℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙냉수 (100 mL)와 DCM (2 X 100 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다. 조 생성물을 디클로로메탄 (50 mL) 중에 용해시킨 다음, 이에 중성 알루미늄을 첨가하고, 생성물을 hexan 중 50-55% 에틸 아세테이트로 용리시켜 순수한 화합물 (4S)-N5-(4-니트로피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 수득하였다 (3.3 g, 5.80 mmol, 56.5% 수율). TLC 용리액: 100% 에틸 아세테이트 R_f-0.2; UV 활성). LCMS (m/z):452.06 [M+H]⁺.

[1015] (4S)-N5-(4-아미노피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



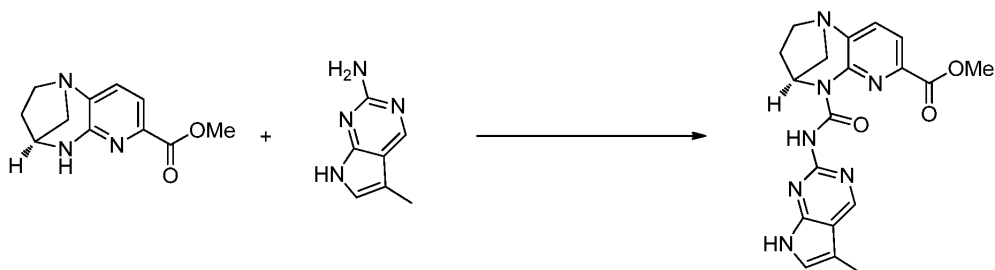
[1016]

[1017]

에탄올 (40 mL) 중 (4S)-N5-(4-니트로피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (3.3 g, 7.31 mmol)의 용액에 Pd/C (0.156 g, 0.146 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 26℃에서 수소 분위기 하에 16시간 동안 교반하였다. 반응물을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 셀라이트 패드를 통해 여과하고, 에탄올 (100 mL)로 세척하였다. 여과물을 감압하에 농축시키고, 분석에 적용하였다. 조 LCMS는 93% 목적 질량을 나타내었다. 이것을 후속 단계에 사용하였다, LCMS (m/z): 422.23 [M+H]⁺.

[1018]

(4S)-메틸 5-((5-메틸-7H-피롤로[2,3-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



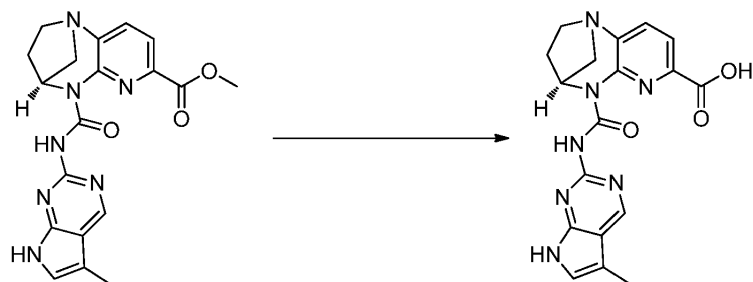
[1019]

[1020]

테트라히드로푸란 (THF) (40 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1.0 g, 4.56 mmol)의 교반 용액에 트리포스젠 (1.354 g, 4.56 mmol) 및 TEA (3.81 mL, 27.4 mmol)를 질소 하에 28℃에서 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 30분 동안 교반하였다. 5-메틸-7H-피롤로[2,3-d]피리미딘-2-아민 (2.027 g, 13.68 mmol)을 반응 혼합물에 첨가하였다. 반응 혼합물을 65℃에서 16시간 동안 교반하고, 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (20 mL)과 EtOAc (3X40 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 그레이스에 의해 C-18 역 칼럼, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: MeOH를 사용하여 정제하고, 생성물을 물 중 0.1% 포름산 50% 중 MeOH로 용리시켰다. 용매를 증발시키고, 포화 NaHCO₃으로 염기성화시켰다. 침전된 고체를 여과하고, 건조시켜 (4S)-메틸 5-((5-메틸-7H-피롤로[2,3-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 수득하였다 (700 mg, 1.714 mmol, 37.6% 수율). TLC 용리액: DCM 중 10% MeOH; R_f-0.3; UV 활성 및 LCMS (m/z): 394.0 [M+H]⁺.

[1021]

(4S)-5-((5-메틸-7H-피롤로[2,3-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



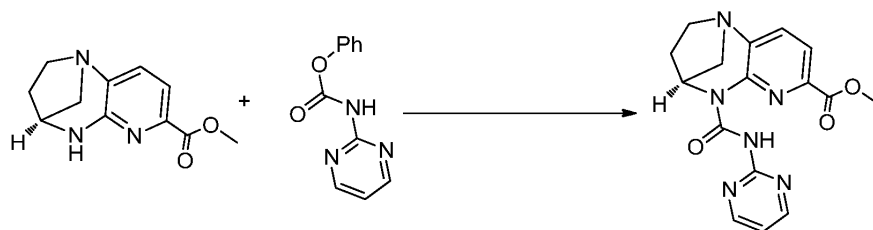
[1022]

[1023]

테트라히드로푸란 (THF) (20 mL), 물 (6 mL) 중 (4S)-메틸 5-((5-메틸-7H-피롤로[2,3-d]피리미딘-2-일)카르바

모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (600 mg, 1.525 mmol)의 용액에. 반응 혼합물을 0℃로 냉각시키고, 물 (2 mL) 중 수산화리튬 (73.1 mg, 3.05 mmol)의 용액을 첨가하였다. 반응물을 28℃에서 4시간 동안 교반하고, 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 용매를 증발시키고, 물로 희석하고, 1N HCl (pH:4-5)을 사용하여 0℃에서 산성화시켰다. 고체를 여과하고, 진공 하에 건조시켜 (4S)-5-((5-메틸-7H-피롤로[2,3-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 회백색 고체로서 수득하였다 (500 mg, 1.307 mmol, 86% 수율), LCMS (m/z): 379.9 [M+H]⁺.

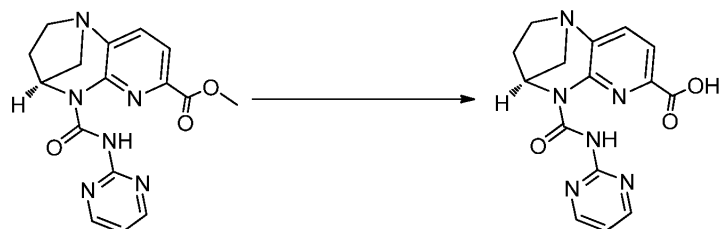
[1024] (4S)-메틸 5-(피리미딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



[1025]

[1026] (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (4 g, 18.24 mmol), 페닐 피리미딘-2-일카르바메이트 (7.85 g, 36.5 mmol) 및 테트라히드로푸란 (THF) (70 mL)의 혼합물을 밀봉된 튜브 250 ml에 충전하였다. DMAP (5.57 g, 45.6 mmol)를 혼합물에 첨가하고, 생성된 반응 혼합물을 70℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 출발 물질이 소모되었음을 나타내었다. 반응물을 진공 하에 농축시켜 조 물질을 갈색 고체로서 수득하였다. 조 생성물을 실리카 겔 칼럼에 첨가하고, DCM/MeOH로 용리시켰다. 수집된 분획: 생성물을 DCM 중 2%메탄올로 용리시켰다. 생성물 분획을 농축시켜 (4S)-메틸 5-(피리미딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 회백색 고체로서 수득하였다 (5 g, 10.28 mmol, 56.4% 수율). LCMS (m/z): 341.0 (M+H)⁺.

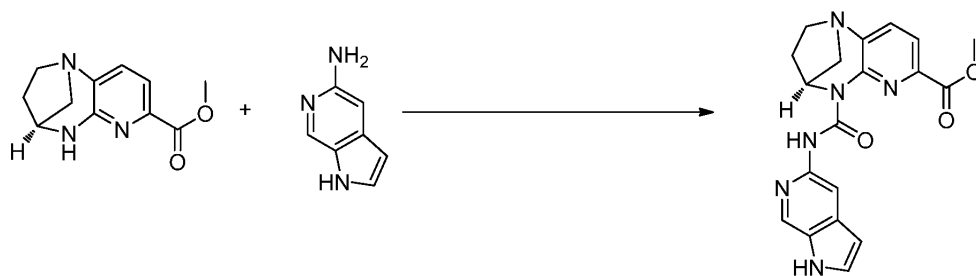
[1027] (4S)-5-(피리미딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



[1028]

[1029] 테트라히드로푸란 (THF) (50 mL) 및 물 (25 mL) 중 (4S)-메틸 5-(피리미딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (5 g, 14.69 mmol)의 혼합물에 LiOH (0.704 g, 29.4 mmol)를 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 출발 물질이 소모되고 새로운 극성 스폿이 형성되었음을 나타내었다. 반응물을 진공 하에 농축시켜 THF를 제거하고, 반응 혼합물의 pH를 2M HCl을 사용하여 산성으로 조정하였다. 수득된 고체를 여과하고, 석유 에테르 (100 mL)로 세척하고, 고진공 하에 건조시켜 (4S)-5-(피리미딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 회백색 고체로서 수득하였다 (4 g, 12.14 mmol, 83% 수율). LCMS (m/z): 327.16 (M+H)⁺.

[1030] (4S)-메틸 5-((1H-피롤로[2,3-c]피리딘-5-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트



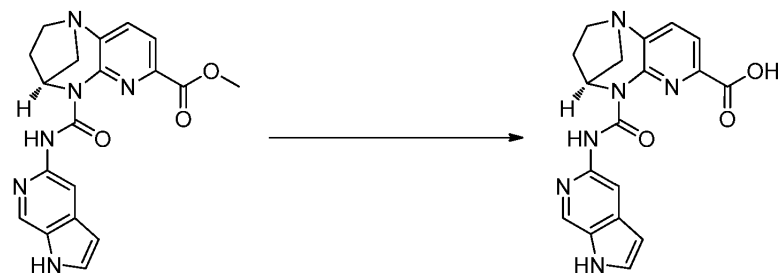
[1031]

[1032]

테트라히드로푸란 (THF) (45 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1 g, 4.56 mmol)의 용액에 28℃에서 트리에틸아민 (3.81 mL, 27.4 mmol) 및 트리포스젠 (1.354 g, 4.56 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 28℃에서 30분 동안 교반하고, 1H-피롤로[2,3-c]피리딘-5-아민 (1.518 g, 11.40 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 65℃에서 10시간 동안 교반하였다. 반응 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 용매를 감압 하에 제거하고, 물 (40 mL)로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2 x 60 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (30 mL), 포화 염수 용액 (20 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켰다 (TLC 용리액: 100% 에틸 아세테이트: R_f-0.2; UV 활성). 조 화합물을 디클로로메탄 (10 mL) 중에 용해시켰다. 중성 알루미늄을 조 화합물에 첨가하고, 칼럼 크로마토그래피에 의해 정제하였다. 생성물을 헥산 중 80-85% 에틸 아세테이트로 용리시켰다. 수집된 분획을 감압 하에 증발시켜 (4S)-메틸 5-((1H-피롤로[2,3-c]피리딘-5-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 연황색 고체로서 수득하였다 (900 mg, 2.297 mmol, 50.4% 수율). LCMS (m/z): 379.08 [M+H]⁺.

[1033]

(4S)-5-((1H-피롤로[2,3-c]피리딘-5-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



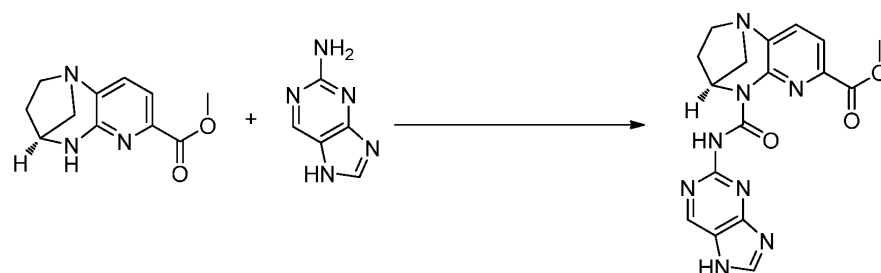
[1034]

[1035]

물 (10 mL) 중 LiOH·H₂O (114 mg, 4.76 mmol)를 0℃에서 테트라히드로푸란 (THF) (25 mL) 중 (4S)-메틸 5-((1H-피롤로[2,3-c]피리딘-5-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (900 mg, 2.379 mmol)의 교반 용액에 첨가하였다. 반응 혼합물을 28℃에서 4시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물 용매를 감압 하에 완전히 증발시키고, 1N HCl 용액을 사용하여 산성화시켰다 (pH:5-6까지). 반응 혼합물을 감압 하에 완전히 증발시키고, 톨루엔 (40 mL)과 공증류시켜 생성물 (4S)-5-((1H-피롤로[2,3-c]피리딘-5-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 백색 고체로서 수득하였다 (600 mg, 1.379 mmol, 58.0% 수율), LCMS (m/z): 364.9 [M+H]⁺.

[1036]

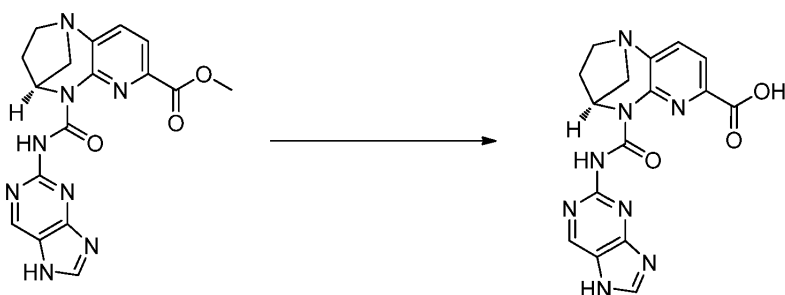
(4S)-메틸 5-((7H-퓨린-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



[1037]

[1038] 테트라히드로푸란 (THF) (30 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1.0 g, 4.56 mmol)의 교반 용액에 질소 하에 28℃에서 트리포스젠 (1.354 g, 4.56 mmol) 및 TEA (3.81 mL, 27.4 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 30분 동안 교반하였다. 7H-퓨린-2-아민 (1.849 g, 13.68 mmol)을 반응 혼합물에 첨가하였다. 반응 혼합물을 65℃에서 16시간 동안 교반하고, 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (20 mL)과 EtOAc (3X40 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 그레이스에 의해 C-18 역 칼럼, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: ACN을 사용하여 정제하고, 생성물을 물 중 0.1% 포름산 35% 중 MeOH로 용리시켰다. 용매를 증발시키고, 포화 NaHCO₃으로 염기성화시켰다. 침전된 고체를 여과하고, 건조시켜 (4S)-메틸 5-((7H-퓨린-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 수득하였다 (250 mg, 0.632 mmol, 13.86% 수율), LCMS (m/z): 381.9 [M+H]⁺.

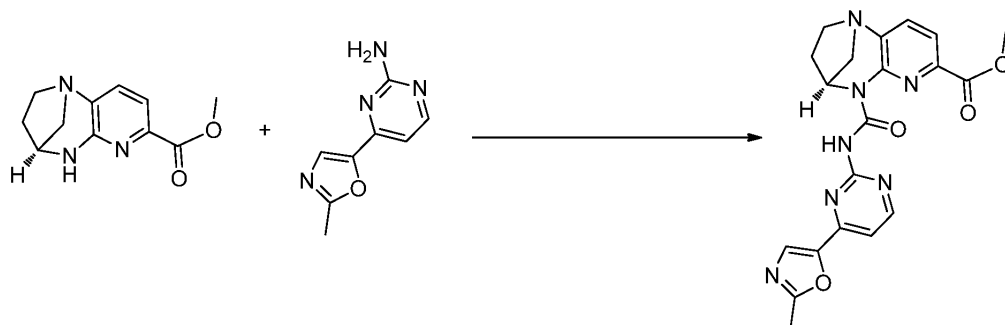
[1039] (4S)-5-((7H-퓨린-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



[1040]

[1041] 테트라히드로푸란 (THF) (10 mL), 물 (4 mL) 중 (4S)-메틸 5-((7H-퓨린-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (250 mg, 0.657 mmol)의 용액에. 반응 혼합물을 0℃로 냉각시키고, 물 (1 mL) 중 수산화리튬 1수화물 (55.2 mg, 1.315 mmol)의 용액을 첨가하였다. 반응물을 28℃에서 4시간 동안 교반하고, 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 용매를 증발시키고, 물로 희석하고, 1N HCl을 사용하여 0℃에서 산성화시켰다 (pH;5-6). 수성 층을 감압 하에 증발시키고, 조 물질을 그레이스에 의해 C-18 역 칼럼, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: ACN을 사용하여 정제하고, 생성물을 물 중 0.1% 포름산 50% 중 MeOH로 용리시켰다. 용매를 증발시켜 (4S)-5-((7H-퓨린-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 회백색 고체로서 수득하였다 (200 mg, 0.486 mmol, 74.0% 수율), LCMS (m/z):367.0 [M+H]⁺.

[1042] (4S)-메틸 5-((4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성

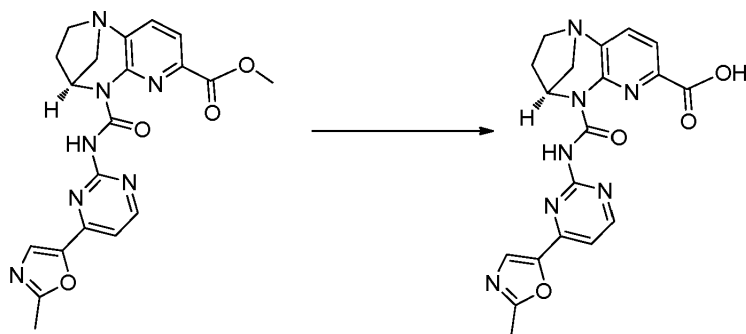


[1043]

[1044] 테트라히드로푸란 (THF) (100 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1.4 g, 6.39 mmol)의 교반 용액에 트리포스젠 (1.516 g, 5.11 mmol) 및 트리에틸아민 (5.34 mL, 38.3 mmol)을 첨가하고, 30분 동안 교반하였다. 30분 동안 교반한 후, 4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리미딘-2-아민 (1.125 g, 6.39 mmol)을 첨가하고, 반응물을 90℃에서 16시간 동안 질소 상태 하에 유지하였다. 반응의 진행을 TLC 및 LCMS에 의해 모니터링하였다. 반응물을 실온으로 냉각시키고, 물 (100 mL), 에틸 아세테이트

(100 mL* 2)로 회석하였다. 합한 유기 층을 염수 (50 mL)로 세척하고, Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 갈색 고체를 수득하였다. 조 생성물을 콤비플래쉬 크로마토그래피에 의해 실리카 겔 칼럼 (24 g, 석유 에테르 중 50% EtOAc)을 사용하여 정제하였다. 칼럼을 헥산 중 EtOAc의 구배로 용리시켰다. 목적 화합물을 헥산 중 50% EtOAc로 용리시켰다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 감압 하에 농축시켜 (4S)-메틸 5-((4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 회백색 고체로서 수득하였다 (1.2 g, 1.906 mmol, 29.9% 수율), LCMS (m/z): 422.16 $[\text{M}+\text{H}]^+$.

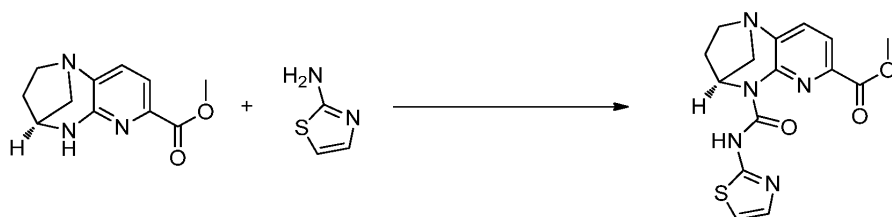
[1045] (4S)-5-((4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



[1046]

[1047] 테트라히드로푸란 (THF) (30 mL) 및 물 (10 mL) 중 (4S)-메틸 5-((4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1 g, 2.373 mmol)의 교반 용액에 수산화리튬 (0.057 g, 2.373 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC는 극성 스폿의 형성 및 출발 물질의 총 소모를 나타내었다. THF를 완전히 증발시키고, 반응 혼합물을 물 (30 mL)로 회석하고, 에틸 아세테이트 (20 mL*2)로 세척하였다. 수성 층 pH를 시트르산을 사용하여 산성으로 조정하였으며, 고체는 침전되지 않았다. 수성 층을 DCM (2 x 50 mL)으로 추출하였다. 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 목적 순수 생성물 (4S)-5-((4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 갈색 고체로서 수득하였다 (500 mg, 1.151 mmol, 48.5% 수율), LCMS (m/z): 408.45 $[\text{M}+\text{H}]^+$.

[1048] (4S)-메틸 5-(티아졸-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성

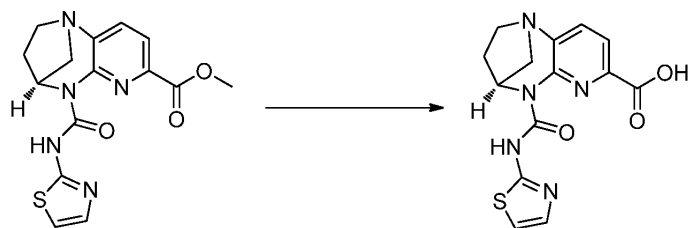


[1049]

[1050] 테트라히드로푸란 (THF) (50 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (200 mg, 0.912 mmol), 및 TEA (0.763 mL, 5.47 mmol)의 교반 용액에 질소 하에 28℃에서 트리포스젠 (271 mg, 0.912 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 30분 동안 교반하고, 티아졸-2-아민 (137 mg, 1.368 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 65℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 28℃로 냉각시키고, 반응 혼합물을 물 (10 mL)과 EtOAc (2x 25mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 그레이스에 의해 C-18 역 칼럼, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: ACN을 사용하여 정제하고, 생성물을 물 중 0.1% 포름산 25% 중 ACN으로 용리시켰다. 용매를 증발시키고, 포화 NaHCO_3 으로 염기성화시켰다. 수성 층을 DCM으로 추출하고, DCM 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 (4S)-메틸 5-(티아졸-2-일카르바모일)-

2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 갈색 고체로서 수득하였다 (100 mg, 0.239 mmol, 26.2% 수율), LCMS (m/z): 346.01 [M+H]⁺.

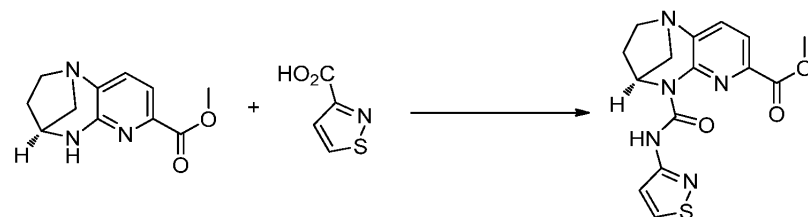
[1051] (4S)-5-(티아졸-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



[1052]

[1053] 테트라히드로푸란 (THF) (10 mL), 및 물 (10 mL) 중 (4S)-메틸 5-(티아졸-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (100mg, 0.290 mmol)의 교반 용액에 LiOH (10.40 mg, 0.434 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 28℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 증발시켜 조 잔류물을 수득하고, 수성 HCl 용액 (5 mL)을 사용하여 산성화시켰다. 수용액을 DCM (20 mL)으로 추출하였다. DCM 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 디에틸 에테르로 세척하여 (4S)-5-(티아졸-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 회백색 고체로서 수득하였다 (50 mg, 0.150 mmol, 51.9% 수율), LCMS (m/z): 332.09 [M+H]⁺.

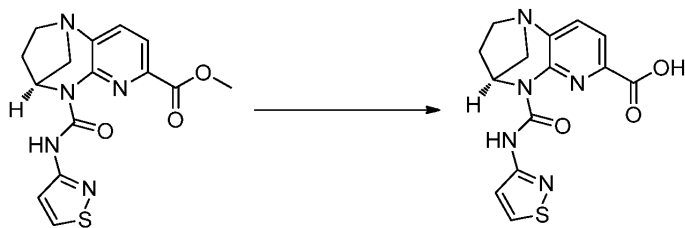
[1054] (4S)-메틸 5-(이소티아졸-3-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



[1055]

[1056] 절차: 테트라히드로푸란 (THF) (50 mL) 중 이소티아졸-3-카르복실산 (700 mg, 5.42 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 TEA (0.756 mL, 5.42 mmol), 및 DPPA (1.032 mL, 5.42 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 28℃에서 2시간 동안 교반하였다. (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (832 mg, 3.79 mmol)를 반응 혼합물에 첨가하고, 반응 혼합물을 100℃에서 18시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 28℃로 냉각시키고, 물 (20 mL)과 EtOAc (2X 50 mL) 사이에 분배하였다. EtOAc 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 갈색 고체로서 수득하였다. 조 물질을 크로마토그래피 (그레이스, C-18 역 칼럼, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: ACN, 용리액 A 중 45% B 사용)에 의해 정제하였다. 합한 분획을 증발시키고, 포화 NaHCO₃ 용액으로 염기성화시켰다. 수성 층을 DCM으로 추출하고, DCM 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 순수한 (4S)-메틸 5-(이소티아졸-3-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 황색 고체로서 수득하였다 (500 mg, 1.374 mmol, 25.4% 수율), LCMS (m/z): 346.01 [M+H]⁺.

[1057] (4S)-5-(이소티아졸-3-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



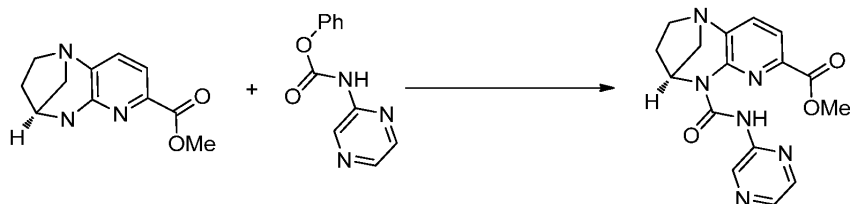
[1058]

[1059]

테트라히드로푸란 (THF) (10 mL), 및 물 (10 mL) 중 (4S)-메틸 5-(이소티아졸-3-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (400 mg, 1.158 mmol)의 교반 용액에 LiOH (41.6 mg, 1.737 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 28℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 증발시켜 포화 시트르산 용액 (10 mL)을 포함하는 조 잔류물 및 산성화된을 수득하였다. 수용액을 DCM (20 mL)으로 추출하였다. DCM 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 디에틸 에테르로 세척하여 (4S)-5-(이소티아졸-3-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 회백색 고체로서 수득하였다 (350 mg, 0.462 mmol, 39.9% 수율), LCMS (m/z): 332.34 [M+H]⁺.

[1060]

(4S)-메틸 5-(피리딘-3-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



[1061]

[1062]

테트라히드로푸란 (THF) (50 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1.7 g, 7.75 mmol), 페닐 피리딘-3-일카르바메이트 (4.15 g, 19.39 mmol)의 용액에 DMAP (2.368 g, 19.39 mmol)를 첨가하였다. 생성된 혼합물을 70℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응이 완결된 후 (TLC에 의해 모니터링함, 이것은 출발 물질의 부재 및 새로운 스폿의 형성을 나타냄), 반응물을 농축시켜 조 화합물을 연갈색 액체로서 수득하였다. 정제: 조 물질을 콤비 플래쉬에 의해 실리카 겔 칼럼 (24 g, DCM 중 3%MeOH)을 사용하여 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 생성물 (4S)-메틸 5-(피리딘-3-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 회백색 고체로서 수득하였다 (2 g, 4.66 mmol, 60.2% 수율), LCMS (m/z):340.1 (M+H)⁺.

[1063]

(4S)-5-(피리딘-3-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



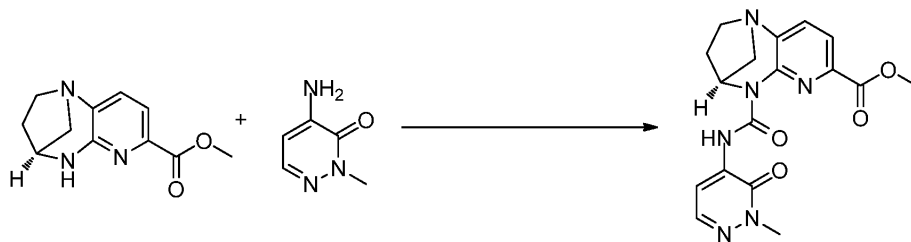
[1064]

[1065]

테트라히드로푸란 (THF) (10 mL) 중 (4S)-메틸 5-(피리딘-3-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (2.00 g, 5.89 mmol)의 용액에 실온에서 물 (10 mL)에 이어서 LiOH (0.282 g, 11.79 mmol)를 첨가하였다. 생성된 혼합물을 실온에서 5시간 동안 교반하였다. 반응이 완결된 후 (TLC에 의해 모니터링함, 이것은 출발 물질의 부재 및 극성에서의 새로운 스폿을 나타냄), 반응 혼합물을 감압 하에 농축시키고, 수득된 고체를 물 (20 mL) 중에 용해시키고, pH를 1N HCl을 사용하여 5로 산성화시켜 침전 물을 수득하였으며, 이를 여과하고, 건조시켜 순수한 화합물 (4S)-5-(피리딘-3-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 백색 고체로서 수득하였다 (1.8 g, 5.49 mmol,

93% 수율), LCMS (m/z): 326.09 (M+H)⁺.

[1066] (4S)-메틸 5-((2-메틸-3-옥소-2,3-디히드로피리다진-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



[1067]

[1068] 트리포스겐 (1.354 g, 4.56 mmol)을 테트라히드로푸란 (THF) (75 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1 g, 4.56 mmol), 및 TEA (3.81 mL, 27.4 mmol)의 교반 용액에 질소 하에 28℃에서 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 30분 동안 교반하고, 4-아미노-2-메틸피리다진-3(2H)-온 (1.712 g, 13.68 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 65℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 28℃로 냉각시키고, 반응 혼합물을 물 (2 mL)과 EtOAc (2x 25mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 그레이스에 의해 C-18 역 칼럼, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: ACN을 사용하여 정제하고, 생성물을 물 중 0.1% 포름산 35% 중 ACN으로 용리시켰다. 용매를 증발시키고, 포화 NaHCO₃으로 염기성화시켰다. 침전된 고체를 여과하고, 건조시켜 (4S)-메틸 5-((2-메틸-3-옥소-2,3-디히드로피리다진-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 황색 고체로서 수득하였다 (1.2g, 2.92 mmol, 63.9% 수율), LCMS (m/z): 371.00 (M+H)⁺.

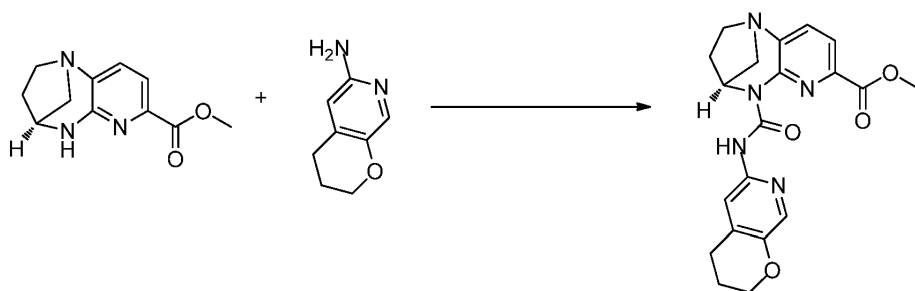
[1069] (4S)-5-((2-메틸-3-옥소-2,3-디히드로피리다진-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



[1070]

[1071] LiOH (0.155 g, 6.48 mmol)를 테트라히드로푸란 (THF) (50 mL), 및 물 (50 mL) 중 (4S)-메틸 5-((2-메틸-3-옥소-2,3-디히드로피리다진-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1.2 g, 3.24 mmol)의 교반 용액에 첨가하였다. 반응 혼합물을 28℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 증발시켜 조 잔류물을 수득하고, 1N HCl 용액을 사용하여 산성화시켰다. 침전된 고체를 여과하고, 건조시켜 (4S)-5-((2-메틸-3-옥소-2,3-디히드로피리다진-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 회백색 고체로서 수득하였다 (770 mg, 1.855 mmol, 57.3% 수율), LCMS (m/z): 357.00 (M+H)⁺.

[1072] (4S)-메틸 5-((3,4-디히드로-2H-피라노[2,3-c]피리딘-6-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



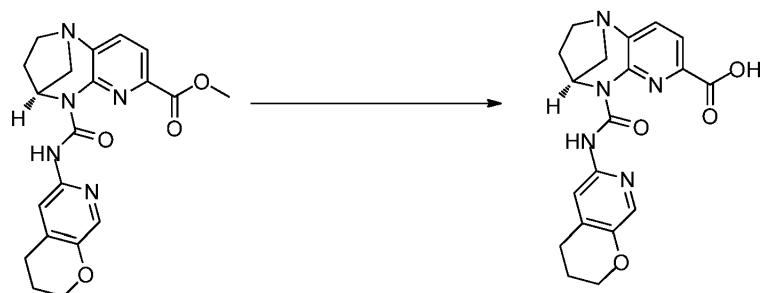
[1073]

[1074]

테트라히드로푸란 (THF) (3 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (900 mg, 4.11 mmol)의 현탁액에 실온에서 3,4-디히드로-2H-피라노[2,3-c]피리딘-6-아민에 이어서 트리포스겐 (1218 mg, 4.11 mmol)을 첨가하였다. 20분 동안 교반한 후, 3,4-디히드로-2H-피라노[2,3-c]피리딘-6-아민 (925 mg, 6.16 mmol)을 반응물에 첨가한 다음, 반응 혼합물을 75℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응이 완결된 후 (TLC에 의해 모니터링함, 출발 물질이 소모되고 새로운 스폿이 주요 스폿으로서 출발 물질의 바로 위에서 관찰되었음), 물 (70 mL)을 반응물에 첨가하고, 수성 층을 에틸 아세테이트 (2X10 mL)로 추출하였다. 유기 층을 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 갈색 액체를 수득하였다. 정제: 조 물질을 콤비 플래쉬에 의해 실리카 겔 칼럼 (12 g, DCM 중 1.8% MeOH)을 사용하여 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 화합물 (4S)-메틸 5-((3,4-디히드로-2H-피라노[2,3-c]피리딘-6-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 연황색 고체로서 수득하였다 (900 mg, 2.083 mmol, 50.7% 수율). LCMS (m/z): 396.00 ($M+H$)⁺.

[1075]

(4S)-5-((3,4-디히드로-2H-피라노[2,3-c]피리딘-6-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



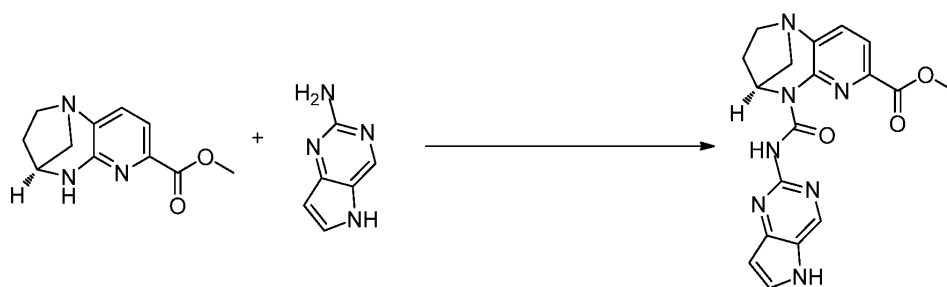
[1076]

[1077]

테트라히드로푸란 (THF) (5 mL) 중 (4S)-메틸 5-((3,4-디히드로-2H-피라노[2,3-c]피리딘-6-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (900 mg, 2.276 mmol)의 용액에 물 (5.00 mL)에 이어서 LiOH (109 mg, 4.55 mmol)를 첨가하였다. 생성된 혼합물을 실온에서 3시간 동안 교반하였다. 반응이 완결된 후 (TLC에 의해 모니터링함, 이는 출발 물질의 부재 및 새로운 스폿이 극성에서 관찰되었음을 나타냄), 반응물을 농축시키고, 수득된 고체를 물 (5 mL) 중에 용해시키고, 수성 층을 2N HCl을 사용하여 산성화시켰다 (pH=2). 수성 층을 DCM 중 10%MeOH (4X100 mL)로 추출하였다. 합한 유기부를 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 (4S)-5-((3,4-디히드로-2H-피라노[2,3-c]피리딘-6-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 회백색 고체로서 수득하였다 (550 mg, 1.393 mmol, 61.2% 수율), LCMS (m/z): 382.1 ($M+H$)⁺.

[1078]

(4S)-메틸 5-((5H-피롤로[3,2-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



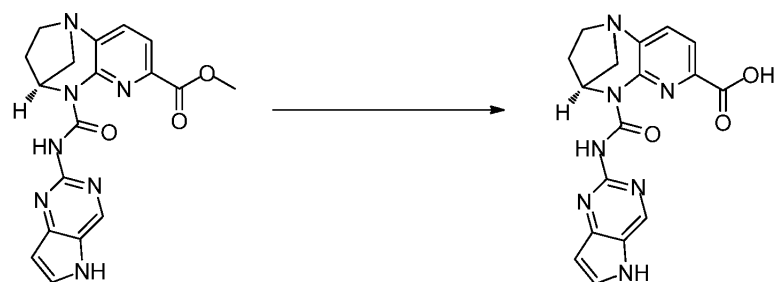
[1079]

[1080]

TEA (0.381 mL, 2.74 mmol) & 트리포스겐 (0.135 g, 0.456 mmol)을 테트라히드로푸란 (THF) (10 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (0.1 g, 0.456 mmol)의 교반 용액에 질소 하에 28℃에서 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 30분 동안 교반하고, 5H-피콜로[3,2-d]피리미딘-2-아민 (0.184 g, 1.368 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 65℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 용매를 감압 하에 완전히 증발시키고, 물 (10 mL)과 EtOAc (2 X 20 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 (4S)-메틸 5-((5H-피콜로[3,2-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 갈색 고체로서 수득하였다 (0.120 g, 0.142 mmol, 31.2% 수율), LCMS (m/z): 381.10 [M+H]⁺.

[1081]

(4S)-5-((5H-피콜로[3,2-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



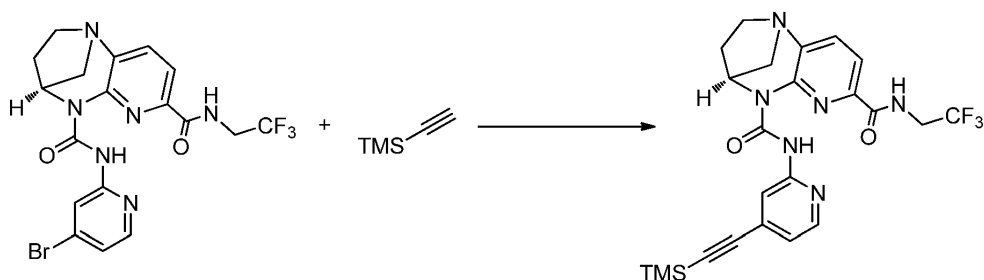
[1082]

[1083]

물 (0.5 mL) 중 수산화리튬 1수화물 (13.27 mg, 0.316 mmol)을 실온에서 테트라히드로푸란 (THF) (5 mL) 중 (4S)-메틸 5-((5H-피콜로[3,2-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (120 mg, 0.316 mmol)의 교반 용액에 첨가하였다. 반응 혼합물을 26℃에서 2시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물 용매를 감압 하에 완전히 증발시키고, 1N HCl 용액으로 산성화시켰다. 반응 혼합물을 감압 하에 완전히 증발시키고, DCM 중 20% MeOH (10 mL)를 첨가하고, 15분 동안 교반하였다. 반응물을 셀라이트를 통해 여과하고, 셀라이트에 의해 DCM 중 20% MeOH (5 mL)로 세척하였다. 취한 여과물을 증발시켜 조 생성물 (4S)-5-((5H-피콜로[3,2-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 갈색 고체로서 수득하였다 (70 mg, 0.144 mmol, 45.4% 수율), LCMS (m/z): 366.11 [M+H]⁺.

[1084]

(4S)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-N5-(4-((트리메틸실릴)에틸)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



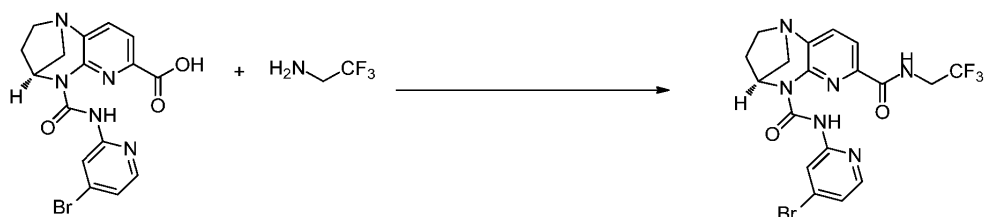
[1085]

[1086]

테트라히드로푸란 (THF) (50 mL) 중 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드

로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (1 g, 2.061 mmol)의 교반 용액에 아이오딘화구리(I) (0.033 g, 0.172 mmol), TEA (2.394 mL, 17.17 mmol), 에틸닐트리메틸실란 (0.337 g, 3.43 mmol), 비스(트리페닐포스핀)팔라듐(II) 클로라이드 (0.121 g, 0.172 mmol)를 아르곤 탈기 하에 실온에서 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 20분 동안 탈기하고, 그 후 생성된 반응 혼합물을 60℃에서 8시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 셀라이트 패드로 여과하고, 여과물을 증발시켰다. 반응 혼합물을 에틸 아세테이트 (100 ml)로 희석하고, 물로 세척하였다. 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 콤비플래쉬에 의해 실리카 겔 칼럼 (24 g, 석유 에테르 중 50% EtOAc)을 사용하여 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 화합물 (4S)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-N5-(4-((트리메틸실릴)에틸닐)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (700 mg, 0.885 mmol, 51.5% 수율), LCMS (m/z): 503.19 (M+H)⁺.

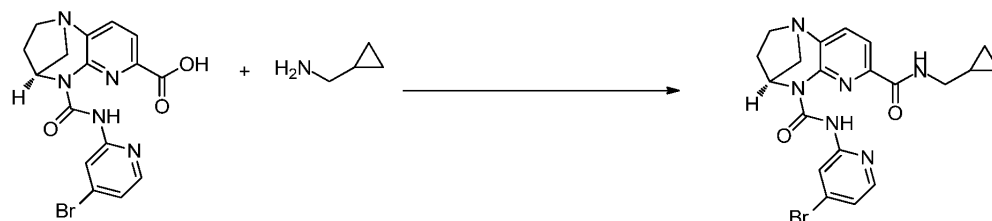
[1087] (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1088]

[1089] N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (15 mL) 중 (4S)-5-((4-브로모피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (600 mg, 1.484 mmol)의 용액에 0℃에서 HATU (1129 mg, 2.97 mmol)에 이어서 DIPEA (0.778 mL, 4.45 mmol)를 첨가하고, 생성된 혼합물을 동일한 온도에서 10분 동안 교반하였다. 2,2,2-트리플루오로에탄아민 (294 mg, 2.97 mmol)을 반응물에 0℃에서 첨가하고, 생성된 용액을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응이 완결된 후 (TLC에 의해 모니터링함, 출발 물질의 부재 및 R_f: 0.5에서의 새로운 스폿의 형성을 나타냄), 물 (20 mL)을 반응물에 첨가하여 고체 침전물을 수득하였으며, 이를 여과하고, 건조시켜 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 연갈색 고체로서 수득하였다 (490 mg, 0.894 mmol, 60.2% 수율). LCMS (m/z): 484.9 (M+H)⁺.

[1090] (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-(시클로프로필메틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성

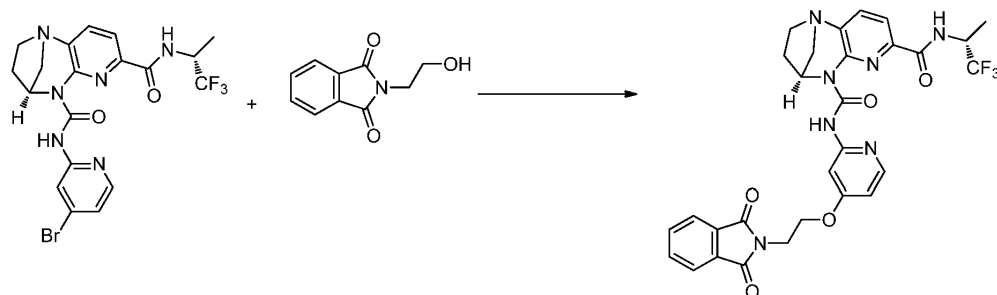


[1091]

[1092] N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (3 mL) 중 (4S)-5-((4-브로모피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.237 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 DIPEA (0.648 mL, 3.71 mmol), HATU (941 mg, 2.474 mmol) 및 시클로프로필메탄아미드 (97 mg, 1.361 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 4시간 동안 교반하였다. 반응 진행을 TLC(DCM 중 5%MeOH)에 의해 모니터링하였다. TLC는 비-극성 스폿의 형성 및 SM의 완전한 소모를 나타내었다. 반응물을 빙냉수 50 mL로 희석하여 고체를 수득하였으며, 이를 여과하고, 고진공 하에 건조시켜 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-(시클로프로필메틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 연황색 고체로서 수득하였다 (500 mg, 1.062 mmol, 86% 수율), LCMS (m/z): 457.15 [M+H]⁺.

[1093] (4S)-N5-(4-(2-(1,3-디옥소이소인돌린-2-일)에톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성

3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



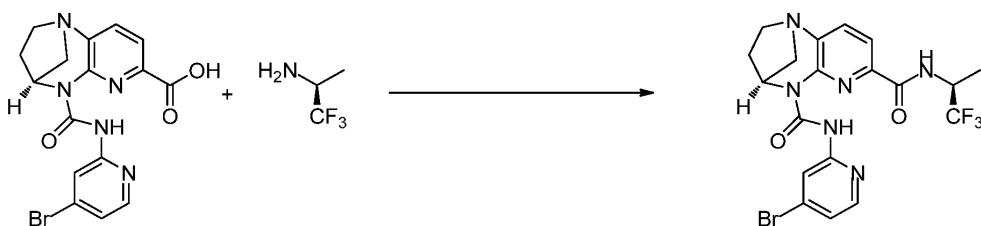
[1094]

[1095]

X-phos (115 mg, 0.240 mmol)에 이어서 K_3PO_4 (340 mg, 1.602 mmol)를 1,4-디옥산 (20 mL) 중 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (400 mg, 0.801 mmol) 및 2-(2-히드록시에틸)이소인돌린-1,3-디온 (230 mg, 1.202 mmol)의 교반 용액에 첨가한 다음, 10분 동안 아르곤 기체를 적용시킴으로써 탈기하고, $Pd_2(dba)_3$ (73.4 mg, 0.080 mmol)을 첨가하고, 밀봉된 튜브 중에서 16시간 동안 100℃로 가열하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시킨 다음, 물 (20 mL)과 에틸 아세테이트 (20 mLx2) 사이에 분배하고, 염수 (20 mL)로 세척하고, 유기 층을 분리하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질 (4S)-N5-(4-(2-(1,3-디옥소이소인돌린-2-일)에톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 갈색 검으로서 수득하였다 (400 mg, 0.302 mmol, 37.7% 수율), LCMS (m/z): 610.88 ($M+H$)⁺.

[1096]

(4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-((S)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



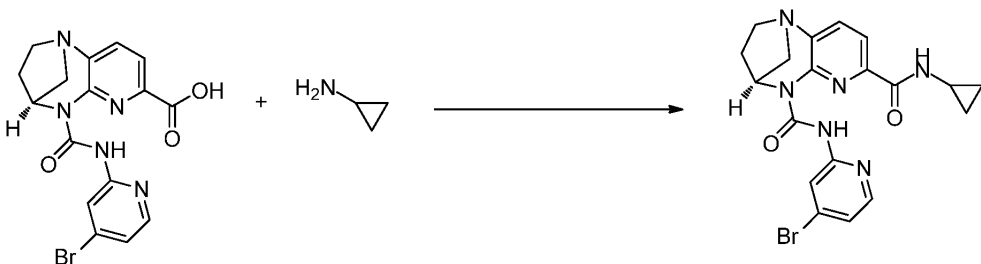
[1097]

[1098]

N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (4 mL) 중 (4S)-5-((4-브로모피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1g, 2.474 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (1.296 mL, 7.42 mmol), HATU (1.881 g, 4.95 mmol) 및 (S)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (0.336 g, 2.97 mmol)을 실온에서 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 질소 하에 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 비-극성 스폿의 형성 및 SM의 완전한 소모를 나타내었다. 반응 혼합물을 냉수 (20 mL)로 희석하고, 형성된 생성된 고체를 여과에 의해 수집하고, 물(10 mL)로 세척하고, 건조시켜 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-((S)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (1 g, 1.356 mmol, 54.8% 수율). LCMS (m/z): 499.0 [$M+H$]⁺.

[1099]

(4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-시클로프로필-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1100]

[1101] N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (15 mL) 중 (4S)-5-((4-브로모피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (600 mg, 1.484 mmol)의 용액에 0℃에서 HATU (1129 mg, 2.97 mmol)에 이어서 DIPEA (0.778 mL, 4.45 mmol)를 첨가하고, 생성된 혼합물을 동일한 온도에서 10분 동안 교반하였다. 시클로프로판아민 (169 mg, 2.97 mmol)을 반응물에 0℃에서 첨가하고, 생성된 용액을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응이 완결된 후 (TLC에 의해 모니터링함, 출발 물질의 부재 및 R_f : 0.5에서의 새로운 스폿의 형성을 나타냄), 물 (20 mL)을 반응물에 첨가하여 고체 침전물을 수득하였으며, 이를 여과하고, 건조시켜 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-시클로프로필-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 담갈색 고체로서 수득하였다 (500 mg, 0.965 mmol, 65.0% 수율). LCMS (m/z): 442.9 ($M+H$)⁺.

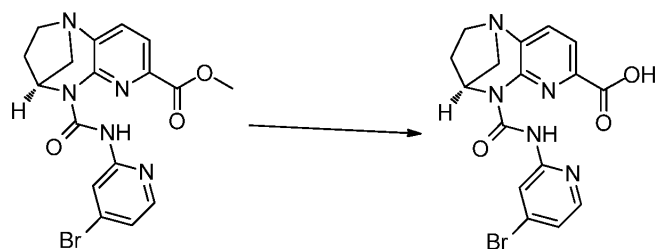
[1102] (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[1103]

[1104] N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (70 mL) 중 (4S)-5-((4-브로모피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (6.5 g, 16.08 mmol)의 용액에 0℃에서 HATU (12.23 g, 32.2 mmol)에 이어서 DIPEA (8.43 mL, 48.2 mmol)를 첨가하고, 생성된 혼합물을 동일한 온도에서 10분 동안 교반하였다. (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (3.64 g, 32.2 mmol)을 반응물에 0℃에서 첨가하고, 생성된 용액을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응이 완결된 후 (TLC에 의해 모니터링함, 출발 물질의 부재 및 R_f : 0.5에서의 새로운 스폿의 형성을 나타냄), 물 (100 mL)을 반응물에 첨가하여 고체 침전물을 수득하였으며, 이를 여과하고, 건조시켜 회백색 고체를 수득하였다. 수득된 고체를 디에틸 에테르 (70 mL) 중에서 교반하고, 여과하고, 건조시켜 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (6 g, 10.95 mmol, 68.1% 수율), LCMS (m/z): 499.13 ($M+H$)⁺.

[1105] (4S)-5-((4-브로모피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성

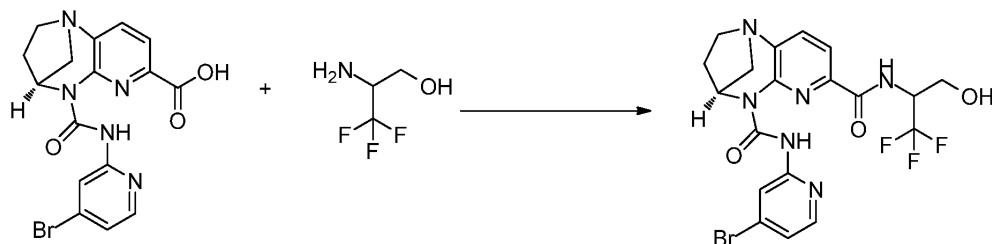


[1106]

[1107] 테트라히드로푸란 (THF) (20 mL) 중 (4S)-메틸 5-((4-브로모피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (2.5 g, 5.98 mmol)의 용액에 물 (10 mL) 및 LiOH (0.429 g, 17.93 mmol)를 첨가한다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 5시간 동안 교반하였다. 반응이 완결된 후 (TLC에 의해 모니터링함, 이것은 SM의 부재 및 극성에서의 새로운 스폿의 형성을 나타냄), 반응물을 농축시켜 회백색 고체를 수득하였으며, 이를 물 중에 용해시켰다. 수성 층의 pH를 4로 조정하여 침전물을 수득하였으며, 이를 여과하고, 건조시켜 연갈색 고체를 수득하였다. 수득된 고체를 디에틸 에테르로 연화처리하여 순수한 화합물 (4S)-5-((4-브로모피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 회백색 고체로서 수득하였다 (1.7 g, 4.13 mmol, 69.1% 수율), LCMS (m/z): 404.02 ($M+H$)⁺.

[1108] (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-(1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리

도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



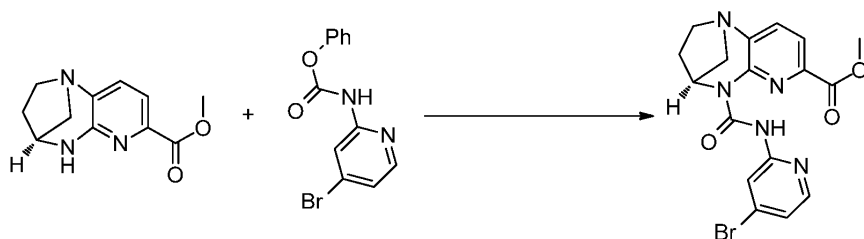
[1109]

[1110]

N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (5 mL) 중 2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로판-1-올 히드로클로라이드 (0.491 g, 2.97 mmol)의 교반 용액에 실온에서 DIPEA (1.296 mL, 7.42 mmol), HATU (1.881 g, 4.95 mmol) 및 (4S)-5-((4-브로모피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1 g, 2.474 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 질소 하에 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 비-극성 스폿의 형성 및 SM의 완전한 소모를 나타내었다. 반응 혼합물을 냉수 (30 mL)로 희석하고, EtOAc(2x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (25 mL)로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬에 의해 실리카 겔 칼럼 (24 g, DCM 중 5% 메탄올)을 사용하여 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 화합물을 수득하였으며, 이를 ACN (8 mL)으로 연화처리하여 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-(1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (650 mg, 1.128 mmol, 45.6% 수율), LCMS (m/z): 514.96 [M+H]⁺.

[1111]

(4S)-메틸 5-((4-브로모피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



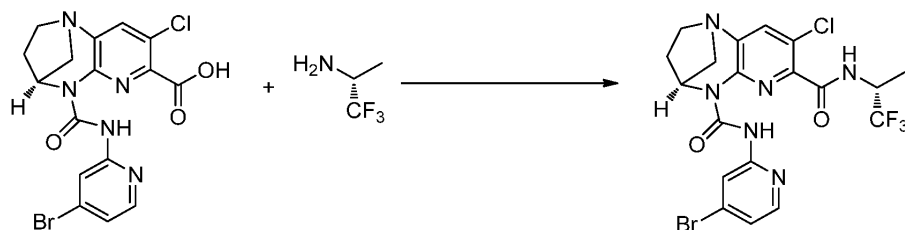
[1112]

[1113]

(4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (2.5 g, 11.40 mmol), 페닐 (4-브로모피리딘-2-일)카르바메이트 (6.68 g, 22.81 mmol) 및 테트라히드로푸란 (THF) (50 mL)의 혼합물을 100 mL 밀봉된 튜브에 충전하였다. DMAP (2.79 g, 22.81 mmol)를 혼합물에 첨가하고, 생성된 혼합물을 70°C에서 16시간 동안 교반하였다. 반응이 완결된 후 (TLC에 의해 모니터링함, 출발 물질은 완전히 소모되고 새로운 스폿이 R_f: 0.5에서 관찰되었음), 반응물을 농축시키고, 건조시켜 조 화합물을 갈색 액체로서 수득하였다. 조 물질을 실리카 겔 칼럼 (100-200, DCM 중 3%MeOH)에 의해 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 생성물 (4S)-메틸 5-((4-브로모피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 수득하였다 (3.00 g, 6.25 mmol, 54.8% 수율). LCMS (m/z): 418.06 (M+H)⁺.

[1114]

(4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-8-클로로-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



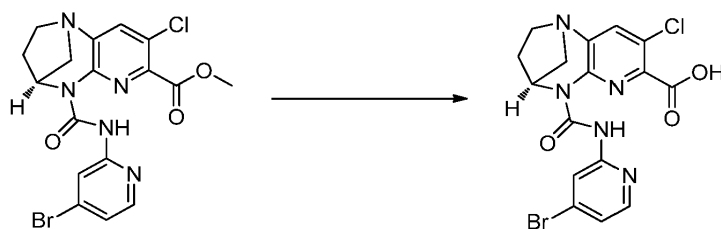
[1115]

[1116]

실온에서 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (10 mL) 중 (4S)-5-((4-브로모피리딘-2-일)카르바모일)-8-클로로-

2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (2g, 4.56 mmol)의 용액에 HATU (3.47 g, 9.12 mmol) 및 DIPEA (2.389 mL, 13.68 mmol)를 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 10분 동안 교반한 다음, (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (0.619 g, 5.47 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 소량의 SM과 함께 비 극성 스폿을 나타내었다. 반응물을 100 ml 빙냉수로 희석하고, EtOAc (2X200 ml)로 추출하고, 합한 유기 층을 빙냉수 100 ml로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 콤비 플래쉬에 의해 실리카 겔 칼럼 (24 g, DCM 중 3% 메탄올)을 사용하여 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-8-클로로-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (1.6g, 2.95 mmol, 64.8% 수율). LCMS (m/z): 534.96 (M+H)⁺.

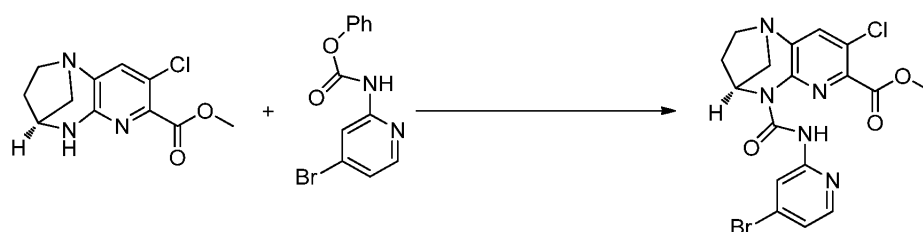
[1117] (4S)-5-((4-브로모피리딘-2-일)카르바모일)-8-클로로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



[1118]

[1119] 실온에서 교반하는 테트라히드로푸란 (THF) (50 mL) 중 (4S)-메틸 5-((4-브로모피리딘-2-일)카르바모일)-8-클로로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (4.5 g, 9.94 mmol)의 현탁액에 물 (20 mL) 중 LiOH (0.595 g, 24.85 mmol)의 용액을 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 극성 스폿의 형성 및 SM의 완전한 소모를 나타내었다. 반응물을 감압 하에 농축시키고, 물 20 ml를 첨가하고, EtOAc 50 ml로 세척하였다. 수성 층의 pH를 1N HCl을 0°C에서 사용하여 4로 조정하였다. 고체를 형성하고, 여과하고, 건조시켜 (4S)-5-((4-브로모피리딘-2-일)카르바모일)-8-클로로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 회백색 고체로서 수득하였다 (4 g, 8.81 mmol, 89% 수율), LCMS (m/z): 439.94 (M+H)⁺.

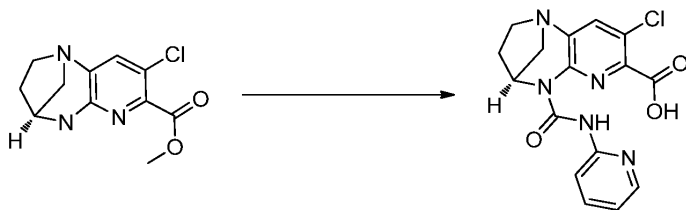
[1120] (4S)-메틸 5-((4-브로모피리딘-2-일)카르바모일)-8-클로로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



[1121]

[1122] (4S)-메틸 8-클로로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (5.5 g, 21.68 mmol), 페닐 (4-브로모피리딘-2-일)카르바메이트 (9.53 g, 32.5 mmol) 및 테트라히드로푸란 (THF) (120 mL)의 혼합물을 밀봉된 튜브 250 ml에 충전하였다. DMAP (6.62 g, 54.2 mmol)를 혼합물에 첨가하고, 생성된 반응 혼합물을 70°C에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 2개의 비 극성 스폿이 형성됨을 나타내었다. 반응물을 감압 하에 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 실리카 겔 상에서 칼럼 크로마토그래피 (100-200 메쉬, DCM 중 1% MeOH)에 의해 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 화합물 (4S)-메틸 5-((4-브로모피리딘-2-일)카르바모일)-8-클로로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 연녹색 고체로서 수득하였다 (4.6g, 7.83 mmol, 36.1% 수율), LCMS (m/z): 453.99 (M+H)⁺.

[1123] (4S)-8-클로로-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



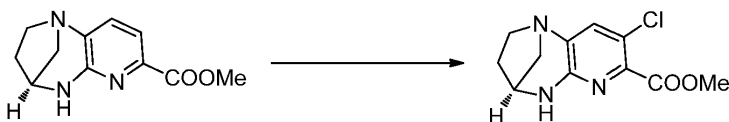
[1124]

[1125]

0℃에서 질소 하에 교반하는 테트라히드로푸란 (THF) (20 mL) 중 (4S)-메틸 8-클로로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (800 mg, 3.15 mmol)의 용액에 NaH (378 mg, 15.77 mmol)를 첨가하고, 30분 동안 교반한 다음, 3-(피리딘-2-일)-2H-피리도[1,2-a][1,3,5]트리아진-2,4(3H)-디온 (909 mg, 3.78 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 80℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙수 2X15 mL로 켄칭하고, 에틸 아세테이트로 추출하고, 수성 층을 1N HCl 용액으로 중화시키고, DCM 중 5% 메탄올 2X25 mL로 추출하고, 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 화합물 (4S)-8-클로로-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 연갈색 고체로서 수득하였다 (500 mg, 1.390 mmol, 44.1% 수율), LCMS (m/z): 359.9 (M+H)⁺.

[1126]

(4S)-메틸 8-클로로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



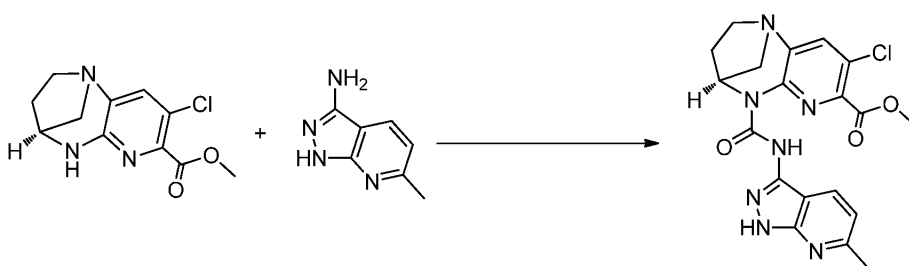
[1127]

[1128]

실온에서 질소 하에 교반하는 클로로포름 (50 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (3 g, 13.68 mmol)의 용액에 NCS (1.827 g, 13.68 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 60℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 물로 켄칭하고, DCM 2x50 mL로 추출하고, 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피에 의해 100-200 실리카 겔로 정제하고, 석유 에테르 중 70% 에틸 아세테이트로 용리시켜 순수한 화합물 (4S)-메틸 8-클로로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 갈색 고체로서 수득하였다 (2 g, 7.88 mmol, 57.6% 수율), LCMS (m/z): 253.9 (M+H)⁺.

[1129]

(4S)-메틸 8-클로로-5-((6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



[1130]

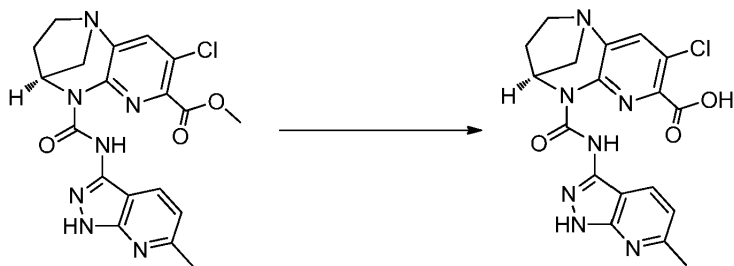
[1131]

테트라히드로푸란 (THF) (30 mL) 중 (4S)-메틸 8-클로로-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1 g, 3.94 mmol)의 교반 용액에 트리포스젠 (0.936 g, 3.15 mmol) 및 트리 에틸아민 (3.30 mL, 23.65 mmol)을 첨가하고, 30분 동안 교반하였다. 30분 후, 6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-아민 (1.168 g, 7.88 mmol)을 첨가하고, 반응물을 75℃에서 6시간 동안 질소 상태 하에 유지하였다. 반응 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다(TLC는 3개의 주요 스폿을 나타내며, 어떠한 SM 스폿도 관찰되지 않았음). 물(150mL)을 반응 혼합물에 첨가하였다. 고체를 형성하고, 조 화합물을 여과하였다. 디에틸 에테르 (2x35mL) 세척액을 조 화합물에 제공하여 순수한 (4S)-메틸 8-클로로-5-((6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 갈색 화합물로서 수득하였다 (1.1 g, 2.502 mmol, 63.5% 수율), LCMS (m/z): 428.33 (M+H)⁺.

[1132]

(4S)-8-클로로-5-((6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도

[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



[1133]

[1134]

테트라히드로푸란 (THF) (15 mL) 및 물 (10 mL) 중 (4S)-메틸 8-클로로-5-((6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1 g, 2.337 mmol)의 용액에 실온에서 LiOH (0.168 g, 7.01 mmol)를 첨가하였다. 생성된 현탁액을 실온에서 3시간 동안 교반하였다. 반응의 완결 후 (TLC에 의해 모니터링함, 출발 물질은 완전히 소모되고 새로운 스폿이 극성에서 관찰되었음). 반응물을 농축시키고, 수득된 물질을 물 중에 용해시켰다. 수용액을 2N HCl (수성)을 사용하여 pH를 5로 조정하여 연황색 침전물을 수득하였으며, 이를 여과하고, 진공 하에 건조시켜 연황색 고체를 수득하였다. 수득된 고체를 디에틸 에테르 (20 mL)로 연화처리하고, 건조시켜 (4S)-8-클로로-5-((6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 담황색 고체로서 수득하였다 (900 mg, 1.957 mmol, 84% 수율), LCMS (m/z): 414.00 (M+H)⁺.

[1135]

(2R)-3,3,3-트리플루오로-2-((4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미도)프로필 메탄술포네이트의 합성



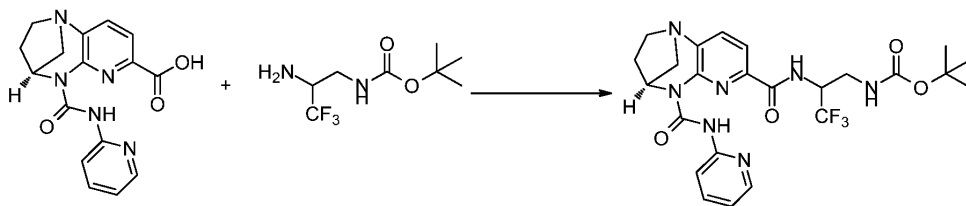
[1136]

[1137]

실온에서 질소 하에 교반하는 디클로로메탄 (DCM) (5 mL) 중 (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (350 mg, 0.802 mmol) 및 DIPEA (0.140 mL, 0.802 mmol)의 용액에 순수한 메탄술포닐 클로라이드 (0.062 mL, 0.802 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 비-극성 스폿의 형성 및 SM의 완전한 소모를 나타내었다. 반응 혼합물을 냉수 (30 mL)에 붓고, DCM (2 x 30 mL)으로 추출하고, 유기 층을 분리하고, 염수 (25 mL)로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 (2R)-3,3,3-트리플루오로-2-((4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미도)프로필 메탄술포네이트를 연갈색 고점성 액체로서 수득하였다 (300 mg, 0.517 mmol, 64.5% 수율), LCMS (m/z): 515.12[M+H]⁺.

[1138]

tert-부틸 (3,3,3-트리플루오로-2-((4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미도)프로필)카르바메이트의 합성



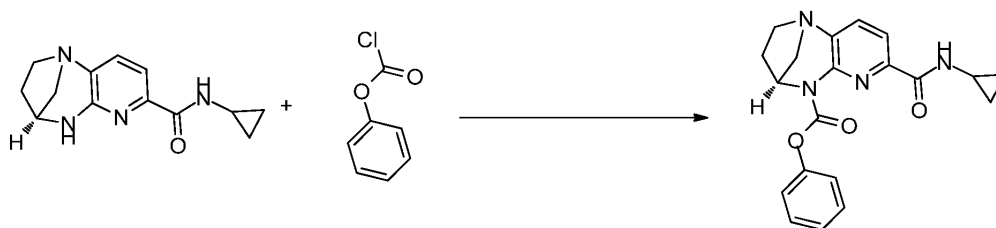
[1139]

[1140]

실온에서 질소 하에 교반하는 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (8 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1.1 g, 3.38 mmol), DIPEA (2.95 mL, 16.91 mmol) 및 HATU (2.57 g, 6.76 mmol)의 용액에 tert-부틸 (2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)카르바메이트 (0.772 g, 3.38 mmol)를 1 부분으로 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응

의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 비-극성 스폿의 형성 및 SM의 완전한 소모를 나타내었다. 반응 혼합물을 냉수 (30 ml)로 희석하고, EtOAc (2 x 40 ml)로 추출하고, 유기 층을 분리하고, 염수(30 mL)로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬에 의해 실리카 겔 칼럼 (24 g, DCM 중 4% 메탄올)을 사용하여 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 화합물 tert-부틸 (3,3,3-트리플루오로-2-((4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미도)프로필)카르바메이트를 회백색 고체로서 수득하였다 (1.1 g, 1.684 mmol, 49.8% 수율). LCMS (m/z): 536.23 [M+H]⁺.

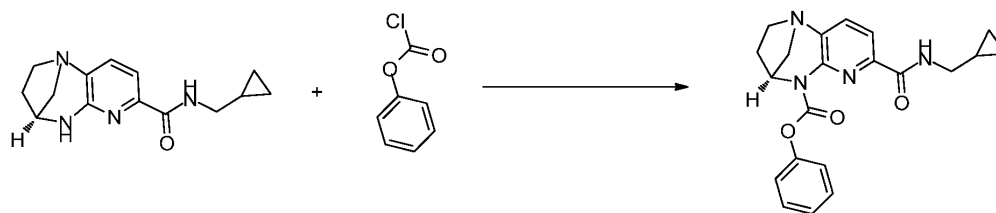
[1141] (4S)-페닐 7-(시클로프로필카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트의 합성



[1142]

[1143] 0℃에서 질소 하에 교반하는 디클로로메탄 (DCM) (30 mL) 중 (4S)-N-시클로프로필-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드 (3.5 g, 14.33 mmol)의 용액에 피리딘 (5 mL) 및 페닐 카르보노클로리데이트 (2.243 g, 14.33 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 4시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 비-극성 스폿의 형성 및 SM의 완전한 소모를 나타내었다. 반응 혼합물을 냉수 (50 ml)에 붓고, DCM (2 x 50 ml)으로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수(40mL)로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 조 생성물을 펜탄(100 mL)으로 세척하여 (4S)-페닐 7-(시클로프로필카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트를 연갈색 고체로서 수득하였다 (3.2 g, 8.09 mmol, 56.5% 수율), LCMS (m/z): 365.02 [M+H]⁺.

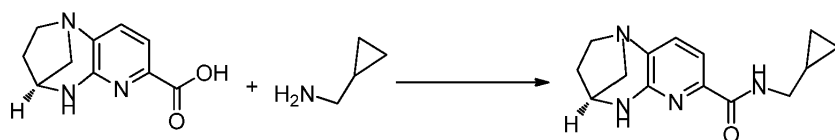
[1144] (4S)-페닐 7-((시클로프로필메틸)카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트의 합성



[1145]

[1146] 디클로로메탄 (DCM) (50 mL) 중 (4S)-N-(시클로프로필메틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드 (5 g, 19.36 mmol) 및 피리딘 (6 mL, 74.2 mmol)의 교반 용액에 페닐 카르보노클로리데이트 (3.64 g, 23.23 mmol)를 0℃에서 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 6시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 출발 물질의 총 소모 및 새로운 비 극성 스폿의 형성을 나타내었다. 물 (5 mL)을 반응 혼합물에 첨가하였다. 수성 층을 DCM (2 x 5 mL)으로 추출하고, 합한 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 목적 조 생성물을 수득하였으며, 이를 칼럼 크로마토그래피에 의해 100-2000 실리카 겔을 사용하여 정제하여 (4S)-페닐 7-((시클로프로필메틸)카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트를 백색 고체로서 수득하였다 (3.5 g, 8.42 mmol, 43.5% 수율), LCMS (m/z): 379.12 [M+H]⁺.

[1147] (4S)-N-(시클로프로필메틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드의 합성



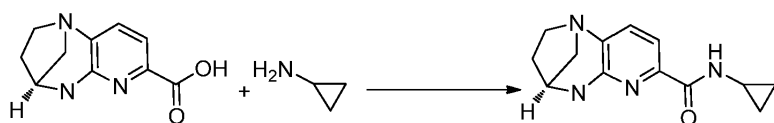
[1148]

[1149]

N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (10 mL) 중 (4S)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1 g, 4.87 mmol)의 현탁액에 0℃에서 DIPEA (4.26 mL, 24.36 mmol), HATU (3.71 g, 9.75 mmol) 및 시클로프로필메탄아미드 (0.416 g, 5.85 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 5시간 동안 교반하였다. 반응 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다 (DCM 중 10%MeOH). R_f : 0.2. TLC는 비-극성 스폿의 형성 및 SM의 완전한 소모를 나타내었다. 반응 혼합물을 농축시키고, 잔류물을 EtOAc (100 mL)에 녹이고, 유기 층을 물에 이어서 염수 용액으로 세척하였다. 유기 층을 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 백색 고체로서 (4S)-N-(시클로프로필메틸)-(4S)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드 (600 mg, 1.649 mmol, 33.8% 수율). LCMS (m/z): 259.35[M+H]⁺.

[1150]

(4S)-N-시클로프로필-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드의 합성



[1151]

[1152]

N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (50 mL) 중 (4S)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (5.0 g, 24.36 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 HATU (13.90 g, 36.5 mmol) 및 TEA (16.98 mL, 122 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 질소 분위기 하에 0℃에서 15분 동안 교반한 다음, 시클로프로판아민 (2.78 g, 48.7 mmol)을 반응 혼합물에 첨가하고, 실온에서 4시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC는 SM이 소모되고 비-극성 스폿이 형성되었음을 나타내었다. 반응 혼합물을 빙냉수 (100 mL)로 희석하고, EtOAc (3X 50 mL)로 추출하고, 유기 층을 합하고, 물 (30 mL), 염수 용액 (30 mL)으로 세척하고, 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 진공 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하고, 조 물질을 칼럼 크로마토그래피에 의해 100-200 메쉬 실리카 겔을 사용하여 정제하고, DCM 중 5% MeOH로 용리시키고, 순수한 분획을 수집하고, 감압 하에 증발시켜 (4S)-N-시클로프로필-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드를 갈색 점착성 고체로서 수득하였다 (2.7 g, 10.63 mmol, 43.6% 수율). LCMS (m/z): 245.17 (M+H)⁺.

[1153]

(4S)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



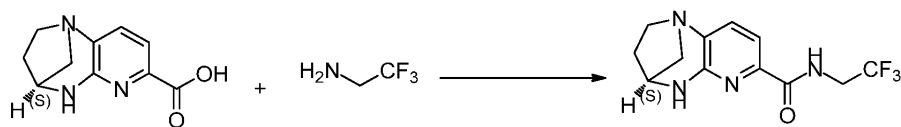
[1154]

[1155]

질소 하에 실온에서 교반하는 테트라히드로푸란 (THF) (100 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (10 g, 45.6 mmol)의 용액에 물 (100 mL) 중 LiOH (3.28 g, 137 mmol)의 용액을 1분 동안 적가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 극성 스폿의 형성 및 SM의 완전한 소모를 나타내었다. 반응 혼합물을 감압 하에 농축시키고, 냉수 (100 mL)로 희석하고, DCM (2x200 mL)으로 세척하고, 수성 층을 1N HCl (40 mL)을 사용하여 중화시켜 점착성 고체를 수득하고, 20% MeOH/DCM(2x300)으로 추출하고, 유기 층을 분리하고, 염수(100 mL)로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 (4S)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 회백색 고체로서 수득하였다 (8 g, 24.56 mmol, 53.9% 수율), LCMS (m/z): 206.1 [M+H]⁺.

[1156]

(4S)-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드의 합성



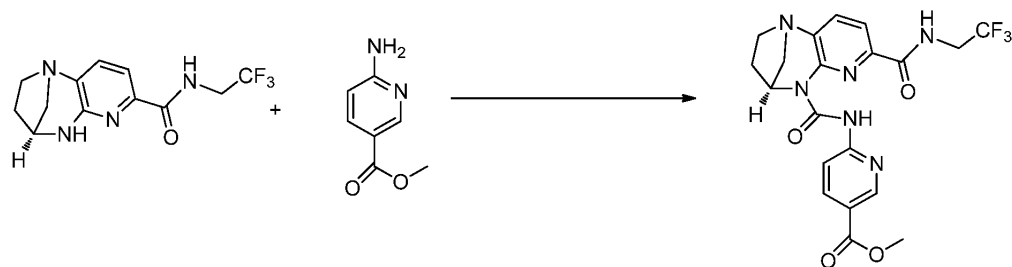
[1157]

[1158]

N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (60 mL) 중 (4S)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (6 g, 29.2 mmol)의 교반 용액에 질소 분위기 하에 0℃에서 HATU (16.68 g, 43.9 mmol) 및 TEA (12.23 mL, 88 mmol)를 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 0℃에서 15분 동안 교반한 다음, 2,2,2-트리플루오로에탄아민 (4.34 g, 43.9 mmol)을 0℃에서 반응 혼합물에 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC는 SM이 소모되고 비-극성 스팟이 형성되었음을 나타내었다. 반응 혼합물을 빙냉수(100 mL)로 희석하고, EtOAc (3 x 50 mL)로 추출하였다. 유기 층을 합하고, 물 (30 mL), 염수 용액 (30 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시켰다. 유기 층을 여과하고, 진공 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였으며, 이를 칼럼 크로마토그래피에 의해 100-200 메쉬 실리카 겔을 사용하여 정제하고, 목적 화합물을 DCM 중 6% MeOH로 용리시키고, 순수한 분획을 수집하고, 감압 하에 증발시켜 (4S)-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사아미드를 갈색 점착성 화합물로서 수득하였다 (4.5 g, 14.06 mmol, 48.1% 수율), LCMS (m/z): 287.04 [M+H]⁺.

[1159]

메틸 6-((4S)-7-((2,2,2-트리플루오로에틸)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복사아미도)니코티네이트의 합성



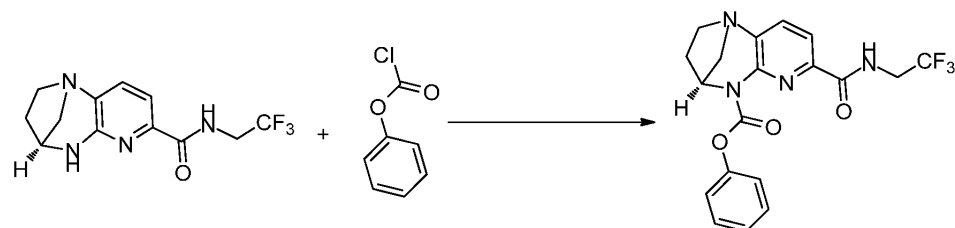
[1160]

[1161]

테트라히드로푸란 (THF) (60 mL) 중 (4S)-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사아미드 (4.5 g, 15.72 mmol)의 교반 용액에 질소 분위기 하에 실온에서 트리포스겐 (4.66 g, 15.72 mmol) 및 TEA (6.57 mL, 47.2 mmol)를 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물에 테트라히드로푸란 (THF) (40 mL) 중 메틸 6-아미노니코티네이트 (4.78 g, 31.4 mmol)의 용액을 실온에서 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 80℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 비 극성 스팟이 SM과 함께 형성되었음을 나타내었다. 반응 혼합물을 물 (100 mL)로 희석하고, EtOAc (3 X 100 mL)로 추출하였다. 유기 층을 합하고, 염수 용액 (50 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였으며, 이를 이어서 칼럼 크로마토그래피에 의해 100-200-메쉬 실리카 겔을 사용하여 정제하고, 목적 화합물을 DCM 중 3% MeOH로 용리시키고, 순수한 분획을 수집하고, 감압 하에 증발시켜 메틸 6-((4S)-7-((2,2,2-트리플루오로에틸)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복사아미도)니코티네이트를 갈색 고체로서 수득하였다 (3.5 g, 4.92 mmol, 31.3% 수율), LCMS (m/z): 465.15 [M+H]⁺.

[1162]

(4S)-페닐 7-((2,2,2-트리플루오로에틸)카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트의 합성



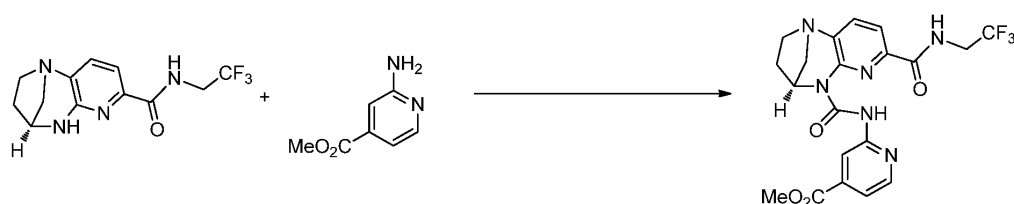
[1163]

[1164]

디클로로메탄 (DCM) (20 mL) 중 (4S)-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도

[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드 (600 mg, 2.096 mmol) 및 피리딘 (0.170 mL, 2.096 mmol)의 교반 용액에 페닐 카르보노클로리데이트 (394 mg, 2.52 mmol)를 0℃에서 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 6시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 출발 물질의 총 소모 및 새로운 비극성 스팟의 형성을 나타내었다. 물 (25 mL)을 반응 혼합물에 첨가하였다. 수성 층을 DCM (2 x 25 mL)으로 추출하고, 합한 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 목적 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 헥산 (2 x 25 mL)으로 세척하고, 고체를 여과하고, 고진공 하에 건조시켜 회백색 목적 순수 생성물 (4S)-페닐 7-((2,2,2-트리플루오로에틸)카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트를 회백색 고체로서 수득하였다 (600 mg, 1.462 mmol, 69.7% 수율), LCMS (m/z): 407.14 [M+H]⁺

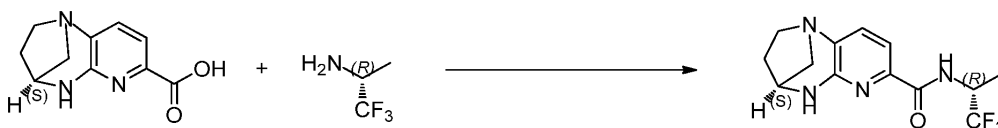
[1165] 메틸 2-((4S)-7-((2,2,2-트리플루오로에틸)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복스아미도)이소니코티네이트의 합성



[1166]

[1167] 테트라히드로푸란 (THF) (20 mL) 중 (4S)-N-((2,2,2-트리플루오로에틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드 (1.5 g, 5.24 mmol)의 교반 용액에 실온에서 트리포스젠 (1.555 g, 5.24 mmol)에 이어서 TEA (2.191 mL, 15.72 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 45분 동안 교반되도록 하고, 메틸 2-아미노이소니코티네이트 (0.797 g, 5.24 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 75℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC는 비 극성 스팟의 형성 및 SM의 소모를 나타내었다. 물 (20 mL)을 반응 혼합물에 첨가하고, 수성 층을 EtOAc (2 x 25 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 목적 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 칼럼 크로마토그래피에 의해 실리카 겔 (100-200 메쉬, DCM 중 2% MeOH)을 사용하여 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 순수 생성물 메틸 2-((4S)-7-((2,2,2-트리플루오로에틸)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복스아미도)이소니코티네이트를 담황색 고체로서 수득하였다 (1.5 g, 1.763 mmol, 33.6% 수율), LCMS (m/z): 465.13 (M+H)⁺.

[1168] (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드의 합성

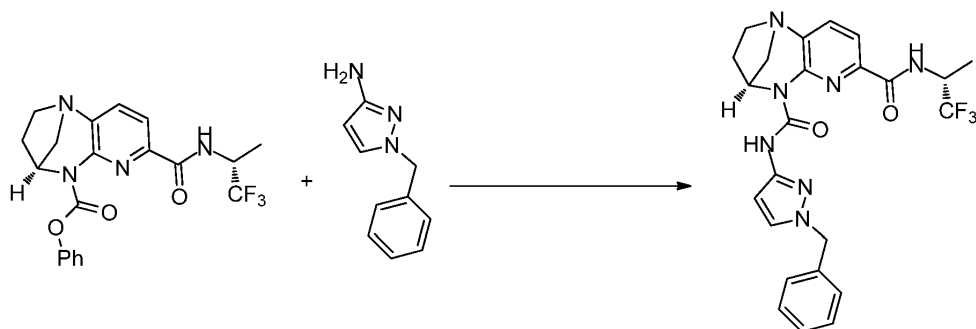


[1169]

[1170] 테트라히드로푸란 (THF) (50 mL) 중 (4S)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (5 g, 24.36 mmol)의 교반 용액에 HATU (18.53 g, 48.7 mmol)에 이어서 TEA (3.40 mL, 24.36 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 10분 동안 교반한 후, (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (2.76 g, 24.36 mmol)을 질소 하에 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 출발 물질의 총 소모 및 새로운 비-극성 스팟의 형성을 나타내었다. 반응 혼합물을 빙냉수 (500 mL)에 붓고, 수성 층을 EtOAc (2 x 30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (50 mL)로 세척하였다. 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 칼럼 크로마토그래피에 의해 100-200 실리카 겔 (용리액으로서 석유 에테르 중 90% EtOAc)을 사용하여 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 순수 생성물 (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드를 갈색 고체로서 수득하였다 (6 g, 16.65 mmol, 68.3% 수율). LCMS (m/z): 300.99 [M+H]⁺.

[1171] (4S)-N5-(1-벤질-1H-피라졸-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,

3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



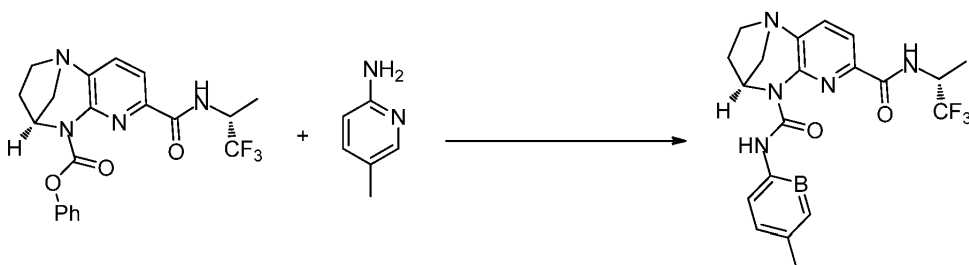
[1172]

[1173]

테트라히드로푸란 (THF) (25 mL) 중 1-벤질-1H-피라졸-3-아민 (371 mg, 2.141 mmol)의 교반 용액에 1M LiHMDS의 용액 (2.85 mL, 2.85 mmol)을 -78℃에서 적가하였다. 반응 혼합물을 -78℃에서 30분 동안 교반한 후, 테트라히드로푸란 (THF) (5 mL) 중 (4S)-페닐 7-(((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트 (600 mg, 1.427 mmol)의 용액을 질소 하에 -78℃에서 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 -78℃에서 1시간 동안 교반하고, 실온에서 6시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 새로운 극성 스폿의 형성 및 출발 물질의 소모를 나타내었다. 반응 혼합물을 수성 NH₄Cl (10 mL)로 켄칭하였다. 수성 층을 EtOAc (2 x 25 mL)로 추출하고, 합한 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 목적 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 콤플렉스에 의해 실리카 겔 칼럼 (24 g, DCM 중 2.0% MeOH)을 사용하여 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 순수 생성물 (4S)-N5-(1-벤질-1H-피라졸-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 담황색 고체로서 수득하였다 (400 mg, 0.743 mmol, 52.1% 수율), LCMS (m/z): 500.37 [M+H]⁺.

[1174]

(4S)-N5-(5-메틸피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



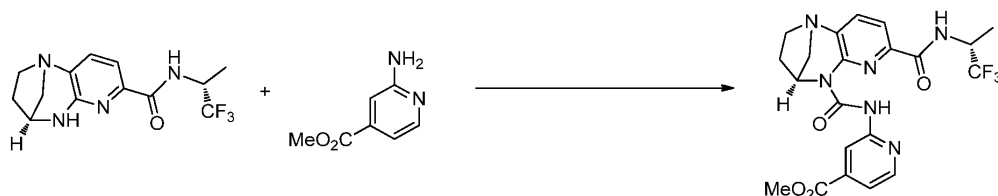
[1175]

[1176]

테트라히드로푸란 (THF) (80 mL) 중 5-메틸피리딘-2-아민 (309 mg, 2.85 mmol)의 교반 용액에 LiHMDS (2.85 mL, 2.85 mmol)를 -78℃에서 적가하였다. 반응 혼합물을 -78℃에서 30분 동안 교반한 후, (4S)-페닐 7-(((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트 (600 mg, 1.427 mmol)를 질소 하에 -78℃에서 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 -78℃에서 1시간 동안 교반하고, 실온에서 6시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 새로운 극성 스폿의 형성 및 출발 물질의 소모를 나타내었다. 반응 혼합물을 수성 NH₄Cl (50 mL)로 켄칭하였다. 수성 층을 EtOAc (2 x 100 mL)로 추출하고, 합한 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 목적 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 정제용 HPLC에 적용하였다. 정제용 HPLC 후, (4S)-N5-(5-메틸피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 갈색 고체로서 수득하였다 (228 mg, 0.523 mmol, 36.6% 수율), LCMS (m/z): 435.14 [M+H]⁺.

[1177]

메틸 2-((4S)-7-(((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복스아미드)이소니코티네이트의 합성



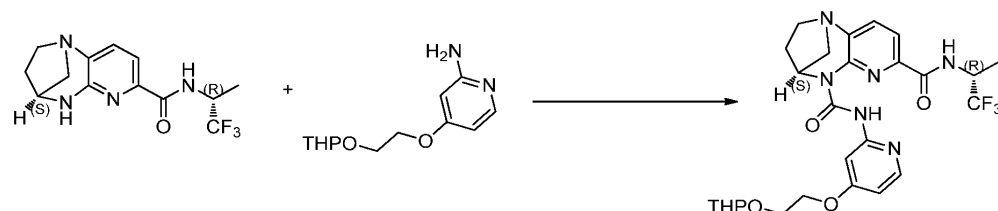
[1178]

[1179]

TEA (6.96 mL, 50.0 mmol)에 이어서 트리포스겐 (2.96 g, 9.99 mmol)을 테트라히드로푸란 (THF) (10 mL) 중 (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드 (3 g, 9.99 mmol)의 용액에 실온에서 첨가하고, 1시간 동안 교반한 다음, 메틸 2-아미노이소니코티네이트 (1.520 g, 9.99 mmol)를 첨가하고, 90℃에서 15시간 동안 가열하였다. 반응 혼합물을 28℃로 냉각시키고, 물 (50 mL)과 EtOAc (50 mL x 2) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득한 다음, 이것을 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔 사용, 칼럼을 헥산 중 80% 에틸 아세테이트로 용리시킴)에 의해 정제하여 메틸 2-((4S)-7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)카르바미드)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복스아미드) 이소니코티네이트를 회백색 고체로서 수득하였다 (2.5 g, 5.23 mmol, 52.3% 수율), LCMS (m/z): 479.26 (M+H)⁺.

[1180]

(4S)-N5-(4-(2-((테트라히드로-2H-피란-2-일)옥시)에톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



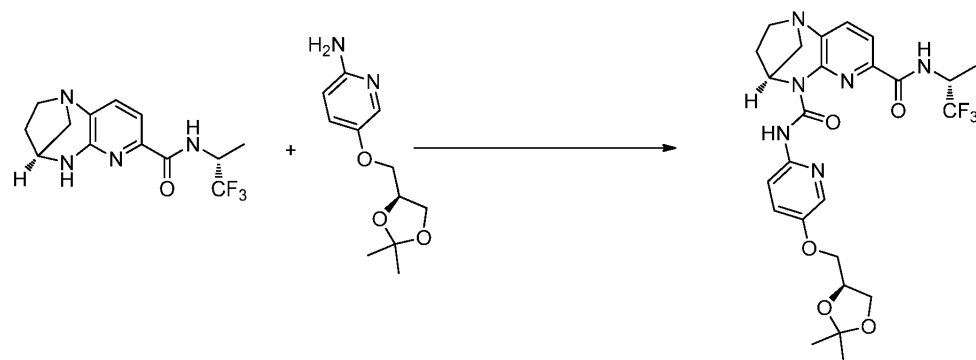
[1181]

[1182]

TEA (0.696 mL, 5.00 mmol)에 이어서 트리포스겐 (296 mg, 0.999 mmol)을 테트라히드로푸란 (THF) (20 mL) 중 (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드 (300 mg, 0.999 mmol)의 용액에 실온에서 첨가하고, 1시간 동안 교반한 다음, 4-(2-((테트라히드로-2H-피란-2-일)옥시)에톡시)피리딘-2-아민 (286 mg, 1.199 mmol)을 첨가하고, 80℃에서 15시간 동안 가열하였다. 반응 혼합물을 28℃로 냉각시키고, 물 (25 mL)과 EtOAc (30 mL x 2) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득한 다음, 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔 사용, 칼럼을 n-헥산 중 80% 에틸 아세테이트로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(4-(2-((테트라히드로-2H-피란-2-일)옥시)에톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (200 mg, 0.340 mmol, 34.0% 수율), LCMS (m/z): 565.27 [M+H]⁺.

[1183]

(4S)-N5-(5-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1184]

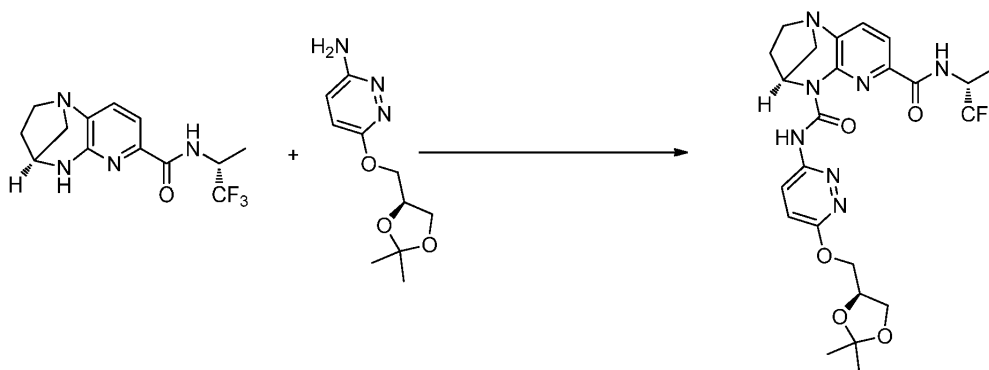
[1185]

DIPEA (775 mg, 5.99 mmol)에 이어서 트리포스겐 (593 mg, 1.998 mmol)을 테트라히드로푸란 (THF) (20 mL) 중

(4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드 (600 mg, 1.998 mmol)의 용액에 25℃에서 첨가하고, 1시간 동안 교반하고, (S)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-아민 (896 mg, 4.00 mmol)을 첨가하고, 70℃에서 18시간 동안 가열하였다 (TLC 용리액: 100% 에틸 아세테이트 R_f : 0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 28℃로 냉각시키고, 물 (20 mL)과 EtOAc (50 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켰다. 조 화합물을 1% 수성 포름산 중 60%의 ACB로 용리시키는 C-18 칼럼에 의해 정제하여 (4S)-N5-(5-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 갈색빛 점착성 화합물로서 수득하였다 (330 mg, 0.593 mmol, 29.7% 수율), LCMS (m/z): 550.8 ($M+H$)⁺.

[1186]

(4S)-N5-(6-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리다진-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



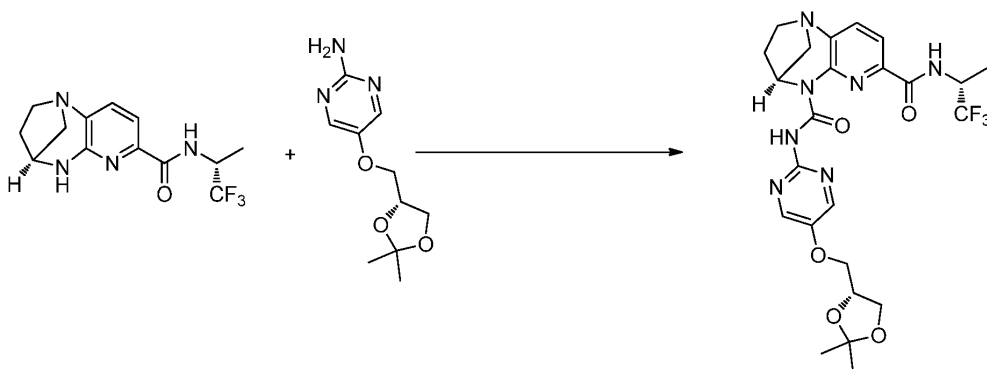
[1187]

[1188]

실온에서 테트라히드로푸란 (THF) (30 mL) 중 (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드 (1.0 g, 3.33 mmol) 및 TEA (2.79 mL, 19.98 mmol)의 교반 용액에 트리포스겐 (0.988 g, 3.33 mmol)을 첨가하였다. 이 반응 혼합물을 30분 동안 교반하고, 피리딘-3-아민 (387 mg, 4.11 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 70℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 진공 하에 농축시키고, 잔류물을 물 (100 mL)과 EtOAc (2 X 150 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 콤비 플래쉬 크로마토그래피에 의해 용리액으로서 75%아세토니트릴 중 0.1% 포름산에 의해 정제하여 (4S)-N5-(6-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리다진-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (0.15 g, 0.252 mmol, 7.56% 수율), LCMS (m/z) 552.1 ($M+H$)⁺.

[1189]

(4S)-N5-(5-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1190]

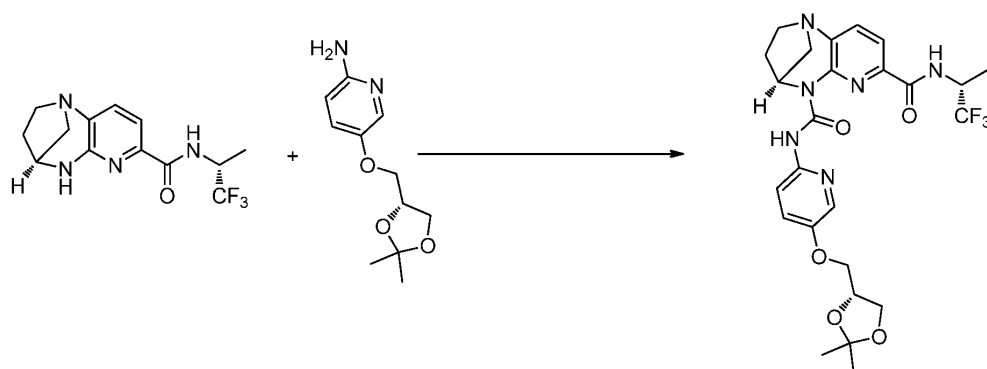
[1191]

0℃에서 질소 하에 교반하는 테트라히드로푸란 (THF) (10 mL) 중 (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드 (400 mg, 1.332 mmol), 트리포스겐 (395 mg, 1.332 mmol)의 용액에 트리포스겐 (395 mg, 1.332 mmol) 및 TEA (1.114 mL, 7.99 mmol)를 첨가

하였다. 이어서, 반응 혼합물을 30℃에서 30분 동안 교반하고, (R)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-아민 (450 mg, 1.998 mmol)을 첨가한 다음, 반응 혼합물을 80℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응물을 LCMS 및 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 냉수 (2X20 mL)에 붓고, 에틸 아세테이트 (2x 30 mL)로 추출하였다. 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 진공 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 이전 배치와 합하고, 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔)에 의해 정제하고, 석유 에테르 중 80% 에틸 아세테이트로 용리시켜 순수한 화합물 (4S)-N5-(5-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (250 mg, 0.396 mmol, 29.8% 수율), LCMS (m/z) 552.18 (M+H)⁺.

[1192]

(4S)-N5-(5-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



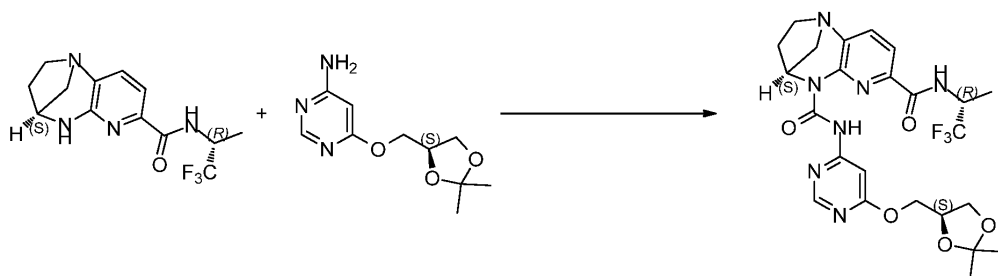
[1193]

[1194]

TEA (0.464 mL, 3.33 mmol)에 이어서 트리포스젠 (494 mg, 1.665 mmol)을 테트라히드로푸란 (THF) (10 mL) 중 (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (500 mg, 1.665 mmol)의 용액에 0℃에서 첨가한 다음, 2시간 동안 실온에서 교반하고, (R)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-아민 (560 mg, 2.498 mmol)을 첨가한 다음, 밀봉된 튜브 중에서 4시간 동안 80℃로 가열하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시킨 다음, 물 (40 mL)과 에틸 아세테이트 (50 mL) 사이에 분배하고, 물 (40 mLx2) 및 염수 (30 mL)로 세척하였다. 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 용매를 감압 하에 제거하여 조 물질을 수득한 다음, 이것을 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔 사용, 칼럼을 n-헥산 중 80% 에틸 아세테이트로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(5-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (400 mg, 0.726 mmol, 43.6% 수율), LCMS (m/z): 551.16 (M+H)⁺.

[1195]

(4S)-N5-(6-((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-4-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



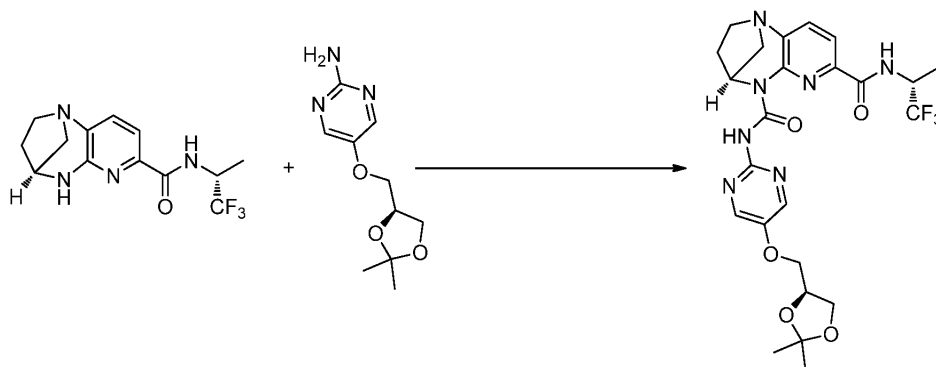
[1196]

[1197]

트리포스젠 (0.494 g, 1.665 mmol)을 테트라히드로푸란 (THF) (50 mL) 중 (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (0.5g, 1.665 mmol) 및 TEA (1.160 mL, 8.33 mmol)의 교반 용액에 첨가하고, 질소 하에 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 이 반응 혼합물에 (S)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-4-아민 (0.938 g, 4.16 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 65℃에서 16시간 동안 교반하고, 반응의 진행을 TLC 및 LCMS에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합

물을 실온으로 냉각시키고, 빙수 (250 mL)에 붓고, EtOAc (2 X 200 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (250 mL), 염수 용액 (200 mL)으로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 칼럼 크로마토그래피에 의해 230-400 실리카 겔을 사용하여 정제하고, 헥산 중 50% 에틸 아세테이트로 용리시키고, 분획을 농축시켜 (4S)-N5-(6-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-4-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (0.14 g, 0.246 mmol, 14.79% 수율), LCMS (m/z): 552.10 (M+H)⁺.

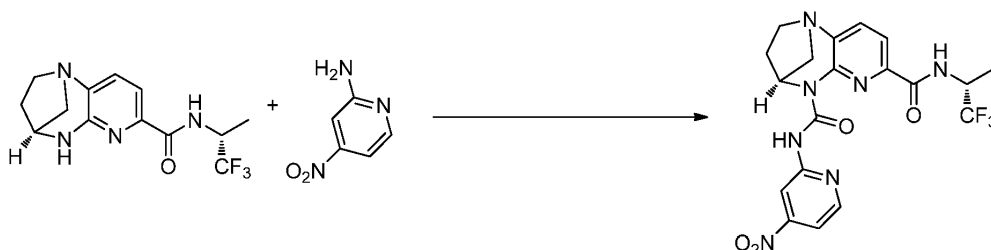
[1198] (4S)-N5-(5-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1199]

[1200] 트리포스겐 (494 mg, 1.665 mmol)을 테트라히드로푸란 (THF) (50 mL) 중 (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드 (500 mg, 1.665 mmol), 및 TEA (1.393 mL, 9.99 mmol)의 교반 용액에 질소 하에 28℃에서 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 30분 동안 교반하고, (S)-5-(((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-아민 (750 mg, 3.33 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 65℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 28℃로 냉각시키고, 반응 혼합물을 물 (2 mL)과 EtOAc (2x 25mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 그레이스에 의해 C-18 역 칼럼, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: ACN을 사용하여 정제하고, 생성물을 물 중 0.1% 포름산 25% 중 ACN으로 용리시켰다. 용매를 증발시키고, 포화 NaHCO₃으로 염기성화시켰다. 수성 층을 DCM으로 추출하고, DCM 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 (4S)-N5-(5-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 갈색 고체로서 수득하였다 (300 mg, 0.250 mmol, 15.04% 수율), LCMS (m/z): 552.30 (M+H)⁺.

[1201] (4S)-N5-(4-니트로피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성

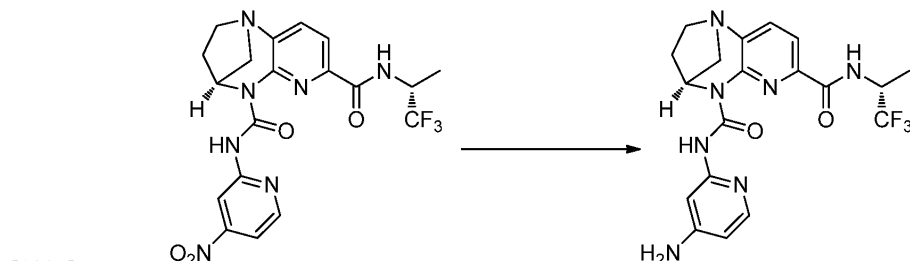


[1202]

[1203] (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드 (2 g, 6.66 mmol)를 테트라히드로푸란 (THF) (50 mL) 중에 용해시키고, 0℃에서 질소 하에 교반하고, 트리포스겐 (1.186 g, 4.00 mmol), DIPEA (5.82 mL, 33.3 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 30분 동안 실온에서 교반하였다. 이에 4-니트로피리딘-2-아민 (1.390 g, 9.99 mmol)을 첨가하고, 밀봉된 튜브 중에서 80℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 실온으로 되도록 하고, 물 500 ml로 켄칭하고, 에틸 아세

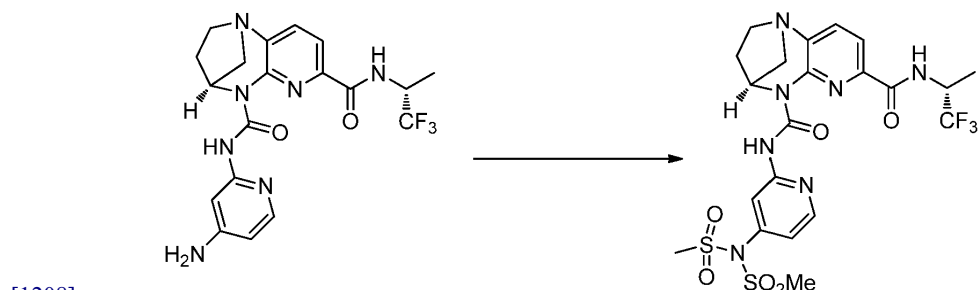
테이트 2x800 ml로 추출하였다. 합한 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카-겔: 100-200 메쉬)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(4-니트로피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 갈색 고체로서 수득하였다 (1.1 g, 2.234 mmol, 33.5% 수율), LCMS (m/z): 466.00 [M+H]⁺.

[1204] (4S)-N5-(4-아미노피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



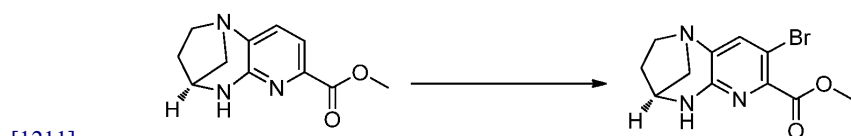
[1206] (4S)-N5-(4-니트로피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (1 g, 2.149 mmol)를 에탄올 (25 mL) 중에 용해시키고, 수소 (주머니 풍선 압력) 하에 실온에서 교반하고, Pd-C (2.74 g, 2.58 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 16 시간 동안 교반하였다. 반응이 완결된 후, 반응 혼합물을 셀라이트 패드를 통해 여과하였다. 여과물을 진공 하에 증발시켜 조 물질을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카-겔: 100-200 메쉬)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(4-아미노피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 수득하였다 (850.2 mg, 1.543 mmol, 71.8% 수율), LCMS (m/z): 436.20 [M+H]⁺.

[1207] (4S)-N5-(4-(N-(메틸술폰닐)메틸술폰아미도)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1209] 테트라히드로푸란 (THF) (15 mL) 중 (4S)-N5-(4-아미노피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (250 mg, 0.574 mmol)의 용액에 질소 하에 0°C에서 Et₃N (0.400 mL, 2.87 mmol) 및 메실 클로라이드 (0.224 mL, 2.87 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 26°C에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙냉수 (10 mL)와 디클로로메탄 (2 x 50 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다, LCMS (m/z): 592.2 [M+H]⁺.

[1210] (4S)-메틸 8-브로모-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



[1212] (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (5 g, 22.81 mmol)

를 클로로포름 (50 mL) 중에 용해시키고, 0℃에서 질소 하에 교반하고, NBS (6.09 g, 34.2 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 5시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 물 300 mL로 키텔하고, DCM 2x 600mL로 추출하고, 합한 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (중성 알루미나)에 의해 정제하여 (4S)-메틸 8-브로모-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 회백색 고체로서 수득하였다 (3.9g, 12.69 mmol, 55.6% 수율), LCMS (m/z): 298.01 [M+H]⁺.

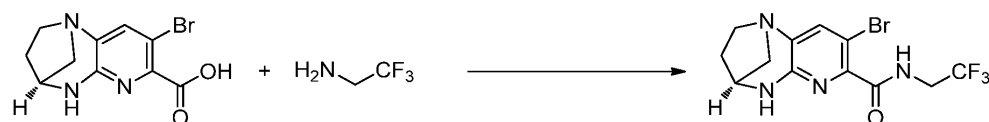
[1213] (4S)-8-브로모-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



[1214]

[1215] (4S)-메틸 8-브로모-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (3 g, 10.06 mmol)를 0℃에서 교반하는 테트라히드로푸란 (THF) (20 mL), 물 (20 mL) 중에 용해시키고, LiOH (0.723 g, 30.2 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 3시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 감압 하에 농축시켜 잔류물을 수득하였다. 잔류물을 1N HCl을 사용하여 중화시키고, 다시 감압 하에 농축시키고, 톨루엔과 공증류시켜 (4S)-8-브로모-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 수득하였다 (2.5 g, 7.74 mmol, 77% 수율), LCMS (m/z): 284.0 [M+H]⁺.

[1216] (4S)-8-브로모-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드의 합성



[1217]

[1218] HATU (3.68 g, 9.68 mmol)에 이어서 DIPEA (4.87 mL, 26.4 mmol)를 테트라히드로푸란 (THF) (100 mL) 중 (4S)-8-브로모-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (2.5 g, 8.80 mmol)의 용액에 25℃에서 첨가하고, 1시간 동안 교반하고, 2,2,2-트리플루오로에탄아민 히드로클로라이드 (1.789 g, 13.20 mmol)를 첨가하고, 실온에서 18시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 물 (200 mL)과 EtOAc (2x300 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다 (TLC 용리액: 100% 에틸 아세테이트 R_f: 0.3; UV 활성). 조 화합물을 칼럼 크로마토그래피 (100-200 메쉬) 실리카 겔에 의해 헥산 중 80% 에틸 아세테이트로 용리시키면서 정제하여 (4S)-8-브로모-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드를 연황색 점착성 화합물로서 수득하였다 (2.050 g, 5.34 mmol, 60.7% 수율), LCMS (m/z): 366.95 (M+H)⁺.

[1219] (4S)-8-메톡시-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드의 합성

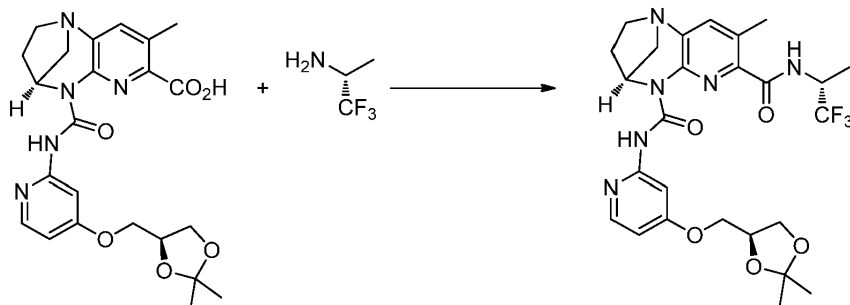


[1220]

[1221] 메탄올 (50%) 중 소듐 메톡사이드 (11.84 g, 110 mmol)의 용액을 (4S)-8-브로모-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드 (2 g, 5.48 mmol)에 첨가하고, 반응 혼합물을 80℃에서 4시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 실온으로 되도록 하고, 물 (120 mL)로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2x250 mL)로 추출하고, 염수 (100 mL)로 세척하였다. 합한 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카-겔: 100-200 메쉬)에 의해 정제하여 (4S)-8-메톡시-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드를 수득하였다 (753 mg, 2.024 mmol, 36.9% 수율), LCMS (m/z):

317.34 [M+H]⁺.

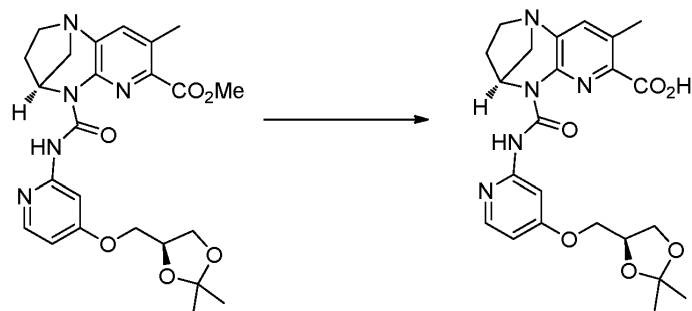
[1222] (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-8-메틸-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[1223]

[1224] N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (7 mL) 중 (4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-8-메틸-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (270 mg, 0.575 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 DIPEA (0.502 mL, 2.88 mmol), HATU (328 mg, 0.863 mmol) 및 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (98 mg, 0.863 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 27℃에서 4시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 냉수 (60 mL)로 희석하고, 15분 동안 교반하였다. 침전된 고체를 부호너 깔때기를 통해 여과하고, 물로 세척하고, 감압 하에 건조시켜 조 화합물을 수득하였다. 이것을 그레이스에 의해 C-18 역 칼럼, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: ACN을 사용하여 정제하고, 생성물을 물 중 60-65% ACN/0.1% 포름산으로 용리시켰다. 용매를 증발시키고, 포화 NaHCO₃으로 염기성화시켰다. 침전된 고체를 부호너 깔때기를 통해 여과하고, 물로 세척하고, 감압 하에 건조시켜 목적 생성물 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-8-메틸-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (250 mg, 0.438 mmol, 76% 수율), LCMS (m/z): 565.37 [M+H]⁺.

[1225] (4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-8-메틸-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성

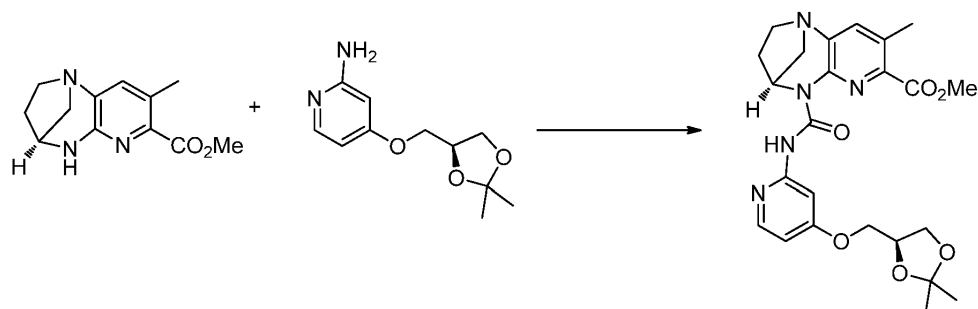


[1226]

[1227] 테트라히드로푸란 (THF) (20 mL) 중 (4S)-메틸 5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-8-메틸-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (300 mg, 0.620 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 물 (5 mL) 중 LiOH·H₂O (29.7 mg, 1.241 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 27℃에서 2시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물 용매 (THF)를 감압 하에 증발시키고, 시트르산 용액을 사용하여 0℃에서 산성화시켰다. 수성 층을 디클로로메탄(2x 50 mL)으로 추출하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다. 조 화합물을 헥산 중 50%에틸아세테이트로 연화처리하고, 건조시켜 (4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-8-메틸-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 회백색 고체로서 수득하였다 (270 mg, 0.514 mmol, 83% 수율), LCMS (m/z): 470.28 [M+H]⁺.

[1228] (4S)-메틸 5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-8-메틸-2,3,4,5-테트라

히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



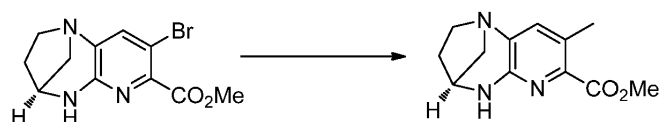
[1229]

[1230]

트리포스젠 (572 mg, 1.929 mmol)을 테트라히드로푸란 (THF) (30 mL) 중 (4S)-메틸 8-메틸-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (450 mg, 1.929 mmol), 및 TEA (1.613 mL, 11.57 mmol)의 교반 용액에 질소 하에 28℃에서 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 30분 동안 교반하고, (S)-4-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-아민 (1082 mg, 4.82 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 65℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 용매를 감압 하에 완전히 증발시키고, 물 (30 mL)과 EtOAc (2 X 40 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 갈색 고체 활성로서 수득하였다. TLC 용리액: 80% EtOAc/헥산, R_f : 0.3, UV. 조 화합물을 그레이스에 의해 C-18 역 칼럼, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: MeOH를 사용하여 정제하고, 생성물을 물 중 45-50% MeOH/0.1% 포름산으로 용리시켰다. 용매를 증발시키고, 포화 NaHCO₃으로 염기성 화시켰다. 수성 층을 DCM으로 추출하였다. DCM 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 증발시켜 순수한 (4S)-메틸 5-((4-((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-8-메틸-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 연황색 고체로서 수득하였다 (300 mg, 0.603 mmol, 31.3% 수율), LCMS (m/z): 484.30 [M+H]⁺.

[1231]

(4S)-메틸 8-메틸-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



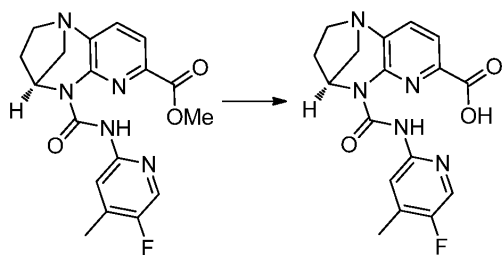
[1232]

[1233]

1,4-디옥산 (15 mL) 2,4,6-트리메틸-1,3,5,2,4,6-트리옥사트리보리난 (1.917 mL, 6.71 mmol) 및 K₂CO₃ (1.391 g, 10.06 mmol) 중 (4S)-메틸 8-브로모-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1 g, 3.35 mmol)의 현탁액을 교반하고, 아르곤으로 실온에서 15분 동안 탈기하고, PdCl₂(dppf)-CH₂Cl₂ 부가물 (0.151 g, 0.184 mmol)을 반응 혼합물에 첨가하였다. 이어서, 반응 혼합물을 120℃에서 1시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 셀라이트를 통해 여과하고, EtOAc (30 mL)로 세척하였다. 여과물을 농축시키고, 칼럼 크로마토그래피에 의해 정제하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피에 의해 중성 알루미나를 사용하여 정제하고, 헥산 중 35-40% EtOAc (구배 시스템)로 용리시켜 목적 생성물 (4S)-메틸 8-메틸-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 연황색 고체로서 수득하였다 (450 mg, 1.754 mmol, 52.3% 수율), LCMS (m/z): 234.01 [M+H]⁺.

[1234]

(4S)-5-((5-플루오로-4-메틸피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



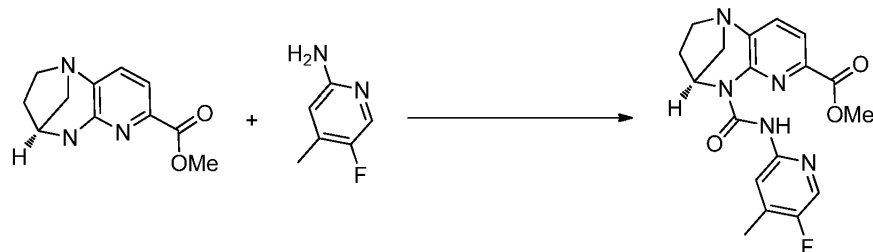
[1235]

[1236]

테트라히드로푸란 (THF) (15 mL) 및 물 (7.5 mL) 중 (4S)-메틸 5-((5-플루오로-4-메틸피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (850 mg, 2.289 mmol)의 교반 용액에 LiOH (110 mg, 4.58 mmol)를 첨가하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC는 극성 스폿의 형성 및 SM이 소모되었음을 나타내었다. THF를 완전히 증발시키고, 반응 혼합물을 2M HCl을 사용하여 산성화시켰다. 수득된 고체를 여과하고, 석유 에테르로 세척하고, 고진공 하에 건조시켜 목적 순수 생성물 (4S)-5-((5-플루오로-4-메틸피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 회백색 고체로서 수득하였다 (700 mg, 1.932 mmol, 84% 수율). LCMS (m/z): 358.20 (M+H)⁺.

[1237]

(4S)-메틸 5-((5-플루오로-4-메틸피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



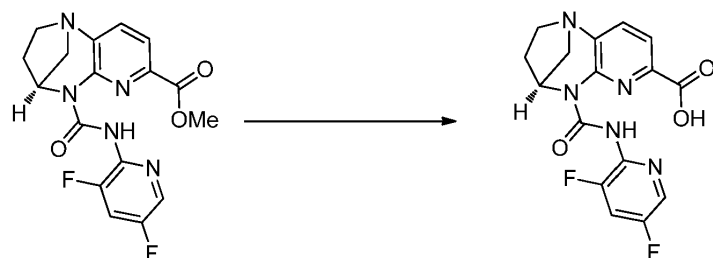
[1238]

[1239]

테트라히드로푸란 (THF) (30 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1.2 g, 5.47 mmol)의 교반 용액에 트리포스젠 (1.299 g, 4.38 mmol)에 이어서 TEA (2.289 mL, 16.42 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 15분 동안 교반한 다음, 5-플루오로-4-메틸피리딘-2-아민 (0.690 g, 5.47 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 80°C에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 출발 물질이 소모되어 비 극성 스폿을 형성하였음을 나타내었다. 물 (50 mL)을 반응 혼합물에 첨가하고, 수성 층을 EtOAc (2 x 40 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 목적 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피에 의해 100-200 실리카 겔 (용리액으로서 석유 에테르 중 60% EtOAc)을 사용하여 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 증발시켜 목적 순수 생성물 (4S)-메틸 5-((5-플루오로-4-메틸피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 담갈색 고체로서 수득하였다 (900 mg, 2.342 mmol, 42.8% 수율), LCMS (m/z): 372.23 (M+H)⁺.

[1240]

(4S)-5-((3,5-디플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



[1241]

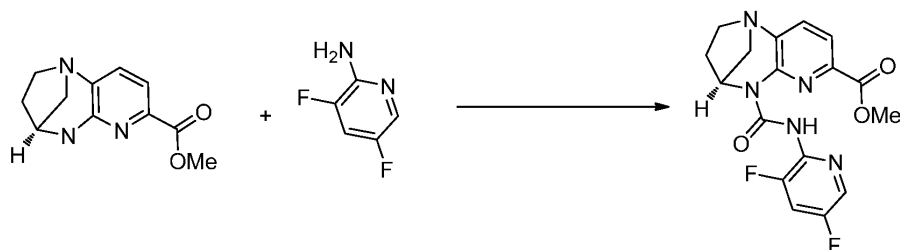
[1242]

테트라히드로푸란 (THF) (15 mL) 및 물 (7.5 mL) 중 (4S)-메틸 5-((3,5-디플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (850 mg, 2.265 mmol)의 교반

용액에 LiOH (54.2 mg, 2.265 mmol)를 첨가하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC는 극성 스폿의 형성 및 SM이 소모되었음을 나타내었다. THF를 완전히 증발시키고, 반응 혼합물을 2M HCl을 사용하여 산성화시켰다. 수득된 고체를 여과하고, 석유 에테르로 세척하고, 고진공 하에 건조시켜 목적 순수 생성물 (4S)-5-((3,5-디플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 회백색 고체로서 수득하였다 (700 mg, 1.918 mmol, 85% 수율). LCMS (m/z): 362.16 (M+H)⁺.

[1243]

(4S)-메틸 5-((3,5-디플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



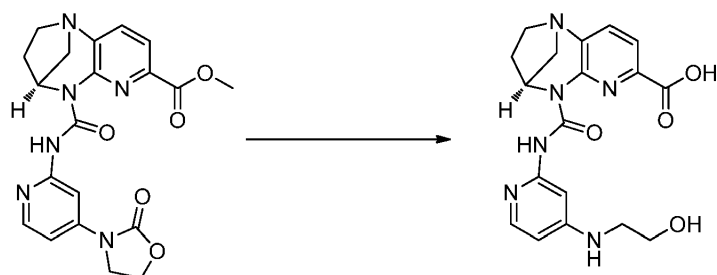
[1244]

[1245]

테트라히드로푸란 (THF) (30 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1.2 g, 5.47 mmol)의 교반 용액에 트리포스젠 (1.624 g, 5.47 mmol)에 이어서 TEA (0.763 mL, 5.47 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 15분 동안 교반한 다음, 3,5-디플루오로피리딘-2-아민 (0.712 g, 5.47 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 80℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 출발 물질이 소모되어 비 극성 스폿을 형성하였음을 나타내었다. 물 (50 mL)을 반응 혼합물에 첨가하고, 수성 층을 EtOAc (2 x 40 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 목적 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피에 의해 100-200 실리카 겔 (용리액으로서 석유 에테르 중 60% EtOAc)을 사용하여 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 증발시켜 목적 순수 생성물 (4S)-메틸 5-((3,5-디플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 담갈색 고체로서 수득하였다 (900 mg, 2.278 mmol, 41.6% 수율), LCMS (m/z): 376.23 (M+H)⁺.

[1246]

(4S)-5-((4-((2-히드록시에틸)아미노)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



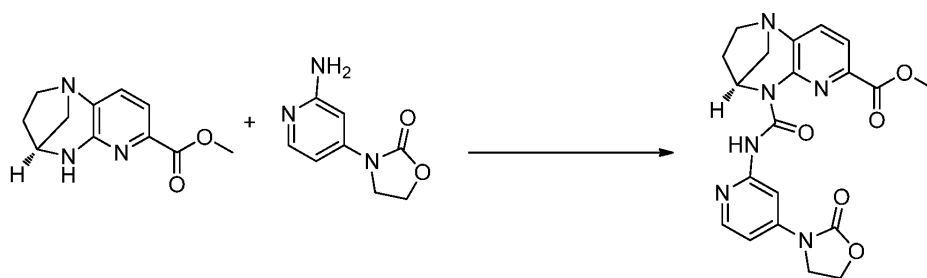
[1247]

[1248]

28℃에서 테트라히드로푸란 (THF) (50 mL) 및 물 (15 mL) 중 (4S)-메틸 5-((4-(2-옥소옥사졸리딘-3-일)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1.2 g, 2.83 mmol)의 교반 용액에. 이어서, 반응 혼합물을 0℃로 냉각시키고, LiOH (0.339 g, 14.14 mmol)를 0℃에서 첨가하고, 반응 혼합물을 28℃에서 4시간 동안 교반하였다. 반응 진행을 TLC 및 LCMS에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물 용매를 감압 하에 완전히 증발시키고, 수득된 조 물질을 취하고, 1N HCl 용액을 사용하여 pH 2-4로 조정하였다. 이어서, 에틸 아세테이트 (3X100 mL)로 추출하고, 염수 용액 (50 mL)으로 세척하였다. 유기 층을 합하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 농축시켜 조 화합물을 수득하였다, LCMS (m/z): 385.2 (M+H)⁺.

[1249]

(4S)-메틸 5-((4-(2-옥소옥사졸리딘-3-일)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



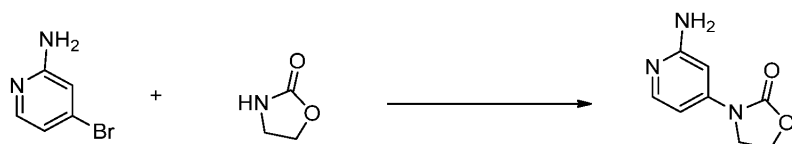
[1250]

[1251]

28℃에서 테트라히드로푸란 (THF) (50 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1.25 g, 5.70 mmol)의 교반 용액에. 이어서, 트리포스겐 (1.015 g, 3.42 mmol) 및 triethylamine (4.77 mL, 34.2 mmol)을 10℃에서 첨가하였다. 반응 혼합물을 28℃에서 4시간 동안 교반하였다. 이어서, 3-(2-아미노피리딘-4-일)옥사졸리딘-2-온 (1.532 g, 8.55 mmol)을 반응 혼합물에 28℃에서 첨가하고, 80℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (100mL)로 희석하고, 에틸 아세테이트 (3X100 mL)로 추출하고, 염수 용액 (50 mL)으로 세척하였다. 유기 층을 분리하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 by 플래쉬 칼럼 크로마토그래피에 의해 실리카 겔 (100:200 메쉬)을 사용하여 정제하여 순수한 (4S)-메틸 5-((4-(2-옥소옥사졸리딘-3-일)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 수득하였다 (1.5 g, 3.36 mmol, 58.9% 수율), LCMS (m/z): 425.13 (M+H)⁺.

[1252]

3-(2-아미노피리딘-4-일)옥사졸리딘-2-온의 합성



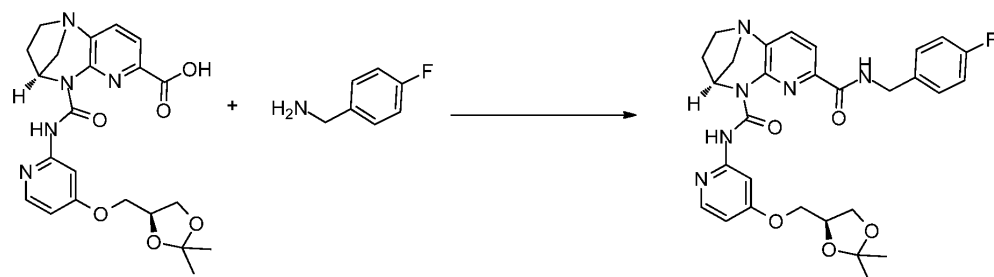
[1253]

[1254]

1,4-디옥산 (20 ml) 중 4-브로모피리딘-2-아민 (2.0 g, 11.56 mmol)의 교반 용액에 실온에서 옥사졸리딘-2-온 (1.510 g, 17.34 mmol), 탄산칼륨 (3.20 g, 23.12 mmol), 아이오딘화구리(I) (0.220 g, 1.156 mmol), N,N'-디메틸에틸렌디아민 (0.204 g, 2.312 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 110℃의 마이크로웨이브 중에서 1시간 동안 교반하고, 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물 용매를 증발시키고, 물(30mL)로 희석하고, 20분 동안 교반하고, 고체를 여과하고, 진공 하에 건조시켜 3-(2-아미노피리딘-4-일)옥사졸리딘-2-온을 회백색 고체로서 수득하였다 (1.5 g, 8.13 mmol, 70.4% 수율), LCMS (m/z): 180.0[M+H]⁺.

[1255]

(4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-(4-플루오로벤질)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복시아미드의 합성



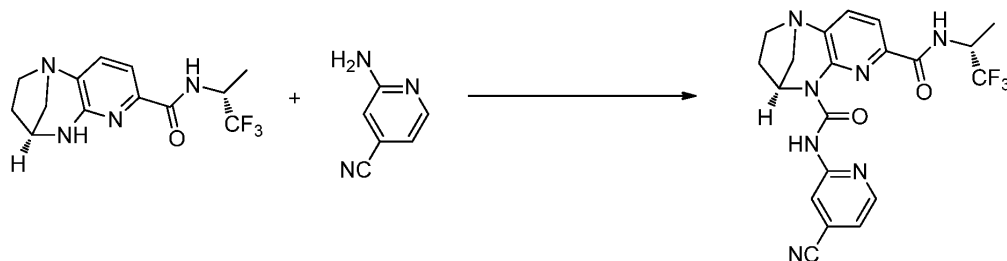
[1256]

[1257]

HATU (626 mg, 1.647 mmol)에 이어서 DIPEA (0.192 mL, 1.098 mmol)를 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (20 mL) 중 (4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.098 mmol)의 용액에 25℃에서 첨가하고, 1시간 동안 교반하고, (4-플루오로페닐)메탄아민 (0.206 mL, 1.647 mmol)을 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 물 (200 mL)과 EtOAc (2x300 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득 하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카-겔: 100-200 메쉬)에 의해 2% MeOH-DCM으로 용리시키면서 정제하여 (4S)-N5-(4-(((S)-

2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-(4-플루오로벤질)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 수득하였다 (301.5 mg, 0.530 mmol, 48.3% 수율), LCMS (m/z): 563.28 [M+H]⁺.

[1258] (4S)-N5-(4-시아노피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[1259]

[1260] THF(50 mL) 중 (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (3.2 g, 10.66 mmol)의 교반 용액에 질소 하에 0℃에서 TEA (8.91 mL, 63.9 mmol) 및 트리포스겐 (2.214 g, 7.46 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 25℃에서 1시간 동안 교반하였다. 1시간 후, 1 부분으로 0℃에서 2-아미노이소니코티노이트릴 (2.54 g, 21.31 mmol)을 반응물에 첨가하고, RM을 60℃로 가열하고, 이것을 60℃에서 16시간 동안 유지하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 반응물을 여과하여 염을 제거하였다. 수집된 여과물을 물 (50 mL)로 희석하고, EtOAc(3x40mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액(2x100mL)으로 세척하고, 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 이것을 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 실리카 겔(100-200) 칼럼에 첨가하고, 65-70% EtOAc-석유 에테르로 용리시켰다. 수집된 분획을 진공 하에 농축시켜 화합물 (4S)-N5-(4-시아노피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 연황색 고체로서 수득하였다 (1.1 g, 2.430 mmol, 22.80% 수율), LCMS (m/z): 446.12 [M+H]⁺.

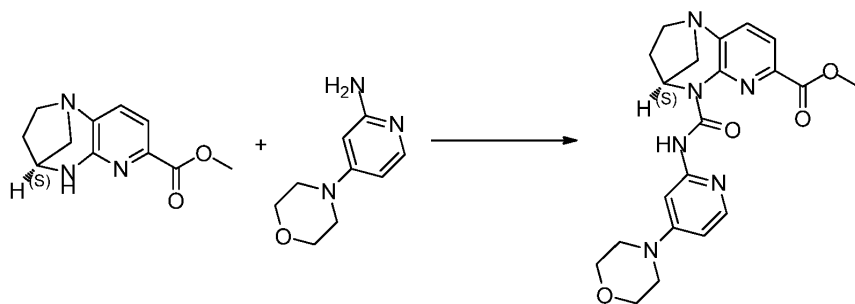
[1261] 4-모르폴리노피리딘-2-아민의 합성



[1262]

[1263] 모르폴린 (7.77 g, 89 mmol) 중 4-플루오로피리딘-2-아민 (2.0 g, 17.84 mmol)의 현탁액에 실온에서 탄산칼륨 (12.33 g, 89 mmol), 아이오딘화구리(I) (0.340 g, 1.784 mmol) 및 N,N'-디메틸에틸렌디아민 (0.315 g, 3.57 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 110℃의 마이크로웨이브 중에서 1시간 동안 교반하고, 반응의 진행을 TLC(TLC 용리 시스템: DCM 중 10% MeOH, R_f:0.1; UV 활성화)에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 빙수 (30 mL)로 켄칭하고, EtOAc(3X30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 디에틸 에테르 (3X5 mL)로 연화처리하여 4-모르폴리노피리딘-2-아민을 연황색 고체로서 수득하였다 (1.7 g, 9.15 mmol, 51.3% 수율). LCMS (m/z): 180.26 [M+H]⁺.

[1264] (4S)-메틸 5-((4-모르폴리노피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



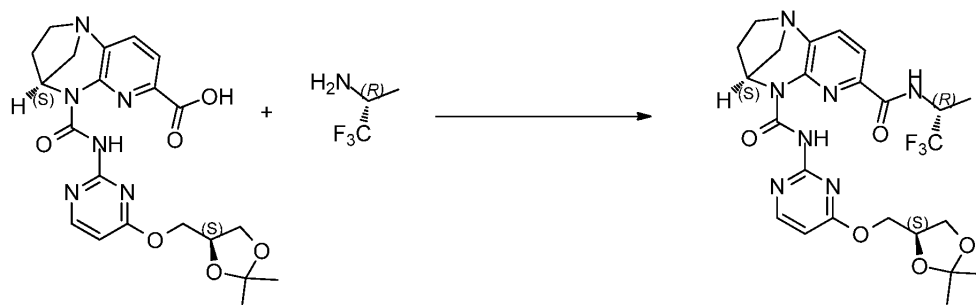
[1265]

[1266]

질소 하에 테트라히드로푸란 (THF) (40 mL) 중 (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (500 mg, 2.281 mmol)의 교반 용액에 트리에틸아민 (1.589 mL, 11.40 mmol) 및 트리포스젠 (677 mg, 2.281 mmol)을 첨가하고, 실온에서 2시간 동안 교반하였다. 4-모르폴리노피리딘-2-아민 (817 mg, 4.56 mmol)을 반응 혼합물에 첨가하였다. 반응 혼합물을 70℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 10% MeOH; R_f -0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (30 mL)과 EtOAc (3X30 mL) 사이에 분배하였다. 합한 유기 층을 염수 용액으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다. 조 화합물을 칼럼 크로마토그래피에 의해 중성 알루미나를 사용하여 정제하고, 석유 에테르 중 20% EtOAc로 용리시켜 (4S)-메틸 5-((4-모르폴리노피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 회백색 고체로서 수득하였다 (400 mg, 0.909 mmol, 39.9% 수율), LCMS (m/z): 425.07 $[\text{M}+\text{H}]^+$.

[1267]

(4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1268]

[1269]

테트라히드로푸란 (THF) (500 mL) 중 (4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (800 mg, 1.753 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (0.918 mL, 5.26 mmol)에 이어서 HATU (1000 mg, 2.63 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 1시간 후, (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (297 mg, 2.63 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 27℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: EtOAc, R_f : 0.5). 반응 혼합물을 빙수 (300 mL)에 붓고, EtOAc (2 x 500 mL)로 추출하고, 유기 층을 분리하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 수득된 조 물질을 중성 알루미나 칼럼 (용리액: 석유 에테르 중 20% EtOAc)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (550 mg, 0.987 mmol, 56.3% 수율), LCMS (m/z): 552.21 $[\text{M}+\text{H}]^+$.

[1270]

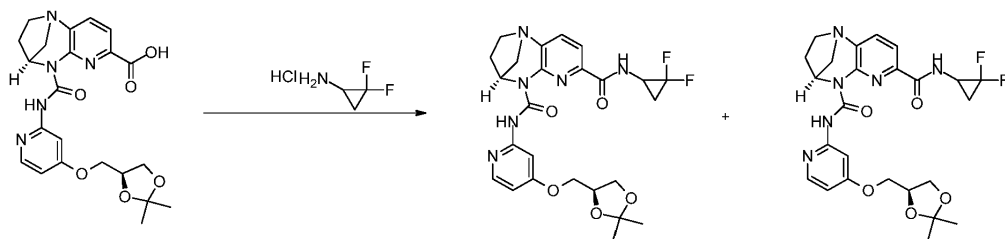
(4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드

[1271]

&

[1272]

(4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드



[1273]

[1274]

피리딘 (10 mL) 중 (4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1.5 g, 3.29 mmol)의 교반 용액 EDC (1.894 g, 9.88 mmol)를 0℃에서 첨가하고, 반응 혼합물을 0℃에서 30분 동안 교반한 다음, 2,2-디플루오로시클로프로판아민 히드록로라이드 (0.512 g, 3.95 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (50 mL)로 세척하고, 에틸 아세테이트(2x50 mL)로 추출하고, 유기 층을 분리하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 수득된 조 물질을 칼럼에 의해 실리카(100-200 메쉬/ 용리액으로서 3% MeOH/DCM)를 사용하여 정제하고, 수집된 분획을 농축시켜 순수한 화합물 500 mg을 수득하였다. 수득된 순수한 화합물을 SFC에 의해 정제하였다. SFC 정제 후, 하기를 수득하였다: (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (200 mg, 0.374 mmol, 11.36% 수율), LCMS (m/z): 531.39 [M+H]⁺. (피크-1) (230 mg, 0.414 mmol, 7.77% 수율) 및 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (160 mg, 0.301 mmol, 9.13% 수율), LCMS (m/z): 531.07 [M+H]⁺.

[1275]

SFC 조건:

[1276]

칼럼/치수: 키랄팩 IC (250 X30)mm, 5 μ

[1277]

% CO₂: 60.0%

[1278]

% 공용매: 40.0% (100% IPA)

[1279]

총 유량: 100.0 g/분

[1280]

배압: 100.0 bar

[1281]

UV: 212 nm

[1282]

스택 시간: 8.0분

[1283]

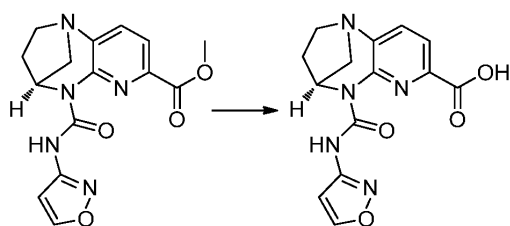
로드/주입: 16.0mg

[1284]

기기 세부사항: 제조/모델: 타르 SFC-200-005

[1285]

(4S)-5-(이속사졸-3-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



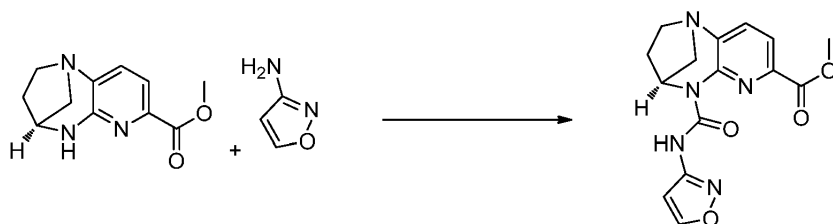
[1286]

[1287]

질소 하에 실온에서 교반하는 테트라히드로푸란 (THF) (50 mL) 중 (4S)-메틸 5-(이속사졸-3-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1.3 g, 3.95 mmol)의 용액에 물 (50 mL) 중 LiOH (0.284 g, 11.84 mmol)의 용액을 1분 동안 적가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 극성 스폿의 형성 및 SM의 완전한 소모를

나타내었다. 반응 혼합물을 감압 하에 농축시키고, 냉수 (20 ml)로 희석하고, DCM (2x50 mL)으로 세척하고, 수성 층을 1N HCl(40 mL)을 사용하여 중화시켜 침착성 고체를 수득하고, 20% MeOH/DCM(2x30)으로 추출하고, 유기 층을 분리하고, 염수(10 mL)로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 목적 생성물을 수득하였다. 화합물을 디에틸 에테르 (2x40ml)로 연화처리하였다. 생성된 고체를 부호너 깔때기를 통해 여과하고, 진공 하에 건조시켜 (4S)-5-(이속사졸-3-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 회백색 고체로서 수득하였다 (1 g, 2.95 mmol, 74.8% 수율), LCMS (m/z): 316.10 [M+H]⁺.

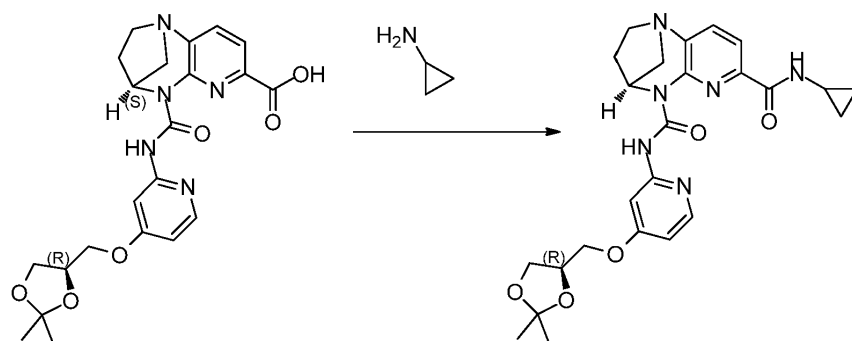
[1288] (4S)-메틸 5-(이속사졸-3-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



[1289]

[1290] (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (2 g, 9.12 mmol), 트리에틸아민 (3.81 mL, 27.4 mmol)을 테트라히드로푸란 (THF) (100 mL)에 0℃에서 녹이고, 생성된 황색 용액을 10분 동안 교반하였다. 이어서, 1 부분으로 0℃에서 트리포스젠 (1.354 g, 4.56 mmol)을 첨가하였다. 생성된 황색 현탁액을 실온에서 45분 동안 교반하였다. 이속사졸-3-아민 (1.150 g, 13.68 mmol)의 THF (30 mL) 용액을 상기 황색 현탁액에 0℃에서 5분의 기간에 걸쳐 첨가하였다. 생성된 황색 현탁액을 70℃로 24시간 동안 가열하였다. 반응 진행을 TLC 석유 에테르 중 80% EtOAc에 의해 모니터링하였으며, TLC는 24시간 후에 다중 스팟의 형성을 나타내었다. 반응물을 실온으로 냉각시키고, 물 (200 mL), 에틸 아세테이트 (300 mL* 2)로 희석하였다. 합한 유기 층을 염수 (150 mL)로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 갈색 고체를 수득하였다. 조 생성물을 콤비플래쉬 크로마토그래피에 의해 실리카 겔 칼럼 (40 g, 석유 에테르 중 50% EtOAc)을 사용하여 정제하였다. 칼럼을 헥산 중 EtOAc의 구배로 용리시켰다. 목적 화합물을 헥산 중 50% EtOAc로 용리시켰다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 감압 하에 농축시켜 (4S)-메틸 5-(이속사졸-3-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 회백색 고체로서 수득하였다 (1.4 g, 3.26 mmol, 35.7% 수율), LCMS (m/z): 330.10 [M+H]⁺.

[1291] (4S)-N7-시클로프로필-N5-(4-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



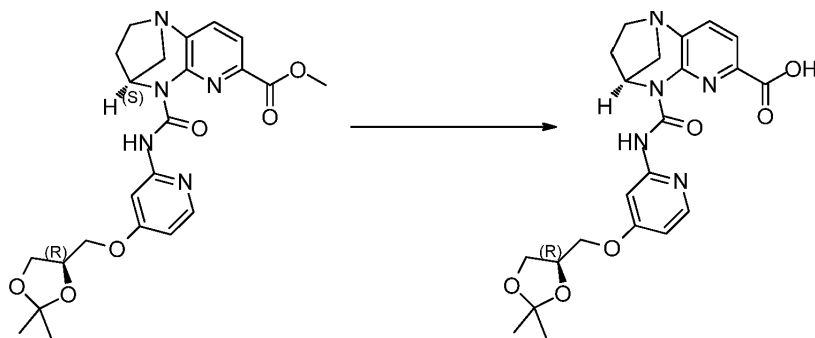
[1292]

[1293] 0℃에서 질소 하에 교반하는 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (10 mL) 중 (4S)-5-((4-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1 g, 2.196 mmol)의 용액에 TEA (0.765 mL, 5.49 mmol)에 이어서 HATU (1.670 g, 4.39 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 10분 동안 교반한 후, 시클로프로판아민 (0.439 g, 7.68 mmol)을 질소 하에 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 비 극성 스팟의 형성, SM의 소모 및 다중 스팟의 형성을 나타내었다. 반응 혼합물을 빙냉수 (20 mL)에 붓고, EtOAc (2 x 30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수(20 mL)로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서

건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 물질을 회백색 고체로서 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬에 의해 실리카 겔 칼럼 (12 g, DCM 중 10% MeOH)을 사용하여 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 감압 하에 농축시켜 목적 화합물 (4S)-N7-시클로프로필- β -N5-(4-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (950 mg, 1.865 mmol, 85% 수율). LCMS (m/z): 495.28 [M+H]⁺.

[1294] N36375-21-A1

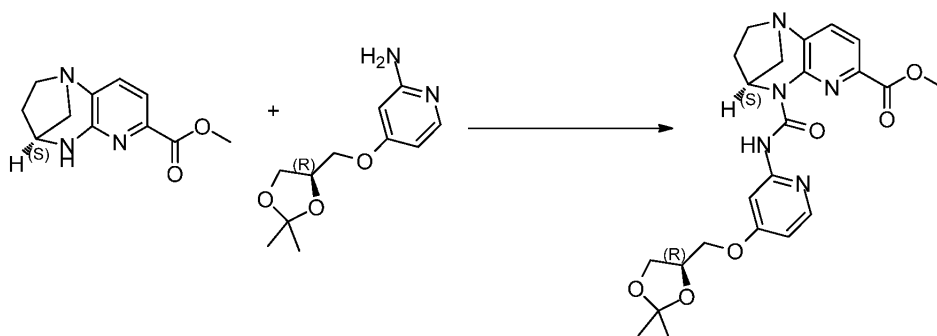
[1295] (4S)-5-((4-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 합성



[1296]

[1297] 0℃에서 질소 하에 교반하는 테트라히드로푸란 (THF) (10.00 mL), 메탄올 (10.00 mL) 및 물 (10 mL) 중 (4S)-메틸 5-((4-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (1.00 g, 2.130 mmol)에 물 (3 mL) 중 LiOH (0.255 g, 10.65 mmol)의 교반 현탁액을 2분의 기간에 걸쳐 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 출발 물질의 소모 및 새로운 극성 스폿의 형성을 나타내었다. 반응물을 감압 하에 농축시킨 다음, 6 mL 물로 희석하고, 포화 시트르산을 사용하여 pH를 중성으로 중화시켰다. 과정 동안, 회백색 고체가 침전되고, 진공 하에 여과하고, 건조시켜 백색 고체를 수득하였으며, 이를 디에틸 에테르 (20 mL x 2)로 연화처리하여 (4S)-5-((4-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산을 회백색 고체로서 수득하였다 (1 g, 2.078 mmol, 98% 수율). LCMS (m/z): 456.00 [M+H]⁺.

[1298] (4S)-메틸 5-((4-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성

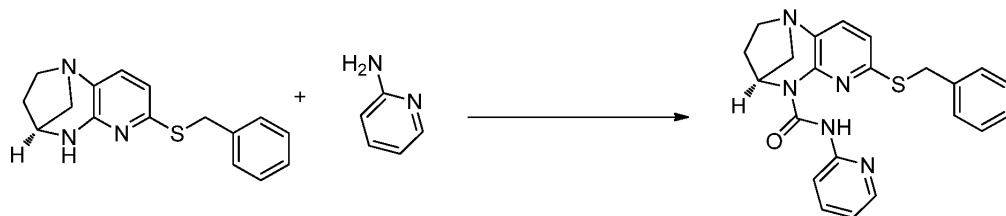


[1299]

[1300] (4S)-메틸 2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (2.25 g, 10.26 mmol), TEA (7.15 mL, 51.3 mmol)를 테트라히드로푸란 (THF) (40 mL)에 0℃에서 녹이고, 생성된 황색 용액을 실온에서 10분 동안 교반하였다. 이어서, 1 부분으로 0℃에서 트리포스젠 (3.05 g, 10.26 mmol)을 첨가하였다. 생성된 황색 현탁액을 실온에서 45분 동안 교반하였다. (R)-4-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-아민 (2.301 g, 10.26 mmol)의 THF (10 mL) 용액을 상기 황색 현탁액에 0℃에서 2분의 기간에 걸쳐 첨가하였다. 생성된 황색 현탁액을 70℃로 24시간 동안 가열하였다. 반응 진행을 TLC DCM 중 5% MeOH에 의해 모니터링하였으며, TLC는 24시간 후에 다중 스폿의 형성 및 SM의 소모를 나타내었다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시킨 다음, 물 (20 mL)로 희석하고, EtOAc (2 x 40 mL)로 추출하고, 유기 층을 분리하고, 염수 (20 mL)로 세척하고,

무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬에 의해 실리카 겔 칼럼 (12 g, DCM 중 5% MeOH)을 사용하여 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 화합물 (4S)-메틸 5-((4-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 황색 고체로서 수득하였다 (3.2 g, 6.09 mmol, 59.4% 수율). LCMS (m/z): 470.19 $[\text{M}+\text{H}]^+$.

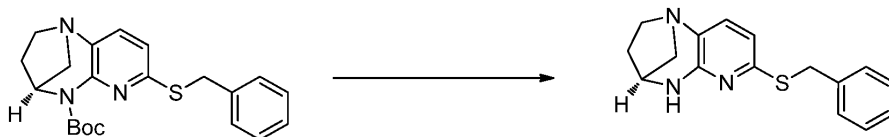
[1301] (4S)-7-(벤질티오)-N-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복사미드의 합성



[1302]

[1303] 테트라히드로푸란 (THF) (60 mL) 중 (4S)-7-(벤질티오)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀 (3 g, 10.59 mmol)의 현탁액에 실온에서 DIPEA (9.24 mL, 52.9 mmol)에 이어서 트리포스겐 (3.14 g, 10.59 mmol)을 첨가하였다. 20분 동안 교반한 후, 피리딘-2-아민 (1.993 g, 21.17 mmol)을 반응물에 첨가한 다음, 반응 혼합물을 70°C에서 16시간 동안 교반하였다. 반응이 완결된 후 (TLC에 의해 모니터링함, 출발 물질의 부재 및 새로운 주요 스폿의 형성이 R_f : 0.6에서 관찰되었음을 나타냄), 물 (50 mL)을 반응물에 첨가하고, 수성 층을 에틸 아세테이트 (2X50 mL)로 추출하였다. 유기 층을 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 갈색 액체 (조 물질)를 수득하였다. 조 물질을 콤비 플래쉬에 의해 실리카 겔 칼럼 (24 g, DCM 중 2%MeOH)을 사용하여 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 화합물 (4S)-7-(벤질티오)-N-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복사미드를 연황색 점착성 화합물로서 수득하였다 (2.3 g, 4.02 mmol, 38.0% 수율). LCMS (m/z): 404.1 $(\text{M}+\text{H})^+$.

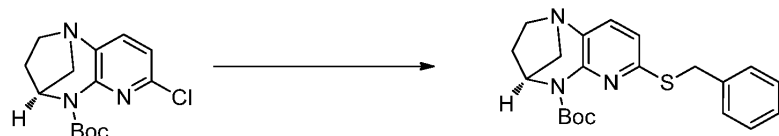
[1304] (4S)-7-(벤질티오)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀의 합성



[1305]

[1306] 1,4-디옥산 (20 mL) 중 (4S)-tert-부틸 7-(벤질티오)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트 (4.00 g, 10.43 mmol)의 교반 용액에 HCl (1,4-디옥산 중 4M) (20 mL, 80 mmol)을 첨가하고, 생성된 혼합물을 실온에서 5시간 동안 교반하였다. 반응이 완결된 후 (TLC에 의해 모니터링함, 출발 물질의 부재 및 새로운 스폿이 극성에서 관찰되었음을 나타냄), 반응 혼합물을 포화 중탄산나트륨 용액 (50 mL)에 붓고, 수성 층을 에틸 아세테이트 (2 X 50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 (4S)-7-(벤질티오)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀을 연황색 고체로서 수득하였다 (3.00 g, 9.67 mmol, 93% 수율). LCMS (m/z): 284.1 $(\text{M}+\text{H})^+$.

[1307] (4S)-tert-부틸 7-(벤질티오)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트의 합성

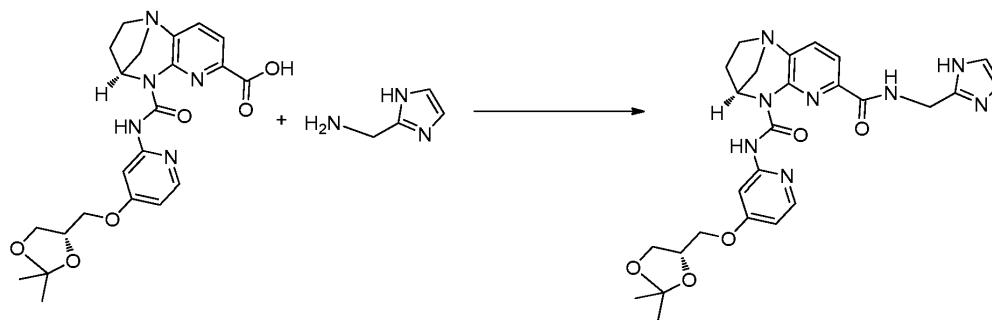


[1308]

[1309] 1,4-디옥산 (40 mL) 중 페닐메탄티올 (3.78 g, 30.4 mmol)의 교반 용액에 포타슘 tert-부톡사이드 (3.41 g, 30.4 mmol)를 첨가하고, 혼합물을 실온에서 10분 동안 교반하였다. 1,4-디옥산 (40 mL) 중 (4S)-tert-부틸 7-클로로-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트 (6 g, 20.29 mmol)의 용액을 반응

혼합물에 첨가하고, 생성된 현탁액을 100℃에서 8시간 동안 교반하였다. 반응이 완결된 후 (TLC에 의해 모니터링함, 출발 물질은 완전히 소모되고 새로운 스폿이 SM의 바로 아래에서 관찰되었음을 나타냄), 반응 혼합물을 빙수 (100 ml)로 켄칭하고, 수성 층을 에틸 아세테이트 (2X100 mL)로 추출하였다. 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 담갈색 액체로서 수득하였다. 조 물질을 실리카 겔 칼럼 (100-200 메쉬, DCM 중 2%MeOH)에 의해 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 (4S)-tert-부틸 7-(벤질티오)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트를 담갈색 액체로서 수득하였다 (4 g, 10.38 mmol, 51.2% 수율). LCMS (m/z): 384.1(M+H)⁺.

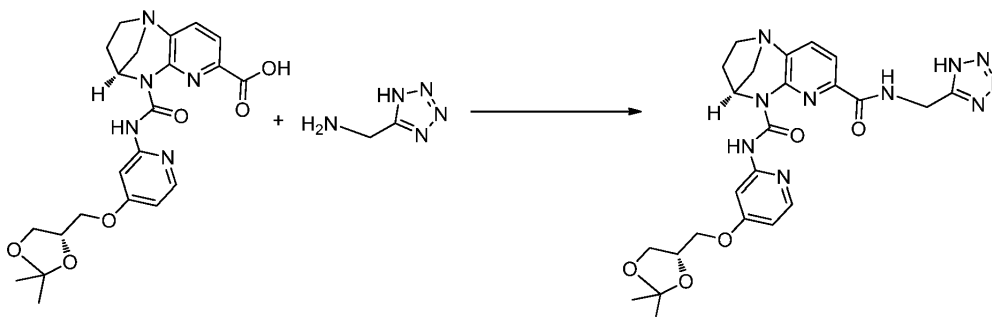
- [1310] (4S)-N7-((1H-이미다졸-2-일)메틸)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1311]

- [1312] DIPEA (0.805 mL, 4.61 mmol)를 28℃에서 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (5 mL) 중 (4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (350 mg, 0.768 mmol), (1H-이미다졸-2-일)메탄아민 (196 mg, 1.153 mmol), 및 HATU (438 mg, 1.153 mmol)의 교반 용액에 첨가하였다. 반응 혼합물을 28℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙냉수 (30 mL)와 디클로로메탄 (2 x 50 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다. TLC 용리 시스템:100% EtOAc; R_f-0.4; UV 활성. 조 화합물을 그레이스에 의해 C-18 역 칼럼, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: MeOH를 사용하여 정제하고, 생성물을 물 중 10-15% MeOH/0.1% 포름산으로 용리시켰다. 용매를 증발시키고, 포화 NaHCO₃으로 염기성화시켰다. 수성 층을 DCM으로 추출하였다. DCM 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 증발시켜 (4S)-N7-((1H-이미다졸-2-일)메틸)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (300 mg, 0.545 mmol, 70.9% 수율). LCMS (m/z): 533.04 [M+H]⁺.

- [1313] (4S)-N7-((1H-테트라졸-5-일)메틸)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성

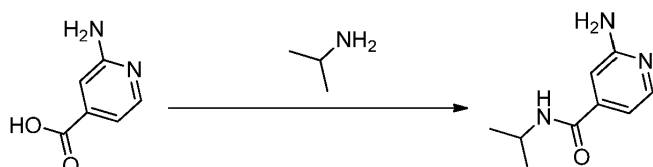


[1314]

- [1315] N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (10 mL) 중 (4S)-5-((4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.098 mmol), (1H-테트라졸-5-일)메탄아민 히드로클로라이드 (223 mg, 1.647 mmol), 및 HATU (626 mg, 1.647 mmol)의 교반 용액에 28℃에서 DIPEA (1.150 mL, 6.59 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 28℃에서 16시간 동안 교반하였다.

[1316] 반응 혼합물을 물 (15 mL)과 EtOAc (2 X15 mL) 사이에 분배하였다. EtOAc 층을 분리하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하였다. 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 크로마토그래피 (그레이스, C-18 역 칼럼 사용, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: MeOH, 용리액 A 중 25% B)에 의해 정제하였다. 합한 분획을 농축시키고, 포화 NaHCO_3 을 사용하여 염기성화시켰다. 수성 층을 DCM으로 추출하고, DCM 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 (4S)-N7-((1H-테트라졸-5-일)메틸)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (200 mg, 0.332 mmol, 30.3% 수율), LCMS (m/z): 537.76 $[\text{M}+\text{H}]^+$.

[1317] 2-아미노-N-이소프로필이소니코틴아미드의 합성

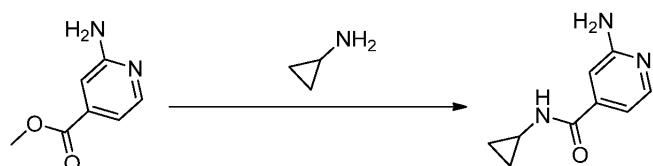


[1318]

[1319] 실온에서 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (20 mL) 중 2-아미노이소니코틴산 (2.5 g, 18.10 mmol), HATU (10.32 g, 27.1 mmol) 및 DIPEA (9.48 mL, 54.3 mmol)의 교반 용액에 프로판-2-아민 (1.605 g, 27.1 mmol)을 실온에서 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 물 (1000 mL)로 희석하고, EtOAc (100 mLx2)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (50 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔 사용, 화합물을 n-헥산 중 80% 에틸 아세테이트에서 용리시킴)에 의해 정제하여 목적 생성물 2-아미노-N-이소프로필이소니코틴아미드를 수득하였다 (1.25 g, 6.56 mmol, 36.2% 수율), (TLC: 순수한 에틸 아세테이트, R_f 값: 0.5, UV 활성).

[1320] LC-MS: (m/z) = 180.1 $[\text{M}+\text{H}]^+$.

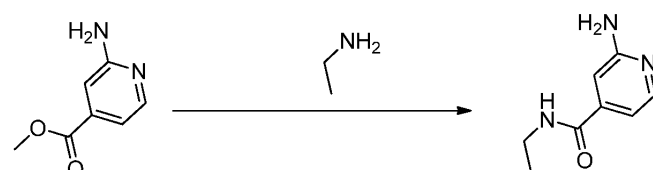
[1321] 2-아미노-N-시클로프로필이소니코틴아미드의 합성



[1322]

[1323] 실온에서 디메틸 술폭시드 (DMSO) (10 mL) 중 메틸 2-아미노이소니코티네이트 (2g, 13.14 mmol) 및 시클로프로판아민 (7.50 g, 131 mmol)의 교반 용액에 첨가하고, 반응 혼합물을 100°C에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 에틸 아세테이트. R_f 값: 0.3, UV 활성). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 빙수로 켄칭하고, 에틸 아세테이트 2x 150 mL로 추출하고, 합한 유기 층을 물 100 mL 및 염수 용액 50 mL로 세척하고, 유기 층을 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔 사용, 화합물을 n-헥산 중 80% 에틸 아세테이트에서 용리시킴)에 의해 정제하여 목적 생성물 2-아미노-N-시클로프로필이소니코틴아미드를 수득하였다 (1 g, 5.62 mmol, 42.8% 수율). LC-MS: (m/z): 178.0 $[\text{M}+\text{H}]^+$.

[1324] 2-아미노-N-에틸이소니코틴아미드의 합성

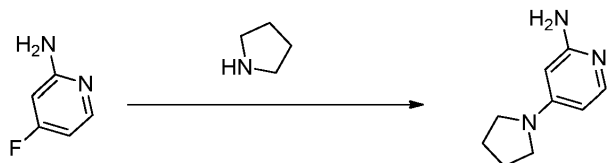


[1325]

[1326] 에탄아민 (70% 수성) (0.593 g, 13.14 mmol)을 메틸 2-아미노이소니코티네이트 (2g, 13.14 mmol)에 실온에서 첨가한 다음, 밀봉된 튜브 중에서 16시간 동안 70°C로 가열하였다. 반응 혼합물 용매를 진공에 의해 제거하였다.

이것을 물 (10 mLx2)과 EtOAc (10 mLx2) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 2-아미노-N-에틸이소니코틴아미드를 갈색 검으로서 수득하였다 (2.1 g, 10.13 mmol, 77% 수율). LCMS (m/z): 166.17 $[\text{M}+\text{H}]^+$.

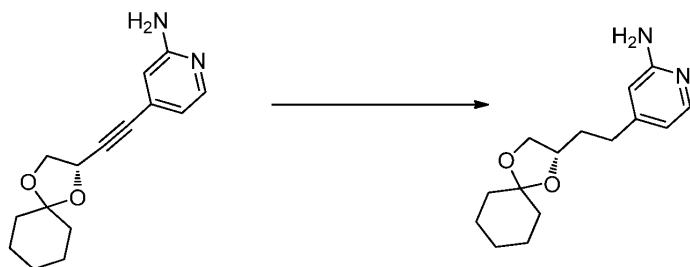
[1327] 4-(피롤리딘-1-일)피리딘-2-아민의 합성



[1328]

[1329] 1,4-디옥산 (5 mL) 중 4-플루오로피리딘-2-아민 (1.5 g, 13.38 mmol), 피롤리딘 (2.85 g, 40.1 mmol)의 용액에 실온에서 탄산칼륨 (7.40 g, 53.5 mmol), 아이오딘화구리(I) (0.255 g, 1.338 mmol) 및 N,N'-디메틸에틸렌디아민 (0.236 g, 2.68 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 110°C의 마이크로웨이브 중에서 1시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% MeOH, R_f :0.1; UV 활성화). 반응 혼합물을 빙수(30 mL)로 쿨링하고, EtOAc(3X30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 디에틸 에테르(3X10 mL)로 연화처리하여 4-(피롤리딘-1-일)피리딘-2-아민을 연황색 고체로서 수득하였다 (1.0 g, 5.90 mmol, 44.1% 수율). LCMS(m/z): 164.10 $[\text{M}+\text{H}]^+$.

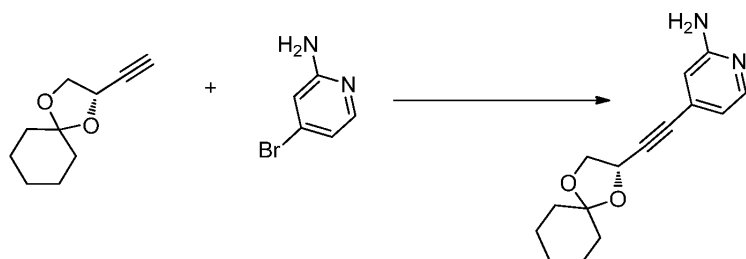
[1330] (S)-4-(2-(1,4-디옥사스피로[4.5]데칸-2-일)에틸)피리딘-2-아민의 합성



[1331]

[1332] 메탄올 (300 mL) 중 (S)-4-(1,4-디옥사스피로[4.5]데칸-2-일에틸)피리딘-2-아민 (4 g, 15.48 mmol)의 교반 용액에 수소화 플라스크 중 50% 물 중 Pd/C (1.0 g, 0.940 mmol)를 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 수소 분위기 하에 실온에서 6시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 SM이 소모되고 극성 스팟이 형성되었음을 나타내었다. 반응물을 셀라이트를 통해 여과하고, 여과물을 감압 하에 농축시켜 (S)-4-(2-(1,4-디옥사스피로[4.5]데칸-2-일)에틸)피리딘-2-아민을 갈색 점착성 고체로서 수득하였다 (3.0 g, 11.44 mmol, 73.8% 수율). LCMS (m/z): 263.63 $[\text{M}+\text{H}]^+$.

[1333] (S)-4-(1,4-디옥사스피로[4.5]데칸-2-일에틸)피리딘-2-아민의 합성

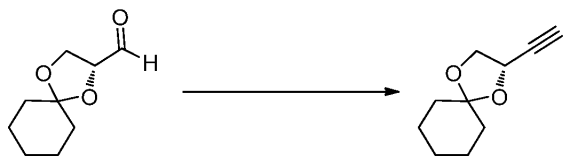


[1334]

[1335] 테트라히드로푸란 (THF) (100 mL) 중 4-브로모피리딘-2-아민 (4 g, 23.12 mmol) 및 (S)-2-에틸-1,4-디옥사스피로[4.5]데칸 (5.00 g, 30.1 mmol)의 교반 용액에 TEA (9.67 mL, 69.4 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 15분 동안 탈기하였다. 반응 혼합물에 비스(트리페닐포스핀)팔라듐(II) 클로라이드 (0.162 g, 0.231 mmol), 트리페닐포스핀 (0.121 g, 0.462 mmol) 및 아이오딘화구리(I) (0.044 g, 0.231 mmol)를 첨가하고, 다시 5분 동안 탈기하였다. 생성된 반응 혼합물을 70°C에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하

였다. 반응 혼합물을 물 (100 mL)로 희석하고, EtOAc (3 x 100 mL)로 추출하고, 유기 층을 합하고, 염수 용액 (50 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 칼럼 크로마토그래피 (100 메쉬 실리카 겔, 용리액 DCM 중 3% MeOH)에 의해 정제하여 (S)-4-(1,4-디옥사스피로[4.5]데칸-2-일)에티닐을 연갈색 고체로서 수득하였다 (4.0 g, 11.59 mmol, 50.1% 수율). LCMS (m/z): 259.22[M+H]⁺.

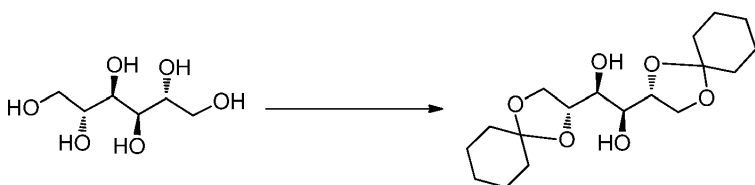
[1336] (S)-2-에티닐-1,4-디옥사스피로[4.5]데칸의 합성



[1337]

[1338] 메탄올 (300 mL) 중 (R)-1,4-디옥사스피로[4.5]데칸-2-카르브알데히드 (12 g, 70.5 mmol)의 교반 용액에 디메틸 (1-디아조-2-옥소프로필)포스포네이트 (21.67 g, 113 mmol)에 이어서 K_2CO_3 (21.44 g, 155 mmol)을 반응 혼합물에 조금씩 30분의 기간에 걸쳐 질소 분위기 하에 0°C에서 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 12 시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC는 SM이 소모되었음을 나타내었다. 반응 혼합물을 n-펜탄 (3 X 300 mL)으로 추출하였다. 유기 층을 합하고, 물 (100 mL), 염수 용액 (100 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 (S)-2-에티닐-1,4-디옥사스피로[4.5]데칸을 연갈색 유성 화합물로서 수득하였다 (9.0 g, 54.1 mmol, 77% 수율).

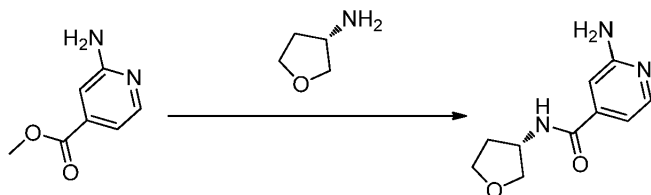
[1339] (1S,2S)-1,2-디((R)-1,4-디옥사스피로[4.5]데칸-2-일)에탄-1,2-디올의 합성



[1340]

[1341] 디메틸 술폭시드 (DMSO) (100 mL) 중 (2R,3R,4R,5R)-헥산-1,2,3,4,5,6-헥사올 (45 g, 247 mmol)의 교반 용액에 시클로헥사논 (75 mL, 744 mmol), 트리에틸 오르토포스포메이트 (25 mL, 150 mmol) 및 $\text{BF}_3 \cdot \text{OEt}_2$ (3 mL, 23.67 mmol)를 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 12시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 빙냉 NaHCO_3 용액에 붓고, 디에틸 에테르 (3X 500 mL)로 추출하였다. 유기 층을 합하고, 빙냉수 (2x 500 mL), 염수 용액 (200 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 진공 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 N-펜탄 및 디에틸 에테르 (2:1)로 세척하고, 완전히 건조시켜 (1S,2S)-1,2-디((R)-1,4-디옥사스피로[4.5]데칸-2-일)에탄-1,2-디올을 백색 고체로서 수득하였다 (42 g, 123 mmol, 49.7% 수율).

[1342] (S)-2-아미노-N-(테트라히드로푸란-3-일)이소니코틴아미드의 합성



[1343]

[1344] 실온에서 테트라히드로푸란 (THF) (25 mL) 중 메틸 2-아미노이소니코티네이트 (2 g, 13.14 mmol) 및 (S)-테트라히드로푸란-3-아민 (1.145 g, 13.14 mmol)의 교반 용액에. 반응 혼합물을 80°C에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물 용매를 진공에 의해 제거하였다. 이것을 물 (10 mLx2)과 EtOAc (10 mLx2) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 (S)-2-아미노-N-(테트라히드로푸란-3-일)이소니코틴아미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (1.5 g, 4.35 mmol, 33.1% 수율).

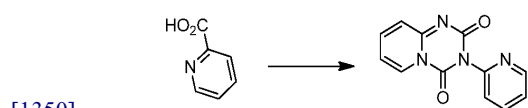
[1345] (TLC 용리액: 순수한 에틸 아세테이트: R_f : 0.2; UV 활성). LCMS (m/z): 208.1 $[M+H]^+$

[1346] 5-클로로피리다진-3-아민의 합성



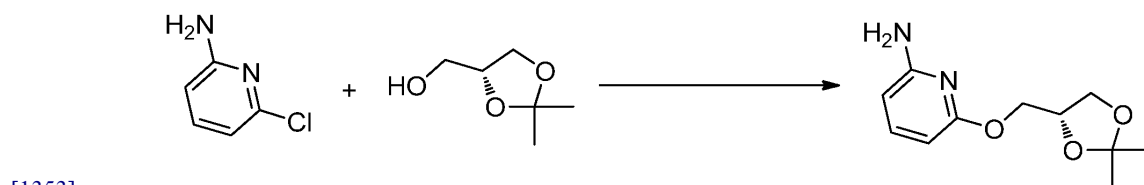
[1348] 실온에서 순수한 3,5-디클로로피리다진 (20 g, 134 mmol)에 수산화암모늄 (500 mL, 1.28E+04 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 오토클레이브 중에서 120℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 출발 물질이 소모되었음을 나타내었다. 반응물을 실온으로 냉각시키고, 진공 하에 농축시켜 고체를 수득하였다. 이에 디에틸에테르(100mL)를 첨가하고, 여과하고, 건조시켜 5-클로로피리다진-3-아민을 갈색 고체로서 수득하였다 (15 g, 116 mmol, 86% 수율). LCMS (m/z): 129.87 ($M+H$)⁺.

[1349] 3-(피리딘-2-일)-2H-피리도[1,2-a][1,3,5]트리아진-2,4(3H)-디온의 합성



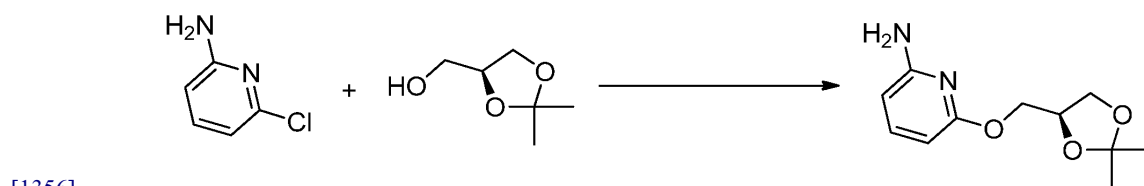
[1351] 실온에서 질소 하에 교반하는 톨루엔 (25 mL) 중 피콜린산 (1 g, 8.12 mmol)의 용액에 디페닐 포스포르아지데이트 (2.235 g, 8.12 mmol) 및 TEA (1.132 mL, 8.12 mmol)를 첨가하고, 실온에서 30분 동안 교반하였다. 그 후, 반응 혼합물을 80℃에서 2시간 동안 교반하였다. 다음에, 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 여과하고, 고체를 톨루엔으로 세척하여 화합물 3-(피리딘-2-일)-2H-피리도[1,2-a][1,3,5]트리아진-2,4(3H)-디온을 수득하였다 (600 mg, 2.352 mmol, 29.0% 수율), LCMS (m/z) 241.2 $[M+H]^+$.

[1352] (R)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-아민의 합성



[1354] 0℃에서 질소 하에 N-메틸-2-피롤리돈 (NMP) (100 mL) 중 NaH (11.67 g, 292 mmol)의 교반 현탁액에 0℃에서 N-메틸-2-피롤리돈 (NMP) (100 mL) 중 (R)-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메탄올 (25.7 g, 194 mmol)의 용액을 10분 동안 적가하였다. 10분 후, N-메틸-2-피롤리돈 (NMP) (100 mL) 중 6-클로로피리딘-2-아민 (25 g, 194 mmol)의 용액을 0℃에서 10분 동안 적가하였다. 반응 혼합물을 100℃에서 36시간 동안 가열하였다. TLC는 생성물과 함께 소량의 출발 물질을 나타내었다. 반응 혼합물을 빙냉수 (600 mL)에 붓고, 수성 층을 EtOAc (2 x 500 mL)로 추출하였다. 유기 층을 물 (3 x 300 mL)로 세척하여 과량의 NMP를 제거하였다. 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피에 의해 용리액으로서 100-200 실리카 겔 (석유 에테르 중 12-15% EtOAc)을 사용하여 정제하여 (R)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-아민을 황색 농후한 액체로서 수득하였다 (10 g, 44.6 mmol, 22.93% 수율).

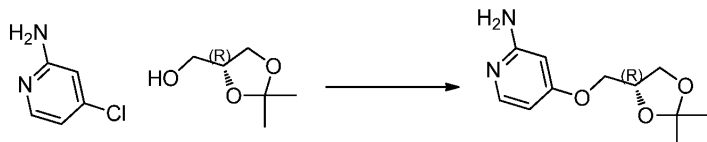
[1355] (S)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-아민의 합성



[1357] 0℃에서 질소 하에 N-메틸-2-피롤리돈 (NMP) (800 mL) 중 NaH (62.2 g, 1556 mmol)의 교반 현탁액에 N-메틸-2-

피롤리돈 (NMP) (300 mL) 중 (S)-(2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메탄올 (206 g, 1556 mmol)의 용액을 2시간 동안 적가하였다. 추가로 10분 동안 교반한 후, N-메틸-2-피롤리돈 (NMP) (300 mL) 중 6-클로로피리딘-2-아민 (200 g, 1556 mmol)의 용액을 0℃에서 30분 동안 적가하였다. 반응 혼합물을 120℃에서 48시간 동안 교반하였다. TLC는 출발 물질이 있었음을 나타내었다. 반응 혼합물을 빙냉수 (2000 mL)에 붓고, 수성 층을 EtOAc (3 x 1000 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (3 x 1000 mL)로 세척하여 과량의 NMP를 제거하였다. 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피에 의해 100-200 실리카 겔 (용리액 석유 에테르 중 12-15% EtOAc)을 사용하여 정제하여 목적 순수 생성물 (S)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-아민을 황색 점성 액체로서 수득하였다 (75 g, 325 mmol, 20.92% 수율). LCMS (m/z): 225 [M+H]⁺.

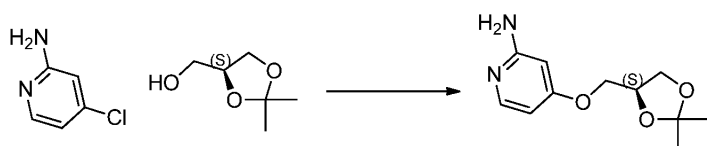
[1358] (R)-4-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-아민의 합성



[1359]

[1360] 밀봉된 튜브 중 (R)-(2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메탄올 (3.000 g, 22.70 mmol), 4-클로로피리딘-2-아민 (1.459 g, 11.35 mmol) 및 나트륨 (0.522 g, 22.70 mmol)의 현탁액에. 반응 혼합물을 140℃에서 16시간 동안 교반하였다. 다음에, 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, MeOH 중에 용해시키고, 빙수에 붓고, EtOAc로 추출하였다. 유기 상을 염수 용액으로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 칼럼 크로마토그래피에 의해 실리카 겔을 사용하여 정제하고, 2-3% MeOH/DCM으로 용리시켜 순수한 화합물을 수득하였다 (1.1g, 21%), LCMS (m/z) 225.2 [M+H]⁺.

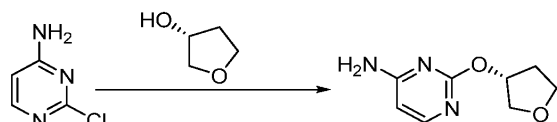
[1361] (S)-4-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-아민의 합성



[1362]

[1363] 밀봉된 튜브 중 (S)-(2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메탄올 (3.000 g, 22.70 mmol), 4-클로로피리딘-2-아민 (1.459 g, 11.35 mmol) 및 나트륨 (0.522 g, 22.70 mmol)의 현탁액에. 반응 혼합물을 140℃에서 16시간 동안 교반한 다음, 실온으로 냉각시키고, MeOH 중에 용해시키고, 빙수에 붓고, EtOAc로 추출하였다. 유기 상을 염수 용액으로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 증발시켰다. 조 물질을 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피에 의해 정제하고, 2-3% MeOH/DCM로 용리시켜 목적 생성물을 수득하였다 (1.2g, 22%), LCMS (m/z) 225.2 [M+H]⁺.

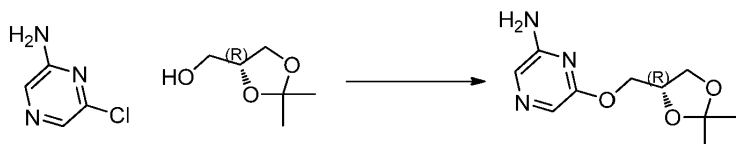
[1364] (R)-2-(테트라히드로푸란-3-일옥시)피리미딘-4-아민의 합성



[1365]

[1366] THF (30 mL) 중 (R)-테트라히드로푸란-3-올 (2.72 g, 30.9 mmol)의 교반 용액에 NaH (0.926 g, 23.16 mmol)를 첨가하고, 실온에서 30분 동안 교반하였다. 이에 2-클로로피리미딘-4-아민 (2.0 g, 15.44 mmol)을 여러 부분으로 약 15분 동안 첨가하고, 70℃에서 16시간 동안 가열하였다. 반응 혼합물을 실온으로 되도록 하고, 후속적으로 0℃로 냉각시키고, 빙냉수로 쿨링하고, 에틸 아세테이트 (3x50 ml)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카-겔: 100-200 메쉬)에 의해 정제하여 (R)-2-(테트라히드로푸란-3-일옥시)피리미딘-4-아민을 회백색 고체로서 수득하였다 (1.6 g, 8.839 mmol, 51.5% 수율).

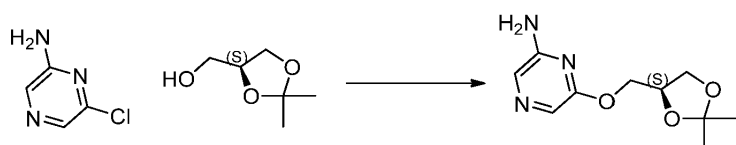
[1367] (R)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-아민의 합성



[1368]

[1369] 0℃에서 질소 하에 교반하는 테트라히드로푸란 (THF) (50 mL) 중 6-클로로피라진-2-아민 (5 g, 38.6 mmol)의 용액에 수소화나트륨 (2.316 g, 57.9 mmol) 및 (R)-(2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메탄올 (5.61 g, 42.5 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 80℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙냉수로 켄칭하고, 에틸 아세테이트로 추출하였다. 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시켰다. 용매를 감압 하에 증발시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 실리카 겔 칼럼에 첨가하고, DCM/MeOH로 용리시켰다. 생성물을 포함하는 분획을 합하고, 감압 하에 증발시켜 목적 생성물을 수득하였다 (2.8g, 11.9 mmol, 31%), LCMS (m/z) 225.9 [M+H]⁺.

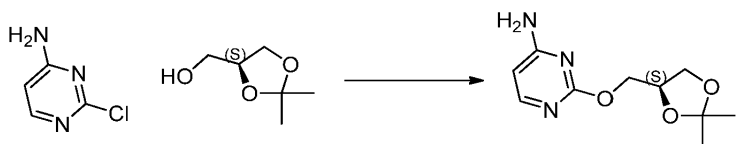
[1370] (S)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-아민의 합성



[1371]

[1372] 6-클로로피라진-2-아민 (0.980 g, 7.57 mmol), (S)-(2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메탄올 (2 g, 15.13 mmol) 및 나트륨 (0.348 g, 15.13 mmol)을 밀봉 튜브에 녹이고, 130℃에서 16시간 동안 가열한 다음, 반응 혼합물을 메탄올 및 빙냉수 (100 mL)로 켄칭하고, 에틸 아세테이트 (5 x 50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물, 포화 염수 용액으로 세척하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 생성물을 수득하였다 (1 g, 4.26 mmol, 28.2% 수율), LCMS (m/z) 265.1 [M+H]⁺.

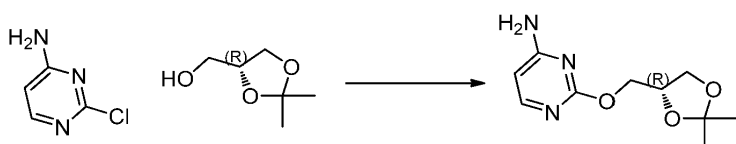
[1373] (S)-2-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-4-아민의 합성



[1374]

[1375] 실온에서 질소 하에 교반하는 테트라히드로푸란 (THF) (50 mL) 중 (S)-(2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메탄올 (10.20 g, 77 mmol), 및 NaH (4.63 g, 116 mmol)의 현탁액에 2-클로로피리미딘-4-아민 (5 g, 38.6 mmol)을 15분에 걸쳐 조금씩 첨가하였다. 반응 혼합물을 70℃에서 16시간 동안 교반하였다. 다음에, 반응 혼합물을 수성 NaHCO₃의 용액으로 켄칭한 다음, EtOAc로 추출하고, Na₂SO₄로 건조시키고, 증발시켰다. 조 생성물을 실리카 겔 칼럼에 첨가하고, 50% Hex/EtOAc로 용리시켰다. 수집된 분획을 증발시켜 목적 생성물을 회백색 고체로서 수득하였다 (3 g, 11.84 mmol, 30.7% 수율), LCMS (m/z) 226.2 [M+H]⁺.

[1376] (R)-2-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-4-아민의 합성

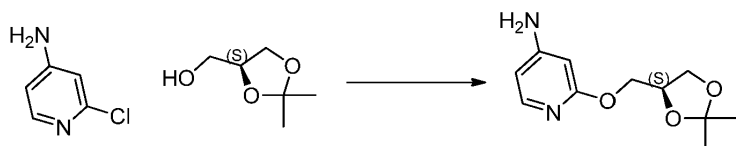


[1377]

[1378] 실온에서 테트라히드로푸란 (THF) (30 mL) 중 수소화나트륨 (0.817 g, 34.1 mmol)의 용액에 THF (5 mL) 중 2-클로로피리미딘-4-아민 (2.059 g, 15.89 mmol)의 용액을 1분에 걸쳐 첨가하고, 실온에서 15분 동안 교반한 다음, 실온에서 (R)-(2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메탄올 (3 g, 22.70 mmol)을 조금씩 첨가하였다. 반응 혼합물을 65℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 물에 붓고, EtOAc (3 X 100mL)로 추출하였다. 이어서, 합한 유기 층을 물, 염수 용액으로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 증발시켜 조 화합물 4.0 g을 수득하였다. 조 화합물을 칼럼 크로마토그래피에 의해 100-200 실리카 겔 메쉬를 사용하여 정제하고, 2-3%

MeOH/DCM으로 용리시켜 순수한 화합물을 수득하였다 (2.5g, 10.42 mmol, 46%), LCMS (m/z) 226.2 [M+H]⁺.

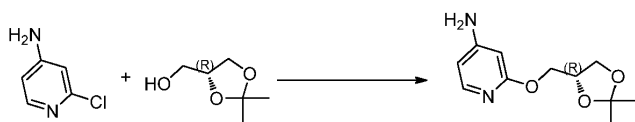
[1379] (S)-2-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-4-아민의 합성



[1380]

[1381] 2-클로로피리딘-4-아민 (1.459 g, 11.35 mmol), (S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메탄올 (3.0 g, 22.70 mmol)의 현탁액에 나트륨 (0.522 g, 22.70 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 140℃에서 16시간 동안 교반하고, 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 MeOH 중에 용해시키고, 빙수에 붓고, EtOAc (3 X 100mL)로 추출하였다. 이어서, 합한 유기 층을 물, 염수 용액으로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 증발시켜 조 화합물 4.0 g을 수득하였다. 조 화합물을 칼럼 크로마토그래피에 의해 100-200 실리카 겔 메쉬를 사용하여 정제하고, 2-3% MeOH/DCM으로 용리시켜 (S)-2-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-4-아민을 수득하였다 (2.5 g, 10.73 mmol, 47.3% 수율), LCMS (m/z) 225.3 [M+H]⁺.

[1382] (R)-2-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-4-아민의 합성



[1383]

[1384] 실온에서 밀봉된 튜브 중 2-클로로피리딘-4-아민 (4 g, 31.1 mmol), (R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메탄올 (2.056 g, 15.56 mmol) 및 나트륨 (0.715 g, 31.1 mmol)의 용액에. 반응 혼합물을 140℃에서 48시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, MeOH에 이어서 물로 켄칭하였다. 이어서, 반응물을 EtOAc로 추출하였다. 이어서, 유기 층을 물에 이어서 염수 용액으로 세척하고, 황산나트륨으로 건조시키고, 여과하고, 완전히 증류시켰다. 조 생성물을 실리카 겔 칼럼에 첨가하고, Hex/EtOAc (1:1)로 용리시키고, 수집된 분획을 증발시켜 목적 생성물을 수득하였다 (2.250 g, 9.93 mmol, 31.9% 수율), LCMS (m/z) 225.0 [M+H]⁺.

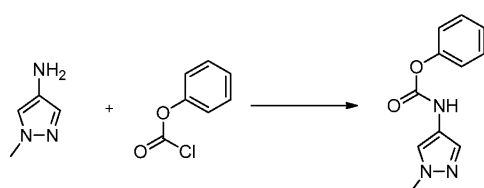
[1385] (S)-2-((테트라히드로푸란-3-일)옥시)피리미딘-4-아민의 합성



[1386]

[1387] 테트라히드로푸란 (THF) (20 mL) 중 2-클로로피리미딘-4-아민 (2 g, 15.44 mmol)의 교반 용액에 NaH (0.741 g, 30.9 mmol)를 조금씩 실온에서 5분의 기간에 걸쳐 첨가하였다. 이어서, 반응물을 30℃에서 약 10분 동안 교반하였다. 상기 반응물에 (S)-테트라히드로푸란-3-올 (1.088 g, 12.35 mmol)을 30℃에서 첨가하고, 80℃에서 8시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 0℃에서 빙냉수로 켄칭하고, 에틸 아세테이트로 추출하였다. 유기 층을 물로 완전히 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시켰다. 용매를 감압 하에 증발시켜 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 석유 에테르로 연화처리하였다, LCMS (m/z) 182.2 [M+H]⁺.

[1388] 페닐 (1-메틸-1H-피라졸-4-일)카르바메이트의 합성

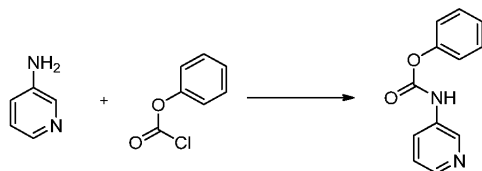


[1389]

[1390] 페닐 카르보노클로리데이트 (2.90 g, 18.53 mmol)를 디클로로메탄 (DCM) (50 mL) 중 피리딘 (3.12 mL, 38.6 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 첨가하고, 15분 동안 교반하고, 이어서 1-메틸-1H-피라졸-4-아민 (1.5g, 15.45 mmol)을 동일한 온도에서 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 4시간 동안 교반하였다. 출발 물질의 소모 후

(TLC에 의해 모니터링함), 빙냉수를 첨가하고, 유기 층을 분리하고, 물 및 염수로 세척하였다. 유기 층을 황산나트륨을 통해 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 칼럼 크로마토그래피에 의해 60-120(실리카 겔)을 사용하여 정제하고, 헥산 중 50% 에틸 아세테이트로 용리시켜 목적 생성물을 담갈색 고체로서 수득하였다 (1.6g, 6.41 mmol, 42% 수율), LCMS (m/z) 218.1 (M+H)⁺.

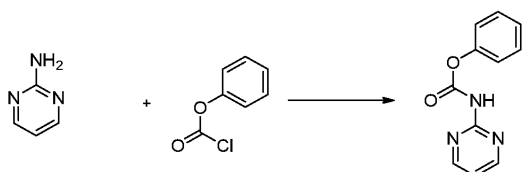
[1391] 페닐 피리딘-3-일카르바메이트의 합성



[1392]

[1393] 실온에서 질소 하에 교반하는 디클로로메탄 (DCM) (30 mL) 중 페닐 카르보노클로리데이트 (2.163 g, 13.81 mmol), 및 피리딘 (1.375 mL, 17.00 mmol)의 용액에 피리딘-3-아민 (1.0 g, 10.63 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 30분 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 포화 중탄산나트륨 용액으로 켄칭하였다. 유기 층을 분리하고, 수성 층을 DCM (50 mL)으로 추출하였다. 합한 DCM 층을 물로 세척하고, 황산나트륨으로 건조시키고, 여과하고, 고진공 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 실리카 겔 칼럼에 첨가하고, 20% EtOAc/헥산으로 용리시켰다. 수집된 분획을 증발시켜 목적 생성물을 백색 고체로서 수득하였다 (1.3 g, 6.01 mmol, 57%), LCMS (m/z) 215.1 (M+H)⁺.

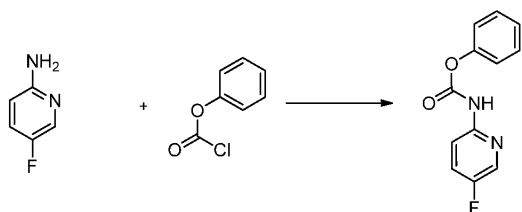
[1394] 페닐 피리미딘-2-일카르바메이트의 합성



[1395]

[1396] 실온에서 질소 하에 교반하는 디클로로메탄 (DCM) (10 mL) 중 페닐 카르보노클로리데이트 (2.140 g, 13.67 mmol), 및 피리딘 (1.361 mL, 16.82 mmol)의 용액에 피리미딘-2-아민 (1.0 g, 10.51 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 30분 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 포화 중탄산나트륨 용액으로 켄칭하였다. 유기 층을 분리하고, 수성 층을 DCM (50 mL)으로 추출하였다. 합한 DCM 층을 물로 세척하고, 황산나트륨으로 건조시키고, 여과하고, 고진공 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 이를 실리카 겔 칼럼에 첨가하고, 20% EtOAc/헥산으로 용리시켰다. 수집된 분획을 증발시켜 목적 생성물을 수득하였다 (1.6 g, 6.49 mmol, 61.7%), LCMS (m/z) 216.3 (M+H)⁺.

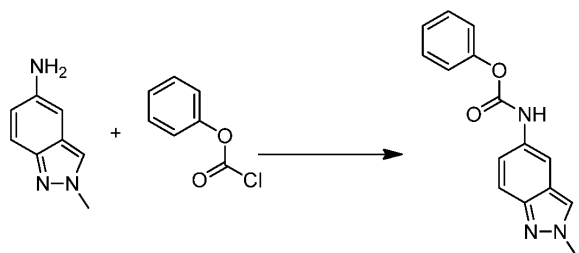
[1397] 페닐 (5-플루오로피리딘-2-일)카르바메이트의 합성



[1398]

[1399] 실온에서 질소 하에 교반하는 디클로로메탄 (DCM) (40 mL) 중 페닐 카르보노클로리데이트 (1.397 g, 8.92 mmol), 및 피리딘 (0.721 mL, 8.92 mmol)의 용액에 5-플루오로피리딘-2-아민 (1.0 g, 8.92 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 30분 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 포화 중탄산나트륨 용액으로 켄칭하였다. 유기 층을 분리하고, 수성 층을 DCM (20 mL)으로 추출하였다. 합한 유기 층을 물에 이어서 염수 용액으로 세척하고, 황산나트륨으로 건조시키고, 여과하고, 진공 하에 농축시켜 목적 생성물을 수득하였다 (1.4 g, 5.94 mmol, 67%), LCMS (m/z) 233.2 (M+H)⁺.

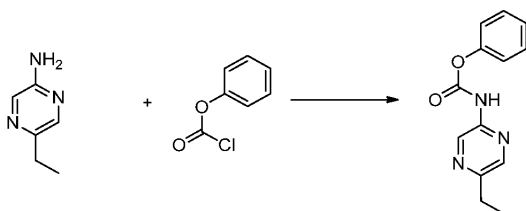
[1400] 페닐 (2-메틸-2H-인다졸-5-일)카르바메이트의 합성



[1401]

[1402] 실온에서 질소 하에 교반하는 디클로로메탄 (DCM) (40 mL) 중 페닐 카르보노클로리데이트 (1.064 g, 6.79 mmol), 및 피리딘 (0.550 mL, 6.79 mmol)의 용액에 2-메틸-2H-인다졸-5-아민 (1 g, 6.79 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 30분 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 포화 중탄산나트륨 용액으로 켄칭하였다. 유기 층을 분리하고, 수성 층을 DCM (20 mL)으로 추출하였다. 합한 유기 층을 물에 이어서 염수 용액으로 세척하고, 황산나트륨으로 건조시키고, 진공 하에 농축시켜 페닐 (2-메틸-2H-인다졸-5-일)카르바메이트를 수득하였다 (1.3 g, 4.82 mmol, 70.9% 수율), LCMS (m/z) 268.1 (M+H)⁺.

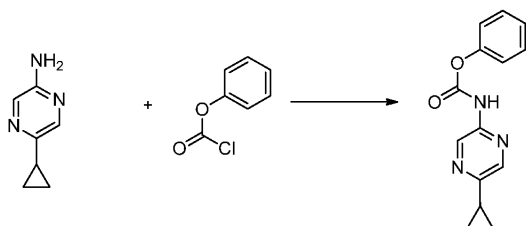
[1403] 페닐 (5-에틸피라진-2-일)카르바메이트의 합성



[1404]

[1405] 피리딘 (1.051 mL, 12.99 mmol)을 디클로로메탄 (DCM) (20 mL) 중 페닐 카르보노클로리데이트 (1.324 mL, 10.56 mmol)의 교반 용액에 실온에서 적가하고, 30분 동안 교반하였다. 이어서, 디클로로메탄 (DCM) (10 mL) 중에 용해시킨 5-에틸피라진-2-아민 (1 g, 8.12 mmol)을 실온에서 적가하고, 50℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 실온으로 되도록 하고, DCM (3X50 mL)으로 희석하고, 물 (2X30 mL) 및 염수 (30 mL)로 세척하였다. 유기 층을 분리하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켰다. 잔류물을 칼럼 크로마토그래피에 의해 실리카 겔 (100-200 메쉬)을 용리액으로서 석유 에테르 중 10% 에틸 아세테이트를 사용하여 목적 생성물을 회백색 솜털모양 고체로서 수득하였다 (1.6 g, 6.58 mmol, 81%), LCMS (m/z) 244.2 (M+H)⁺.

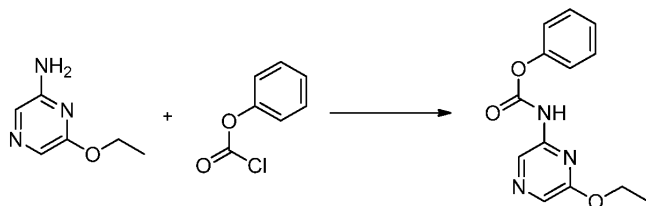
[1406] 페닐 (5-시클로프로필피라진-2-일)카르바메이트의 합성



[1407]

[1408] 피리딘 (0.598 mL, 7.40 mmol)을 디클로로메탄 (DCM) (15 mL) 중 페닐 카르보노클로리데이트 (0.928 mL, 7.40 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 적가하고, 실온에서 30분 동안 교반하였다. 이어서, 디클로로메탄 (DCM) (5 mL) 중에 용해시킨 5-시클로프로필피라진-2-아민 (1 g, 7.40 mmol)을 0℃에서 적가하고, 실온에서 3시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 DCM (3X50 mL)으로 희석하고, 물 (2X20 mL) 및 염수 (20 mL)로 세척하였다. 유기 층을 분리하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켰다. 잔류물을 칼럼 크로마토그래피에 의해 실리카 겔 (100-200 메쉬)을 용리액으로서 석유 에테르 중 10% 에틸 아세테이트를 사용하여 정제하여 목적 생성물을 회백색 솜털모양 고체로서 수득하였다 (1.4 g, 5.31 mmol, 72%), LCMS (m/z) 256.2 (M+H)⁺.

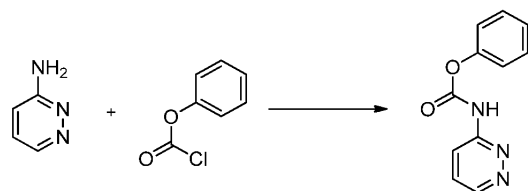
[1409] 페닐 (6-에톡시피라진-2-일)카르바메이트의 합성



[1410]

[1411] 피리딘 (0.930 mL, 11.50 mmol)을 DCM (15 mL) 중 페닐 카르보노클로리데이트 (1.463 g, 9.34 mmol)의 용액에 실온에서 첨가하고, 20분 동안 교반한 다음, DCM (15 mL) 중 6-에톡시피라진-2-아민 (1.0 g, 7.19 mmol)을 첨가하고, 추가로 40분 동안 계속하였다. 반응 혼합물을 DCM (2X20 mL)으로 희석하고, 물 (20 mLx2) 및 염수 (10 mL)로 세척하였다. 유기 추출물을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 용매를 진공 하에 제거하여 목적 생성물을 황색 고체로서 수득하였다 (1.65 g, 5.22 mmol, 72.6% 수율), LCMS (m/z) 260.2 (M+H)⁺.

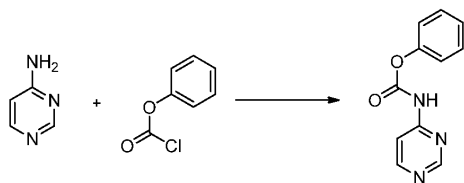
[1412] 페닐 피리다진-3-일카르바메이트의 합성



[1413]

[1414] 25℃에서 질소 하에 교반하는 디클로로메탄 (5ml) 중 페닐 카르보노클로리데이트 (1.070 g, 6.83 mmol), 피리딘 (0.665 g, 8.41 mmol)의 용액에 디클로로메탄 (10 ml) 중 피리다진-3-아민 (0.5 g, 5.26 mmol)의 현탁액을 5분 동안 첨가하였다. 반응 혼합물을 25℃에서 1시간 동안 교반하였다. 다음에, 유기 상을 물 3 mL, 포화 염수 3 mL로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 진공 하에 농축시켜 조 생성물을 백색 고체로서 수득하였다. 화합물을 헥산으로 세척하고, 감압 하에 건조시켰다, LCMS (m/z) 216.2 (M+H)⁺.

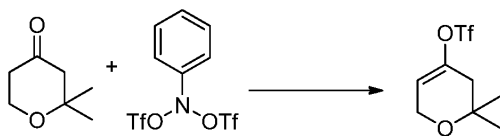
[1415] 페닐 피리미딘-4-일카르바메이트의 합성



[1416]

[1417] 25℃에서 질소 하에 교반하는 DCM (5 ml) 중 페닐 카르보노클로리데이트 (1.070 g, 6.83 mmol), 피리딘 (0.665 g, 8.41 mmol)의 용액에 DCM (15 ml) 중 피리미딘-4-아민 (0.5 g, 5.26 mmol)의 현탁액을 5분 동안 첨가하였다. 반응 혼합물을 25℃에서 1시간 동안 교반하였다. 유기 상을 물 3 mL, 염수 3 mL로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 진공 하에 농축시켜 조 생성물을 회백색 고체로서 수득하였다. 조 화합물을 헥산으로 세척한 다음, 감압 하에 건조시켜 목적 생성물을 수득하였다 (500 mg, 1.95 mmol, 37%), LCMS (m/z) 215.9 (M+H)⁺.

[1418] 2,2-디메틸-3,6-디히드로-2H-피란-4-일 트리플루오로메탄술포네이트의 합성

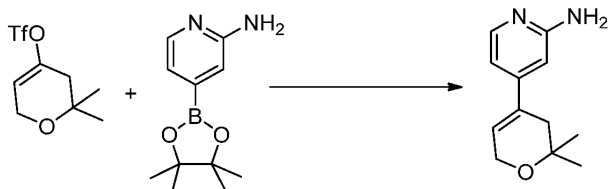


[1419]

[1420] LDA (2.75 mL, 20.29 mmol)를 테트라히드로푸란 (THF) (40 mL) 중 2,2-디메틸디히드로-2H-피란-4(3H)-온 (2.0 g, 15.60 mmol)의 교반 용액에 -78℃에서 첨가하고, 20분 동안 교반하였다. 1,1,1-트리플루오로-N-페닐-N-((트리플루오로메틸)술포닐)메탄술포나미드 (3.98 mL, 18.73 mmol)를 -78℃에서 첨가하고, 28℃에서 19시간 동안 교

반하였다. 반응 혼합물을 포화 중탄산나트륨 용액으로 켄칭하고, 물 (10 mL)로 희석하고, 에테르 (2X30 mL)로 추출하고, 염수 용액 (20 mL)으로 세척하였다. 유기 층을 분리하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피에 의해 (100-200) 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피를 사용하고, 헥산 중 15% EtOAc (구배 시스템)로 용리시키면서 정제하여 목적 생성물 2,2-디메틸-3,6-디히드로-2H-피란-4-일 트리플루오로메탄술포네이트를 연황색 액체로서 수득하였다 (2.4 g, 5.98 mmol, 38.3% 수율), GCMS (m/z): 260 [M+H]⁺.

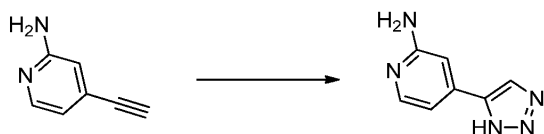
[1421] 4-(2,2-디메틸-3,6-디히드로-2H-피란-4-일)피리딘-2-아민의 합성



[1422]

[1423] 1,4-디옥산 (30 mL) 중 4-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란-2-일)피리딘-2-아민 (1.0 g, 4.54 mmol), 2,2-디메틸-3,6-디히드로-2H-피란-4-일 트리플루오로메탄술포네이트 (2.365 g, 9.09 mmol) 및 인산삼칼륨 (2.89 g, 13.63 mmol)의 현탁액을 교반하고, 아르곤으로 실온에서 15분 동안 탈기하였다. PdCl₂(dppf)-CH₂Cl₂ 부가물 (0.186 g, 0.227 mmol)을 반응 혼합물에 첨가하였다. 이어서, 반응 혼합물을 90℃에서 4시간 동안 교반하였다. 반응물을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 셀라이트를 통해 여과하고, EtOAc (20 mL)로 세척하였다. 여과물을 취하고, 농축시키고, EtOAc (20 mL)로 용해시켰다. EtOAc 층을 물 (10 mL)에 이어서 염수 용액 (10 mL)으로 세척하고, Na₂SO₄로 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피에 의해 중성 알루미나를 사용하여 정제하고, 100% DCM (구배 시스템)으로 용리시켜 목적 생성물 4-(2,2-디메틸-3,6-디히드로-2H-피란-4-일)피리딘-2-아민을 갈색 고체로서 수득하였다 (0.8 g, 3.79 mmol, 83% 수율), LCMS (m/z): 205.2 [M+H]⁺.

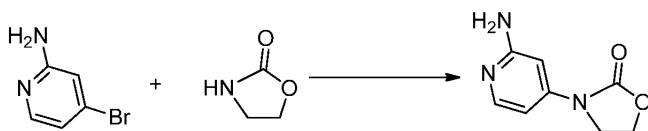
[1424] 4-(1H-1,2,3-트리아졸-5-일)피리딘-2-아민의 합성



[1425]

[1426] 마이크로웨이브 중에서 150℃에서 TMSN₃ (0.5mL, 3.77 mmol) 중 4-에틸닐피리딘-2-아민 (350 mg, 2.96 mmol)의 교반 현탁액에. 생성된 반응 혼합물을 동일한 온도에서 30분 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 여과하고, 고체 화합물을 DCM (2 mL)으로 세척하고, 건조시켜 4-(1H-1,2,3-트리아졸-5-일)피리딘-2-아민을 담황색 고체로서 수득하였다 (360 mg, 1.832 mmol, 61.8% 수율), LCMS (m/z): 162.1 [M+H]⁺.

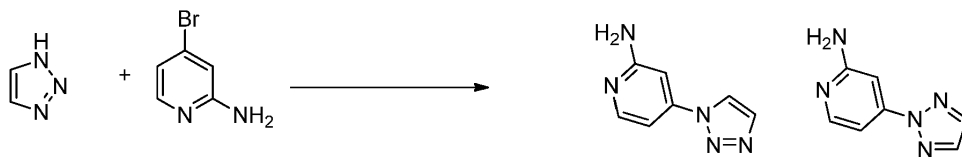
[1427] 3-(2-아미노피리딘-4-일)옥사졸리딘-2-온의 합성



[1428]

[1429] 1,4-디옥산 (10 mL) 중 4-브로모피리딘-2-아민 (1 g, 5.78 mmol)의 교반 용액에 실온에서 옥사졸리딘-2-온 (0.755 g, 8.67 mmol), 탄산칼륨 (1.598 g, 11.56 mmol), 아이오딘화구리(I) (0.110 g, 0.578 mmol), N,N'-디메틸에틸렌디아민 (0.102 g, 1.156 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 마이크로웨이브 중에서 110℃에서 1시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물 용매를 증발시키고, 물 (10mL)로 희석하고, 20분 동안 교반하고, 고체를 형성하고, 여과하고, 건조시켜 3-(2-아미노피리딘-4-일)옥사졸리딘-2-온을 연황색 고체로서 수득하였다 (580 mg, 3.11 mmol, 53.8% 수율), LCMS (m/z): 180.0 [M+H]⁺.

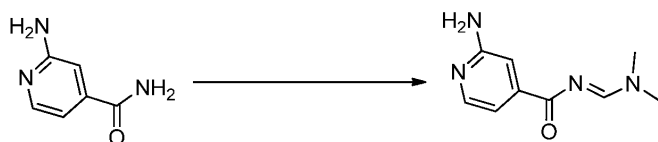
[1430] 4-(1H-1,2,3-트리아졸-1-일)피리딘-2-아민 및 4-(2H-1,2,3-트리아졸-2-일)피리딘-2-아민의 합성



[1431]

[1432] 1,4-디옥산 (10 mL) 중 1H-1,2,3-트리아졸 (0.599 g, 8.67 mmol), 4-브로모피리딘-2-아민 (1 g, 5.78 mmol)의 용액에 K₂CO₃ (1.598 g, 11.56 mmol), 아이오딘화구리(I) (0.110 g, 0.578 mmol) 및 N,N-디메틸 에틸렌 디아민 (0.126 mL, 1.156 mmol)을 실온에서 첨가하였다. 반응 혼합물을 MW 중에서 110°C에서 1시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 물 (30 mL)로 켄칭하고, 에틸 아세테이트 (2 X 50 mL)에 이어서 염수 용액 (50 mL)으로 추출하고, 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄로 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 정제하여 4-(1H-1,2,3-트리아졸-1-일)피리딘-2-아민 (0.1g, 0.562 mmol, 9.72% 수율)을 회백색 고체로서 및 4-(2H-1,2,3-트리아졸-2-일)피리딘-2-아민 (0.3g, 1.787 mmol, 30.9% 수율)을 회백색 고체로서 수득하였다. LCMS (m/z): 162.0 [M+H]⁺.

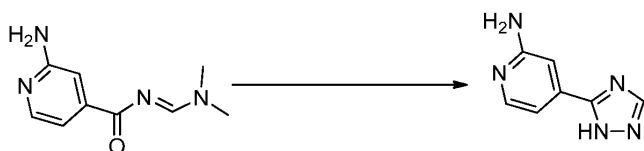
[1433] (E)-2-아미노-N-((디메틸아미노)메틸렌)이소니코틴아미드의 합성



[1434]

[1435] N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (50 mL) 중 2-아미노이소니코틴아미드 (5 g, 36.5 mmol)의 교반 용액에 실온에서 1,1-디메톡시-N,N-디메틸메탄아민 (9.76 mL, 72.9 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 27°C에서 4시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물 용매를 증발시키고, EtOAc (5X20 mL) 및 빙냉수로 희석하고, 유기 층을 분리하고, 진공 하에 농축시켜 (E)-2-아미노-N-((디메틸아미노)메틸렌)이소니코틴아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (4.5 g, 23.41 mmol, 64.2% 수율), LCMS (m/z): 193.01 [M+H]⁺.

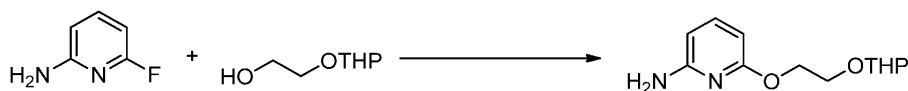
[1436] 4-(1H-1,2,4-트리아졸-5-일)피리딘-2-아민의 합성



[1437]

[1438] 에탄올 (40 mL) 중 (E)-2-아미노-N-((디메틸아미노)메틸렌)이소니코틴아미드 (4 g, 20.81 mmol)의 교반 현탁액에 실온에서 히드라진 수화물 (1.042 g, 20.81 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 동일한 온도에서 16 시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 여과하고, 고체 화합물을 EtOAc (20mL)로 세척하고, 여과물을 건조시켜 고체 화합물 2 g을 수득하였다 (LCMS는 40% 목적 화합물임을 나타내었음). 화합물을 정제용 HPLC에 의해 정제하여 4-(1H-1,2,4-트리아졸-5-일)피리딘-2-아민을 갈색 고체로서 수득하였다 (750 mg, 4.40 mmol, 21.13% 수율), LCMS (m/z): 162.0 [M+H]⁺.

[1439] 6-(2-((테트라히드로-2H-피란-2-일)옥시)에톡시)피리딘-2-아민의 합성



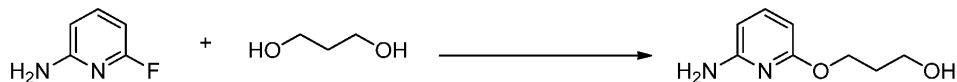
[1440]

[1441] N-메틸-2-피롤리돈 (NMP) (4 mL) 중 2-((테트라히드로-2H-피란-2-일)옥시)에탄올 (1.5 g, 10.26 mmol)을 NaH (0.616 g, 25.7 mmol)의 현탁액에 0°C에서 첨가하고, 반응 혼합물을 28°C에서 30분 동안 교반하였다. 6-플루오로피리딘-2-아민 (1.150 g, 10.26 mmol)을 반응 혼합물에 0°C에서 첨가하고, 반응 혼합물을 120°C에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 냉수로 켄칭하고, 디클로로메탄 (2 x 60 mL)으로 추출하였다. 유기 층을 물 (30 mL) 및 포화 염수 용액 (20 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켰다. 조

물질을 중성 알루미나 상에서 플래쉬 크로마토그래피에 의해 정제하였다. 조 물질을 DCM으로 희석하고, 중성 알루미나로 흡수시키고, 석유 에테르 중 20-25% EtOAc로 용리시키고, 분획을 수집하고, 농축시켜 6-(2-((테트라히드로-2H-피란-2-일)옥시)에톡시)피리딘-2-아민을 수득하였다 (700 mg, 2.66 mmol, 25.9% 수율), LCMS (m/z): 239.0 [M+H]⁺.

[1442] 3-((6-아미노피리딘-2-일)옥시)프로판-1-올의 합성

[1443]



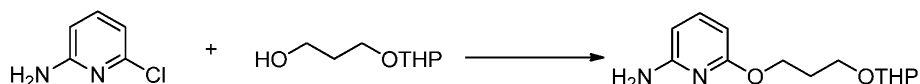
[1444]

프로판-1,3-디올 (1.358 g, 17.84 mmol)을 N-메틸-2-피롤리돈 (NMP) (5 mL) 중 NaH (1.070 g, 44.6 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 첨가하고, 1시간 동안 교반하고, 이어서 6-플루오로피리딘-2-아민 (1.0 g, 8.92 mmol)을 첨가하고, 80℃에서 2시간 동안 교반하였다. 반응물을 실온으로 냉각시키고, 천천히 빙냉수에 첨가하고, 에틸 아세테이트로 희석하였다. 유기 층을 분리하고, 물 및 염수로 세척하였다. 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 100-200 실리카 겔을 사용하여 100% 에틸 아세테이트로 용리시키면서 정제하여 3-((6-아미노피리딘-2-일)옥시)프로판-1-올을 갈색 점성물로서 수득하였다 (0.4g, 1.760 mmol, 19.73% 수율), LCMS (m/z): 169.22 [M+H]⁺.

[1445]

6-(3-((테트라히드로-2H-피란-2-일)옥시)프로폭시)피리딘-2-아민의 합성

[1446]



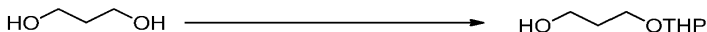
[1447]

1,4-디옥산 (20 mL) 중 3-((테트라히드로-2H-피란-2-일)옥시)프로판-1-올 (4.2 g, 26.2 mmol)을 1,4-디옥산 (20 mL) 중 NaH (1.307 g, 32.7 mmol)의 용액에 0℃에서 첨가하고, 반응 혼합물을 28℃에서 30분 동안 교반하였다. 1,4-디옥산 (20 mL) 중 6-클로로피리딘-2-아민 (2.8g, 21.78 mmol)을 반응 혼합물에 0℃에서 첨가하고, 반응 혼합물을 100℃에서 10시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 물 (20 mL)과 DCM (2 X 25 mL) 사이에 분배하였다. DCM 층을 포화 NaHCO₃ 용액으로 세척하고, 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과 물을 증발시켜 조 6-(3-((테트라히드로-2H-피란-2-일)옥시)프로폭시)피리딘-2-아민을 갈색 오일로서 수득하였다 (5.5 g, 18.12 mmol, 83% 수율), LCMS (m/z): 253.2 [M+H]⁺.

[1448]

3-((테트라히드로-2H-피란-2-일)옥시)프로판-1-올의 합성

[1449]



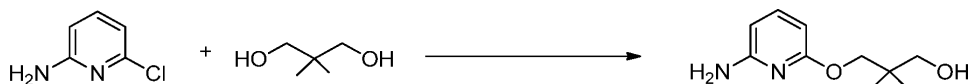
[1450]

p-톨루엔술폰산 1수화물 (0.678 g, 3.57 mmol)을 0℃에서 디클로로메탄 (DCM) (50 mL) 중 프로판-1,3-디올 (5.43 g, 71.3 mmol), 및 3,4-디히드로-2H-피란 (3g, 35.7 mmol)의 교반 용액에 첨가하였다. 반응 혼합물을 28℃에서 2시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 물 (20 mL)과 DCM (2 X 25 mL) 사이에 분배하였다. DCM 층을 포화 NaHCO₃ 용액으로 세척하고, 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과 물을 증발시켜 조 3-((테트라히드로-2H-피란-2-일)옥시)프로판-1-올을 무색 오일로서 수득하였다 (4.2g, 26.2 mmol, 73.5% 수율).

[1451]

3-((6-아미노피리딘-2-일)옥시)-2,2-디메틸프로판-1-올의 합성

[1452]

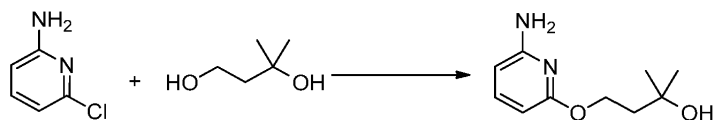


[1453]

2,2-디메틸프로판-1,3-디올 (3.0 g, 28.8 mmol)을 0℃에서 N-메틸-2-피롤리돈 (NMP) (25 mL) 중 NaH (2.304 g, 57.6 mmol)의 교반 용액에 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 30분 동안 교반하였다. 6-클로로피리딘-2-아민 (4.44 g, 34.6 mmol)을 0℃에서 반응 혼합물에 첨가하였다. 반응 혼합물을 100℃에서 16시간 동안 교반하고, 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 빙냉수로 쿨링하고, 에틸 아세테이트 (3X30 mL)로 추출하였다. 유기 층을 물 (30 mL) 및 포화 염수 용액 (30 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. TLC 용리액: 50% EtOAc/헥산, R_f : 0.3, UV 활성. 조 화합물을 칼럼 크로마토그래피에 의해 중성 알루미나를 사용하여 석유 에

테르 중 5% EtOAc로 용리시키면서 정제하여 순수한 3-((6-아미노피리딘-2-일)옥시)-2,2-디메틸프로판-1-올을 회백색 고체로서 수득하였다 (1.5 g, 6.79 mmol, 23.56% 수율). LCMS: (m/z): 197.16 [M+H]⁺.

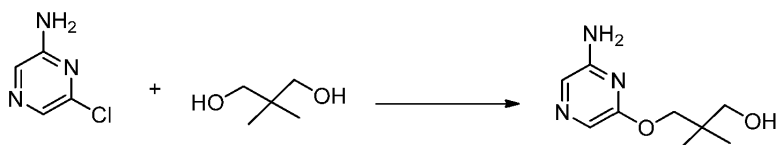
[1454] 4-((6-아미노피리딘-2-일)옥시)-2-메틸부탄-2-올의 합성



[1455]

[1456] 0℃에서 질소 하에 N-메틸-2-피롤리돈 (NMP) (2 mL) 중 NaH (1.167 g, 29.2 mmol)의 교반 현탁액에 0℃에서 N-메틸-2-피롤리돈 (NMP) (2 mL) 중 3-메틸부탄-1,3-디올 (3.04 g, 29.2 mmol)의 용액을 10분 동안 적가하였다. 10분 후, N-메틸-2-피롤리돈 (NMP) (2 mL) 중 6-클로로피리딘-2-아민 (2.5 g, 19.45 mmol)의 용액을 10분 동안 0℃에서 적가하였다. 반응 혼합물을 120℃에서 16시간 동안 가열하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링 하였다. 반응 혼합물을 빙수에 붓고, EtOAc (3X 30 mL)로 추출하고, 유기 용매를 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 진공 하에 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 칼럼 크로마토그래피에 의해 실리카 겔 (100-200 메쉬)을 사용하고, 헥산 중 50-70% EtOAc로 용리시키면서 정제하여 4-((6-아미노피리딘-2-일)옥시)-2-메틸부탄-2-올을 회백색 고체로서 수득하였다 (1.5 g, 7.51 mmol, 38.6% 수율), LCMS (m/z): 197.29 [M+H]⁺.

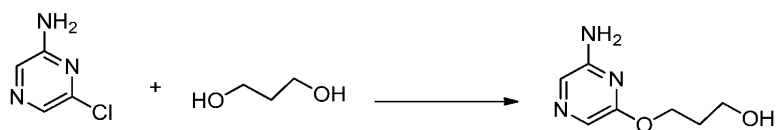
[1457] 3-((6-아미노피라진-2-일)옥시)-2,2-디메틸프로판-1-올의 합성



[1458]

[1459] 0℃에서 질소 하에 1,4-디옥산 (20 mL) 중 NaH (2.316 g, 57.9 mmol)의 교반 현탁액에 0℃에서 1,4-디옥산 (20 mL) 중 2,2-디메틸프로판-1,3-디올 (4.02 g, 38.6 mmol)의 용액을 10분 동안 적가하였다. 10분 후, 1,4-디옥산 (20 mL) 중 6-클로로피라진-2-아민 (5 g, 38.6 mmol)의 용액을 10분 동안 0℃에서 적가하였다. 반응 혼합물을 120℃에서 48시간 동안 가열하였다. TLC는 생성물과 함께 소량의 출발 물질을 나타내었다. 반응 혼합물을 빙냉수 (60 mL)에 붓고, 수성 층을 EtOAc (2 x 100 mL)로 추출하였다. 유기 층을 염수 (50 mL)로 세척하였다. 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피에 의해 100-200 실리카 겔을 사용하고, 용리액 (석유 에테르 중 0-50% EtOAc)으로서 용리시키면서 정제하여 3-((6-아미노피라진-2-일)옥시)-2,2-디메틸프로판-1-올을 수득하였다 (1 g, 4.95 mmol, 12.84% 수율), LCMS (m/z): 198.00 [M+H]⁺.

[1460] 3-((6-아미노피라진-2-일)옥시)프로판-1-올의 합성

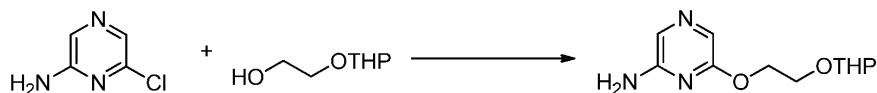


[1461]

[1462] 0℃에서 질소 하에 NMP (2 mL) 중 NaH (1.389 g, 34.7 mmol)의 현탁액에 NMP (2 mL) 중 프로판-1,3-디올 (2.64 g, 34.7 mmol)의 용액을 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 이어서, NMP (6 mL) 중 6-클로로피라진-2-아민 (3 g, 23.16 mmol)의 용액을 0℃에서 한 방울씩 15분에 걸쳐 첨가하고, 140℃에서 16시간 동안 가열하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (50 mL)로 켄칭하고, EtOAc (3x150mL)로 추출하였다. 합한 유기부를 염수로 세척하고, 무수 Na₂SO₄로 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 실리카 겔 칼럼에 첨가하고, (70%) EtOAc/석유 에테르로 용리시켰다. 수집된 분획을 증발시켜 화합물 3-((6-아미노피라진-2-일)옥시)프로판-1-올을 회백색 고체로서 수득하였다 (1.5 g, 8.21 mmol, 35.5% 수율), LCMS (m/z): 170.09 [M+H]⁺.

[1463] 6-(2-((테트라히드로-2H-피란-2-일)옥시)에톡시)피라진-2-아민의 합성

[1464]



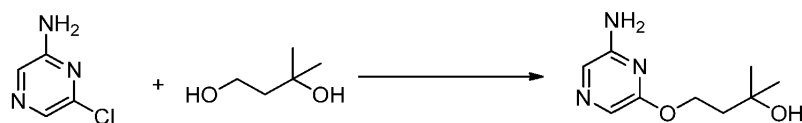
[1465]

NaH (60%) (0.556 g, 23.16 mmol)을 1,4-디옥산 (100 mL) 중 2-((테트라히드로-2H-피란-2-일)옥시)에탄올 (3.39 g, 23.16 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 첨가한 다음, 30분 동안 실온에서 교반하고, 6-클로로피라진-2-아민 (3 g, 23.16 mmol)을 0℃에서 첨가한 다음, 이것을 80℃에서 16시간 동안 유지하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 빙냉수 (50 mL)로 켄칭한 다음, 빙냉수 (20 mLX2)와 에틸 아세테이트 (20 mL x 2) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물 수득한 다음, 이것을 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔 사용, 칼럼을 헥산 중 60% 에틸 아세테이트로 용리시킴)에 의해 정제하여 6-(2-((테트라히드로-2H-피란-2-일)옥시)에톡시)피라진-2-아민을 검 오일로서 수득하였다 (5 g, 20.06 mmol, 87% 수율), LCMS (m/z): 240.13 [M+H]⁺.

[1466]

4-((6-아미노피라진-2-일)옥시)-2-메틸부탄-2-올의 합성

[1467]



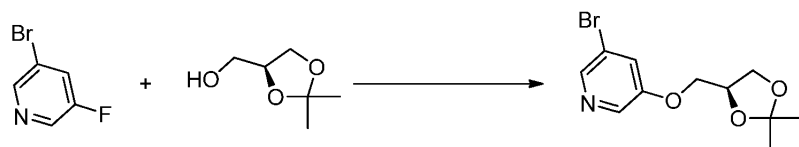
[1468]

0℃에서 질소 하에 1,4-디옥산 (5.00 mL) 중 NaH (0.463 g, 11.58 mmol)의 교반 현탁액에 0℃에서 1,4-디옥산 (5.00 mL) 중 3-메틸부탄-1,3-디올 (1.206 g, 11.58 mmol)의 용액을 10분 동안 적가하였다. 10분 후, 1,4-디옥산 (10.00 mL) 중 6-클로로피라진-2-아민 (1.0 g, 7.72 mmol)의 용액을 10분 동안 0℃에서 적가하였다. 반응 혼합물을 100℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 빙수에 붓고, EtOAc (3X 25 ml)로 추출하고, 유기 용매를 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 진공 하에 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 칼럼 크로마토그래피에 의해 실리카 겔 (100-200 메쉬)을 사용하고, 헥산 중 50-70% EtOAc로 용리시키면서 정제하여 4-((6-아미노피라진-2-일)옥시)-2-메틸부탄-2-올을 갈색 고체로서 수득하였다 (1.0 g, 5.04 mmol, 65.3% 수율), LCMS (m/z): 199.08 [M+H]⁺.

[1469]

(S)-3-브로모-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘의 합성

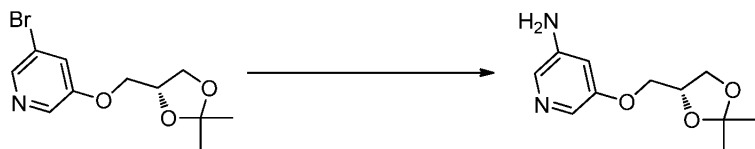
[1470]



[1471]

탄산세슘 (37.0 g, 114 mmol)을 다중구 RB에 녹였다. 이어서, 플라스크를 0℃로 냉각시키고, N-메틸-2-피롤리돈 (NMP) (100 mL)을 3분의 기간에 걸쳐 천천히 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 질소 하에 15분 동안 교반하였다. 이어서, (S)-(2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메탄올 (10 g, 76 mmol)을 0℃에서 5분의 기간에 걸쳐 적가하였다. 이 현탁액을 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 현탁액은 3-브로모-5-플루오로피리딘 (7.62 mL, 73.9 mmol)을 첨가한 후에 연황색 용액으로 변하였다. 생성된 용액을 75℃에서 24시간 동안 교반하였다. 반응 진행을 TLC 헥산 중 40% EtOAc에 의해 모니터링하였다. TLC는 24시간 후에 SM의 소모 및 새로운 스폿의 형성을 나타내었다. 반응물을 실온으로 냉각시키고, 물 (500 mL)로 희석하였다. 수성 층을 에틸 아세테이트 (2X300 mL)로 추출하였다. 유기 층을 염수 (250 mL)로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 갈색 오일을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피에 의해 100-200 메쉬 크기 실리카 겔을 거쳐 정제하였다. 칼럼을 구배 EtOAc/헥산으로 용리시켰다. 목적 화합물을 헥산 중 20% EtOAc로 용리시켰다. 순수한 화합물을 함유하는 화합물 분획을 감압 하에 농축시켜 (S)-3-브로모-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘을 연황색 점성 오일로서 수득하였다 (10 g, 34.0 mmol, 44.9% 수율), LCMS (m/z): 289.99 [M+H]⁺.

[1472] (R)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-3-아민의 합성



[1473]

[1474] (R)-3-브로모-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘 (50g, 174 mmol), 액체 암모니아 (25 mL, 1155 mmol)를 밀봉된 튜브에 녹였다. 이어서, 황산구리(II) (5.54 g, 34.7 mmol)를 0℃에서 첨가하였다. 생성된 청색 용액을 120℃로 2시간 동안 가열하였다. 반응 진행을 TLC DCM 중 10% MeOH에 의해 모니터링하였으며, TLC는 24시간 후에 새로운 스폿의 형성 및 SM의 소모를 나타내었다. 완결된 후, 반응물을 실온으로 냉각시켰다. 반응물을 20% NaOH를 사용하여 pH 10으로 만들고, NaCl로 포화시키고, 에틸 아세테이트 (30 mL* 2)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (20 mL)로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 갈색 고체를 수득하였으며, 이를 디에틸 에테르로 연화처리하고, 4시간 동안 교반한 다음, 여과하여 (R)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-3-아민을 연갈색 고체로서 수득하였다 (35.4 g, 146 mmol, 84% 수율), LCMS (m/z): 225.29 [M+H]⁺.

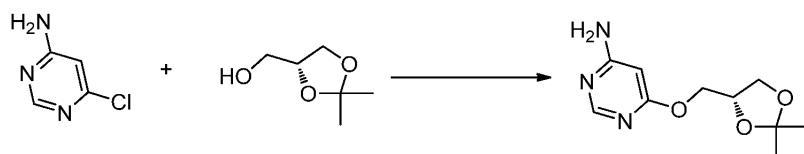
[1475] (S)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-3-아민의 합성



[1476]

[1477] (S)-3-브로모-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘 (10 g, 34.7 mmol), 액체 암모니아 (100 mL, 4621 mmol)를 밀봉된 튜브에 녹였다. 생성된 갈색 용액을 120℃로 24시간 동안 가열하였다. 반응 진행을 TLC DCM 중 10% MeOH에 의해 모니터링하였으며, TLC는 24시간 후에 새로운 스폿의 형성 및 SM의 소모를 나타내었다. 완결된 후, 반응물을 실온으로 냉각시켰다. 반응물을 20% NaOH를 사용하여 pH 10으로 만들고, NaCl로 포화시키고, 에틸 아세테이트 (30 mL* 2)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (20 mL)로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 (S)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-3-아민을 연갈색 고체로서 수득하였다 (6 g, 25.8 mmol, 74.2% 수율), LCMS (m/z): 225.10 [M+H]⁺.

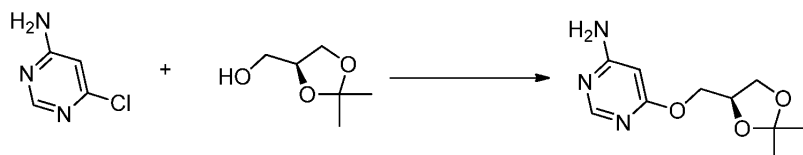
[1478] (R)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-4-아민의 합성



[1479]

[1480] THF (100 mL) 중 NaH (11.35 g, 473 mmol)의 현탁액에 THF (150 mL) 중 (R)-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘 (25 g, 189 mmol)의 용액을 질소 하에 0℃에서 적가하였다. 생성된 현탁액을 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 6-클로로피리미딘-4-아민 (19.61 g, 151 mmol)을 반응 혼합물에 조금씩 실온에서 첨가하고, 생성된 현탁액을 90℃로 48시간 동안 가열하였다. 반응이 완결된 후 (TLC에 의해 모니터링함, 이것은 아주 소량의 출발 물질 및 새로운 스폿이 극성에서 관찰되었음을 나타냄), 반응 혼합물을 빙수 (500 mL)에 붓고, 수성 층을 EtOAc (2 X 1000 mL)로 추출하였다. 합한 유기부를 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 담갈색 고체 (조 물질)를 수득하였다. 조 물질을 실리카 겔 칼럼 (100-200, DCM 중 3%MeOH)에 의해 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 생성물 (R)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-4-아민을 회백색 고체로서 수득하고 (13 g, 53.9 mmol, 28.5% 수율), 또한 불순한 화합물로서 수득하였다 (10 g). LCMS (m/z):226.17 (M+H)⁺.

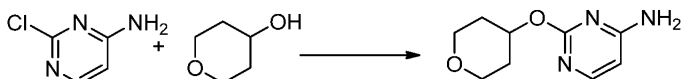
[1481] (S)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-4-아민의 합성



[1482]

[1483] THF (150 mL) 중 NaH (9.08 g, 378 mmol)의 현탁액에 THF (200 mL) 중 (S)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-4-아민 (15.68 g, 121 mmol)을 반응물에 조금씩 실온에서 첨가하고, 생성된 현탁액을 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 6-클로로피리미딘-4-아민 (15.68 g, 121 mmol)을 반응물에 조금씩 실온에서 첨가하고, 생성된 현탁액을 90 °C로 48시간 동안 가열하였다. 반응이 완결된 후 (TLC에 의해 모니터링함, 출발 물질은 완전히 소모되고 새로운 스폿이 극성에서 관찰되었음에 의해 모니터링함), 반응물을 빙수 (200 mL)에 붓고, 에틸 아세테이트 (2X400 mL)로 추출하였다. 합한 유기부를 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 담갈색 고체를 수득하였다. 수득된 고체를 디에틸 에테르 (200 mL) 중에서 30분 동안 교반하고, 여과하고, 진공 하에 건조시켜 (S)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-4-아민을 담갈색 고체로서 수득하였다 (13 g, 57.3 mmol, 37.9% 수율), LCMS (m/z): 225.96 [M+H]⁺.

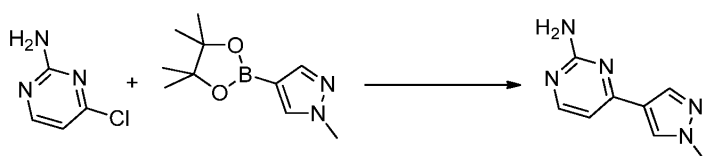
[1484] 2-((테트라히드로-2H-피란-4-일)옥시)피리미딘-4-아민의 합성



[1485]

[1486] 질소 하에 교반하는 테트라히드로푸란 (THF) (500 mL) 중 테트라히드로-2H-피란-4-올 (25g, 245 mmol)의 용액에, 27°C에서 10분 동안 NaH (22.52 g, 563 mmol)를 첨가하고, 1시간 후에 2-클로로피리미딘-4-아민 (22.20 g, 171 mmol)을 27°C에서 첨가하였다. 반응 혼합물을 85°C에서 36시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 SM과 함께 극성 스폿을 나타내었다. 반응물을 200 mL 빙냉수에 붓고, EtOAc (3X200 mL)로 추출하고, 합한 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시키고, (60-120) 실리카 메쉬와 함께 칼럼 크로마토그래피를 사용하여 정제하고, SM을 헥산 중 50% EtOAc로 용리시키고, 목적 화합물을 헥산 중 90% EtOAc로 용리시키고, 합한 화합물 분획을 농축시켜 2-((테트라히드로-2H-피란-4-일)옥시)피리미딘-4-아민을 수득하였다 (9 g, 39.9 mmol, 16.31% 수율), LCMS (m/z): 196.00 [M+H]⁺.

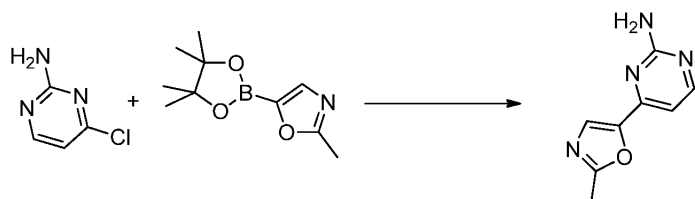
[1487] 4-(1-메틸-1H-피라졸-4-일)피리미딘-2-아민의 합성



[1488]

[1489] 실온에서 교반하는 1,4-디옥산 (20 mL), 물 (5.00 mL) 중 4-클로로피리미딘-2-아민 (800 mg, 6.18 mmol), 고체 1-메틸-4-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보로란-2-일)-1H-피라졸 (1927 mg, 9.26 mmol) 및 K₃PO₄ (3932 mg, 18.53 mmol)의 탈기된 용액에. 이어서, PdCl₂(dppf)-CH₂Cl₂ 부가물 (756 mg, 0.926 mmol)을 첨가하고, 5분 동안 탈기하였다. 이어서, 반응 혼합물을 80°C에서 15시간 30분 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응물을 실온으로 냉각시켰다. 유기 상을 증발시키고, 에틸 아세테이트 (3x 70 mL)로 추출하고, 물 50 mL를 첨가하고, 포화 염수 50 mL로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 진공 하에 증발시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (중성 알루미나, 용리액: 식유 에테르 중 90% EtOAc)에 의해 정제하여 4-(1-메틸-1H-피라졸-4-일)피리미딘-2-아민을 회백색 고체로서 수득하였다 (600 mg, 3.42 mmol, 55.5% 수율), LCMS (m/z): 176.1 [M+H]⁺.

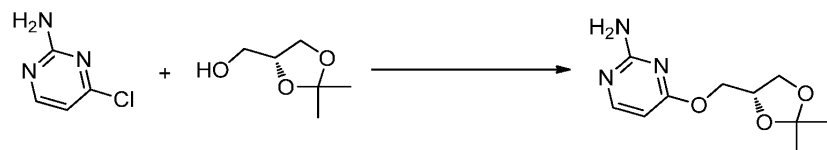
[1490] 4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리미딘-2-아민의 합성



[1491]

[1492] 1,4-디옥산 (20 mL) 및 물 (5 mL) 혼합물 중 4-클로로피리미딘-2-아민 (1.5 g, 11.58 mmol)의 교반 용액에 인산칼륨 (3.69 g, 17.37 mmol) 및 2-메틸-5-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란-2-일)옥사졸 (2.421 g, 11.58 mmol)을 실온에서 첨가하였다. 반응물을 질소로 15분 동안 탈기하고, PdCl₂(dppf)-CH₂Cl₂ 부가물 (0.095 g, 0.116 mmol)을 첨가하고, 생성된 반응물을 80℃에서 16시간 동안 질소 하에 교반하고, 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC는 극성 다중 스폿의 형성 및 SM이 소모되었음을 나타내었다. 반응물을 농축시키고, 물 50 ml 및 DCM 60 ml로 희석하고, 하이-유동 층을 통과시키고, 유기 층을 분리하고, DCM (2X 50 ml)으로 추출하고, 유기 층을 합하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 추출하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 콤비플래쉬 크로마토그래피에 의해 실리카 겔 칼럼 (24 g, 석유 에테르 중 60% EtOAc)을 사용하여 정제하였다. 칼럼을 헥산 중 EtOAc의 구배로 용리시켰다. 목적 화합물을 헥산 중 60% EtOAc로 용리시켰다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 감압 하에 농축시켜 4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리미딘-2-아민을 회백색 고체로서 수득하였다 (1.2 g, 6.66 mmol, 57.5% 수율). LCMS (m/z): 177.11 [M+H]⁺.

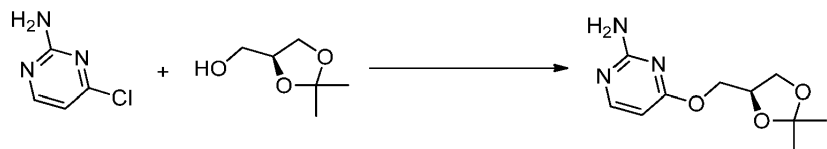
[1493] (R)-4-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-아민의 합성



[1494]

[1495] THF (150 mL) 중 NaH (9.08 g, 378 mmol)의 현탁액에 THF (250 mL) 중 (R)-(2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메탄올 (20 g, 151 mmol)의 용액을 질소 하에 0℃에서 적가하였다. 생성된 현탁액을 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 4-클로로피리미딘-2-아민 (15.68 g, 121 mmol)을 반응 혼합물에 조금씩 실온에서 첨가하고, 생성된 현탁액을 90℃로 48시간 동안 가열하였다. 반응이 완결된 후 (TLC에 의해 모니터링함, 출발 물질이 완전히 소모되고 새로운 스폿이 극성에서 관찰되었음), 반응 혼합물을 빙수 (250 mL)에 붓고, 수성 층을 EtOAc (2 X 300 mL)로 추출하였다. 합한 유기부를 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 연황색 액체 (조 물질)를 수득하였다. 수득된 조 물질을 칼럼 (100-200 실리카 겔)에 의해 0-50% EtOAc-석유 에테르를 사용하여 정제하여 (R)-4-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-아민을 연황색 고체로서 수득하였다 (13 g, 57.0 mmol, 37.7% 수율), LCMS (m/z): 226.20 [M+H]⁺.

[1496] (S)-4-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-아민의 합성

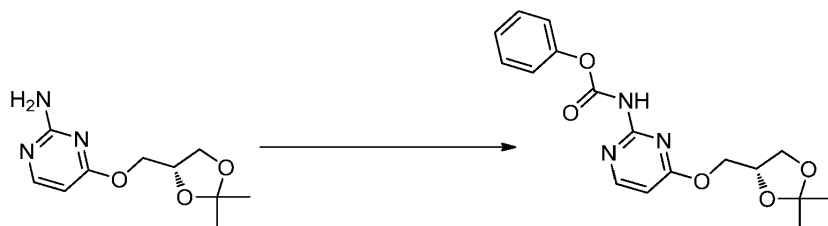


[1497]

[1498] 1,4-디옥산 (200 mL) 중 NaH (8.25 g, 189 mmol)의 현탁액에 1,4-디옥산 (50 mL) 중 (S)-(2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메탄올 (10 g, 76 mmol)의 용액을 질소 하에 0℃에서 적가하였다. 생성된 현탁액을 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 4-클로로피리미딘-2-아민 (7.84 g, 60.5 mmol)을 반응 혼합물에 조금씩 실온에서 첨가하고, 생성된 현탁액을 90℃로 48시간 동안 가열하였다. 반응 혼합물을 28℃로 냉각시키고, 물 (200 mL)과 EtOAc (200 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다 (TLC 용리액: 순수한 에틸 아세테이트 R_f 0.3; UV 활성). 조 화합물을 칼럼 크로마토그래피 (100-200 메쉬 실리카 겔, 헥산 중 60% 에틸 아세테이트로 용리시킴)에 의해 정제하여 (S)-4-((2,2-디메

틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-아민을 연황색 고체로서 수득하였다 (8.0 g, 35.4 mmol, 46.8% 수율), LCMS (m/z) 226.30 ($M+H$)⁺.

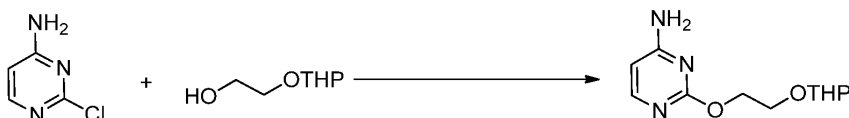
[1499] (R)-페닐 (4-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)카르바메이트의 합성



[1500]

[1501] 실온에서 질소 하에 교반하는 디클로로메탄 (DCM) (50 mL) 중 페닐 카르보노클로리데이트 (2.71 g, 17.31 mmol) 및 피리딘 (1.724 mL, 21.31 mmol)의 용액에 (R)-4-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-아민 (3.0 g, 13.32 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 28℃에서 2시간 동안 교반하였다. 반응물을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 물 (75mL)로 희석하고, DCM (2 X 75 mL)으로 추출하였다. 유기 층을 분리하고, Na₂SO₄로 건조시키고, 여과하고, 고진공 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물에 디에틸 에테르 및 헵탄 (3:1)의 혼합물을 첨가하고, 10분 동안 교반하고, 여과하여 (R)-페닐 (4-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)카르바메이트의 화합물을 수득하였다 (2.5 g, 2.375 mmol, 17.83% 수율), LCMS (m/z): 346.21 [$M+H$]⁺.

[1502] 2-(2-((테트라히드로-2H-피란-2-일)옥시)에톡시)피리미딘-4-아민의 합성



[1503]

[1504] NaH (0.741 g, 30.9 mmol)를 1,4-디옥산 (120 mL) 중 2-((테트라히드로-2H-피란-2-일)옥시)에탄올 (4.51 g, 30.9 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 첨가한 다음, 30분 동안 실온에서 교반하고, 2-클로로피리미딘-4-아민 (4g, 30.9 mmol)을 0℃에서 첨가한 다음, 이것을 80℃에서 16시간 동안 유지하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 빙냉수 (50 mL)로 켄칭한 다음, 빙냉수 (50 mLX2)와 에틸 아세테이트 (50 mL x 2) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득한 다음, 이것을 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔 사용, 칼럼을 헥산 중 60% 에틸 아세테이트로 용리시킴)에 의해 정제하여 2-(2-((테트라히드로-2H-피란-2-일)옥시)에톡시)피리미딘-4-아민을 검 오일로서 수득하였다 (4 g, 16.05 mmol, 52.0% 수율), LCMS (m/z): 239.9 [$M+H$]⁺.

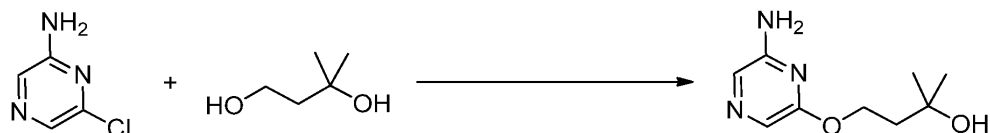
[1505] 3-((4-아미노피리미딘-2-일)옥시)-2,2-디메틸프로판-1-올의 합성



[1506]

[1507] 0℃에서 질소 하에 테트라히드로푸란 (THF) (20 mL) 중 NaH (2.316 g, 57.9 mmol)의 교반 현탁액에 0℃에서 테트라히드로푸란 (THF) (20 mL) 중 2,2-디메틸프로판-1,3-디올 (4.02 g, 38.6 mmol)의 용액을 10분 동안 적가하였다. 10분 후, 테트라히드로푸란 (THF) (20 mL) 중 2-클로로피리미딘-4-아민 (5 g, 38.6 mmol)의 용액을 10분 동안 0℃에서 적가하였다. 반응 혼합물을 120℃에서 16시간 동안 가열하였다. TLC는 생성물과 함께 소량의 출발 물질을 나타내었다. 반응 혼합물을 빙냉수 (60 mL)에 붓고, 수성 층을 EtOAc (2 x 100 mL)로 추출하였다. 유기 층을 염수 (50 mL)로 세척하였다. 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피에 의해 100-200 실리카 겔을 사용하여 용리액 (석유 에테르 중 0-50% EtOAc)으로 용리시키면서 3-((4-아미노피리미딘-2-일)옥시)-2,2-디메틸프로판-1-올을 수득하였다 (800 mg, 4.04 mmol, 10.47% 수율), LCMS (m/z): 198.09 [$M+H$]⁺.

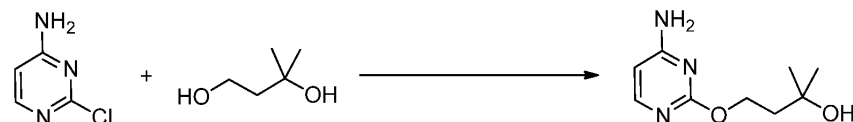
[1508] 4-((6-아미노피라진-2-일)옥시)-2-메틸부탄-2-올의 합성



[1509]

[1510] 0℃에서 질소 하에 1,4-디옥산 (5.00 mL) 중 NaH (0.463 g, 11.58 mmol)의 교반 현탁액에 1,4-디옥산 (5.00 mL) 중 3-메틸부탄-1,3-디올 (1.206 g, 11.58 mmol)의 용액을 0℃에서 10분 동안 적가하였다. 10분 후, 1,4-디옥산 (10.00 mL) 중 6-클로로피라진-2-아민 (1.0 g, 7.72 mmol)의 용액을 10분 동안 0℃에서 적가하였다. 반응 혼합물을 100℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 빙수에 붓고, EtOAc (3X 25 ml)로 추출하고, 유기 용매를 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 진공 하에 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 칼럼 크로마토그래피에 의해 실리카 겔 (100-200 메쉬)을 사용하고, 헥산 중 50-70% EtOAc로 용리시키면서 4-((6-아미노피라진-2-일)옥시)-2-메틸부탄-2-올을 갈색 고체로서 수득하였다 (1.0 g, 5.04 mmol, 65.3% 수율), LCMS (m/z): 199.08 [M+H]⁺.

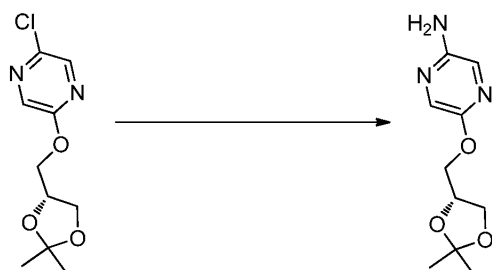
[1511] 4-((4-아미노피리미딘-2-일)옥시)-2-메틸부탄-2-올의 합성



[1512]

[1513] 0℃에서 질소 하에 1,4-디옥산 (100 mL) 중 NaH (1.698 g, 42.5 mmol)의 교반 현탁액에 0℃에서 1,4-디옥산 (50 mL) 중 3-메틸부탄-1,3-디올 (4.42 g, 42.5 mmol)의 용액을 15분 동안 적가하였다. 10분 후, 2-클로로피리미딘-4-아민 (5.00 g, 38.6 mmol)을 조금씩 15분 동안 0℃에서 첨가하였다. 반응 혼합물을 100℃에서 16시간 동안 가열하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 빙수에 붓고, 농축시켜 점착성 물질을 조 물질로서 수득하였다. 조 물질을 칼럼 크로마토그래피에 의해 실리카 겔 (60-120 메쉬)을 사용하여 정제하고, 헥산 중 50-70% EtOAc로 용리시키면서 4-((4-아미노피리미딘-2-일)옥시)-2-메틸부탄-2-올을 회백색 고체로서 수득하였다 (6.3 g, 29.6 mmol, 77% 수율), LCMS (m/z): 198.30 [M+H]⁺.

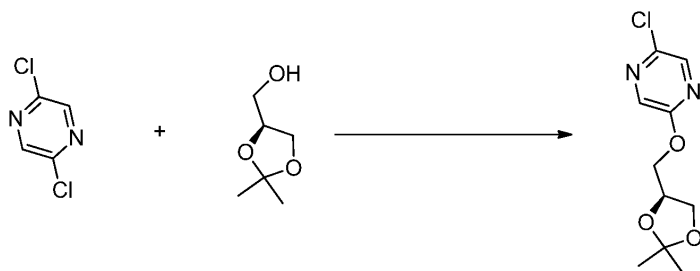
[1514] (R)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-아민의 합성



[1515]

[1516] 테트라히드로푸란 (THF) (20 mL) 중 (R)-2-클로로-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진 (12 g, 49.0 mmol)의 교반 용액에 밀봉된 튜브 중에서 수산화암모늄 (300 mL, 1926 mmol) 및 황산구리(II) (1.566 g, 9.81 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 120℃에서 18시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였으며, TLC는 미반응 SM과 함께 극성 스폿의 형성을 나타낸다. 반응 혼합물을 물 (300 mL)로 희석하고, EtOAc(3x 200mL)로 추출하고, 유기 층을 합하고, 물 (100 mL), 염수 용액 (100 mL)으로 세척하고, 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 (R)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-아민을 황색 유성 조 화합물로서 수득하였다 (10 g, 3.97 mmol, 8.09% 수율), LCMS (m/z): 226.13 (M+H)⁺.

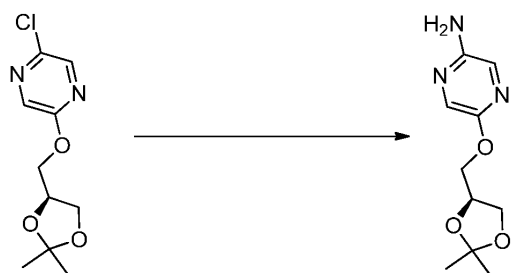
[1517] (S)-2-클로로-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진의 합성



[1518]

[1519] 0℃에서 질소 하에 교반하는 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (50 mL) 중 (S)-2-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진 (8.87 g, 67.1 mmol)의 현탁액에 탄산세슘 (32.8 g, 101 mmol)을 첨가하고, 생성된 반응 혼합물을 0℃에서 1시간 동안 교반하였다. 이에 2,5-디클로로피라진 (10 g, 67.1 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 100℃에서 6시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 출발 물질이 소모되어 0.3 R_f의 새로운 극성 스폿을 형성하였음을 나타내었다. 반응물을 실온으로 냉각시키고, 물(100mL)을 첨가하고, 에틸 아세테이트(100mL)로 추출하였다. 유기 층을 물(100mLX2)로 세척하였다. 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 물질을 담갈색 액체로서 수득하였다. 조 생성물을 실리카 겔 (60-120) 칼럼에 첨가하고, Hex/EtOAc로 용리시켰다. 수집된 분획: 헥산 중 30% EtOAc로 생성물을 용리시켰다. 생성물 분획을 농축시켜 (S)-2-클로로-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진을 담갈색 액체로서 수득하였다 (12 g, 47.7 mmol, 71.0% 수율), LCMS (m/z): 244.90 [M+H]⁺.

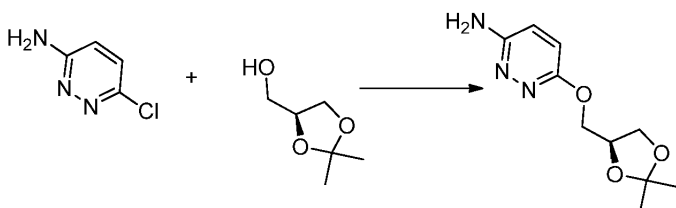
[1520] (S)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-아민의 합성



[1521]

[1522] 실온에서 교반하는 테트라히드로푸란 (THF) (10 mL) 중 (S)-2-클로로-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진 (10 g, 40.9 mmol)의 용액에 실온에서 수산화암모늄 (63.7 mL, 409 mmol) 및 황산구리(II) (3.26 g, 20.44 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 밀봉된 튜브 중에서 130℃에서 2일 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 출발 물질이 소모되었음을 나타내었다. 반응물을 실온으로 냉각시키고, 물(100mL)로 희석하고, 에틸 아세테이트 (250mLX2)로 추출하였다. 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 갈색 점착성 화합물로서 수득하였다. 조 생성물을 실리카 겔 칼럼에 첨가하고, DCM/EtOAc로 용리시켰다. 수집된 분획: 석유 에테르 중 50% EtOAc로 생성물을 용리시켰다. 생성물 분획을 농축시켜 (S)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-아민을 담갈색 고체로서 수득하였다 (2 g, 8.77 mmol, 21.46% 수율)(N35119-51-A2). NMR: CDCl₃ 중에서 일치, LCMS (m/z): 226.09 [M+H]⁺.

[1523] (S)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리다진-3-아민의 합성

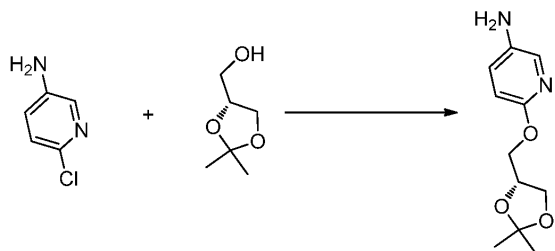


[1524]

[1525] 1,4-디옥산 (300 mL) 중 KOtBu (12.99 g, 116 mmol)의 현탁액에 20 mL 중 (S)-2-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-

일)메탄올 (4.08 g, 30.9 mmol)의 용액을 질소 하에 0℃에서 적가하였다. 생성된 현탁액을 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 6-클로로피리다진-3-아민 (5 g, 38.6 mmol)을 반응 혼합물에 조금씩 실온에서 첨가하고, 생성된 현탁액을 110℃로 16시간 동안 가열하였다. 반응이 완결된 후 (TLC에 의해 모니터링함, 이것은 아주 소량의 출발 물질 및 새로운 스폿이 극성에서 관찰되었음을 나타냄), 반응 혼합물을 빙수 (50 mL)에 붓고, 수성 층을 EtOAc (2 X 50 mL)로 추출하였다. 합한 유기부를 Na₂SO₄ 상에서 건조시켰다. LCMS (m/z): 226.19 [M+H]⁺.

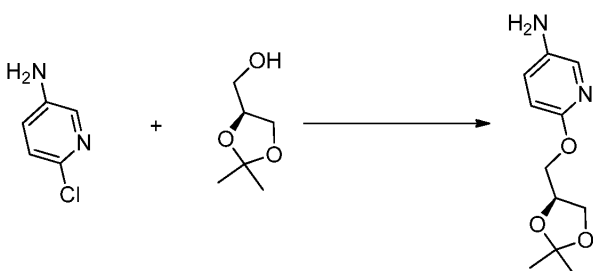
[1526] (R)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-3-아민의 합성



[1527]

[1528] (R)-(2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메탄올 (27.8 g, 210 mmol)을 NMP (200 mL) 중 KOtBu (45.8 g, 408 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 첨가한 다음, 실온에서 1시간 동안 교반하고, 0℃로 냉각시키고, 6-클로로피리딘-3-아민 (15 g, 117 mmol)을 첨가하고, 110℃로 144시간 동안 가열하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (500 mLX2)과 EtOAc (200 mL x 4) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하고, 칼럼 크로마토그래피(100-200 실리카 겔 사용, 칼럼을 헥산 중 50% 에틸 아세테이트로 용리시킴)에 의해 정제하여 (R)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-3-아민을 갈색 오일로서 수득하였다 (8 g, 35.1 mmol, 30.1% 수율), LCMS (m/z): 225.16 [M+H]⁺.

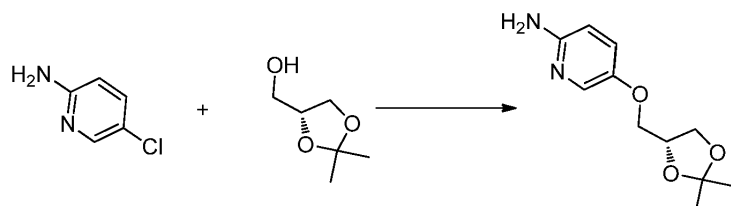
[1529] (S)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-3-아민의 합성



[1530]

[1531] (S)-(2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메탄올 (18.50 g, 140 mmol)을 NMP (600 mL) 중 KOtBu (30.5 g, 272 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 첨가한 다음, 실온에서 1시간 동안 교반하고, 0℃로 냉각시키고, 6-클로로피리딘-3-아민 (10.0 g, 78 mmol)을 첨가하고, 110℃로 88시간 동안 가열하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (50 mLX2)과 EtOAc (100 mL x 2) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 검으로서 수득하였다 (TLC: 용리액: 100% 에틸 아세테이트, R_f 0.5; UV 활성:). 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카-겔: 100-200 메쉬)에 의해 정제하고, 헥산 50% EtOAc로 용리시키면서 (S)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-3-아민을 암색 점착성 물질로서 수득하였다 (10.0 g, 41.7 mmol, 53.6% 수율), LCMS (m/z) 225.0 (M+H)⁺.

[1532] (R)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-아민의 합성

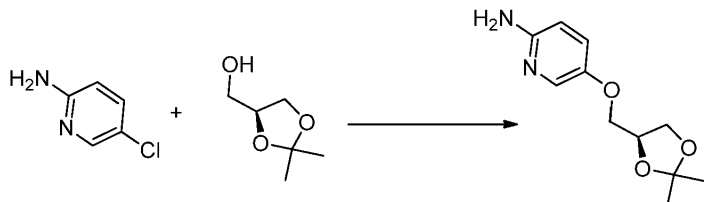


[1533]

[1534] (R)-(2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메탄올 (30.7 g, 232 mmol)을 NMP (800 mL) 중 KOtBu (70.1 g, 624 mmol)

의 교반 용액에 0℃에서 첨가한 다음, 실온에서 1시간 동안 교반하고, 0℃로 냉각시킨 다음, 5-플루오로피리딘-2-아민 (20 g, 178 mmol)을 첨가하고, 110℃로 114시간 동안 가열하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (500 mLX2)과 EtOAc (500 mL x 4) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득한 다음, 이것을 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔 사용, 칼럼을 헥산 중 80% 에틸 아세테이트로 용리시킴)에 의해 정제하여 (R)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-아민을 갈색 오일로서 수득하였다 (10 g, 40.1 mmol, 22.50% 수율), LCMS: 225.0 (M+H).

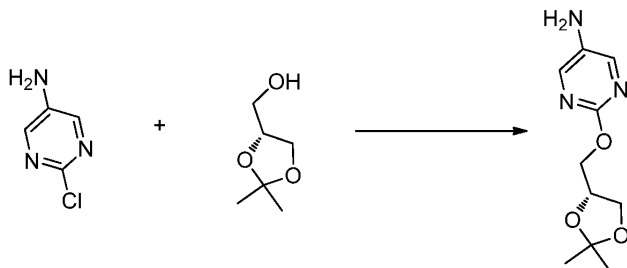
[1535] (S)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-아민의 합성



[1536]

[1537] NaH (12.84 g, 268 mmol)를 디메틸 술폰 (DMSO) (100 mL) 중 (S)-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메탄올 (31.8 g, 241 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 첨가한 다음, 실온에서 1시간 동안 교반하고, 0℃로 냉각시키고, 5-플루오로피리딘-2-아민 (15.0 g, 134 mmol)을 첨가하고, 110℃로 60시간 동안 가열하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (50 mL)과 EtOAc (100 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하고 (TLC: 용리액: 100% 에틸 아세테이트, R_f 0.5; UV 활성), 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카-겔: 100-200 메쉬)에 의해 정제하고, 헥산 중 50% EtOAc로 용리시키면서 (S)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-아민을 연황색 점착성 화합물로서 수득하였다 (7.2 g, 32.1 mmol, 23.99% 수율), LCMS (m/z): 225.1 (M+H)⁺.

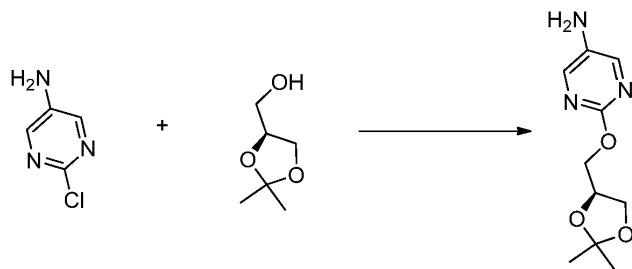
[1538] (R)-2-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-5-아민의 합성



[1539]

[1540] 테트라히드로푸란 (75 mL)을 NaH (5.56 g, 232 mmol)에 0℃에서 첨가하고, 테트라히드로푸란 (50 mL) 중 (R)-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메탄올 (12.46 mL, 100 mmol)을 반응 혼합물에 0℃에서 첨가하고, 반응 혼합물을 28℃에서 1시간 동안 교반하였다. 테트라히드로푸란 (25 mL) 중 2-클로로피리미딘-5-아민 (10 g, 77 mmol)을 첨가하고, 70℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 냉수 (30 mL)로 퀀칭하고, 에틸 아세테이트 (3 x 80 mL)로 추출하였다. 유기 층을 물 (2 X 50 mL) 및 포화 염수 용액 (50 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켰다. 조 화합물을 칼럼 크로마토그래피 (중성 알루미나)에 의해 정제하고, 생성물을 헥산 중 40-45% 에틸 아세테이트로 용리시켜 (R)-2-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-5-아민을 연황색 고체로서 수득하였다 (6.5 g, 28.3 mmol, 36.6% 수율), LCMS (m/z): 226.0 [M+H]⁺.

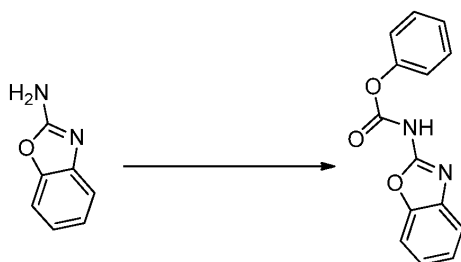
[1541] (S)-2-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-5-아민의 합성



[1542]

[1543] THF (100 ml) 중 NaH (6.17 g, 154 mmol)의 현탁액에 THF (50 ml) 중 (S)-2-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메탄올 (13.26 g, 100 mmol)을 0℃에서 첨가하고, 반응 혼합물을 25℃에서 1시간 동안 교반하였다. 이에 THF (50 ml) 중 2-클로로피리미딘-5-아민 (10 g, 77 mmol)을 0℃에서 첨가하고, 80℃로 천천히 가열하고, 80℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응이 완결된 후, 반응 혼합물을 염화암모늄 (10 ml)으로 켄칭하고, 에틸 아세테이트 (3x20 ml)로 추출하였다. 유기 층을 분리하고, 염수로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 이것을 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 이 조 물질을 디에틸 에테르로 연화처리하여 (S)-2-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-5-아민을 갈색 고체로서 수득하였다 (5.0 g, 19.77 mmol, 25.6% 수율), LCMS (m/z): 226.1 [M+H]⁺.

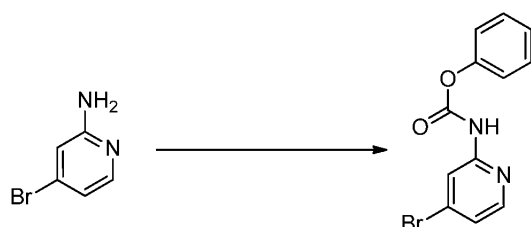
[1544] 페닐 벤조[d]옥사졸-2-일카르바메이트의 합성



[1545]

[1546] 실온에서 질소 하에 교반하는 디클로로메탄 (DCM) (15 mL) 중 피리딘 (0.965 mL, 11.93 mmol), 페닐 카르보노클로리데이트 (1.517 g, 9.69 mmol)의 용액에 벤조[d]옥사졸-2-아민 (1 g, 7.46 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 30℃에서 3시간 동안 교반하였다. 반응물을 TLC에 의해 모니터링하였다. 반응 혼합물을 물(20 mL), 디클로로메탄 (2 X 50 mL)으로 희석하고, 유기 층을 분리하였다. 유기 층을 포화 염수 용액 (25 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켰다. 조 물질을 헥산 중 50%에테르로 연화처리하고, 분석에 적용하였다, LCMS (m/z): 255.19 [M+H]⁺.

[1547] 페닐 (4-브로모피리딘-2-일)카르바메이트의 합성

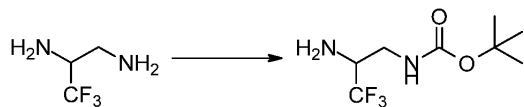


[1548]

[1549] DCM (40 mL) 중 페닐 카르보노클로리데이트 (4.98 g, 31.8 mmol) 및 Py (3.04 mL, 37.6 mmol)의 혼합물에 DCM (30 mL) 중 4-브로모피리딘-2-아민 (5 g, 28.9 mmol)의 용액을 실온에서 적가하였다. 생성된 용액을 실온에서 2시간 동안 교반하였다. 반응이 완결된 후 (TLC에 의해 모니터링함, 출발 물질은 완전히 소모되고 새로운 스팟이 SM의 바로 위에 관찰되었음), 포화 중탄산나트륨 용액 (60 mL)을 반응물에 첨가하고, 수성 층을 DCM (2 x 70 mL)으로 추출하였다. 합한 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 회백색 고체를 수득하였다. 수득된 고체를 석유 에테르 (50 mL) 중에서 교반하고, 여과하고, 건조시켜 페닐 (4-브로모피리딘

-2-일)카르바메이트를 백색 고체로서 수득하였다 (4 g, 6.66 mmol, 23.03% 수율), LCMS (m/z): 293.2 (M+H)⁺.

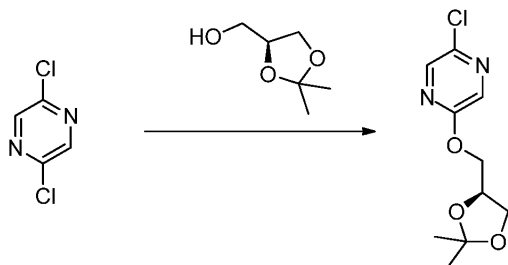
[1550] tert-부틸 (2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)카르바메이트의 합성



[1551]

[1552] 실온에서 질소 하에 교반하는 디클로로메탄 (DCM) (60 mL) 중 3,3,3-트리플루오로프로판-1,2-디아민 디히드로클로라이드 (1 g, 4.97 mmol), DIPEA (2.61 mL, 14.92 mmol)의 용액에 디클로로메탄 (DCM) (10 mL) 중 Boc₂O (0.924 mL, 3.98 mmol)의 용액을 실온에서 적가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 3시간 동안 교반하였다. 반응의 진행을 TLC에 의해 모니터링하였다. TLC는 비-극성 스폿의 형성 및 SM의 완전한 소모를 나타내었다. 반응 혼합물을 냉수 (50 mL)로 희석하고, DCM (2 x 30 mL)으로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (10 mL)로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 tert-부틸 (2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)카르바메이트를 무색 오일로서 수득하였다 (800 mg, 3.51 mmol, 70.5% 수율).

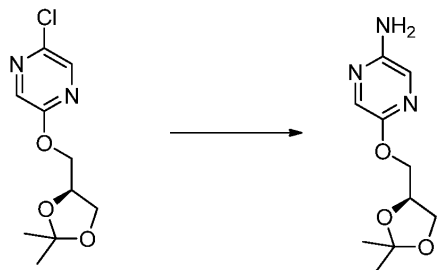
[1553] (S)-2-클로로-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일) 메틸) 피라진의 합성



[1554]

[1555] DMF (1000 mL) 중 탄산세슘 (492 g, 1510 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 (S)-2-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일) 메탄올 (133 g, 1007 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 30분 동안 교반하였다. 이어서, DMF (500 mL) 중 2,5-디클로로피라진 (150 g, 1007 mmol)의 용액을 0℃에서 첨가하고, 생성된 반응 혼합물을 100℃에서 4시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 석유 에테르 중 20% 에틸 아세테이트, R_f: 0.5, UV 활성). 반응 혼합물을 빙냉수 (500 mL)로 희석하고, EtOAc (3 x 300 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (2 x 200 mL) 및 염수 용액 (100 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔: 100-200 메쉬, 용리액: 헥산 중 10% EtOAc)에 의해 정제하여 목적 생성물 (S)-2-클로로-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일) 메톡시) 피라진을 황색 액체로서 수득하였다 (200 g, 768 mmol, 76% 수율). LCMS (m/z): 245.1 [M+H]⁺.

[1556] (S)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-아민의 합성

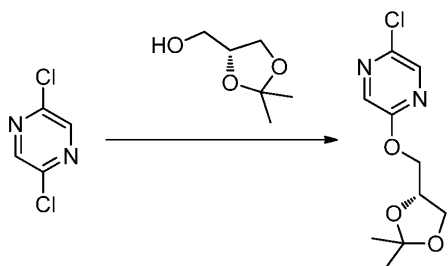


[1557]

[1558] THF (30 mL) 중 (S)-2-클로로-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진 (120 g, 490 mmol)의 교반 용액에 밀봉된 튜브 중에서 수산화암모늄 (1000 mL, 6420 mmol) 및 황산구리(II) (15.66 g, 98 mmol)를 첨가하고, 생성된 반응 혼합물을 120℃에서 48시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 석유 에테르 중 50% 에틸 아세테이트, R_f: 0.4, UV 활성). 반응 혼합물을 물 (300 mL)로 희석하고, EtOAc (3x 500 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (200 mL) 및 염수 용액 (200 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 메쉬 실리카겔 사

용, 화합물을 헥산 중 40% EtOAc로 용리시킴)에 의해 정제하여 목적 생성물 (S)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-아민을 황색 결정 고체로서 수득하였다 (65 g, 280 mmol, 57.2% 수율). LCMS (m/z): 226.13 [M+H]⁺.

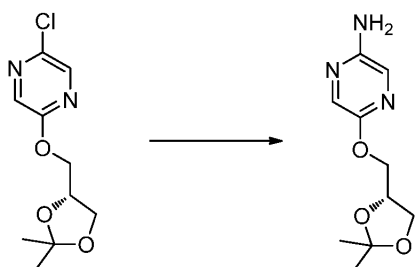
[1559] (R)-2-클로로-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일) 메톡시)피라진의 합성



[1560]

[1561] DMF (100 mL) 중 탄산세슘 (32.8 g, 101 mmol)의 교반 현탁액에 (R)-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일) 메탄올 (8.87 g, 67.1 mmol)을 0℃에서 첨가하고, 실온에서 30분 동안 교반하였다. 이어서, 2,5-디클로로피라진 (10 g, 67.1 mmol)을 첨가하고, 생성된 반응 혼합물을 100℃에서 4시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 헥산 중 20% 에틸 아세테이트, R_f: 0.5, UV 활성). 반응 혼합물을 빙냉수 (200 mL)로 희석하고, EtOAc (3 x 100 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (2x50 mL) 및 염수 용액 (50 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 (R)-2-클로로-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진을 황색 유성 화합물로서 수득하였다 (12 g, 43.8 mmol, 65.3% 수율). LCMS (m/z): 244.99 [M+H]⁺.

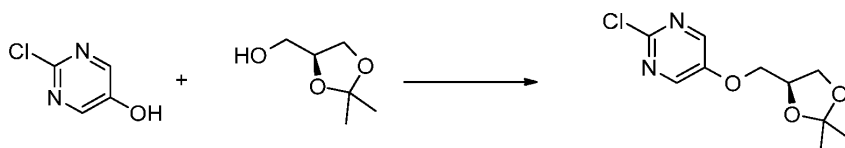
[1562] (R)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일) 메톡시) 피라진-2-아민의 합성



[1563]

[1564] 테트라히드로푸란 (10 mL) 중 (R)-2-클로로-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진 (8 g, 32.7 mmol)의 교반 용액에 밀봉된 튜브 중에서 수산화암모늄 (400 mL, 2568 mmol) 및 황산구리(II) (1.044 g, 6.54 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 120℃에서 48시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 헥산 중 50% 에틸 아세테이트, R_f: 0.4, UV 활성). 반응 혼합물을 물 (200 mL)로 희석하고, EtOAc (3x 50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (50 mL), 염수 용액 (50 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 메쉬 실리카겔 사용, 화합물을 헥산 중 40% EtOAc로 용리시킴)에 의해 정제하고, 순수한 분획을 수집하고, 감압 하에 농축시켜 (R)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-아민을 황색 결정 고체로서 수득하였다 (2 g, 8.65 mmol, 26.4% 수율). LCMS (m/z): 226.10 [M+H]⁺.

[1565] (S)-2-클로로-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘의 합성

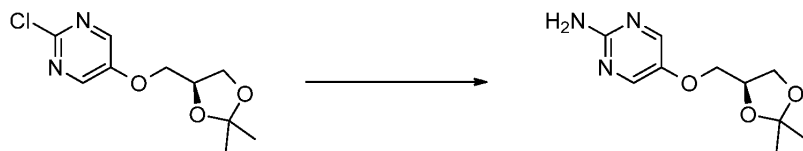


[1566]

[1567] 0℃에서 THF (100 mL) 중 2-클로로피리미딘-5-올 (13 g, 100 mmol)의 교반 용액에 (S)-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메탄올 (13.16 g, 100 mmol), 트리페닐포스핀 (32.7 g, 124 mmol)에 이어서 DEAD (19.71 mL, 124 mmol)를 첨가하고, 반응을 실온에서 4시간 동안 교반하였다 (TLC 용리 시스템: 석유 에테르 중 30% EtOAc; R_f-

0.5; UV 활성). 반응 혼합물을 물 (50 mL)로 켄칭하고, EtOAc (2x75 mL)로 추출하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 크로마토그래피 (실리카겔, 용리액: 헥산 중 20% EtOAc)에 의해 정제하여 (S)-2-클로로-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘을 회백색 고체로서 수득하였다 (20g, 79 mmol, 79% 수율). LCMS (m/z): 245.10; [M+H]⁺.

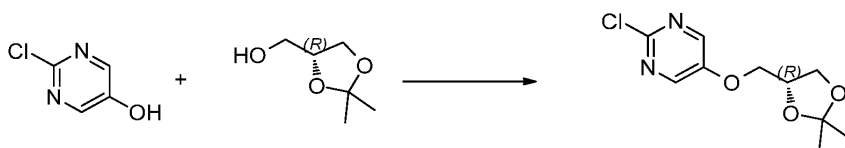
[1568] (S)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-아민의 합성



[1569]

[1570] 밀봉된 튜브에 들은 (S)-2-클로로-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘 (10 g, 40.9 mmol) 및 수성 암모니아 (66.3 mL, 1226 mmol)의 혼합물을 120°C에서 24시간 동안 가열하였다 (TLC 용리 시스템: 100% EtOAc; R_f-0.2; UV 활성). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (50 mL)로 켄칭하고, EtOAc (2x75 mL)로 추출하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 생성물을 회색 고체로서 수득하였다. 조 화합물을 n-펜탄 (50 mL)으로 연화처리하여 (S)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-아민을 회백색 고체로서 수득하였다 (6.6g, 28.6 mmol, 70.0% 수율). LCMS (m/z): 226.17; [M+H]⁺.

[1571] (R)-2-클로로-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘의 합성



[1572]

[1573] 0°C에서 THF (100 mL) 중 2-클로로피리미딘-5-올 (20 g, 153 mmol)의 교반 용액에 (R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메탄올 (24.30 g, 184 mmol), 트리페닐포스핀 (50.2 g, 192 mmol)에 이어서 DEAD (30.3 mL, 192 mmol)를 첨가하고, 반응물을 실온에서 12시간 동안 교반하였다 (TLC 용리 시스템: 석유 에테르 중 70% EtOAc; R_f-0.5; UV 활성). 반응 혼합물을 물 (100 mL)로 켄칭하고, EtOAc (200 mL)로 추출하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 크로마토그래피 (실리카겔, 용리액: 헥산 중 35% EtOAc)에 의해 정제하여 (R)-2-클로로-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘을 백색 고체로서 수득하였다 (23 g, 91 mmol, 59.5% 수율). LCMS (m/z): 245.06; [M+H]⁺.

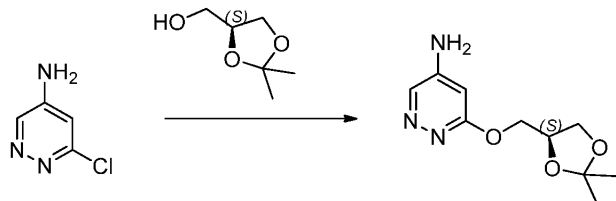
[1574] (R)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-아민의 합성



[1575]

[1576] 밀봉된 튜브에 들은 (R)-2-클로로-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘 (5 g, 20.44 mmol) 및 수성 암모니아 (50 mL, 924 mmol)의 혼합물을 48시간 동안 120°C로 가열하였다 (TLC 용리 시스템: 100% EtOAc; R_f-0.2; UV 활성). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (50 mL)로 켄칭하고, DCM (2x75 mL)으로 추출하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 (R)-5-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-아민을 연황색 고체로서 수득하였다 (2.7 g, 11.5 mmol, 57.5% 수율). LCMS (m/z): 226.02; [M+H]⁺.

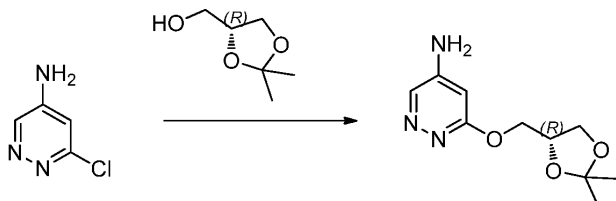
[1577] (S)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리다진-4-아민의 합성



[1578]

[1579] 1,4-디옥산 (50 mL) 중 포타슘 tert-부톡시드 (3.90 g, 34.7 mmol)의 교반 현탁액에 0℃에서 (S)-(2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메탄올 (2.75 g, 20.84 mmol)의 혼합물을 첨가하고, 반응 혼합물을 25℃에서 1시간 동안 질소 분위기 하에 교반하였다. 이어서, 6-클로로피리다진-4-아민 (1.5 g, 11.58 mmol)을 반응 혼합물에 첨가하고, 생성된 반응 혼합물을 110℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 순수한 에틸 아세테이트, R_f : 0.3). 반응 혼합물을 빙냉수 (40 mL)에 붓고, EtOAc (2x80 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (50 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (중성 알루미나, 용리액: 석유 에테르 중 65% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하여 목적 생성물 (S)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리다진-4-아민을 백색 고체로서 수득하였다 (1.0 g, 4.28 mmol, 37.0% 수율). LCMS (m/z): 226.20 $[\text{M}+\text{H}]^+$.

[1580] (R)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리다진-4-아민의 합성



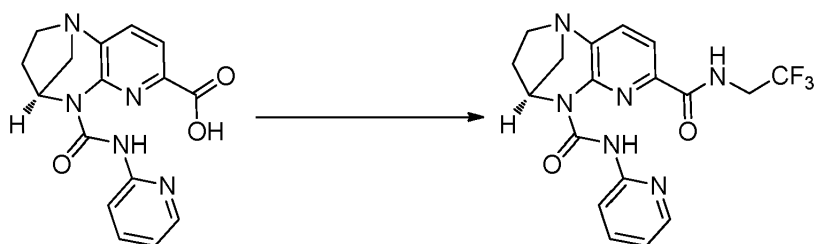
[1581]

[1582] 1,4-디옥산 (50 mL) 중 포타슘 tert-부톡시드 (7.80 g, 69.5 mmol)의 교반 현탁액에 0℃에서 (R)-(2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메탄올 (5.20 mL, 41.7 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 질소 분위기 하에 25℃에서 1시간 동안 교반하였다. 이어서, 6-클로로피리다진-4-아민 (3 g, 23.16 mmol)을 반응 혼합물에 첨가하고, 생성된 반응 혼합물을 110℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 에틸 아세테이트, R_f : 0.3). 반응 혼합물을 빙냉수 (40 mL)에 붓고, EtOAc (2x80 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (50 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (중성 알루미나, 용리액: 석유 에테르 중 65% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하여 목적 생성물 (R)-6-((2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리다진-4-아민을 회백색 고체로서 수득하였다 (2.2 g, 9.66 mmol, 41.7% 수율). LCMS (m/z): 226.05 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.00분.

[1583] 화합물 실시예

[1584] 실시예 1

[1585] (4S)-7-(3,3-디플루오로피롤리딘-1-카르보닐)-N-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1, 4-메타노피리도 [2, 3-b] [1, 4] 디아제핀-5(2H)-카르복사미드의 합성



[1586]

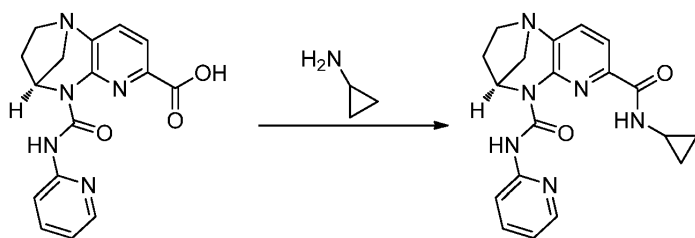
[1587] N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (5 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리

도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (200 mg, 0.615 mmol)의 교반 용액에 HATU (351 mg, 0.922 mmol) 및 DIPEA (0.215 mL, 1.230 mmol)를 첨가하였다. 이어서, 2,2,2-트리플루오로에탄아민 (122 mg, 1.230 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 물 30 ml로 희석하고, EtOAc (2x15 ml)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물 (150 mg)을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카-겔: 100-200 메쉬)에 의해 정제하여 (4S)-7-(3,3-디플루오로피롤리딘-1-카르보닐)-N-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1, 4-메타노피리도 [2, 3-b] [1, 4] 디아제핀-5(2H)-카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (90 mg, 0.221 mmol, 36% 수율), (TLC: R_f 값: 0.25, 순수한 에틸 아세테이트), LCMS (m/z): 407.2 $[M+H]^+$.

[1588] ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.38 (s, 1 H), 8.68 (t, $J=6.69$ Hz, 1 H), 8.32 - 8.37 (m, 1 H), 8.00 (dt, $J=8.33, 0.99$ Hz, 1 H), 7.85 (td, $J=7.84, 1.86$ Hz, 1 H), 7.72 - 7.78 (m, 2 H), 7.12 (ddd, $J=7.34, 4.93, 1.10$ Hz, 1 H), 5.42 (dd, $J=5.92, 3.07$ Hz, 1 H), 4.35 - 4.25 (m, 2 H), 3.24 - 3.17 (m, 3 H), 3.01 - 2.95 (m, 1 H), 2.23 (dddd, $J=13.76, 9.92, 6.03, 3.84$ Hz, 1 H), 2.00 - 1.89 (m, 1 H).

[1589] 실시예 2

[1590] (4S)-N7-시클로프로필-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1, 4-메타노 피리도 [2, 3-b] [1, 4] 디아제핀-5, 7(2H)-디카르복사미드의 합성



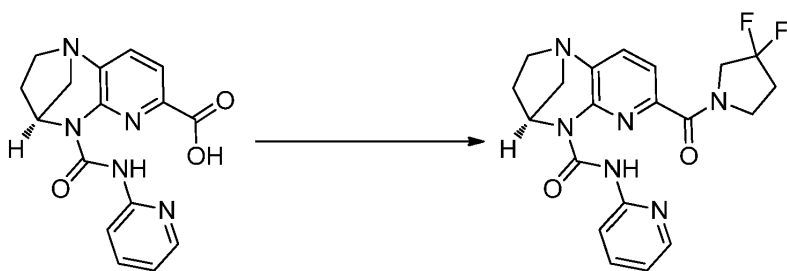
[1591]

[1592] 실온에서 질소 하에 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (5 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (250 mg, 0.615 mmol)의 용액에, HATU (584 mg, 1.537 mmol), DIPEA (0.268 mL, 1.537 mmol) 및 시클로프로판아민 (65.3 mg, 1.153 mmol)을 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙수로 희석하고, 에틸 아세테이트 2x 15 ml로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔, 2% CH_2Cl_2 /MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N7-시클로프로필-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (140 mg, 0.384 mmol, 50.0% 수율), (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.35), LCMS: (m/z): 365.28 $[M+H]^+$.

[1593] ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.10 (s, 1 H), 8.35 - 8.27 (m, 1 H), 8.11 - 8.01 (m, 2 H), 7.89 - 7.80 (m, 1 H), 7.77 - 7.60 (m, 2 H), 7.14 (ddd, $J=7.23, 4.93, 0.99$ Hz, 1 H), 5.45 (dd, $J=5.92, 3.07$ Hz, 1 H), 3.22 - 3.01 (m, 3 H), 3.01 - 2.88 (m, 2 H), 2.23 (dddd, $J=13.67, 9.84, 5.97, 3.84$ Hz, 1 H), 1.90 (dt, $J=13.81, 7.13$ Hz, 1 H), 0.88 - 0.79 (m, 2 H), 0.78 - 0.66 (m, 2 H).

[1594] 실시예 3

[1595] (4S)-7-(3,3-디플루오로피롤리딘-1-카르보닐)-N-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1, 4-메타노피리도 [2, 3-b] [1, 4] 디아제핀-5(2H)-카르복사미드의 합성



[1596]

[1597]

N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (10 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (400 mg, 1.230 mmol)의 교반 용액에 실온에서 HATU (701 mg, 1.844 mmol), DIPEA (0.429 mL, 2.459 mmol) 및 3,3-디플루오로피롤리딘 히드로클로라이드 (212 mg, 1.475 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 물 30 ml로 희석하고, EtOAc (2x15 ml)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 혼합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카-겔: 100-200 메쉬)에 의해 정제하여 (4S)-7-(3,3-디플루오로피롤리딘-1-카르보닐)-N-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (110 mg, 0.254 mmol, 20.67% 수율), (TLC: R_f 값: 0.25, 순수한 에틸 아세테이트), LCMS (m/z): 415.15 $[M+H]^+$.

[1598]

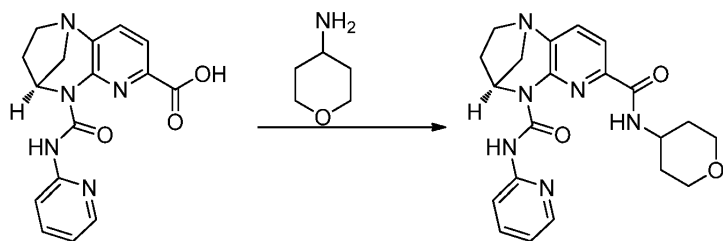
^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 12.84 (d, $J=10.52$ Hz, 1 H), 8.38 - 8.31 (m, 1 H), 8.09 (t, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.82-7.74(m, 1 H), 7.70 (dd, $J=7.67$, 5.48 Hz, 1 H), 7.36 (dd, $J=7.56$, 5.59 Hz, 1 H), 7.10 (d, $J=6.36$ Hz, 1 H), 5.49 (dd, $J=5.92$, 3.29 Hz, 1 H), 4.27 - 3.97 (m, 3 H), 3.80 (t, $J=7.56$ Hz, 1 H), 3.19 - 3.09 (m, 2 H), 2.97 (d, $J=2.19$ Hz, 1 H), 2.34 - 2.14 (m, 3 H), 2.01 - 1.81 (m, 2 H).

[1599]

실시예 4

[1600]

(4S)-N-5-(피리딘-2-일)-N-7-(테트라히드로-2H-피란-4-일)-3,4-디히드로-1, 4-메타노피리도 [2, 3-b] [1, 4]디아제핀-5, 7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1601]

[1602]

실온에서 질소 하에 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (5 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (250 mg, 0.768 mmol)의 용액에, HATU (584 mg, 1.537 mmol), DIPEA (0.268 mL, 1.537 mmol) 및 테트라히드로-2H-피란-4-아민 (117 mg, 1.153 mmol)을 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙수로 희석하고, 에틸 아세테이트 2x 15 ml로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔, 2% CH_2Cl_2 /MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N-5-(피리딘-2-일)-N-7-(테트라히드로-2H-피란-4-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (125 mg, 0.298 mmol, 38.8% 수율), (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.35), LCMS: (m/z) 409.34 $[M+H]^+$.

[1603]

^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.12 (s, 1 H), 8.44- 8.19 (m, 1 H), 8.10 (d, $J=8.33$ Hz, 1 H), 7.95 - 7.79 (m, 2 H), 7.71 (q, $J=7.75$ Hz, 2 H), 7.26 - 7.04 (m, 1 H), 5.47 (dd, $J=5.81$, 2.96 Hz, 1 H), 4.30 - 4.03 (m, 1 H), 3.95 (br d, $J=10.30$ Hz, 2 H), 3.54 - 3.34 (m, 2 H), 3.22 - 2.83 (m, 4 H), 2.33 - 2.07 (m, 1 H), 2.00 - 1.55 (m, 5 H).

[1604] 실시예 5

[1605] (4S)-N-5-(피리딘-2-일)-N-7-(테트라히드로-2H-피란-3-일)-3,4-디히드로-1, 4-메타노피리도 [2, 3-b] [1, 4] 디아제핀-5, 7(2H)-디카르복스아미드의 합성

[1606]

[1607] 실온에서 질소 하에 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (5 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (250 mg, 0.768 mmol)의 용액에, HATU (584 mg, 1.537 mmol), DIPEA (0.268 mL, 1.537 mmol) 및 테트라히드로-2H-피란-4-아민 (117 mg, 1.153 mmol)을 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙수로 희석하고, 에틸 아세테이트 2x 15 ml로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔, 2% CH₂Cl₂/MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-(테트라히드로-2H-피란-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (240 mg, 0.580 mmol, 75% 수율), (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.35), LCMS: (m/z): 409.34 [M+H]⁺.

[1608] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 12.98 (br s, 1 H), 8.35 (br d, J=4.17 Hz, 1 H), 8.11 (d, J=8.33 Hz, 1 H), 7.85 (br t, J=7.78 Hz, 1 H), 7.80 - 7.60 (m, 3 H), 7.20 - 7.06 (m, 1 H), 5.51 - 5.41 (m, 1 H), 4.01 (ddt, J=13.48, 9.15, 4.80, 4.80 Hz, 1 H), 3.93 - 3.73 (m, 2 H), 3.36 (br t, J=10.30 Hz, 1 H), 3.29 - 3.20 (m, 1 H), 3.22 - 3.01 (m, 3 H), 3.01 - 2.89 (m, 1 H), 2.33 - 2.12 (m, 1 H), 2.01 (br s, 1 H), 1.98 - 1.83 (m, 1 H), 1.81 - 1.59 (m, 3 H).

[1609] 실시예 6

[1610] (4S)-N-5-(피리딘-2-일)-N-7-(테트라히드로푸란-3-일)-3,4-디히드로-1, 4-메타노 피리도 [2, 3-b] [1, 4] 디아제핀-5, 7(2H)-디카르복스아미드의 합성

[1611]

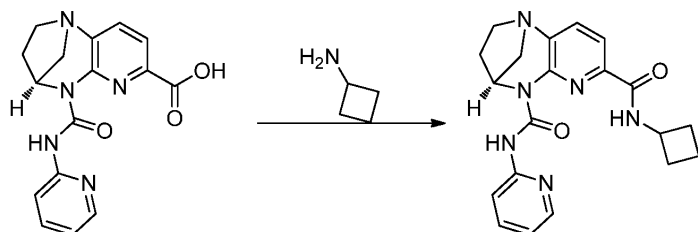
[1612] 실온에서 질소 하에 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (5 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (250 mg, 0.768 mmol)의 용액에, HATU (584 mg, 1.537 mmol), DIPEA (0.268 mL, 1.537 mmol) 및 테트라히드로푸란-3-아민 (100 mg, 1.153 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙수로 희석하고, 에틸 아세테이트 2x 15 ml로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔, 2% CH₂Cl₂/MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-(테트라히드로푸란-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (140 mg, 0.353 mmol, 45.9% 수율), (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.35), LCMS (m/z): 395.23 [M+H]⁺.

[1613] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.01 (s, 1 H), 8.30 (dd, J=4.93, 0.99 Hz, 1 H), 7.98 - 8.17 (m, 2

H), 7.93 - 7.77 (m, 1 H), 7.74 - 7.60 (m, 2 H), 7.13 (ddd, J=7.23, 4.93, 0.99 Hz, 1 H), 5.48 (dd, J=5.70, 3.07 Hz, 1 H), 4.75 - 4.44 (m, 1 H), 4.05 - 3.55 (m, 4 H), 3.23 - 2.81 (m, 4 H), 2.37 - 2.15 (m, 2 H), 2.16 - 2.05 (m, 1 H), 2.16- 1.78 (m, 1 H).

[1614] 실시예 7

[1615] (4S)-N-7-시클로부틸-N-5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1, 4-메타노피리도 [2, 3-b] [1, 4] 디아제핀-5, 7(2H)-디카르복사미드의 합성



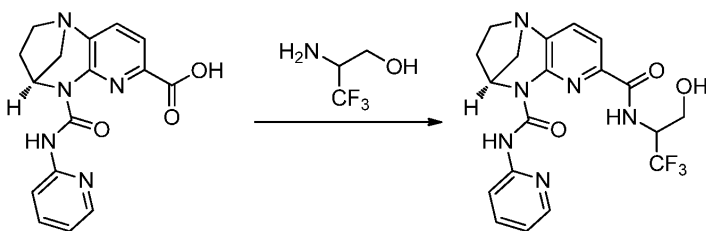
[1616]

[1617] 실온에서 질소 하에 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (5 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (250 mg, 0.768 mmol)의 용액에, HATU (584 mg, 1.537 mmol), DIPEA (0.268 mL, 1.537 mmol) 및 시클로부탄아민 (82 mg, 1.153 mmol)을 첨가하고, 실온에서 16 시간 동안 교반하였다. 반응물을 빙수로 희석하고, 에틸 아세테이트 2x 15 ml로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔, 2% CH₂Cl₂/MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N7-시클로부틸-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (240 mg, 0.634 mmol, 83% 수율), (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.35), LCMS (m/z): 379.28 [M+H]⁺.

[1618] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.16 (s, 1 H), 8.44 - 8.26 (m, 1 H), 8.23 - 8.02 (m, 2 H), 7.99 - 7.76 (m, 1 H), 7.76 - 7.55 (m, 2 H), 7.14 - 7.08 (m, 1 H), 5.47 (dd, J=5.81, 3.18 Hz, 1 H), 4.69 - 4.37 (m, 1 H), 3.21- 2.85 (m, 4 H), 2.41 - 2.10 (m, 5 H), 2.03 - 1.57 (m, 3 H).

[1619] 실시예 8

[1620] (4S)-N-5-(피리딘-2-일)-N-7-(1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



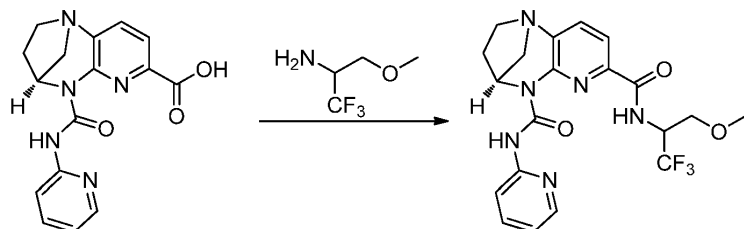
[1621]

[1622] 실온에서 질소 하에 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (5 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (250 mg, 0.768 mmol)의 용액에, HATU (584 mg, 1.537 mmol), DIPEA (0.268 mL, 1.537 mmol) 및 2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로판-1-올 (149 mg, 1.153 mmol)을 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙수로 희석하고, 에틸 아세테이트 2x 15 ml로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔, 3% CH₂Cl₂/MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-(1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4 메타노피리도[2,3-b] [1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (300 mg, 0.687 mmol, 89% 수율), (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.35), LCMS (m/z): 437.27 [M+H]⁺.

[1623] ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 12.99 (s, 1 H), 8.29 - 8.14 (m, 2 H), 8.18 - 7.94 (m, 1 H), 7.96 - 7.57 (m, 3 H), 7.35 - 6.92 (m, 1 H), 5.48 (dd, $J=5.92, 3.07$ Hz, 1 H), 5.38 - 5.22 (m, 1 H), 4.96 - 4.80 (m, 1 H), 4.02 - 3.79 (m, 2 H), 3.25 - 3.03 (m, 3 H), 3.02 - 2.88 (m, 1 H), 2.33 - 2.12 (m, 1 H), 2.03 - 1.81 (m, 1 H)

[1624] 실시예 9

[1625] (4S)-N-5-(피리딘-2-일)-N-7-(1,1,1-트리플루오로-3-메톡시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



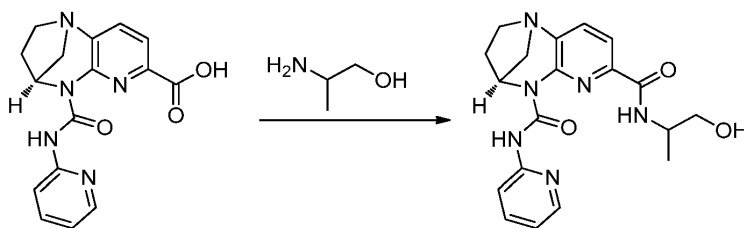
[1626]

[1627] 실온에서 질소 하에 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (5 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (250 mg, 0.768 mmol)의 용액에, HATU (584 mg, 1.537 mmol), DIPEA (0.268 mL, 1.537 mmol) 및 1,1,1-트리플루오로-3-메톡시프로판-2-아민 (165 mg, 1.153 mmol)을 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙수로 희석하고, 에틸 아세테이트 2x 15 mL로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔, 2% $\text{CH}_2\text{Cl}_2/\text{MeOH}$ 로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-(1,1,1-트리플루오로-3-메톡시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (130 mg, 0.289 mmol, 37.6% 수율), (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.35), LCMS (m/z): 451.31 [$M+H$] $^+$.

[1628] ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.14 - 12.78 (m, 1 H), 8.45 - 8.16 (m, 2 H), 8.08 (d, $J=8.33$ Hz, 1 H), 7.95 - 7.81 (m, 1 H), 7.77 (s, 2 H), 7.14 (dd, $J=6.91, 5.37$ Hz, 1 H), 5.64 - 5.29 (m, 1 H), 5.27 - 4.89 (m, 1 H), 3.94 - 3.78 (m, 2 H), 3.29 - 3.23 (m, 3 H), 3.22 - 2.86 (m, 4 H), 2.29 - 2.12 (m, 1 H), 2.03 - 1.83 (m, 1 H).

[1629] 실시예 10

[1630] (4S)-N-7-(1-히드록시프로판-2-일)-N-5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[1631]

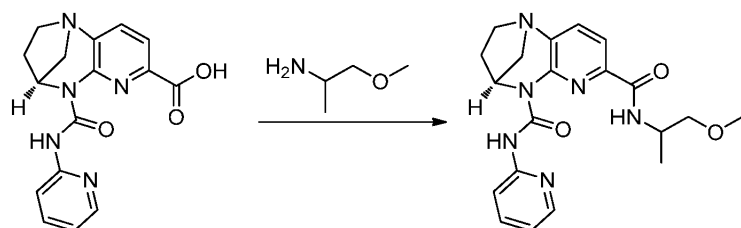
[1632] 실온에서 질소 하에 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (5 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (250 mg, 0.768 mmol)의 용액에 HATU (584 mg, 1.537 mmol), DIPEA (0.268 mL, 1.537 mmol), 2-아미노프로판-1-올 (87 mg, 1.153 mmol)을 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙수로 희석하고, 에틸 아세테이트 2x 15 mL로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔, 3% $\text{CH}_2\text{Cl}_2/\text{MeOH}$ 로 용리시킴)에 의해 정제하여 ((4S)-N7-(1-히드록시프로판-2-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (135 mg, 0.353 mmol, 45.9% 수율), (TLC 시스템:

DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.35), LCMS (m/z): 383.28 $[M+H]^+$.

[1633] ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.22 - 12.90 (m, 1 H), 8.30 (dd, $J=3.95, 0.88$ Hz, 1 H), 8.10 (d, $J=8.33$ Hz, 1 H), 7.95 - 7.57 (m, 4 H), 7.22 - 7.05 (m, 1 H), 5.47 (br d, $J=2.85$ Hz, 1 H), 4.79 (br t, $J=5.81$ Hz, 1 H), 4.32 - 3.92 (m, 1 H), 3.69 - 3.39 (m, 2 H), 3.22 - 2.80 (m, 4 H), 2.34 - 2.12 (m, 1 H), 2.04 - 1.67 (m, 1 H), 1.30 - 1.15 (m, 3 H).

[1634] 실시예 11

[1635] (4S)-N-7-(1-메톡시프로판-2-일)-N-5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1, 4-메타노피리도 [2, 3-b] [1, 4] 디아제핀-5, 7(2H)-디카르복스아미드의 합성



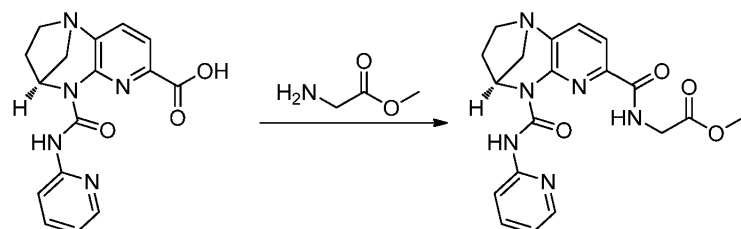
[1636]

[1637] 실온에서 질소 하에 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (5 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (250 mg, 0.768 mmol)의 용액에, HATU (584 mg, 1.537 mmol), DIPEA (0.268 mL, 1.537 mmol), 1-메톡시프로판-2-아민 (103 mg, 1.153 mmol)을 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙수로 희석하고, 에틸 아세테이트 2x 15 ml로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔, 2% $CH_2Cl_2/MeOH$ 로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N-7-(1-메톡시프로판-2-일)-N-5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (200 mg, 0.504 mmol, 65.6% 수율), (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.35), LCMS (m/z): 397 $[M+H]^+$.

[1638] ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.10 (d, $J=5.70$ Hz, 1 H), 8.31 (br d, $J=4.82$ Hz, 1 H), 8.09 (d, $J=8.55$ Hz, 1 H), 7.94 - 7.49 (m, 4 H), 7.15 (dd, $J=6.91, 5.15$ Hz, 1 H), 5.56 - 5.27 (m, 1 H), 4.55 - 4.13 (m, 1 H), 3.62 - 3.36 (m, 2 H), 3.23 (d, $J=4.17$ Hz, 3 H), 3.20 - 3.02 (m, 3 H), 3.01 - 2.87 (m, 1 H), 2.29 - 2.13 (m, 1 H), 1.99 - 1.86 (m, 1 H), 1.26 (dd, $J=6.58, 4.60$ Hz, 3 H).

[1639] 실시예 12

[1640] (4S)-N-7-에틸-N-5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1, 4-메타노피리도 [2, 3-b] [1, 4] 디아제핀-5, 7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1641]

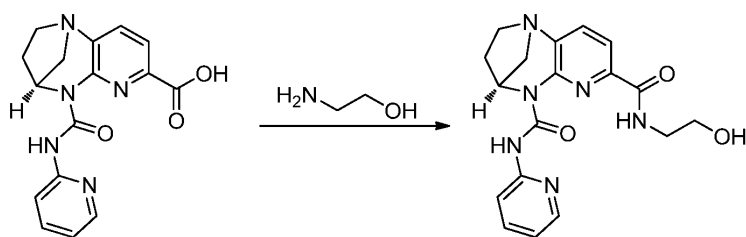
[1642] 실온에서 질소 하에 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (10 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (650 mg, 1.998 mmol)의 용액에 HATU (1.51 g, 4.0 mmol), DIPEA (0.7 mL, 4.0 mmol), 메틸 2-아미노아세테이트 (267 mg, 3.0 mmol)를 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙수로 희석하고, 에틸 아세테이트 2x 25 ml로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔, 2% $CH_2Cl_2/MeOH$ 로 용리시킴)에 의해 정제하여 메틸 2-((4S)-

5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미도)아세테이트를 회백색 고체로서 수득하였다 (400 mg, 1.009 mmol, 50.5% 수율), (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.35), LCMS (m/z): 397.32 $[M+H]^+$.

[1643] ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.45 (s, 1 H), 8.58 (br t, $J=5.92$ Hz, 1 H), 8.25 (d, $J=3.95$ Hz, 1 H), 7.92 (d, $J=8.33$ Hz, 1 H), 7.82 - 7.52 (m, 3 H), 7.03 (dd, $J=6.80, 5.26$ Hz, 1 H), 5.34 (dd, $J=5.81, 3.18$ Hz, 1 H), 4.17 (d, $J=6.14$ Hz, 2 H), 3.59 (s, 3 H), 3.19 - 2.78 (m, 4 H), 2.28 - 2.01 (m, 1 H), 1.88 (dt, $J=13.87, 6.99$ Hz, 1 H).

[1644] 실시예 13

[1645] (4S)-N-7-(2-히드록시에틸)-N-5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



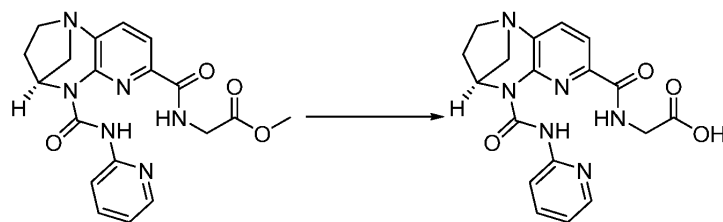
[1646]

[1647] 실온에서 질소 하에 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (5 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (250 mg, 0.768 mmol)의 용액에 HATU (584 mg, 1.537 mmol), DIPEA (0.268 mL, 1.537 mmol), 2-아미노에탄올 (70 mg, 1.153 mmol)을 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙수로 희석하고, 에틸 아세테이트 2x 15 mL로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔, 3% $CH_2Cl_2/MeOH$ 로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N7-(2-히드록시에틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (195 mg, 0.529 mmol, 68.9% 수율), (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.3), LCMS (m/z): 369.27 $[M+H]^+$.

[1648] ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.34 (s, 1 H), 8.40 - 8.29 (m, 1 H), 8.24 (br t, $J=5.81$ Hz, 1 H), 8.08 - 7.98 (m, 1 H), 7.85 (td, $J=7.84, 1.86$ Hz, 1 H), 7.76 - 7.59 (m, 2 H), 7.13 (ddd, $J=7.29, 4.88, 0.99$ Hz, 1 H), 5.44 (dd, $J=5.81, 2.96$ Hz, 1 H), 4.73 (t, $J=5.81$ Hz, 1 H), 3.66 - 3.55 (m, 2 H), 3.55 - 3.42 (m, 2 H), 3.22 - 3.01 (m, 3 H), 3.03 - 2.88 (m, 1 H), 2.23 (dddd, $J=13.70, 9.87, 6.14, 4.06$ Hz, 1 H), 1.92 (dt, $J=13.81, 6.91$ Hz, 1 H).

[1649] 실시예 14

[1650] 2-((4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미도)아세트산의 합성



[1651]

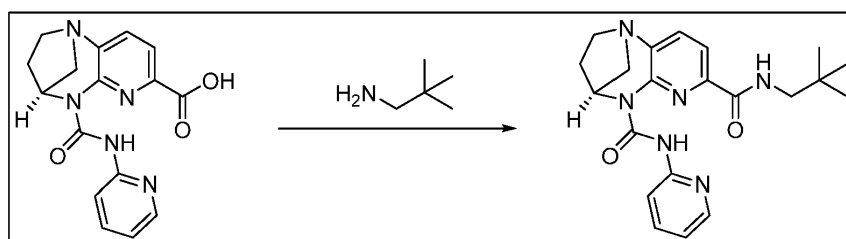
[1652] 테트라히드로푸란 (THF) (5 mL) 및 물 (5 mL) 중 메틸 2-((4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미도)아세테이트 (200 mg, 0.505 mmol)의 교반 용액에 LiOH· H_2O (14.50 mg, 0.605 mmol)를 0°C에서 첨가하고, 실온에서 2시간 동안 교반하였다. 테트라히드로푸란을

감압 하에 증발시켜 조 잔류물을 수득하고, 이것을 물 (50 ml)로 희석하고, 이어서 이것을 에틸 아세테이트 (2x40 ml)로 세척하였다. 수성 층을 NaHCO_3 용액으로 중화시키고, DCM 중 5% 메탄올 (3x15 ml)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카-겔: 100-200 메쉬, 용리액: CH_2Cl_2 중 3% MeOH)에 의해 정제하여 2-((4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미도)아세트산을 백색 고체로서 수득하였다 (135 mg, 0.366 mmol, 72.9%) (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f : 0.15), LCMS (m/z): 383.31 $[\text{M}+\text{H}]^+$.

[1653] ^1H NMR (400 MHz, DMSO-d_6) δ ppm 13.53 (s, 1 H), 12.71 (br s, 1 H), 8.55 (t, $J=6.03$ Hz, 1 H), 8.29 - 8.36 (m, 1 H), 7.99 (d, $J=8.33$ Hz, 1 H), 7.89-7.82 (m, 1 H), 7.77-7.65 (m, 2 H), 7.16-7.06 (m, 1 H), 5.42 (dd, $J=5.70, 3.07$ Hz, 1 H), 4.14 (d, $J=6.14$ Hz, 2 H), 3.21-3.08 (m, 3 H), 2.98 (dd, $J=12.06, 3.07$ Hz, 1 H), 2.31-2.14 (m, 1 H), 2.02-1.89 (m, 1 H).

[1654] 실시예 15

[1655] (4S)-N-7-네오펜틸-N-5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



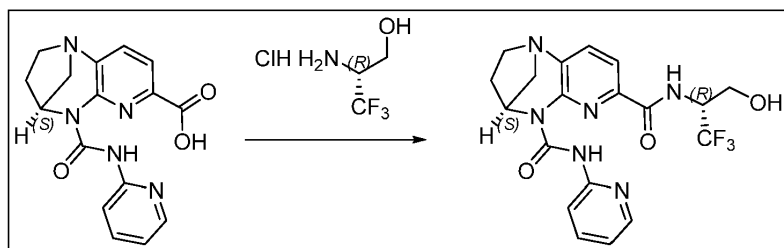
[1656]

[1657] N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (5 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 교반 용액에 실온에서 HATU (526 mg, 1.383 mmol) 및 DIPEA (0.322 ml, 1.844 mmol)을 첨가하였다. 이에 2,2-디메틸프로판-1-아민 (96 mg, 1.107 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 28°C에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: EtOAc 중 5% MeOH, R_f : 0.7). 반응 혼합물을 물 (20 ml)로 희석하고, EtOAc (2x 25 mL)로 추출하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔: 100-200 메쉬, 용리액: 석유 에테르 중 70% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N-7-네오펜틸-N-5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (170 mg, 0.430 mmol, 46.6% 수율). LCMS (m/z): 395.25 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.30분.

[1658] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.38 (s, 1 H), 8.28 - 8.24 (m, 1 H), 8.17 - 8.12 (m, 1 H), 8.06 (s, 1 H), 7.92 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.75 - 7.69 (m, 1 H), 7.66 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.00 (ddd, $J=7.34, 4.93, 1.10$ Hz, 1 H), 5.65 (dd, $J=5.92, 3.29$ Hz, 1 H), 3.49 - 3.34 (m, 2 H), 3.31 - 3.19 (m, 2 H), 3.16 - 3.10 (m, 1 H), 3.02 (dd, $J=12.06, 3.29$ Hz, 1 H), 2.39 - 2.26 (m, 1 H), 2.13 - 2.01 (m, 1 H), 1.00 (s, 9 H).

[1659] 실시예 16

[1660] (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성.



[1661]

[1662]

N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (10 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (250 mg, 0.768 mmol)의 교반 용액에 실온에서 HATU (584 mg, 1.537 mmol) 및 DIPEA (0.268 mL, 1.537 mmol)를 첨가하였다. 이에 (R)-2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로판-1-올 히드로클로라이드 (191 mg, 1.153 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다. (순수한 에틸 아세테이트. R_f 값: 0.25). 반응 혼합물을 빙수로 켄칭하고, 에틸 아세테이트 (2x15 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액으로 세척하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카겔, 용리액 석유 에테르 중 70% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하고, 다시 정제용 HPLC (조건: MP-A: 5Mm 중탄산암모늄(수성) MP-B: 아세토니트릴 칼럼: 크로모실 C18 (21.2x250)mm 10 μ 방법: 1/48 10/48 10.1/100 10.2/48 유량: 20mL/분 용해도: THF+ACN+MeOH)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (80 mg, 0.175 mmol, 22.81% 수율). LCMS (m/z): 437.09 [M+H]⁺, R_t = 1.79분.

[1663]

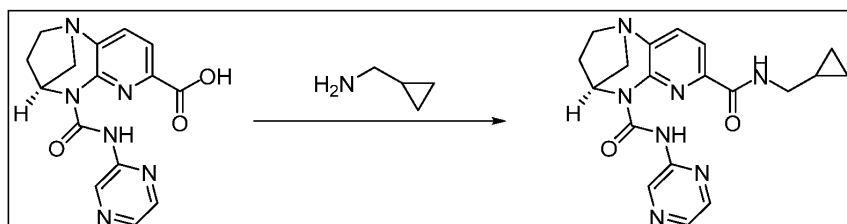
¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 12.38 (s, 1 H), 8.28 (d, J=8.55 Hz, 1 H), 8.22 (d, J=4.60 Hz, 1 H), 7.87 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.77 (t, J=7.13 Hz, 1 H), 7.70 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.63 (d, J=10.08 Hz, 1 H), 7.08 - 7.04 (m, 1 H), 5.77 (dd, J=6.25, 3.18 Hz, 1 H), 5.16 (t, J=7.13 Hz, 1 H), 4.94 (d, J=3.73 Hz, 1 H), 4.12 - 4.03 (m, 2 H), 3.31 - 3.10 (m, 3 H), 2.99 - 3.04 (m, 1 H), 2.41 - 2.27 (m, 1 H), 2.04 (dt, J=14.41, 7.15 Hz, 1 H).

[1664]

실시예 16A

[1665]

(4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(피라진-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1666]

[1667]

0°C에서 DMF (15 mL) 중 (4S)-5-(피라진-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.532 mmol)의 교반 용액에 HATU (1165 mg, 3.06 mmol), DIPEA (0.803 mL, 4.60 mmol)를 첨가하고, 30분 동안 교반한 다음, 시클로프로필메탄아미드 (218 mg, 3.06 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 1시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f : 0.3). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (50 mL)로 켄칭하고, 수성 층을 EtOAc (2x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, 2% CH₂Cl₂ 중 MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(피라진-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 황색 고체로서 수득하였다 (108 mg, 0.284 mmol, 18.56% 수율). LCMS (m/z): 380.14 [M+H]⁺, R_t = 1.79분.

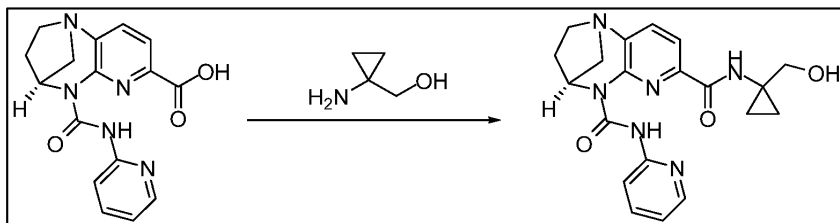
[1668]

¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.56 (s, 1 H), 9.53 (d, J=1.53 Hz, 1 H), 8.34 (d, J=2.19 Hz, 1 H),

8.18 (dd, J=2.63, 1.53 Hz, 1 H), 7.93 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.83 (br s, 1 H), 7.69 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 5.66 (dd, J=5.92, 3.29 Hz, 1 H), 3.36 - 3.53 (m, 2 H), 3.10 - 3.32 (m, 3 H), 2.94 - 3.09 (m, 1 H), 2.21 - 2.44 (m, 1 H), 1.96 - 2.19 (m, 1 H), 1.10 - 1.34 (m, 1 H), 0.43 - 0.63 (m, 2 H), 0.26 - 0.42 (m, 2 H).

[1669] 실시예 17

[1670] (4S)-N7-(1-(히드록시메틸)시클로프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



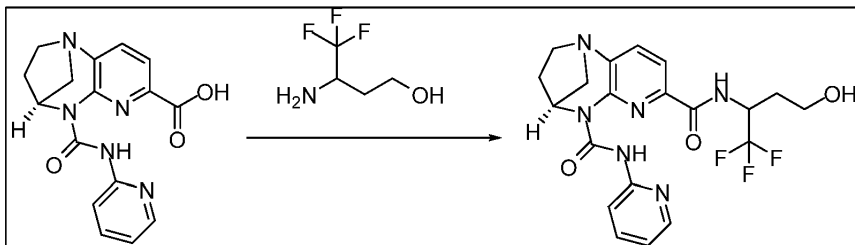
[1671]

[1672] 실온에서 질소 하에 DMF (2 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 용액에 DIPEA (0.483 mL, 2.77 mmol), HATU (701 mg, 1.844 mmol)를 첨가하고, 10분 동안 교반한 다음, (1-아미노시클로프로필)메탄올 (121 mg, 1.383 mmol)을 실온에서 첨가하고, 생성된 반응 혼합물을 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템 DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.3.). 반응물을 빙냉수 (50 mL)로 켄칭하고, 에틸아세테이트 (100 mL)로 추출하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, 용리액으로서 DCM 중 2% 메탄올)에 의해 정제하여 생성물을 85% 순도로 수득하였다. 이를 추가로 정제용 HPLC (칼럼: 엑스테라 C18 (19x250) mm 10 μ; 이동상-A: 5 mM 중탄산암모늄 (수정), 이동상-B: 아세토니트릴, 방법 %B/시간: 0/20, 1/20, 10/80, 10.5/100; 유량: 18 mL/분; 용해도: ACN+THF)에 의해 정제하여 (4S)-N7-(1-(히드록시메틸)시클로프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (75 mg, 0.189 mmol, 20.53% 수율). LCMS (m/z): 395.14[M+H]⁺, Rt=1.55분,

[1673] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.09 - 13.46 (m, 1 H), 8.45 (s, 1 H), 8.36 (br d, J=4.17 Hz, 1 H), 8.03 (d, J=8.11 Hz, 1 H), 7.81 - 7.92 (m, 1 H), 7.65 - 7.78 (m, 2 H), 7.10 - 7.20 (m, 1 H), 5.38 - 5.51 (m, 1 H), 4.61 - 4.71 (m, 1 H), 3.57 (d, J=5.92 Hz, 2 H), 2.93 - 3.22 (m, 4 H), 2.16 - 2.29 (m, 1 H), 1.91 (dt, J=13.98, 7.15 Hz, 1 H), 0.83 - 0.93 (m, 4 H).

[1674] 실시예 18

[1675] (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-(1,1,1-트리플루오로-4-히드록시부탄-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1676]

[1677] 실온에서 질소 하에 DMF (5 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1 g, 3.07 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (1.611 mL, 9.22 mmol), HATU (2.338 g, 6.15 mmol)를 첨가하고, 10분 동안 교반한 다음, 3-아미노-4,4,4-트리플루오로부탄-1-올 (0.660 g, 4.61 mmol)을 상기 반응 혼합물에 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙냉수 (100 mL)에 붓고, 에틸아세테이트 (100 mL)로 추출하였다. 합한 EtOAc 추출물을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여

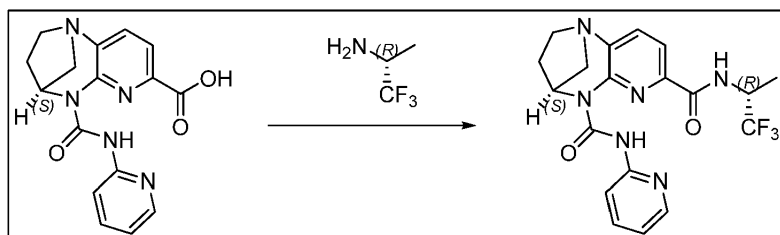
과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카겔 칼럼 사용 및 DCM 중 3% 메탄올을 사용하여 용리시킴)에 의해 정제하고, (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-(1,1,1-트리플루오로-4-히드록시부탄-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 부분입체 이성질체 혼합물을 회백색 고체를 수득하였다 (1.18 g, HPLC 순도-91%). 이 부분입체 이성질체 혼합물 화합물을 추가로 키랄 SFC (기기 세부사항: 제조/모델: 타르 SFC -200; 칼럼 키랄셀 OD-H (250x30) mm; CO₂- 75%, MeOH)- 25%; 유량: 80 g/분; 스택 시간: 3.0분; 로드/주입: 5 mg; 용해도: MeOH 중 공용매 (0.5% 디에틸아민)에 의해 분리하였다.

[1678] 피크-1: 키랄 SFC로부터 수집된 분획을 농축시키고, 잔류물을 디에틸에테르 (5 mL)로 연화처리하여 (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-(1,1,1-트리플루오로-4-히드록시부탄-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (140 mg, 0.309 mmol, 10.07% 수율). LCMS (m/z): 451.09 [M+H]⁺, Rt=1.86분.

[1679] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 12.63 - 13.07 (m, 1 H), 8.12 - 8.26 (m, 3 H), 7.92 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.71 - 7.77 (m, 1 H), 7.68 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.04 (ddd, J=7.34 1 H), 5.65 (dd, J=6.03, 3.18 Hz, 1 H), 5.06 - 5.21 (m, 1 H), 3.77 - 3.92 (m, 2 H), 3.07 - 3.34 (m, 4 H), 2.96 - 3.06 (m, 1 H), 2.22 - 2.41 (m, 2 H), 2.01 - 2.19 (m, 2 H).

[1680] 실시예 19

[1681] (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



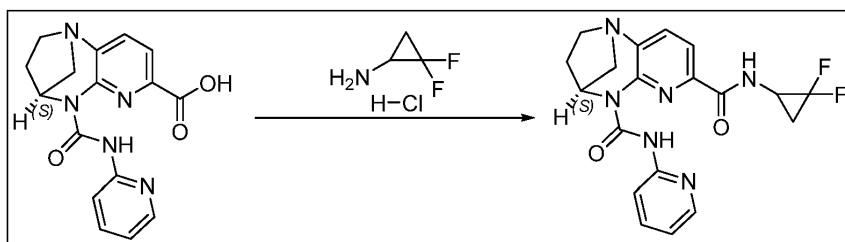
[1682]

[1683] DMF (40 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (4 g, 12.30 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (6.44 mL, 36.9 mmol), EDC (2.95 g, 15.37 mmol) 및 HOBt (2.354 g, 15.37 mmol)를 실온에서 첨가하고, 질소 하에 15분 동안 교반하였다. 이어서, (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (1.668 g, 14.75 mmol)을 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 5% MeOH/ DCM, R_f: 0.4). DMF를 증류시키고, 물 (30 mL)와 DCM (2x 40 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (중성 알루미나, 용리액: 석유 에테르 중 55% 에틸아세테이트)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노 피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (1.2 g, 2.84 mmol, 23.06% 수율). LCMS (m/z): 421.02 [M+H]⁺, Rt = 2.23분.

[1684] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.23 (s, 1 H), 8.26 (dd, J=4.93, 0.99 Hz, 1 H), 8.15 (dt, J=8.50, 0.90 Hz, 1 H), 8.02 (d, J=9.65 Hz, 1 H), 7.95 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.76 - 7.70 (m, 1 H), 7.68 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.03 (ddd, J=7.29, 4.99, 1.10 Hz, 1 H), 5.65 (dd, J=5.92, 3.29 Hz, 1 H), 5.12 - 4.98 (m, 1 H), 3.32 - 2.97 (m, 4 H), 2.40 - 2.26 (m, 1 H), 2.13 - 2.01 (m, 1 H), 1.60 (d, J=7.23 Hz, 3 H).

[1685] 실시예 20

[1686] (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1687]

[1688]

N,N-디메틸포름아미드 (10 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (350 mg, 1.076 mmol)의 교반 용액에 실온에서 HATU (818 mg, 2.152 mmol) 및 DIPEA (0.376 mL, 2.152 mmol)를 첨가하였다. 이에 2,2-디플루오로시클로프로판아민, 히드로클로라이드 (209 mg, 1.614 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 순수한 에틸 아세테이트. R_f 값: 0.3.) 반응 혼합물을 빙냉수로 희석하고, 에틸아세테이트 (3x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (20 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카-겔: 100-200 메쉬, 용리액: 석유 에테르 중 70% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N-5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (130 mg, 0.322 mmol, 29.9% 수율). LCMS (m/z): 401.09 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 3.76분.

[1689]

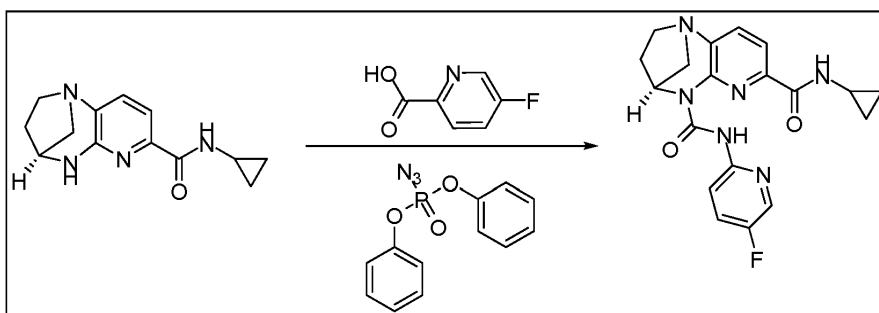
^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.39 (d, $J=7.45$ Hz, 1 H), 8.27 (dt, $J=5.04$, 0.88 Hz, 2 H), 8.11 (dd, $J=8.33$, 0.66 Hz, 1 H), 7.90 (dd, $J=7.89$, 2.41 Hz, 1 H), 7.78 - 7.56 (m, 2 H), 7.08 - 6.94 (m, 1 H), 5.63 (dt, $J=5.86$, 2.66 Hz, 1 H), 3.64 - 3.41 (m, 1 H), 3.29 - 2.93 (m, 3 H), 2.37 - 2.34 (m, 1 H), 2.42 - 2.22 (m, 1 H), 2.11 - 1.88 (m, 2 H), 1.83 - 1.66 (m, 1 H).

[1690]

실시예 21

[1691]

(4S)-N7-시클로프로필-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[1692]

[1693]

클로로포름 (50 mL) 중 5-플루오로피리딘-2-일카르복사미드 (433 mg, 3.07 mmol)의 교반 용액에 질소 분위기 하에 실온에서 TEA (0.856 mL, 6.14 mmol) 및 디페닐 포스포르아지데이트 (1127 mg, 4.09 mmol)를 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 10시간 동안 교반하였다. 이어서, (4S)-N-시클로프로필-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (500 mg, 2.047 mmol)를 반응 혼합물에 첨가하고, 70°C에서 18시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% MeOH.). 이어서, 반응 혼합물을 실온으로 냉각되도록 하고, 물 (30 mL)로 희석하고, DCM (3 X 30 mL)으로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (20 mL), 염수 용액 (20 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔: 100-200 메쉬, 용리액: DCM 중 5% MeOH)에 의해 정제하고, 수득된 황색 반고체를 디에틸 에테르 (10 mL) 및 n-펜탄 (10 mL)으로 세척하여 목적 생성물 (4S)-N7-시클로프로필-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (260 mg, 0.673 mmol, 32.9% 수율). LCMS (m/z): 383.04 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.02분.

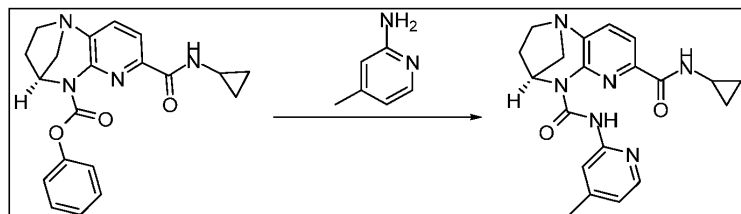
[1694]

^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.36 (s, 1 H), 8.20 - 8.15 (m, 2 H), 7.92 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.84

(br s, 1 H), 7.65 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.47 (ddd, J=8.99, 7.78, 2.96 Hz, 1 H), 5.62 -5.60 (m, 1 H), 3.28 - 3.17 (m, 2 H), 3.14 - 3.04 (m, 2 H), 3.04 - 2.98 (m, 1 H), 2.37 - 2.26 (m, 1 H), 2.08 - 1.97 (m, 1 H), 0.98 - 0.90 (m, 2 H), 0.84 - 0.75 (m, 2 H).

[1695] 실시예 22

[1696] (4S)-N7-시클로프로필-N5-(4-메틸피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



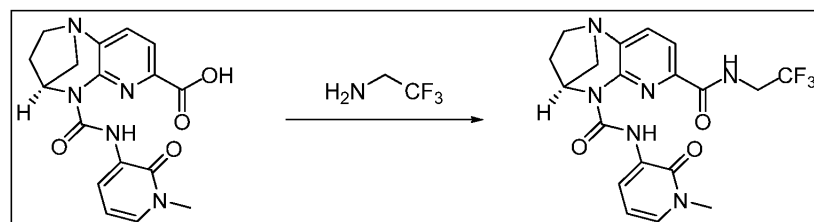
[1697]

[1698] THF (20 mL) 중 4-메틸피리딘-2-아민 (297 mg, 2.74 mmol)의 교반 용액에 질소 분위기 하에 -78℃에서 THF 중 1.0 M LiHMDS (2.74 mL, 2.74 mmol)의 용액을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 -78℃에서 30분 동안 교반하였다. 반응 혼합물에, (4S)-페닐7-(시클로프로필카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트의 THF 용액 (20 mL, 500 mg, 1.372 mmol)을 -78℃에서 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온으로 가온하고, 6시간 동안 교반하였고 (TLC 시스템: DCM 중 5% MeOH, R_f : 0.5), 포화 염화암모늄 용액 (30 mL)으로 켄칭하고, 수성 층을 EtOAc (3 x 30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (20 mL), 염수 용액 (20 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔: 100-200 메쉬, 용리액: DCM 중 4% MeOH)에 의해 정제하고, 수득된 연황색 반고체를 디에틸 에테르 및 n-펜탄으로 세척하여 목적 생성물 (4S)-N7-시클로프로필-N5-(4-메틸피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (160 mg, 0.422 mmol, 30.8% 수율). LCMS (m/z): 379.08 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t =1.72분.

[1699] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.30 (s, 1 H), 8.16 (d, J=5.04 Hz, 1 H), 8.05 (br s, 1 H), 7.98 (s, 1 H), 7.91 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.64 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 6.86 (dd, J=5.04, 0.66 Hz, 1 H), 5.62 (dd, J=5.81, 3.18 Hz, 1 H), 3.29 - 3.15 (m, 2 H), 3.15 - 3.04 (m, 2 H), 3.03 - 2.96 (m, 1 H), 2.39 (s, 3 H), 2.37 - 2.26 (m, 1 H), 2.09 - 1.98 (m, 1 H), 0.96 - 0.87 (m, 2 H), 0.87 - 0.81 (m, 2 H).

[1700] 실시예 23

[1701] (4S)-N5-(1-메틸-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[1702]

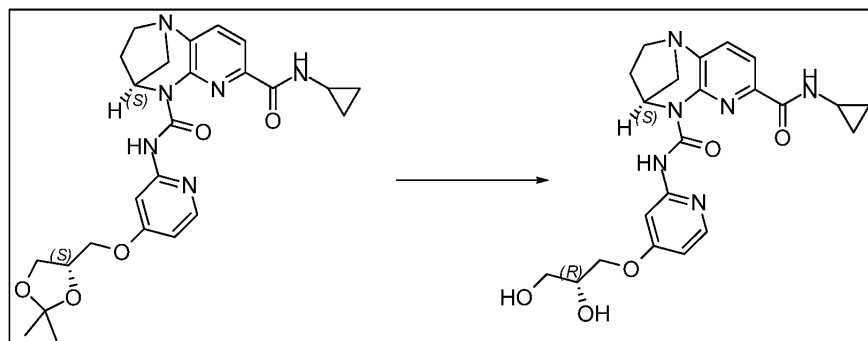
[1703] 0℃에서 DMF (10 mL) 중 (4S)-5-((1-메틸-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (350 mg, 0.985 mmol)의 현탁액에 HATU (749 mg, 1.970 mmol), DIPEA (0.516 mL, 2.95 mmol)를 첨가하고, 생성된 혼합물을 0℃에서 20분 동안 교반하였다. 2,2,2-트리플루오로에탄아민 (146 mg, 1.477 mmol)을 상기 반응물에 0℃에서 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f : 0.4). 반응 혼합물을 물 (15 mL)로 켄칭하고, 수성 층을 EtOAc (3x20 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 여과하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔, 3% CH_2Cl_2 중 MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(1-메틸-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히

드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (167 mg, 0.381 mmol, 38.7% 수율). LCMS (m/z): 437.12 [M+H]⁺, Rt = 2.02분.

[1704] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 12.23 (s, 1 H), 10.10 (br t, J=5.92 Hz, 1 H), 8.42 (dd, J=7.45, 1.75 Hz, 1 H), 8.01 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.65 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.03 (dd, J=6.80, 1.75 Hz, 1 H), 6.33 (t, J=7.04 Hz, 1 H), 5.71 (dd, J=6.03, 3.18 Hz, 1 H), 4.14 - 4.33 (m, 2 H), 3.63 (s, 3 H), 3.06 - 3.31 (m, 3 H), 2.93 - 3.05 (m, 1 H), 2.31 (dddd, J=14.06, 9.89, 5.86, 3.95 Hz, 1 H), 1.95 - 2.17 (m, 1 H).

[1705] 실시예 24

[1706] (4S)-N7-시클로프로필-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



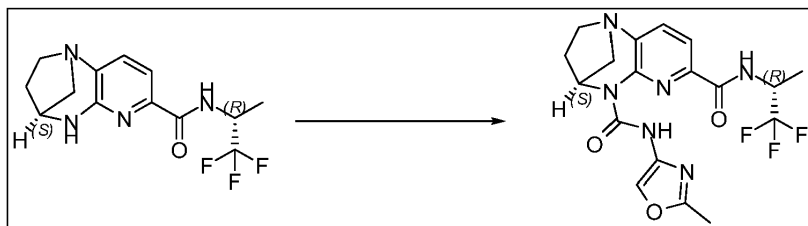
[1707]

[1708] 0℃에서 메탄올 (6 mL) 중 (4S)-N7-시클로프로필-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (400 mg, 0.809 mmol)의 교반 용액에 수성 HCl (2 mL, 65.8 mmol)을 천천히 0℃에서 2분의 기간에 걸쳐 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f: 0.2). 반응 혼합물을 진공 하에 농축시켜 갈색 점성 오일을 수득하였다. 반응물을 최소량의 물 (4 mL) 중에 용해시킨 다음, 0℃에서 포화 중탄산나트륨 용액을 사용하여 중화시켰다, DCM 중 10% MeOH (2x30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (20 mL)로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 갈색 고체를 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔, CH₂Cl₂ 중 12% MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N7-시클로프로필-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (150 mg, 0.329 mmol, 40.7% 수율). LC-MS: 455.12 [M+H]⁺, Rt = 1.25분.

[1709] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.12 (s, 1 H), 8.11 (d, J=5.70 Hz, 1 H), 8.06 (br d, J=4.17 Hz, 1 H), 7.65 - 7.74 (m, 3 H), 6.75 (dd, J=5.92, 2.41 Hz, 1 H), 5.43 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 5.02 (d, J=5.26 Hz, 1 H), 4.68 - 4.74 (m, 1 H), 4.12 (dd, J=9.87, 3.95 Hz, 1 H), 3.96 (dd, J=9.76, 6.25 Hz, 1 H), 3.79 - 3.87 (m, 1 H), 3.46 (td, J=5.70, 1.97 Hz, 2 H), 3.05 (br d, J=12.50 Hz, 3 H), 2.92 - 3.00 (m, 2 H), 2.17 - 2.27 (m, 1 H), 1.90 (dt, J=13.87, 6.99 Hz, 1 H), 0.79 - 0.88 (m, 2 H), 0.67 - 0.78 (m, 2 H).

[1710] 실시예 25

[1711] (4S)-N5-(2-메틸옥사졸-4-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1712]

[1713]

실온에서 질소 하에 CHCl_3 (20 mL) 중 2-메틸옥사졸-4-카르복실산 (381 mg, 3.00 mmol)의 교반 용액에 디페닐포스피닐 아지드 (607 mg, 2.498 mmol)에 이어서 TEA (0.348 mL, 2.498 mmol)를 첨가하고, 10시간 동안 교반하였다. 이어서, (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드 (750 mg, 2.498 mmol)을 상기 반응 혼합물에 첨가하고, 60°C에서 12시간 동안 가열하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH R_f : 0.3; UV 활성). 반응물을 실온으로 냉각시킨 다음, 빙냉수 (20 mL) 및 DCM (20 mL)으로 희석하였다. 유기 층을 염수 (10 mL)로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 진공 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔, CH_2Cl_2)에 이어서 정제용 HPLC (칼럼: 페닐 크로모실 (150 x 30)mm 10 μ ; 이동상-A: 5mM 중탄산암모늄 (수성), 이동상-B: 아세토니트릴; 방법: 0/2.3/2.10/50; 유량: 25 mL/분; 용해도: THF+아세토니트릴+물 중 5% MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(2-메틸옥사졸-4-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (125 mg, 0.291 mmol, 11.65% 수율). LC-MS (m/z): 425.10 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.12분.

[1714]

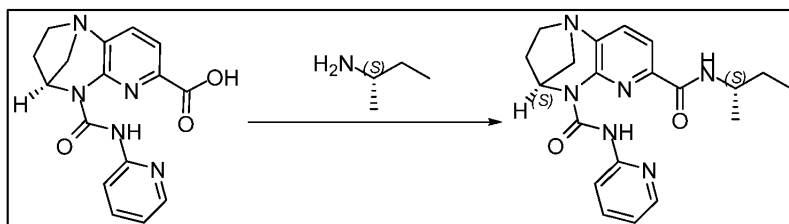
^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 12.20 (s, 1 H), 8.48 - 8.53 (m, 1 H), 7.84 (s, 1 H), 7.70 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.61 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 5.41 (dd, $J=6.03, 2.96$ Hz, 1 H), 4.86 (br dd, $J=15.78, 7.67$ Hz, 1 H), 3.00 - 3.21 (m, 3 H), 2.93 - 2.99 (m, 1 H), 2.35 (s, 3 H), 2.22 (dddd, $J=13.70, 9.87, 6.03, 3.95$ Hz, 1 H), 1.83 - 1.92 (m, 1 H), 1.49 (d, $J=7.02$ Hz, 3 H).

[1715]

실시예 26

[1716]

(4S)-N7-((S)-sec-부틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성.



[1717]

[1718]

실온에서 질소 하에 DMF (3 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (0.483 mL, 2.77 mmol), HATU (701 mg, 1.844 mmol)에 이어서 (S)-부탄-2-아민 (67.4 mg, 0.922 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.30). 반응물을 빙냉수 (50 mL)로 퀀칭하고, EtOAc (2x100 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (50 mL)로 세척하고, Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 (실리카 겔, 헥산 중 80% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 (4S)-N7-((S)-sec-부틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (91mg, 0.235 mmol, 25.5% 수율). LCMS (m/z): 381.17 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.15분.

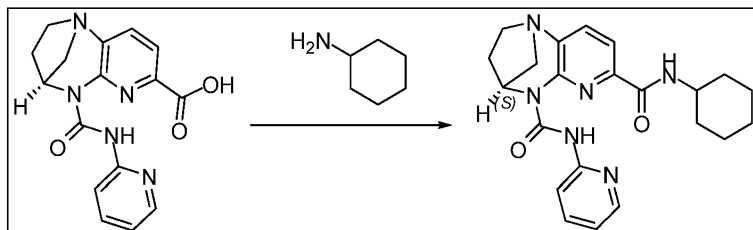
[1719]

^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.29 (s, 1 H), 8.26 (d, $J=5.09$ Hz, 1 H), 8.17 (d, $J=8.33$ Hz, 1 H), 7.93 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.58 - 7.79 (m, 3 H), 6.90 - 7.14 (m, 1 H), 5.66 (dd, $J=5.92, 3.07$ Hz, 1 H), 4.18 - 4.32 (m, 1 H), 3.20 - 3.30 (m, 2 H), 3.18 (m, 1 H), 2.84 - 3.07 (m, 1 H), 2.18 - 2.45 (m, 1 H),

2.04 (dt, J=14.03, 7.02 Hz, 1 H), 1.61 - 1.83 (m, 2 H), 1.34 (d, J=6.80 Hz, 3 H), 0.98 (t, J=7.34 Hz, 3 H).

[1720] 실시예 27

[1721] (4S)-N7-시클로헥실-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성.



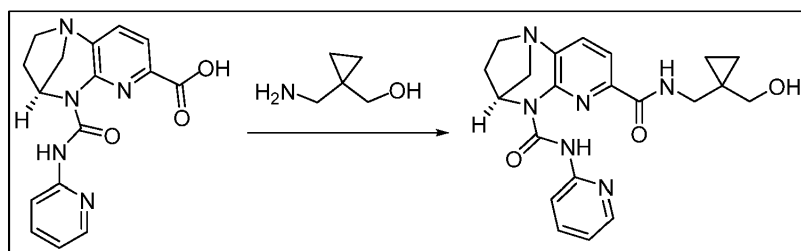
[1722]

[1723] 실온에서 질소 하에 DMF (3 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (0.483 mL, 2.77 mmol), HATU (701 mg, 1.844 mmol)에 이어서 시클로헥산아민 (137 mg, 1.383 mmol)을 첨가하고, 생성된 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.30). 반응물을 빙냉수 (50 mL)로 켄칭하고, EtOAc (2x100 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수로 세척하고, Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 (실리카 겔 칼럼 12g 사용, 헥산 중 75% EtOAc)에 의해 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 (4S)-N7-시클로헥실-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (230 mg, 0.562 mmol, 61.0% 수율). LCMS (m/z): 407.14 [$M+H$]⁺, R_t = 2.39분.

[1724] ¹H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.27 (s, 1 H), 8.30 (br d, J=3.73 Hz, 1 H), 8.18 (d, J=8.33 Hz, 1 H), 7.93 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.80 (m, 2 H), 7.65 (s, 1 H), 6.91 - 7.15 (m, 1 H), 5.66 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.01 - 4.21 (m, 1 H), 3.31 (m, 2 H), 3.20 (m, 1 H), 3.09 (m, 1 H), 2.18 - 2.41 (m, 1 H), 1.94 - 2.13 (m, 3 H), 1.84 (br d, J=12.28 Hz, 3 H), 1.76 (br d, J=13.15 Hz, 4 H), 1.37 - 1.64 (m, 1 H).

[1725] 실시예 28

[1726] (4S)-N7-((1-(히드록시메틸)시클로프로필)메틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성.



[1727]

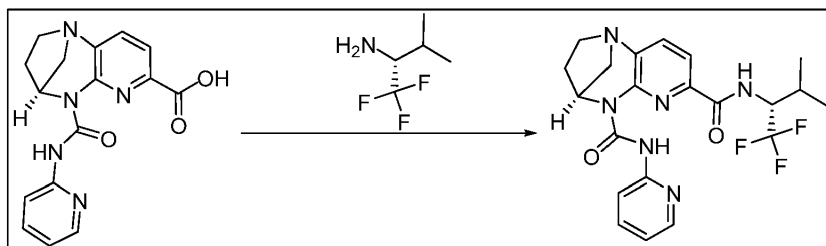
[1728] 실온에서 질소 하에 DMF (3 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (0.483 mL, 2.77 mmol), HATU (701 mg, 1.844 mmol) 및 (1-(아미노메틸)시클로프로필)메탄올 (112 mg, 1.107 mmol)을 첨가한 다음, 반응 혼합물을 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.30). 반응물을 빙냉수 (80 mL)로 켄칭하고, EtOAc (2x100 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수로 세척하고, Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 (실리카 겔 칼럼 사용, 헥산 중 80% EtOAc)에 의해 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 화합물 (4S)-N7-((1-(히드록시메틸)시클로프로필)메틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 수득하였다.

b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (165 mg, 0.396 mmol, 43.0% 수율).
LCMS (m/z): 409.14 [M+H]⁺, Rt = 1.62분.

[1729] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.12 (s, 1 H), 8.57 (br s, 1 H), 8.20 - 8.37 (m, 1 H), 8.14 (d, J=8.33 Hz, 1 H), 7.89 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.79 (m, 1 H), 7.69 (s, 1 H), 6.90 - 7.15 (m, 1 H), 5.63 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.73 (br s, 1 H), 3.75 (m, 2 H), 3.67 (m, 2 H), 3.40 (m, 2 H), 3.07 (m, 1 H), 2.95-3.09 (m, 1 H), 2.22-2.42 (m, 1 H), 1.99-2.19 (m, 1 H), 0.65-0.55 (m, 2 H), 0.45-0.55 (m, 2 H).

[1730] 실시예 29

[1731] (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로-3-메틸부탄-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성.



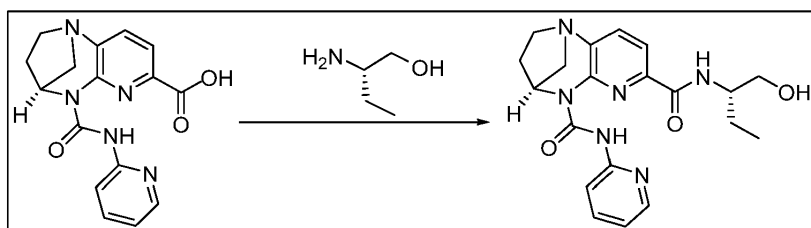
[1732]

[1733] 실온에서 질소 하에 DMF) (3 mL 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (0.483 mL, 2.77 mmol), HATU (701 mg, 1.844 mmol) 및 (R)-1,1,1-트리플루오로-3-메틸부탄-2-아민 (156 mg, 1.107 mmol)을 첨가한 다음, 생성된 반응 혼합물을 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.30). 반응물을 빙냉수 80 mL)로 희석하고, EtOAc (2 x 100 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (50 mL)로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 (실리카 겔 칼럼 사용, 헥산 중 80% EtOAc)에 의해 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 화합물 (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로-3-메틸부탄-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (190 mg, 0.423 mmol, 45.9% 수율).
LCMS (m/z): 449.14 [M+H]⁺, Rt = 2.52분.

[1734] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.12 (s, 1 H), 8.57 (br s, 1 H), 8.20 - 8.37 (m, 1 H), 8.14 (d, J=8.33 Hz, 1 H), 7.89 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.69-7.79 (m, 2 H), 7.15 (m, 1 H), 5.65 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.67 - 4.80 (m, 1 H), 3.11 - 3.31 (m, 3 H), 3.00 - 3.05 (m, 1 H), 2.30-2.46 (m, 2 H), 2.02 - 2.13 (m, 1 H), 1.16 - 1.21 (m, 3 H), 1.08 (d, J=6.80 Hz, 3 H).

[1735] 실시예 30

[1736] (4S)-N7-((S)-1-히드록시부탄-2-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성.



[1737]

[1738] 실온에서 DMF (6 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (600 mg, 1.844 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (0.966 mL, 5.53 mmol), HATU (1403 mg, 3.69 mmol) 및 (S)-2-아미노부탄-1-올 (164 mg, 1.844 mmol)을 첨가한 다음, 생성된 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.20). 반응물을 빙냉수 50 mL)로 희석하

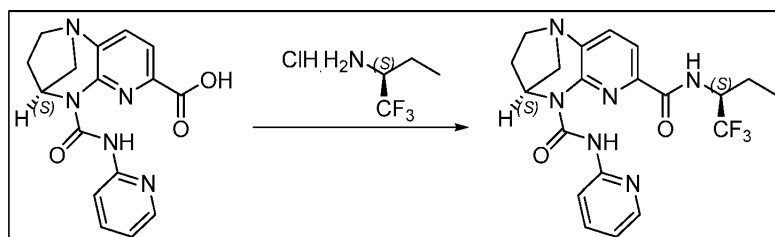
고, EtOAc (2 x 100 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (80 mL)로 세척하고, Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 (실리카 겔 칼럼 사용, 헥산 중 80% EtOAc)에 의해 정제하였다. 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 40% 순도를 포함하는 목적 화합물을 수득하였다. Which을 추가로 정제용 HPLC (칼럼: 엑스브리지 C18 (150x19) mm 5 μ , 이동상-A: 0.1% 포름산 (수성), 이동상-B: 아세토니트릴, 방법: 등용매 (A:B) = 0/16,10/16, 유량: 15 mL/분 용해도: THF(과량)+ACN+MeOH)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-((S)-1-히드록시부탄-2-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-옥사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (80 mg, 0.198 mmol, 10.72% 수율).

[1739] (m/z): 397.12 [M+H]⁺; Rt = 1.67분.

[1740] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 12.80 (s, 1 H), 8.16 - 8.35 (m, 2 H), 7.89 (d, J=7.67 Hz, 1 H), 7.61 - 7.80 (m, 1 H), 7.58- 7.61 (m, 1 H), 7.48 (m, 1 H), 6.95-7.05 (m, 1 H), 5.72 (dd, J=6.14, 3.29 Hz, 1 H), 4.04 - 4.33 (m, 1 H), 3.70 - 3.95 (m, 3 H), 3.08 - 3.31 (m, 3 H), 2.91 - 3.06 (m, 1 H), 2.33 (dddd, J=14.00, 10.00, 6.14, 3.84 Hz, 1 H), 1.91 - 2.11 (m, 1 H), 1.62 - 1.88 (m, 2 H), 1.01 (t, J=7.45 Hz, 3 H).

[1741] 실시예 31

[1742] (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-((S)-1,1,1-트리플루오로부탄-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



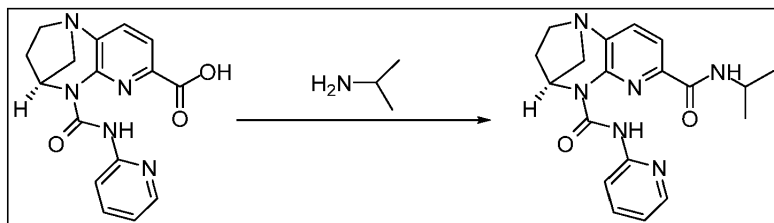
[1743]

[1744] N,N-디메틸포름아미드 (10 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (200 mg, 0.615 mmol) 및 (S)-1,1,1-트리플루오로부탄-2-아민 히드로클로라이드 (151 mg, 0.922 mmol)의 교반 용액에 HATU (468 mg, 1.230 mmol)에 이어서 DIPEA (0.215 mL, 1.230 mmol)를 실온에서 첨가하고, 이것을 18시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템:100% 에틸아세테이트, R_f 값: 0.5). 반응 혼합물을 물 (25 mL)로 희석하고, EtOAc (2x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 정제용 HPLC (칼럼: 엑스브리지 C 18(75 X4.6mm, 3.5 μ), 이동상: A: 0.01 M 중탄산암모늄 B: ACN, 구배: 시간/ %B: 0/5, 0.8/5, 5/50, 8/95, 12/95, 12.1/5, 15/5, 칼럼 온도: 주위, 유량:1.0ml/분, 희석제: ACN)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-((S)-1,1,1-트리플루오로부탄-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (110 mg, 0.253 mmol, 41.2% 수율). LCMS (m/z): 435.03 [M+H]⁺, Rt = 2.38분.

[1745] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.26 (br s, 1 H), 8.22 (d, J=4.17 Hz, 1 H), 8.15 (d, J=8.33 Hz, 1 H), 7.96 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.88 (d, J=10.30 Hz, 1 H), 7.75 - 7.63 (m, 2 H), 7.02 (dd, J=6.58, 5.04 Hz, 1 H), 5.68 (dd, J=5.70, 3.07 Hz, 1 H), 4.89 - 4.78 (m, 1 H), 3.31 - 3.19 (m, 2 H), 3.14 - 3.08 (m, 1 H), 3.05- 2.97 (m, 1 H), 2.40 - 2.28 (m, 1 H), 2.12 - 1.95 (m, 3 H), 1.04 (t, J=7.34 Hz, 3 H).

[1746] 실시예 32

[1747] (4S)-N7-이소프로필-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성.



[1748]

[1749]

질소 하에 0℃에서 DMF (3 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도 [2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 용액에 DIPEA (0.483 mL, 2.77 mmol), HATU (701 mg, 1.844 mmol) 및 프로판-2-아민 (109 mg, 1.844 mmol)을 첨가한 다음, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.2). 반응물을 빙냉수 (3 mL)로 켄칭하고, 생성된 고체를 여과하고, 세척하고, 진공 하에 건조시켜 (4S)-N7-이소프로필-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (185 mg, 0.501 mmol, 54.4% 수율). LCMS (m/z): 367.13 $[M+H]^+$, R_t =1.95분.

[1750]

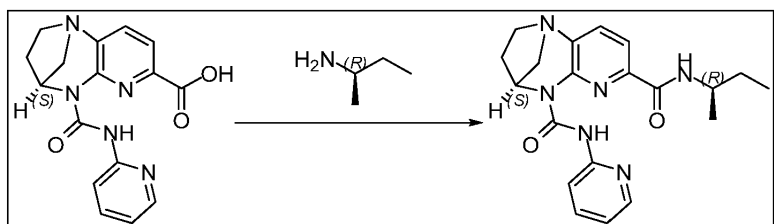
^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.11 (s, 1 H), 8.31 (br d, J =3.51 Hz, 1 H), 8.10 (br d, J =8.11 Hz, 1 H), 7.64 - 7.89 (m, 4 H), 6.97 - 7.23 (m, 1 H), 5.47 (br d, J =2.63 Hz, 1 H), 4.23 (dq, J =14.17, 6.82 Hz, 1 H), 3.01 - 3.22 (m, 3 H), 2.92 - 3.01 (m, 1 H), 2.09 - 2.29 (m, 1 H), 1.93 (dt, J =13.48, 6.85 Hz, 1 H), 1.28 (dd, J =6.36, 4.17 Hz, 6 H).

[1751]

실시예 33

[1752]

(4S)-N7-((R)-sec-부틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성.



[1753]

[1754]

0℃에서 질소 하에 DMF (3 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도 [2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 현탁액에 DIPEA (0.483 mL, 2.77 mmol), HATU (701 mg, 1.844 mmol) 및 (R)-부탄-2-아민 (81 mg, 1.107 mmol)을 첨가하고, 실온에서 4시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f = 0.4). 반응 혼합물을 냉수 (80 mL)로 켄칭하고, EtOAc (2x100 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (50 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, DCM 중 5% 메탄올)에 이어서 정제용 HPLC (칼럼: 엑스브리지 C 18(75x4.6mm, 3.5 μ) 이동상-A: 0.01 M 중탄산암모늄, B: CAN; 구배-시간/%B: 0/5, 0.8/5, 5/50, 8/95, 12/95, 12.1/5, 15/5; 온도: 주위; 유량: 1.0ml/분; 희석제: 아세트니트릴)에 의해 정제하여 (4S)-N7-((R)-sec-부틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (110 mg, 0.289 mmol, 31.3% 수율). LCMS (m/z): 381.1 $[M+H]^+$, R_t =2.14분.

[1755]

^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.13 (s, 1 H), 8.29 (br d, J =3.95 Hz, 1 H), 8.10 (d, J =8.33 Hz, 1 H), 7.79 - 7.97 (m, 1 H), 7.64 - 7.79 (m, 3 H), 7.14 (dd, J =6.58, 5.04 Hz, 1 H), 5.47 (dd, J =5.70, 2.85 Hz, 1 H), 4.06 (dt, J =14.52, 7.10 Hz, 1 H), 3.29 (s, 4 H), 2.09 - 2.30 (m, 1 H), 1.94 (dt, J =13.59, 7.02 Hz, 1 H), 1.55 - 1.79 (m, 2 H), 1.26 (d, J =6.58 Hz, 3 H), 0.98 - 1.18 (m, 3 H).

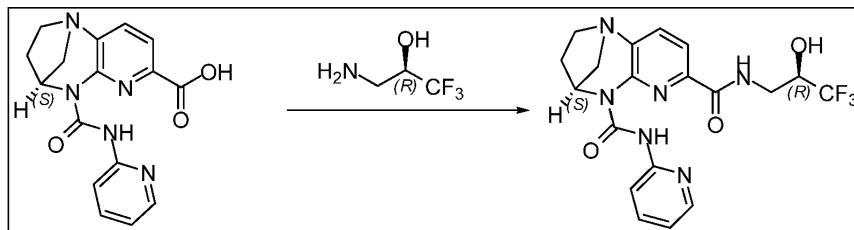
[1756]

실시예 34

[1757]

(4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-((R)-3,3,3-트리플루오로-2-히드록시프로필)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b]

b)[1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성.



[1758]

[1759]

0℃에서 질소 하에 DMF (3 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 현탁액에 HATU (701 mg, 1.844 mmol), DIPEA (0.483 mL, 2.77 mmol) 및 (R)-3-아미노-1,1,1-트리플루오로프로판-2-올 (143 mg, 1.107 mmol)을 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.3). 반응 혼합물을 냉수 (80 mL)로 켄칭하고, EtOAc (2x100 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (50 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, 용리액 EtOAc)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-((R)-3,3,3-트리플루오로-2-히드록시프로필)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (175 mg, 0.400 mmol, 43.4% 수율). LCMS (m/z): 437.05 $[M+H]^+$, R_t =1.83분.

[1760]

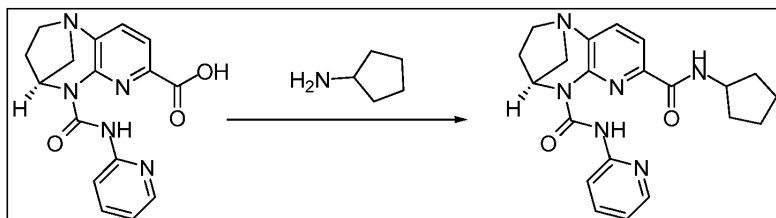
^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.33 (s, 1 H), 8.44 (br t, J =6.03 Hz, 1 H), 8.29 (dd, J =4.93, 0.99 Hz, 1 H), 8.04 (d, J =8.33 Hz, 1 H), 7.80 - 7.95 (m, 1 H), 7.62 - 7.78 (m, 2 H), 7.14 (ddd, J =7.34, 4.93, 1.10 Hz, 1 H), 6.51 (d, J =6.58 Hz, 1 H), 5.43 (dd, J =5.81, 2.96 Hz, 1 H), 4.13 - 4.37 (m, 1 H), 3.77 (dt, J =13.98, 5.40 Hz, 1 H), 3.54 (dt, J =13.81, 6.91 Hz, 1 H), 3.05 - 3.28 (m, 3 H), 2.83 - 3.03 (m, 1 H), 2.19 - 2.3 (m, 1 H), 1.85 - 2.02 (m, 1 H).

[1761]

실시예 35

[1762]

(4S)-N7-시클로헥틸-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성.



[1763]

[1764]

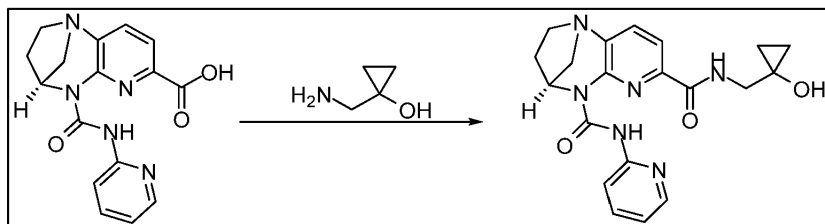
0℃에서 질소 하에 DMF (4 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.537 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (1.342 mL, 7.68 mmol), HATU (1169 mg, 3.07 mmol) 및 시클로헥탄아민 (157 mg, 1.844 mmol)을 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.2). 반응 혼합물을 냉수 (80 mL)로 켄칭하고, EtOAc (2x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (50 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, 용리액 EtOAc)에 의해 정제하여 (4S)-N7-시클로헥틸-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (162 mg, 0.411 mmol, 26.7% 수율). LCMS (m/z): 393.10 $[M+H]^+$, R_t =2.21분.

[1765]

^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 12.99 (s, 1 H), 8.18 - 8.32 (m, 1 H), 8.11 (dt, J =8.39, 0.96 Hz, 1 H), 7.78 - 7.92 (m, 2 H), 7.62 - 7.78 (m, 2 H), 7.14 (ddd, J =7.34, 4.93, 1.10 Hz, 1 H), 5.48 (dd, J =5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.34 (dq, J =14.74, 7.29 Hz, 1 H), 3.02 - 3.22 (m, 3 H), 2.89 - 3.01 (m, 1 H), 2.23 (dddd, J =13.70, 9.87, 6.03, 3.73 Hz, 1 H), 1.86 - 2.04 (m, 3 H), 1.55 - 1.81 (m, 6 H).

[1766] 실시예 36

[1767] (4S)-N7-((1-히드록시시클로프로필)메틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성.



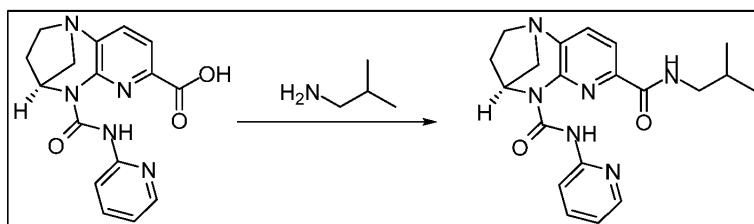
[1768]

[1769] 0℃에서 질소 하에 DMF (3 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (350 mg, 1.076 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (0.564 mL, 3.23 mmol), HATU (818 mg, 2.152 mmol) 및 1-(아미노메틸)시클로프로판올 (103 mg, 1.183 mmol)을 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.2). 반응 혼합물을 냉수 (50 mL)로 켄칭하고, EtOAc (2x80 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (50 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 아세트니트릴로 연화처리한 다음, 고체를 분리하고, 동결건조시켜 (4S)-N7-((1-히드록시시클로프로필)메틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (160 mg, 0.404 mmol, 37.5% 수율). LCMS (m/z): 395.03 $[M+H]^+$, R_t = 1.5분.

[1770] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 12.94 (s, 1 H), 8.24 (d, $J=8.12$ Hz, 1 H), 8.19 (d, $J=5.19$ Hz, 1 H), 8.04 (br s, 1 H), 7.87 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.73 (t, $J=7.80$ Hz, 1 H), 7.67 (d, $J=7.56$ Hz, 1 H), 7.02 (ddd, $J=7.34, 5.04, 0.99$ Hz, 1 H), 5.65 (dd, $J=5.92, 3.07$ Hz, 1 H), 5.16 (br s, 1 H), 3.60 - 3.76 (m, 2 H), 3.10 - 3.31 (m, 3 H), 2.93 - 3.08 (m, 1 H), 2.21 - 2.44 (m, 1 H), 1.98 - 2.19 (m, 1 H), 0.65 - 0.77 (m, 2 H), -0.04 - 0.076 (m, 2 H).

[1771] 실시예 37

[1772] (4S)-N7-이소부틸-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성.



[1773]

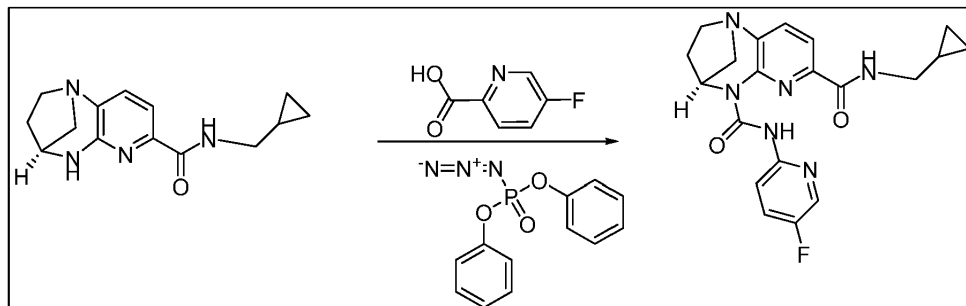
[1774] 0℃에서 질소 하에 DMF (3 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 현탁액에 DIPEA (0.483 mL, 2.77 mmol), HATU (701 mg, 1.844 mmol) 및 2-메틸프로판-1-아민 (67.4 mg, 0.922 mmol)을 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.2). 반응 혼합물을 냉수 (50 mL)로 켄칭하고, EtOAc (2x100 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (50 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, 용리액 EtOAc)에 의해 정제하여 (4S)-N7-이소부틸-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (210 mg, 0.544 mmol, 59.0% 수율). LCMS (m/z): 381.10 $[M+H]^+$, R_t = 2.13분.

[1775] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.43 - 13.63 (m, 1 H), 8.14 - 8.25 (m, 2 H), 8.12 (d, $J=8.33$ Hz, 1 H), 7.91 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.68 - 7.75 (m, 1 H), 7.65 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.01 (ddd, $J=7.29, 4.99,$

0.88 Hz, 1 H), 5.63 (dd, J=6.03, 3.18 Hz, 1 H), 3.36 - 3.42 (m, 2 H), 3.10 - 3.31 (m, 3 H), 3.01 (dd, J=12.17, 3.18 Hz, 1 H), 2.27 - 2.37 (m, 1 H), 2.01 - 2.14 (m, 2 H), 1.00 (d, J=6.80 Hz, 6 H).

[1776] 실시예 38

[1777] (4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



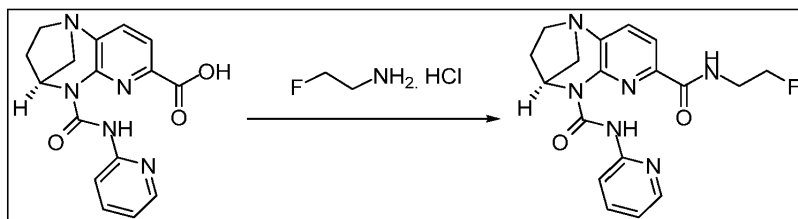
[1778]

[1779] 클로로포름 (50 mL) 중 5-플루오로피리딘산 (410 mg, 2.90 mmol)의 교반 용액에 TEA (0.809 mL, 5.81 mmol) 및 디페닐 포스포르아지데이트 (1065 mg, 3.87 mmol)를 실온에서 질소 분위기 하에 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 10시간 동안 교반한 다음, (4S)-N-(시클로프로필메틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (500 mg, 1.936 mmol)를 반응 혼합물에 첨가하고, 반응 혼합물을 70℃에서 18시간 동안 교반하였다 (TLC DCM 중 10% MeOH R_f: 0.4; UV 활성). 반응 혼합물을 물 (30 mL)로 희석하고, DCM (3 X 30 mL)으로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (20 mL), 염수 용액 (20 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 칼럼 크로마토그래피 (실리카겔: 100-200 메쉬, 용리액: DCM 중 5% MeOH)에 의해 정제하여 연황색 점착성 화합물을 수득하였으며, 이를 정제용 HPLC (조건: MP-A: 10mM 중탄산암모늄 (수성) MP-B: 아세토니트릴 칼럼: 크로마실 페닐 (150x25)10u 방법: 등용매 (A:B) = 50:50 유량: 20mL/분 용해도: ACN)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 연갈색 고체로서 수득하였다 (75 mg, 0.187 mmol, 9.66% 수율). LCMS (m/z): 397.08 [M+H]⁺, R_t = 2.21분.

[1780] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.30 (s, 1 H), 8.32 (d, J=3.07 Hz, 1 H), 8.24 -7.98 (m, 2 H), 7.82 (td, J=8.71, 2.96 Hz, 1 H), 7.76 - 7.64 (m, 2 H), 5.44 (dd, J=6.03, 2.96 Hz, 1 H), 3.33 - 3.27 (m, 2 H), 3.24 - 3.03 (m, 3 H), 3.02 - 2.82 (m, 1 H), 2.47 - 2.30 (m, 1 H), 1.93 (dt, J=13.98, 7.15 Hz, 1 H), 1.20 - 1.02 (m, 1 H), 0.50 - 0.37 (m, 2 H), 0.35 - 0.14 (m, 2 H).

[1781] 실시예 39

[1782] (4S)-N7-(2-플루오로에틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성:



[1783]

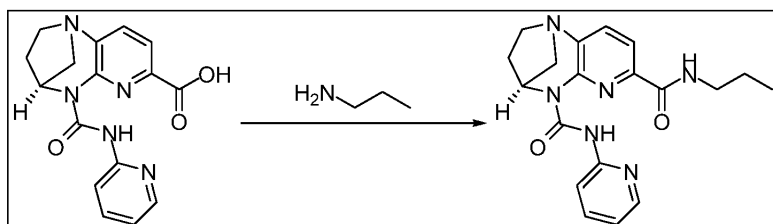
[1784] 실온에서 질소 하에 DMF (3 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 용액에 HATU (701 mg, 1.844 mmol), DIPEA (0.483 mL, 2.77 mmol) 및 2-플루오로에탄아민 히드로클로라이드 (92 mg, 0.922 mmol)를 첨가하고, 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.40). 반응 혼합물을 빙수 (20 mL)로 희석하고, EtOAc (2x30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (20 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, 석

유 에테르 중 90% EtOAc)에 의해 정제하여 (4S)-N7-(2-플루오로에틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (145 mg, 0.388 mmol, 42.1% 수율). LC-MS (m/z): 371.07 [M+H]⁺, Rt =1.65분.

[1785] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.62 (s, 1 H), 8.48 (br s, 1 H), 8.18 - 8.36 (m, 1 H), 8.09 (dt, J=8.33, 0.88 Hz, 1 H), 7.88 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.71 (t, J=7.86 Hz, 1 H), 7.65 (d, J=7.57 Hz, 1 H), 7.01 (ddd, J=7.34, 4.93, 1.10 Hz, 1 H), 5.61 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.73 (t, J=5.15 Hz, 1 H), 4.61 (t, J=5.04 Hz, 1 H), 3.81 - 3.98 (m, 2 H), 3.07 - 3.30 (m, 3 H), 2.88 - 3.07 (m, 1 H), 2.19 - 2.40 (m, 1 H), 1.94 - 2.18 (m, 1 H).

[1786] 실시예 40

[1787] (4S)-N7-프로필-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



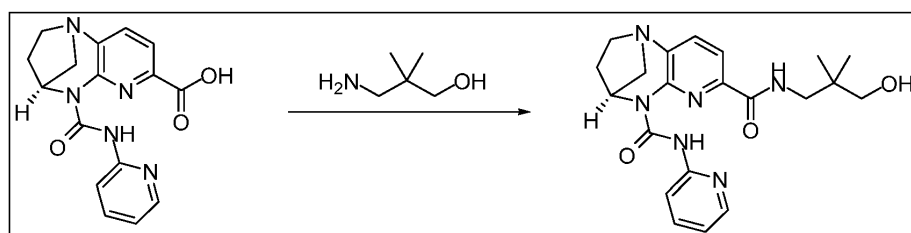
[1788]

[1789] 실온에서 질소 하에 DMF (3 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 용액에 HATU (701 mg, 1.844 mmol), DIPEA (0.483 mL, 2.77 mmol) 및 프로판-1-아민 (54.5 mg, 0.922 mmol)을 첨가하고, 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.60). 반응 혼합물을 빙수 (20 mL)로 희석하고, 에틸아세테이트 (2x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (25 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, 석유 에테르 중 90% EtOAc)에 의해 정제하여 목적 화합물 (4S)-N7-프로필-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 연황색 고체로서 수득하였다 (118 mg, 0.312 mmol, 33.9% 수율). LC-MS (m/z): 367.11 [M+H]⁺, Rt =1.95분.

[1790] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.55 (s, 1 H), 8.23 (dd, J=4.93, 1.21 Hz, 1 H), 8.07 - 8.18 (m, 2 H), 7.90 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.71 (t, J=7.76 Hz, 1 H), 7.64 (d, J=7.63 Hz, 1 H), 7.01 (td, J=6.14, 0.88 Hz, 1 H), 5.62 (dd, J=5.92, 3.29 Hz, 1 H), 3.45 - 3.61 (m, 2 H), 3.07 - 3.30 (m, 3 H), 2.96 - 3.06 (m, 1 H), 2.19 - 2.44 (m, 1 H), 1.92 - 2.17 (m, 1 H), 1.64 - 1.87 (m, 2 H), 1.01 (t, J=7.45 Hz, 3 H).

[1791] 실시예 41

[1792] (4S)-N7-(3-히드록시-2,2-디메틸프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



[1793]

[1794] 실온에서 질소 하에 DMF (3 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 용액에 HATU (491 mg, 1.291 mmol), DIPEA (0.483 mL, 2.77 mmol) 및 3-아미노-2,2-디메틸프로판-1-올 (95 mg, 0.922 mmol)을 첨가하고, 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.40). 반응 혼합물을 빙수 (30 mL)로 희석하고, EtOAc (2x50 mL)

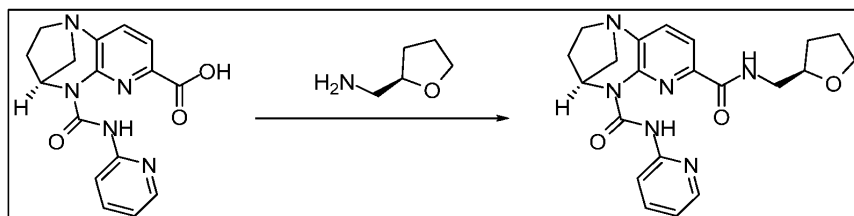
로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (25 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, 석유 에테르 중 95% EtOAc)에 이어서 정제용 HPLC (칼럼: 엑스브리지 (19x150) mm 5 μ ; 이동상-A: 5 mmol 중탄산암모늄 (수성), 이동상-B: 아세토니트릴; 방법: 0/20,10/50; 유량: 20 ml/분; 용해도: MeOH+아세토니트릴)에 의해 정제하여 (4S)-N7-(3-히드록시-2,2-디메틸프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (95 mg, 0.231 mmol, 25.06% 수율)

[1795] LC-MS (m/z): 411.16[M+H]⁺, Rt =1.82분.

[1796] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.31 (s, 1 H), 8.47 (br t, J=5.92 Hz, 1 H), 8.27 (d, J=5.06 Hz, 1 H), 8.12 (d, J=8.33 Hz, 1 H), 7.89 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.73 (t, J=7.84 Hz, 1 H), 7.66 (d, J=7.64 Hz, 1 H), 7.03 (t, J=6.11 Hz, 1 H), 5.63 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.75 (t, J=7.34 Hz, 1 H), 3.35 - 3.55 (m, 2 H), 3.11 - 3.31 (m, 5 H), 2.96 - 3.08 (m, 1 H), 2.20 - 2.42 (m, 1 H), 1.97 - 2.18 (m, 1 H), 0.99 (d, J=3.29 Hz, 6 H).

[1797] 실시예 42

[1798] (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-((R)-테트라히드로푸란-2-일)메틸-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성:



[1799]

[1800] 실온에서 질소 하에 N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (3 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 용액에, DIPEA (0.483 mL, 2.77 mmol), HATU (701 mg, 1.844 mmol) 및 (R)-2-(테트라히드로푸란-2-일)메탄아민 (0.236 mL, 1.844 mmol)을 첨가하고, 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.40). 반응 혼합물을 빙수 (50 mL)로 희석하고, EtOAc (2x80 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (50 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔, 헥산 중 90% 에틸 아세테이트)에 이어서 정제용 HPLC (칼럼: 듀라셀 페닐헥실 (21.1x150) mm 10 μ ; 이동상-A: 5 mmol 중탄산암모늄 (수성), 이동상-B: 아세토니트릴; 방법:T/%B = 0/10, 10/50,12/50, 12.5/100, 12/100, 12.5/47; 유량: 19 ml/분; 용해도: MeOH+아세토니트릴+THF)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-((R)-테트라히드로푸란-2-일)메틸-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (125 mg, 0.298 mmol, 32.4% 수율)

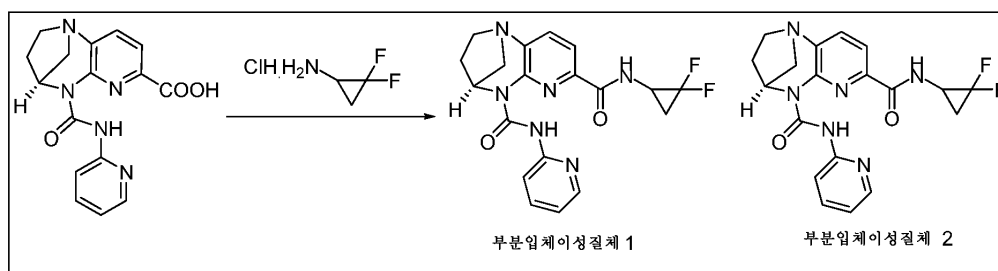
[1801] LC-MS (m/z): 409.12[M+H]⁺, Rt =1.71분.

[1802] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.57 (s, 1 H), 8.19 - 8.43 (m, 2 H), 8.09 (dt, J=8.33, 0.99 Hz, 1 H), 7.89 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.58 - 7.78 (m, 2 H), 6.91 - 7.07 (m, 1 H), 5.62 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.18 - 4.43 (m, 1 H), 3.87 (ddd, J=8.28, 7.07, 6.14 Hz, 1 H), 3.67 - 3.79 (m, 2 H), 3.60 (dt, J=13.54, 6.28 Hz, 1 H), 3.08 - 3.32 (m, 3 H), 2.94 - 3.07 (m, 1 H), 2.18 - 2.47 (m, 1 H), 1.83 - 2.09 (m, 4 H), 1.62 - 1.79 (m, 1 H).

[1803] 실시예 43 (피크 1)

[1804] 실시예 44 (피크 2)

[1805] (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성:



[1806]

[1807]

실온에서 질소 하에 DMF (10 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (800 mg, 2.459 mmol)의 용액에 DIPEA (2.147 mL, 12.30 mmol), HATU (1870 mg, 4.92 mmol) 및 2,2-디플루오로시클로프로판아민 히드록로라이드 (319 mg, 2.459 mmol)를 첨가하고, 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙냉수 (40 mL)로 켄칭하고, EtOAc (2x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (30 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, 석유 에테르 중 80% EtOAc)에 의해 정제하여 목적 화합물을 부분입체이성질체 혼합물로서 수득하였다. 부분입체이성질체를 키랄 SFC 정제 (칼럼: 키랄팩 AD-H (250x30)mm, % CO₂: 55.0%, % 공용매: 45.0% (100% 메탄올), 총 유량: 90.0 g/분, 배압: 100 bar, UV: 262 nm, 스택 시간: 2.6분, 로드/주입: 14.0 mg, 용해도: MeOH+아세토니트릴, 기기 세부사항: 타르 SFC - 200 뉴-2)에 의해 분리하여 미지의 절대 입체화학을 갖는 2종의 단일 부분입체이성질체를 수득하였다.

[1808]

피크 1: 백색 고체로서 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (150 mg, 0.373 mmol, 15.19% 수율), (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.50). LC-MS (m/z): 401.04 [M+H]⁺, R_t = 1.90분.

[1809]

¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.38 (s, 1 H), 8.19 - 8.34 (m, 2 H), 8.03 - 8.19 (m, 1 H), 7.90 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.73 (t, J=7.86 Hz, 1 H), 7.66 (d, J=8.11 Hz, 1 H), 6.92 - 7.14 (m, 1 H), 5.62 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 3.38 - 3.65 (m, 1 H), 3.08 - 3.31 (m, 3 H), 2.92 - 3.07 (m, 1 H), 2.19 - 2.44 (m, 1 H), 1.87 - 2.12 (m, 2 H), 1.66 - 1.86 (m, 1 H).

[1810]

피크 2: 백색 고체로서 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (145 mg, 0.358 mmol, 14.57% 수율), (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.50). LC-MS C₁₉H₁₈F₂N₆O₂에 대한 계산치 (m/z): 401.04[M+H]⁺, R_t = 1.91분.

[1811]

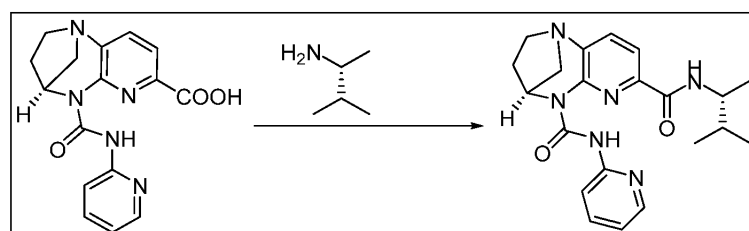
¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.40 (s, 1 H), 8.27 (dt, J=4.99, 0.90 Hz, 2 H), 8.12 (d, J=8.33 Hz, 1 H), 7.91 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.72 (t, J=7.90 Hz, 1 H), 7.66 (d, J=8.08 Hz, 1 H), 6.97 - 7.24 (m, 1 H), 5.63 (dd, J=6.03, 3.18 Hz, 1 H), 3.40 - 3.68 (m, 1 H), 3.08 - 3.30 (m, 3 H), 2.95 - 3.07 (m, 1 H), 2.19 - 2.43 (m, 1 H), 1.87 - 2.11 (m, 2 H), 1.63 - 1.84 (m, 1 H).

[1812]

실시예 45

[1813]

(4S)-N7-((R)-3-메틸부탄-2-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성:



[1814]

[1815]

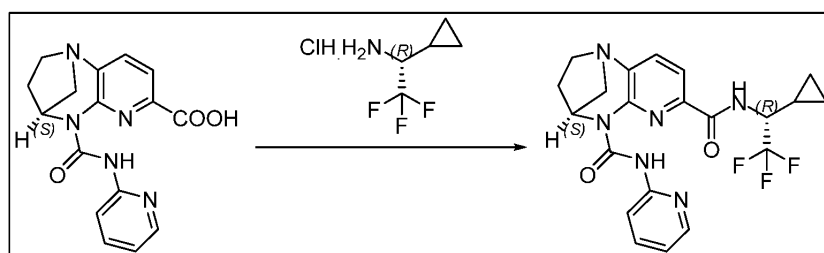
실온에서 질소 하에 DMF (3 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도

[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 용액에 HATU (701 mg, 1.844 mmol), DIPEA (0.805 mL, 4.61 mmol)에 이어서 (R)-3-메틸부탄-2-아민 (80 mg, 0.922 mmol)을 첨가하고, 실온에서 8시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.4). 반응 혼합물을 빙수 (30 mL)로 희석하고, EtOAc (2x35 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (30 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, 헥산 중 85% 에틸 아세테이트)에 이어서 정제용 HPLC (칼럼: 엑스테라 C18 (19x250) mm 10 μ ; 이동상-A: 5 mmol 중탄산 암모늄 (수성), 이동상-B: 아세트니트릴; 방법-35:65; 유량: 18 mL/분; 용해도: 아세트니트릴)에 의해 정제하여 (4S)-N7-((R)-3-메틸부탄-2-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (162 mg, 0.411 mmol, 44.5% 수율), LC-MS (m/z): 395.18 $[M+H]^+$, R_t =2.31분.

[1816] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.17 (s, 1 H), 8.05 - 8.31 (m, 2 H), 7.91 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.55 - 7.76 (m, 3 H), 6.99 (t, J =6.16 Hz, 1 H), 5.65 (dd, J =6.03, 3.18 Hz, 1 H), 4.09 (dquin, J =9.21, 6.91, 6.91, 6.91 Hz, 1 H), 3.05 - 3.28 (m, 3 H), 2.88 - 3.03 (m, 1 H), 2.29 (dddd, J =14.09, 9.92, 6.03, 4.17 Hz, 1 H), 1.85 - 2.09 (m, 2 H), 1.30 (d, J =6.80 Hz, 3 H), 0.96 (dd, J =15.68, 6.69 Hz, 6 H).

[1817] 실시예 46

[1818] (4S)-N7-((R)-1-시클로프로필-2,2,2-트리플루오로에틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성:



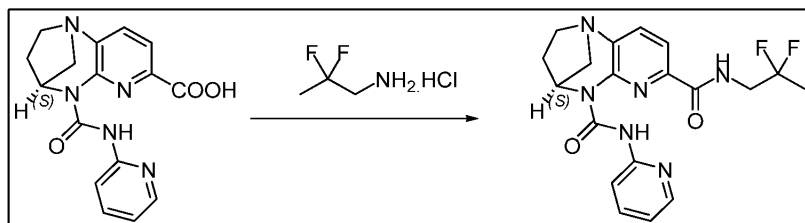
[1819]

[1820] 실온에서 질소 하에 DMF (3 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 용액에 HATU (701 mg, 1.844 mmol), DIPEA (0.805 mL, 4.61 mmol) 및 (R)-1-시클로프로필-2,2,2-트리플루오로에탄아민 히드록로라이드 (162 mg, 0.922 mmol)를 첨가하고, 8시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.4). 반응 혼합물을 빙수 (20 mL)로 희석하고, EtOAc (2x25 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (30 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, 헥산 중 85% 에틸 아세테이트)에 이어서 정제용 HPLC (칼럼: 엑스브리지 (19x150) mm 10 μ ; 이동상-A: 5 mmol 중탄산암모늄 (수성), 이동상-B: 아세트니트릴; 방법-45:55; 유량: 18 mL/분; 용해도: 아세트니트릴)에 의해 정제하여 (4S)-N7-((R)-1-시클로프로필-2,2,2-트리플루오로에틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (158 mg, 0.354 mmol, 38.4% 수율), LC-MS (m/z): 447.05 $[M+H]^+$, R_t =2.40분.

[1821] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.32 (s, 1 H), 8.19 - 8.27 (m, 2 H), 8.10 - 8.19 (m, 1 H), 7.95 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.60 - 7.79 (m, 2 H), 7.01 (ddd, J =7.34, 4.93, 1.10 Hz, 1 H), 5.53 - 5.78 (m, 1 H), 4.03 - 4.30 (m, 1 H), 3.08 - 3.31 (m, 3 H), 2.93 - 3.08 (m, 1 H), 2.20 - 2.42 (m, 1 H), 1.90 - 2.14 (m, 1 H), 1.41 - 1.57 (m, 1 H), 0.75 - 0.91 (m, 1 H), 0.51 - 0.71 (m, 2 H), 0.30 - 0.51 (m, 1 H).

[1822] 실시예 47

[1823] (4S)-N7-(2,2-디플루오로프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성:



[1824]

[1825]

실온에서 질소 하에 DMF (3 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 용액에 HATU (701 mg, 1.844 mmol), DIPEA (0.805 mL, 4.61 mmol) 및 2,2-디플루오로프로판-1-아민 히드로클로라이드 (121 mg, 0.922 mmol)를 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.4). 반응 혼합물을 빙수 (20 mL)로 희석하고, EtOAc (2x25 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (30 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, 헥산 중 80% EtOAc)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-(2,2-디플루오로프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (140 mg, 0.347 mmol, 37.6% 수율). LC-MS (m/z): 403.10 $[M+H]^+$, R_t =1.88분.

[1826]

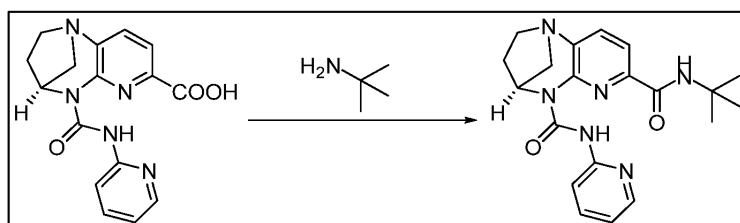
^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.37 (s, 1 H), 8.51 (br t, J =6.58 Hz, 1 H), 8.23 - 8.41 (m, 1 H), 8.01 (d, J =8.33 Hz, 1 H), 7.84 (td, J =7.84, 1.86 Hz, 1 H), 7.67 - 7.79 (m, 2 H), 7.11 (ddd, J =7.29, 4.99, 1.10 Hz, 1 H), 5.43 (dd, J =5.81, 2.96 Hz, 1 H), 3.91 (td, J =14.41, 6.91 Hz, 2 H), 3.04 - 3.26 (m, 3 H), 2.89 - 3.03 (m, 1 H), 2.15 - 2.39 (m, 1 H), 1.94 (dt, J =14.03, 7.02 Hz, 1 H), 1.68 (t, J =18.96 Hz, 3 H).

[1827]

실시예 48

[1828]

(4S)-N7-(tert-부틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성:



[1829]

[1830]

실온에서 질소 하에 DMF (3 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (280 mg, 0.861 mmol)의 용액에 HATU (655 mg, 1.721 mmol), DIPEA (0.601 mL, 3.44 mmol) 및 2-메틸프로판-2-아민 (62.9 mg, 0.861 mmol)을 첨가하고, 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.35). 반응 혼합물을 빙수 (30 mL)로 희석하고, EtOAc (2x30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (30 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, 헥산 중 80% EtOAc)에 의해 정제하여 (4S)-N7-(tert-부틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 연황색 고체로서 수득하였다 (206 mg, 0.538 mmol, 62.5% 수율). LC-MS (m/z): 381.10 $[M+H]^+$, R_t =1.75분.

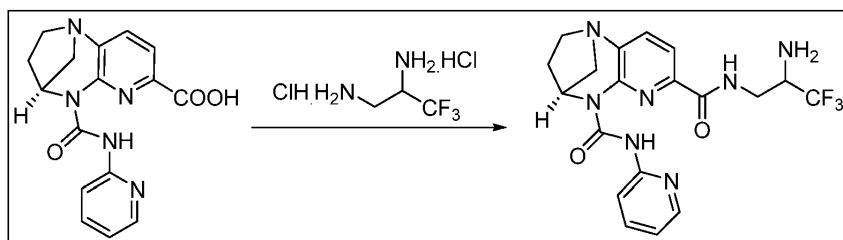
[1831]

^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 12.74 (s, 1 H), 8.22 (d, J =4.98 Hz, 1 H), 8.18 (d, J =8.33 Hz, 1 H), 7.90 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.70 (t, J =7.50 Hz, 1 H), 7.64 (d, J =7.56 Hz, 1 H), 7.31 - 7.45 (m, 1 H), 7.01 (ddd, J =7.29, 4.88, 0.99 Hz, 1 H), 5.68 (dd, J =5.92, 3.29 Hz, 1 H), 3.06 - 3.30 (m, 3 H), 2.94 - 3.05 (m, 1 H), 2.22 - 2.38 (m, 1 H), 1.87 - 2.11 (m, 1 H), 1.51 - 1.67 (m, 9 H).

[1832]

실시예 49

- [1833] (4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성:



[1834]

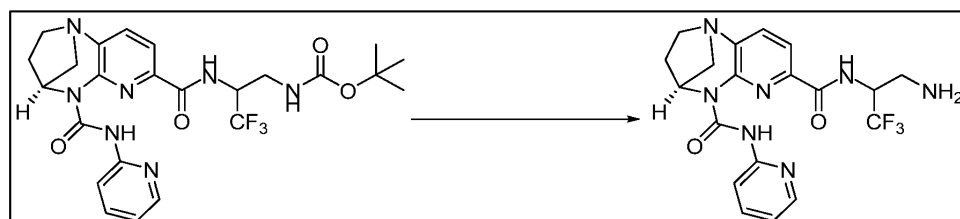
[1835] 실온에서 질소 하에 DMF (5 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.537 mmol)의 용액에 DIPEA (1.342 mL, 7.68 mmol), HATU (1169 mg, 3.07 mmol) 및 3,3,3-트리플루오로프로판-1,2-디아민 디히드로클로라이드 (309 mg, 1.537 mmol)를 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.40). 반응 혼합물을 빙수 (20 mL)로 희석하고, EtOAc (2x30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (20 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, DCM 중 5% 메탄올)에 의해 정제하여 목적 화합물을 부분입체이성질체 혼합물로서 수득하였다. 부분입체이성질체를 키랄 HPLC 정제 (칼럼: 키랄팩 -IC (250x30)mm, 5 μ ; 이동상 A: n-헥산, B: EtOH; 방법 등용매: 65:35; 유량: 41 mg/주입; 기기 세부사항: 제조/모델: YMC 정제용-01)에 의해 분리하여 미지의 절대 입체화학을 갖는 2종의 단일 부분입체이성질체를 수득하였다.

[1836] 피크 2: 회백색 고체로서 (4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (105 mg, 0.237 mmol, 15.42% 수율). LC-MS (m/z): 436.018 $[M+H]^+$, R_t = 1.51분.

[1837] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.46 (s, 1 H), 8.19 - 8.38 (m, 2 H), 8.14 (d, J =8.33 Hz, 1 H), 7.88 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.73 (t, J =7.79 Hz, 1 H), 7.67 (d, J =7.56 Hz, 1 H), 6.93 - 7.14 (m, 1 H), 5.62 (dd, J =5.92, 3.29 Hz, 1 H), 3.80 - 4.00 (m, 1 H), 3.49 - 3.75 (m, 2 H), 3.09 - 3.31 (m, 3 H), 2.98 - 3.07 (m, 1 H), 2.20 - 2.43 (m, 1 H), 1.97 - 2.18 (m, 1 H), 1.48 - 1.66 (m, 2 H).

[1838] 실시예 50

[1839] (4S)-N7-(3-아미노-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성:



[1840]

[1841] 실온에서 질소 하에 1,4-디옥산 (15 mL) 중 tert-부틸 (3,3,3-트리플루오로-2-((4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미도)프로필)카르바메이트 (1.1 g, 2.054 mmol)의 용액에 4M HCl의 용액 (10 mL, 40.0 mmol)을 첨가하고, 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.50). 반응 혼합물을 감압 하에 농축시켜 메탄올을 제거하고, 잔류물을 포화 중탄산나트륨 용액 (15 mL)으로 염기성화시킨 다음, DCM (2x50 mL)으로 추출하였다. 합한 유기 층을 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, DCM 중 5% MeOH)에 의해 정제하여 목적 화합물을 부분입체이성질체 혼합물로서 수득하였다. 부분입체이성질체를 키랄 SFC 정제 (칼럼: 키라셀 OD-H (250x21)mm, % CO_2 : 65.0%, % 공용매: 35.0% (100% 메탄올), 총 유량: 60.0 g/분, 배압: 100 bar, UV: 261 nm, 스택 시간: 2.0분, 로드/주입: 4.0 mg, 용해도: MeOH, 기기 세부사항: 타르 SFC - 80)에 의해 분리하여 미지의

절대 입체화학을 갖는 2종의 단일 부분입체이성질체를 수득하였다.

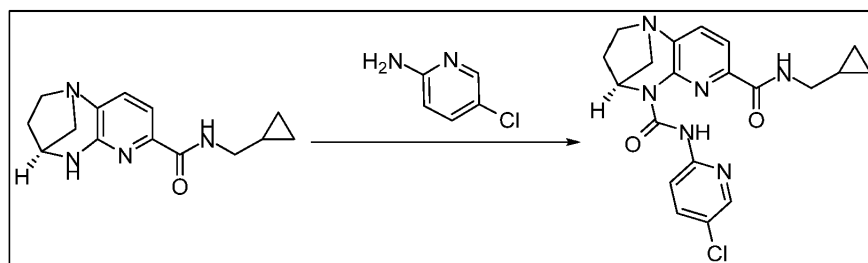
[1842] 피크 1: 회백색 고체로서 (4S)-N7-(3-아미노-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 수득하였다 (190 mg, 0.436 mmol, 21.24% 수율).

[1843] LC-MS (m/z): 436.011[M+H]⁺, Rt =1.42분.

[1844] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 12.90 (s, 1 H), 8.17 - 8.39 (m, 2 H), 8.10 (d, J=8.55 Hz, 1 H), 7.84 (td, J=7.84, 1.86 Hz, 1 H), 7.67 - 7.79 (m, 2 H), 7.12 (ddd, J=7.23, 4.93, 0.99 Hz, 1 H), 5.50 (dd, J=6.03, 2.96 Hz, 1 H), 4.77 (br d, J=7.45 Hz, 1 H), 2.96 - 3.23 (m, 6 H), 2.14 - 2.34 (m, 1 H), 1.85 - 2.01 (m, 1 H), 1.75 - 1.85 (m, 2 H).

[1845] 실시예 51

[1846] (4S)-N5-(5-클로로피리딘-2-일)-N7-(시클로프로필메틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성:



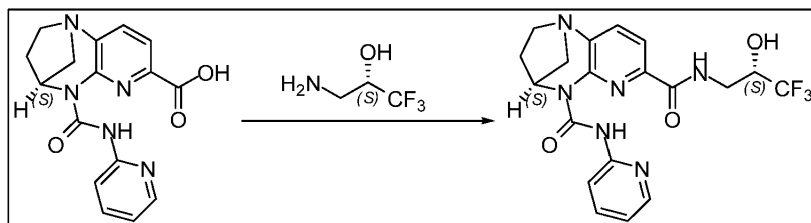
[1847]

[1848] 실온에서 THF (30 mL) 중 (4S)-N-(시클로프로필메틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (600 mg, 2.323 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (2.028 mL, 11.61 mmol) 및 트리포스겐 (551 mg, 1.858 mmol)을 첨가하고, 30분 동안 교반하였다. 이어서, 5-클로로피리딘-2-아민 (299 mg, 2.323 mmol)을 반응 혼합물에 첨가하고, 3시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올, R_f: 0.2). 반응물을 냉수 (40 mL)에 붓고, 에틸아세테이트 (2x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (30 mL)로 세척하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, DCM 중 3% 메탄올)에 이어서 정제용 HPLC (칼럼: 엑스브리지 (19x150) mm 10 μ; 이동상-A: 5 mmol 중탄산암모늄 (수성), 이동상-B: 아세트니트릴; 방법: 0/10-2/25/10/55; 용해도: MeOH+THF)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(5-클로로피리딘-2-일)-N7-(시클로프로필메틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (150 mg, 0.354 mmol, 15.23% 수율). LC-MS (m/z): 413.10 [M+H]⁺, Rt = 2.44분.

[1849] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.56 (s, 1 H), 8.09 - 8.22 (m, 2 H), 7.88 - 8.04 (m, 2 H), 7.59 - 7.75 (m, 2 H), 5.62 (dd, J=5.81, 3.18 Hz, 1 H), 3.35 - 3.53 (m, 2 H), 3.07 - 3.32 (m, 3 H), 2.91 - 3.07 (m, 1 H), 2.23 - 2.48 (m, 1 H), 1.87 - 2.13 (m, 1 H), 1.13 - 1.30 (m, 1 H), 0.46 - 0.59 (m, 2 H), 0.28 - 0.40 (m, 2 H).

[1850] 실시예 52

[1851] (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-((S)-3,3,3-트리플루오로-2-히드록시프로필)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성:



[1852]

[1853]

실온에서 질소 하에 DMF (3 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 용액에 HATU (701 mg, 1.844 mmol), DIPEA (0.483 mL, 2.77 mmol) 및 (S)-3-아미노-1,1,1-트리플루오로프로판-2-올 (119 mg, 0.922 mmol)을 첨가하고, 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.3). 반응 혼합물을 냉수 (30 mL)에 부은 다음, 15 분 동안 교반하고, 형성된 고체를 여과하고, 물 (10 mL)로 세척하고, 건조시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, DCM 중 6% 메탄올)에 의해 정제하여 목적 화합물 (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-((S)-3,3,3-트리플루오로-2-히드록시프로필)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (140 mg, 0.320 mmol, 34.7% 수율), LC-MS (m/z): 437.00 $[M+H]^+$, R_t =1.82분.

[1854]

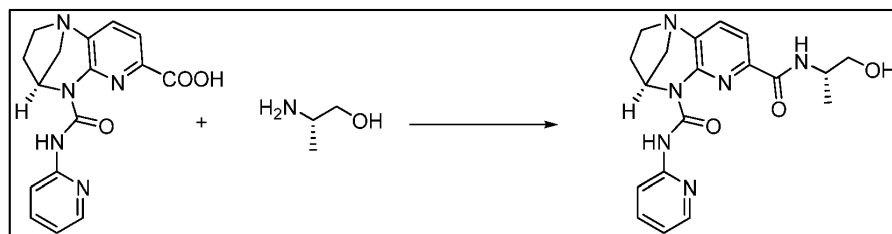
^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.34 (s, 1 H), 8.41 (br t, J =5.81 Hz, 1 H), 8.18 - 8.34 (m, 1 H), 8.05 (d, J =8.33 Hz, 1 H), 7.86 (td, J =7.89, 1.97 Hz, 1 H), 7.64 - 7.79 (m, 2 H), 7.14 (ddd, J =7.34, 4.93, 0.88 Hz, 1 H), 6.52 (d, J =6.36 Hz, 1 H), 5.44 (dd, J =5.92, 2.85 Hz, 1 H), 4.19 - 4.35 (m, 1 H), 3.76 (dt, J =13.65, 5.34 Hz, 1 H), 3.56 (dt, J =14.09, 6.88 Hz, 1 H), 3.05 - 3.28 (m, 3 H), 2.83 - 3.03 (m, 1 H), 2.19 - 2.47 (m, 1 H), 1.93 (dt, J =13.98, 7.15 Hz, 1 H).

[1855]

실시예 53

[1856]

(4S)-N7-((S)-1-히드록시프로판-2-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성:



[1857]

[1858]

실온에서 질소 하에 N,N-디메틸포름아미드 (20 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.537 mmol)의 교반 용액에 (S)-2-아미노프로판-1-올 (173 mg, 2.305 mmol), HATU (877 mg, 2.305 mmol)를 첨가하고, DIPEA (0.537 mL, 3.07 mmol)를 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리 시스템: DCM 중 10% MeOH; R_f -0.3; UV 활성화). 반응 혼합물을 물 (25 mL)로 킨칭하고, EtOAc (2 x50 mL)로 추출하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 크로마토그래피 (그레이스, C-18 역 칼럼 사용, 이동상 A: 물 중 중 0.1% 포름산; B: MeOH, 용리액 A 중 15% B)에 의해 정제하였다. 합한 분획을 농축시키고, 포화 $NaHCO_3$ 을 사용하여 염기성화시켰다. 수성 층을 DCM으로 추출하고, DCM 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 (4S)-N7-((S)-1-히드록시프로판-2-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (120 mg, 0.299 mmol, 19.46% 수율), LCMS (m/z): 383.09 $[M+H]^+$, R_t =1.52분.

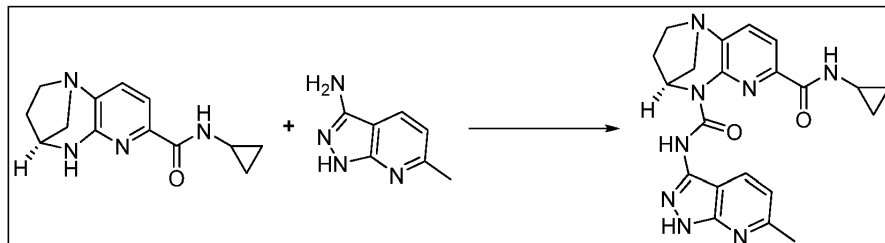
[1859]

^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 12.78 (s, 1 H), 8.28 (d, J =5.27 Hz, 2 H), 7.89 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.71 - 7.78 (m, 1 H), 7.67 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.54 - 7.61 (m, 1 H), 7.04 (ddd, J =7.34, 5.04, 0.99 Hz, 1 H), 5.71 (dd, J =6.14, 3.29 Hz, 1 H), 4.34 - 4.45 (m, 1 H), 3.84 - 4.00 (m, 2 H), 3.64 - 3.84 (m,

1 H), 3.09 - 3.32 (m, 3 H), 2.98 - 3.05 (m, 1 H), 2.33 (dddd, J=14.11, 10.00, 6.14, 3.95 Hz, 1 H), 1.98 - 2.09 (m, 1 H), 1.35 (d, J=6.80 Hz, 3 H)

[1860] 실시예 54

[1861] (4S)-N7-시클로프로필-N5-(6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성:



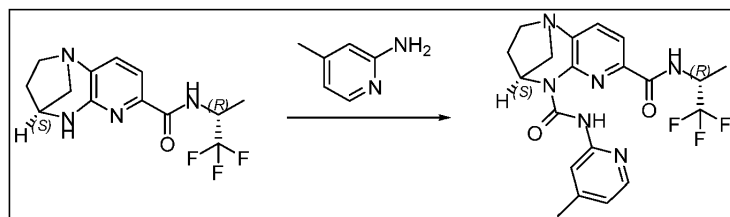
[1862]

[1863] 실온에서 THF (25 mL) 중 (4S)-N-시클로프로필-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (500 mg, 2.047 mmol)의 교반 용액에 트리포스겐 (364 mg, 1.228 mmol) 및 DIPEA (1.787 mL, 10.23 mmol)를 첨가하고, 30분 동안 교반한 다음, 6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-아민 (303 mg, 2.047 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 60°C로 16시간 동안 가열하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (50 mL)로 켄칭하고, EtOAc (2x50 mL)로 추출하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 크로마토그래피 (중성 알루미나, 용리액: 헥산 중 20% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하여 (4S)-N7-시클로프로필-N5-(6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (340 mg, 0.791 mmol, 38.6% 수율). LCMS (m/z): 419.16 [M+H]⁺, Rt =1.63분.

[1864] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.13 (s, 1 H), 10.92 (s, 1 H), 8.73 (d, J=8.33 Hz, 1 H), 7.90 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.66 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.38 - 7.58 (m, 1 H), 7.04 (d, J=8.33 Hz, 1 H), 5.66 (dd, J=5.81, 3.18 Hz, 1 H), 3.13 - 3.33 (m, 3 H), 2.99 - 3.11 (m, 2 H), 2.72 (s, 3 H), 2.25 - 2.41 (m, 1 H), 1.97 - 2.17 (m, 1 H), 0.78 - 0.95 (m, 4 H).

[1865] 실시예 55

[1866] (4S)-N5-(4-메틸피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[1867]

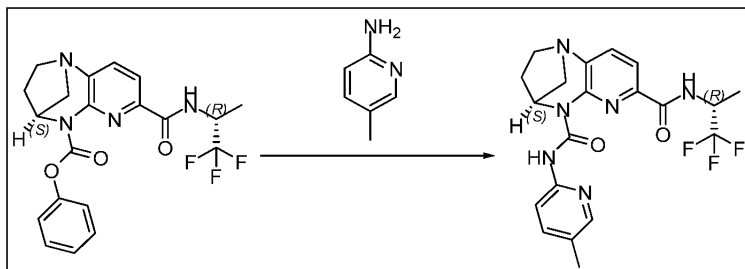
[1868] 0°C에서 THF (100 mL) 중 (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (1 g, 3.33 mmol)의 교반 용액에 트리에틸아민 (2.79 mL, 19.98 mmol)에 이어서 트리포스겐 (0.988 g, 3.33 mmol)을 첨가하고, 생성된 황색 용액을 실온에서 10분 동안 교반하였다. 0°C에서 반응 혼합물에 THF 중 4-메틸피리딘-2-아민 (1.080 g, 9.99 mmol) 용액을 첨가하고, 24시간 동안 70°C로 가열하였다 (TLC 용리액: DCM 중 10% 메탄올 R_f: 0.4; UV 활성). 반응물을 실온으로 냉각시키고, 혼합물을 물 (100 mL)과 EtOAc (300 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 염수 (150 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 갈색 고체를 수득하였다. 조 화합물을 정제용 HPLC (칼럼: 엑스브리지 C 18(75x4.6mm, 3.5μ); MP-A: 5 mM 중탄산암모늄, MP-B: 아세토니트릴; 방법 (T/%B): 0/5, 0.8/5, 5/50, 9/98.12/98, 12.1/5, 15/5; 유량: 0.8 mL/분; 용해도: 아세토니트릴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(4-메틸피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 숨털모양 고체로서 수득하였다 (235 mg, 0.541 mmol,

16.24% 수율). LC-MS (m/z): 435.10 $[M+H]^+$, R_t = 2.17분.

[1869] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.20 (s, 1 H), 8.02 - 8.16 (m, 2 H), 7.99 (s, 1 H), 7.95 (d, $J=7.62$ Hz, 1 H), 7.67 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 6.85 (dd, $J=5.15$, 0.77 Hz, 1 H), 5.64 (dd, $J=5.92$, 3.29 Hz, 1 H), 4.98 - 5.15 (m, 1 H), 3.09 - 3.31 (m, 3 H), 2.93 - 3.07 (m, 1 H), 2.29 - 2.40 (m, 4 H), 1.91 - 2.16 (m, 1 H), 1.52 - 1.66 (m, 3 H).

[1870] 실시예 56

[1871] (4S)-N5-(5-메틸피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



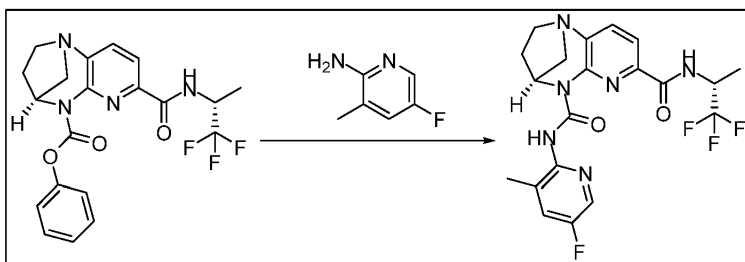
[1872]

[1873] -78℃에서 질소 하에 THF (80 mL) 중 5-메틸피리딘-2-아민 (309 mg, 2.85 mmol)의 교반 용액에 LiHMDS (2.85 mL, 2.85 mmol)를 적가하고, 30분 동안 교반하였다. 이어서, (4S)-페닐-7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트 (600 mg, 1.427 mmol)를 -78℃에서 첨가하고, 생성된 반응 혼합물을 -78℃에서 1시간 동안 교반하고, 실온에서 6시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% 메탄올 R_f : 0.3; UV 활성화). 반응 혼합물을 수성 NH_4Cl (50 mL)로 쉐킹하고, EtOAc (2x100 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 정제용 HPLC (칼럼: 엑스브리지 C-18 (75 X4.6mm, 3.5 μ); MP-A: 5 mM 중탄산암모늄 (수성), MP-B: 아세토니트릴; 방법 (T/%B): 0/5, 0.8/5, 5/50, 9/98.12/98, 12.1/5, 15/5; 유량: 0.8 ml/분; 용해도: 아세토니트릴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(5-메틸피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 연갈색 고체로서 수득하였다 (228 mg, 0.523 mmol, 36.6% 수율). LC-MS (m/z): 435.14 $[M+H]^+$, R_t = 2.31분.

[1874] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.13 (s, 1 H), 7.91 - 8.11 (m, 4 H), 7.66 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.54 (dd, $J=8.33$, 2.19 Hz, 1 H), 5.65 (dd, $J=5.92$, 3.29 Hz, 1 H), 4.98 - 5.14 (m, 1 H), 3.17 - 3.29 (m, 2 H), 3.08 - 3.14 (m, 1 H), 2.99 - 3.06 (m, 1 H), 2.24 - 2.39 (m, 4 H), 1.98 - 2.21 (m, 1 H), 1.52 - 1.66 (m, 3 H).

[1875] 실시예 57

[1876] (4S)-N5-(5-플루오로-3-메틸피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1877]

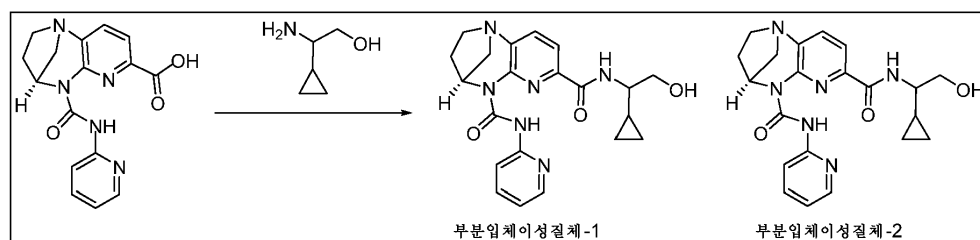
[1878] 질소 하에 -78℃에서 THF (50 mL) 중 5-플루오로-3-메틸피리딘-2-아민 (396 mg, 3.14 mmol)의 교반 용액에 LiHMDS (3.57 mL, 3.57 mmol)를 적가하고, 30분 동안 교반하였다. 이어서, (4S)-페닐-7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트 (600

mg, 1.427 mmol)를 -78℃에서 첨가하고, 생성된 반응 혼합물을 실온으로 천천히 가온하고, 6시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% 메탄올 R_f: 0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 수성 NH₄Cl (50 mL)로 키텔하고, 수성 층을 EtOAc (2 x 100 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 회백색 고체로서 정제용 HPLC (칼럼: 엑스브리지 C-18 (250 x 4.6mm, 5 μ); 이동상-A: 5 mM 중탄산암모늄, 이동상-B: 아세토니트릴; 방법 (T/%B): 0/10, 1/10, 10/60, 15/60, 18/98, 20/98, 20.1/10, 25/10; 유량: 1.0 mL/분, 용해도: 아세토니트릴)에 적용하여 (4S)-N5-(5-플루오로-3-메틸피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 수득하였다 (85 mg, 0.187 mmol, 13.09% 수율). LC-MS (m/z): 453.15 [M+H]⁺, R_t = 2.01분.

[1879] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 12.20 (s, 1 H), 8.07 (d, J=2.63 Hz, 1 H), 7.84 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.56 - 7.74 (m, 2 H), 7.28 - 7.41 (m, 1 H), 5.50 (dd, J=5.92, 3.29 Hz, 1 H), 4.87 - 5.04 (m, 1 H), 3.11 - 3.34 (m, 3 H), 3.02 (dd, J=12.06, 3.29 Hz, 1 H), 2.42 (s, 3 H), 2.30 (qd, J=9.87, 4.38 Hz, 1 H), 1.95 - 2.18 (m, 1 H), 1.37 (d, J=7.23 Hz, 3 H).

[1880] 실시예 58

[1881] (4S)-N7-(1-시클로프로필-2-히드록시에틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[1882]

[1883] 실온에서 질소 하에 DMF (15 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (800 mg, 2.459 mmol)의 교반 현탁액에 DIPEA (1.288 mL, 7.38 mmol), HATU (1870 mg, 4.92 mmol)를 첨가하고, 10분 동안 교반하였다. 2-아미노-2-시클로프로필에탄올 (298 mg, 2.95 mmol)을 상기 반응 혼합물에 첨가하고, 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% 메탄올 R_f: 0.4; UV 활성). 반응물을 냉수 (200 mL)로 키텔하고, EtOAc (2x300 mL)로 추출하고, 합한 유기 층을 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, DCM 중 5% 메탄올)에 의해 정제하여 목적 화합물 800 mg (HPLC-94%)을 고점성 액체로서 수득하였다. 추가의 부분입체이성질체 혼합물을 정제용 키랄 SFC (타르 SFC-200 뉴-2; 키랄셀 OX-H (250 X30)mm, 5u; % CO₂ - 50.0%; % 공용매-50.0% (메탄올); 총 유량 - 100.0 g/분; 배압- 100.0 bar; UV- 261 nm; 스택 시간- 9.0분; 로드/주입: 45.0 mg; 용해도: 메탄올)에 의해 분리하여 2종의 단일 미지의 부분입체이성질체를 수득하였다.

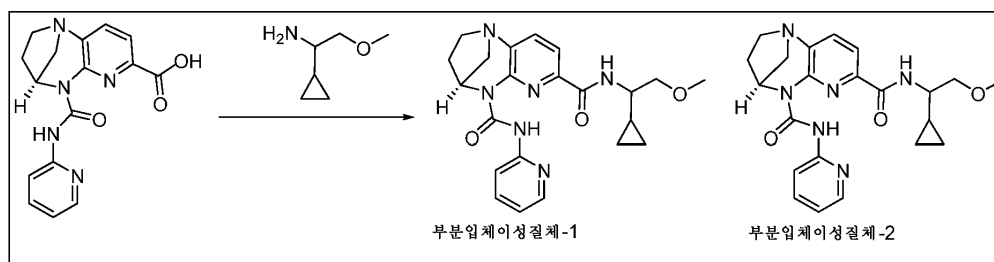
[1884] 피크-1: SFC로부터 수집된 분획을 농축시키고, 잔류물을 디에틸 에테르로 연화처리하여 목적 화합물 (4S)-N7-(1-시클로프로필-2-히드록시에틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (115 mg, 0.280 mmol, 11.39% 수율). LC-MS (m/z): 409.18 [M+H]⁺, R_t = 1.71분.

[1885] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 12.83 (s, 1 H), 8.18 - 8.31 (m, 2 H), 7.88 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.62 - 7.80 (m, 3 H), 6.96 - 7.15 (m, 1 H), 5.73 (dd, J=6.14, 3.29 Hz, 1 H), 3.80 - 4.05 (m, 3 H), 3.54 - 3.74 (m, 1 H), 3.08 - 3.31 (m, 3 H), 2.92 - 3.07 (m, 1 H), 2.33 (dddd, J=14.11, 9.95, 6.08, 3.84 Hz, 1 H), 1.95 - 2.17 (m, 1 H), 1.12 - 1.32 (m, 1 H), 0.57 - 0.65 (m, 1 H), 0.35 - 0.54 (m, 3 H).

[1886] 실시예 59 (피크 1)

[1887] 실시예 60 (피크 2)

- [1888] (4S)-N7-(1-시클로프로필-2-메톡시에틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1889]

- [1890] 실온에서 질소 하에 DMF (15 ml) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (800 mg, 2.459 mmol)의 현탁액에 DIPEA (1.288 mL, 7.38 mmol) 및 HATU (1870 mg, 4.92 mmol)를 첨가하고, 10분 동안 교반하였다. 1-시클로프로필-2-메톡시에탄아민 (340 mg, 2.95 mmol)을 상기 반응 혼합물에 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% 메탄올, R_f : 0.5; UV 활성). 반응물을 냉수로 킨칭하고, EtOAc (2x300 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, DCM 중 5% 메탄올)에 의해 정제하여 목적 화합물 760 mg (HPLC-96%)을 점성 액체로서 수득하였다. 추가의 부분입체이성질체 혼합물을 정제용 키랄 SFC (타르 SFC-200 뉴-2; 키랄셀 OD-H (250 X21)mm, 5u; % CO_2 - 60.0%; % 공용매-40.0% (메탄올); 총 유량 - 600.0 g/분; 배압- 100.0 bar; UV- 261 nm; 스택 시간- .0분; 로드/주입: 14.0 mg; 용해도: 메탄올)에 의해 분리하여 2종의 단일 미지의 부분입체이성질체를 수득하였다.

- [1891] 피크-1: SFC로부터 수집된 분획을 농축시키고, 디에틸 에테르로 세척하여 목적 화합물 (4S)-N7-(1-시클로프로필-2-메톡시에틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (105 mg, 0.247 mmol, 10.05% 수율). LC-MS: 423.15 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.01분.

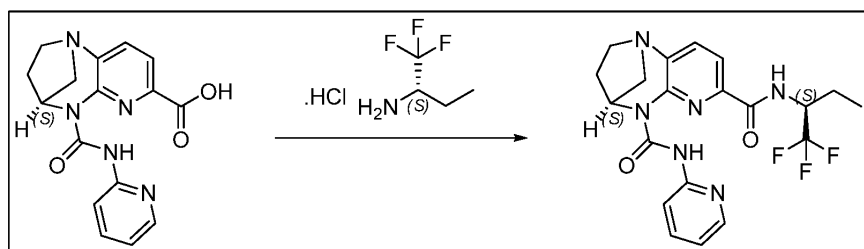
- [1892] ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 13.19 (s, 1 H), 8.29 (br d, $J=4.17$ Hz, 1 H), 8.09 (d, $J=8.33$ Hz, 1 H), 7.80 - 7.96 (m, 2 H), 7.66 - 7.80 (m, 2 H), 7.10 - 7.23 (m, 1 H), 5.47 (br dd, $J=5.59$, 2.74 Hz, 1 H), 3.53 - 3.80 (m, 3 H), 3.04 - 3.23 (m, 6 H), 2.97 (dd, $J=11.84$, 3.07 Hz, 1 H), 2.11 - 2.30 (m, 1 H), 1.96 (dt, $J=13.92$, 7.07 Hz, 1 H), 1.10 (dtd, $J=12.96$, 7.99, 7.99, 5.04 Hz, 1 H), 0.45 - 0.61 (m, 1 H), 0.21 - 0.44 (m, 3 H).

- [1893] 피크 2: SFC로부터 수집된 분획을 농축시켜 목적 화합물 (4S)-N7-(1-시클로프로필-2-메톡시에틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (132 mg, 0.311 mmol, 12.63% 수율). LC-MS를 $\text{C}_{22}\text{H}_{26}\text{N}_6\text{O}_3$ (m/z): 423.15 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.99분에 대한 계산치

- [1894] ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 13.16 (s, 1 H), 8.30 (dt, $J=4.93$, 0.93 Hz, 1 H), 8.09 (d, $J=8.33$ Hz, 1 H), 7.80 - 7.95 (m, 2 H), 7.65 - 7.80 (m, 2 H), 7.15 (ddd, $J=7.29$, 4.99, 0.88 Hz, 1 H), 5.47 (dd, $J=5.92$, 3.07 Hz, 1 H), 3.55 - 3.78 (m, 3 H), 3.06 - 3.28 (m, 6 H), 2.92 - 3.02 (m, 1 H), 2.23 (dddd, $J=13.70$, 9.87, 6.03, 3.95 Hz, 1 H), 1.95 (dt, $J=13.76$, 7.04 Hz, 1 H), 0.98 - 1.20 (m, 1 H), 0.47 - 0.60 (m, 1 H), 0.26 - 0.44 (m, 3 H).

- [1895] 실시예 61

- [1896] (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-((S)-1,1,1-트리플루오로부탄-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1897]

[1898]

N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (60 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (7 g, 21.52 mmol)의 교반 용액에 실온에서 HATU (16.36 g, 43.0 mmol) 및 DIPEA (18.79 mL, 108 mmol)를 첨가하였다. 이어서, (S)-1,1,1-트리플루오로부탄-2-아민 히드로클로라이드 (4.22 g, 25.8 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 28℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: EtOAc 중 5% MeOH, R_f : 0.6). 반응 혼합물을 물 (60 mL)로 희석하고, EtOAc (2x 120 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔: 100-200 메쉬, 용리액: 에틸아세테이트 중 2% 메탄올)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N-5-(피리딘-2-일)-N-7-((S)-1,1,1-트리플루오로부탄-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (5 g, 11.44 mmol, 53.2% 수율). LCMS (m/z): 435.10 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.39분.

[1899]

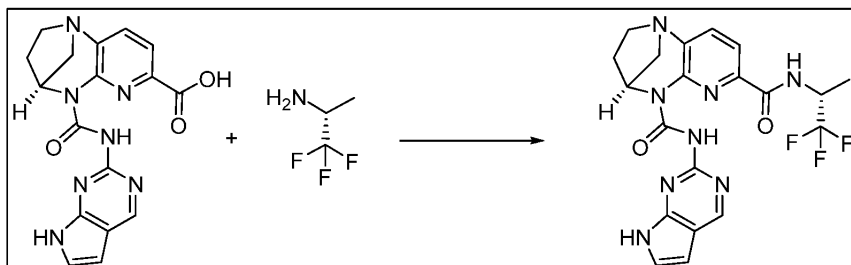
^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.25 (s, 1 H), 8.22 (d, $J=3.95$ Hz, 1 H), 8.15 (d, $J=8.55$ Hz, 1 H), 7.97 (s, 1 H), 7.95 - 7.84 (m, 1 H), 7.76 - 7.63 (m, 2 H), 7.06 - 6.98 (m, 1 H), 5.65 (dd, $J=5.92$, 3.07 Hz, 1 H), 4.89 - 4.75 (m, 1 H), 3.30 - 3.17 (m, 2 H), 3.16 - 3.10 (m, 1 H), 3.06 - 2.99 (m, 1 H), 2.38 - 2.28 (m, 1 H), 2.13 - 1.95 (m, 3 H), 1.05 (t, $J=7.34$ Hz, 3 H).

[1900]

실시예 62

[1901]

(4S)-N5-(7H-피롤로[2,3-d]피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[1902]

[1903]

0℃에서 질소 하에 DMF 중 (4S)-5-((7H-피롤로[2,3-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (400 mg, 1.095 mmol)의 교반 용액에 (S)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (186 mg, 1.642 mmol) (20 mL), DIPEA (0.765 mL, 4.38 mmol) 및 HATU (624 mg, 1.642 mmol)를 첨가하고, 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 헥산 중 100% EtOAc, R_f : 0.3). 반응 혼합물을 빙냉수 (40 mL) 사이에 분배하고, EtOAc (100 mL), 유기 층을 분리하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피 (중성 알루미나, DCM 중 4% MeOH 용리액)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(7H-피롤로[2,3-d]피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (245 mg, 0.527 mmol, 48.2% 수율). LCMS (m/z): 461.13 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.59분.

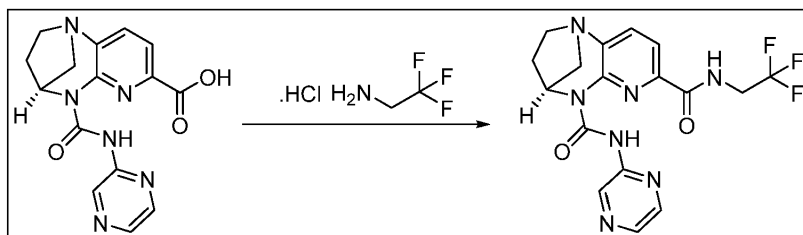
[1904]

^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.62 (s, 1 H), 11.32 (br s, 1 H), 8.76 (s, 1 H), 8.21 (br d, $J=9.43$ Hz, 1 H), 7.99 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.71 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.44 (dd, $J=3.51$, 2.41 Hz, 1 H), 6.54 (dd, $J=3.73$, 1.75 Hz, 1 H), 5.76 (dd, $J=5.70$, 3.07 Hz, 1 H), 5.00 - 5.23 (m, 1 H), 3.10 - 3.40 (m, 3

H), 3.00 - 3.10 (m, 1 H), 2.32 - 2.48 (m, 1 H), 2.09 - 2.22 (m, 1 H), 1.57 - 1.65 (m, 3 H).

[1905] 실시예 63

[1906] (4S)-N5-(피라진-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1907]

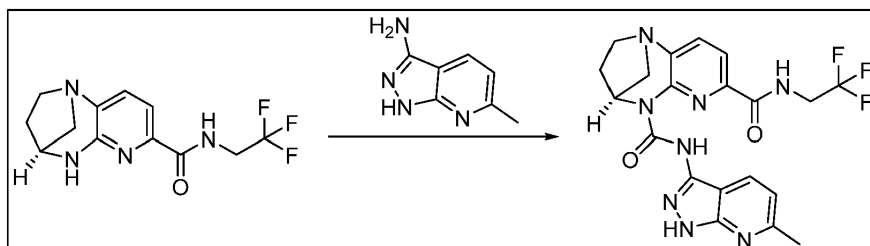
[1908] DMF (300 mL) 중 (4S)-5-(피라진-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (25 g, 77 mmol)의 교반 용액에 HATU (43.7 g, 115 mmol), DIPEA (26.8 mL, 153 mmol) 및 2,2,2-트리플루오로에탄아민 히드로클로라이드 (15.57 g, 115 mmol)를 실온에서 첨가하고, 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 순수한 에틸 아세테이트: R_f : 0.3). 반응 혼합물을 물 (200 mL)로 희석하고, 에틸아세테이트 (3x100 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (100 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카-겔: 100-200 메쉬, 용리액: 에틸 아세테이트 중 2% MeOH)에 의해 정제하여 목적 화합물 (4S)-N-5-(피라진-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (22 g, 53.9 mmol, 70.4% 수율). LCMS (m/z): 408.1 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t =1.86분.

[1909] Pd 스캐빈저 처리: 수득된 생성물 (22.5 g)을 에탄올 (1.5 L) 중 Pd 스캐빈저 (13g, 실리사이클 수지)로 70°C에서 4시간 동안 처리한 다음, 이것을 뜨거운 (대략 50°C) 상태에서 여과하고, 용매를 진공 하에 제거하여 목적 생성물을 수득하였다.

[1910] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.63 (s, 1 H), 9.49 (d, J =1.32 Hz, 1 H), 8.35 (d, J =2.41 Hz, 1 H), 8.25 - 8.14 (m, 1 H), 8.14 - 8.03 (m, 1 H), 7.95 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.71 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 5.64 (dd, J =5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.22 - 4.16 (m, 2 H), 3.37 - 2.93 (m, 4 H), 2.46 - 2.24 (m, 1 H), 2.14 - 1.94 (m, 1 H).

[1911] 실시예 64

[1912] (4S)-N5-(6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1913]

[1914] (4S)-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드의 교반 용액 (테트라히드로푸란 (THF, 200 mL) 중 22 g, 77 mmol)에 트리포스겐 (13.68 g, 46.1 mmol) 및 DIPEA (67.1 mL, 384 mmol)를 0°C에서 첨가하였다. 이어서, 반응 혼합물을 실온에서 30분 동안 교반하고, 6-메틸-1H-피라졸로 [3, 4-b] 피리딘-3-아민 (17.08 g, 115 mmol)을 첨가하고, 80°C에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f :0.4). 반응 혼합물을 냉수 (100 mL)로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2x 300 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카-겔: 100-200 메쉬, 용리액: 석유 에테르 중 80% EtOAc)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)-N7-(2,2,2-트리플루오

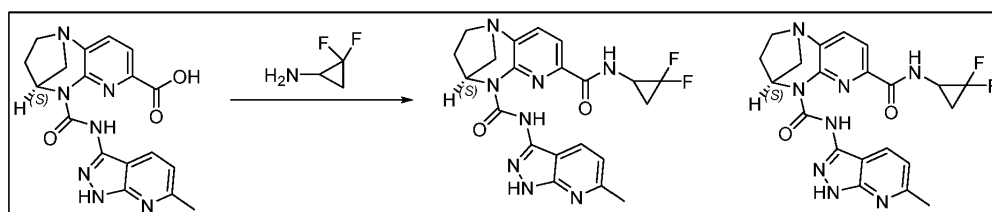
로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (25 g, 54.2 mmol, 70.6% 수율). LCMS (m/z): 461.17 [M+H]⁺, RT=1.75.

[1915] Pd 스캐빈저 처리: 수득된 생성물을 에탄올 (1.5 L) 중 Pd 스캐빈저 (13g, 실리사이클 수지)로 70℃에서 4시간 동안 처리한 다음, 이것을 뜨거운 (대략 50℃) 상태에서 여과하고, 용매를 진공 하에 제거하여 목적 생성물을 수득하였다.

[1916] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.25 (s, 1 H), 10.71 (br s, 1 H), 8.76 (d, J=8.33 Hz, 1 H), 7.97 - 7.88 (m, 2 H), 7.69 (d, J=7.67 Hz, 1 H), 7.04 (d, J=8.55 Hz, 1 H), 5.64 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.33 - 4.14 (m, 2 H), 3.32 - 3.14 (m, 3 H), 3.09 - 3.01 (m, 1 H), 2.70 (s, 3 H), 2.42 - 2.30 (m, 1 H), 2.11 (dt, J=14.20, 6.82 Hz, 1 H).

[1917] 실시예 65

[1918] (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1919]

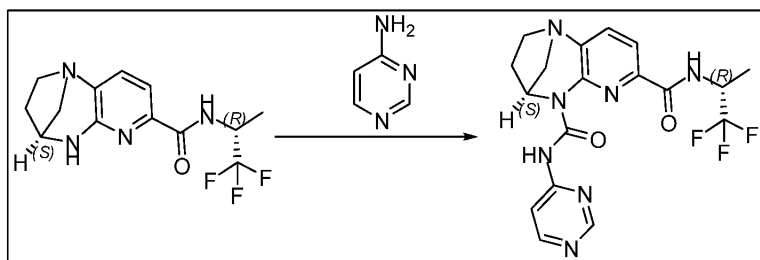
[1920] DMF (15 mL) 중 (4S)-5-((6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.318 mmol)의 교반 용액에 HATU (601 mg, 1.582 mmol), DIPEA (0.460 mL, 2.64 mmol) 및 2,2-디플루오로시클로프로판아민 히드록로라이드 (188 mg, 1.450 mmol)를 실온에서 첨가하고, 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 10% MeOH: R_f=0.4). 반응 혼합물을 빙수 (20 mL)로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액으로 세척하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물 (N36233-72-A1)을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (용리액으로서 DCM 중 2% 메탄올의 구배 혼합물을 사용하는 100-200 실리카겔)에 의해 정제하여 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 부분입체이성질체 혼합물을 수득하였다. 이 혼합물을 다시 SFC (조건: 키랄셀 OD-H (250 X30)mm, 5 μ, % CO₂: 50.0%, % 공용매: 50.0% (100% M 에탄올), 총 유량: 90.0 g/분, 배압: 100.0 bar, UV: 210 nm, 스택 시간: 6.0분, 로드/주입: 10.0 mg, 용해도: 메탄올+ACN, 총 주입 횟수: 80)에 의해 정제하고, 피크들을 분리하여 피크-I (가장 빠른 용리액)로서 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 연갈색 고체로서 수득하였다 (200 mg, 0.438 mmol, 33.2% 수율). LCMS (m/z): 455.12 [M+H]⁺, R_t: 1.7분.

[1921] 피크-I (가장 빠른 용리액):

[1922] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.14 (s, 1 H), 10.28 (brs, 1 H), 8.72 (d, J=8.33 Hz, 1 H), 7.89 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.67 (s, 2 H), 7.04 (d, J=8.55 Hz, 1 H), 5.65 (dd, J=5.70, 3.07 Hz, 1 H), 3.68 - 3.52 (m, 1 H), 3.33 - 3.19 (m, 2 H), 3.18 - 3.11 (m, 1 H), 3.09 - 3.00 (m, 1 H), 2.68 (s, 3 H), 2.41 - 2.29 (m, 1 H), 2.19 - 2.03 (m, 1 H), 1.90 (dtd, J=13.02, 9.50, 6.36 Hz, 1 H), 1.78 (ddt, J=14.20, 8.71, 5.43, 5.43 Hz, 1 H).

[1923] 실시예 66

[1924] (4S)-N5-(피리미딘-4-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1925]

[1926]

실온에서 질소 하에 THF (30 mL) 중 (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (700 mg, 2.331 mmol)의 교반 용액에 트리포스겐 (692 mg, 2.331 mmol), TEA (1.625 mL, 11.66 mmol)를 첨가하고, 45분 동안 교반한 다음, 피리미딘-4-아민 (333 mg, 3.50 mmol)을 첨가하고, 생성된 반응 혼합물을 65°C에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f -0.3; UV 활성화). 반응 혼합물을 물 (40 mL)로 켄칭하고, 수성 층을 EtOAc (2x30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔, 용리액 헥산 중 85% EtOAc)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(피리미딘-4-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (160 mg, 0.380 mmol, 16.28% 수율). LC-MS (m/z): 422.03 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.89분.

[1927]

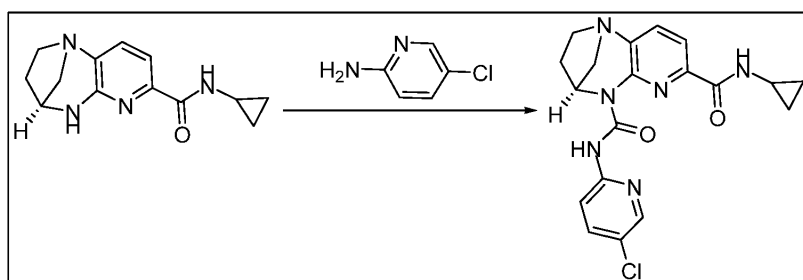
^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.50 (s, 1 H), 8.82 (d, $J=1.10$ Hz, 1 H), 8.64 (d, $J=5.70$ Hz, 1 H), 8.11 (dd, $J=5.70$, 1.32 Hz, 1 H), 8.00 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.79 (br d, $J=9.65$ Hz, 1 H), 7.72 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 5.64 (dd, $J=5.92$, 3.07 Hz, 1 H), 4.96 - 5.15 (m, 1 H), 3.18 - 3.32 (m, 2 H), 3.12 (d, $J=12.06$ Hz, 1 H), 3.03 (dd, $J=12.28$, 3.07 Hz, 1 H), 2.20 - 2.43 (m, 1 H), 1.85 - 2.13 (m, 1 H), 1.54 - 1.63 (m, 3 H)

[1928]

실시예 67

[1929]

(4S)-N5-(5-클로로피리딘-2-일)-N7-시클로프로필-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[1930]

[1931]

실온에서 질소 하에 THF (20 mL) 중 (4S)-N-시클로프로필-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (600 mg, 2.456 mmol)의 교반 용액에 트리포스겐 (729 mg, 2.456 mmol), TEA (1.027 mL, 7.37 mmol)를 첨가하고, 45분 동안 교반한 다음, THF (5 mL) 중 5-클로로피리딘-2-아민 (379 mg, 2.95 mmol)의 용액을 첨가하고, 생성된 반응 혼합물을 65°C에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f -0.5; UV 활성화). 반응 혼합물을 물 (25 mL)로 켄칭하고, 수성 층을 EtOAc (2x25 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, 용리액 DCM 중 2.2% MeOH)에 의해 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 (4S)-N5-(5-클로로피리딘-2-일)-N7-시클로프로필-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (310 mg, 0.777 mmol, 31.6% 수율). LC-MS (m/z): 399.06 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.25분.

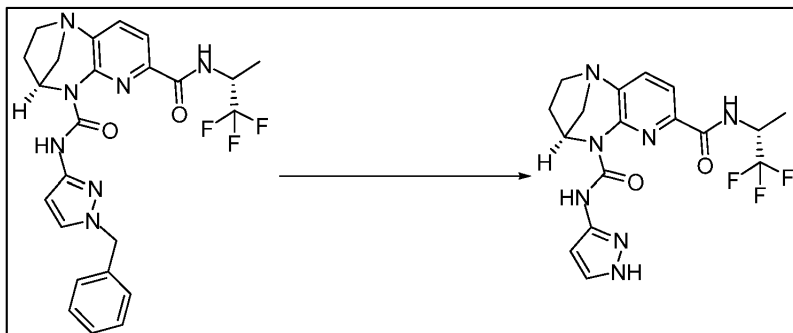
[1932]

^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.29 - 13.51 (m, 1 H), 8.25 (d, $J=2.41$ Hz, 1 H), 8.15 (d, $J=8.77$ Hz, 1

H), 7.92 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.60 - 7.83 (m, 3 H), 5.62 (dd, J=6.03, 3.18 Hz, 1 H), 3.17 - 3.29 (m, 2 H), 2.98 - 3.13 (m, 3 H), 2.19 - 2.39 (m, 1 H), 1.92 - 2.17 (m, 1 H), 0.72 - 1.01 (m, 4 H)

[1933] 실시예 68

[1934] (4S)-N5-(1H-피라졸-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



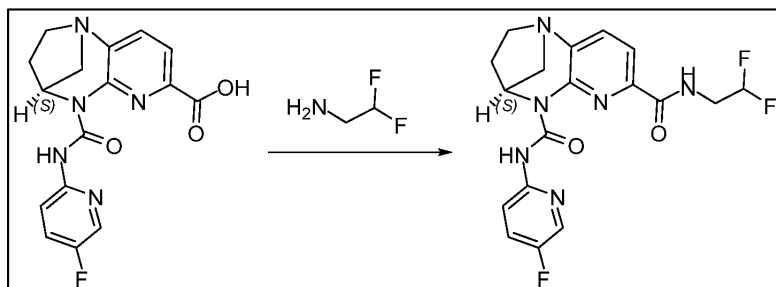
[1935]

[1936] 에탄올 (5 mL) 중 (4S)-N5-(1-벤질-1H-피라졸-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (250 mg, 0.501 mmol)의 교반 용액에 탄소상 20% 수산화팔라듐 (176 mg, 0.250 mmol)을 첨가하고, 수소 분위기 하에 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f -0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 셀라이트 층으로 여과하고, 여과물을 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, 용리액 DCM 중 4% MeOH)에 이어서 정제용 HPLC (칼럼:엑스브리지 C 18 (250 X4.6mm, 5 μ ; 이동상: A: 5mM 중탄산암모늄, B:MeOH:CAN; 구배: 시간/ %B: 0/10,1/10,10/60,15/60,18/98,20/98,20.1/10,25/10; 온도: 주위; 유량:1.0 ml/분; 희석제: 아세토니트릴)에 의해 정제하여 목적 화합물 (4S)-N5-(1H-피라졸-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (27 mg, 0.065 mmol, 13.07% 수율). LC-MS (m/z): 410.12 [$M+H$]⁺, R_t = 1.67분.

[1937] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 12.62 (br s, 1 H), 9.60 (br s, 1 H), 7.88 (m, J=7.89 Hz, 1 H), 7.66 (m, J=7.89 Hz, 1 H), 7.36 - 7.53 (m, 2 H), 6.65 (br s, 1 H), 5.57 - 5.83 (m, 1 H), 4.97 (dq, J=16.74, 7.21 Hz, 1 H), 3.06 - 3.31 (m, 3 H), 2.82 - 3.06 (m, 1 H), 2.20 - 2.45 (m, 1 H), 1.97 - 2.14 (m, 1 H), 1.57 (br d, J=7.02 Hz, 3 H).

[1938] 실시예 69

[1939] (4S)-N7-(2,2-디플루오로에틸)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1940]

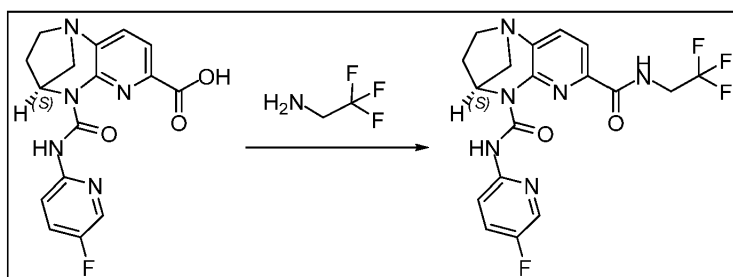
[1941] 질소 하에 0℃에서 DMF (8 mL) 중 (4S)-5-((5-플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.456 mmol)의 교반 용액에 HATU (1108 mg, 2.91 mmol), TEA (0.609 mL, 4.37 mmol)를 첨가하고, 30분 동안 교반한 다음, 2,2-디플루오로에탄아민 (177 mg, 2.185 mmol)을 첨가하고, 반응물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f -0.4; UV 활성). 반응 혼합물을 물 (20 mL)로 켄칭하고, 생성된 고체를 여과하고, 물 (10 mL)로 세척하고, 건조시키고,

디에틸 에테르 (2x10 mL)로 연화처리하여 목적 (4S)-N7-(2,2-디플루오로에틸)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (280 mg, 0.687 mmol, 47.2% 수율). LC-MS (m/z): 407.06 [M+H]⁺, Rt = 2.06분.

[1942] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.48 - 13.72 (m, 1 H), 8.18 - 8.44 (m, 1 H), 8.07 - 8.18 (m, 2 H), 7.89 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.67 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.36 - 7.58 (m, 1 H), 6.14-5.60 (m, 1 H), 5.60 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 3.83 - 4.01 (m, 2 H), 3.08 - 3.32 (m, 3 H), 2.99 - 3.07 (m, 1 H), 2.20 - 2.45 (m, 1 H), 1.95 - 2.14 (m, 1 H).

[1943] 실시예 70

[1944] (4S)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



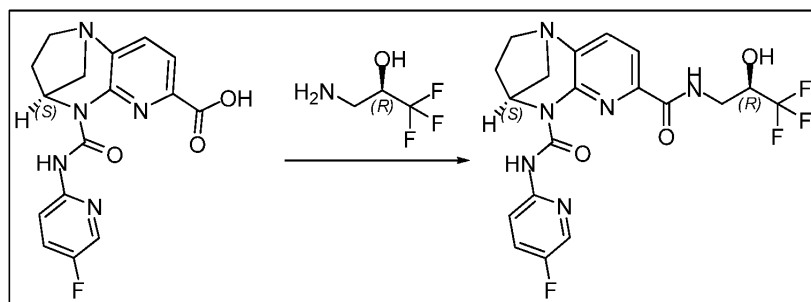
[1945]

[1946] 질소 하에 0℃에서 DMF (10 mL) 중 (4S)-5-((5-플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (400 mg, 1.165 mmol)의 교반 용액에 HATU (886 mg, 2.330 mmol), TEA (0.487 mL, 3.50 mmol)를 첨가하고, 30분 동안 교반한 다음, 2,2,2-트리플루오로에탄아민 (115 mg, 1.165 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f = 0.4; UV 활성). 반응 혼합물을 물 (20 mL)로 켄칭하고, 생성된 고체를 여과하고, 물 (10 mL)로 세척하고, 건조시키고, 디에틸 에테르 (2x10 mL)로 연화처리하여 목적 (4S)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (190 mg, 0.448 mmol, 38.4% 수율). LC-MS (m/z): 425.09 [M+H]⁺, Rt = 2.25분.

[1947] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.57 (s, 1 H), 8.32 (br t, J=5.70 Hz, 1 H), 8.11 - 8.15 (m, 1 H), 8.09 (s, 1 H), 7.92 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.68 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.36 - 7.58 (m, 1 H), 5.61 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.13 - 4.29 (m, 2 H), 3.08 - 3.32 (m, 3 H), 2.97 - 3.08 (m, 1 H), 2.21 - 2.46 (m, 1 H), 1.97 - 2.14 (m, 1 H).

[1948] 실시예 71

[1949] (4S)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-N7-((R)-3,3,3-트리플루오로-2-히드록시프로필)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1950]

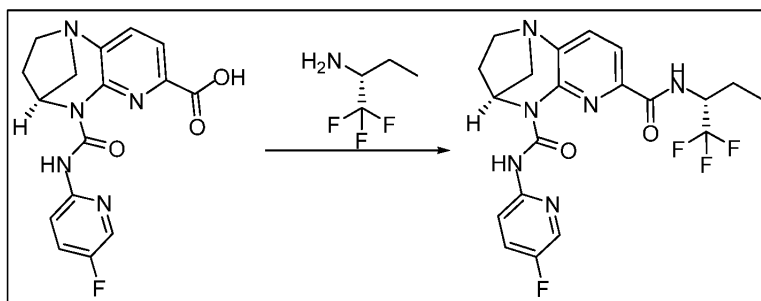
[1951] 질소 하에 0℃에서 DMF (10 mL) 중 (4S)-5-((5-플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (400 mg, 1.165 mmol)의 교반 용액에 HATU (886 mg, 2.330 mmol), TEA (0.487 mL, 3.50 mmol)를 첨가하고, 30분 동안 교반한 다음, (R)-3-아미노-1,1,1-트리플루오로프로

판-2-올 (150 mg, 1.165 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f -0.4; UV 활성). 반응 혼합물을 물 (20 mL)로 켄칭하고, 생성된 고체를 여과하고, 물 (10 mL)로 세척하고, 건조시키고, 디에틸 에테르 (2x10 mL)로 연화처리하여 목적 (4S)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-N7-((R)-3,3,3-트리플루오로-2-히드록시프로필)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (255 mg, 0.559 mmol, 48.0% 수율). LC-MS (m/z): 455.23 $[M+H]^+$, R_t = 2.05분.

[1952] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.10 (s, 1 H), 8.23 (dd, J =9.21, 4.17 Hz, 1 H), 8.08 (d, J =2.85 Hz, 1 H), 8.02 (br s, 1 H), 7.82 (d, J =7.67 Hz, 1 H), 7.67 (d, J =7.67 Hz, 1 H), 7.51 (ddd, J =9.21, 7.45, 3.07 Hz, 1 H), 5.48 - 5.69 (m, 2 H), 4.17 - 4.34 (m, 1 H), 4.06 (ddd, J =14.09, 6.96, 2.85 Hz, 1 H), 3.64 (ddd, J =13.98, 8.60, 5.04 Hz, 1 H), 3.18 - 3.34 (m, 2 H), 3.13 (br d, J =12.28 Hz, 1 H), 3.04 (dd, J =12.28, 3.07 Hz, 1 H), 2.23 - 2.42 (m, 1 H), 1.98 - 2.20 (m, 1 H).

[1953] 실시예 72

[1954] (4S)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로부탄-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



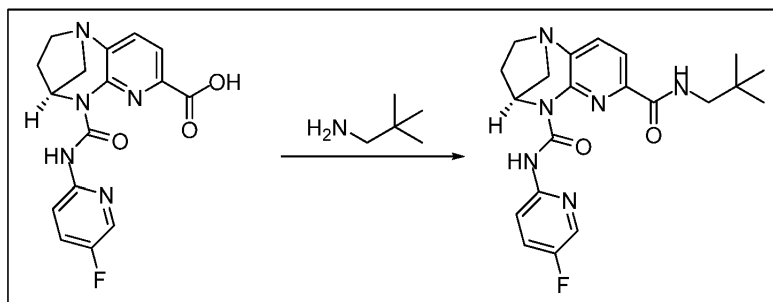
[1955]

[1956] 0℃에서 질소 하에 DMF (8 mL) 중 (4S)-5-((5-플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (400 mg, 1.165 mmol)의 교반 용액에 HATU (886 mg, 2.330 mmol), TEA (0.487 mL, 3.50 mmol)를 첨가하고, 30분 동안 교반한 다음, (R)-1,1,1-트리플루오로부탄-2-아민 (148 mg, 1.165 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f -0.4; UV 활성). 반응 혼합물을 물 (20 mL)로 켄칭하고, 생성된 고체를 여과하고, 물 (10 mL)로 세척하고, 건조시키고, 디에틸 에테르 (2x10 mL)로 연화처리하여 목적 (4S)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로부탄-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (240 mg, 0.516 mmol, 44.3% 수율), LC-MS (m/z): 453.17 $[M+H]^+$, R_t = 2.52분.

[1957] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.25 (s, 1 H), 8.19 (dd, J =9.10, 4.06 Hz, 1 H), 8.07 (d, J =2.85 Hz, 1 H), 7.96 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.65 - 7.79 (m, 2 H), 7.36 - 7.53 (m, 1 H), 5.65 (dd, J =5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.77 - 4.91 (m, 1 H), 3.09 - 3.32 (m, 3 H), 2.99 - 3.07 (m, 1 H), 2.23 - 2.47 (m, 1 H), 2.01 - 2.18 (m, 2 H), 1.92 (ddq, J =14.18, 10.98, 7.33, 7.33, 7.33 Hz, 1 H), 1.05 (t, J =7.45 Hz, 3 H).

[1958] 실시예 73

[1959] (4S)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-N7-네오펜틸-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1960]

[1961]

질소 하에 0℃에서 DMF (8 mL) 중 (4S)-5-((5-플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (400 mg, 1.165 mmol)의 교반 용액에 HATU (886 mg, 2.330 mmol), DIPEA (0.610 mL, 3.50 mmol)를 첨가하고, 30분 동안 교반한 다음, 2,2-디메틸프로판-1-아민 (122 mg, 1.398 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 16시간 동안 유지하고, 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f = 0.4; UV 활성). 반응 혼합물을 물 (20 mL)로 켄칭하고, 생성된 고체를 여과하고, 물 (10 mL)로 세척하고, 건조시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 정제용 HPLC (칼럼: 엑스브리지 C 18(250 X4.6mm, 5 μ) 이동상: A: 5 mM 중탄산암모늄 B: ACN구배: 시간/ %B: 0/10, 1/10, 10/60, 15/60, 18/98, 20/98, 20.1/10, 25/10; 칼럼 온도: 주위, 유량: 1.0ml/분 희석제: ACN)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-N7-네오펜틸-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (130 mg, 0.315 mmol, 27.0% 수율). LC-MS (m/z): 413.19 [$M+H$]⁺, R_t = 2.49분.

[1962]

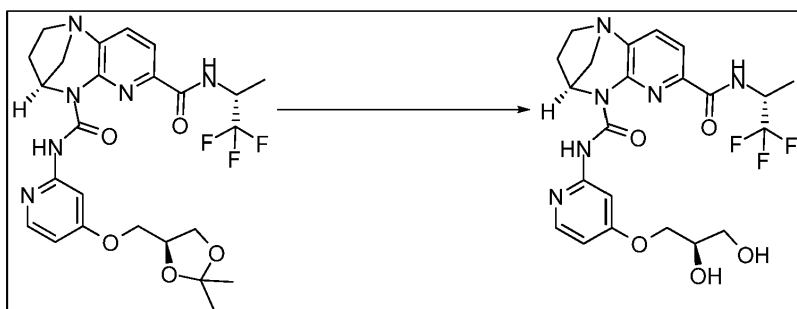
¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.34 (s, 1 H), 8.06 - 8.21 (m, 2 H), 7.79 - 7.99 (m, 2 H), 7.66 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.36 - 7.57 (m, 1 H), 5.64 (dd, J =5.92, 3.07 Hz, 1 H), 3.39 (qd, J =13.52, 6.80 Hz, 2 H), 3.11 - 3.30 (m, 3 H), 2.96 - 3.07 (m, 1 H), 2.33 (dddd, J =14.11, 9.78, 5.81, 4.28 Hz, 1 H), 1.99 - 2.12 (m, 1 H), 0.91 - 1.01 (m, 9 H).

[1963]

실시예 74

[1964]

(4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[1965]

[1966]

메탄올 (50 mL) 중 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (10 g, 18.16 mmol)의 교반 용액에 2 M HCl (9.08 mL, 18.16 mmol)을 첨가하고, 실온에서 3시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f = 0.2; UV 활성). 반응 혼합물을 농축시켜 메탄올을 제거하고, 잔류물을 포화 NaHCO₃ (30 mL)을 사용함으로써 염기성화시켰다. 생성된 고체를 여과하고, 건조시키고, 석유 에테르 (100 mL)로 연화처리하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (9 g, 17.39 mmol, 96% 수율). LC-MS (m/z): 510.09 [M]⁺, R_t = 1.83분.

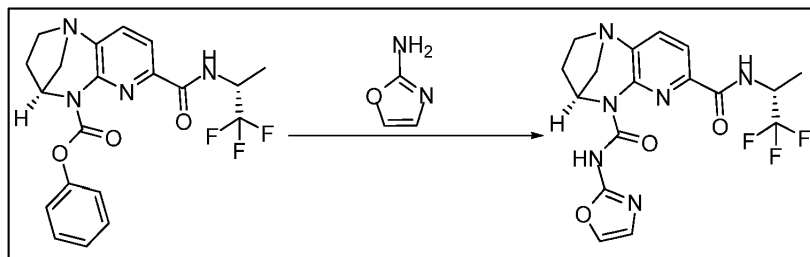
[1967]

¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.01 - 13.10 (m, 1 H), 8.17 (br d, J =9.21 Hz, 1 H), 8.06 (d, J =5.92 Hz, 1 H), 7.72 - 7.89 (m, 2 H), 7.68 (d, J =2.41 Hz, 1 H), 6.74 (dd, J =5.81, 2.30 Hz, 1 H), 5.46 (dd, J =5.81, 2.96 Hz, 1 H), 4.86 - 5.09 (m, 2 H), 4.73 (br s, 1 H), 4.12 (dd, J =9.87, 3.95 Hz, 1 H), 3.97

(dd, J=9.87, 6.36 Hz, 1 H), 3.83 (br s, 1 H), 3.40 - 3.51 (m, 2 H), 3.04 - 3.28 (m, 3 H), 2.93 - 3.03 (m, 1 H), 2.13 - 2.38 (m, 1 H), 1.96 (dt, J=13.87, 7.21 Hz, 1 H), 1.53 (d, J=7.23 Hz, 3 H).

[1968] 실시예 75

[1969] (4S)-N5-(옥사졸-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



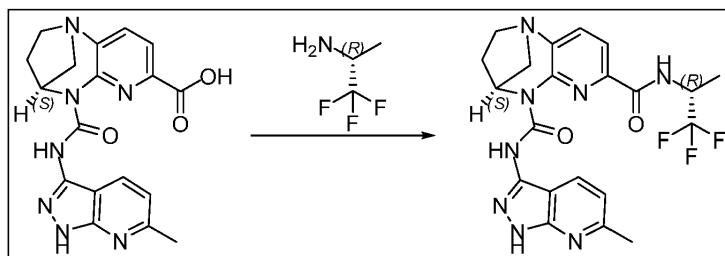
[1970]

[1971] 아르곤 하에 -78℃에서 THF (15 mL) 중 옥사졸-2-아민 (150 mg, 1.784 mmol)의 교반 용액에 LiHMDS (2.379 mL, 2.379 mmol, THF 중 1M 용액)를 적가하고, -78℃에서 30분 동안 교반한 다음, THF (5 mL) 중 (4S)-페닐 7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트 (500 mg, 1.189 mmol)의 용액을 첨가하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH; R_f-0.2; UV 활성). 생성된 반응 혼합물을 -78℃에서 1시간 동안 교반하고, 실온에서 6시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 수성 NH₄Cl (10 mL)로 켄칭하고, 수성 층을 EtOAc (2 x 20 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔, 용리액 DCM 중 2.8% MeOH)에 이어서 정제용 HPLC (칼럼: 크로마실 페닐 (150x25) mm 10μ; 이동상-A: 10 mM 중탄산암모늄 (수성), 이동상-B: 아세토니트릴; 방법(A:B) 60:40; 유량: 20 ml/분; 용해도: 아세토니트릴+MeOH)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(옥사졸-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (150 mg, 0.364 mmol, 30.6% 수율). LC-MS (m/z): 411.09 [M+H]⁺, R_t = 1.69분.

[1972] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.47 (s, 1 H), 7.92 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.70 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.45 (s, 1 H), 7.12 - 7.25 (m, 1 H), 7.00 (s, 1 H), 5.65 (dd, J=5.81, 2.96 Hz, 1 H), 4.89 - 5.02 (m, 1 H), 3.15 - 3.31 (m, 2 H), 2.97 - 3.14 (m, 2 H), 2.34 (ddt, J=14.44, 8.96, 5.51, 5.51 Hz, 1 H), 1.96 - 2.18 (m, 1 H), 1.48 - 1.62 (m, 3 H).

[1973] 실시예 76

[1974] (4S)-N5-(6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1975]

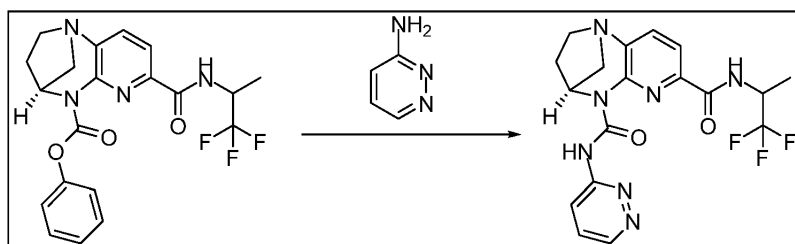
[1976] 0℃에서 DMF (25 mL) 중 (4S)-5-((6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (750 mg, 1.977 mmol)의 교반 용액에 HATU (2255 mg, 5.93 mmol), DIPEA (1.036 mL, 5.93 mmol)를 첨가하고, 30분 동안 교반한 다음, (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (224 mg, 1.977 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f: 0.3). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (50 mL)로 켄칭하고, 수성 층을 EtOAc (2x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을

수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, 2.8%의 CH_2Cl_2 중 MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (85 mg, 0.179 mmol, 9.05% 수율). LCMS (m/z): 475.1 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.87분.

[1977] ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 12.97 (s, 1 H), 12.66 (s, 1 H), 8.58 (br d, $J=8.99$ Hz, 1 H), 8.41 (d, $J=8.33$ Hz, 1 H), 7.73 (d, $J=7.67$ Hz, 1 H), 7.63 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.03 (d, $J=8.33$ Hz, 1 H), 5.49 (br dd, $J=5.59$, 2.74 Hz, 1 H), 4.85 (dq, $J=15.37$, 7.81 Hz, 1 H), 3.05 - 3.27 (m, 3 H), 2.83 - 3.04 (m, 1 H), 2.54 - 2.60 (m, 3 H), 2.19 - 2.46 (m, 1 H), 1.96 (dt, $J=13.81$, 6.91 Hz, 1 H), 1.43 (d, $J=7.02$ Hz, 3 H).

[1978] 실시예 77

[1979] (4S)-N5-(피리다진-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



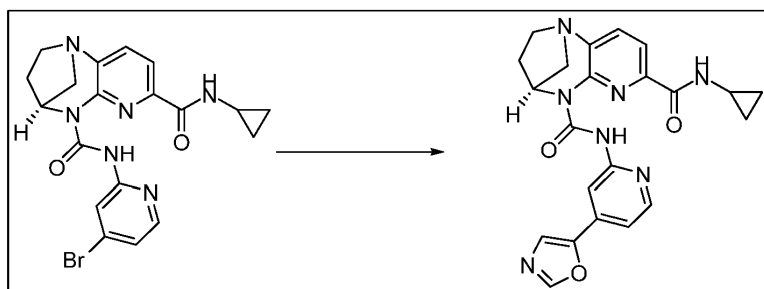
[1980]

[1981] 아르곤 하에 -78°C 에서 THF (30 mL) 중 피리다진-3-아민 (1.357 g, 14.27 mmol)의 교반 용액에 LiHMDS (23.79 mL, 23.79 mmol, THF 중 1 M 용액)를 적가하고, 30분 동안 교반하였다. 이어서, (4S)-페닐 7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트 (4 g, 9.52 mmol)를 -78°C 에서 첨가하고, 생성된 반응 혼합물을 -78°C 에서 1시간 동안 교반한 다음, 실온으로 천천히 가온하고, 6시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f : 0.3). 반응 혼합물을 수성 NH_4Cl (50 mL)로 켄칭하고, EtOAc (2x100 mL)로 추출하고, 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 에탄올 (2x30 mL)로 연화처리하고, 여과하고, 건조시켜 (4S)-N5-(피리다진-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (10.6 g, 24.99 mmol) 화합물을 백색 고체로서 수득하였다. LCMS (m/z): 422.09 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.91분.

[1982] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.99 (s, 1 H), 8.93 (dd, $J=4.82$, 1.53 Hz, 1 H), 8.39 (dd, $J=8.99$, 1.53 Hz, 1 H), 8.10 (br d, $J=9.21$ Hz, 1 H), 8.00 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.71 (d, $J=8.11$ Hz, 1 H), 7.48 (dd, $J=8.99$, 4.60 Hz, 1 H), 5.66 (dd, $J=6.03$, 3.18 Hz, 1 H), 4.92 - 5.09 (m, 1 H), 3.10 - 3.32 (m, 3 H), 2.95 - 3.09 (m, 1 H), 2.35 (dddd, $J=14.20$, 9.81, 5.81, 4.17 Hz, 1 H), 2.00 - 2.18 (m, 1 H), 1.76 (d, $J=7.02$ Hz, 3 H).

[1983] 실시예 78

[1984] (4S)-N7-시클로프로필-N5-(4-(옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[1985]

[1986]

1,4-디옥산 (20 mL), 물 (2 mL) 중 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-시클로프로필-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (500 mg, 1.128 mmol), 5-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3-디옥솔란-2-일)옥사졸 (334 mg, 1.692 mmol)의 혼합물에 아세트산칼륨 (332 mg, 3.38 mmol) 및 PdCl₂(dppf) (124 mg, 0.169 mmol)를 첨가하고, 생성된 혼합물을 20분 동안 탈기하고, 이어서 100℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f: 0.4). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (20 mL)로 켄칭하고, 수성 층을 EtOAc (2x30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔, 2.5%의 CH₂Cl₂ 중 MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N7-시클로프로필-N5-(4-(옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 연황색 고체로서 수득하였다 (221 mg, 0.495 mmol, 43.9% 수율). LCMS (m/z): 432.1[M+H]⁺, Rt = 1.84분.

[1987]

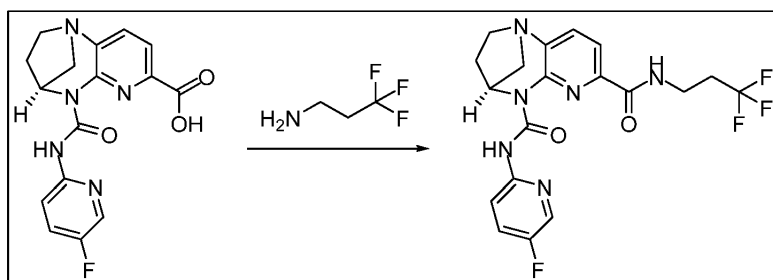
¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.49 (s, 1 H), 8.45 (s, 1 H), 8.36 (d, J=5.26 Hz, 1 H), 8.00 (s, 1 H), 7.94 (d, J=7.89 Hz, 2 H), 7.62 - 7.73 (m, 2 H), 7.29 (d, J=5.35 Hz, 1 H), 5.64 (dd, J=5.92, 3.29 Hz, 1 H), 3.18 - 3.30 (m, 2 H), 3.00 - 3.16 (m, 3 H), 2.25 - 2.4 (m, 1 H), 1.93 - 2.12 (m, 1 H), 0.79 - 1.01 (m, 4 H).

[1988]

실시예 79

[1989]

(4S)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-N7-(3,3,3-트리플루오로프로필)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[1990]

[1991]

0℃에서 DMF (8 mL) 중 (4S)-5-((5-플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (400 mg, 1.165 mmol)의 현탁액에 HATU (886 mg, 2.330 mmol)에 이어서 DIPEA (0.610 mL, 3.50 mmol)를 첨가하고, 15분 동안 교반한 다음, 3,3,3-트리플루오로프로판-1-아민 (198 mg, 1.748 mmol)을 반응 혼합물에 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f: 0.5). 반응 혼합물을 물 (40 mL)로 켄칭하여 백색 침전물로 수득하였다. 고체 침전물을 여과하고, 건조시켜 (4S)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-N7-(3,3,3-트리플루오로프로필)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (260 mg, 0.591 mmol, 50.8% 수율). LCMS (m/z): 439.1[M+H]⁺, Rt = 2.25분.

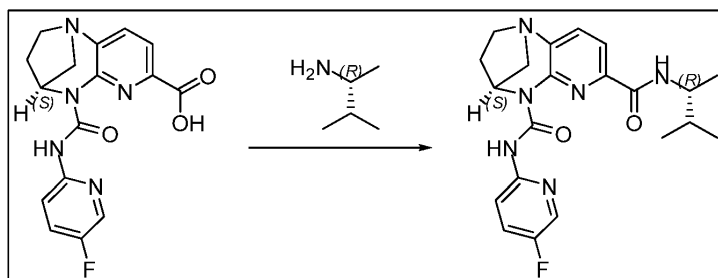
[1992]

¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.53 (s, 1 H), 8.17 (dd, J=9.10, 4.06 Hz, 2 H), 8.08 (d, J=2.85 Hz, 1 H), 7.87 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.67 (d, J=7.67 Hz, 1 H), 7.43 - 7.53 (m, 1 H), 5.61 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 3.81 (q, J=6.65 Hz, 2 H), 3.17 - 3.33 (m, 2 H), 3.08 - 3.16 (m, 1 H), 2.98 - 3.06 (m, 1 H),

2.49 - 2.66 (m, 2 H), 2.26 - 2.40 (m, 1 H), 1.99 - 2.14 (m, 1 H).

[1993] 실시예 80

[1994] (4S)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-N7-((R)-3-메틸부탄-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



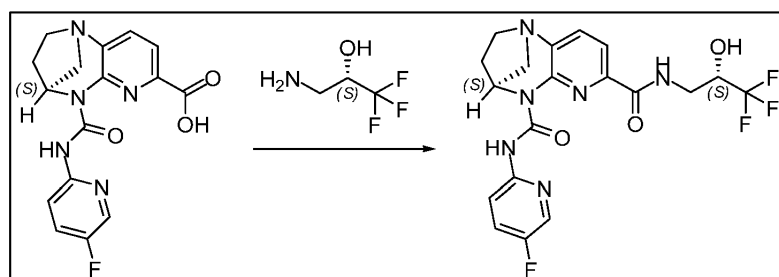
[1995]

[1996] 0℃에서 DMF (8 mL) 중 (4S)-5-((5-플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.456 mmol)의 현탁액에 HATU (1108 mg, 2.91 mmol)에 이어서 DIPEA (0.763 mL, 4.37 mmol)를 첨가하고, 생성된 혼합물을 15분 동안 교반한 다음, (R)-3-메틸부탄-2-아민 (190 mg, 2.185 mmol)을 첨가하고, 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f : 0.4). 반응 혼합물을 물 (20 mL)로 켄칭하고, 수성 층을 EtOAc (2x15 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, 2% CH_2Cl_2 중 MeOH로 용리시킴)에 이어서 정제용 HPLC (칼럼: 엑스테라 rp18 (250x19)mm 10u; 이동상-A: 10 mM 중탄산암모늄, 이동상-B: 아세트오닐트릴; 방법: T/%B: 0/35,15/35,15.5/100,20/100,20.1/35; 유량: 16 mL/분; 용해도: ACN+THF+물)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-N7-((R)-3-메틸부탄-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (101 mg, 0.245 mmol, 16.80% 수율). LCMS (m/z): 413.18 $[M+H]^+$, R_t = 2.44분.

[1997] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.20 (s, 1 H), 8.22 (dd, $J=9.21, 4.17$ Hz, 1 H), 8.09 (d, $J=2.85$ Hz, 1 H), 7.94 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.66 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.41 - 7.57 (m, 2 H), 5.67 (dd, $J=5.92, 3.07$ Hz, 1 H), 4.07 - 4.19 (m, 1 H), 3.15 - 3.32 (m, 2 H), 3.08 - 3.14 (m, 1 H), 2.97 - 3.04 (m, 1 H), 2.26 - 2.39 (m, 1 H), 2.06 (dt, $J=14.14, 6.96$ Hz, 1 H), 1.86 - 1.98 (m, 1 H), 1.31 (d, $J=6.80$ Hz, 3 H), 0.99 (dd, $J=14.91, 6.80$ Hz, 6 H).

[1998] 실시예 81

[1999] (4S)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-N7-((S)-3,3,3-트리플루오로-2-히드록시프로필)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2000]

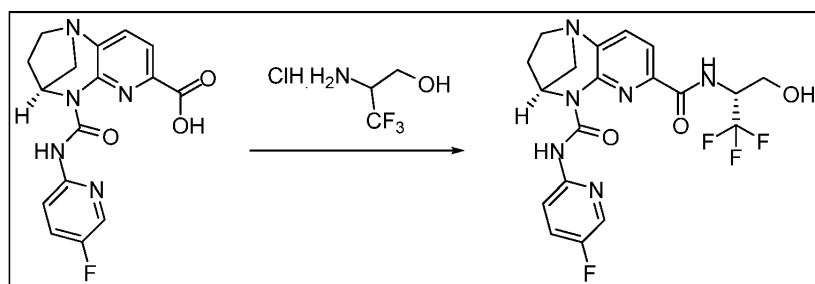
[2001] 0℃에서 DMF (10 mL) 중 (4S)-5-((5-플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.456 mmol)의 현탁액에 HATU (1108 mg, 2.91 mmol)에 이어서 DIPEA (0.763 mL, 4.37 mmol)를 첨가하고, 15분 동안 교반한 다음, (S)-3-아미노-1,1,1-트리플루오로프로판-2-올 (282 mg, 2.185 mmol)을 반응 혼합물에 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f : 0.4). 반응 혼합물을 물 (20 mL)로 켄칭하고, 수성 층을 EtOAc (2x15 mL)로 추출하였다. 합

한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, 2.5%의 CH_2Cl_2 중 MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-N7-((S)-3,3,3-트리플루오로-2-히드록시프로필)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (274 mg, 0.603 mmol, 41.4% 수율). LCMS (m/z): 455.1 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.05분.

[2002] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.16 (s, 1 H), 8.20 (dd, $J=9.21$, 4.17 Hz, 1 H), 8.04 - 8.14 (m, 2 H), 7.84 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.68 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.50 (ddd, $J=9.21$, 7.45, 2.85 Hz, 1 H), 5.65 (dd, $J=5.92$, 3.07 Hz, 1 H), 5.37 (d, $J=5.70$ Hz, 1 H), 4.19 - 4.32 (m, 1 H), 4.00 (ddd, $J=14.09$, 6.63, 2.74 Hz, 1 H), 3.72 (ddd, $J=14.14$, 8.44, 5.48 Hz, 1 H), 3.17 - 3.32 (m, 2 H), 3.09 - 3.15 (m, 1 H), 3.00 - 3.06 (m, 1 H), 2.28 - 2.39 (m, 1 H), 1.97 - 2.11 (m, 1 H).

[2003] 실시예 82

[2004] (4S)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



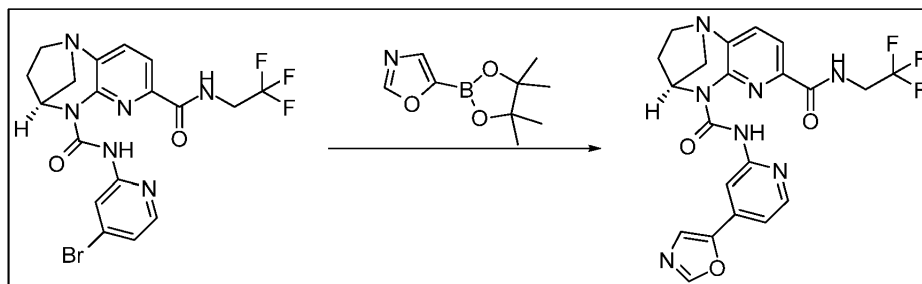
[2005]

[2006] 0°C에서 DMF (8 mL) 중 (4S)-5-((5-플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (600 mg, 1.748 mmol)의 교반 현탁액에 HATU (1329 mg, 3.50 mmol)에 이어서 DIPEA (0.916 mL, 5.24 mmol)를 첨가하고, 15분 동안 교반한 다음, 라세미 2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로판-1-올 히드록로라이드 (434 mg, 2.62 mmol)을 반응 혼합물에 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f : 0.3). 반응 혼합물을 물 (20 mL)로 켄칭하고, 수성 층을 EtOAc (2x15 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, 2% CH_2Cl_2 중 MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하고, 목적 R-부보입체이성질체 (기준 샘플에 의해 확인됨)를 분리하였다. 이를 추가로 정제용 HPLC (칼럼: 크로모페닐 헥실 (150x25)mm x 10u; 이동상-A: 10mM 중탄산암모늄 (수성), 이동상-B: 아세토니트릴; 방법: 0/47,8/47,8.1/100,12/100,12.1/47, 유량: 20 mL/분; 용해도: THF+MeOH+CAN)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다. LCMS (m/z): 455.25 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.08분.

[2007] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 12.56 (s, 1 H), 8.30 (dd, $J=9.21$, 4.38 Hz, 1 H), 8.09 (d, $J=2.85$ Hz, 1 H), 7.88 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.70 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.60 (br d, $J=9.87$ Hz, 1 H), 7.46 - 7.55 (m, 1 H), 5.73 (dd, $J=6.25$, 3.18 Hz, 1 H), 4.90 - 5.06 (m, 1 H), 4.21 - 4.33 (m, 1 H), 4.01 - 4.15 (m, 2 H), 3.07 - 3.35 (m, 3 H), 2.98 - 3.06 (m, 1 H), 2.27 - 2.42 (m, 1 H), 2.04 (dt, $J=14.63$, 7.48 Hz, 1 H)

[2008] 실시예 83

[2009] (4S)-N5-(4-(옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2010]

[2011]

1,4-디옥산 (20 mL), 물 (2 mL) 중 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (500 mg, 1.030 mmol), 5-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란-2-일)옥사졸 (305 mg, 1.546 mmol)의 혼합물에 아세트산칼륨 (303 mg, 3.09 mmol) 및 $\text{PdCl}_2(\text{dppf})$ (113 mg, 0.155 mmol)를 첨가하고, 생성된 혼합물을 20분 동안 탈기한 다음, 100℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f : 0.4). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (20 mL)로 켄칭하고, 수성 층을 EtOAc (2x30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, 3% CH_2Cl_2 중 MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(4-(옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (258 mg, 0.544 mmol, 52.8% 수율). LCMS (m/z): 474.05[M+H]⁺, R_t = 2.07분.

[2012]

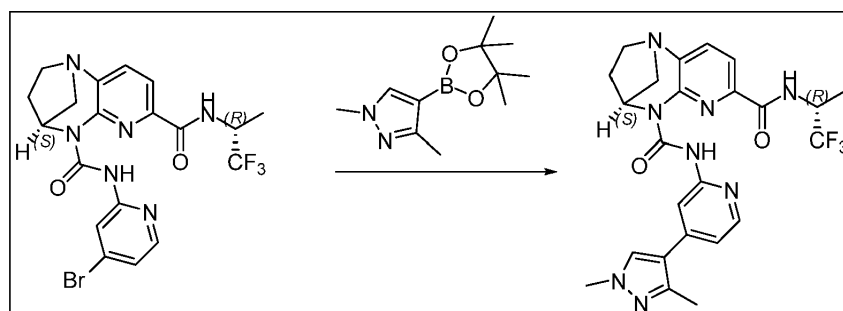
¹H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.75 (s, 1 H), 8.48 (br t, $J=6.47$ Hz, 1 H), 8.39 (d, $J=0.66$ Hz, 1 H), 8.28 (d, $J=5.26$ Hz, 1 H), 8.00 (s, 1 H), 7.93 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.69 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.63 (s, 1 H), 7.27 (d, $J=1.53$ Hz, 1 H), 5.62 (dd, $J=5.81, 3.18$ Hz, 1 H), 4.12 - 4.33 (m, 2 H), 3.10 - 3.34 (m, 3 H), 3.01 - 3.09 (m, 1 H), 2.36 (ddt, $J=14.33, 8.96, 5.34, 5.34$ Hz, 1 H), 2.01 - 2.15 (m, 1 H).

[2013]

실시예 84

[2014]

(4S)-N5-(4-(1,3-디메틸-1H-피라졸-4-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2015]

[2016]

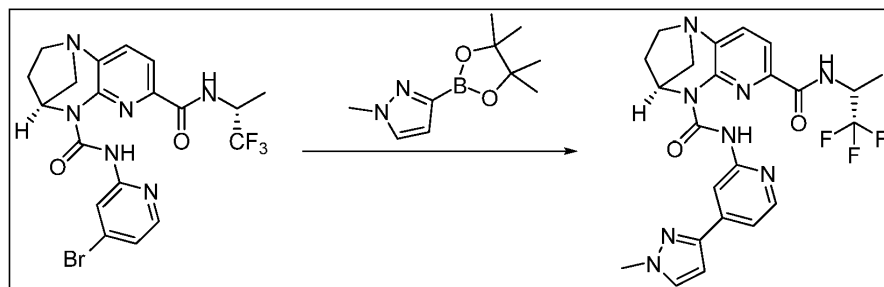
1,4-디옥산 (20 mL), 물 (2.5 mL) 중 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (600 mg, 1.202 mmol), 1,3-디메틸-4-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란-2-일)-1H-피라졸 (400 mg, 1.803 mmol)의 혼합물에 삼염기성 인산칼륨 (638 mg, 3.00 mmol)을 첨가하고, 생성된 혼합물을 아르곤으로 15분 동안 탈기한 다음, 디시클로헥실(2',4',6'-트리이소프로필-[1,1'-비페닐]-2-일)포스핀 (57.3 mg, 0.120 mmol)에 이어서 $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$ (150 mg, 0.164 mmol)을 첨가하고, 혼합물을 100℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f : 0.4). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (20 mL)로 켄칭하고, 수성 층을 EtOAc (2x30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, 3% CH_2Cl_2 중 MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(4-(1,3-디메틸-1H-피라졸-4-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (245 mg,

0.475 mmol, 39.5% 수율). LCMS (m/z): 515.17 [M+H]⁺, Rt = 2.03분.

[2017] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.29 (s, 1 H), 8.25 (d, J=1.10 Hz, 1 H), 8.21 (d, J=5.48 Hz, 1 H), 8.10 (br d, J=9.43 Hz, 1 H), 7.96 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.64 - 7.72 (m, 2 H), 7.07 (dd, J=5.26, 1.53 Hz, 1 H), 5.65 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.99 - 5.16 (m, 1 H), 3.89 (s, 3 H), 3.17 - 3.32 (m, 2 H), 3.10 - 3.17 (m, 1 H), 2.99 - 3.07 (m, 1 H), 2.51 (s, 3 H), 2.34 (qd, J=9.83, 4.71 Hz, 1 H), 2.07 (dt, J=14.14, 6.96 Hz, 1 H), 1.62 (d, J=7.23 Hz, 3 H)

[2018] 실시예 85

[2019] (4S)-N5-(4-(1-메틸-1H-피라졸-3-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



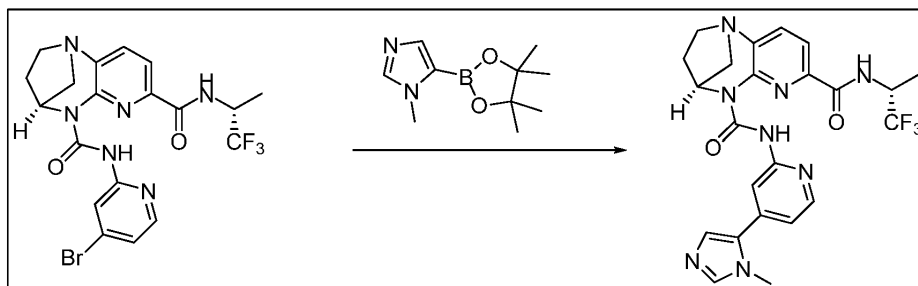
[2020]

[2021] 1,4-디옥산 (20 mL), 물 (2.5 mL) 중 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (600 mg, 1.202 mmol), 1-메틸-3-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란-2-일)-1H-피라졸 (375 mg, 1.803 mmol)의 혼합물에 삼염기성 인산칼륨 (638 mg, 3.00 mmol)을 첨가하고, 생성된 혼합물을 아르곤으로 15분 동안 탈기하였다. 이어서, 디시클로헥실(2',4',6'-트리이소프로필-[1,1'-비페닐]-2-일)포스핀 (57.3 mg, 0.120 mmol), Pd₂(dba)₃ (15 mg, 0.016 mmol)을 혼합물에 첨가하고, 100℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f: 0.4). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (20 mL)로 켄칭하고, 수성 층을 EtOAc (2x30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, 2% CH₂Cl₂ 중 MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(4-(1-메틸-1H-피라졸-3-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (126 mg, 0.251 mmol, 20.92% 수율). LCMS (m/z): 501.2 [M+H]⁺, Rt = 2.21분.

[2022] ¹H NMR (400 MHz, CHCl₃): δ ppm 13.41 (s, 1 H), 8.29 - 8.37 (m, 2 H), 7.93 - 8.07 (m, 2 H), 7.70 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.55 (d, J=1.97 Hz, 1 H), 7.05 - 7.15 (m, 1 H), 6.49 (d, J=1.97 Hz, 1 H), 5.64 (dd, J=5.81, 2.96 Hz, 1 H), 5.08 (dq, J=16.80, 7.41 Hz, 1 H), 3.96 - 4.12 (s, 3 H), 3.18 - 3.32 (m, 2 H), 3.09 - 3.17 (m, 1 H), 3.02 (d, J=3.07 Hz, 1 H), 2.27 - 2.45 (m, 1 H), 2.07 (dt, J=14.20, 7.04 Hz, 1 H), 1.62 (d, J=7.23 Hz, 3 H)

[2023] 실시예 86

[2024] (4S)-N5-(4-(1-메틸-1H-이미다졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2025]

[2026]

1,4-디옥산 (20 mL), 물 (2 mL) 중 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (600 mg, 1.202 mmol), 1-메틸-5-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란-2-일)-1H-이미다졸 (375 mg, 1.803 mmol)의 혼합물에 삼염기성 인산칼륨 (638 mg, 3.00 mmol)을 첨가하고, 생성된 혼합물을 아르곤으로 15분 동안 탈기한 다음, 디시클로헥실(2',4',6'-트리이소프로필-[1,1'-비페닐]-2-일)포스핀 (57.3 mg, 0.120 mmol), $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$ (150 mg, 0.164 mmol)을 첨가하고, 혼합물을 100℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f : 0.4). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (20 mL)로 켄칭하고, 수성 층을 EtOAc (2x30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, 2% CH_2Cl_2 중 MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(4-(1-메틸-1H-이미다졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (172 mg, 0.331 mmol, 27.6% 수율). LCMS (m/z): 501.1[M+H]⁺, R_t = 1.57분.

[2027]

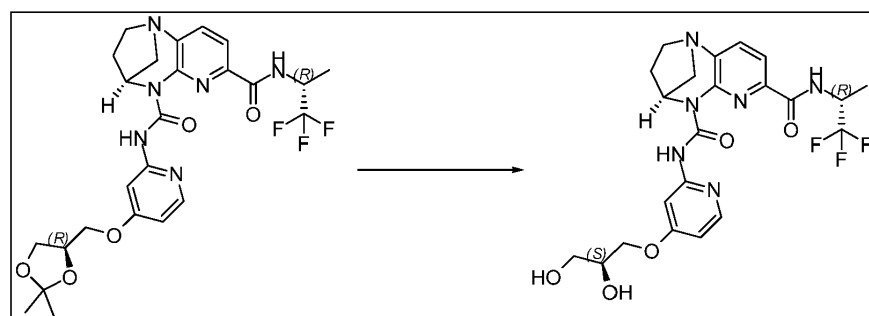
¹H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.09 - 13.75 (m, 1 H), 8.25 - 8.32 (m, 2 H), 7.94 - 8.06 (m, 2 H), 7.69 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.58 (s, 1 H), 7.36 (d, J =1.10 Hz, 1 H), 7.10 (dd, J =5.26, 1.75 Hz, 1 H), 5.64 (dd, J =5.92, 3.07 Hz, 1 H), 5.00 - 5.16 (m, 1 H), 3.85 (s, 3 H), 3.18 - 3.31 (m, 2 H), 3.10 - 3.17 (m, 1 H), 3.02 (d, J =3.29 Hz, 1 H), 2.29 - 2.41 (m, 1 H), 2.07 (dt, J =14.14, 6.96 Hz, 1 H), 1.58 - 1.66 (m, 3 H).

[2028]

실시예 87

[2029]

(4S)-N5-(4-((S)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2030]

[2031]

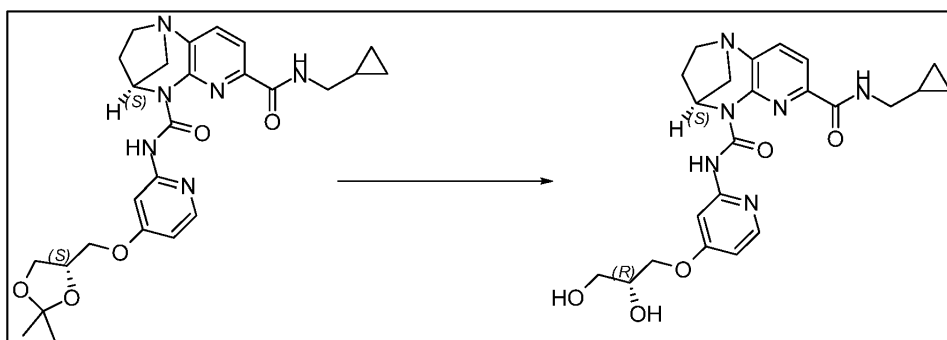
0℃에서 메탄올 (3 mL) 중 (4S)-N5-(4-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (350 mg, 0.636 mmol)의 교반 용액에 수성 HCl (3 mL, 99 mmol)을 첨가하고, 6시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 10% MeOH R_f : 0.2; UV 활성). 반응 혼합물을 감압 하에 농축시키고, 잔류물을 물 (3 mL) 중에 용해시킨 다음, 포화 중탄산나트륨 용액으로 중화시키고, DCM 중 10% MeOH (2x20 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (20 mL)로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔, 10%의 CH_2Cl_2 중 MeOH을 사용하여 용리시킴)에 의해 정제하여 목적 화합물 (4S)-N5-(4-((S)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로

판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 녹색 고체로서 수득하였다 (88 mg, 0.172 mmol, 27.1% 수율). LC-MS (m/z): 511.17 $[M+H]^+$, R_t = 1.49분.

[2032] ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.06 (s, 1 H), 8.17 (br d, $J=8.99$ Hz, 1 H), 8.06 (d, $J=5.92$ Hz, 1 H), 7.76 (s, 2 H), 7.68 (d, $J=2.19$ Hz, 1 H), 6.74 (dd, $J=5.70, 2.41$ Hz, 1 H), 5.45 (dd, $J=5.70, 3.07$ Hz, 1 H), 5.02 (d, $J=5.26$ Hz, 1 H), 4.98 (br d, $J=8.33$ Hz, 1 H), 4.71 (t, $J=5.70$ Hz, 1 H), 4.12 (dd, $J=9.76, 3.84$ Hz, 1 H), 3.96 (dd, $J=9.76, 6.25$ Hz, 1 H), 3.79 - 3.87 (m, 1 H), 3.43 - 3.50 (m, 2 H), 3.07 (br d, $J=12.50$ Hz, 3 H), 2.88 - 2.98 (m, 1 H), 2.17 - 2.30 (m, 1 H), 1.92 - 2.02 (m, 1 H), 1.52 (d, $J=7.02$ Hz, 3 H).

[2033] 실시예 87

[2034] (4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



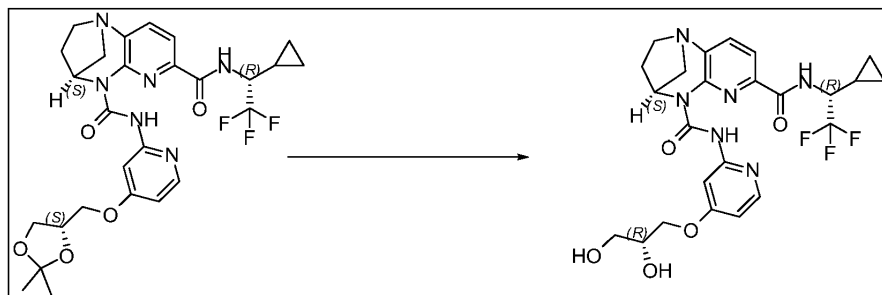
[2035]

[2036] 0℃에서 메탄올 (6 mL) 중 (4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (520 mg, 1.022 mmol)의 교반 용액에 수성 HCl (3 mL, 99 mmol)을 첨가하고, 5시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 이동상: DCM 중 10% MeOH R_f : 0.2; UV 활성). 반응물을 감압 하에 농축시키고, 잔류물을 물 (10 mL) 중에 용해시킨 다음, 포화 중탄산염 용액으로 중화시키고, DCM 중 10% MeOH (2x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (20 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 고체를 펜탄 (50 mL) 중에 현탁시키고, 3시간 동안 교반한 다음, 여과하고, 진공 하에 건조시켜 목적 화합물 (4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (295 mg, 0.614 mmol, 60.1% 수율). LC-MS (m/z): 469.16 $[M+H]^+$, R_t = 1.34분.

[2037] ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.41 (s, 1 H), 8.24 - 8.31 (m, 1 H), 8.10 (d, $J=5.92$ Hz, 1 H), 7.72 (d, $J=4.17$ Hz, 2 H), 7.64 (d, $J=2.41$ Hz, 1 H), 6.73 (dd, $J=5.92, 2.41$ Hz, 1 H), 5.42 (dd, $J=5.70, 3.07$ Hz, 1 H), 5.02 (d, $J=5.26$ Hz, 1 H), 4.71 (s, 1 H), 4.11 (br d, $J=3.95$ Hz, 1 H), 3.97 (dd, $J=9.87, 6.36$ Hz, 1 H), 3.80 - 3.87 (m, 1 H), 3.43 - 3.51 (m, 2 H), 3.31 (s, 2 H), 3.07 - 3.22 (br s, 3 H), 2.94 - 2.99 (m, 1 H), 2.22 (dt, $J=5.92, 3.84$ Hz, 1 H), 1.89 - 2.01 (m, 1 H), 1.08 - 1.19 (m, 1 H), 0.41 - 0.47 (m, 2 H), 0.28 (br d, $J=4.17$ Hz, 2 H).

[2038] 실시예 88

[2039] (4S)-N7-((R)-1-시클로프로필-2,2-트리플루오로에틸)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2040]

[2041]

0℃에서 메탄올 (7 mL) 중 (4S)-N7-((R)-1-시클로프로필-2,2,2-트리플루오로에틸)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (500 mg, 0.867 mmol)의 교반 용액에 2M HCl (5 mL, 10.00 mmol)을 첨가하고, 5시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 이동상: DCM 중 10% MeOH R_f : 0.2; UV 활성화). 반응물을 절반 양의 부피로 농축시키고, 0℃로 냉각시킨 다음, 중탄산나트륨 용액으로 중화시키고, 수성 층을 DCM (2x40 mL) 중 10% MeOH로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (15 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 희백색 고체를 수득하였다. 화합물을 아세토니트릴 (5 mL) 및 디에틸 에테르 (10 mL) 중에 현탁시키고, 생성된 백색 현탁액을 20분 동안 교반하였다. 이어서, 여과하고, 진공 하에 건조시켜 (4S)-N7-((R)-1-시클로프로필-2,2,2-트리플루오로에틸)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (341 mg, 0.620 mmol, 71.5% 수율). LC-MS (m/z): 537.20 $[M+H]^+$, R_t = 1.62분.

[2042]

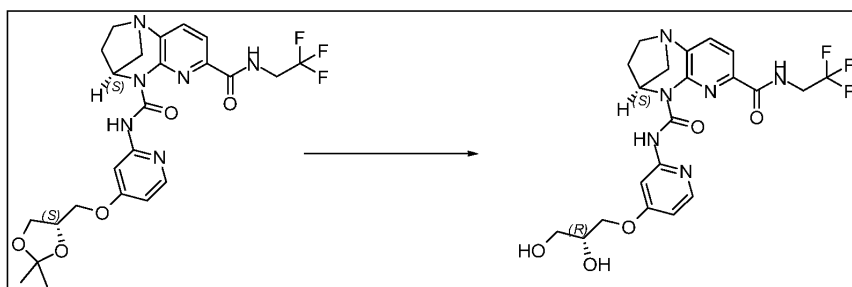
^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.16 (s, 1 H), 8.26 (d, J =5.70 Hz, 1 H), 8.03 (d, J =5.70 Hz, 1 H), 7.77 (d, J =3.95 Hz, 2 H), 7.67 (d, J =2.19 Hz, 1 H), 6.73 (dd, J =5.81, 2.30 Hz, 1 H), 5.45 (br dd, J =5.70, 2.85 Hz, 1 H), 5.02 (d, J =5.26 Hz, 1 H), 4.71 (t, J =5.70 Hz, 1 H), 4.22 (br d, J =8.33 Hz, 1 H), 4.12 (dd, J =9.87, 3.73 Hz, 1 H), 3.97 (dd, J =9.76, 6.25 Hz, 1 H), 3.83 (br d, J =4.17 Hz, 1 H), 3.41 - 3.51 (m, 2 H), 3.05 - 3.23 (m, 3 H), 2.92 - 3.02 (m, 1 H), 2.15 - 2.29 (m, 1 H), 1.99 (br d, J =2.63 Hz, 1 H), 1.36 - 1.48 (m, 1 H), 0.75 - 0.85 (m, 1 H), 0.69 (br dd, J =9.32, 4.93 Hz, 1 H), 0.51 - 0.61 (m, 1 H) 0.32 (br dd, J =9.54, 5.15 Hz, 1 H).

[2043]

실시예 89

[2044]

(4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2045]

[2046]

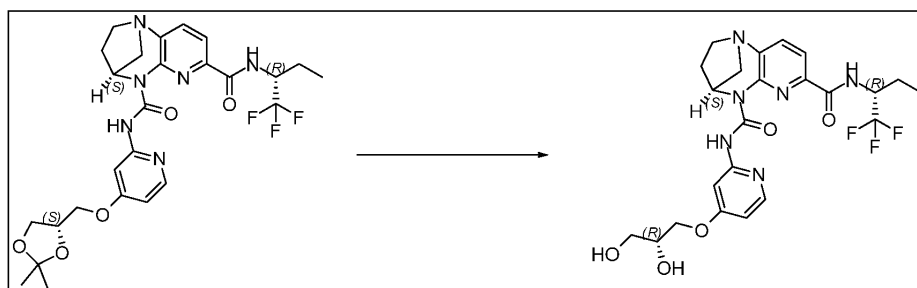
0℃에서 메탄올 (8 mL) 중 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (480 mg, 0.895 mmol)의 교반 용액에 2M HCl (5 mL, 10.00 mmol)을 첨가하고, 5시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 이동상: DCM 중 10% MeOH R_f : 0.2; UV 활성화). 반응물을 절반 양의 부피로 농축시키고, 0℃로 냉각시킨 다음, 중탄산나트륨 용액으로 중화시키고, 수성 층을 DCM (2x40 mL) 중 10% MeOH로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (15 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 희백색 고체를 수득하였다. 화합물을 아세토니트릴 (5 mL) 및 디에틸 에테르 (10 mL) 중에 현탁시키고, 생성된 백색 현탁액을 20분 동안 교반하였다. 이어서, 여과하고, 진공 하에 건조시켜 (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 희

백색 고체로서 수득하였다 (340 mg, 0.682 mmol, 76% 수율). LC-MS (m/z): 497.20 $[M+H]^+$, R_t = 1.62분.

[2047] ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.46 (s, 1 H), 8.71 (br t, $J=6.47$ Hz, 1 H), 8.16 (d, $J=5.92$ Hz, 1 H), 7.75 (d, $J=0.88$ Hz, 2 H), 7.58 (d, $J=2.19$ Hz, 1 H), 6.73 (dd, $J=5.92$, 2.41 Hz, 1 H), 5.40 (dd, $J=5.70$, 3.07 Hz, 1 H), 5.02 (d, $J=5.26$ Hz, 1 H), 4.71 (t, $J=5.70$ Hz, 1 H), 4.30 (br dd, $J=9.43$, 7.02 Hz, 2 H), 4.12 (dd, $J=9.87$, 3.95 Hz, 1 H), 3.97 (dd, $J=9.87$, 6.36 Hz, 1 H), 3.79 - 3.88 (m, 1 H), 3.46 (td, $J=5.70$, 2.19 Hz, 2 H), 3.05 - 3.24 (m, 3 H), 2.95 - 3.02 (m, 1 H), 2.23 (dt, $J=6.03$, 3.78 Hz, 1 H), 1.91 - 2.01 (m, 1 H).

[2048] 실시예 90

[2049] (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로부탄-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



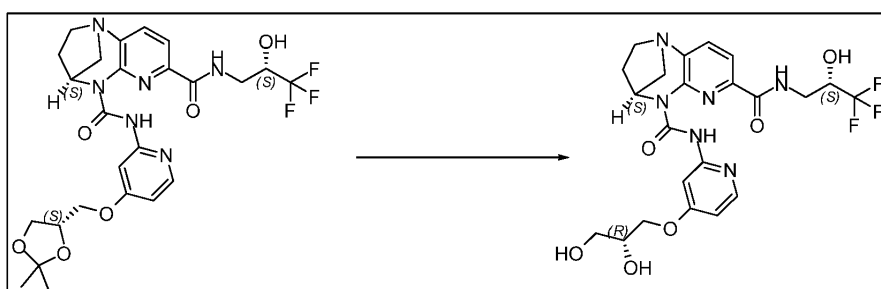
[2050]

[2051] 질소 하에 0℃에서 메탄올 (6 mL) 중 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로부탄-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (320 mg, 0.567 mmol)의 교반 용액에 2M HCl (5 mL, 10.00 mmol)을 첨가하고, 5시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 이동상: DCM 중 10% MeOH R_f : 0.2; UV 활성). 반응물을 감압 하에 농축시키고, 잔류물을 물 (4 mL) 중에 현탁시키고, 포화 중탄산나트륨 용액으로 중화시킨 다음, 수성 층을 DCM 중 10% MeOH (2x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (15 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 갈색 고체 (380 mg)를 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔, CH_2Cl_2 중 13% MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로부탄-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (298 mg, 0.568 mmol, 100% 수율). LC-MS (m/z): 525.18 $[M+H]^+$, R_t = 1.62분.

[2052] ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.07 (s, 1 H), 8.03 (d, $J=5.70$ Hz, 2 H), 7.77 (d, $J=2.41$ Hz, 2 H), 7.67 (d, $J=2.41$ Hz, 1 H), 6.74 (dd, $J=5.92$, 2.41 Hz, 1 H), 5.43 - 5.47 (m, 1 H), 5.02 (d, $J=5.26$ Hz, 1 H), 4.85 - 4.65 (m, 2 H), 4.10 (br d, $J=3.95$ Hz, 1 H), 3.97 (dd, $J=9.87$, 6.36 Hz, 1 H), 3.79 - 3.87 (m, 1 H), 3.46 (td, $J=5.70$, 2.19 Hz, 2 H), 3.05 - 3.22 (m, 3 H), 2.94 - 3.00 (m, 1 H), 2.22 (dt, $J=5.97$, 3.92 Hz, 1 H), 1.86 - 2.04 (m, 3 H), 0.97 (t, $J=7.34$ Hz, 3 H).

[2053] 실시예 91

[2054] (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-((S)-3,3,3-트리플루오로-2-히드록시프로필)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



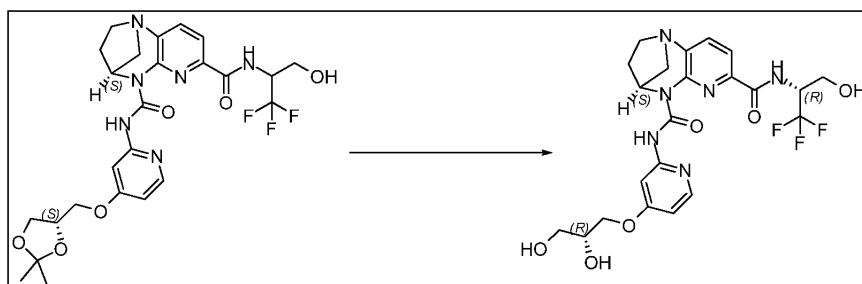
[2055]

[2056] 질소 하에 0℃에서 메탄올 (6 mL) 중 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((S)-3,3,3-트리플루오로-2-히드록시프로필)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (180 mg, 0.318 mmol)의 교반 용액에 2M HCl (5 mL, 10.00 mmol)을 첨가하고, 5시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 이동상: DCM 중 10% MeOH R_f : 0.2; UV 활성). 반응물을 감압 하에 농축시키고, 잔류물을 물 (4 mL)에 녹인 다음, 포화 중탄산나트륨 용액으로 중화시키고, 수성 층을 DCM 중 10% MeOH (2x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (15 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 고체를 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔, CH_2Cl_2 중 13% MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-((S)-3,3,3-트리플루오로-2-히드록시프로필)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (100 mg, 0.181 mmol, 57.0% 수율). LC-MS (m/z): 527.16 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.30분.

[2057] ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 13.35 (s, 1 H), 8.44 (s, 1 H), 8.08 (d, $J=5.70$ Hz, 1 H), 7.67 - 7.76 (m, 2 H), 7.64 (d, $J=2.19$ Hz, 1 H), 6.76 (dd, $J=5.81, 2.30$ Hz, 1 H), 6.56 (d, $J=6.36$ Hz, 1 H), 5.41 - 5.46 (m, 1 H), 5.02 (d, $J=5.26$ Hz, 1 H), 4.71 (t, $J=5.70$ Hz, 1 H), 4.22 - 4.32 (m, 1 H), 4.12 (dd, $J=9.76, 3.84$ Hz, 1 H), 3.97 (dd, $J=9.87, 6.36$ Hz, 1 H), 3.79 - 3.88 (m, 1 H), 3.69 - 3.78 (m, 1 H), 3.56 (br dd, $J=14.03, 7.02$ Hz, 2 H), 3.46 (td, $J=5.70, 2.19$ Hz, 1 H), 2.94 - 3.23 (m, 4 H), 2.19 - 2.29 (m, 1 H), 1.93 (dt, $J=13.65, 7.10$ Hz, 1 H).

[2058] 실시예 92

[2059] (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2060]

[2061] 0℃에서 메탄올 (2 mL) 중 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-(1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (500 mg, 0.883 mmol)의 교반 용액에 2M HCl (5 mL, 10.00 mmol)을 첨가하고, 5시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 이동상: DCM 중 10% MeOH R_f : 0.2; UV 활성). 반응물을 감압 하에 농축시키고, 포화 중탄산나트륨 용액으로 중화시키고, 수성 층을 DCM 중 10% MeOH (2x30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (10 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 생성물을 부분입체이성질체 혼합물로서 수득하였다. 부분입체이성질체를 키랄 SFC (칼럼/치수: 룩스셀룰로스-2 (250x30) mm, 5μ ; % CO_2 : 50.0%; % 공용매: 50.0% (100% 메탄올); 총 유량: 90.0 g/분; 배압: 100.0 bar; UV: 213 nm; 스택 시간: 7.8분; 로드/주입: 10.0 mg; 용해도: 메탄올; 총 주입 횟수: 28; 기기 세부사항: 제조/모델: 타르 SFC-200(OLD))에 의해 분리하여 2종의 단일 부분입체이성질체를 수득하였으며, 이들 중 피크 1 절대 입체화학은 기준 샘플과 비교하여 결정하였다.

[2062] 피크 1: (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (95 mg, 0.179 mmol, 20.25% 수율).

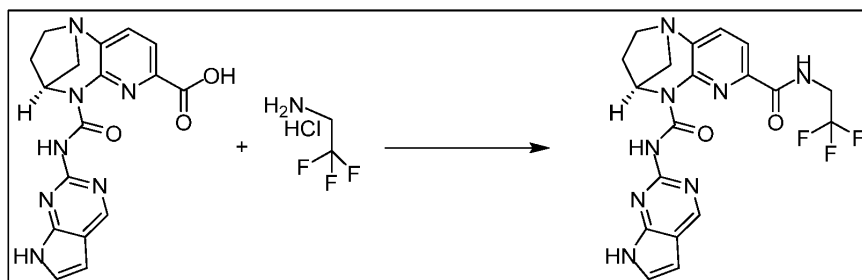
[2063] LC-MS (m/z): 527.16 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.31분.

[2064] ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 13.01 (s, 1 H), 8.24 (br d, $J=9.21$ Hz, 1 H), 8.03 (d, $J=5.92$ Hz, 1 H), 7.76 (s, 2 H), 7.70 (d, $J=2.41$ Hz, 1 H), 6.75 (dd, $J=5.92, 2.41$ Hz, 1 H), 5.47 (dd, $J=5.70, 2.85$

Hz, 1 H), 5.37 (t, J=6.14 Hz, 1 H), 5.02 (d, J=5.26 Hz, 1 H), 4.88 (br dd, J=8.22, 5.15 Hz, 1 H), 4.71 (t, J=5.59 Hz, 1 H), 4.12 (dd, J=9.76, 3.84 Hz, 1 H), 3.80 - 4.00 (m, 4 H), 3.41 - 3.51 (m, 2 H), 3.05 - 3.22 (m, 3 H), 2.95 - 3.02 (m, 1 H), 2.23 (br dd, J=9.76, 4.06 Hz, 1 H), 1.96 (dt, J=13.81, 7.13 Hz, 1 H)

[2065] 실시예 93

[2066] (4S)-N5-(7H-피롤로[2,3-d]피리미딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



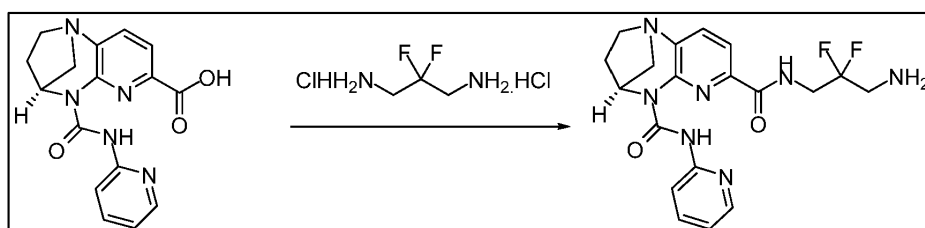
[2067]

[2068] 질소 하에 DMF (10 mL) 중 (4S)-5-((7H-피롤로[2,3-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (400 mg, 1.095 mmol)의 용액에 2,2,2-트리플루오로에탄아민 히드로클로라이드 (223 mg, 1.642 mmol), DIPEA (0.765 mL, 4.38 mmol) 및 HATU (624 mg, 1.642 mmol)를 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 100% EtOAc: R_f-0.3; UV 활성). 물 (30 mL)을 반응물에 첨가하고, 15분 동안 교반하여 고체를 수득하고, 부호너 깔때기를 통해 여과하여 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 디에틸에테르로 연화처리하여 (4S)-N5-(7H-피롤로[2,3-b]피리미딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (270mg, 0.595 mmol, 54.3% 수율). LCMS (m/z): 447.16 [M+H]⁺, R_t = 1.51분.

[2069] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 14.02 (s, 1 H), 11.38 (br s, 1 H), 8.84 (br t, J=6.36 Hz, 1 H), 8.73 (s, 1 H), 7.95 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.71 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.46 (dd, J=3.29, 2.41 Hz, 1 H), 6.54 (dd, J=3.62, 1.64 Hz, 1 H), 5.72 (dd, J=5.70, 3.07 Hz, 1 H), 4.34 - 4.20 (m, 2 H), 3.35 - 3.14 (m, 3 H), 3.11 - 3.03 (m, 1 H), 2.38 (qd, J=9.76, 4.71 Hz, 1 H), 2.12 (dt, J=14.31, 6.99 Hz, 1 H).

[2070] 실시예 94

[2071] (4S)-N7-(3-아미노-2,2-디플루오로프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2072]

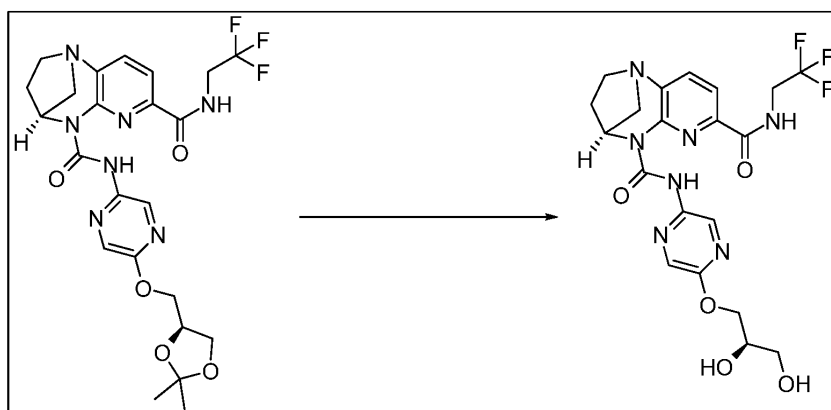
[2073] 실온에서 질소 하에 DMF (30 mL) 중 2,2-디플루오로프로판-1,3-디아민 디히드로클로라이드 (1013 mg, 5.53 mmol)의 교반 현탁액에 DIPEA (1.611 mL, 9.22 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물이 투명한 용액이 될 때까지 교반하였다. 이 혼합물에 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol) 및 HATU (701 mg, 1.844 mmol)를 실온에서 첨가하고, 4시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5%메탄올, R_f 값: 0.3). 물 (100 mL)을 반응 혼합물에 첨가하고, EtOAc (100 mL)로 추출하였다. 합한 유기 추출물을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, DCM 중 5% 메탄올을 사용하여 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N7-(3-아미노-2,2-디플루오로프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리

도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (140 mg, 0.328 mmol, 35.5% 수율). LCMS (m/z): 418.07 $[M+H]^+$, R_t =1.83분.

[2074] ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.32 - 13.43 (m, 1 H), 8.49 (br t, J =6.47 Hz, 1 H), 8.25 - 8.45 (m, 1 H), 7.92 - 8.04 (m, 1 H), 7.84 (td, J =7.78, 1.75 Hz, 1 H), 7.69 - 7.77 (m, 2 H), 7.11 (ddd, J =7.29, 4.99, 1.10 Hz, 1 H), 5.43 (dd, J =5.81, 2.96 Hz, 1 H), 3.84 - 4.10 (m, 2 H), 3.05 - 3.27 (m, 3 H), 2.89 - 3.02 (m, 3 H), 2.23 (dddd, J =13.67, 9.84, 5.97, 3.84 Hz, 1 H), 1.77 - 2.01 (m, 1 H), 1.71 - 1.77 (m, 2 H).

[2075] 실시예 95

[2076] (4S)-N5-(5-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피라진-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성.



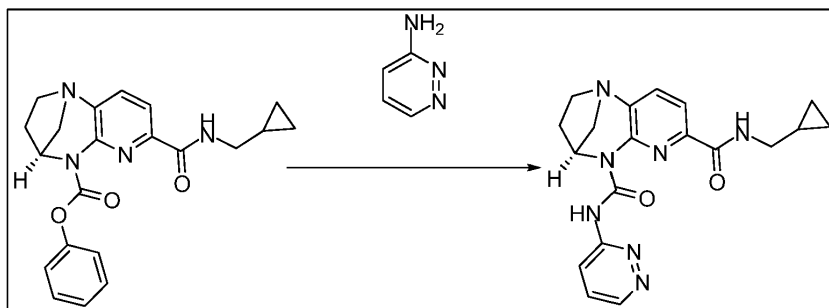
[2077]

[2078] 실온에서 메탄올 (5 mL) 중 (4S)-N5-(5-((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (370 mg, 0.688 mmol)의 용액에 수성 HCl (5 mL, 10.00 mmol)을 첨가하고, 2시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5%메탄올, R_f 값: 0.1). 반응 혼합물을 농축시켜 메탄올을 제거하고, 잔류물을 0°C로 냉각시키고, $NaHCO_3$ 용액으로 염기성화시키고, 수성 혼합물을 DCM (50 mL)으로 추출하였다. 합한 DCM 추출물을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카겔 칼럼 사용, DCM 중 3% 메탄올을 사용하여 용리시킴)에 의해 정제하여 생성물을 80% HPLC 순도로 수득하였다. 이를 추가로 정제용 HPLC (칼럼: 엑스브리지 C18 (150x19) mm; 이동상 A: 5 mM 중탄산암모늄, 이동상 B: 아세트니트릴; %B/시간: 0/10, 2/25, 10/55; 용해도: MeOH+THF)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(5-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피라진-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (90 mg, 0.181 mmol, 26.2% 수율). LCMS (m/z): 498.18 $[M+H]^+$, R_t =1.60분.

[2079] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.16 - 13.59 (m, 1 H), 8.92 (d, J =1.10 Hz, 1 H), 7.98 - 8.05 (m, 1 H), 7.90 - 7.96 (m, 2 H), 7.69 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 5.62 (dd, J =5.70, 3.07 Hz, 1 H), 4.38 - 4.54 (m, 2 H), 4.07 - 4.28 (m, 3 H), 3.65 - 3.86 (m, 2 H), 2.99 - 3.32 (m, 5 H), 2.20 - 2.40 (m, 2 H), 2.06 (dt, J =14.69, 7.34 Hz, 1 H).

[2080] 실시예 96

[2081] (4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(피리다진-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2082]

[2083]

테트라히드로푸란 (5 mL) 중 피리다진-3-아민 (151 mg, 1.586 mmol)의 교반 용액에 THF as 중 1M LHMS (2.64 mL, 2.64 mmol)의 용액을 -78℃에서 적가하였다. 반응 혼합물을 -78℃에서 30분 동안 교반한 후, 질소 하에 -78℃에서 테트라히드로푸란 (2 mL) 중 (4S)-페닐 7-((시클로프로필메틸)카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트 (500 mg, 1.321 mmol)의 용액을 적가하였다. 생성된 반응 혼합물을 -78℃에서 1시간 동안 교반한 다음, 실온에서 6시간 동안 교반하였다 (TLC DCM 중 5% MeOH R_f : 0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 수성 NH_4Cl (10 mL)로 켄칭하였다. 수성 층을 EtOAc (2 x 25 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였으며, 이를 정제용 HPLC (조건: 칼럼: 엑스브리지 150*19 mm, C18 이동상: 5mM 포름산암모늄 B: ACN 방법: 0/10-2/25/10/55 용해도: MeOH, THF, 물, ACN 원심분리)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(피리다진-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (179 mg, 0.471 mmol, 35.7% 수율). LCMS (m/z): 380.09 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.73분.

[2084]

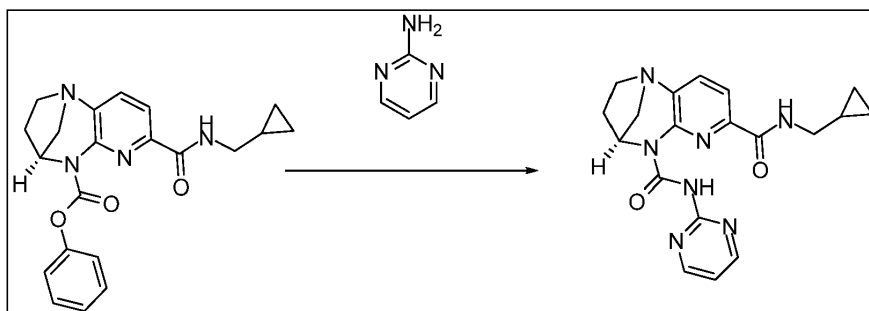
^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 13.88 (d, $J=1.32$ Hz, 1 H), 8.97 (dd, $J=4.71, 1.43$ Hz, 1 H), 8.43 - 8.22 (m, 2 H), 7.80 - 7.68 (m, 3 H), 5.44 (dd, $J=5.70, 3.07$ Hz, 1 H), 3.32 - 3.07 (m, 5 H), 2.98 (dd, $J=11.95, 3.18$ Hz, 1 H), 2.35 - 2.12 (m, 1 H), 1.97 (dt, $J=13.98, 6.93$ Hz, 1 H), 1.30 - 1.06 (m, 1 H), 0.47 - 0.25 (m, 2 H), 0.05 - 0.02 (m, 2 H).

[2085]

실시예 97

[2086]

(4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(피리미딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2087]

[2088]

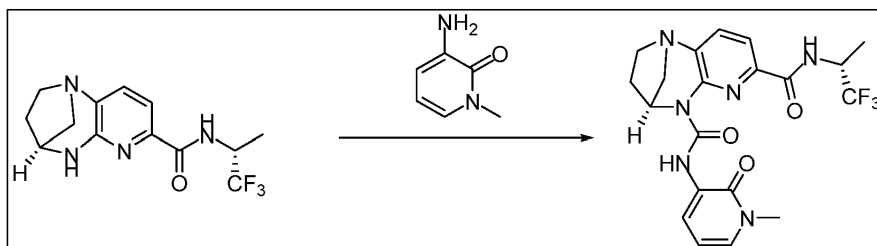
테트라히드로푸란 (5 mL) 중 피리미딘-2-아민 (151 mg, 1.586 mmol)의 교반 용액에 THF 중 1M LiHMS (2.64 mL, 2.64 mmol)의 용액을 -78℃에서 적가하였다. 반응 혼합물을 -78℃에서 30분 동안 교반한 후, 질소 분위기 하에 -78℃에서 테트라히드로푸란 (2 mL) 중 (4S)-페닐 7-((시클로프로필메틸)카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트 (500 mg, 1.321 mmol)의 용액을 적가하였다. 생성된 반응 혼합물 -78℃에서 1시간 동안 교반한 다음, 실온에서 6시간 동안 교반하였다 (TLC DCM 중 5% MeOH R_f : 0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 수성 NH_4Cl (10 mL)로 켄칭하였다. 수성 층을 EtOAc (2 x 25 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였으며, 이를 정제용 HPLC (조건: MP-A: 10mM 중탄산암모늄 (수성) MP-B: 아세트니트릴 칼럼: 엑스테라 C18 (250x19mm), 10U 방법: 0/25, 13/25, 13.10/100, 6.00/100, 16.10/25, 19/25 용해도: ACN +MEOH+THF 유량: 18ml/분)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(피리미딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타

노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (173 mg, 0.456 mmol, 34.5% 수율). LCMS (m/z): 380.13 [M+H]⁺, Rt = 1.58분.

[2089] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.50 (s, 1 H), 8.68 (d, J=4.82 Hz, 2 H), 8.33 - 8.05 (m, 1 H), 7.82 - 7.57 (m, 2 H), 7.20 (t, J=4.82 Hz, 1 H), 5.42 (dd, J=5.81, 2.96 Hz, 1 H), 3.32 - 3.05 (m, 5 H), 3.00 - 2.93 (m, 1 H), 2.23 (dddd, J=13.54, 9.70, 5.92, 3.73 Hz, 1 H), 2.01 - 1.74 (m, 1 H), 1.30 - 1.04 (m, 1 H), 0.53 - 0.35 (m, 2 H), 0.33 - 0.19 (m, 2 H).

[2090] 실시예 98

[2091] (4S)-N5-(1-메틸-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로 프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



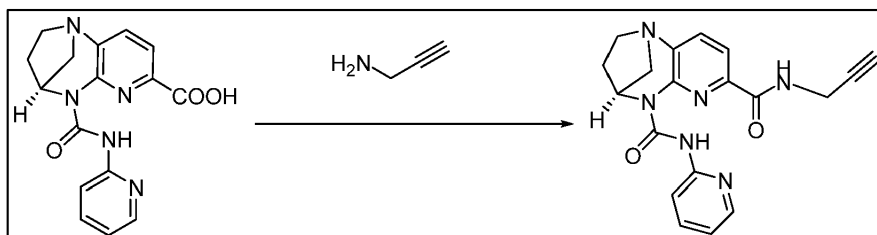
[2092]

[2093] 테트라히드로푸란 (40 mL) 중 (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드 (600 mg, 1.998 mmol)의 교반 용액에 28℃에서 트리포스겐 (889 mg, 3.00 mmol) 및 DIPEA (1.745 mL, 9.99 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 28℃에서 45분 동안 교반하였다. 이에 3-아미노-1-메틸피리딘-2(1H)-온 (744 mg, 5.99 mmol)을 반응 혼합물에 첨가하고, 70℃에서 9시간 동안 교반하였다 (TLC 100% EtOAc R_f: 0.1; UV 활성). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (15 mL)과 EtOAc (25 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하였다. 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였으며, 이를 정제용 HPLC (조건: MP-A: 10mM 중탄산암모늄 (수성) MP-B: 아세토 니트릴 칼럼: 엑스-테라 (250*19mm) 10 μ 용해도: THF +MEOH 방법: 시간/%B; 0/20, 1/20, 10/85, 10.10/100, 13/100, 13.10/20, 15/20, 유량: 17ml/분)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(1-메틸-2-옥소-1,2-디히드로 피리딘-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (135 mg, 0.300 mmol, 15.00% 수율). LCMS (m/z): 451.16 [M+H]⁺; Rt = 2.15분.

[2094] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 12.19 - 11.94 (m, 1 H), 9.77 (d, J=9.21 Hz, 1 H), 8.31 (dd, J=7.56, 1.64 Hz, 1 H), 7.90 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.74 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.49 (dd, J=6.80, 1.75 Hz, 1 H), 6.43 (t, J=7.13 Hz, 1 H), 5.53 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 5.13 - 4.93 (m, 1 H), 3.61 (s, 3 H), 3.02 - 3.27 (m, 3 H), 2.94 (dd, J=11.95, 3.18 Hz, 1 H), 2.28 - 2.15 (m, 1 H), 1.99 - 1.84 (m, 1 H), 1.61 (d, J=7.02 Hz, 3 H).

[2095] 실시예 99

[2096] (4S)-N7-(프로프-2-인-1-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2, 3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



[2097]

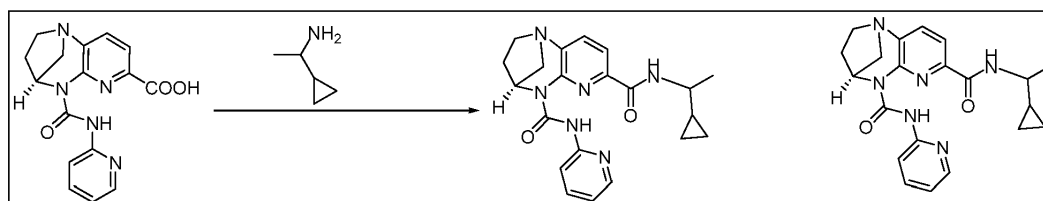
[2098] N,N-디메틸포름아미드 (2 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-

b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (450 mg, 1.383 mmol), DIPEA (1.208 mL, 6.92 mmol) 및 HATU (46.8 mg, 0.123 mmol)의 교반 용액에 프로프-2-인-1-아민 (76 mg, 1.383 mmol)을 질소 하에 실온에서 1 부분으로 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 5% MeOH/DCM R_f : 0.5; UV 활성). 반응 혼합물을 냉수 (30 mL)로 희석하고, EtOAc (2 x 50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (30 mL), 염수 (20 mL)로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 콤비-플래쉬 (12 g (레벨레리스) 정상, 용리액: DCM 중 3% 메탄올)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-(프로프-2-인-1-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4] 디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 연황색 고체로서 수득하였다 (208 mg, 0.567 mmol, 41.0% 수율). LCMS (m/z): 363.13 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.7분.

[2099] ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 13.47 (s, 1 H), 8.57 (t, $J=5.59$ Hz, 1 H), 8.41 (dd, $J=5.04$, 0.88 Hz, 1 H), 8.00 (d, $J=8.33$ Hz, 1 H), 7.89 - 7.65 (m, 3 H), 7.13 (ddd, $J=7.23$, 5.04, 0.88 Hz, 1 H), 5.42 (dd, $J=5.81$, 2.96 Hz, 1 H), 4.26 (dd, $J=5.81$, 2.30 Hz, 2 H), 3.22 - 2.95 (m, 4 H), 2.9 (s, 1 H), 2.35 - 2.11 (m, 1 H), 2.09 - 1.87 (m, 1 H).

[2100] 실시예 100

[2101] (4S)-N7-(1-시클로프로필에틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성:



[2102]

[2103] N,N-디메틸포름아미드 (2 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1 g, 3.07 mmol), DIPEA (2.68 mL, 15.37 mmol) 및 HATU (46.8 mg, 0.123 mmol)의 교반 용액에 1-시클로프로필에탄아민 (0.262 g, 3.07 mmol)을 질소 하에 실온에서 1 부분으로 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 8시간 동안 교반하였다 (TLC 5% MeOH/DCM R_f : 0.5; UV 활성). 반응 혼합물을 냉수 (30 mL)로 희석하고, EtOAc (2 x 50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (30 mL), 염수 (20 mL)로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 콤비-플래쉬 (12 g (레벨레리스) 정상, 용리액: DCM 중 5% 메탄올)에 의해 정제하여 목적 화합물을 회백색 고체로서 수득하였다 (800 mg, HPLC-94%). 이 부분입체이성질체 혼합물을 추가로 SFC (조건: 칼럼/치수: 키랄팩 AD-H (250 X 4.6)mm, 5 μ , % CO: 75.0%, % 공용매: 25.0% (IPA 중 0.5% 이소프로필 아민), 총 유량: 3.0 g/분, 배압: 100 bar, 온도: 30.0°C, UV: 259 nm, 용해도: 메탄올+DCM(9:1) 총 주입 횟수: 360, 기기 세부사항: 제조/모델: 타르 SFC-80)에 의해 분리하여 2종의 부분입체이성질체를 수득하였다.

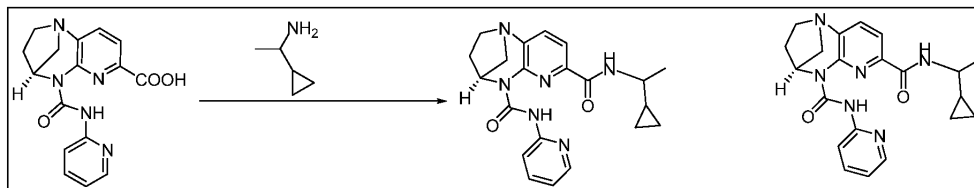
[2104] 피크-1: (가장 빠른 용리액) SFC로부터 수집된 분획을 농축시키고, 디에틸에테르 (30 mL)로 세척하여 (4S)-N7-(1-시클로프로필에틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (155 mg, 0.387 mmol, 12.58% 수율). LCMS (m/z): 393.12 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.18분.

[2105] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.34 (s, 1 H), 8.27 (d, $J=4.93$ Hz, 1 H), 8.18 (dt, $J=8.39$, 0.96 Hz, 1 H), 8.01 - 7.82 (m, 2 H), 7.80 - 7.58 (m, 2 H), 7.02 (ddd, $J=7.34$, 4.93, 1.10 Hz, 1 H), 5.67 (dd, $J=5.92$, 3.07 Hz, 1 H), 3.76 - 3.65 (m, 1 H), 3.31 - 3.17 (m, 3 H), 3.17 - 3.07 (m, 2 H), 2.32 (dd, $J=5.81$, 4.28 Hz, 1 H), 2.18 - 1.98 (m, 1 H), 1.46 (d, $J=6.80$ Hz, 3 H), 1.20 - 1.03 (m, 1 H), 0.68 - 0.52 (m, 1 H), 0.50 - 0.37 (m, 1 H), 0.31 (dt, $J=9.65$, 4.60 Hz, 1 H).

[2106] 실시예 101

[2107] (4S)-N7-(1-시클로프로필에틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-

5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



[2108]

[2109]

N,N-디메틸포름아미드 (2 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1 g, 3.07 mmol), DIPEA (2.68 mL, 15.37 mmol) 및 HATU (46.8 mg, 0.123 mmol)의 교반 용액에 1-시클로프로필에탄아민 (0.262 g, 3.07 mmol)을 질소 하에 실온에서 1 부분으로 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 8시간 동안 교반하였다 (TLC 5% MeOH/DCM R_f : 0.5; UV 활성). 반응 혼합물을 냉수 (30 mL)로 희석하고, EtOAc (2 x 50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (30 mL), 염수 (20 mL)로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 콤비-플래쉬 (12 g (레벨레리스) 정상, 용리액: DCM 중 5% 메탄올)에 의해 정제하여 목적 화합물을 희백색 고체로서 수득하였다 (800 mg, HPLC-94%). 이 부분입체이성질체 혼합물을 추가로 SFC (조건: 칼럼/치수: 키랄팩 AD-H (250 X 4.6)mm, 5 μ , % CO: 75.0%, % 공용매: 25.0% (IPA 중 0.5% 이소프로필 아민), 총 유량: 3.0 g/분, 배압: 100 bar, 온도: 30.0°C, UV: 259 nm, 용해도: 메탄올+DCM(9:1) 총 주입 횟수: 360, 기기 세부사항: 제조/모델: 타르 SFC-80)에 의해 분리하여 2종의 부분입체이성질체를 수득하였다.

[2110]

피크-2:(가장 느린 용리액) SFC로부터 수집된 분획을 농축시키고, 디에틸에테르 (30 mL)로 세척하여 목적 생성물 ((4S)-N7-(1-시클로프로필에틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (216 mg, 0.547 mmol, 17.80% 수율). LCMS (m/z): 393.12 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.17분.

[2111]

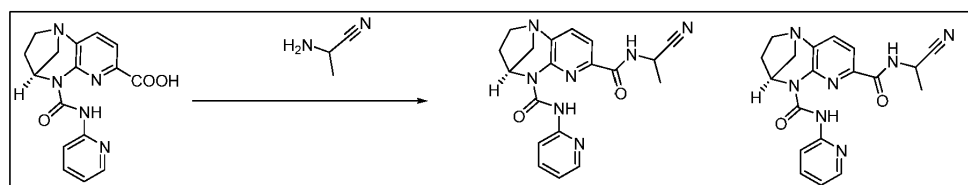
^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 13.18 (s, 1 H), 8.40 - 8.20 (m, 1 H), 8.10 (dt, $J=8.39$, 0.96 Hz, 1 H), 7.97 - 7.79 (m, 2 H), 7.79 - 7.64 (m, 2 H), 7.14 (ddd, $J=7.34$, 4.93, 1.10 Hz, 1 H), 5.47 (dd, $J=5.92$, 3.07 Hz, 1 H), 3.63 - 3.49 (m, 1 H), 3.28 - 3.05 (m, 3 H), 3.03 - 2.83 (m, 1 H), 2.23 (dddd, $J=13.78$, 9.89, 5.81, 3.84 Hz, 1 H), 1.94 (dt, $J=13.98$, 7.15 Hz, 1 H), 1.35 (d, $J=6.80$ Hz, 3 H), 1.20 - 0.99 (m, 1 H), 0.52 (tdd, $J=8.55$, 8.55, 5.15, 3.62 Hz, 1 H), 0.43 - 0.21 (m, 3 H).

[2112]

실시예 102

[2113]

(4S)-N7-(1-시아노에틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



[2114]

[2115]

N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (2 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1.2 g, 3.69 mmol), DIPEA (3.22 mL, 18.44 mmol) 및 HATU (46.8 mg, 0.123 mmol)의 교반 용액에 2-아미노프로판니트릴 (0.259 g, 3.69 mmol)을 질소 하에 실온에서 1 부분으로 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 5% MeOH/DCM R_f : 0.5; UV 활성). 반응 혼합물을 냉수 (30 mL)로 희석하고, EtOAc (2 x 50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (30 mL), 염수 (20 mL)로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 콤비-플래쉬 (12 g (레벨레리스) 정상, 용리액: DCM 중 3% 메탄올)에 의해 정제하여 목적 화합물을 희백색 고체로서 수득하였다 (700 mg, HPLC-94%). 이 부분입체이성질체 혼합물을 추가로 SFC (조건: 칼럼/치수: 키랄팩 IC (250 X 4.6)mm, 5 μ , CO_2 : 60.0%, 공용매: 40.0% (0.5% DEA MeOH), 총 유량: 4.0 g/분, 배압: 100 bar, 온도: 30.0°C, UV: 261 nm, 용해도: 메탄올, 총 주입 횟수: 25, 기기 세부사항: 제조/모델: SFC-200-(OLD))에 의해

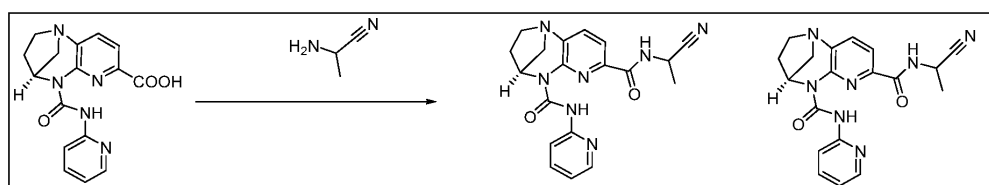
분리하여 2종의 부분입체이성질체를 수득하였다.

[2116] 피크-1: (가장 빠른 용리액) SFC로부터 수집된 분획을 농축시키고, 디에틸에테르로 세척하여 피크-I (4S)-N7-(1-시아노에틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (140 mg, 0.371 mmol, 10.05% 수율) (N36502-52-A2). LCMS (m/z): 378.08 [M+H]⁺, Rt = 1.77분.

[2117] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.03 (s, 1 H), 8.74 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 8.33 (dd, J=4.93, 0.99 Hz, 1 H), 8.08 (d, J=8.33 Hz, 1 H), 7.95 - 7.79 (m, 1 H), 7.79 - 7.64 (m, 2 H), 7.13 (dd, J=6.58, 5.04 Hz, 1 H), 5.46 (dd, J=5.81, 2.96 Hz, 1 H), 5.13 (quin, J=7.29 Hz, 1 H), 2.97 - 3.22 (m, 4 H), 2.39 - 2.16 (m, 1 H), 2.00 - 1.85 (m, 1 H), 1.66 (d, J=7.23 Hz, 3 H).

[2118] 실시예 103

[2119] (4S)-N7-(1-시아노에틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



[2120]

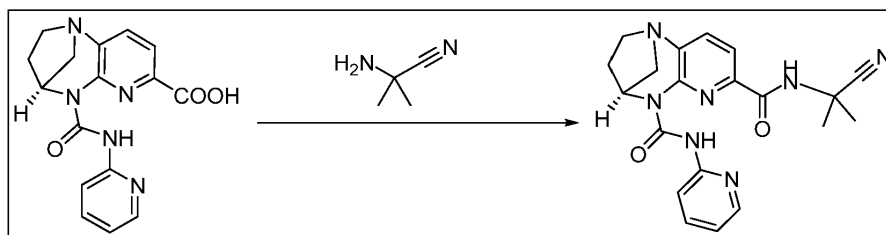
[2121] N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (2 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1.2 g, 3.69 mmol), DIPEA (3.22 mL, 18.44 mmol) 및 HATU (46.8 mg, 0.123 mmol)의 교반 용액에 2-아미노프로판니트릴 (0.259 g, 3.69 mmol)을 질소 하에 실온에서 1 부분으로 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 5% MeOH/DCM R_f: 0.5; UV 활성). 반응 혼합물을 냉수 (30 ml)로 희석하고, EtOAc (2 x 50 ml)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (30 mL), 염수 (20 mL)로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 콤비-플래쉬 (12 g (레벨레리스) 정상, 용리액: DCM 중 3% 메탄올)에 의해 정제하여 목적 화합물을 회백색 고체로서 수득하였다 (700 mg, HPLC-94%). 이 부분입체이성질체 혼합물을 추가로 SFC (조건: 칼럼/치수: 키랄팩 IC (250 X 4.6)mm, 5 μm, CO₂: 60.0%, 공용매: 40.0% (0.5% DEA MeOH), 총 유량: 4.0 g/분, 배압: 100 bar, 온도: 30.0°C, UV: 261 nm, 용해도: 메탄올, 총 주입 펄스: 25, 기기 세부사항: 제조/모델: SFC-200-(OLD))에 의해 분리하여 2종의 부분입체이성질체를 수득하였다.

[2122] 피크-2: (가장 느린 용리액) SFC로부터 수집된 분획을 농축시키고, 디에틸에테르로 세척하여 피크-II (4S)-N7-(1-시아노에틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (187 mg, 0.494 mmol, 13.38% 수율) (N36502-52-B2), (TLC 5% MeOH/DCM R_f: 0.5; UV 활성). LCMS (m/z): 378.11[M+H]⁺, Rt = 1.76분.

[2123] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.04 (s, 1 H), 8.83 - 8.63 (m, 1 H), 8.47 - 8.21 (m, 1 H), 8.09 (d, J=8.33 Hz, 1 H), 7.96 - 7.80 (m, 1 H), 7.79 - 7.63 (m, 2 H), 7.13 (ddd, J=7.34, 4.93, 1.10 Hz, 1 H), 5.47 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 5.13 (quin, J=7.29 Hz, 1 H), 3.22 - 2.96 (m, 4 H), 2.34 - 2.19 (m, 1 H), 2.00 - 1.74 (m, 1 H), 1.66 (d, J=7.02 Hz, 3 H).

[2124] 실시예 104

[2125] (4S)-N7-(2-시아노프로판-2-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



[2126]

[2127]

N,N-디메틸포름아미드 (2 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.537 mmol), DIPEA (1.342 mL, 7.68 mmol) 및 HATU (46.8 mg, 0.123 mmol)의 교반 용액에 2-아미노-2-메틸프로판니트릴 (129 mg, 1.537 mmol)을 질소 하에 실온에서 1 부분으로 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 8시간 동안 교반하였다 (TLC 5% MeOH/DCM R_f : 0.5; UV 활성화). 반응 혼합물을 냉수 (30 mL)로 희석하고, EtOAc (2 x 50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (30 mL), 염수 (20 mL)로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였으며, 이를 정제용 HPLC (조건: MP-A: 10Mm 중탄산암모늄(수성) MP-B: 아세토니트릴 칼럼: 엑스브리지 (150*19mm) 5 μ 방법:(T/%B) 0/33, 10/33 유량: 17ml/분 용해도: THF+ACN+MeOH)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-(2-시아노프로판-2-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (202 mg, 0.513 mmol, 33.4% 수율). LCMS (m/z): 392.1 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.88분.

[2128]

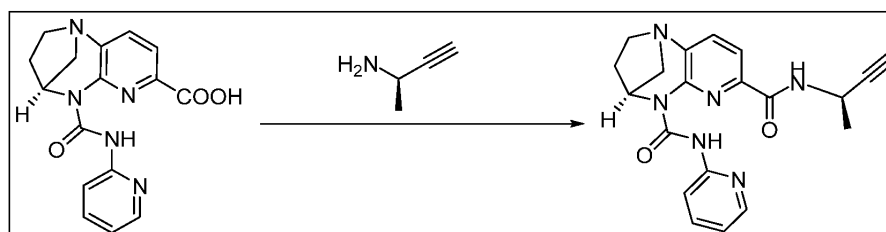
^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 12.77 (s, 1 H), 8.50 (s, 1 H), 8.38 - 8.20 (m, 1 H), 8.12 (d, $J=8.55$ Hz, 1 H), 7.83 (td, $J=7.89$, 1.97 Hz, 1 H), 7.74 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.64 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.11 (ddd, $J=7.34$, 4.93, 0.88 Hz, 1 H), 5.49 (dd, $J=5.92$, 2.85 Hz, 1 H), 3.22 - 2.96 (m, 4 H), 2.39 - 2.17 (m, 1 H), 1.96 - 1.77 (m, 1 H), 1.63 (s, 6 H).

[2129]

실시예 105

[2130]

(4S)-N7-((R)-부트-3-인-2-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2131]

[2132]

N,N-디메틸포름아미드 (2 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.537 mmol), DIPEA (1.342 mL, 7.68 mmol) 및 HATU (46.8 mg, 0.123 mmol)의 교반 용액에 (R)-부트-3-인-2-아민 (106 mg, 1.537 mmol)을 질소 하에 실온에서 1 부분으로 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 8시간 동안 교반하였다 (TLC 5% MeOH/DCM R_f : 0.5; UV 활성화). 반응 혼합물을 냉수 (30 mL)로 희석하고, EtOAc (2 x 50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (30 mL), 염수 (20 mL)로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 정제용 HPLC (조건: MP-A: 10 Mm 중탄산암모늄 (수성) MP-B: 아세토니트릴 칼럼: 키네틱스 C8 (150*30) mm, 5 μ m. 방법:60:40 유량: 30 mL/분 용해도: THF+ACN+MeOH)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-((R)-부트-3-인-2-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (233 mg, 0.603 mmol, 39.2% 수율). LCMS (m/z): 377.14 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.93분.

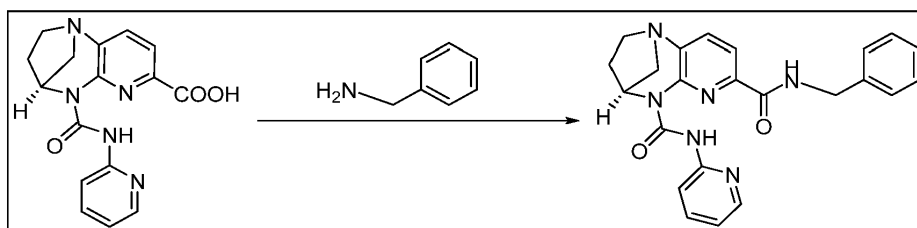
[2133]

^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 13.30 (s, 1 H), 8.42 - 8.24 (m, 2 H), 8.05 (d, $J=8.33$ Hz, 1 H), 7.86 (td, $J=7.78$, 1.97 Hz, 1 H), 7.79 - 7.66 (m, 2 H), 7.14 (ddd, $J=7.23$, 4.93, 0.99 Hz, 1 H), 5.45 (dd, $J=5.92$, 3.07 Hz, 1 H), 5.06 - 4.93 (m, 1 H), 3.27 - 3.05 (m, 3 H), 3.02 - 2.87 (m, 1 H), 2.35 - 2.14

(m, 2 H), 1.94 (dt, J=13.87, 7.21 Hz, 1 H), 1.53 (d, J=7.02 Hz, 3 H).

[2134] 실시예 106

[2135] (4S)-N7-벤질-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4] 디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



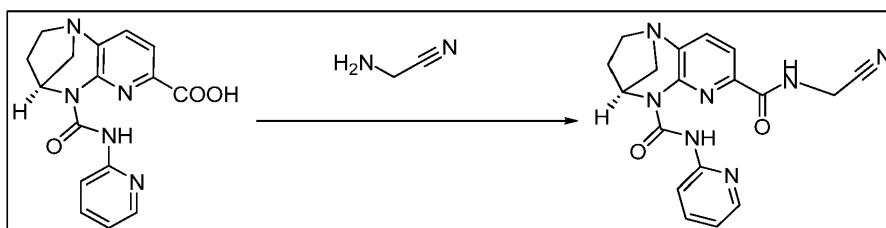
[2136]

[2137] N,N-디메틸포름아미드 (5 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.537 mmol), DIPEA (1.342 mL, 7.68 mmol) 및 HATU (46.8 mg, 0.123 mmol)의 교반 용액에 페닐메탄아민 (165 mg, 1.537 mmol)을 질소 하에 실온에서 1 부분으로 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 8시간 동안 교반하였다 (TLC 5% MeOH/DCM R_f: 0.5; UV 활성화). 반응 혼합물을 냉수 (30 ml)로 희석하고, EtOAc (2 x 50 ml)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (30 mL), 염수 (20 mL)로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였으며, 이를 정제용 HPLC (조건: MP-A: 0.1% Farmic 산(수성) MP-B: 아세토니트릴 칼럼: Kromasi 페닐 (25x150mm)10u 방법:T/%B= 0/10,1/10,10/50,15/55,15.5/100,18/100,18.1/10,23/10 유량: 20ml/minSolubility: ACN+THF+물)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-벤질-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (255 mg, 0.614 mmol, 39.9% 수율). LCMS (m/z): 415.19 [M+H]⁺, R_t = 2.16분.

[2138] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.46 (s, 1 H), 8.89 -8.65 (m, 1 H), 8.07 - 7.92 (m, 2 H), 7.85 - 7.67 (m, 3 H), 7.36 -7.20 (m, 5 H), 7.04 (ddd, J=7.34, 4.93, 0.88 Hz, 1 H), 5.42 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.66 (d, J=6.36 Hz, 2 H), 3.28 -3.05 (m, 3 H), 3.03 - 2.89 (m, 1 H), 2.23 (dddd, J=13.73, 9.89, 5.97, 3.95 Hz, 1 H), 1.94 (dt, J=13.87, 7.21 Hz, 1 H).

[2139] 실시예 107

[2140] (4S)-N7-(시아노메틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2141]

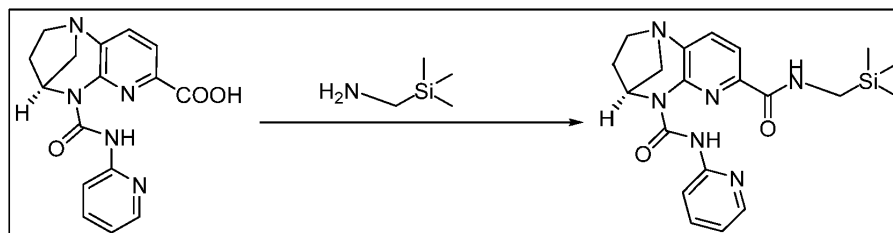
[2142] N,N-디메틸포름아미드 (2 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.537 mmol), DIPEA (1.342 mL, 7.68 mmol) 및 HATU (46.8 mg, 0.123 mmol)의 교반 용액에 2-아미노아세토니트릴 (86 mg, 1.537 mmol)을 질소 하에 실온에서 1 부분으로 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 8시간 동안 교반하였다 (TLC 5% MeOH/DCM R_f: 0.5; UV 활성화). 반응 혼합물을 냉수 (30 ml)로 희석하고, EtOAc (2 x 50 ml)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (30 mL), 염수 (20 mL)로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였으며, 이를 정제용 HPLC (조건: MP-A: 10mm 중탄산암모늄 MP-B: 아세토니트릴 칼럼: 크로마실 페닐 패킹 (150*25mm, 10u)방법: 등용매 A: B 55:45 유량: 20ml/분)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-(시아노메틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4] 디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (188 mg,

0.500 mmol, 32.5% 수율). LCMS (m/z): 364.07 [M+H]⁺, Rt = 1.55분.

[2143] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.29 (s, 1 H), 8.83 (t, J=5.70 Hz, 1 H), 8.52 - 8.32 (m, 1 H), 8.15 - 7.95 (m, 1 H), 7.85 (td, J=7.84, 1.86 Hz, 1 H), 7.79 - 7.62 (m, 2 H), 7.13 (ddd, J=7.29, 4.88, 0.99 Hz, 1 H), 5.42 (dd, J=5.70, 3.07 Hz, 1 H), 4.52 (d, J=6.14 Hz, 2 H), 3.28 - 3.05 (m, 3 H), 3.03 - 2.75 (m, 1 H), 2.24 (dddd, J=13.76, 9.87, 5.97, 3.95 Hz, 1 H), 1.93 (dt, J=13.98, 7.15 Hz, 1 H).

[2144] 실시예 108

[2145] (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-((트리메틸실릴)메틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



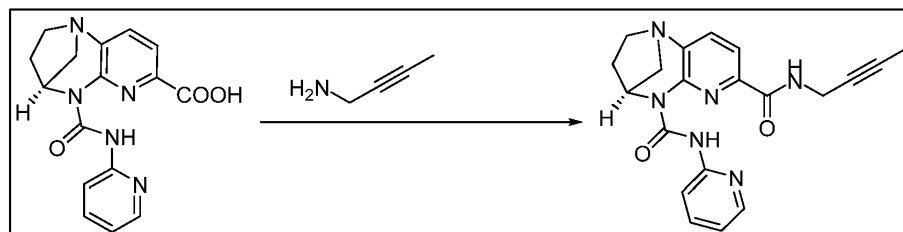
[2146]

[2147] N,N-디메틸포름아미드 (2 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.537 mmol), DIPEA (1.342 mL, 7.68 mmol) 및 HATU (46.8 mg, 0.123 mmol)의 교반 용액에 (트리메틸실릴)메탄아민 (159 mg, 1.537 mmol)을 질소 하에 실온에서 1 부분으로 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 8시간 동안 교반하였다 (TLC 5% MeOH/DCM R_f: 0.5; UV 활성). 반응 혼합물을 냉수 (30 mL)로 희석하고, EtOAc (2 x 50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (30 mL), 염수 (20 mL)로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였으며, 이를 콤비-플래쉬 (12 g (레벨레리스) 정상, 용리액: DCM 중 2% 메탄올)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-((트리메틸실릴)메틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 연갈색 고체로서 수득하였다 (316 mg, 0.765 mmol, 49.8% 수율). LCMS (m/z): 411.12 [M+H]⁺, Rt = 2.34분.

[2148] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.49 (s, 1 H), 8.41 - 8.23 (m, 1 H), 8.18 - 7.97 (m, 2 H), 7.85 (td, J=7.89, 1.97 Hz, 1 H), 7.77 - 7.60 (m, 2 H), 7.13 (ddd, J=7.34, 4.93, 0.88 Hz, 1 H), 5.43 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 3.21 - 2.94 (m, 5 H), 2.29 - 2.14 (m, 2 H), 1.94 (dt, J=13.76, 6.82 Hz, 1 H), 0.1 (s, 9H).

[2149] 실시예 109

[2150] (4S)-N7-(부트-2-인-1-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2151]

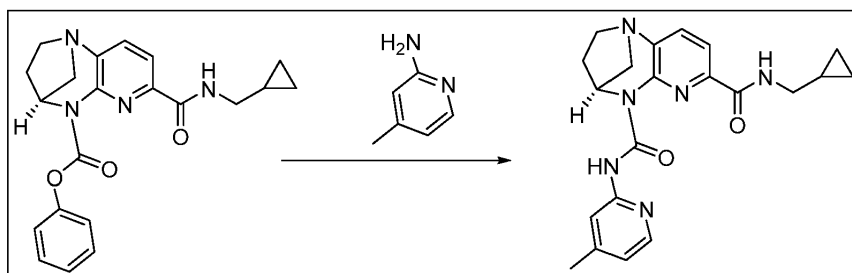
[2152] N,N-디메틸포름아미드 (2 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.537 mmol), DIPEA (1.342 mL, 7.68 mmol) 및 HATU (46.8 mg, 0.123 mmol)의 교반 용액에 부트-2-인-1-아민 (106 mg, 1.537 mmol)을 질소 하에 실온에서 1 부분으로 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 8시간 동안 교반하였다 (TLC 5% MeOH/DCM R_f: 0.5; UV 활성). 반응 혼합물을 냉수 (30 mL)로 희석하고, EtOAc (2 x 50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물(30 mL), 염수(20 mL)로 세척하고, 무수

Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였으며, 이를 콤비-플래쉬 (12 g (레벨레리스) 정상, 용리액: DCM 중 5% 메탄올)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-(부트-2-인-1-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (315 mg, 0.830 mmol, 54.0% 수율). LCMS (m/z): 377.14 [M+H]⁺, Rt = 1.8분.

[2153] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.72 (s, 1 H), 8.51 (t, J=5.70 Hz, 1 H), 8.29 - 8.40 (m, 1 H), 8.00 (d, J=8.33 Hz, 1 H), 7.82 - 7.88 (m, 1 H), 7.72 (q, J=7.89 Hz, 2 H), 7.14 (ddd, J=7.23, 4.93, 0.99 Hz, 1 H), 5.4 (dd, J=5.86, 3.02 Hz, 1 H), 4.21 (dd, J=5.70, 2.63 Hz, 2 H), 2.81 - 3.40 (m, 4 H), 1.66 - 2.54 (m, 5 H).

[2154] 실시예 110

[2155] (4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(4-메틸피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



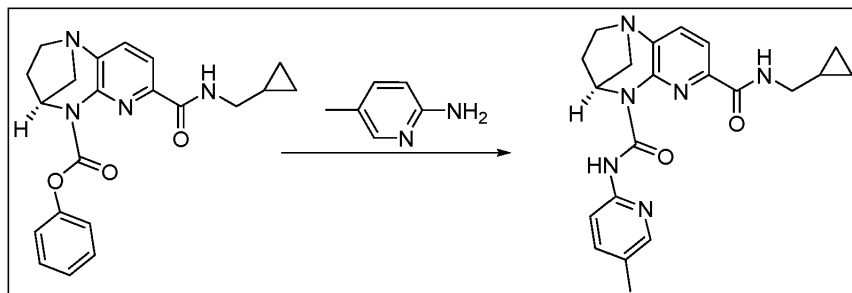
[2156]

[2157] 테트라히드로푸란 (5 mL) 중 4-메틸피리딘-2-아민 (189 mg, 1.744 mmol)의 교반 용액에 THF 중 1M LiHMDS (2.91 mL, 2.91 mmol)의 용액을 -78℃에서 적가하였다. 반응 혼합물을 -78℃에서 30분 동안 교반한 후, 테트라히드로푸란 (2 mL) 중 (4S)-페닐7-((시클로프로필메틸)카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트 (550 mg, 1.453 mmol)의 용액을 질소 하에 -78℃에서 적가하였다. 생성된 반응 혼합물 -78℃에서 1시간 동안 교반한 다음, 실온에서 6시간 동안 교반하였다 (TLC 5% MeOH/DCM R_f: 0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 수성 NH₄Cl (10 mL)로 켄칭하였다. 수성 층을 EtOAc (2 x 25 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였으며, 이를 콤비-플래쉬 (12 g (레벨레리스) 정상, 용리액: DCM 중 3% 메탄올)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(4-메틸피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 연황색 고체로서 수득하였다 (226 mg, 0.553 mmol, 38.0% 수율). LCMS (m/z): 393.12 [M+H]⁺, Rt = 1.92분.

[2158] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.35 (s, 1 H), 8.29 (t, J=5.92 Hz, 1 H), 8.15 (d, J=5.04 Hz, 1 H), 7.90 (s, 1 H), 7.82 - 7.60 (m, 2 H), 6.97 (dd, J=5.15, 0.77 Hz, 1 H), 5.42 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 3.39 - 3.31 (m, 2 H), 3.28 - 3.04 (m, 3 H), 3.02 - 2.82 (m, 1 H), 2.41 (s, 3 H), 2.29 - 2.07 (m, 1 H), 2.06 - 1.83 (m, 1 H), 1.28 - 1.06 (m, 1 H), 0.51 - 0.35 (m, 2 H), 0.35 - 0.15 (m, 2 H).

[2159] 실시예 111

[2160] (4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(5-메틸피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2161]

[2162]

테트라히드로푸란 (5 mL) 중 5-메틸피리딘-2-아민 (171 mg, 1.586 mmol)의 교반 용액에 THF 중 1M LiHMDS (2.64 mL, 2.64 mmol)의 용액을 -78℃에서 적가하였다. 반응 혼합물을 -78℃에서 30분 동안 교반한 후, 테트라히드로푸란 (2 mL) 중 (4S)-페닐 7-((시클로프로필메틸)카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트 (500 mg, 1.321 mmol)의 용액을 질소 하에 -78℃에서 적가하였다. 생성된 반응 혼합물 -78℃에서 1시간 동안 교반한 다음, 실온에서 6시간 동안 교반하였다 (TLC 5% MeOH/ DCM R_f : 0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 수성 NH_4Cl (10 mL)로 켄칭하였다. 수성 층을 EtOAc (2 x 25 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였으며, 이를 정제용 HPLC (조건: MP-A: 10 Mm 중탄산암모늄(수성) MP-B: 아세토니트릴 칼럼: 엑스-브리지 (150x19) mm, 10 μ 방법 - T/%B -0.01/10/, 1/10,10/55 유량: 19ml/분 용해도: THF+MeOH)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(5-메틸피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (89 mg, 0.226 mmol, 17.07% 수율). LCMS (m/z): 393.16 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.05분.

[2163]

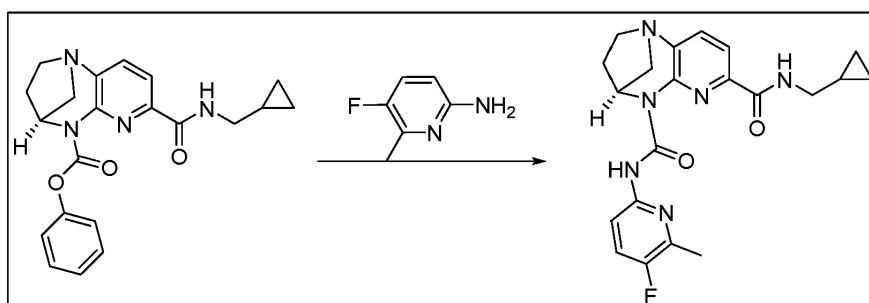
^1H NMR (400 MHz, DMSO-d_6): δ ppm 13.28 (s, 1 H), 8.25 (t, $J=5.92$ Hz, 1 H), 8.18 - 8.08 (m, 1 H), 7.95 (d, $J=8.33$ Hz, 1 H), 7.76 - 7.62 (m, 3 H), 5.43 (dd, $J=5.92$, 3.07 Hz, 1 H), 3.34 - 3.30 (m, 2 H), 3.27 - 3.04 (m, 3 H), 2.96 (dd, $J=12.06$, 3.29 Hz, 1 H), 2.29 - 2.18 (m, 4 H), 1.93 (dt, $J=13.70$, 6.74 Hz, 1 H), 1.21 - 0.94 (m, 1 H), 0.50 - 0.38 (m, 2 H), 0.35 - 0.22 (m, 2 H).

[2164]

실시예 112

[2165]

(4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(5-플루오로-6-메틸피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2166]

[2167]

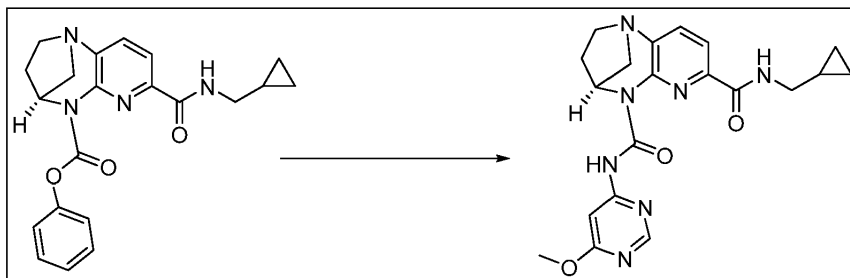
테트라히드로푸란 (5 mL) 중 5-플루오로-6-메틸피리딘-2-아민 (180 mg, 1.427 mmol)의 교반 용액에 THF 중 1M LiHMDS (2.378 mL, 2.378 mmol)의 용액을 -78℃에서 적가하였다. 반응 혼합물을 -78℃에서 30분 동안 교반한 후, 테트라히드로푸란 (2 mL) 중 (4S)-페닐 7-((시클로프로필메틸)카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트 (450 mg, 1.189 mmol)의 용액을 질소 하에 -78℃에서 적가하였다. 생성된 반응 혼합물 -78℃에서 1시간 동안 교반한 다음, 실온에서 6시간 동안 교반하였다 (TLC 5% MeOH/DCM R_f : 0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 수성 NH_4Cl (10 mL)로 켄칭하였다. 수성 층을 EtOAc (2 x 25 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였으며, 이를 콤비-플래쉬 (12 g (레벨레리스) 정상, 용리액: DCM 중 5% 메탄올)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(5-플루오로-6-메틸피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-

b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (90 mg, 0.215 mmol, 18.09% 수율).
LCMS (m/z): 411.16 [M+H]⁺, Rt = 2.34분.

[2168] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 12.89 (s, 1 H), 7.85 - 8.10 (m, 1 H), 7.87 - 7.92 (m, 1 H), 7.57 - 7.82 (m, 3 H), 5.46 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 3.23 - 3.43 (m, 2 H), 3.02 - 3.22 (m, 3 H), 2.82 - 3.01 (m, 1 H), 2.39 (d, J=2.85 Hz, 3 H), 2.08 - 2.30 (m, 1 H), 1.92 (dt, J=14.09, 7.32 Hz, 1 H), 1.23 (br s, 1 H), 0.19 - 0.46 (m, 2 H), 0.2 (m, 2 H).

[2169] 실시예 113

[2170] (4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(6-메톡시피리미딘-4-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



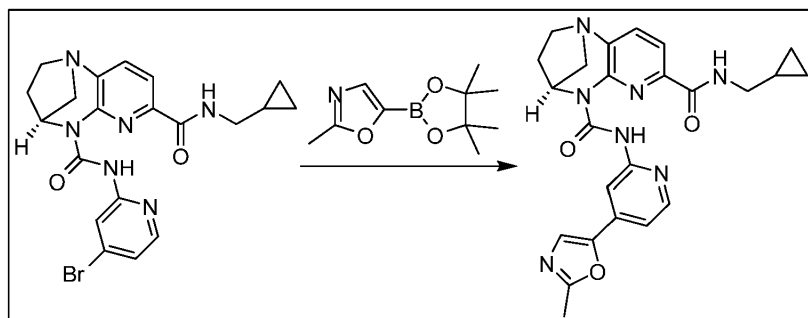
[2171]

[2172] 테트라히드로푸란 (20 mL) 중 6-메톡시피리미딘-4-아민 (198 mg, 1.586 mmol)의 교반 용액에 THF 중 1M LiHMDS (2.64 mL, 2.64 mmol)의 용액을 -78℃에서 적가하였다. 반응 혼합물을 -78℃에서 30분 동안 교반한 후, 테트라히드로푸란 (5.00 mL) 중 (4S)-페닐7-((시클로프로필메틸)카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트 (500 mg, 1.321 mmol)의 용액을 질소 하에 -78℃에서 적가하였다. 생성된 반응 혼합물 -78℃에서 1시간 동안 교반한 다음, 실온에서 6시간 동안 교반하였다 (TLC 5% MeOH/DCM R_f: 0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 수성 NH₄Cl (10 mL)로 켄칭하였다. 수성 층을 EtOAc (2 x 25 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였으며, 이를 정제용 HPLC (조건: (조건: MP-A: 10mM 중탄산암모늄 (수성) MP-B: 아세토니트릴 칼럼: 엑스브리지 C18 (150x19mm), 5u 방법: 0/25,1/25.10/55, 10.5/100, 13.5/100, 14/25, 16.5/25 용해도: ACN+MEOH+THF 유량: 17ml/분)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(6-메톡시피리미딘-4-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (112 mg, 0.274 mmol, 20.70% 수율). LCMS (m/z): 410.12 [M+H]⁺, Rt = 2.11분.

[2173] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.46 (s, 1 H), 8.53 (d, J=0.88 Hz, 1 H), 8.27 - 8.06 (m, 1 H), 7.81 - 7.63 (m, 2 H), 7.35 (d, J=0.88 Hz, 1 H), 5.42 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 3.93 (s, 3 H), 3.32 - 3.24 (m, 2 H), 3.05 - 3.21 (m, 3 H), 3.04 - 2.82 (m, 1 H), 2.22 (dddd, J=13.70, 9.81, 5.97, 3.84 Hz, 1 H), 1.94 (dt, J=13.76, 7.04 Hz, 1 H), 1.26 - 1.03 (m, 1 H), 0.50 - 0.38 (m, 2 H), 0.34 - 0.22 (m, 2 H).

[2174] 실시예 114

[2175] (4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성.



[2176]

[2177]

1,4-디옥산 (20 mL) 및 물 (2 mL) 중 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-(시클로프로필메틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (300 mg, 0.656 mmol) 및 2-메틸-5-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란-2-일)옥사졸 (165 mg, 0.787 mmol)의 교반 용액에 아세트산칼륨 (193 mg, 1.968 mmol)을 첨가하고, 혼합물을 아르곤으로 30분 동안 퍼징한 다음, PdCl₂(dppf) (72.0 mg, 0.098 mmol)를 첨가하고, 혼합물을 80℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% 메탄올, R_f: 0.2). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (20 mL)과 에틸 아세테이트 (2 x 50 mL) 사이에 분배하였다. 에틸 아세테이트 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 갈색 액체를 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, 용리액 DCM 중 2.5%MeOH)에 의해 정제하여 (4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (70 mg, 0.148 mmol, 22.62% 수율). LCMS (m/z): 460.19 [M+H]⁺, Rt = 2.06분.

[2178]

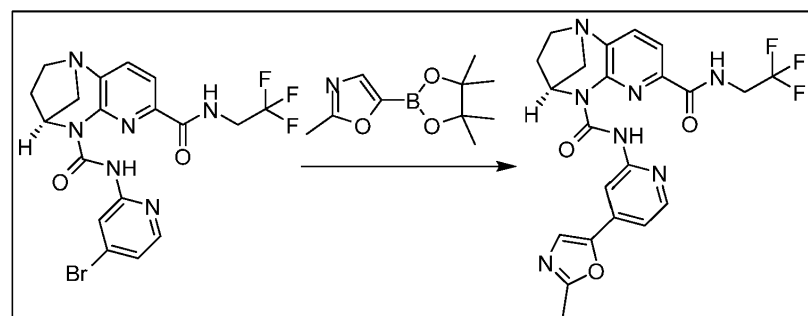
¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.64 (s, 1 H), 8.31 - 8.48 (m, 1 H), 8.11 - 8.30 (m, 2 H), 7.92 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.67 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.39 - 7.57 (m, 1 H), 7.10 - 7.24 (m, 1 H), 5.64 (dd, J=5.81, 3.18 Hz, 1 H), 3.37 - 3.58 (m, 2 H), 3.09 - 3.34 (m, 4 H), 2.56 (s, 3 H), 2.21 - 2.47 (m, 1 H), 1.95 - 2.20 (m, 1 H), 1.17 - 1.38 (m, 1 H), 0.44 - 0.62 (m, 2 H), 0.35 (q, J=4.82 Hz, 2 H).

[2179]

실시예 115

[2180]

(4S)-N5-(4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성.



[2181]

[2182]

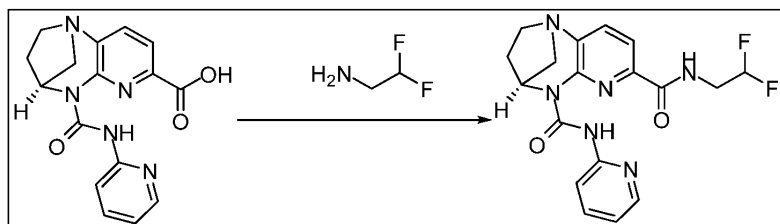
1,4-디옥산 (20 mL) 및 물 (2 mL) 중 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (300 mg, 0.618 mmol) 및 2-메틸-5-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3-디옥솔란-2-일)옥사졸 (196 mg, 0.927 mmol)의 교반 용액에 아세트산칼륨 (182 mg, 1.855 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 아르곤으로 30분 동안 퍼징한 다음, PdCl₂(dppf) (67.9 mg, 0.093 mmol)를 첨가하고, 100℃에서 5시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% 메탄올, R_f: 0.2). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (20 mL)과 에틸 아세테이트 (2 x 50 mL) 사이에 분배하였다. 에틸 아세테이트 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 갈색 액체를 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, DCM 중 2.5% MeOH)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀

-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (90 mg, 0.182 mmol, 29.4% 수율). LCMS (m/z): 488.13 $[M+H]^+$, R_t = 2.10분.

[2183] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.72 (s, 1 H), 8.52 (br t, $J=6.36$ Hz, 1 H), 8.29 – 8.40 (m, 1 H), 8.24 (d, $J=5.26$ Hz, 1 H), 7.93 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.69 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.48 (s, 1 H), 7.10 – 7.24 (m, 1 H), 5.62 (dd, $J=5.81, 3.18$ Hz, 1 H), 4.10 – 4.34 (m, 2 H), 3.20 – 3.34 (m, 3 H), 3.15 (br d, $J=12.06$ Hz, 1 H), 2.57 (s, 3 H), 2.22 – 2.47 (m, 1 H), 1.98 – 2.21 (m, 1 H).

[2184] 실시예 116

[2185] (4S)-N7-(2,2-디플루오로에틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성.



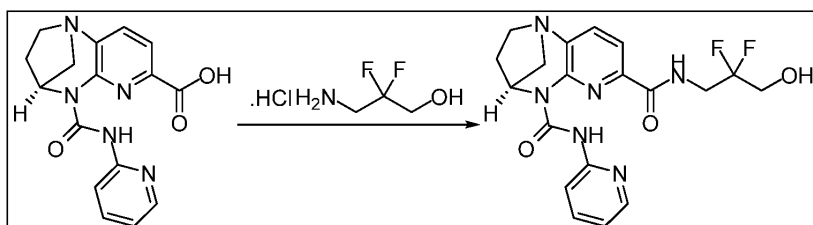
[2186]

[2187] 0°C에서 질소 하에 DMF (50 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (10 g, 30.7 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (26.8 mL, 154 mmol), HATU (23.38 g, 61.5 mmol) 및 2,2-디플루오로에탄아민 (2.492 g, 30.7 mmol)을 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.2). 반응 혼합물을 냉수 (50 mL)로 켄칭하고, 생성된 고체를 여과하고, 고진공 하에 건조시켜 (4S)-N7-(2,2-디플루오로에틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (8.4 g, 21.60 mmol, 70.3% 수율). LCMS (m/z): 389.19 $[M+H]^+$, R_t = 1.88분.

[2188] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.56 – 13.74 (m, 1 H), 8.51 – 8.58 (m, 1 H), 8.25 – 8.30 (m, 1 H), 8.08 (dt, $J=8.33, 0.99$ Hz, 1 H), 7.88 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.73 (td, $J=7.84, 1.86$ Hz, 1 H), 7.67 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.02 (ddd, $J=7.40, 4.99, 0.99$ Hz, 1 H), 5.78 – 6.21 (m, 1 H), 5.61 (dd, $J=5.92, 3.07$ Hz, 1 H), 3.81 – 4.06 (m, 2 H), 3.09 – 3.33 (m, 3 H), 2.99 – 3.22 (m, 1 H), 2.23 – 2.47 (m, 1 H), 1.98 – 2.12 (m, 1 H).

[2189] 실시예 117

[2190] (4S)-N7-(2,2-디플루오로-3-히드록시프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성.



[2191]

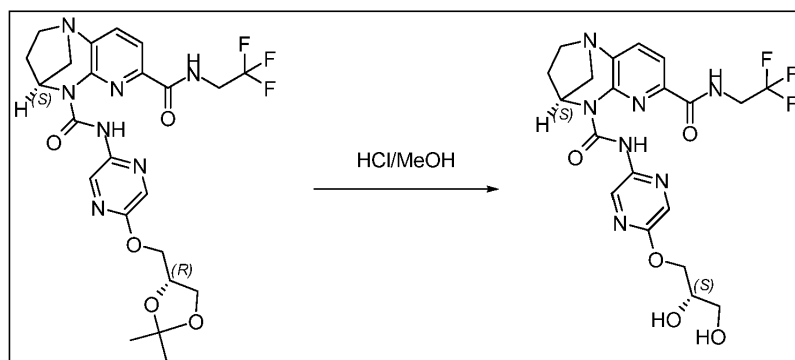
[2192] 0°C에서 질소 하에 DMF (60 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (8 g, 24.59 mmol)의 용액에 DIPEA (21.47 mL, 123 mmol), HATU (18.70 g, 49.2 mmol) 및 3-아미노-2,2-디플루오로프로판-1-올 히드록로라이드 (3.63 g, 24.59 mmol)를 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.3). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (20 mL)과 에틸 아세테이트 (2x50 mL) 사이에 분배하였다. 에틸 아세테이트 층을 분리하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 갈색 액체를 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크

로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, 용리액 EtOAc)에 의해 정제하여 (4S)-N7-(2,2-디플루오로-3-히드록시프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (3.629 g, 8.65 mmol, 35.2% 수율). LCMS (m/z): 419.15 [M+H]⁺, Rt = 1.53분.

[2193] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.56 (s, 1 H), 8.85 (br t, J=6.03 Hz, 1 H), 8.31 (dd, J=4.82, 0.88 Hz, 1 H), 8.05 (d, J=8.33 Hz, 1 H), 7.88 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.73- 7.68 (td, J=7.83-8.03 Hz, 2 H), 7.03 (ddd, J=7.34, 5.04, 0.77 Hz, 1 H), 5.60 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.68 (br t, J=7.56 Hz, 1 H), 3.88 - 4.11 (m, 2 H), 3.71 (td, J=12.00, 6.91 Hz, 2 H), 3.10 - 3.36 (m, 3 H), 2.84 - 3.08 (m, 1 H), 2.24 - 2.40 (m, 1 H), 1.98 - 2.17 (m, 1 H).

[2194] 실시예 118

[2195] (4S)-N5-(5-((S)-2,3-디히드록시프로폭시)피라진-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



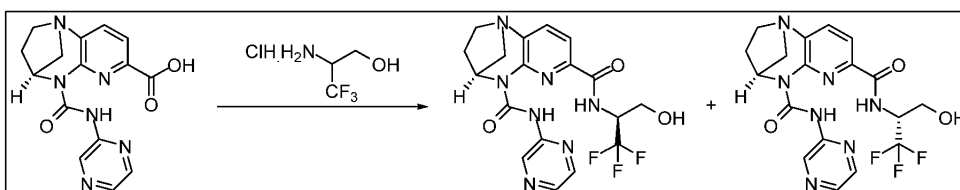
[2196]

[2197] 메탄올 (20 mL) 중 (4S)-N5-(5-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (520 mg, 0.967 mmol)의 교반 용액에 실온에서 수성 HCl (3 mL, 6.00 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 1시간 동안 교반하고 (TLC 시스템: DCM 중 10% MeOH, R_f: 0.5), 감압 하에 농축시켜 MeOH를 제거하고, 수성 층을 포화 중탄산나트륨 용액으로 염기성화시키고, DCM (3x 30 mL)으로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (20 mL), 염수 용액 (20 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 감압 하에 농축시키고, 수득된 연황색 반고체를 에탄올 (10 mL) 및 n-펜탄 (10 mL)으로 세척하여 목적 생성물 (4S)-N5-(5-((S)-2,3-디히드록시프로폭시)피라진-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (380 mg, 0.761 mmol, 79% 수율). LCMS (m/z): 498.10 [M+H]⁺, Rt = 1.61분.

[2198] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.38 (s, 1 H), 8.92 (d, J=1.54 Hz, 1 H), 8.01 (t, J=6.47 Hz, 1 H), 7.96 - 7.90 (m, 2 H), 7.69 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 5.62 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.51 - 4.41 (m, 2 H), 4.29 - 4.04 (m, 3 H), 3.83 - 3.69 (m, 2 H), 3.31- 3.17 (m, 2 H), 3.15 -3.00 (m, 3 H), 2.41 - 2.29 (m, 1 H), 2.28 - 2.20 (m, 1 H), 2.14 -2.00 (m, 1 H).

[2199] 실시예 119

[2200] (4S)-N5-(피라진-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2201]

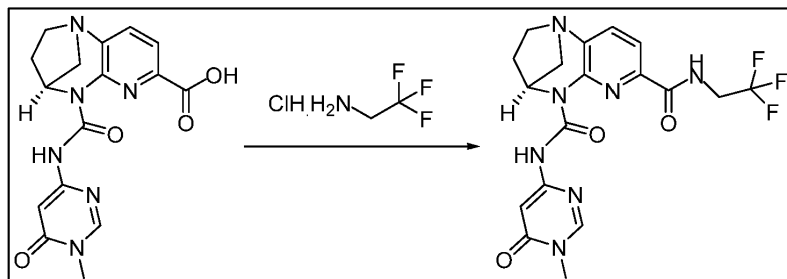
[2202] N,N-디메틸포름아미드 (100 mL) 중 (4S)-5-(피라진-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (11.6 g, 35.5 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 HATU (20.28 g, 53.3 mmol) 및 DIPEA (18.63 mL, 107 mmol)를 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 0℃에서 15분 동안 교반한 다음, 2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로판-1-올 히드로클로라이드 (8.83 g, 53.3 mmol)를 반응 혼합물에 첨가하였다. 이것을 실온에서 1시간 동안 교반하고 (TLC 시스템: DCM 중 10% MeOH, R_f : 0.5), 빙냉수 (500 mL)로 희석하고, EtOAc (3 X 200 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 빙냉수 (3 X 100 mL), 염수 용액 (100 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 라세미 혼합물을 수득하였으며, 이를 키랄 SFC (조건: 칼럼/치수: 키랄팩 IC (250 X30)mm, 5 μ % CO_2 : 50.0%, 공용매: 50.0% (IPA 중 0.5% 이소 프로필 아민), 총 유량: 90.0 g/분, 배압: 100.0 bar, UV: 260 nm, 스택 시간: 11.5분, 로드/주입: 63.0 mg, 용해도: 메탄올+CAN, 총 주입 횟수: 80, 기기 세부사항: 제조/모델: 타르 SFC-뉴-200-1)에 의해 정제하여 목적 생성물을 피크-I 및 피크-II로서 수득하였다. (이들 피크는 키랄 HPLC 데이터를 본 발명자들에 의해 보다 먼저 제조된 기지의 키랄 물질 데이터와 매칭하여 확인되었음).

[2203] 피크 2 (가장 느린 용리액): 회백색 고체로서 (4S)-N5-(피라진-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (3.40 g, 7.74 mmol, 21.78% 수율). LCMS (m/z): 438.09 [$\text{M}+\text{H}$] $^+$, R_t = 1.69분.

[2204] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 12.76 (br s, 1 H), 9.62 (s, 1 H), 8.37 (d, $J=2.63$ Hz, 1 H), 8.18 (br s, 1 H), 7.91 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.73 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.58 - 7.49 (m, 1 H), 5.75 (dd, $J=6.25, 2.96$ Hz, 1 H), 5.05 - 4.94 (m, 1 H), 4.13 - 4.00 (m, 2 H), 3.99 - 3.91 (m, 1 H), 3.34 - 3.09 (m, 3 H), 3.07 - 3.00 (m, 1 H), 2.43-2.30 (m, 1 H), 2.12 -1.97 (m, 1 H).

[2205] 실시예 120

[2206] (4S)-N5-(1-메틸-6-옥소-1,6-디히드로피리미딘-4-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성.



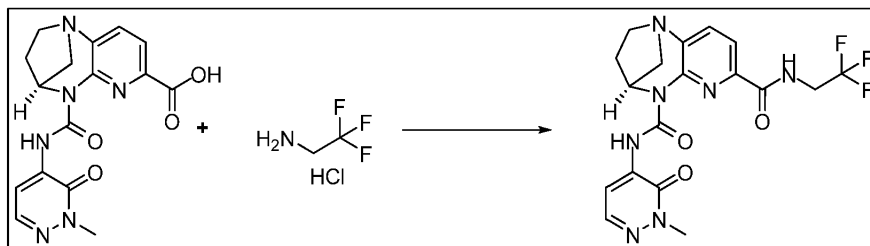
[2207]

[2208] 실온에서 DMF (5 mL) 중 (4S)-5-((1-메틸-6-옥소-1,6-디히드로피리미딘-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (350 mg, 0.982 mmol)의 용액에 HATU (747 mg, 1.964 mmol), DIPEA (0.515 mL, 2.95 mmol)에 이어서 2,2,2-트리플루오로에탄아민 히드로클로라이드 (160 mg, 1.179 mmol)를 첨가한 다음, 반응 혼합물을 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% MeOH, R_f 값: 0.30). 반응물을 빙냉수 (80 mL)로 희석하고, EtOAc (2 x 100 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (80 mL)로 세척하고, Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, DCM 중 3% 메탄올)에 의해 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 화합물 (4S)-N5-(1-메틸-6-옥소-1,6-디히드로피리미딘-4-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (275 mg, 0.623 mmol, 63.4% 수율). LCMS (m/z): 438.13 [$\text{M}+\text{H}$] $^+$, R_t = 1.64분.

[2209] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.30 (s, 1 H), 8.07 (br t, $J=6.14$ Hz, 1 H), 7.94 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.89 (s, 1 H), 7.70 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.14 (s, 1 H), 5.61 (dd, $J=5.92, 3.07$ Hz, 1 H), 4.10 - 4.27 (m, 2 H), 3.45 (s, 3 H), 3.17 - 3.28 (m, 2 H), 2.99 - 3.05 (m, 2 H), 2.33 (ddt, $J=14.36, 8.93, 5.34$, 5.34 Hz, 1 H), 1.98 - 2.08 (m, 1 H).

[2210] 실시예 121

[2211] (4S)-N5-(2-메틸-3-옥소-2,3-디히드로피리다진-4-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



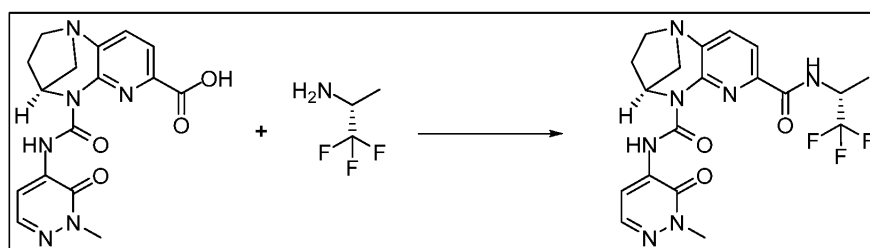
[2212]

[2213] 실온에서 질소 하에 N,N-디메틸포름아미드 (15 mL) 중 (4S)-5-((2-메틸-3-옥소-2,3-디히드로피리다진-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (350 mg, 0.982 mmol)의 교반 용액에 2,2,2-트리플루오로에탄아민 히드로클로라이드 (200 mg, 1.473 mmol), HATU (560 mg, 1.473 mmol) 및 DIPEA (0.686 mL, 3.93 mmol)를 첨가하고, 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리 시스템: 100% EtOAc; R_f -0.4; UV 활성). 반응 혼합물을 물 (15 mL)로 켄칭하고, 생성된 고체를 여과하고, 디에틸에테르로 연화처리하여 (4S)-N5-(2-메틸-3-옥소-2,3-디히드로피리다진-4-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (160 mg, 0.365 mmol, 37.2% 수율). LCMS (m/z): 438.13; $[M+H]^+$, R_t =2.10분.

[2214] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 12.56 (s, 1 H), 9.77 - 10.03 (m, 1 H), 8.13 (d, J =4.82 Hz, 1 H), 8.07 (d, J =8.11 Hz, 1 H), 7.82 (d, J =4.82 Hz, 1 H), 7.69 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 5.69 (dd, J =5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.14 - 4.35 (m, 2 H), 3.86 (s, 3 H), 3.08 - 3.32 (m, 3 H), 2.93 - 3.08 (m, 1 H), 2.26 - 2.42 (m, 1 H), 1.97 - 2.17 (m, 1 H).

[2215] 실시예 122

[2216] (4S)-N5-(2-메틸-3-옥소-2,3-디히드로피리다진-4-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



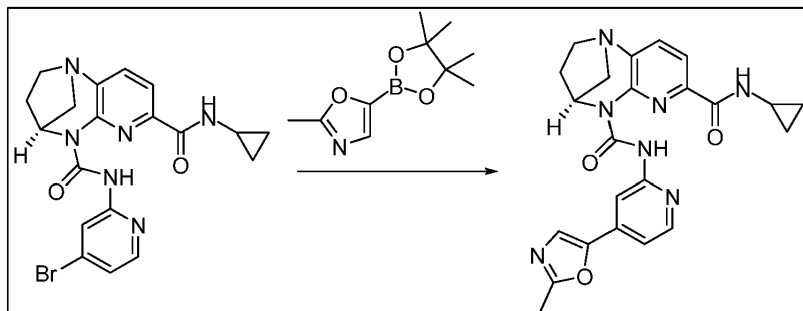
[2217]

[2218] 실온에서 질소 하에 N,N-디메틸포름아미드 (15 mL) 중 (4S)-5-((2-메틸-3-옥소-2,3-디히드로피리다진-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (350 mg, 0.982 mmol)의 교반 용액에 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (111 mg, 0.982 mmol), HATU (560 mg, 1.473 mmol), DIPEA (0.686 mL, 3.93 mmol)를 첨가하고, 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리 시스템: 100% EtOAc; R_f -0.4; UV 활성). 반응 혼합물을 물 (15 mL)로 켄칭하고, 생성된 고체를 여과하고, 디에틸에테르로 연화처리하여 (4S)-N5-(2-메틸-3-옥소-2,3-디히드로피리다진-4-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (250 mg, 0.551 mmol, 56.1% 수율). LCMS (m/z): 452.17 $[M+H]^+$, R_t =2.24분.

[2219] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 12.55 (s, 1 H), 9.60 (br d, J =8.99 Hz, 1 H), 8.03 - 8.18 (m, 2 H), 7.81 (d, J =4.82 Hz, 1 H), 7.68 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 5.68 (dd, J =5.92, 3.07 Hz, 1 H), 5.12 (br dd, J =16.33, 8.00 Hz, 1 H), 3.87 (s, 3 H), 3.08 - 3.30 (m, 3 H), 2.89 - 3.07 (m, 1 H), 2.19 - 2.40 (m, 1 H), 1.94 - 2.09 (m, 1 H), 1.65 (d, J =7.23 Hz, 3 H).

[2220] 실시예 123

[2221] (4S)-N7-시클로프로필-N5-(4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



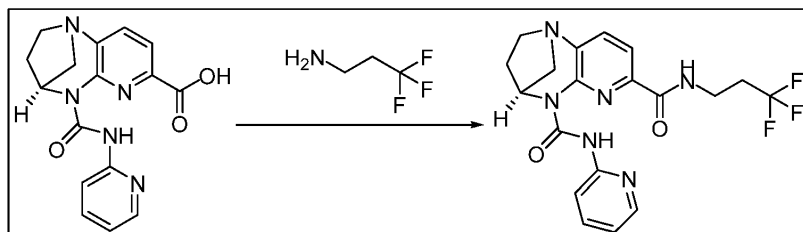
[2222]

[2223] 1,4-디옥산 (5 mL) 및 물 (2 mL) 중 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-시클로프로필-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (400 mg, 0.902 mmol), 2-메틸-5-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란-2-일)옥사졸 (207 mg, 0.993 mmol) 및 아세트산칼륨 (177 mg, 1.805 mmol)의 혼합물을 아르곤으로 퍼징함으로써 탈기한 다음, $\text{PdCl}_2(\text{dppf})\text{-CH}_2\text{Cl}_2$ 부가물 (36.8 mg, 0.045 mmol)을 상기 반응 혼합물에 첨가하고, 90°C에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.4). 반응 혼합물을 28°C로 냉각시키고, 물 (30 mL)로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (30 mL)으로 세척하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤퍼플렉스 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, DCM 중 3% 메탄올)에 의해 정제하여 (4S)-N7-시클로프로필-N5-(4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (112 mg, 0.246 mmol, 27.3% 수율). LC-MS (m/z): 446.15 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t =1.91분.

[2224] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.45 (s, 1 H), 8.26 - 8.44 (m, 2 H), 7.90 - 8.00 (m, 2 H), 7.66 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.37 - 7.58 (m, 1 H), 7.17 - 7.20 (m, 1 H), 5.64 (dd, J =5.81, 3.18 Hz, 1 H), 3.18 - 3.30 (m, 2 H), 3.00 - 3.16 (m, 3 H), 2.51 - 2.63 (m, 3 H), 2.21 - 2.47 (m, 1 H), 1.98 - 2.17 (m, 1 H), 0.79 - 1.00 (m, 4 H).

[2225] 실시예 124

[2226] (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-(3,3,3-트리플루오로프로필)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



[2227]

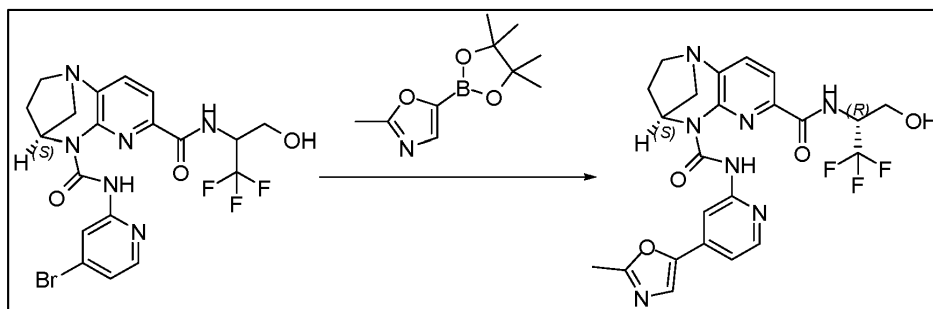
[2228] 실온에서 질소 하에 DMF (50 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (10 g, 30.7 mmol)의 용액에 DIPEA (16.11 mL, 92 mmol), HATU (23.38 g, 61.5 mmol) 및 3,3,3-트리플루오로프로판-1-아민 (4.17 g, 36.9 mmol)을 첨가하고, 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.4). 반응 혼합물을 냉수 (100 mL)로 희석하고, 형성된 고체를 여과하고, 물 (50 mL)로 세척하고, 건조시켜 목적 생성물 (6 g)을 수득하였다. 생성물을 에탄올 150 mL에 녹이고, 80°C로 30분 동안 가열하고, 팔라듐 스캐빈저 (실리카메츠 DMT, 3 g)를 80°C에서 천천히 첨가하고, 추가로 3시간 동안 교반하였다. 반응 현탁액을 셀라이트 패드를 통해 여과하고, 여과물을 농축시켜 (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-(3,3,3-트리플루오로프로필)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디

카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (4.6 g, 10.90 mmol, 35.5% 수율). LC-MS (m/z): 421.13 $[M+H]^+$, R_t =1.75분.

[2229] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.57 (s, 1 H), 8.31 - 8.56 (m, 1 H), 8.23 (d, J =5.17 Hz, 1 H), 8.12 (d, J =8.33 Hz, 1 H), 7.87 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.73 (t, J =7.83 Hz, 1 H), 7.66 (d, J =7.54 Hz, 1 H), 6.93 - 7.14 (m, 1 H), 5.61 (dd, J =5.92, 3.07 Hz, 1 H), 3.76 - 3.88 (m, 2 H), 3.08 - 3.32 (m, 3 H), 2.95 - 3.08 (m, 1 H), 2.59 (qt, J =10.72, 7.26 Hz, 2 H), 2.20 - 2.44 (m, 1 H), 1.93 - 2.18 (m, 1 H).

[2230] 실시예 125

[2231] ((4S)-N5-(4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성:



[2232]

[2233] 1,4-디옥산 (1 mL) 및 물 (0.2 mL) 중 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-(1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (650 mg, 1.261 mmol), 2-메틸-5-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란-2-일)옥사졸 (290 mg, 1.388 mmol) 및 아세트산칼륨 (248 mg, 2.52 mmol)의 혼합물을 아르곤으로 30분 동안 퍼징함으로써 탈기한 다음, $PdCl_2(dppf) \cdot CH_2Cl_2$ 부가물 (51.5 mg, 0.063 mmol)을 첨가하고, 90℃에서 16시간 동안 가열하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.4). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (50 mL)로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2x60 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (30 mL)으로 세척하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 잔류물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플레쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, DCM 중 5% 메탄올)에 의해 정제하여 목적 화합물을 부분입체이성질체 혼합물로서 수득하였다. 부분입체이성질체를 키랄 SFC 정제 (칼럼: 룩스 셀룰로스-2 HHHHHh(250x30) mm 5 μ , % CO_2 : 50.0%, % 공용매: 50.0% (MeOH 중 0.5%DEA), 총 유량: 90.0 g/분, 배압: 100 bar, UV: 269 nm, 스택 시간: 9.0분, 로드/주입: 36.0 mg, 용해도: MeOH+아세트니트릴+THF, 기기 세부사항: 타르 SFC - 200)에 의해 분리하여 2종의 단일 부분입체이성질체를 수득하고, 피크 1을 기준 화합물과 비교하고, 절대 화학을 결정하였다.

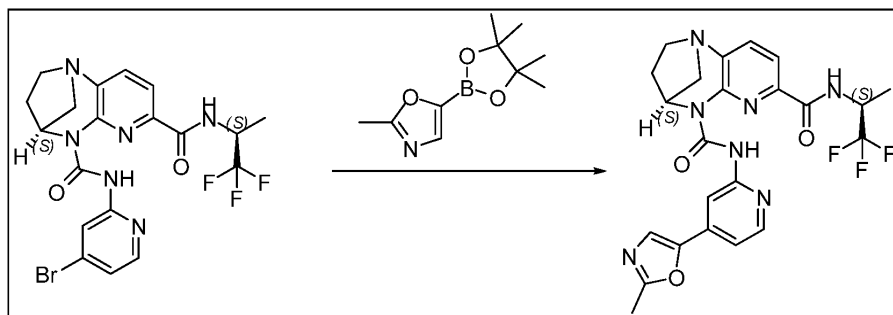
[2234] 피크 1: ((4S)-N5-(4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회색 고체로서 수득하였다 (90 mg, 0.173 mmol, 13.75% 수율).

[2235] LC-MS (m/z): 518.12 $[M+H]^+$, R_t =1.92분.

[2236] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 12.52 (s, 1 H), 8.42 - 8.62 (m, 1 H), 8.23 (dd, J =5.37, 0.77 Hz, 1 H), 7.89 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.71 (d, J =7.94 Hz, 1 H), 7.62 (br d, J =9.43 Hz, 1 H), 7.49 (s, 1 H), 7.22 - 7.27 (m, 1 H), 5.77 (dd, J =6.14, 3.29 Hz, 1 H), 4.77 - 5.05 (m, 1 H), 4.09 (d, J =5.92 Hz, 2 H), 3.09 - 3.32 (m, 3 H), 2.92 - 3.09 (m, 1 H), 2.57 (s, 3 H), 2.21 - 2.46 (m, 1 H), 1.98 - 2.12 (m, 1 H).

[2237] 실시예 126

[2238] (4S)-N5-(4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((S)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성:



[2239]

[2240]

1,4-디옥산 (5 mL) 및 물 (2 mL) 중 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-((S)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (450 mg, 0.901 mmol), 2-메틸-5-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란-2-일)옥사졸 (264 mg, 1.262 mmol) 및 아세트산칼륨 (221 mg, 2.253 mmol)의 혼합물을 아르곤으로 30분 동안 퍼징함으로써 탈기한 다음, PdCl₂(dppf)-CH₂Cl₂ 부가물 (73.6 mg, 0.090 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 90℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.4). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (20 mL)로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (30 mL)으로 세척하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 잔류물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, DCM 중 3% 메탄올)에 의해 정제하여 목적 순수한 화합물을 고체로서 수득하였다. 생성물을 에탄올 15 mL에 녹이고, 80℃로 30분 동안 가열하고, 팔라듐 스케빈저 (실리카메츠 DMT, 0.5 g)를 천천히 80℃에서 추가로 3시간 동안 교반하였다. 반응 현탁액을 셀라이트 패드를 통해 여과하고, 여과물을 농축시켜 (4S)-N5-(4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((S)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (160 mg, 0.318 mmol, 35.3% 수율). LC-MS (m/z): 502.14 [M+H]⁺, Rt =1.91분.

[2241]

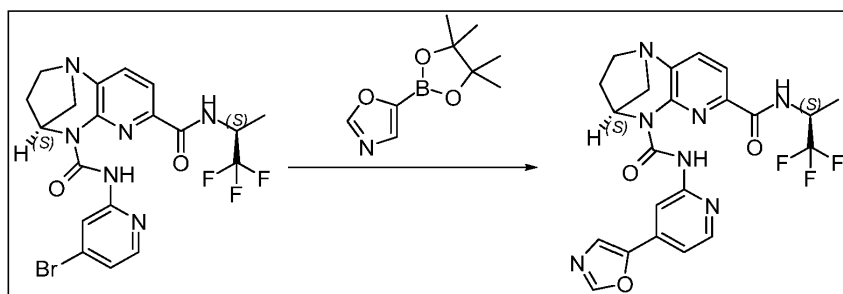
¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.35 (s, 1 H), 8.34 - 8.47 (m, 1 H), 8.26 (d, J=5.26 Hz, 1 H), 7.83 - 8.09 (m, 2 H), 7.69 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.47 (s, 1 H), 7.21 (d, J=5.43 Hz, 1 H), 5.68 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 5.08 (dq, J=16.91, 7.37 Hz, 1 H), 3.09 - 3.33 (m, 3 H), 2.94 - 3.09 (m, 1 H), 2.56 (s, 3 H), 2.21 - 2.47 (m, 1 H), 1.94 - 2.20 (m, 1 H), 1.53 - 1.62 (m, 3 H)

[2242]

실시예 127

[2243]

(4S)-N5-(4-(옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((S)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성:



[2244]

[2245]

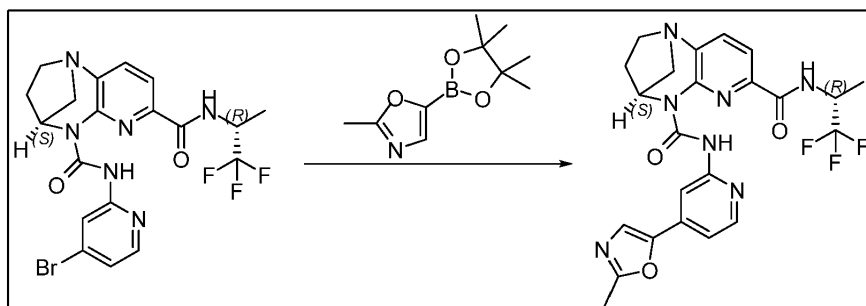
1,4-디옥산 (5 mL) 및 물 (2 mL) 혼합물 중 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-((S)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (450 mg, 0.901 mmol), 5-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란-2-일)옥사졸 (246 mg, 1.262 mmol) 및 아세트산칼륨 (221 mg, 2.253 mmol)의 혼합물을 아르곤으로 15분 동안 퍼징함으로써 탈기하였다. 이어서, PdCl₂(dppf)-CH₂Cl₂ 부가물 (73.6 mg, 0.090 mmol)을 상기 반응 혼합물에 첨가하고, 90℃에서 16시간 동안 가열하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.4). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (20 mL)로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (30 mL)으로 세척하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 잔류물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔

칼럼 사용, DCM 중 3% 메탄올)에 의해 정제하여 목적 생성물을 고체로서 수득하였다. 생성물을 에탄올 15 ml에 녹이고, 80℃로 30분 동안 가열하고, 팔라듐 스캐빈저 (실리카메츠 DMT, 0.5 g)를 천천히 80℃에서 첨가하고, 추가로 3시간 동안 교반하였다. 반응 현탁액을 셀라이트 패드를 통해 여과하고, 여과물을 농축시켜 (4S)-N5-(4-(옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((S)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (162 mg, 0.330 mmol, 36.6% 수율). LC-MS (m/z): 488.10 [M+H]⁺, Rt = 2.21분.

[2246] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.38 (s, 1 H), 8.46 (d, J=0.66 Hz, 1 H), 8.30 (d, J=5.26 Hz, 1 H), 7.91 - 8.01 (m, 3 H), 7.69 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.63 (s, 1 H), 7.25 - 7.29 (m, 1 H), 5.69 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.99 - 5.16 (m, 1 H), 3.10 - 3.33 (m, 3 H), 2.95 - 3.09 (m, 1 H), 2.22 - 2.42 (m, 1 H), 1.99 - 2.20 (m, 1 H), 1.51 - 1.65 (m, 3 H).

[2247] 실시예 128

[2248] (4S)-N5-(4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



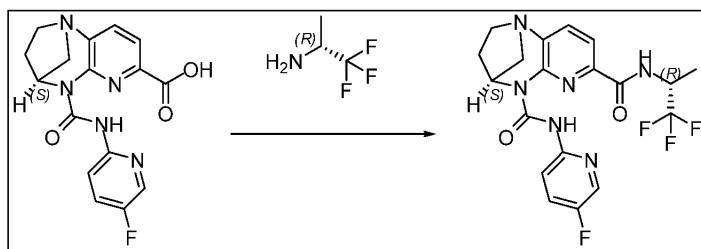
[2249]

[2250] 1,4-디옥산 (5 mL) 및 물 (2 mL) 중 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (400 mg, 0.801 mmol), 2-메틸-5-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란-2-일)옥사졸 (184 mg, 0.881 mmol) 및 아세트산칼륨 (157 mg, 1.602 mmol)의 혼합물을 아르곤으로 15분 동안 퍼짐함으로써 탈기한 다음, PdCl₂(dppf)-CH₂Cl₂ 부가물 (32.7 mg, 0.040 mmol)을 상기 반응 혼합물에 첨가하고, 90℃에서 16시간 동안 가열하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.4). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (20 mL)로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2 x 50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (30 mL)으로 세척하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 잔류물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, DCM 중 3% 메탄올)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (115 mg, 0.227 mmol, 28.3% 수율). LC-MS (m/z): 502.14 [M+H]⁺, Rt =2.25분.

[2251] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.34 (s, 1 H), 8.34 - 8.48 (m, 1 H), 8.26 (d, J=5.26 Hz, 1 H), 7.86 - 8.10 (m, 2 H), 7.69 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.48 (s, 1 H), 7.15 - 7.25 (m, 1 H), 5.66 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 5.07 (dq, J=16.96, 7.35 Hz, 1 H), 3.09 - 3.33 (m, 3 H), 2.94 - 3.09 (m, 1 H), 2.57 (s, 3 H), 2.25 - 2.48 (m, 1 H), 2.03 - 2.22 (m, 1 H), 1.52 - 1.65 (m, 3 H).

[2252] 실시예 129

[2253] (4S)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2254]

[2255]

실온에서 질소 하에 DMF (150 mL) 중 (4S)-5-((5-플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-에타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (8.6 g, 25.05 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (13.13 mL, 75 mmol), HATU (19.05 g, 50.1 mmol)를 첨가하고, 10분 동안 교반하였다. 이어서, (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (3.40 g, 30.1 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 3시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 10% 메탄올, R_f : 0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 냉수 (300 mL)로 켄칭하고, 생성된 고체를 여과하고, 건조시키고, 디에틸 에테르 (2x100 mL)로 연화처리하여 (4S)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (7.8 g, 17.71 mmol, 70.7% 수율). LC-MS (m/z): 439.10 $[M+H]^+$, R_t = 2.38분.

[2256]

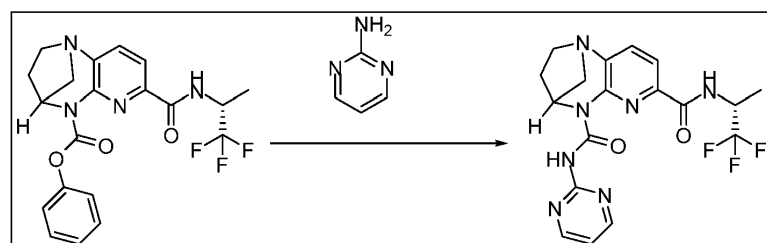
^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.23 (s, 1 H), 8.19 (dd, $J=9.10, 4.06$ Hz, 1 H), 8.10 (d, $J=2.85$ Hz, 1 H), 7.95 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.84 (br d, $J=9.65$ Hz, 1 H), 7.68 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.36 - 7.59 (m, 1 H), 5.64 (dd, $J=5.92, 3.07$ Hz, 1 H), 4.95 - 5.16 (m, 1 H), 3.07 - 3.32 (m, 3 H), 2.95 - 3.07 (m, 1 H), 2.20 - 2.40 (m, 1 H), 1.96 - 2.19 (m, 1 H), 1.43 - 1.64 (m, 3 H).

[2257]

실시예 130

[2258]

(4S)-N5-(피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2259]

[2260]

-78°C에서 질소 하에 THF (300 mL) 중 피리미딘-2-아민 (3.68 g, 38.7 mmol)의 교반 용액에 LiHMDS (44.0 mL, 44.0 mmol)를 적가하고, 30분 동안 교반한 다음, (4S)-페닐 7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트 (7.4 g, 17.60 mmol)를 첨가하고, 생성된 반응 혼합물을 -78°C에서 1시간 동안 교반하고, 실온에서 6시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 석유 에테르 중 80% EtOAc, R_f : 0.1; UV 활성). 반응 혼합물을 수성 NH_4Cl (100 mL)로 켄칭하고, EtOAc (2 x 300 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, 석유 에테르 중 60% EtOAc)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (4.2 g, 9.94 mmol, 56.5% 수율). LC-MS (m/z): 422.18 $[M+H]^+$, R_t = 1.75분.

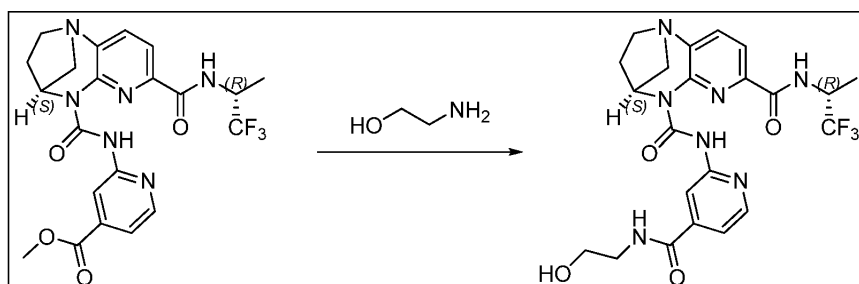
[2261]

^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.61 (s, 1 H), 8.63 (d, $J=4.82$ Hz, 2 H), 7.97 (m, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.89 (br d, $J=9.43$ Hz, 1 H), 7.70 (m, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.03 (t, $J=4.93$ Hz, 1 H), 5.72 (dd, $J=5.92, 3.07$ Hz, 1 H), 4.94 - 5.14 (m, 1 H), 3.08 - 3.29 (m, 3 H), 2.94 - 3.07 (m, 1 H), 2.34 (ddt, $J=14.33, 8.85, 5.51, 5.51$ Hz, 1 H), 2.00 - 2.17 (m, 1 H), 1.48 - 1.65 (m, 3 H).

[2262]

실시예 131

- [2263] (4S)-N5-(4-((2-히드록시에틸)카르바모일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



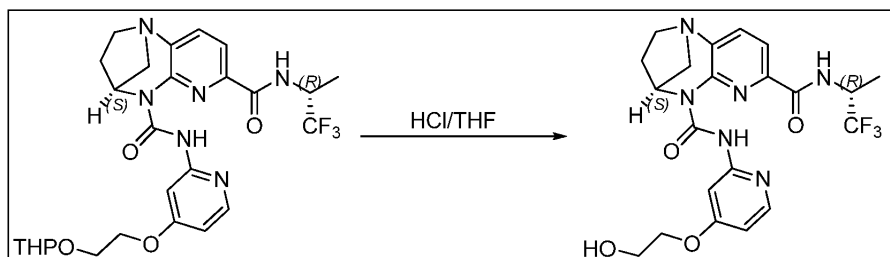
[2264]

- [2265] 에탄올 아민 (1 mL, 0.418 mmol)을 밀봉된 튜브 중에서 메틸 2-((4S)-7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복스아미드)이소니코티네이트 (200 mg, 0.418 mmol)에 첨가하고, 70℃에서 1시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 순수한 에틸 아세테이트, R_f : 0.2). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 빙냉수 (10 mL)로 켄칭하고, 수득된 고체를 여과하고, 물 (10 mLx2) 및 n-펜탄 (10 mLx2)으로 세척하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-((2-히드록시에틸)카르바모일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (151 mg, 0.295 mmol, 70.5% 수율). LCMS (m/z): 508.20 $[M+H]^+$, R_t = 1.74분.

- [2266] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.43 (s, 1 H), 8.41 (s, 1 H), 8.36 (d, $J=5.26$ Hz, 1 H), 7.97 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.89 (d, $J=9.65$ Hz, 1 H), 7.70 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.48 (dd, $J=5.26$, 1.53 Hz, 1 H), 6.99 (d, $J=6.58$ Hz, 1 H), 5.60 (dd, $J=5.92$, 3.07 Hz, 1 H), 5.06 (dq, $J=16.77$, 7.34 Hz, 1 H), 3.87 (t, $J=5.04$ Hz, 2 H), 3.66 (q, $J=5.48$ Hz, 2 H), 3.28 - 3.21 (m, 2 H), 3.15 - 3.10 (m, 1 H), 3.06 - 3.01 (m, 1 H), 2.57 (s, 1 H), 2.33 (ddt, $J=14.39$, 9.07, 5.37, 5.37 Hz, 1 H), 2.07 (dt, $J=14.41$, 6.93 Hz, 1 H), 1.59 (d, $J=7.02$ Hz, 3 H).

[2267] 실시예 132

- [2268] (4S)-N5-(4-(2-히드록시에톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2269]

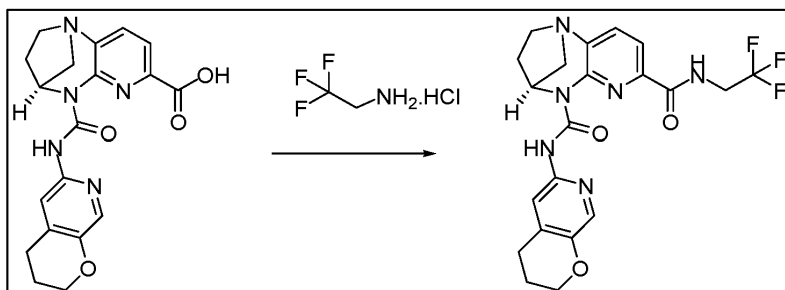
- [2270] 테트라히드로푸란 (THF) (20 mL) 중 (4S)-N5-(4-(2-((테트라히드로-2H-피란-2-일)옥시)에톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (200 mg, 0.354 mmol)의 교반 용액에 HCl (1 mL, 32.9 mmol)을 0℃에서 첨가한 다음, 28℃에서 1시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 순수한 에틸 아세테이트, R_f : 0.2). 반응 혼합물을 진공 하에 농축시키고, 잔류물을 포화 $NaHCO_3$ 용액으로 중화시키고, 수득된 고체를 여과하고, 물 (20 mLx3) 및 n-펜탄 (10 mLx2)으로 세척하여 (4S)-N5-(4-(2-히드록시에톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (130 mg, 0.271 mmol, 76% 수율). LCMS (m/z): 481.14 $[M+H]^+$, R_t = 1.58분.

- [2271] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.30 (s, 1 H), 8.09 - 8.05 (m, 2 H), 7.96 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.78 (d, $J=2.41$ Hz, 1 H), 7.68 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 6.60 (dd, $J=5.92$, 2.41 Hz, 1 H), 5.62 (dd, $J=5.70$, 3.07

Hz, 1 H), 5.06 (dd, J=16.77, 7.34 Hz, 1 H), 4.23 - 4.19 (m, 2 H), 4.03 - 3.98 (m, 2 H), 3.27 - 3.21 (m, 2 H), 3.15 - 3.10 (m, 1 H), 3.05 - 3.00 (m, 1 H), 2.38 - 2.28 (m, 1 H), 2.11 - 2.01 (m, 1 H), 1.98 (t, J=6.25 Hz, 1 H), 1.59 (d, J=7.23 Hz, 3 H).

[2272] 실시예 133

[2273] (4S)-N5-(3,4-디히드로-2H-피라노[2,3-c]피리딘-6-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



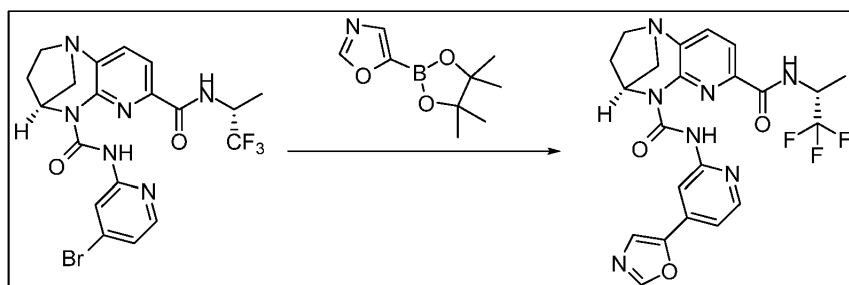
[2274]

[2275] 0℃에서 DMF (5 mL) 중 (4S)-5-((3,4-디히드로-2H-피라노[2,3-c]피리딘-6-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (200 mg, 0.524 mmol)의 용액에 HATU (299 mg, 0.787 mmol), DIPEA (0.275 mL, 1.573 mmol)를 첨가하고, 10분 동안 교반한 다음, 2,2,2-트리플루오로에탄아민 히드로클로라이드 (142 mg, 1.049 mmol)를 0℃에서 첨가하고, 생성된 용액을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f : 0.5). 반응 혼합물을 물 (20 mL)로 켄칭하여 연황색 침전물을 수득하였다. 침전된 고체를 여과하고, 건조시키고, 디에틸 에테르 (5 mL)로 연화처리하여 (4S)-N5-(3,4-디히드로-2H-피라노[2,3-c]피리딘-6-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (156 mg, 0.329 mmol, 62.8% 수율). LCMS (m/z): 463.07 $[M+H]^+$, R_t = 2.17분.

[2276] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.36 (s, 1 H), 8.53 (br t, J=6.25 Hz, 1 H), 7.88 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.78 (d, J=3.29 Hz, 2 H), 7.65 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 5.58 (dd, J=5.81, 3.18 Hz, 1 H), 4.08 - 4.32 (m, 4 H), 3.17 - 3.31 (m, 2 H), 3.09 - 3.16 (m, 1 H), 3.04 - 3.01 (d, J=3.07 Hz, 1 H), 2.78 - 2.89 (m, 2 H), 2.25 - 2.39 (m, 1 H), 1.96 - 2.13 (m, 3 H)

[2277] 실시예 134

[2278] (4S)-N5-(4-(옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2279]

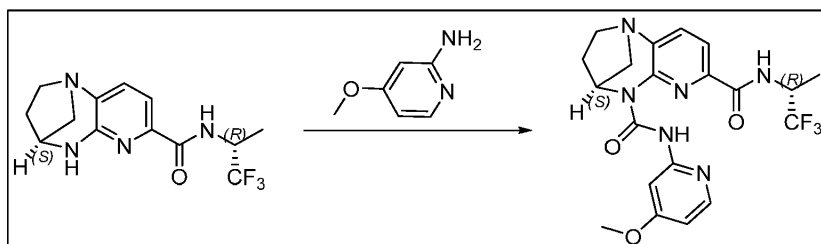
[2280] 1,4-디옥산 (20 mL), 물 (2.5 mL) 중 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (450 mg, 0.901 mmol), 5-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란-2-일)옥사졸 (267 mg, 1.352 mmol)의 혼합물을 20분 동안 탈기한 다음, 아세트산칼륨 (265 mg, 2.70 mmol)에 이어서 $PdCl_2(dppf)$ (100 mg, 0.137 mmol)를 첨가하고, 생성된 반응 혼합물을 100℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f : 0.4). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (20 mL)로 켄칭하고, 수성 층을 EtOAc (2x30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로

마토그래피 (실리카 겔 칼럼, 2.5%의 CH_2Cl_2 중 MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(4-(옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (81 mg, 0.166 mmol, 18.37% 수율). LCMS (m/z): 488.1 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.19분.

[2281] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.37 (s, 1 H), 8.42 - 8.49 (m, 1 H), 8.30 (d, $J=5.48$ Hz, 1 H), 7.87 - 8.10 (m, 3 H), 7.69 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.63 (s, 1 H), 7.28 (d, $J=5.12$ Hz, 1 H), 5.66 (dd, $J=5.92$, 3.07 Hz, 1 H), 5.07 (dq, $J=16.83$, 7.47 Hz, 1 H), 3.09 - 3.33 (m, 3 H), 2.96 - 3.09 (m, 1 H), 2.26 - 2.41 (m, 1 H), 2.09 (dt, $J=14.25$, 6.91 Hz, 1 H), 1.61 (d, $J=7.23$ Hz, 3 H).

[2282] 실시예 135

[2283] (4S)-N5-(4-메톡시피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



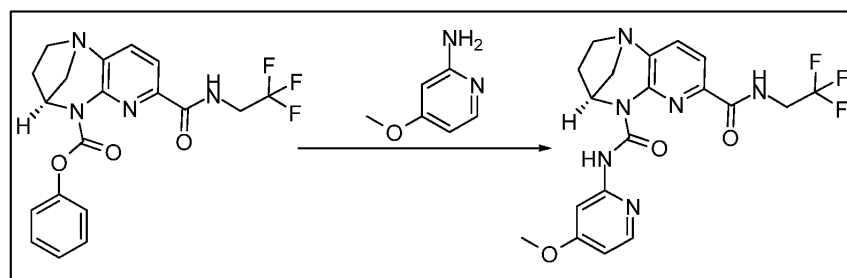
[2284]

[2285] THF (10 mL) 중 (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드 (300 mg, 0.999 mmol)의 교반 용액에 트리에틸아민 (0.696 mL, 5.00 mmol) 및 트리포스젠 (296 mg, 0.999 mmol)을 실온에서 첨가하고, 1시간 동안 교반하였다. 이어서 4-메톡시피리딘-2-아민 (248 mg, 1.998 mmol)을 첨가하고, 70℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: EtOAc R_f : 0.4, UV 활성). 반응 혼합물을 실온으로 냉각되도록 하고, H_2O (10 mL)로 희석하고, EtOAc (2x10 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (10 mL), 염수 용액 (10 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피(중성 알루미나, 용리액: 석유 에테르 중 50% EtOAc)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-메톡시피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (120 mg, 0.265 mmol, 26.6% 수율). LCMS (m/z): 451.09 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.94분.

[2286] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.27 (s, 1 H), 8.12 - 8.01 (m, 2 H), 7.95 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.76 (d, $J=2.41$ Hz, 1 H), 7.67 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.26 (s, 1 H), 6.58 (dd, $J=5.81$, 2.30 Hz, 1 H), 5.63 (dd, $J=5.92$, 3.07 Hz, 1 H), 5.14 - 4.97 (m, 1 H), 3.90 (s, 2 H), 3.28 3.17 (m, 1 H), 3.28 - 3.17 (m, 1 H), 3.15 - 2.98 (m, 2 H), 2.39 - 2.27 (m, 1 H), 2.11 - 2.00 (m, 1 H), 1.59 (d, $J=7.02$ Hz, 3 H).

[2287] 실시예 136

[2288] (4S)-N5-(4-메톡시피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



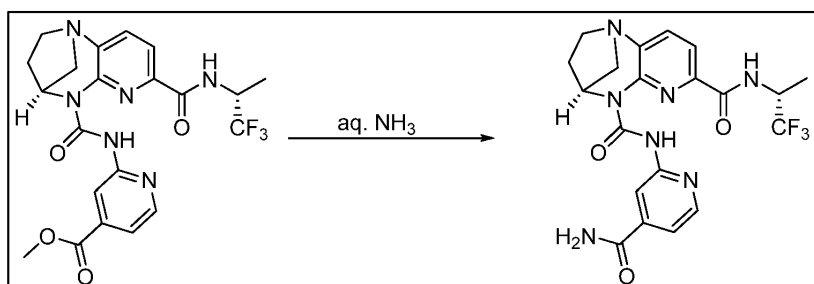
[2289]

[2290] 질소 하에 -78℃에서 THF (10 mL) 중 4-메톡시피리딘-2-아민 (183 mg, 1.477 mmol)의 교반 용액에 LiHMDS (1.477 mL, 2.95 mmol, THF 중 1 M 용액)를 적가하고, 30분 동안 교반한 다음, THF (5 mL) 중 (4S)-페닐 7-((2,2,2-트리플루오로에틸)카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트 (600 mg, 1.477 mmol)의 용액을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 -78℃에서 1시간 동안 교반하고, 실온에서 6시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f -0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 수성 NH_4Cl (10 mL)로 켄칭하고, 수성 층을 EtOAc (2 x 10 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, 용리액 DCM 중 2% MeOH)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-메톡시피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (160 mg, 0.362 mmol, 24.51% 수율) LC-MS (m/z): 437.15 $[\text{M}+\text{H}]^+$; R_t = 1.76분.

[2291] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ ppm 13.66 (s, 1 H), 8.67 (br t, $J=6.14$ Hz, 1 H), 8.02 (d, $J=5.70$ Hz, 1 H), 7.91 (d, $J=7.67$ Hz, 1 H), 7.62 - 7.71 (m, 2 H), 6.56 (dd, $J=5.92$, 2.41 Hz, 1 H), 5.59 (dd, $J=6.03$, 3.18 Hz, 1 H), 4.08 - 4.30 (m, 2 H), 3.90 (s, 3 H), 3.18 - 3.31 (m, 2 H), 3.13 (br d, $J=12.06$ Hz, 1 H), 3.03 (dd, $J=12.17$, 3.18 Hz, 1 H), 2.21 - 2.43 (m, 1 H), 1.96 - 2.18 (m, 1 H).

[2292] 실시예 137

[2293] (4S)-N5-(4-카르바모일피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



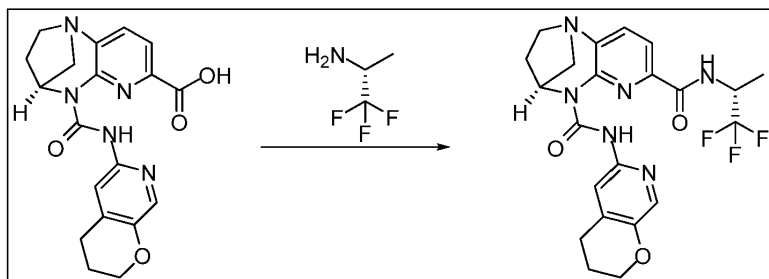
[2294]

[2295] 수성 암모니아 (2 mL, 0.627 mmol)를 밀봉된 튜브 중에서 메틸 2-((4S)-7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복스아미드) 이소노티네이트 (300 mg, 0.627 mmol)에 실온에서 첨가한 다음, 70℃에서 16시간 동안 교반하였다 (순수한 반응) (TLC 시스템: 순수한 에틸 아세테이트; R_f : 0.1). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 빙냉수 (10 mL)로 켄칭하고, 에틸 아세테이트 (2 x 15 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카겔 용리액: n-헥산 중 90% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-카르바모일피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (103 mg, 0.222 mmol, 35.4% 수율). LCMS (m/z): 464.08 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.80 분.

[2296] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.44 (s, 1 H), 8.47 (d, $J=0.88$ Hz, 1 H), 8.39 (d, $J=5.04$ Hz, 1 H), 7.98 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.89 (d, $J=9.43$ Hz, 1 H), 7.70 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.51 (dd, $J=5.15$, 1.64 Hz, 1 H), 6.28 (s, 1 H), 5.64 (dd, $J=6.03$, 3.18 Hz, 2 H), 5.12 - 5.01 (m, 1 H), 3.29 - 3.22 (m, 2 H), 3.16 - 3.11 (m, 1 H), 3.07 - 3.01 (m, 1 H), 2.40 - 2.30 (m, 1 H), 2.07 (dt, $J=14.14$, 6.96 Hz, 1 H), 1.60 (d, $J=7.02$ Hz, 3 H).

[2297] 실시예 138

[2298] (4S)-N5-(3,4-디히드로-2H-피라노[2,3-c]피리딘-6-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2299]

[2300]

0℃에서 DMF (5 mL) 중 (4S)-5-((3,4-디히드로-2H-피라노[2,3-c]피리딘-6-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (200 mg, 0.524 mmol)의 용액에 HATU (239 mg, 0.629 mmol), DIPEA (0.275 mL, 1.573 mmol)를 첨가하고, 10분 동안 교반한 다음, (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (89 mg, 0.787 mmol)을 첨가하고, 생성된 용액을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f : 0.4). 반응 혼합물을 물 (20 mL)로 켄칭하여 연황색 침전물을 수득하였다. 침전된 고체를 여과하고, 건조시키고, 디에틸 에테르 (5 mL)로 연화처리하여 (4S)-N5-(3,4-디히드로-2H-피라노[2,3-c]피리딘-6-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (52 mg, 0.107 mmol, 20.42% 수율). LCMS (m/z): 477.3 $[M+H]^+$, R_t = 2.36분.

[2301]

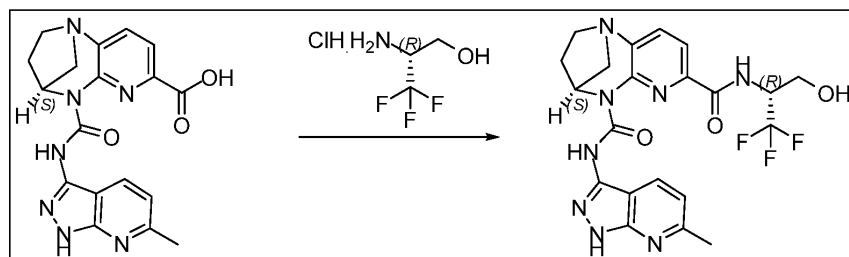
^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.01 (s, 1 H), 7.97 (br d, J =9.21 Hz, 1 H), 7.93 (s, 1 H), 7.85 (s, 1 H), 7.81 (s, 1 H), 7.65 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 5.63 (dd, J =5.92, 3.29 Hz, 1 H), 5.04 (dq, J =16.94, 7.44 Hz, 1 H), 4.16 - 4.26 (m, 2 H), 3.16 - 3.30 (m, 2 H), 3.08 - 3.15 (m, 1 H), 2.98 - 3.05 (m, 1 H), 2.84 (t, J =6.58 Hz, 2 H), 2.25 - 2.39 (m, 1 H), 1.98 - 2.13 (m, 3 H), 1.57 (d, J =7.02 Hz, 3 H)

[2302]

실시예 139

[2303]

(4S)-N5-(6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2304]

[2305]

0℃에서 DMF (20 mL) 중 (4S)-5-((6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (650 mg, 1.713 mmol)의 교반 용액에 HATU (1954 mg, 5.14 mmol), DIPEA (0.898 mL, 5.14 mmol)를 첨가하고, 15분 동안 교반한 다음, (R)-2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로판-1-올 (332 mg, 2.57 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f : 0.4). 반응 혼합물을 물 (50 mL)로 켄칭하고, EtOAc (2x35 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔, 2.5%의 CH_2Cl_2 중 MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (122 mg, 0.248 mmol, 14.50% 수율). LCMS (m/z): 491 $[M+H]^+$, R_t = 1.72분.

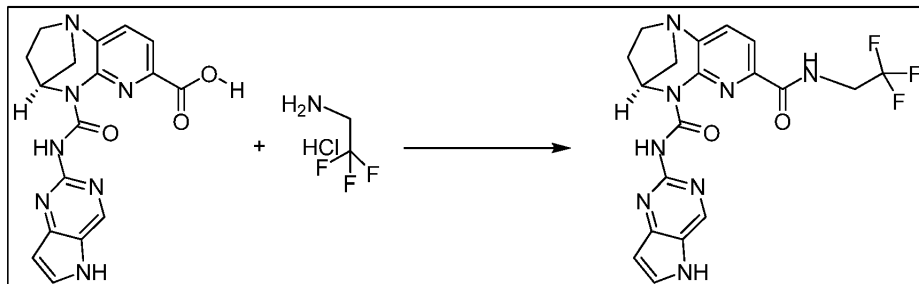
[2306]

^1H NMR (400 MHz, $DMSO-d_6$): δ ppm 13.00 (s, 1 H), 12.62 (s, 1 H), 8.54 (br d, J =8.99 Hz, 1 H), 8.41 (d, J =8.55 Hz, 1 H), 7.74 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.66 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.03 (d, J =8.55 Hz, 1 H), 5.49 (dd, J =5.92, 3.07 Hz, 1 H), 5.22 (t, J =6.25 Hz, 1 H), 4.69 - 4.85 (m, 1 H), 3.83 (t, J =6.25

Hz, 2 H), 3.06 - 3.27 (m, 3 H), 2.84 - 3.05 (m, 1 H), 2.57 (s, 3 H), 2.20 - 2.47 (m, 1 H), 1.97 (dt, J=13.76, 7.04 Hz, 1 H).

[2307] 실시예 140

[2308] (4S)-N5-(5H-피롤로[3,2-d]피리미딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



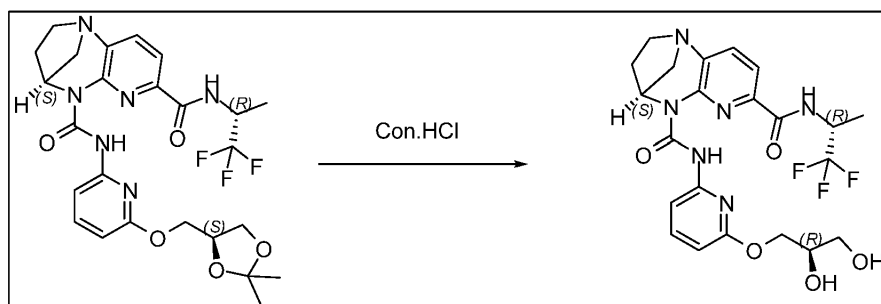
[2309]

[2310] 0℃에서 질소 하에 DMF (10 mL) 중 (4S)-5-((5H-피롤로[3,2-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (400 mg, 1.095 mmol)의 교반 용액에 2,2,2-트리플루오로에탄아민 히드록로라이드 (223 mg, 1.642 mmol), HATU (624 mg, 1.642 mmol), DIPEA (0.956 mL, 5.47 mmol)를 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 100% EtOAc, R_f : 0.2, UV 활성화). 반응 혼합물을 물 (20 mL)로 희석하고, DCM (30 mL)으로 추출하였다. 합한 유기 추출물을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 역상 크로마토그래피 (그레이스 크로마토그래피 C-18 칼럼 사용, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: 아세토니트릴; A 중 20% B로 용리시킴)에 의해 정제하였다. 후속적으로 분획을 농축시키고, 잔류물을 포화 NaHCO_3 으로 염기성화시킨 다음, DCM (2x10 mL)으로 추출하였다. 합한 추출물을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 순수한 (4S)-N5-(5H-피롤로[3,2-d]피리미딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 수득하였다 (160 mg, 0.357 mmol을 사용하여, 백색 고체로서 32.6% 수율). LCMS (m/z): 447.16 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.46분.

[2311] ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 13.52 - 13.23 (m, 1 H), 11.72 (br s, 1 H), 9.05 - 8.73 (m, 2 H), 7.88 (t, J=2.74 Hz, 1 H), 7.79 - 7.67 (m, 2 H), 6.49 (br s, 1 H), 5.42 (dd, J=5.92, 2.85 Hz, 1 H), 4.48 - 4.25 (m, 2 H), 3.25 - 3.04 (m, 3 H), 3.02 - 2.94 (m, 1 H), 2.29 - 2.17 (m, 1 H), 2.00 - 1.87 (m, 1 H)

[2312] 실시예 141

[2313] (4S)-N5-(6-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2314]

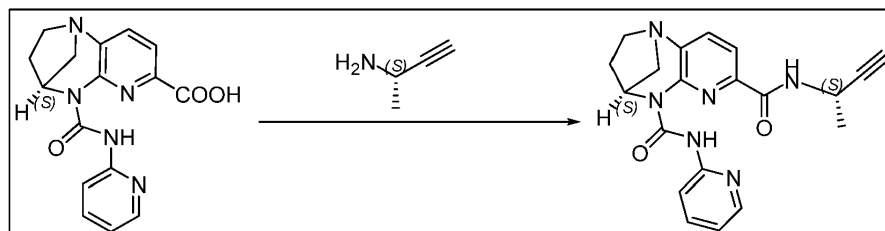
[2315] 0℃에서 메탄올 (8 mL) 중 (4S)-N5-(6-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (0.23 g, 0.418 mmol)의 현탁액에 HCl (1.2 mL, 39.5 mmol)을 첨가하고, 실온에서 2시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.4.). 반응 혼합물을 포화 NaHCO_3 용액 (30 mL)으로 켄칭하고, 에틸 아세테이트 (2x30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액으로 세척하고, 무수 황산나트륨 상에서 건

조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카겔, 8%의 CH₂Cl₂ 중 MeOH을 사용하여 용리시킴)에 의해 정제하고, 화합물을 추가로 정제용 HPLC (칼럼: 엑스 브리지 C 18(75 X4.6mm, 3.5 μ), 이동상: A: 5 mM 중탄산암모늄 B: CAN 구매: 시간/ %B: 0/5, 0.8/5, 5/50, 9/98, 12/98, 12.1/5, 15/5 칼럼 온도: 주위, 유량: 0.8ml/분)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(6-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (93 mg, 0.181 mmol, 43.2% 수율). LCMS (m/z): 511.2 [M+H]⁺, Rt = 1.70분.

[2316] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 12.56 (s, 1 H), 8.70 (d, J=8.99 Hz, 1 H), 7.75 - 7.66 (m, 2 H), 7.59 (d, J=7.89 Hz, 2 H), 6.54 - 6.37 (m, 1 H), 5.46 (dd, J=6.03, 2.96 Hz, 1 H), 4.91 - 4.73 (m, 2 H), 4.54 (t, J=5.70 Hz, 1 H), 4.25 - 4.04 (m, 2 H), 3.76 (dq, J=10.55, 5.40 Hz, 1 H), 3.43 (tq, J=10.82, 5.57 Hz, 2 H), 3.22 - 2.99 (m, 3 H), 3.05 - 2.83 (m, 1 H), 2.33 - 2.09 (m, 1 H), 1.90 (dt, J=14.25, 7.13 Hz, 1 H), 1.41 (d, J=7.02 Hz, 3 H).

[2317] 실시예 142

[2318] (4S)-N7-((S)-부트-3-인-2-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



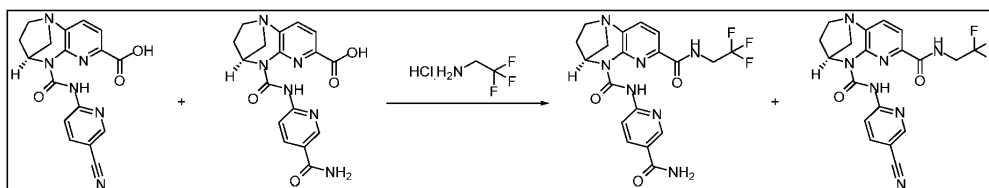
[2319]

[2320] DMF (5 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.537 mmol), DIPEA (1.342 mL, 7.68 mmol) 및 HATU (46.8 mg, 0.123 mmol)의 교반 용액에 실온에서 (S)-부트-3-인-2-아민 (106 mg, 1.537 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 5% MeOH/DCM R_f: 0.5; UV 활성). 반응 혼합물을 냉수 (30 ml)로 희석하고, EtOAc (2 x 50 ml)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (30 mL), 염수 (20 mL)로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 콤비-플래쉬 크로마토그래피 (12 g (레벨레리스) 정상, 용리액: DCM 중 3% 메탄올)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-((S)-부트-3-인-2-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (102 mg, 0.270 mmol, 17.59% 수율). LCMS (m/z): 377.26 [M+H]⁺. Rt = 1.93분.

[2321] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.31 (s, 1 H), 8.23 - 8.48 (m, 2 H), 8.05 (d, J=8.33 Hz, 1 H), 7.86 (td, J=7.89, 1.97 Hz, 1 H), 7.66 - 7.79 (m, 2 H), 7.14 (ddd, J=7.23, 4.93, 0.99 Hz, 1 H), 5.45 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.93 - 5.07 (m, 1 H), 3.04 - 3.25 (m, 4 H), 2.88 - 3.02 (m, 1 H), 2.23 (dddd, J=13.78, 9.89, 5.92, 3.73 Hz, 1 H), 1.94 (dt, J=13.65, 6.88 Hz, 1 H), 1.52 (d, J=6.80 Hz, 3 H)

[2322] 실시예 143

[2323] (4S)-N5-(5-카르바모일피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



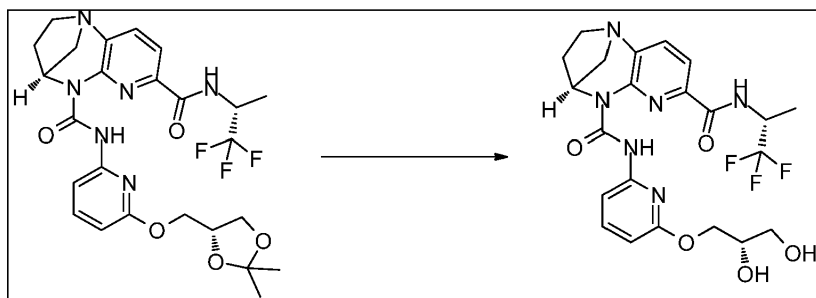
[2324]

[2325] N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (40 mL) 중 (4S)-5-((5-시아노피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (2.5 g, 7.14 mmol) 및 (4S)-5-((5-카르바모일피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 교반 용액에 질소 분위기 하에 HATU (4.07 g, 10.70 mmol) 및 TEA (2.98 mL, 21.41 mmol)를 0℃에서 첨가하고, 0℃에서 15분 동안 교반하였다. 이어서, 2,2,2-트리플루오로에탄아민 히드로클로라이드 (1.451 g, 10.70 mmol)를 반응 혼합물에 첨가하고, 실온에서 4시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙냉수로 희석하고, 10분 동안 교반하고, 고체를 여과하였으며, 이를 침전시키고, 완전히 건조시켜 화합물의 조 혼합물을 수득하였다. 조 혼합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 메쉬 실리카 겔 사용, 상부 스폿을 DCM 중 3% MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 90% 순도의 혼합물을 수득하였으며, 이를 다시 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카겔: 230-400 메쉬, 용리액: DCM 중 5% MeOH)에 의해 정제하여 연갈색 고체를 수득하였으며, 이를 에탄올 및 n-펜탄으로 세척하여 목적 생성물 (4S)-N5-(5-카르바모일피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (420 mg, 0.918 mmol, 12.87% 수율). LCMS (m/z): 450.15 [M+H]⁺. Rt = 1.66분.

[2326] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.54 (s, 1 H), 8.84 (d, J=1.97 Hz, 1 H), 8.66 (t, J=6.47 Hz, 1 H), 8.29 (dd, J=8.77, 2.19 Hz, 1 H), 8.16 - 7.92 (m, 2 H), 7.86 - 7.67 (m, 2 H), 7.45 (br s, 1 H), 5.44 (dd, J=5.70, 2.85 Hz, 1 H), 4.42 - 4.21 (m, 2 H), 3.27 - 3.06 (m, 3 H), 3.04 - 2.83 (m, 1 H), 2.34 - 2.17 (m, 1 H), 2.10 - 1.85 (m, 1 H).

[2327] 실시예 144

[2328] (4S)-N5-(6-((S)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2329]

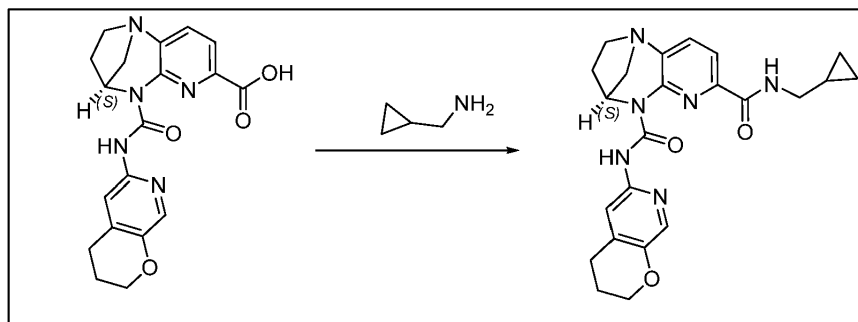
[2330] 메탄올 (10 mL) 중 (4S)-N5-(6-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (0.48 g, 0.872 mmol)의 교반 용액에 염산 (1.2 mL, 0.872 mmol)을 0℃에서 첨가하고, 반응 혼합물을 25℃에서 4시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% MeOH, R_f: 0.4). 반응 혼합물을 포화 NaHCO₃ 용액 (25 mL)으로 켄칭하고, EtOAc (3x30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (2x20 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔: 용리액: 5% MeOH/CH₂Cl₂)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(6-((S)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (230 mg, 0.438 mmol, 50.2% 수율). LCMS (m/z): 511.27 [M+H]⁺, Rt = 1.80분.

[2331] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 12.58 (s, 1 H), 8.72 (d, J=8.77 Hz, 1 H), 7.78 - 7.68 (m, 1 H), 7.62 - 7.53 (m, 2 H), 6.50 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 5.46 (dd, J=6.03, 2.96 Hz, 1 H), 4.91 - 4.73 (m, 2 H), 4.55 (t, J=5.70 Hz, 1 H), 4.25 (dd, J=10.96, 4.60 Hz, 1 H), 4.11 (dd, J=10.85, 6.25 Hz, 1 H), 3.87 - 3.67 (m, 1 H), 3.48 - 3.34 (m, 2 H), 3.22 - 3.01 (m, 3 H), 2.99 - 2.87 (m, 2 H), 2.30 - 2.14 (m, 1 H), 2.01 - 1.80 (m, 1 H), 1.40 (d, J=7.02 Hz, 3 H).

[2332] 실시예 145

[2333]

(4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(3,4-디히드로-2H-피라노[2,3-c]피리딘-6-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2334]

[2335]

0℃에서 DMF (5 mL) 중 (4S)-5-((3,4-디히드로-2H-피라노[2,3-c]피리딘-6-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (190 mg, 0.498 mmol)의 교반 용액에 HATU (284 mg, 0.747 mmol), DIPEA (0.261 mL, 1.495 mmol)에 이어서 시클로프로필 메탄아민 (70.9 mg, 0.996 mmol)을 첨가하고, 생성된 용액을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f -0.4; UV 활성). 반응 혼합물에 빙냉수 (20 mL)를 첨가하고, 생성된 고체를 여과하고, 건조시켜 희백색 고체를 수득하였다. 수득된 화합물을 디에틸 에테르 (5 mL)로 연화처리하고, 여과하고, 진공 하에 건조시켜 (4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(3,4-디히드로-2H-피라노[2,3-c]피리딘-6-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (83 mg, 0.186 mmol, 37.4% 수율). LCMS (m/z): 435.27 $[M+H]^+$, R_t = 2.31분.

[2336]

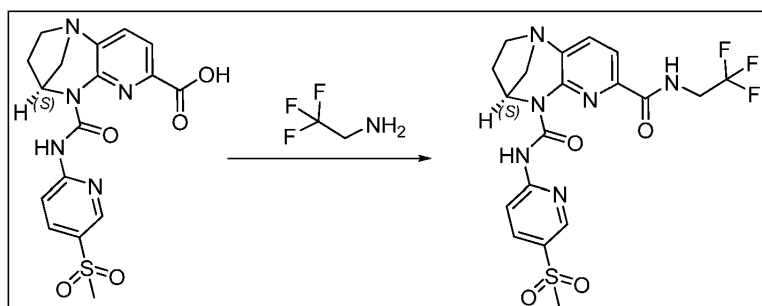
^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.28 (s, 1 H), 8.19 (br s, 1 H), 7.82 - 7.93 (m, 2 H), 7.77 (s, 1 H), 7.63 (d, J = 7.89 Hz, 1 H), 5.60 (dd, J = 5.81, 3.18 Hz, 1 H), 4.09 - 4.25 (m, 2 H), 3.37 - 3.50 (m, 2 H), 3.16 - 3.32 (m, 2 H), 3.09 - 3.15 (m, 1 H), 2.97 - 3.05 (m, 1 H), 2.84 (t, J = 6.47 Hz, 2 H), 2.31 (qd, J = 9.76, 4.71 Hz, 1 H), 1.98 - 2.12 (m, 3 H), 1.15 - 1.29 (m, 1 H), 0.45 - 0.55 (m, 2 H), 0.29 - 0.38 (m, 2 H).

[2337]

실시예 146

[2338]

(4S)-N5-(5-(메틸술포닐)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2339]

[2340]

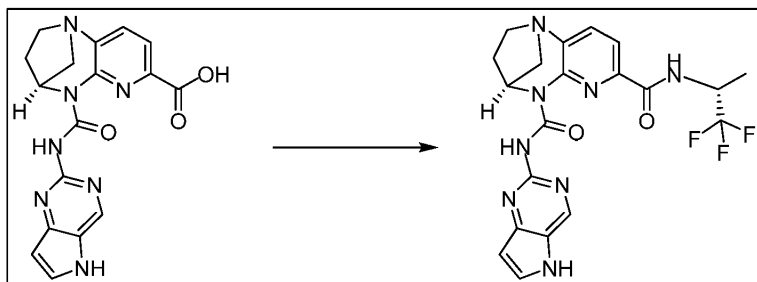
0℃에서 DMF (5 mL) 중 4(S)-5-((5-(메틸술포닐)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (750 mg, 1.859 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (0.325 mL, 1.859 mmol), HATU (1414 mg, 3.72 mmol)를 첨가하고, 20분 동안 교반한 다음, 2,2,2-트리플루오로에탄아민 (184 mg, 1.859 mmol)을 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f -0.5; UV 활성). 반응 혼합물에 빙냉수 (10 mL)를 첨가하고, 에틸아세테이트 (15 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 정제용 HPLC (칼럼: 엑스 브리지 [250x30 mm, 1u]; 이동상 A: 10mM 중탄산암모늄 (수성); 이동상 B: 아세토니트릴: 메탄올(1:1); 방법: T/%B = 0/50, 14/50, 14.5/100, 19/100, 19.5/50; 유량: 25 mL/분; 용해도: ACN+THF+ H_2O)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(5-(메틸술포닐)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-

b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (190 mg, 0.391 mmol, 21.05% 수율). LCMS (m/z): 485.11 [M+H]⁺, Rt = 1.93분.

[2341] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.6 (s, 1H), 8.81 (d, J = 1.75 Hz, 1 H), 8.57 - 8.68 (m, 1 H), 8.29 - 8.36 (m, 1 H), 8.21 (br d, J = 8.55 Hz, 1 H), 7.75 (q, J = 7.82 Hz, 2 H), 5.45 (dd, J = 5.81, 2.96 Hz, 1 H), 4.30 (br d, J = 9.65 Hz, 2 H), 3.29 (br s, 3 H), 3.07 - 3.24 (m, 3 H), 2.95 - 3.04 (m, 1 H), 2.16 - 2.32 (m, 1 H), 1.90 - 2.02 (m, 1 H)

[2342] 실시예 147

[2343] (4S)-N5-(5H-피콜로[3,2-d]피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성의 합성

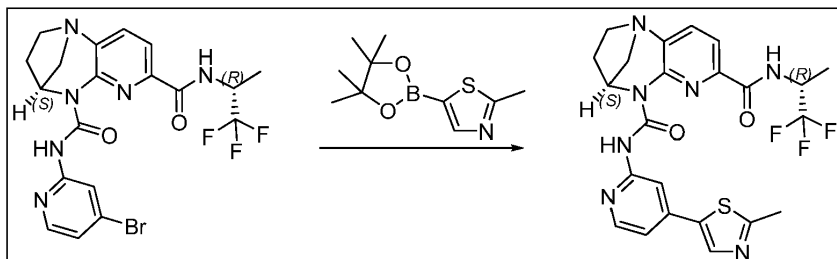


[2344] 0℃에서 질소 하에 DMF (5 mL) 중 (4S)-5-((5H-피콜로[3,2-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.369 mmol)의 교반 용액에 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (232 mg, 2.053 mmol), HATU (781 mg, 2.053 mmol), DIPEA (1.195 mL, 6.84 mmol)를 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 100% EtOAc, R_f: 0.2, UV 활성). 반응 혼합물을 물 (20 mL)로 희석하고, EtOAc (50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 추출물을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 역상 크로마토그래피 (그레이스 크로마토그래피 C-18 칼럼을 사용, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: 아세토니트릴; A 중 22% B로 용리시킴)에 의해 정제하였다. 후속적으로 분획을 농축시키고, 잔류물을 포화 NaHCO₃으로 염기성화시킨 다음, DCM (2 x 20 mL)으로 추출하였다. 합한 추출물을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 순수한 (4S)-N5-(5H-피콜로[3,2-d]피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (278 mg, 0.600 mmol, 43.8% 수율). LCMS (m/z): 461.13 [M+H]⁺, Rt = 1.53분.

[2346] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.37 (s, 1 H), 10.31 (br s, 1 H), 8.73 (s, 1 H), 8.05 (br d, J=9.21 Hz, 1 H), 7.95 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.68 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.64 (t, J=2.85 Hz, 1 H), 6.57 (br s, 1 H), 5.76 (dd, J=5.70, 2.85 Hz, 1 H), 5.15 - 5.02 (m, 1 H), 3.30 - 3.18 (m, 2 H), 3.16 - 3.10 (m, 1 H), 3.06 - 2.99 (m, 1 H), 2.39 - 2.26 (m, 1 H), 2.08 (dt, J=14.36, 7.29 Hz, 1 H), 1.67 - 1.56 (m, 3 H)

[2347] 실시예 148

[2348] (4S)-N5-(4-(2-메틸티아졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



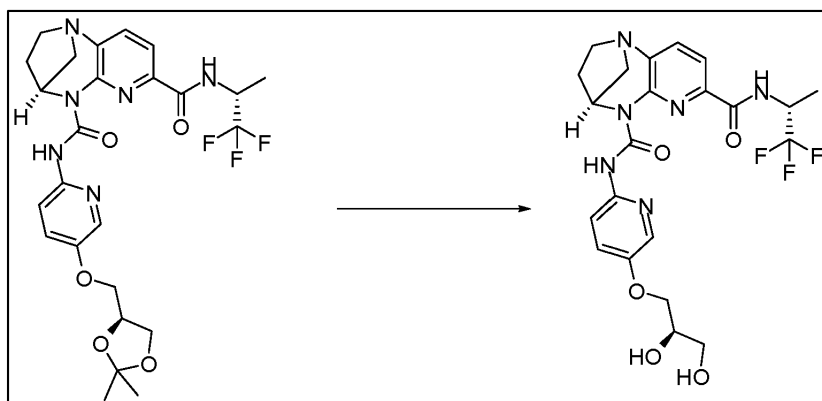
[2349]

[2350] 1,4-디옥산 (12 mL) 및 물 (2 mL) 중 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (350 mg, 0.701 mmol) 및 2-메틸-5-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란-2-일)티아졸 (237 mg, 1.052 mmol)의 교반 용액에 이염기성 인산칼륨 (366 mg, 2.103 mmol)을 첨가하고, 디스클로헥실(2',4',6'-트리이소프로필-[1,1'-비페닐]-2-일)포스핀 (33.4 mg, 0.070 mmol)을 첨가하고, 아르곤으로 15분 동안 탈기한 다음, $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$ (15 mg, 0.016 mmol)을 첨가하고, 생성된 혼합물을 마이크로웨이브 하에 100℃에서 1시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH, R_f -0.4; UV 활성). 반응물을 실온으로 냉각시키고, 물 (120 mL)을 첨가하고, 수성 층을 에틸아세테이트 (2x100 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 정제용 HPLC (칼럼: 엑스브리지 C 18(75x4.6mm, 3.5 μ); 이동상: A: 5 mM 중탄산암모늄 B: CAN; 구배: 시간/%B: 0/5,0.8/5,5/50,9/98,12/98,12.1/5,15/5; 칼럼 온도: 주위; 유량: 0.8ml/분; 희석제: CAN)에 의해 정제하였다. 순수한 분획을 수집하고, 농축하고, 침전물을 여과하고, 건조시켜 (4S)-N5-(4-(2-메틸티아졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (60 mg, 0.116 mmol, 16.48% 수율). LCMS (m/z): 518.12 [$M+H$]⁺, R_t = 2.41분.

[2351] ¹H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.10 (s, 1 H), 8.18 - 8.30 (m, 4 H), 7.71 - 7.80 (m, 2 H), 7.41 - 7.48 (m, 1 H), 5.49 (dd, J = 5.81, 2.96 Hz, 1 H), 4.91 - 5.04 (m, 1 H), 3.29 (s, 3 H), 2.95 - 3.03 (m, 1 H), 2.73 (s, 3 H), 2.17 - 2.31 (m, 1 H), 1.91 - 2.05 (m, 1 H), 1.53 (d, J = 7.02 Hz, 3 H).

[2352] 실시예 149

[2353] (4S)-N5-(5-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



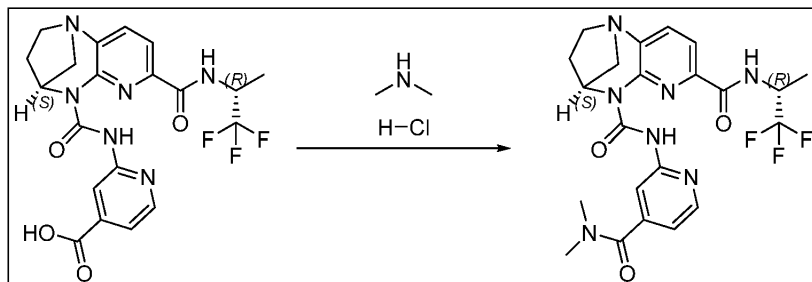
[2354]

[2355] THF (10 mL) 중 (4S)-N5-(5-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (330 mg, 0.599 mmol)의 용액에 수성 HCl (1 mL, 32.9 mmol)을 첨가하고, 실온에서 2시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 100% 에틸아세테이트, R_f 값: 0.1). 반응 혼합물을 농축시키고, 잔류물을 수성 NaHCO_3 용액으로 중화시키고, 에틸아세테이트 (2 x 20 mL)로 추출하였다. 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켰다. 조 화합물을 디에틸 에테르 (2x20 mL)로 연화처리하고, 진공 하에 건조시켜 (4S)-N5-(5-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (195 mg, 0.379 mmol, 63.2% 수율). LCMS (m/z): 511.21, R_t = 1.68분.

[2356] ¹H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.08 (s, 1 H), 8.10 (d, J =9.21 Hz, 1 H), 7.99 - 7.86 (m, 3 H), 7.67 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.32 (dd, J =8.99, 3.07 Hz, 1 H), 5.64 (dd, J =5.81, 3.18 Hz, 1 H), 5.11 - 4.98 (m, 1 H), 4.17 - 4.03 (m, 3 H), 3.91 - 3.73 (m, 2 H), 3.30 - 3.16 (m, 2 H), 3.15 - 3.08 (m, 1 H), 3.05 - 2.97 (m, 1 H), 2.63 (br s, 1 H), 2.38 - 2.26 (m, 1 H), 2.06 (dt, J =14.14, 6.96 Hz, 2 H), 1.62 - 1.54 (m, 3 H).

[2357] 실시예 150

[2358] (4S)-N5-(4-(디메틸카르바모일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



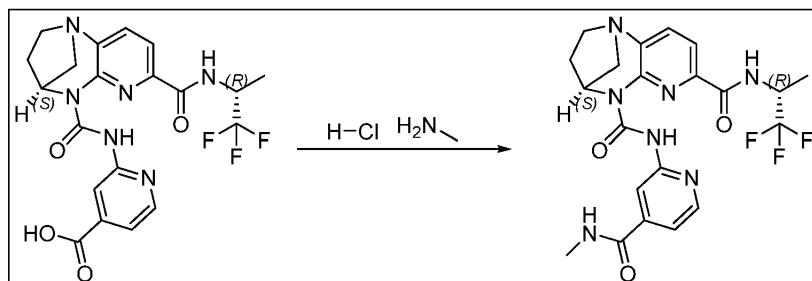
[2359]

[2360] 테트라히드로푸란 (15 mL) 중 2-((4S)-7-(((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복스아미도)이소니코틴산 (200 mg, 0.431 mmol)의 현탁액에 N-에틸-N-이소프로필프로판-2-아민 (0.376 mL, 2.153 mmol)에 이어서 2-(3H-[1,2,3]트리아졸로[4,5-b]피리딘-3-일)-1,1,3,3-테트라메틸이소우로늄 헥사플루오로포스페이트(V) (328 mg, 0.861 mmol) 및 디메틸아민 히드로클로라이드 (88 mg, 1.077 mmol)를 실온에서 첨가한 다음, 16시간 동안 동일한 온도에서 교반하였다 (TLC 시스템: 순수한 에틸 아세테이트: R_f : 0.1; UV 활성화). 용매를 감압 하에 제거하고, 수득된 잔류물을 물 (30 mL)과 EtOAc (30 mLx2) 사이에 분배하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔: 100-200 메쉬, 용리액: n-헥산 중 80% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-(디메틸카르바모일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (138 mg, 0.280 mmol, 65.0% 수율). LCMS (m/z): 492.27 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.97분.

[2361] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.36 (s, 1 H), 8.31 (d, $J=5.04$ Hz, 1 H), 8.19 - 8.17 (m, 1 H), 7.97 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.93 (d, $J=9.65$ Hz, 1 H), 7.69 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.05 (dd, $J=5.04$, 1.53 Hz, 1 H), 5.63 (dd, $J=5.92$, 3.07 Hz, 1 H), 5.06 (dq, $J=16.77$, 7.34 Hz, 1 H), 3.29 - 3.20 (m, 2 H), 3.15 - 3.10 (m, 4 H), 3.06 - 2.98 (m, 4 H), 2.39 - 2.28 (m, 1 H), 2.11 - 2.01 (m, 1 H), 1.59 (d, $J=7.02$ Hz, 3 H).

[2362] 실시예 151

[2363] (4S)-N5-(4-(메틸카르바모일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2364]

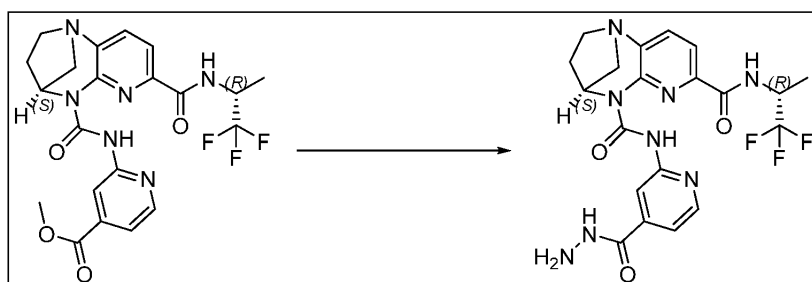
[2365] 테트라히드로푸란 (15 mL) 중 2-((4S)-7-(((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복스아미도)이소니코틴산 (200 mg, 0.431 mmol)의 현탁액에 N-에틸-N-이소프로필프로판-2-아민 (0.376 mL, 2.153 mmol), 2-(3H-[1,2,3]트리아졸로[4,5-b]피리딘-3-일)-1,1,3,3-테트라메틸이소우로늄 헥사플루오로포스페이트 (V) (328 mg, 0.861 mmol) 및 메탄아민 히드로클로라이드 (72.7 mg, 1.077 mmol)를 실온에서 첨가하고, 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 순수한 에틸 아세테이트: R_f : 0.1; UV 활성화). 유기 용매를 감압 하에 제거하고, 물 (30 mL)과 EtOAc (30 mLx2) 사이에 분배

하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카겔: 100-200 메쉬, 용리액: n-헥산 중 80% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-(메틸카르바모일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (55 mg, 0.114 mmol, 26.5% 수율). LCMS (m/z): 478.23 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.90분.

[2366] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.42 (s, 1 H), 8.41 -8.35 (m, 2 H), 7.98 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.90 (d, $J=9.43$ Hz, 1 H), 7.70 (d, $J=8.11$ Hz, 1 H), 7.50 (dd, $J=5.04, 1.53$ Hz, 1 H), 6.37 (br s, 1 H), 5.63 (dd, $J=5.81, 2.96$ Hz, 1 H), 5.06 (dt, $J=9.37, 7.37$ Hz, 1 H), 3.28 - 3.22 (m, 2 H), 3.17 - 3.11 (m, 1 H), 3.07 - 3.02 (m, 4 H), 2.39 - 2.30 (m, 1 H), 2.07 (dt, $J=14.20, 6.82$ Hz, 1 H), 1.60 (s, 3 H).

[2367] 실시예 152

[2368] (4S)-N5-(4-(히드라진카르보닐)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



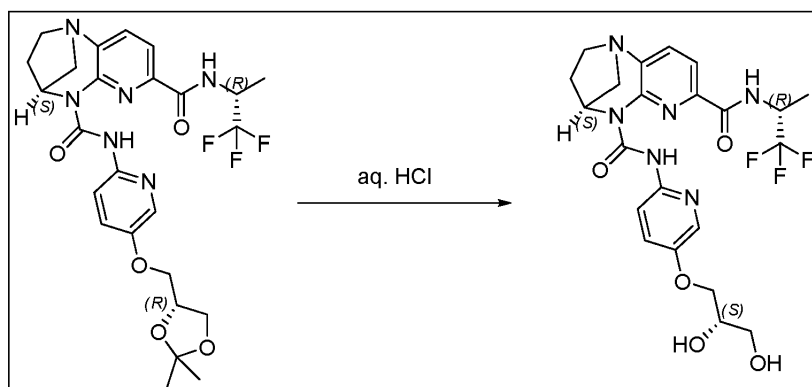
[2369]

[2370] 메틸 2-((4S)-7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복사미드 이소니코티네이트 (200 mg, 0.418 mmol)의 고체에 히드라진 수화물 (3 ml, 96 mmol)을 밀봉된 튜브 중에서 실온에서 첨가하고, 50°C에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 순수한 에틸 아세테이트; R_f : 0.1; UV 활성화). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 빙냉수 (10 mL)로 쿨링한 다음, 빙냉수 (20 mL)와 에틸 아세테이트 (15 mL x 2) 사이에 분배하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카겔; 100-200 메쉬, 용리액: 헥산 중 90% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-(히드라진카르보닐)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (184 mg, 0.381 mmol, 91% 수율). LCMS (m/z): 479.17 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.71분.

[2371] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.43 (s, 1 H), 8.42 (s, 1 H), 8.38 (d, $J=5.26$ Hz, 1 H), 7.97 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.88 (d, $J=9.65$ Hz, 1 H), 7.70 (d, $J=8.11$ Hz, 2 H), 7.45 (dd, $J=5.26, 1.53$ Hz, 1 H), 5.63 (dd, $J=5.92, 3.07$ Hz, 1 H), 5.06 (dt, $J=9.48, 7.32$ Hz, 1 H), 4.16 (s, 2 H), 3.30 - 3.20 (m, 2 H), 3.16 - 3.10 (m, 1 H), 3.07 - 3.01 (m, 1 H), 2.34 (ddt, $J=14.31, 8.88, 5.51, 5.51$ Hz, 1 H), 2.11 - 2.02 (m, 1 H), 1.59 (d, $J=7.02$ Hz, 3 H).

[2372] 실시예 153

[2373] (4S)-N5-(5-((S)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2374]

[2375]

테트라히드로푸란 (10 mL) 중 (4S)-N5-(5-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (400 mg, 0.727 mmol)의 용액에 염산 (1 mL, 32.9 mmol)을 0℃에서 첨가한 다음, 실온에서 2시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 순수한 에틸 아세테이트; R_f : 0.1; UV 활성). 용매를 감압 하에 제거하고, 포화 중탄산나트륨 용액으로 중화시키고, 수득된 고체를 여과하고, n-헥산 (10 mL x 3)으로 세척하여 목적 생성물 (4S)-N5-(5-((S)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (256 mg, 0.500 mmol, 68.9% 수율). LCMS (m/z): 511.17 $[M+H]^+$, R_t = 1.70분.

[2376]

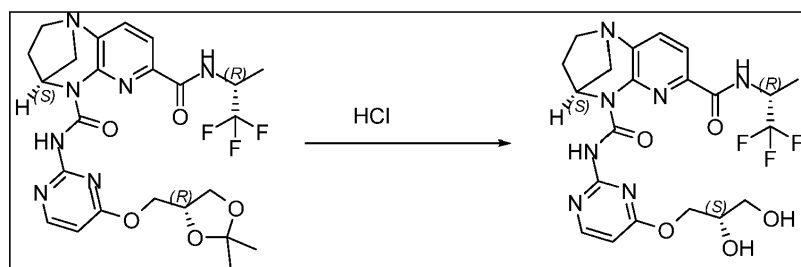
^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.09 (s, 1 H), 8.11 (d, $J=8.99$ Hz, 1 H), 7.97 - 7.88 (m, 3 H), 7.32 (dd, $J=9.10$, 2.96 Hz, 1 H), 7.32 (dd, $J=9.10$, 2.96 Hz, 1 H) 5.64 (dd, $J=5.92$, 3.07 Hz, 1 H), 5.05 (dq, $J=16.85$, 7.39 Hz, 1 H), 4.18 - 4.07 (m, 3 H), 3.91 - 3.75 (m, 2 H), 3.29 - 3.16 (m, 2 H), 3.14 - 2.99 (m, 2 H), 2.59 (d, $J=4.38$ Hz, 1 H), 2.37 - 2.28 (m, 1 H), 2.11 - 1.96 (m, 2 H), 1.59 (d, $J=7.23$ Hz, 3 H).

[2377]

실시예 154

[2378]

(4S)-N5-(4-((S)-2,3-디히드록시프로폭시)피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2379]

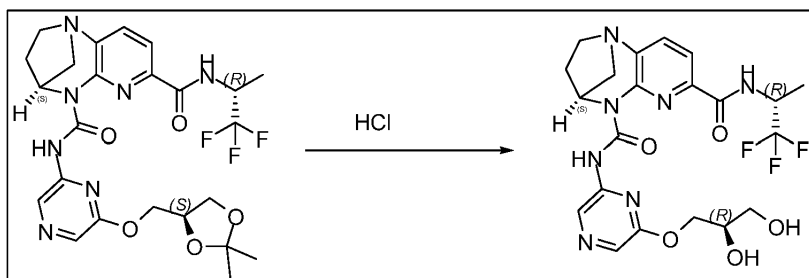
[2380]

0℃에서 메탄올 (10 mL) 중 (4S)-N5-(4-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (0.320 g, 0.580 mmol)의 교반 용액에 염산 (1 mL, 0.580 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 25℃에서 4시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% MeOH, R_f : 0.4). 반응 혼합물을 포화 $NaHCO_3$ 용액 (25 mL)으로 켄칭하고, EtOAc (3x30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (2x20 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 로 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔: 용리액: 5% MeOH/ CH_2Cl_2)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-((S)-2,3-디히드록시프로폭시)피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (102 mg, 0.191 mmol, 32.9% 수율). LCMS (m/z): 512.22 $[M+H]^+$, R_t = 1.59분.

[2381] ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.11 (s, 1 H), 8.44 - 8.17 (m, 2 H), 7.78 - 7.60 (m, 2 H), 6.61 (d, $J=5.70$ Hz, 1 H), 5.44 (dd, $J=5.70$, 3.07 Hz, 1 H), 5.08 - 4.82 (m, 2 H), 4.66 (t, $J=5.81$ Hz, 1 H), 4.45 - 4.26 (m, 2 H), 3.82 (dd, $J=10.08$, 5.04 Hz, 1 H), 3.56 - 3.32 (m, 2 H), 3.04 (s, 1 H), 3.23 - 2.85 (m, 2 H), 2.96 - 2.83 (m, 1 H), 2.30 - 2.13 (m, 1 H), 1.94 (dt, $J=13.76$, 7.04 Hz, 1 H), 1.45 (d, $J=7.02$ Hz, 2 H), 1.24 (s, 1 H).

[2382] 실시예 155

[2383] (4S)-N5-(6-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피라진-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



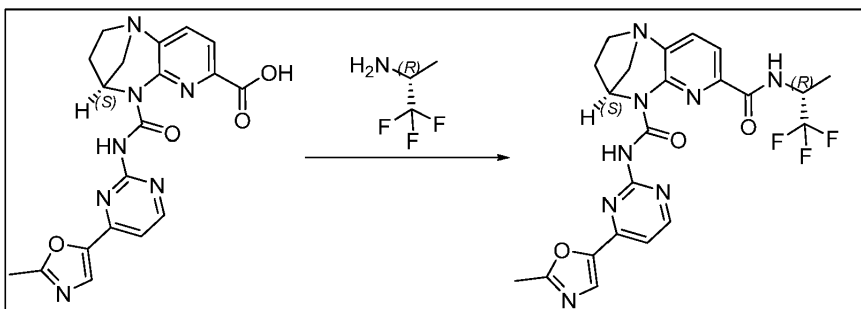
[2384]

[2385] 0℃에서 메탄올 (15 mL) 중 (4S)-N5-(6-((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피라진-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (0.4 g, 0.725 mmol)의 교반 용액에 염산 (1.2 mL, 0.725 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 25℃에서 4시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% MeOH, R_f : 0.4). 반응 혼합물을 포화 NaHCO_3 용액 (30 mL)으로 켄칭하고, EtOAc (3x30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (2x20 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 플레쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔: 100-200 메쉬, 용리액: 5% MeOH/ CH_2Cl_2)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(6-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피라진-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 연황색 고체로서 수득하였다 (168 mg, 0.324 mmol, 44.7% 수율). LCMS (m/z): 512.22 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.56분.

[2386] ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 12.80 (s, 1 H), 8.94 - 8.73 (m, 2 H), 7.99 (s, 1 H), 7.79 - 7.47 (m, 2 H), 5.56 - 5.38 (m, 1 H), 4.98 - 4.71 (m, 1 H), 4.71 - 4.65 (m, 1 H), 4.59 (t, $J=5.70$ Hz, 1 H), 4.38 - 4.16 (m, 2 H), 3.88 - 3.68 (m, 1 H), 3.50 - 3.36 (m, 2 H), 3.22 - 3.02 (m, 3 H), 2.97 (dd, $J=12.17$, 3.18 Hz, 1 H), 2.34 - 2.11 (m, 1 H), 2.02 - 1.75 (m, 1 H), 1.54 - 1.08 (m, 3 H).

[2387] 실시예 156

[2388] (4S)-N5-(4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2389]

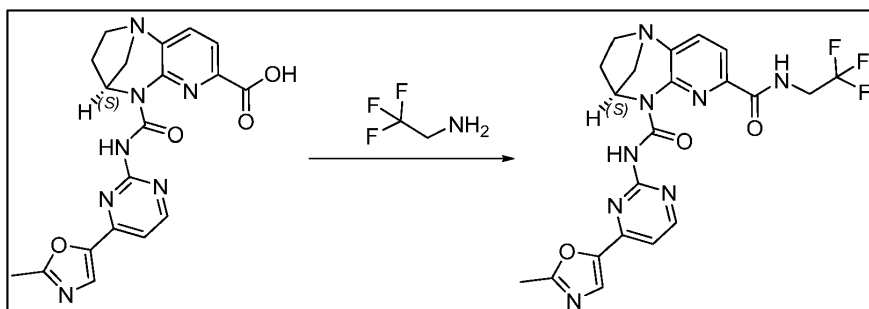
[2390] 0℃에서 DMF (10 mL) 중 4(S)-5-((4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (240 mg, 0.589 mmol)의 교반 용액에 HATU (448 mg,

1.178 mmol) 및 DIPEA (0.309 mL, 1.767 mmol)를 첨가하고, 10분 동안 교반한 다음, (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (100 mg, 0.884 mmol)을 반응 혼합물에 0℃에서 첨가하고, 생성된 용액을 실온에서 4시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH, R_f -0.3; UV 활성). 반응 혼합물에 빙냉수 (20 mL)를 첨가하고, 에틸아세테이트 (50 mL)로 추출하였다. 분리된 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 콤비플래쉬 크로마토그래피(실리카 겔 칼럼, DCM 중 5% MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (50 mg, 0.098 mmol, 16.65% 수율). LCMS (m/z): 503.14 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.89분.

[2391] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.57 (s, 1 H), 8.53 (d, J = 5.04 Hz, 1 H), 7.97 (d, J = 7.89 Hz, 1 H), 7.83 - 7.93 (m, 2 H), 7.70 (d, J = 7.89 Hz, 1 H), 7.23 - 7.28 (m, 1 H), 5.73 (dd, J = 5.92, 3.07 Hz, 1 H), 5.07 (dt, J = 9.26, 7.43 Hz, 1 H), 3.17 - 3.37 (m, 2 H), 2.96 - 3.16 (m, 2 H), 2.60 (s, 3 H), 2.23 - 2.48 (m, 1 H), 2.00 - 2.17 (m, 1 H), 1.47 - 1.64 (m, 3 H).

[2392] 실시예 157

[2393] (4S)-N5-(4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리미딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



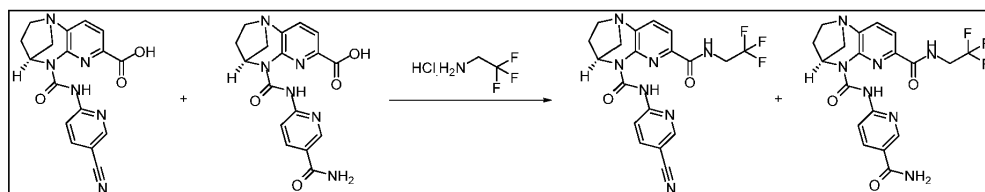
[2394]

[2395] 0℃에서 DMF (10 mL) 중 (4S)-5-((4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (240 mg, 0.589 mmol)의 교반 용액에 HATU (448 mg, 1.178 mmol) 및 DIPEA (0.309 mL, 1.767 mmol)를 첨가하고, 10분 동안 교반하였다. 이어서, 2,2,2-트리플루오로에탄아민 (88 mg, 0.884 mmol)을 0℃에서 첨가하고, 생성된 용액을 실온에서 4시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH, R_f -0.3; UV 활성). 반응 혼합물에 빙냉수 (20 mL)를 첨가하고, 에틸아세테이트 (50 mL)로 추출하였다. 분리된 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, DCM 중 5% MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 목적 화합물을 수득하였다. 목적 생성물을 디에틸 에테르 (2x5mL)로 연화처리하여 (4S)-N5-(4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리미딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (44 mg, 0.089 mmol, 15.14% 수율). LCMS (m/z): 489.14 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.78분.

[2396] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.86 (s, 1 H), 8.53 (d, J =5.26 Hz, 1 H), 8.31 (br t, J =6.14 Hz, 1 H), 7.94 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.86 (s, 1 H), 7.70 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.10 - 7.25 (m, 1 H), 5.71 (dd, J =5.59, 2.96 Hz, 1 H), 4.12 - 4.31 (m, 2 H), 3.18 - 3.30 (m, 2 H), 3.01 - 3.15 (m, 2 H), 2.60 (s, 3 H), 2.22 - 2.49 (m, 1 H), 2.08 (dt, J =14.85, 7.37 Hz, 1 H).

[2397] 실시예 158

[2398] (4S)-N5-(5-시아노피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2399]

[2400]

N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (40 mL) 중 (4S)-5-((5-시아노피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (2.5 g, 7.14 mmol) 및 (4S)-5-((5-카르바모일피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산의 교반 용액에 질소 분위기 하에 HATU (4.07 g, 10.70 mmol) 및 TEA (2.98 mL, 21.41 mmol)를 0℃에서 첨가하고, 0℃에서 15분 동안 교반하였다. 이어서, 2,2,2-트리플루오로에탄아민 히드로클로라이드 (1.451 g, 10.70 mmol)를 반응 혼합물에 첨가하고, 실온에서 4시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 10% MeOH/DCM, R_f 값: 0.5, UV 활성). 이어서, 반응 혼합물을 빙냉수로 희석하고, 10분 동안 교반하고, 고체를 여과하였으며, 이를 침전시키고, 완전히 건조시켜 화합물의 조 혼합물을 수득하였다. 조 혼합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 메쉬 실리카 겔 사용, 상부 스포트를 DCM 중 3% MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 혼합물을 90% 순도로 수득하였으며, 이를 다시 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카겔: 230-400 메쉬, 용리액: DCM 중 3% MeOH)에 의해 정제하여 비-극성 화합물을 연황색 반고체로서 수득하였으며, 에탄올 (10 mL) 및 n-펜탄 (10 mL)으로 세척하여 목적 생성물 (4S)-N5-(5-시아노피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (230 mg, 0.528 mmol, 7.41% 수율) (N36561-77-A3). LCMS (m/z): 432.11 [$M+H$]⁺, R_t = 2.14.

[2401]

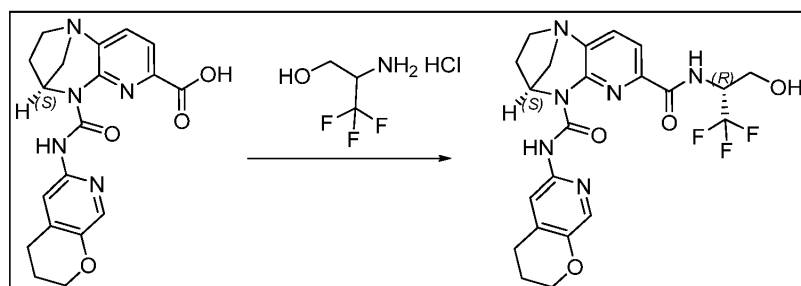
¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.66 (s, 1 H), 8.82 (d, J =1.75 Hz, 1 H), 8.60 (t, J =6.58 Hz, 1 H), 8.31 (dd, J =8.77, 2.19 Hz, 1 H), 8.16 (d, J =8.77 Hz, 1 H), 7.76 (q, J =7.89 Hz, 2 H), 5.43 (dd, J =5.81, 2.96 Hz, 1 H), 4.42 - 4.21 (m, 2 H), 3.28 - 3.06 (m, 3 H), 3.04 - 2.90 (m, 1 H), 2.24 (dddd, J =13.73, 9.78, 5.86, 3.73 Hz, 1 H), 1.96 (dt, J =13.98, 7.15 Hz, 1 H).

[2402]

실시예 159

[2403]

(4S)-N7-시클로프로필-N5-(3,4-디히드로-2H-피라노[2,3-c]피리딘-6-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2404]

[2405]

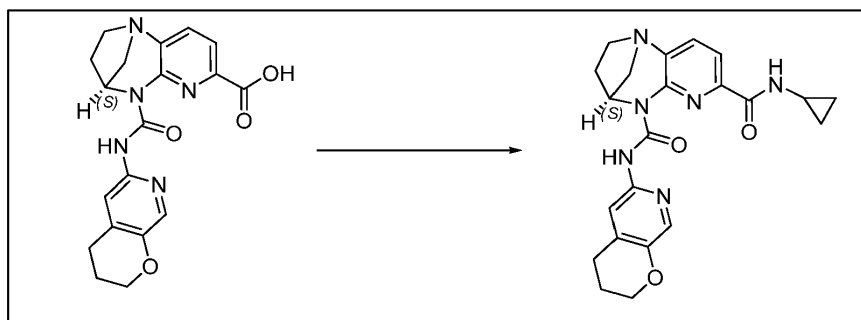
0℃에서 DMF (5 mL) 중 (4S)-5-((3,4-디히드로-2H-피라노[2,3-c]피리딘-6-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (190 mg, 0.498 mmol)의 교반 용액에 HATU (284 mg, 0.747 mmol) 및 DIPEA (0.261 mL, 1.495 mmol)를 첨가하고, 10분 동안 교반하였다. 이어서, 2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로판-1-올 히드로클로라이드 (124 mg, 0.747 mmol)를 0℃에서 첨가하고, 생성된 용액을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH; R_f -0.4; UV 활성). 빙냉수 (20 mL)를 반응 혼합물에 첨가하고, 에틸아세테이트 (50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 부분입체이성질체 혼합물을 담갈색 고체로서 수득하였다. 부분입체이성질체를 콤비 플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, DCM 중 2% MeOH로 용리시킴)에 의해 분리하여 목적 (4S)-N5-(3,4-디히드로-2H-피라노[2,3-c]피리딘-6-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (40 mg, 0.078 mmol, 15.61% 수율). 아민 중심에서의 절대 입체화학을 기준을 사용하여 확인하였다. 샘플 키랄 HPLC 체류 시

간은 2.46분이었다. [칼럼: YMC 아틸로스-C(4.6x250mm) 5 μ m; 공용매: 메탄올 중 0.5% DEA; 총 유량: 4 g/분; 공용매의 %: 40%; 온도: 30℃; ABPR: 100 bar; UV: 265 nm] LCMS (m/z): 493.17 [M+H]⁺, Rt = 1.99분.

[2406] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 12.14 (s, 1 H), 7.97 (s, 1 H), 7.84 (d, J=7.67 Hz, 1 H), 7.77 (s, 1 H), 7.68 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.61 (br d, J=8.99 Hz, 1 H), 5.74 (dd, J=6.14, 3.07 Hz, 1 H), 5.24 (br s, 1 H), 4.82 - 4.98 (m, 1 H), 4.17 - 4.25 (m, 2 H), 4.05 (br s, 2 H), 3.07 - 3.32 (m, 3 H), 2.95 - 3.05 (m, 1 H), 2.77 - 2.91 (m, 2 H), 2.24 - 2.41 (m, 1 H), 1.95 - 2.14 (m, 3 H)

[2407] 실시예 160

[2408] (4S)-N7-시클로프로필-N5-(3,4-디히드로-2H-피라노[2,3-c]피리딘-6-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



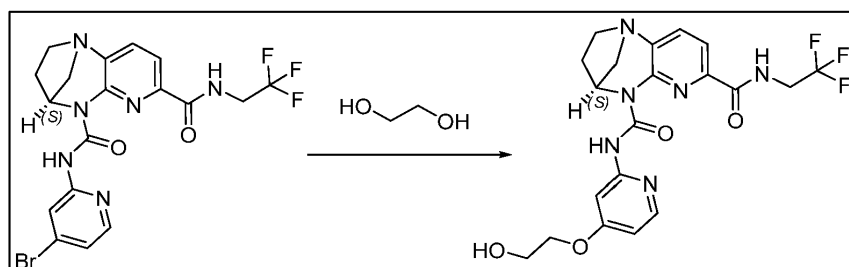
[2409]

[2410] 0℃에서 DMF (5 mL) 중 (4S)-5-((3,4-디히드로-2H-피라노[2,3-c]피리딘-6-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (200 mg, 0.524 mmol)의 교반 용액에 HATU (299 mg, 0.787 mmol) 및 DIPEA (0.275 mL, 1.573 mmol)를 첨가하고, 10분 동안 교반한 다음, 시클로프로판아민 (59.9 mg, 1.049 mmol)을 첨가하고, 생성된 용액을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f-0.5; UV 활성). 빙냉수 (20 mL)를 상기 반응 혼합물에 첨가하고, 생성된 고체를 여과하고, 진공 하에 건조시켜 회백색 고체를 수득하였다. 고체를 디에틸 에테르 (5 mL)로 연화처리하고, 여과하고, 진공 하에 건조시켜 (4S)-N7-시클로프로필-N5-(3,4-디히드로-2H-피라노[2,3-c]피리딘-6-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (96 mg, 0.227 mmol, 43.3% 수율). LCMS (m/z): 421.17 [M+H]⁺, Rt = 2.0분.

[2411] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.10 (s, 1 H), 7.94 (br s, 1 H), 7.82 - 7.92 (m, 3 H), 7.62 (d, J = 7.89 Hz, 1 H), 5.60 (dd, J = 5.81, 2.96 Hz, 1 H), 4.18 - 4.25 (m, 2 H), 3.15 - 3.29 (m, 2 H), 3.03 - 3.14 (m, 2 H), 2.95 - 3.03 (m, 1 H), 2.79 - 2.89 (m, 2 H), 2.24 - 2.36 (m, 1 H), 1.97 - 2.10 (m, 3 H), 0.79 - 0.96 (m, 4 H)

[2412] 실시예 161

[2413] (4S)-N5-(4-(2-히드록시에톡시)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2414]

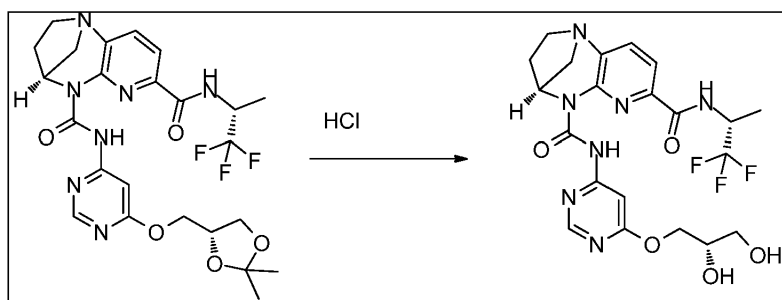
[2415] 1,4-디옥산 (3 mL) 중 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (1 g, 2.061 mmol), 디시클로헥실(2',4',6'-트리이소프

로필-[1,1'-비페닐]-2-일)포스핀 (0.295 g, 0.618 mmol) 및 에틸렌 글리콜 (0.345 mL, 6.18 mmol)의 교반 용액을 질소를 20분 동안 퍼징함으로써 탈기한 다음, 이에 삼염기성 인산칼륨 (1.077 g, 6.18 mmol)에 이어서 $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$ (0.189 g, 0.206 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 100℃에서 밀봉된 튜브 중에서 1시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH, R_f -0.2; UV 활성). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (20 mL)을 첨가하고, 수성 층을 EtOAc (2x50 mL)로 추출하였다. 유기 층을 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔 100-200 메쉬, DCM 중 3% MeOH)에 이어서 정제용 HPLC (칼럼: 엑스브리지 [150x19 mm 5u], 이동상-A: 10 mM 수성 중탄산암모늄; 이동상-B: 아세트ونی트릴; 방법: 0/10, 1/10, 10/50, 12.0/50, 12.1/100, 18/100, 18.1/10, 21/10; 유량: 16ml/분; 용해도: ACN+THF+MeOH)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(4-(2-히드록시에톡시)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (135 mg, 0.287 mmol, 13.90% 수율). LCMS (m/z): 467.14 [M+H]⁺, R_t = 1.49분.

[2416] ¹H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.67 (s, 1 H), 8.64 (br t, J =6.47 Hz, 1 H), 8.04 (d, J =5.92 Hz, 1 H), 7.91 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.70 (s, 1 H), 7.67 (d, J =7.71 Hz, 1 H), 6.59 (dd, J =5.92, 2.41 Hz, 1 H), 5.58 (dd, J =5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.11 - 4.30 (m, 4 H), 3.92 - 4.08 (m, 2 H), 3.08 - 3.31 (m, 3 H), 2.94 - 3.08 (m, 1 H), 2.20 - 2.39 (m, 1 H), 1.92 - 2.12 (m, 2 H)

[2417] 실시예 162

[2418] (4S)-N5-(6-((S)-2,3-디히드록시프로폭시)피리미딘-4-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2419]

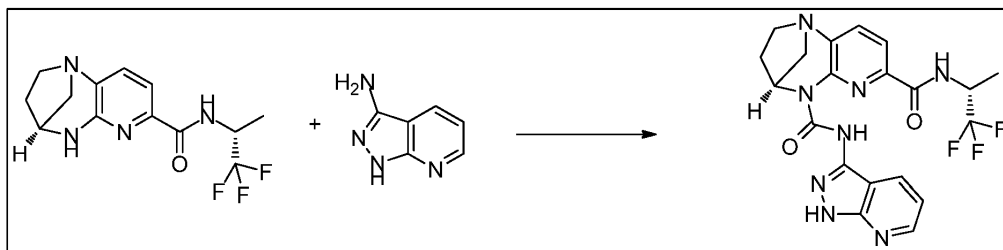
[2420] 메탄올 (10 mL) 중 (4S)-N5-(6-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-4-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (0.5 g, 0.907 mmol)의 교반 용액에 염산 (0.1 mL, 0.907 mmol)을 0℃에서 첨가하고, 반응 혼합물을 25℃에서 4시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% MeOH, R_f : 0.4). 반응 혼합물을 포화 NaHCO_3 용액 (25 mL)으로 켄칭하고, EtOAc (3x30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (2x20 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔: 용리액: 5% MeOH/ CH_2Cl_2)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(6-((S)-2,3-디히드록시프로폭시)피리미딘-4-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (190 mg, 0.354 mmol, 39.0% 수율). LCMS (m/z): 512.26 [M+H]⁺, R_t = 4.29분.

[2421] ¹H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 13.09 (s, 1 H), 8.43 (d, J =0.88 Hz, 1 H), 8.25 (d, J =8.99 Hz, 1 H), 7.84 - 7.63 (m, 2 H), 7.39 (d, J =0.88 Hz, 1 H), 5.45 (dd, J =5.92, 2.85 Hz, 1 H), 5.05 - 4.85 (m, 2 H), 4.66 (t, J =5.70 Hz, 1 H), 4.38 (dd, J =10.85, 4.06 Hz, 1 H), 4.22 (dd, J =10.85, 6.47 Hz, 1 H), 3.88 - 3.72 (m, 1 H), 3.48 - 3.33 (m, 2 H), 3.19 - 2.86 (m, 4 H), 2.35 - 2.15 (m, 1 H), 2.05 - 1.82 (m, 1 H), 1.50 (d, J =7.02 Hz, 3 H).

[2422] 실시예 163

[2423] (4S)-N5-(1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노

피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2424]

[2425]

질소 하에 0℃에서 THF (15 mL) 중 (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드 (400 mg, 1.332 mmol)의 교반 용액에 TEA (807 mg, 7.99 mmol) 및 트리포스젠 (395 mg, 1.332 mmol)을 첨가하고, 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 이어서, THF (5 mL) 중 1H-피라졸로 [3, 4-b] 피리딘-3-아민 (357 mg, 2.66 mmol)의 용액을 첨가하고, 70℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% MeOH, R_f 값: 0.5). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (25 mL)로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2 x 25 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켰다. 조 화합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카-겔 100-200 메쉬, DCM 중 3% 메탄올을 사용하여 용리시킴)에 이어서 정제용 HPLC (칼럼: 엑스브리지 C 18 (75x4.6mm, 3.5 μ), 이동상: A: 5 mM 중탄산암모늄; B: 아세토니트릴; 구배: 시간/%B: 0/5, 0.8/5, 5/50, 9/98, 12/98, 12.1/5, 15/5; 칼럼 온도: 주위, 유량: 0.8 ml/분, 희석제: 아세토니트릴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (110 mg, 0.239 mmol, 61.4% 수율). LCMS (m/z) = 461.13 [M+H]⁺, R_t = 1.78분.

[2426]

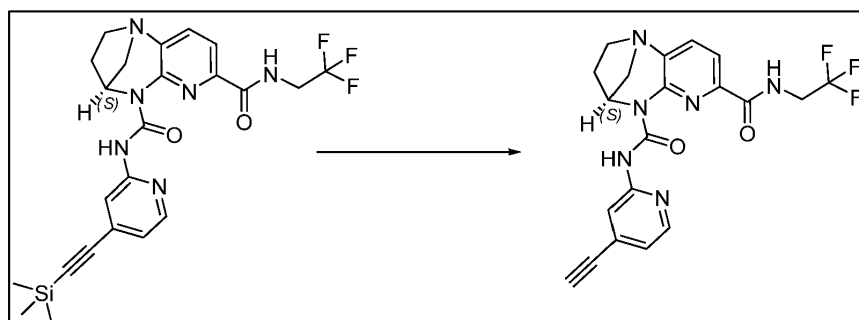
¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.21 (s, 1 H), 12.70 (s, 1 H), 8.61 (br d, J=8.99 Hz, 1 H), 8.42 - 8.56 (m, 2 H), 7.74 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.64 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.16 (dd, J=8.22, 4.49 Hz, 1 H), 5.49 (dd, J=5.81, 2.96 Hz, 1 H), 4.85 (dq, J=15.62, 7.65 Hz, 1 H), 3.07 - 3.25 (m, 3 H), 2.96 - 3.04 (m, 1 H), 2.15 - 2.34 (m, 1 H), 1.97 (dt, J=13.98, 6.93 Hz, 1 H), 1.42 (d, J=7.02 Hz, 3 H)

[2427]

실시예 164

[2428]

(4S)-N5-(4-에티닐피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2429]

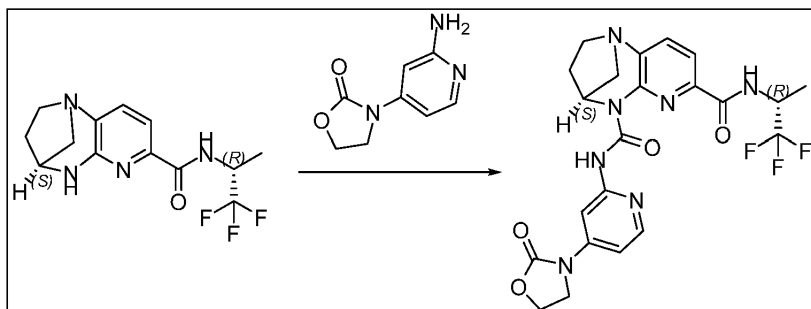
[2430]

질소 하에 실온에서 메탄올 (20 mL) 중 (4S)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-N5-(4-((트리메틸실릴)에티닐)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (700 mg, 1.393 mmol)의 교반 용액에 플루오린화칼륨 (202 mg, 3.48 mmol)을 첨가하고, 3시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 헥산 중 70% EtOAc: R_f-0.3; UV 활성). 메탄올을 증발시키고, 반응 혼합물을 물 (10 ml)로 희석하고, 에틸아세테이트 (20 ml)로 추출하였다. 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 콤비플래쉬 크로마토그래피(실리카 겔 칼럼 사용, 헥산 중 50% EtOAc)에 의해 정제하여 목적 화합물 (4S)-N5-(4-에티닐피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (170 mg, 0.392 mmol, 33.7% 수율). LCMS (m/z): 431.07[M+H]⁺, R_t = 2.33분.

[2431] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.66 (s, 1 H), 8.44 (br t, J = 6.14 Hz, 1 H), 8.09 - 8.31 (m, 2 H), 7.92 (d, J = 7.89 Hz, 1 H), 7.68 (d, J = 7.89 Hz, 1 H), 7.07 (dd, J = 5.04, 1.32 Hz, 1 H), 5.61 (dd, J = 5.81, 3.18 Hz, 1 H), 4.10 - 4.32 (m, 2 H), 3.11 - 3.32 (m, 4 H), 2.97 - 3.09 (m, 1 H), 2.20 - 2.43 (m, 1 H), 2.06 (dt, J = 14.31, 6.99 Hz, 1 H).

[2432] 실시예 165

[2433] (4S)-N5-(4-(2-옥소옥사졸리딘-3-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



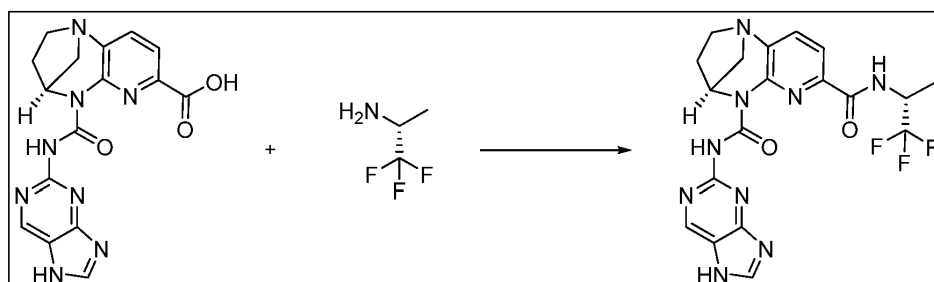
[2434]

[2435] 테트라히드로푸란 (10 mL) 중 (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (300 mg, 0.999 mmol)의 교반 용액에 TEA (0.696 mL, 5.00 mmol)에 이어서 트리포스겐 (296 mg, 0.999 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 30분 동안 교반하였다. 30분 후, 3-(2-아미노피리딘-4-일) 옥사졸리딘-2-온 (269 mg, 1.499 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 80℃에서 24시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% MeOH, R_f : 0.3). 반응 혼합물을 빙냉수 (20 mL)에 붓고, EtOAc (2 x 20 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (10 mL)로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 메쉬, 용리액: DCM 중 4% MeOH)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-(2-옥소옥사졸리딘-3-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (38 mg, 0.074 mmol, 7.45% 수율). LCMS (m/z): 506.17 [$M+H$] $^+$, R_t = 1.97분.

[2436] ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 13.07 (s, 1 H), 8.32 (d, J =1.53 Hz, 1 H), 8.25 -8.07 (m, 2 H), 7.76 (s, 2 H), 7.36 (dd, J =5.81, 2.08 Hz, 1 H), 5.46 (d, J =2.41 Hz, 1 H), 4.98 (dd, J =15.35, 7.45 Hz, 1 H), 4.49 (t, J =8.00 Hz, 2 H), 4.09 (t, J =7.89 Hz, 2 H), 3.27 - 2.92 (m, 4 H), 2.46-2.23 (m, 1 H), 2.29-2.11 (m, 1 H), 1.53 (d, J =7.02 Hz, 3 H).

[2437] 실시예 166

[2438] (4S)-N5-(7H-퓨린-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2439]

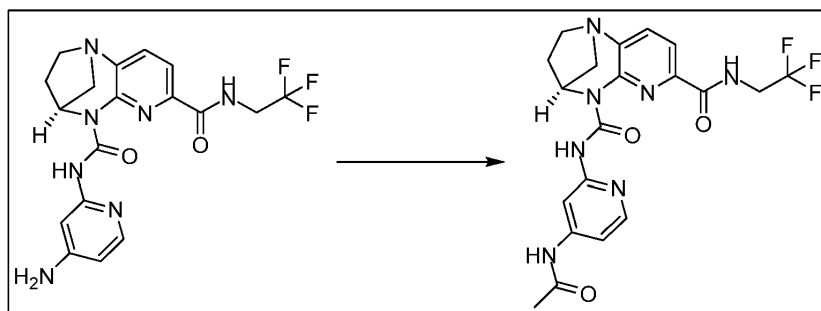
[2440] N,N-디메틸포름아미드 (DMF) (10 mL) 중 (4S)-5-((7H-퓨린-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (120 mg, 0.328 mmol), HATU (187 mg, 0.491 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (0.229 mL, 1.310 mmol) 및 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (37.0 mg, 0.328 mmol)을 첨가하였다.

반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% MeOH: R_f -0.3; UV 활성). 이어서, 물 (20 mL)에 붓고, EtOAc (3X10 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (2x10 mL)로 세척하고, 용액을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 그레이스 시스템 정제 (C-18 역 칼럼, 용리액: A: 물 중 0.1% 포름산; B: MeOH)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(7H-퓨린-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (75 mg, 0.162 mmol, 49.5% 수율). LCMS (m/z): 462.10 $[\text{M}+\text{H}]^+$; R_t = 1.55분.

[2441] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.95 (s, 1 H), 13.75 (s, 1 H), 8.99 (s, 1 H), 8.61 (s, 1 H), 8.21 - 8.00 (m, 2 H), 7.75 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 5.76 (dd, $J=5.81, 2.74$ Hz, 1 H), 5.22 - 5.09 (m, 1 H), 3.39 - 3.03 (m, 4 H), 2.43 (td, $J=14.20, 5.59$ Hz, 1 H), 2.15 (dt, $J=14.25, 6.91$ Hz, 1 H), 1.64 (d, $J=7.23$ Hz, 3 H).

[2442] 실시예 167

[2443] (4S)-N5-(4-아세트아미도피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



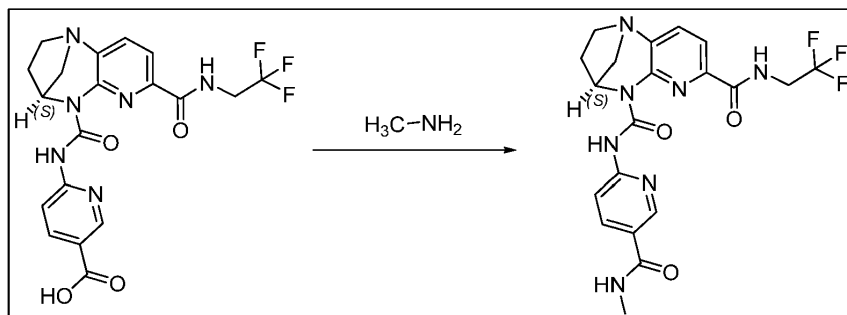
[2444]

[2445] 질소 하에 0°C에서 DCM (20 mL) 중 (4S)-N5-(4-아미노피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (400 mg, 0.949 mmol)의 교반 용액에 Ac_2O (0.448 mL, 4.75 mmol), Et_3N (0.794 mL, 5.70 mmol)을 첨가하고, 실온에서 65시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f -0.2; UV 활성). 반응 혼합물을 물 (30 mL)로 희석하고, DCM (2x30 mL)으로 추출하였다. 합한 유기 추출물을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 칼럼 크로마토그래피 (중성 알루미나, 용리액: 헥산 중 80-85% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하였다. 수집된 분획을 감압 하에 농축시켜 목적 생성물 (4S)-N5-(4-아세트아미도피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (230 mg, 0.493 mmol, 51.9% 수율). LCMS (m/z): 464.15 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.61분.

[2446] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.66 (s, 1 H), 8.56 (t, $J=6.36$ Hz, 1 H), 8.13 (d, $J=5.70$ Hz, 1 H), 7.91 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.83 (d, $J=1.97$ Hz, 1 H), 7.72 - 7.65 (m, 2 H), 7.42 (s, 1 H), 5.58 (dd, $J=5.92, 3.29$ Hz, 1 H), 4.30 - 4.12 (m, 2 H), 3.31 - 3.09 (m, 3 H), 3.07 - 2.97 (m, 1 H), 2.40 - 2.27 (m, 1 H), 2.21 (s, 3 H), 2.11 - 1.97 (m, 1 H).

[2447] 실시예 168

[2448] (4S)-N5-(5-(메틸카르바모일)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2449]

[2450]

0℃에서 DMF (5 mL) 중 6-((4S)-7-((2,2,2-트리플루오로에틸)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복스아미도)니코틴산 (600 mg, 1.332 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (0.233 mL, 1.332 mmol), HATU (1013 mg, 2.66 mmol)를 첨가하고, 20분 동안 교반하였다. 메탄아민 (10 mL, 50.0 mmol)을 상기 반응 혼합물에 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f -0.5; UV 활성). 반응 혼합물을 물 (50 mL)과 EtOAc (50 mL) 사이에 분배한 다음, 유기 층을 분리하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔 100-200 메쉬, DCM 중 3% MeOH)에 의해 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 (4S)-N5-(5-(메틸카르바모일)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (40 mg, 0.086 mmol, 6.46% 수율). LCMS (m/z): 464.15[M+H]⁺, R_t = 1.77분.

[2451]

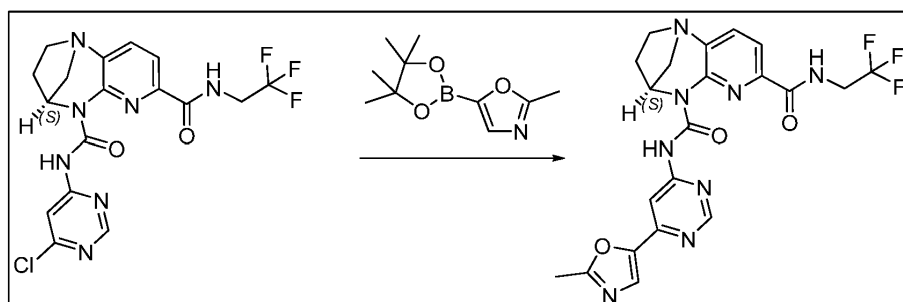
¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.49 (s, 1 H), 8.76 - 8.83 (m, 1 H), 8.65 (t, J =6.47 Hz, 1 H), 8.48 (br d, J =4.60 Hz, 1 H), 8.25 (dd, J =8.66, 2.30 Hz, 1 H), 8.06 (dd, J =8.77, 0.66 Hz, 1 H), 7.71 - 7.81 (m, 2 H), 5.44 (dd, J =5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.24 - 4.38 (m, 2 H), 3.29 (s, 3 H), 2.95 - 3.03 (m, 1 H), 2.80 (d, J =4.38 Hz, 3 H), 2.22 (br s, 1 H), 1.93 - 2.03 (m, 1 H).

[2452]

실시예 169

[2453]

(4S)-N5-(6-(2-메틸옥사졸-5-일)피리미딘-4-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2454]

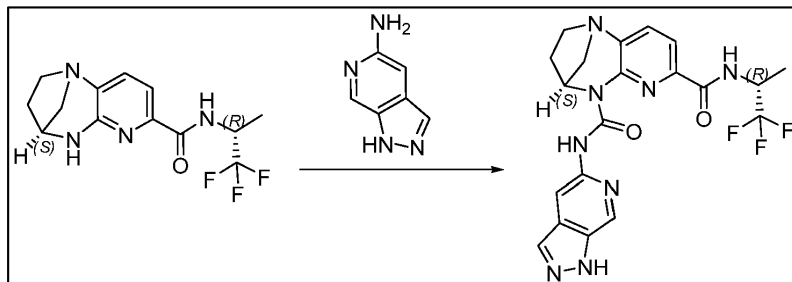
[2455]

실온에서 1,4-디옥산 (10 mL) 및 물 (1 mL) 중 (4S)-N5-(6-클로로피리미딘-4-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (400 mg, 0.905 mmol) 및 2-메틸-5-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란-2-일)옥사졸 (246 mg, 1.177 mmol)의 교반 용액에 아세트산 칼륨 (178 mg, 1.811 mmol)을 첨가하고, 혼합물을 질소로 15분 동안 탈기한 다음, PdCl₂(dppf)-CH₂Cl₂ 부가물 (73.9 mg, 0.091 mmol)을 첨가하고, 반응물을 90℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f -0.4; UV 활성). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (80 mL)을 첨가한 다음, 수성 층을 에틸아세테이트 (2x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 크로마토그래피 (실리카 겔 100-200, DCM 중 3% MeOH 사용)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(6-(2-메틸옥사졸-5-일)피리미딘-4-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (110 mg, 0.222 mmol, 24.50% 수율). LCMS (m/z): 489.14[M+H]⁺, R_t = 1.97분.

[2456] ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.52 (s, 1 H), 8.84 (d, $J=1.10$ Hz, 1 H), 8.64 (br t, $J=6.47$ Hz, 1 H), 8.22 (d, $J=1.10$ Hz, 1 H), 7.65 - 7.88 (m, 3 H), 5.43 (dd, $J=5.70$, 2.85 Hz, 1 H), 4.27 (dt, $J=17.70$, 8.58 Hz, 2 H), 2.95 - 3.22 (m, 4 H), 2.57 (s, 3 H), 2.20 - 2.34 (m, 1 H), 1.99 (dt, $J=13.70$, 6.96 Hz, 1 H).

[2457] 실시예 170

[2458] (4S)-N5-(1H-피라졸로[3,4-c]피리딘-5-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



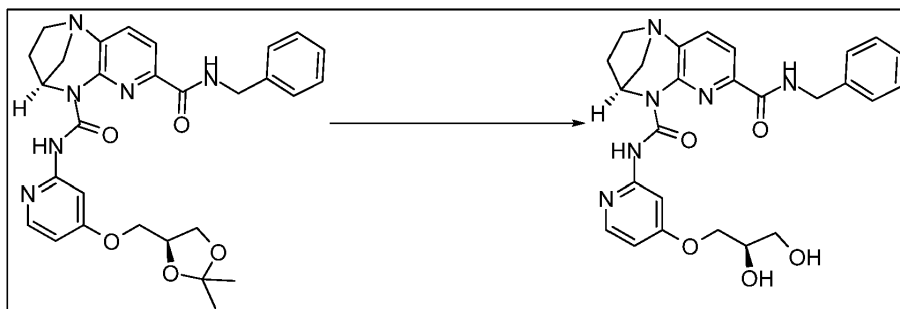
[2459]

[2460] 실온에서 질소 하에 THF (25 mL) 중 (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드 (0.3 g, 0.999 mmol)의 교반 용액에 Et₃N(0.696 mL, 5.00 mmol), 트리포스젠 (0.296 g, 0.999 mmol)을 첨가하고, 1시간 동안 교반한 다음, 1H-피라졸로[3,4-c]피리딘-5-아민 (0.335 g, 2.498 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 65°C에서 16시간 동안 가열하였다 (TLC 용리액: 100% EtOAc: R_f-0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 진공 하에 농축시키고, 잔류물을 물 (50 mL)과 EtOAc (50 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (중성 알루미나, 용리액: 헥산 중 70% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(1H-피라졸로[3,4-c]피리딘-5-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (0.085 g, 0.183 mmol, 18.33% 수율). LCMS (m/z): 461.17.10[M+H]⁺, R_t = 1.91분.

[2461] ^1H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.19 (br s, 1H), 10.12 - 10.67 (m, 1H), 8.72 (s, 1H), 8.50 (s, 1H), 7.83 - 8.24 (m, 3H), 7.68 (br d, $J=7.67$ Hz, 1H), 5.70 (br s, 1H), 4.98 - 5.30 (m, 1H), 2.96 - 3.41 (m, 4H), 2.35 (br d, $J=5.48$ Hz, 1H), 2.02 - 2.18 (m, 1H), 1.39 - 1.75 (m, 3H).

[2462] 실시예 171

[2463] (4S)-N7-벤질-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2464]

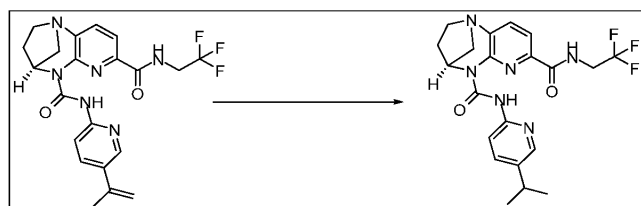
[2465] 실온에서 메탄올 (10 mL) 중 (4S)-N7-벤질-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (350 mg, 0.643 mmol)의 교반 용액에 2M HCl (0.5 mL, 1.000 mmol)을 첨가하고, 3시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% MeOH, R_f

값: 0.2). 반응 혼합물을 농축시켜 메탄올을 완전히 제거하고, 포화 NaHCO_3 (15 mL) 용액을 사용하여 반응 혼합물을 염기성화시켰다. 생성된 고체를 여과하고, 물 (20 mL)로 세척하고, 고진공 하에 건조시켜 목적 생성물 (4S)-N7-벤질-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (142 mg, 0.276 mmol, 43.0% 수율). LCMS (m/z): 505.20 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.53분.

[2466] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.71 (s, 1 H), 8.73 (br t, $J=5.81$ Hz, 1 H), 7.92 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.55 - 7.76 (m, 3 H), 7.43 (d, $J=7.23$ Hz, 2 H), 7.19 - 7.35 (m, 3 H), 6.47 (dd, $J=5.81$, 2.30 Hz, 1 H), 5.57 (dd, $J=5.81$, 2.96 Hz, 1 H), 4.69 - 4.83 (m, 2 H), 4.00 - 4.25 (m, 3 H), 3.79 - 3.96 (m, 2 H), 3.00 - 3.31 (m, 4 H), 2.50-2.65 (m, 1 H), 2.18 - 2.38 (m, 1 H), 1.90 - 2.18 (m, 2 H)

[2467] 실시예 172

[2468] (4S)-N5-(5-이소프로필피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



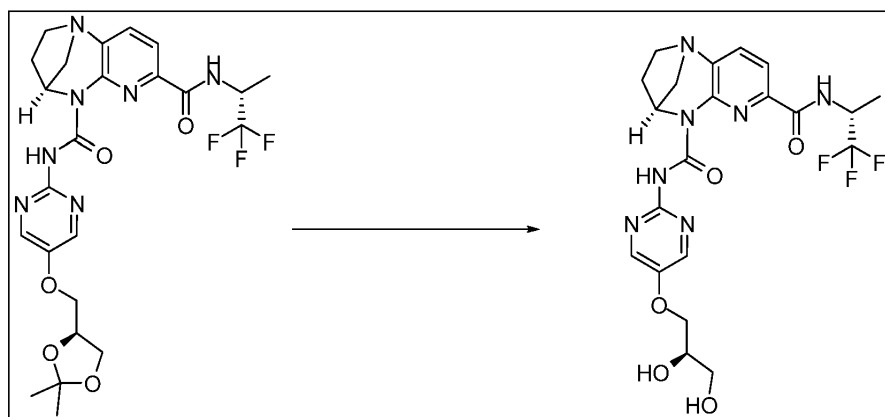
[2469]

[2470] 에탄올 (5 mL) 중 (4S)-N5-(5-(프로프-1-엔-2-일)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (400 mg, 0.896 mmol)의 교반 용액을 질소로 3분 동안 플러싱한 다음, 이에 Pd-C (95 mg, 0.090 mmol)를 질소 상태 하에 첨가하였다. 반응물을 실온에서 수소 풍선 하에 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템 DCM 중 5% 메탄올. R_f 값 0.6.). 반응물을 셀라이트 층을 통해 여과하고, 에탄올 (30 mL)로 세척하고, 감압 하에 농축시켜 연갈색 점성 오일을 수득하였다. 이를 추가로 정제용 HPLC (엑스텔라 RP18 (250x19 mm, 10 μ ; 이동상-A: 10 mM 중탄산암모늄 (수성), 이동상-B: 아세토니트릴; 방법 %B/시간: 0/60, 8.4/60, 8.5/100, 12.5/100, 12.6/60, 16/60; 유량: 18ml/분; 용해도: 메탄올+ACN+THF)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(5-이소프로필피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (310 mg, 0.682 mmol, 76% 수율). LCMS (m/z): 449.32 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t =2.47분.

[2471] ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 13.27 (s, 1 H), 8.61 - 8.77 (m, 1 H), 8.23 (d, $J=2.19$ Hz, 1 H), 7.92 (d, $J=8.55$ Hz, 1 H), 7.70 - 7.81 (m, 3 H), 5.41 (dd, $J=5.92$, 3.29 Hz, 1 H), 4.31 (br d, $J=8.99$ Hz, 2 H), 3.05 - 3.23 (m, 3 H), 2.89 - 3.02 (m, 2 H), 2.18 - 2.30 (m, 1 H), 1.88 - 2.00 (m, 1 H), 1.22 (d, $J=6.80$ Hz, 6 H).

[2472] 실시예 173

[2473] (4S)-N5-(5-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성:



[2474]

[2475]

0℃에서 메탄올 (50 mL) 중 (4S)-N5-(5-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (250 mg, 0.453 mmol)의 교반 용액에 수성 HCl (0.567 mL, 6.80 mmol)을 첨가하고, 1시간 동안 실온에서 교반하였다 (TLC 용리액 시스템: 100% EtOAc, R_f 0.4, UV 활성). 반응 혼합물을 감압 하에 농축시키고, 잔류물을 포화 중탄산나트륨 용액을 사용하여 염기성화시키고 (pH=8-9까지), 침전된 고체를 여과하고, 건조시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 디에틸 에테르 (5 mL)로 연화처리하여 (4S)-N5-(5-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (153 mg, 0.298 mmol, 65.7% 수율). LCMS (m/z): 512.18 $[M+H]^+$, R_t =1.55분.

[2476]

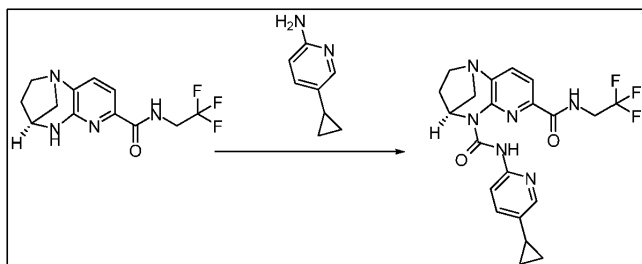
^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.45 (s, 1 H), 8.34 (s, 2 H), 7.95 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.79 (br d, J =9.65 Hz, 1 H), 7.52 - 7.73 (m, 1 H), 5.70 (br dd, J =5.81, 2.96 Hz, 1 H), 5.05 (br dd, J =15.35, 8.11 Hz, 1 H), 4.03 - 4.27 (m, 3 H), 3.87 (br d, J =3.73 Hz, 1 H), 3.67 - 3.84 (m, 1 H), 2.91 - 3.37 (m, 4 H), 2.63 (br d, J =3.73 Hz, 1 H), 2.21 - 2.41 (m, 1 H), 1.95 - 2.17 (m, 2 H), 1.54 - 1.60 (m, 3 H).

[2477]

실시예 174

[2478]

(4S)-N5-(5-시클로프로필피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2479]

[2480]

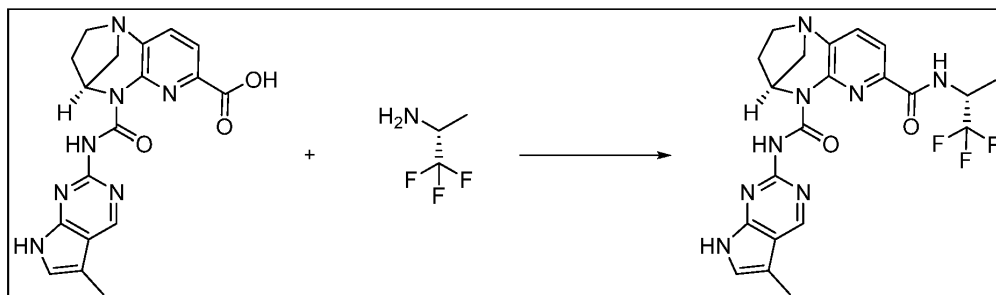
질소 분위기 하에 실온에서 THF (10 mL) 중 (4S)-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드 (800 mg, 2.79 mmol)의 교반 용액에 트리포스겐 (829 mg, 2.79 mmol) 및 TEA (1.169 mL, 8.38 mmol)를 첨가하고, 1시간 동안 교반하였다. 이어서, THF (10 mL) 중 5-시클로프로필피리딘-2-아민 (450 mg, 3.35 mmol)의 용액을 첨가하고, 생성된 반응 혼합물을 80℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템 DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.6). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (100 mL)로 희석하고, EtOAc (3 x 100 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, CH_2Cl_2 /MeOH로 용리시킴)에 이어서 정제용 HPLC (칼럼: 선파이어 (150x19)mm, 5u; MobilePhase-A: 10mm 중탄산암모늄, 이동상-B: 아세토니트릴; 방법 (T/%B): 0/60, 10/60, 10.1/100, 13/100, 13.1/60; 유량: 18ml/분; 용해도: 아세토니트릴+THF+MeOH)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(5-시클로프로필피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (65 mg,

0.145 mmol, 5.18% 수율). LCMS (m/z): 447.31[M+H]⁺, Rt =2.34분.

[2481] ¹H NMR(400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.28 (s, 1 H), 8.65 (br t, J=6.58 Hz, 1 H), 8.19 (d, J=2.19 Hz, 1 H), 7.88 (d, J=8.55 Hz, 1H), 7.64 - 7.78 (m, 2 H), 7.50 (dd, J=8.44, 2.30 Hz, 1 H), 5.40 (dd, J=5.59, 3.18 Hz, 1 H), 4.23 - 4.39 (m, 2 H), 3.03 - 3.23 (m, 3 H), 2.89 - 3.00 (m, 1 H), 2.14 - 2.30 (m, 1 H), 1.83 - 2.05 (m, 2 H), 0.90 - 1.06 (m, 2 H), 0.61 - 0.75 (m, 2 H).

[2482] 실시예 175

[2483] (4S)-N5-(5-메틸-7H-피콜로[2,3-d]피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로 프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



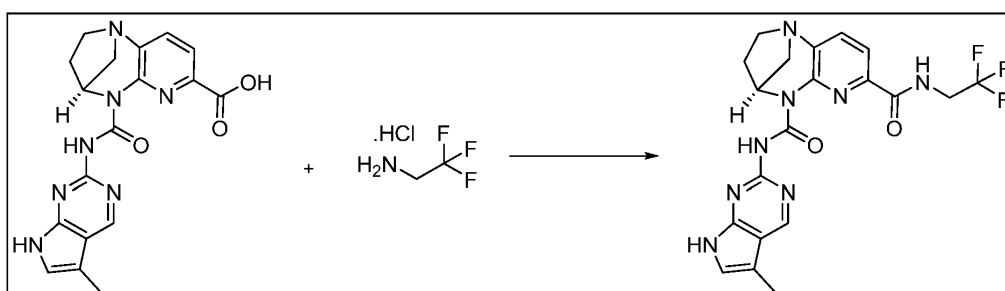
[2484]

[2485] N,N-디메틸포름아미드 (10 mL) 중 (4S)-5-((5-메틸-7H-피콜로[2,3-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (250 mg, 0.659 mmol), HATU (376 mg, 0.988 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 DIPEA (0.460 mL, 2.64 mmol) 및 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (74.5 mg, 0.659 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% MeOH: R_f-0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 물 (30 mL)에 붓고, EtOAc (3x20 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 그레이스 (C-18 역 칼럼, 용리액: 물 중 0.1% 포름산 중 70% MeOH)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(5-메틸-7H-피콜로[2,3-d]피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (105 mg, 0.219 mmol, 33.3% 수율). LCMS (m/z): 475.14 [M+H]⁺; Rt = 1.67분.

[2486] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.54 (s, 1 H), 10.57 (s, 1 H), 8.65 (s, 1 H), 8.18 (d, J=9.43 Hz, 1 H), 7.98 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.70 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.09 (s, 1 H), 5.75 (dd, J=5.81, 2.96 Hz, 1 H), 5.18 - 5.04 (m, 1 H), 3.33 - 3.11 (m, 3 H), 3.09 - 3.01 (m, 1 H), 2.42 - 2.30 (m, 4 H), 2.12 (dt, J=14.25, 7.34 Hz, 1 H), 1.69 - 1.54 (m, 3 H).

[2487] 실시예 176

[2488] (4S)-N5-(5-메틸-7H-피콜로[2,3-d]피리미딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로 에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2489]

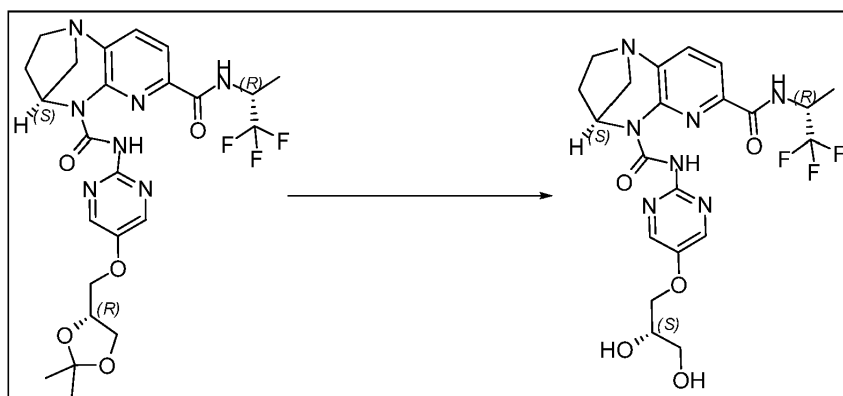
[2490] N,N-디메틸포름아미드 (10 mL) 중 (4S)-5-((5-메틸-7H-피콜로[2,3-d]피리미딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (250 mg, 0.659 mmol), HATU (376 mg, 0.988

mmol)의 교반 용액에 0℃에서 DIPEA (0.460 mL, 2.64 mmol) 및 2,2,2-트리플루오로에탄아민 히드로클로라이드 (89 mg, 0.659 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% MeOH: R_f -0.3; UV 활성). 이어서, 반응 혼합물을 물 (20 mL)에 붓고, EtOAc (3x20 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 그레이스 (C-18 역 칼럼, 용리액: 물 중 0.1% 포름산 중 50% MeOH)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(5-메틸-7H-피롤로[2,3-d]피리미딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (150 mg, 0.312 mmol, 47.3% 수율). LCMS (m/z): 461.13 $[\text{M}+\text{H}]^+$; R_t = 1.59분.

[2491] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.95 (s, 1 H), 10.55 (br s, 1 H), 8.82 (t, $J=6.47$ Hz, 1 H), 8.63 (s, 1 H), 7.94 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.70 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.10 (s, 1 H), 5.72 (dd, $J=5.70$, 2.85 Hz, 1 H), 4.34 - 4.22 (m, 2 H), 3.32 - 3.14 (m, 3 H), 3.09 - 3.03 (m, 1 H), 2.43 - 2.31 (m, 4 H), 2.12 (dt, $J=14.47$, 7.23 Hz, 1 H).

[2492] 실시예 177

[2493] (4S)-N5-(5-((S)-2,3-디히드록시프로폭시)피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



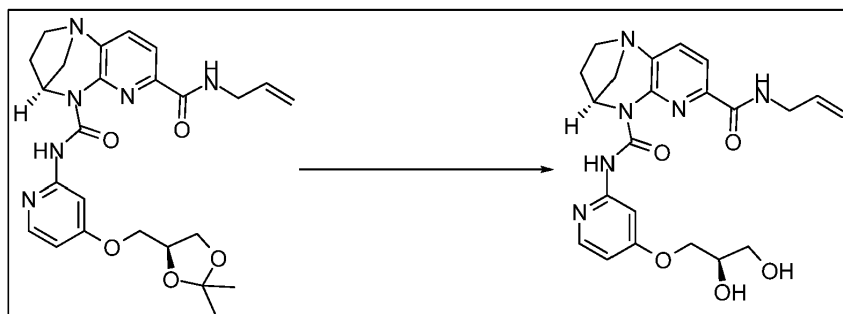
[2494]

[2495] 메탄올 (10 mL) 중 (4S)-N5-(5-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (250 mg, 0.453 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 염산 (4 mL, 132 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 30℃에서 2시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 10% MeOH: R_f -0.15; UV 활성). 이어서, 용매를 증발시키고, 포화 NaHCO_3 용액으로 중화시키고, 수득된 고체를 여과하고, 물 및 디에틸 에테르로 세척하여 목적 생성물 (4S)-N5-(5-((S)-2,3-디히드록시프로폭시)피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 연갈색 고체로서 수득하였다 (120 mg, 0.226 mmol, 49.9% 수율). LCMS (m/z): 512.18 $[\text{M}+\text{H}]^+$; R_t = 1.54분.

[2496] ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 12.90 (s, 1 H), 8.40 (s, 2 H), 8.31 (br d, $J=8.99$ Hz, 1 H), 7.77 - 7.64 (m, 2 H), 5.44 (dd, $J=5.81$, 3.18 Hz, 1 H), 5.01 (d, $J=5.26$ Hz, 1 H), 4.96 - 4.84 (m, 1 H), 4.69 (t, $J=5.70$ Hz, 1 H), 4.15 (dd, $J=9.98$, 3.84 Hz, 1 H), 4.03 (dd, $J=10.08$, 6.14 Hz, 1 H), 3.85 - 3.75 (m, 1 H), 3.50 - 3.40 (m, 2 H), 3.23 - 2.91 (m, 4 H), 2.29 - 2.17 (m, 1 H), 1.91 (dt, $J=13.92$, 7.07 Hz, 1 H), 1.44 (d, $J=7.02$ Hz, 3 H).

[2497] 실시예 178

[2498] (4S)-N7-알릴-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리미딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2499]

[2500]

실온에서 메탄올 (10 mL) 중 (4S)-N7-알릴-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (500 mg, 1.011 mmol)의 교반 용액에 2M HCl (0.75 mL, 1.500 mmol)을 첨가하고, 3시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% MeOH, R_f 값: 0.2). 반응 혼합물을 농축시켜 메탄올을 완전히 제거하고, 포화 NaHCO_3 (15 mL) 용액을 사용하여 반응 혼합물을 염기성화시켰다. 생성된 고체를 여과하고, 물 (20 mL)로 세척하고, 고진공 하에 건조시켜 조 화합물을 고체로서 수득하였다. 고체 생성물을 디에틸에테르 (10 mL)로 연화처리하고, 여과하고, 건조시켜 (4S)-N7-알릴-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (400 mg, 0.877 mmol, 87% 수율). LCMS (m/z): 455.19 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.24분.

[2501]

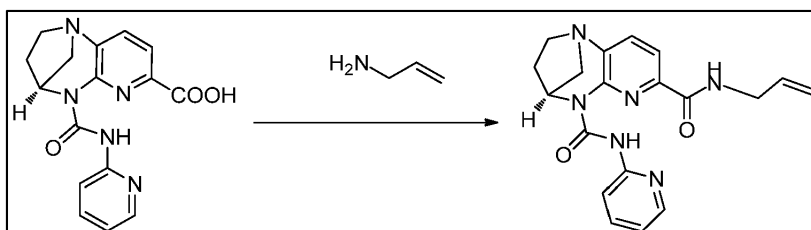
^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.68 (s, 1 H), 8.36 (br s, 1 H), 8.02 (d, $J=5.92$ Hz, 1 H), 7.90 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.57 - 7.79 (m, 2 H), 6.56 (dd, $J=5.81, 2.30$ Hz, 1 H), 5.84 - 6.11 (m, 1 H), 5.57 (br dd, $J=5.81, 2.96$ Hz, 1 H), 5.23 - 5.43 (m, 1 H), 5.17 (br d, $J=10.08$ Hz, 1 H), 4.07 - 4.27 (m, 5 H), 3.85 (br d, $J=10.08$ Hz, 1 H), 3.76 (br d, $J=10.08$ Hz, 1 H), 3.08 - 3.32 (m, 3 H), 2.86 - 3.08 (m, 1 H), 2.69 (br s, 1 H), 2.32 (ddt, $J=14.47, 9.48, 5.01, 5.01$ Hz, 1 H), 2.15 (br s, 1 H), 2.05 (dt, $J=14.36, 7.29$ Hz, 1 H).

[2502]

실시예 179

[2503]

(4S)-N7-알릴-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2504]

[2505]

피리딘 (5mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.537 mmol)의 교반 용액에 EDC (884 mg, 4.61 mmol)를 질소 분위기 하에 0°C에서 첨가하고, 0°C에서 50분 동안 교반한 다음, 프로프-2-엔-1-아민 (176 mg, 3.07 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 10% MeOH/DCM R_f : 0.5; UV 활성). 16시간 후, 물 (100 mL)을 반응 혼합물에 첨가하고, 에틸아세테이트 (2x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카겔:100-200 메쉬, 용리액: 3% MeOH/DCM)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-알릴-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 갈색 고체로서 수득하였다 (87 mg, 0.235 mmol, 15.32% 수율). LCMS (m/z): 365.18 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.79분.

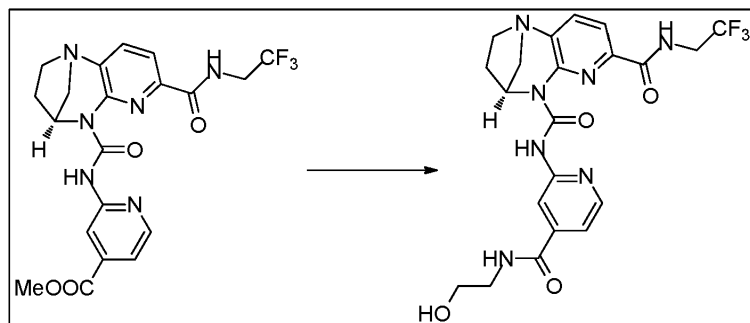
[2506]

^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.65 (s, 1 H), 8.34 (s, 1 H), 8.22 (d, $J=5.23$ Hz, 1 H), 8.09 (d, $J=8.33$ Hz, 1 H), 7.91 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.71 (t, $J=7.84$ Hz, 2 H), 7.00 (ddd, $J=7.34, 4.93, 0.88$ Hz,

1 H), 6.08 - 5.95 (m, 1 H), 5.62 (dd, J=5.92, 3.29 Hz, 1 H), 5.43 - 5.25 (m, 1 H), 5.18 (dd, J=10.19, 1.43 Hz, 1 H), 4.29 - 4.13 (m, 2 H), 3.33 - 3.08 (m, 3 H), 3.08 - 2.95 (m, 1 H), 2.47 - 2.21 (m, 1 H), 2.18 - 1.93 (m, 1 H).

[2507] 실시예 180

[2508] (4S)-N5-(4-((2-히드록시에틸)카르바모일)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2509]

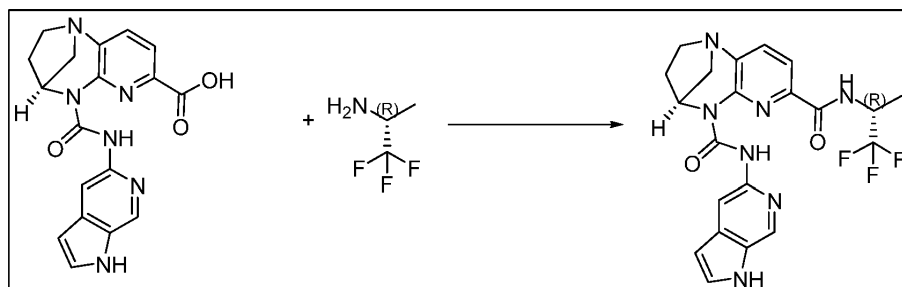
[2510] 메틸 2-((4S)-7-((2,2,2-트리플루오로에틸)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복스아미도)이소니코티네이트 (400 mg, 0.861 mmol) 및 에탄올 아민 (1 mL, 0.861 mmol)의 혼합물을 90℃에서 밀봉된 튜브 중에서 2시간 동안 교반하고 (TLC EtOAc R_f : 0.5; UV 활성), 반응 혼합물을 실온으로 냉각되도록 하고, 빙냉수 (10 mL)로 희석하고, 수득된 고체를 여과하고, 건조시키고, 에탄올로 연화처리하여 순수한 화합물 (4S)-N5-(4-((2-히드록시에틸)카르바모일)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (101 mg, 0.205 mmol, 23.76% 수율). LCMS (m/z): 494.18 [M+H]⁺. R_t = 1.65분.

[2511] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.79 (s, 1 H), 8.46 - 8.23 (m, 2 H), 7.93 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.70 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.46 (dd, J=5.04, 1.75 Hz, 1 H), 7.14 - 6.86 (m, 1 H), 5.56 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.22 (dtd, J=15.24, 8.99, 6.25 Hz, 2 H), 3.87 (br s, 2 H), 3.75 - 3.57 (m, 2 H), 3.34 - 3.18 (m, 3 H), 3.14 (br d, J=12.06 Hz, 1 H), 3.04 (dd, J=12.28, 3.07 Hz, 1 H), 2.67 (br s, 1 H), 2.42 - 2.19 (m, 1 H), 2.18 - 1.98 (m, 1 H).

[2512] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆) δ ppm 13.20 (s, 1 H), 13.03 (s, 1 H), 8.59 (d, J=9.21 Hz, 1 H), 8.31 - 8.50 (m, 1 H), 7.61 - 7.83 (m, 2 H), 7.03 (d, J=8.33 Hz, 1 H), 5.29 (t, J=6.36 Hz, 1 H), 4.72 - 4.96 (m, 2 H), 3.86 (t, J=6.25 Hz, 2 H), 3.25 - 3.42 (m, 3 H), 2.89 (br d, J=13.81 Hz, 1 H), 2.57 (s, 3 H), 2.01 - 2.27 (m, 2 H), 1.77 - 2.01 (m, 2 H).

[2513] 실시예 181

[2514] (4S)-N5-(1H-피콜로[2,3-c]피리딘-5-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



[2515]

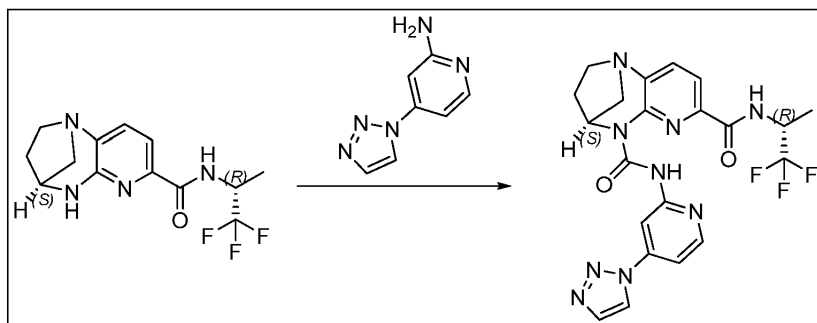
[2516] 0℃에서 DMF (15 mL) 중 (4S)-5-((1H-피콜로[2,3-c]피리딘-5-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (600 mg, 1.647 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (1.438 mL, 8.23 mmol),

HATU (939 mg, 2.470 mmol) 및 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (279 mg, 2.470 mmol)을 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 100% 에틸 아세테이트; R_f = 0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 물 (30 mL)로 희석하고, 15분 동안 교반하였다. 침전된 고체를 부호너 깔때기를 통해 여과하고, 물로 세척하고, 감압하에 건조시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 칼럼 크로마토그래피 (중성 알루미나, 용리액: 헥산 중 80% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(1H-피롤로[2,3-c]피리딘-5-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (280 mg, 0.608 mmol, 36.9% 수율). LCMS (m/z): 460.16 $[M+H]^+$; R_t = 1.57분.

[2517] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.07 (s, 1 H), 8.47 (s, 1 H), 8.39 - 8.29 (m, 2 H), 8.21 (br d, J =9.65 Hz, 1 H), 7.93 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.66 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.42 - 7.33 (m, 1 H), 6.57 (ddd, J =3.01, 2.03, 0.88 Hz, 1 H), 5.69 (dd, J =5.92, 3.07 Hz, 1 H), 5.18 - 5.03 (m, 1 H), 3.29 - 3.17 (m, 2 H), 3.16 - 3.10 (m, 1 H), 3.06 - 2.99 (m, 1 H), 2.39 - 2.28 (m, 1 H), 2.14 - 2.03 (m, 1 H), 1.64 (d, J =7.02 Hz, 3 H).

[2518] 실시예 182

[2519] (4S)-N5-(4-(1H-1,2,3-트리아졸-1-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



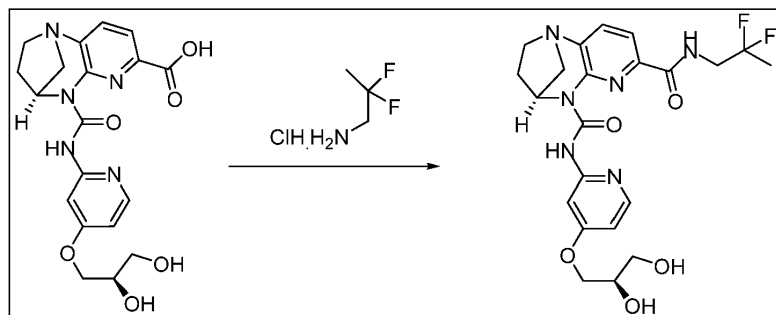
[2520]

[2521] 테트라히드로푸란 (10 mL) 중 (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (75 mg, 0.250 mmol)의 용액에 트리에틸아민 (0.174 mL, 1.249 mmol)에 이어서 트리포스젠 (74.1 mg, 0.250 mmol)을 밀봉된 튜브 중에서 0℃에서 첨가하고, 실온에서 1시간 동안 교반한 다음, 4-(1H-1,2,3-트리아졸-1-일)피리딘-2-아민 (60.4 mg, 0.375 mmol)을 첨가하고, 70℃에서 15시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 100% 에틸 아세테이트, R_f : 0.4; UV 활성). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (20 mL)로 희석하고, EtOAc (20 mL x 2)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득한 다음, 이것을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔: 100-200 메쉬, 용리액: n-헥산 중 90% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-(1H-1,2,3-트리아졸-1-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (41 mg, 0.081 mmol, 32.3% 수율). LCMS (m/z): 488.20 $[M+H]^+$, R_t = 2.13분.

[2522] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.54 (s, 1 H), 8.54 (d, J =1.97 Hz, 1 H), 8.40 (d, J =5.48 Hz, 1 H), 8.21 (d, J =1.32 Hz, 1 H), 7.99 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.92 - 7.89 (m, 2 H), 7.73 - 7.68 (m, 2 H), 5.65 (dd, J =5.92, 3.07 Hz, 1 H), 5.08 (dt, J =9.48, 7.43 Hz, 1 H), 3.29 - 3.23 (m, 2 H), 3.17 - 3.12 (m, 1 H), 3.07 - 3.02 (m, 1 H), 2.41 - 2.31 (m, 1 H), 2.13 - 2.04 (m, 1 H), 1.61 (d, J =7.02 Hz, 3 H).

[2523] 실시예 183

[2524] (4S)-N7-(2,2-디플루오로프로필)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2525]

[2526]

실온에서 DMF (20 mL) 중 (4S)-5-((4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (800 mg, 1.926 mmol) 및 2,2-디플루오로프로판-1-아민 히드로클로라이드 (380 mg, 2.89 mmol)의 용액에 HATU (879 mg, 2.311 mmol)에 이어서 DIPEA (0.673 mL, 3.85 mmol)를 첨가하고, 18시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템:100% 에틸아세테이트, R_f 값: 0.4). 반응 혼합물을 물 (30 mL)과 EtOAc (100 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 정제용 HPLC (칼럼: 엑스브리 지 C18 (75x4.6 mm, 3.5 μ), 이동상-A: 0.01 M 중탄산암모늄 이동상-B: ACN, 구배: 시간/%B: 0/5, 0.8/5, 5/50, 8/95, 12/95, 12.1/5, 15/5, 칼럼 온도:주위, 유량:1.0 ml/분, 희석제: ACN)에 의해 정제하여 (4S)-N7-(2,2-디플루오로프로필)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (90 mg, 0.178 mmol, 9.26% 수율). LCMS (m/z): 493.21[M+H]⁺, R_t = 1.38분.

[2527]

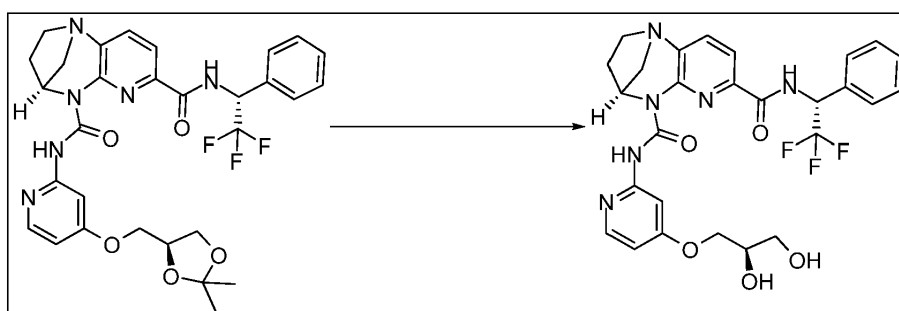
¹H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.42 (s, 1 H), 8.53 (br t, J =6.25 Hz, 1 H), 8.13 (d, J =5.92 Hz, 1 H), 7.78 - 7.70 (m, 2 H), 7.59 (d, J =2.19 Hz, 1 H), 6.72 (dd, J =5.92, 2.41 Hz, 1 H), 5.41 (dd, J =5.59, 2.96 Hz, 1 H), 5.02 (d, J =5.26 Hz, 1 H), 4.71 (br t, J =5.59 Hz, 1 H), 4.11 (dd, J =9.87, 3.73 Hz, 1 H), 4.02 - 3.78 (m, 4 H), 3.53 - 3.43 (m, 2 H), 3.22 - 3.05 (m, 3 H), 3.02 - 2.92 (m, 1 H), 2.27 - 2.14 (m, 1 H), 2.01 - 1.92 (m, 1 H), 1.67 (t, J =18.96 Hz, 3 H).

[2528]

실시예 184

[2529]

(4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-((R)-2,2,2-트리플루오로-1-페닐에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2530]

[2531]

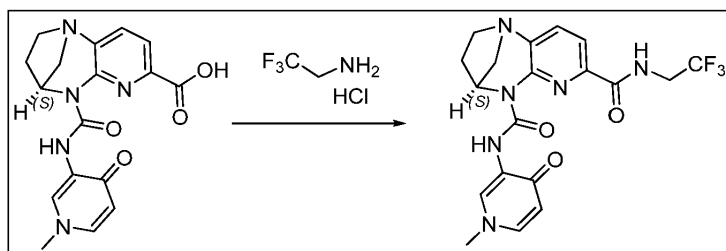
실온에서 메탄올 (10 mL) 중 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-2,2,2-트리플루오로-1-페닐에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (450 mg, 0.735 mmol)의 교반 용액에 2M HCl (0.5 mL, 1.000 mmol)을 첨가하고, 3시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH R_f : 0.2; UV 활성). 반응 혼합물을 농축시켜 메탄올을 완전히 제거하고, 포화 NaHCO_3 (15 mL) 용액을 사용하여 반응 혼합물을 염기성화시켰다. 생성된 고체를 여과하고, 물 (20 mL)로 세척하고, 고진공 하에 건조시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 디에틸에테르 (5 mL) 및 헵탄 (10 mL)으로 연화처리하여 (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-((R)-2,2,2-트리플루오로-1-페닐에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 희백색 고체로서 수득하였다

(320 mg, 0.557 mmol, 76% 수율). LCMS (m/z): 573.27 [M+H]⁺; Rt = 1.83분.

[2532] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.20 (s, 1 H), 8.56 (br d, J=9.65 Hz, 1 H), 7.99 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.91 (d, J=5.92 Hz, 1 H), 7.73 - 7.83 (m, 3 H), 7.68 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.31 - 7.41 (m, 3 H), 6.55 (dd, J=5.81, 2.30 Hz, 1 H), 6.04 - 6.25 (m, 1 H), 5.64 (dd, J=5.59, 2.96 Hz, 1 H), 4.05 - 4.27 (m, 3 H), 3.85 (br d, J=11.62 Hz, 1 H), 3.76 (br d, J=11.84 Hz, 1 H), 3.17 - 3.35 (m, 2 H), 3.11 (br d, J=12.06 Hz, 1 H), 3.02 (dd, J=12.28, 3.07 Hz, 1 H), 2.59 (br s, 1 H), 2.34 (dt, J=9.81, 4.85 Hz, 1 H), 1.87 - 2.15 (m, 2 H)

[2533] 실시예 185

[2534] (4S)-N5-(1-메틸-4-옥소-1,4-디히드로피리딘-3-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



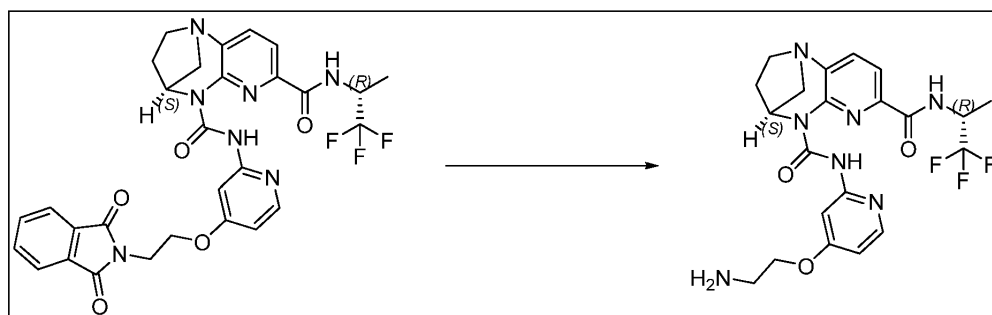
[2535]

[2536] 0℃에서 질소 하에 DMF (5 mL) 중 (4S)-5-((1-메틸-4-옥소-1,4-디히드로피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (250 mg, 0.704 mmol)의 교반 용액에 HATU (401 mg, 1.055 mmol), DIPEA (0.614 mL, 3.52 mmol) 및 2,2,2-트리플루오로에탄아민 히드로클로라이드 (114 mg, 0.844 mmol)를 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 100% EtOAc: R_f-0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 물 (50 mL)과 EtOAc (50 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 디에틸 에테르로 연화처리하여 (4S)-N5-(1-메틸-4-옥소-1,4-디히드로피리딘-3-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (180 mg, 0.411 mmol, 58.4% 수율). LCMS (m/z): 437.16[M+H]⁺, Rt = 1.72분.

[2537] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 12.25 (s, 1 H), 10.33 (br s, 1 H), 8.77 (d, J = 2.41 Hz, 1 H), 8.01 (d, J = 7.89 Hz, 1 H), 7.64 (d, J = 7.89 Hz, 1 H), 7.38 - 7.24 (m, 1 H), 6.47 (d, J = 7.23 Hz, 1 H), 5.65 (dd, J = 5.59, 3.18 Hz, 1 H), 4.38 - 4.13(m, 2 H), 3.77 (s, 3 H), 3.30 - 3.09 (m, 3 H), 2.91 - 3.03 (m, 1 H), 2.38 - 2.27 (m, 1 H), 2.03 (dt, J = 14.31, 7.21 Hz, 1 H).

[2538] 실시예 186

[2539] (4S)-N5-(4-(2-아미노에톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2540]

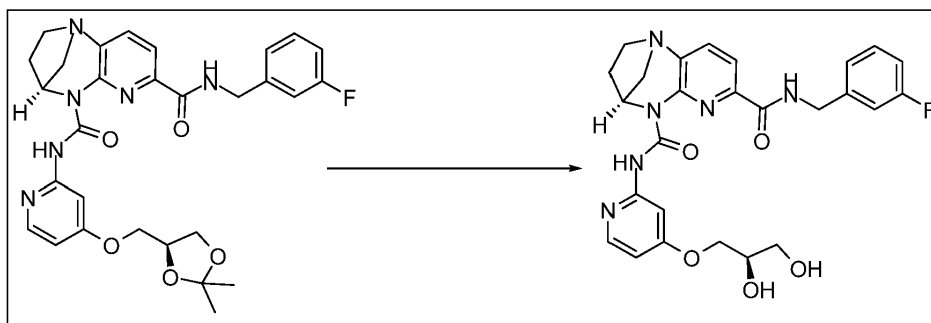
[2541] 테트라히드로푸란 (10 mL) 중 (4S)-N5-(4-(2-(1,3-디옥소이소인돌린-2-일)에톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (300

mg, 0.492 mmol)의 교반 용액에 히드라진 수화물 (1 mL, 31.9 mmol)을 실온에서 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 순수한 에틸 아세테이트; R_f : 0.1; UV 활성). 반응 혼합물을 물 (20 mL)로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2x 20 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 포화 염수 (20 mL) 용액으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득한 다음, 이것을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카겔: 100-200 메쉬, 용리액: n-헥산 중 90% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-(2-아미노에톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (180 mg, 0.372 mmol, 76% 수율). LCMS (m/z): 480.1 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 3.43분.

[2542] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.27 (s, 1 H), 8.05 (d, $J=5.92$ Hz, 2 H), 7.95 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.76 (d, $J=2.41$ Hz, 1 H), 7.67 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 6.59 (dd, $J=5.92, 2.41$ Hz, 1 H), 5.62 (dd, $J=5.92, 3.07$ Hz, 1 H), 5.11 -5.00 (m, 1 H), 4.11 (t, $J=5.15$ Hz, 2 H), 3.27 - 3.08 (m, 7 H), 3.05 - 2.99 (m, 1 H), 2.38 - 2.27 (m, 1 H), 2.11 - 2.02 (m, 1 H), 1.59 (d, $J=7.02$ Hz, 3 H).

[2543] 실시예 187

[2544] (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-(3-플루오로벤질)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



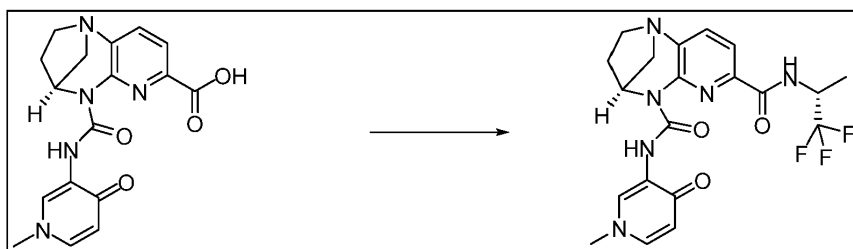
[2545]

[2546] 0°C에서 메탄올 (10 mL) 중 (4S)-N5-(4-((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-(3-플루오로벤질)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (400 mg, 0.711 mmol)의 교반 용액에 HCl (0.216 mL, 7.11 mmol)을 첨가하고, 3시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: R_f 0.1, EtOAc, UV 활성). 반응 혼합물을 감압 하에 농축시켜 잔류물을 수득하였다. 잔류물을 포화 중탄산나트륨 용액으로 중화시켜 고체 생성물을 수득하고, 여과하고, 건조시켜 (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-(3-플루오로벤질)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (250 mg, 0.474 mmol, 66.6% 수율). LCMS (m/z): 523.27 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t =1.62분.

[2547] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.72 (s, 1 H), 8.77 (br t, $J=6.03$ Hz, 1 H), 7.91 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.72 -7.64 (m, 3 H), 7.30 -7.26 (m, 2 H), 7.13 (br d, $J=9.87$ Hz, 1 H), 6.92 (td, $J=8.28, 2.30$ Hz, 1 H), 6.49 (dd, $J=5.92, 2.41$ Hz, 1 H), 5.57 (dd, $J=5.92, 3.07$ Hz, 1 H), 4.81 -4.68 (m, 2 H), 4.19 -4.09 (m, 3 H), 3.86 -3.69 (m, 2 H), 3.31- 3.21 (m, 3 H), 3.18 -3.10 (m, 1 H), 2.61 (br s, 1 H), 2.40 -2.28 (m, 1 H), 2.13 -1.98 (m, 2 H)

[2548] 실시예 188

[2549] (4S)-N5-(1-메틸-4-옥소-1,4-디히드로피리딘-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성:



[2550]

[2551]

25℃에서 DMF (2.5 mL) 중 (4S)-5-((1-메틸-4-옥소-1,4-디히드로피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (250 mg, 0.704 mmol)의 용액에 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 히드로클로라이드 (137 mg, 0.915 mmol), DIPEA (0.184 mL, 1.055 mmol) 및 HATU (401 mg, 1.055 mmol)를 첨가하고, 실온에서 2시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% MeOH, R_f 값: 0.5). 반응 혼합물을 물 (40mL)로 켄칭하고, 15분 동안 교반하고, 생성된 고체를 여과하고, 디에틸 에테르 (20 mL), n-펜탄 (25 mL)으로 연화처리하고, 건조시켜 (4S)-N5-(1-메틸-4-옥소-1,4-디히드로피리딘-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (185 mg, 0.400 mmol, 56.9% 수율). LCMS (m/z) = 451.20 $[M+H]^+$, R_t = 1.86분.

[2552]

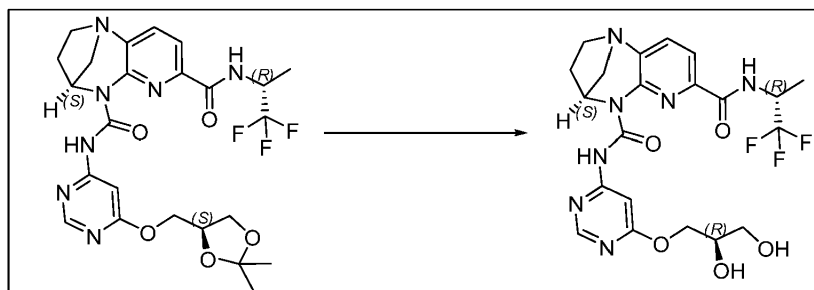
^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 12.30 (s, 1 H), 10.01 (br d, J =8.99 Hz, 1 H), 8.67 (d, J =2.19 Hz, 1 H), 8.04 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.63 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.16 - 7.40 (m, 1 H), 6.44 (d, J =7.23 Hz, 1 H), 5.63 (dd, J =6.03, 3.18 Hz, 1 H), 4.97 - 5.14 (m, 1 H), 3.76 (s, 3 H), 3.05 - 3.30 (m, 3 H), 2.89 - 3.03 (m, 1 H), 2.20 - 2.34 (m, 1 H), 2.03 (dt, J =14.36, 7.29 Hz, 1 H), 1.67 (d, J =7.02 Hz, 3 H)

[2553]

실시예 189

[2554]

(4S)-N5-(6-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리미딘-4-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2555]

[2556]

0℃에서 메탄올 (5 mL) 중 4(S)-N5-(6-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-4-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (0.14 g, 0.254 mmol)의 교반 용액에 수성 HCl (0.304 mL, 10.00 mmol, 36%)을 첨가하고, 3시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f -0.2; UV 활성). 반응 혼합물을 포화 중탄산나트륨 용액을 첨가함으로써 염기성화시킨 다음 (pH-8-9까지), 농축시켰다. 잔류물을 물 (10 mL)로 희석하고, EtOAc (2x25 mL)로 추출하였다. 합한 유기 추출물을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 디에틸 에테르 (10 mL)로 연화처리하여 목적 생성물 (4S)-N5-(6-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리미딘-4-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (0.085g, 0.166 mmol, 65.4% 수율). LCMS (m/z): 512.25 $[M+H]^+$, R_t = 1.76분.

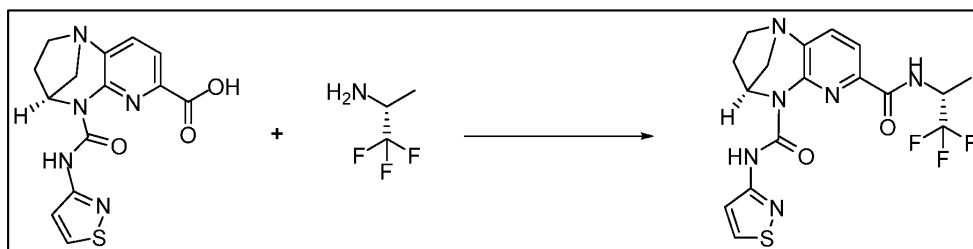
[2557]

^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.44 (s, 1 H), 8.41 (s, 1 H), 7.99 (d, J = 7.89 Hz, 1 H), 7.81 (br d, J = 9.43 Hz, 1 H), 7.71 (d, J = 7.89 Hz, 1 H), 7.53 (d, J = 0.88 Hz, 1 H), 5.62 (dd, J = 5.81, 2.96 Hz, 1 H), 5.06 (dq, J = 16.83, 7.25 Hz, 1 H), 4.40 - 4.61 (m, 2 H), 4.02 - 4.13 (m, 1 H), 3.62 - 3.82 (m, 2 H), 3.20 - 3.35 (m, 3 H), 2.97 - 3.16 (m, 2 H), 2.43 (t, J =6.25 Hz, 1 H), 2.26 - 2.37 (m, 1 H), 2.05

(dt, J=14.52, 7.10 Hz, 1 H), 1.52 - 1.63 (m, 3 H).

[2558] 실시예 190

[2559] (4S)-N5-(이소티아졸-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



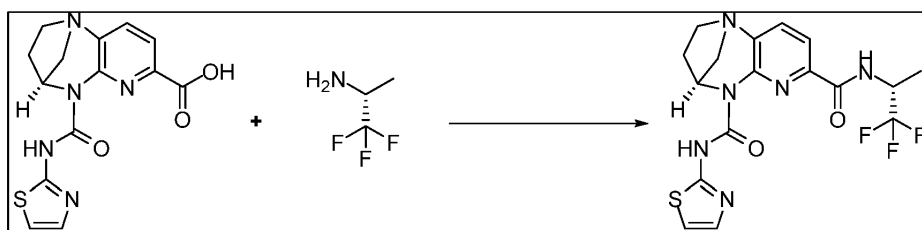
[2560]

[2561] 실온에서 질소 하에 DMF (15 mL) 중 (4S)-5-(이소티아졸-3-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (400 mg, 1.207 mmol)의 교반 용액에 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (137 mg, 1.207 mmol), HATU (689 mg, 1.811 mmol) 및 DIPEA (1.265 mL, 7.24 mmol)를 첨가한 다음, 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리 시스템: DCM 중 10% MeOH; R_f -0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 물 (15 mL)로 켄칭하고, EtOAc (2 x 15 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 분리하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 크로마토그래피 (그레이스, C-18 역 칼럼 사용, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: ACN, 용리액 A 중 28% B)에 의해 정제하였다. 합한 분획을 농축시키고, 포화 NaHCO_3 을 사용하여 염기성화시켰다. 수성 층을 DCM으로 추출하고, DCM 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 (4S)-N5-(이소티아졸-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (230 mg, 0.536 mmol, 44.4% 수율). LCMS (m/z): 427.15 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t =2.22분.

[2562] ^1H NMR (400MHz, CDCl_3): δ ppm 13.46 (s, 1 H), 8.63 (d, J=4.8 Hz, 1 H), 7.94 (d, J=7.9 Hz, 1 H), 7.80 (d, J=4.8 Hz, 1 H), 7.68 (d, J=7.9 Hz, 1 H), 7.64 - 7.56 (m, 1 H), 5.62 (dd, J=3.0, 6.0 Hz, 1 H), 5.00 (td, J=7.2, 9.5 Hz, 1 H), 3.31 - 3.07 (m, 3 H), 3.07 - 2.95 (m, 1 H), 2.48 - 2.20 (m, 1 H), 2.19 - 2.00 (m, 1 H), 1.59 (d, J=7.2 Hz, 3 H).

[2563] 실시예 191

[2564] (4S)-N5-(티아졸-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



[2565]

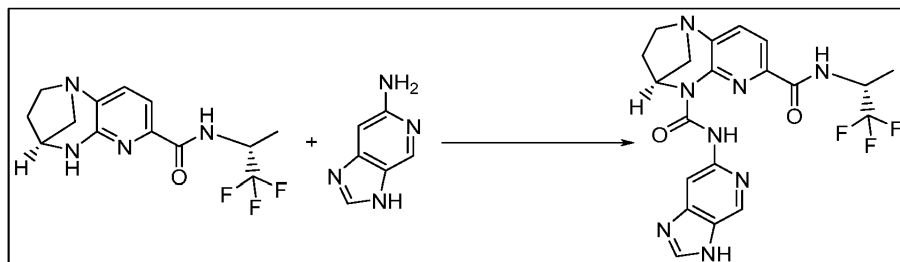
[2566] 실온에서 질소 하에 DMF (15 mL) 중 (4S)-5-(티아졸-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (270mg, 0.815 mmol)의 교반 용액에 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (92 mg, 0.815 mmol), HATU (465 mg, 1.222 mmol)를 첨가하고, DIPEA (0.854 mL, 4.89 mmol)를 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리 시스템: DCM 중 10% MeOH; R_f -0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 물 (15 mL)로 켄칭하고, EtOAc (2x15 mL)로 추출하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 크로마토그래피 (그레이스, C-18 역 칼럼 사용, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: ACN, 용리액 A 중 34% B)에 의해 정제하였다. 합한 분획을 농축시키고, 포화 NaHCO_3 으로 염기성화시켰다. 수성 층을 DCM으로 추출하고, DCM 층을 분리하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 (4S)-N5-(티아졸-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피

리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (32 mg, 0.074 mmol, 9.09% 수율). LCMS (m/z): 427.15 [M+H]⁺, Rt = 2.18분.

[2567] ¹H NMR (400MHz, CDCl₃): δ ppm 13.89 (s, 1 H), 7.95 (d, J=7.9 Hz, 1 H), 7.71 (d, J=7.9 Hz, 1 H), 7.52 - 7.33 (m, 2 H), 6.95 (d, J=3.5 Hz, 1 H), 5.64 (dd, J=3.0, 5.8 Hz, 1 H), 5.10 - 4.90 (m, 1 H), 3.35 - 3.09 (m, 3 H), 3.09 - 2.83 (m, 1 H), 2.48 - 2.26 (m, 1 H), 2.20 - 1.96 (m, 1 H), 1.64 (d, J=7.2 Hz, 3 H).

[2568] 실시예 192

[2569] (4S)-N5-(3H-이미다조[4,5-c]피리딘-6-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



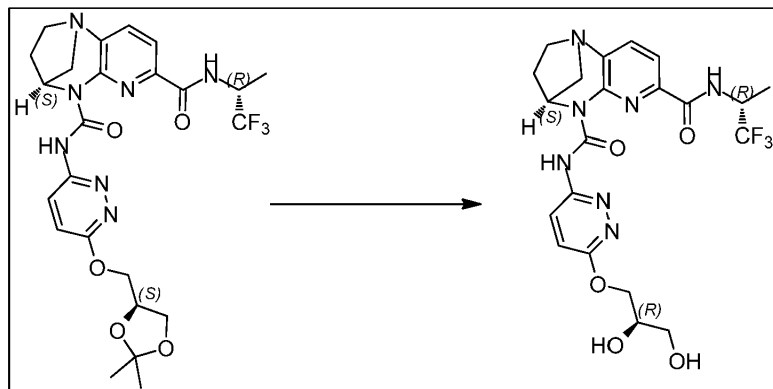
[2570]

[2571] 실온에서 THF (30 mL) 중 (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복스아미드 (300 mg, 0.999 mmol)의 교반 용액에 TEA (0.836 mL, 5.99 mmol) 및 트리포스겐 (296 mg, 0.999 mmol)를 첨가하고, 1시간 동안 교반한 다음, 3H-이미다조[4,5-c]피리딘-6-아민 (134 mg, 0.999 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 65℃에서 16시간 동안 가열하였다 (TLC 용리액: 100% EtOAc; R_f-0.2; UV 활성). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 진공 하에 농축시키고, 잔류물을 물 (20 mL)과 DCM (2x30 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 크로마토그래피 (그레이스 기기, C-18 역 칼럼, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: ACN, 생성물을 A 중 20% B로 용리시킴)에 의해 정제하고, 화합물 분획을 농축시키고, NaHCO₃의 포화 용액을 사용하여 염기성화시키고, 수성 층을 DCM으로 추출하였다. DCM 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 증발시켜 순수한 (4S)-N5-(3H-이미다조[4,5-c]피리딘-6-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (36 mg, 0.078 mmol, 7.82% 수율). LCMS (m/z): 461.17 [M+H]⁺, Rt = 1.64분.

[2572] ¹H NMR (400MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.04 (br s, 1 H), 12.75 (br s, 1 H), 8.59 (br s, 1 H), 8.33 (br s, 2 H), 8.24 (br s, 1 H), 7.76 (br s, 2 H), 5.50 (br s, 1 H), 5.01 (br s, 1 H), 3.20 - 2.89 (m, 4 H), 2.24 (br s, 1 H), 1.98 (br s, 1 H), 1.59 (br d, J=6.4 Hz, 3 H).

[2573] 실시예 193

[2574] (4S)-N5-(6-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리다진-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로 프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2575]

[2576]

메탄올 (5 mL) 중 (4S)-N5-(6-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리다진-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (150 mg, 0.272 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 HCl (1.5 mL, 9.00 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 2시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH, R_f : 0.3). 반응 혼합물을 진공 하에 농축시키고, 잔류물을 중탄산나트륨 용액으로 중화시키고, 에틸 아세테이트 (2 X 30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 목적 생성물 (4S)-N5-(6-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리다진-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 갈색 고체로서 수득하였다 (101 mg, 0.195 mmol, 71.7% 수율). LCMS (m/z): 512.18 $[M+H]^+$, R_t = 1.68분.

[2577]

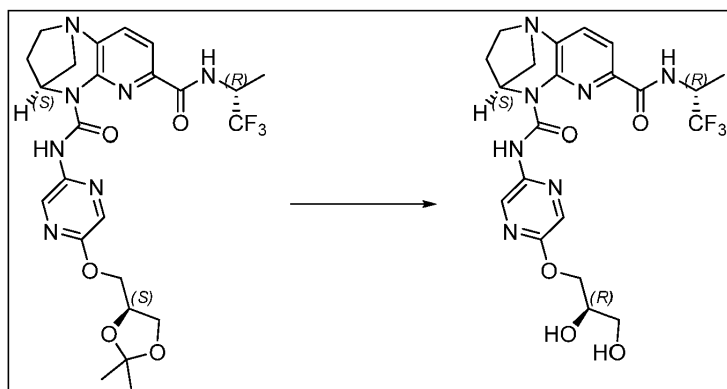
^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.81 (s, 1 H), 8.40 (d, J =9.43 Hz, 1 H), 7.97 (d, J =7.89 Hz, 2 H), 7.70 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.10 (d, J =9.43 Hz, 1 H), 5.62 (dd, J =6.14, 3.07 Hz, 1 H), 5.13 - 4.93 (m, 1 H), 4.68 - 4.50 (m, 2 H), 4.14 - 4.07 (m, 1 H), 3.82 - 3.66 (m, 2 H), 3.49 (s, 1 H), 3.32 - 3.09 (m, 3 H), 3.06 - 3.00 (m, 1 H), 2.40 - 2.28 (m, 2 H), 2.13 - 1.98 (m, 1 H), 1.69 (d, J =7.23 Hz, 3 H).

[2578]

실시예 194

[2579]

(4S)-N5-(5-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리다진-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2580]

[2581]

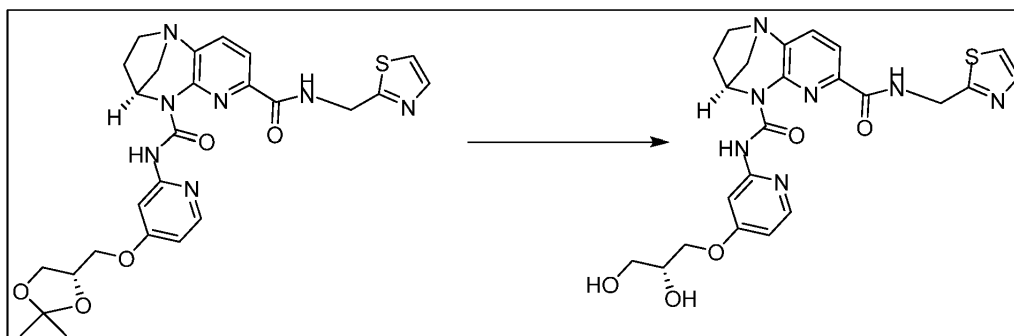
0℃에서 테트라히드로푸란 (10 mL) 중 (4S)-N5-(5-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리다진-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (500 mg, 0.907 mmol)의 교반 용액에 염산 (2 mL, 395 mmol)을 5분의 기간에 걸쳐 적가하였다. 이어서, 반응 혼합물을 30℃에서 30분 동안 교반하였다 (TLC: 에틸 아세테이트, R_f = 0.3, UV 활성). 반응 혼합물로부터 유기 용매를 감압 하에 완전히 증발시키고, 수득된 조 물질을 중탄산나트륨 용액 (15 mL)으로 중화시키고, EtOAc (100 mLx2)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (50 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 n-펜탄 (2 x 20 mL)으로 연화 처리하고, 부호너 깔때기를 통해 여과하고, n-펜탄으로 행귀 목적 생성물 (4S)-N5-(5-((R)-2,3-디히드록시프로

폭시)피라진-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (245 mg, 0.466 mmol, 51.4% 수율). LCMS: (m/z): 512.25 [M+H]⁺, Rt = 1.72분.

[2582] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.11 (s, 1 H), 8.97 (d, J=1.32 Hz, 1 H), 7.98 -7.88 (m, 2 H), 7.69 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.61-7.60(s, 1 H), 5.65 (dd, J=5.81, 3.18 Hz, 1 H), 5.04 (dq, J=16.85, 7.24 Hz, 1 H), 4.55 - 4.39 (m, 2 H), 4.11 (d, J=4.17 Hz, 1 H), 3.85 - 3.69 (m, 2 H), 3.29 - 3.20 (m, 2 H), 3.13 - 2.94 (m, 3 H), 2.44 -2.31 (m, 2 H), 2.10 - 2.00 (m, 1 H), 1.56 (s, 3 H).

[2583] 실시예 195

[2584] (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-(티아졸-2-일메틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



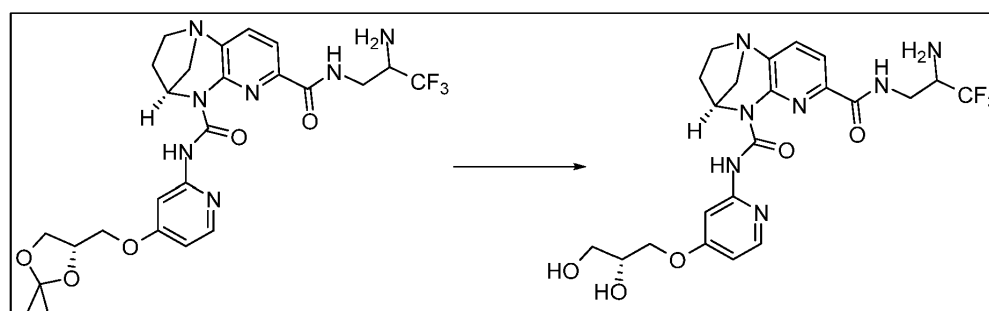
[2585]

[2586] 0℃에서 메탄올 (5 mL) 중 (4S)-N5-(4-((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-(티아졸-2-일메틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (300 mg, 0.544 mmol)의 교반 용액에 수성 HCl (0.459 mL, 5.44 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 2시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 100% EtOAc: R_f-0.2; UV 활성). 반응 혼합물을 포화 중탄산나트륨 용액으로 염기성화시키고 (pH-8-9까지), 용매를 감압 하에 증발시켰다. 잔류물을 물 (5 mL)로 희석하고, 디클로로메탄 (2x50 mL)으로 추출하였다. 합한 유기 추출물을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 진공 하에 증발시키고, 조 생성물을 펜탄 (2x10 mL)으로 연화처리하여 (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-(티아졸-2-일메틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (204 mg, 0.395 mmol, 72.7% 수율). LCMS (m/z): 512.22 [M+H]⁺, Rt = 1.33분.

[2587] ¹H NMR (400MHz, DMSO-d₆): δ ppm 14.03 - 13.05 (m, 1 H), 9.10 (br s, 1 H), 7.95 (br d, J=5.5 Hz, 1 H), 7.82 - 7.67 (m, 3 H), 7.66 - 7.50 (m, 2 H), 6.67 (br d, J=4.2 Hz, 1 H), 5.39 (br s, 1 H), 4.95 (br d, J=5.3 Hz, 4 H), 4.10 (br d, J=6.1 Hz, 1 H), 4.02 - 3.89 (m, 1 H), 3.81 (br s, 1 H), 3.46 (br s, 2 H), 3.23 - 3.04 (m, 3 H), 2.98 (br d, J=10.3 Hz, 1 H), 2.36 - 2.12 (m, 1 H), 2.06 - 1.80 (m, 1 H)

[2588] 실시예 196

[2589] (4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



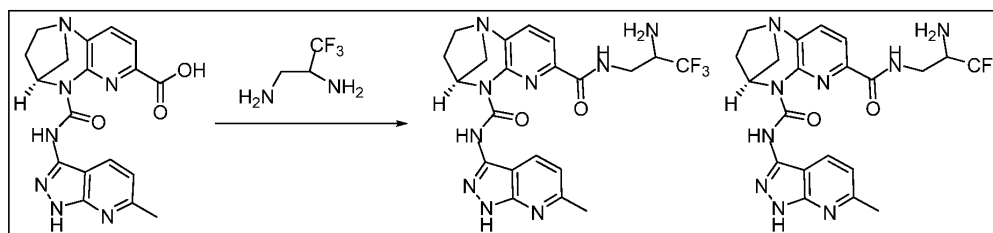
[2590]

[2591] 실온에서 메탄올 (10 mL) 중 (4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (500 mg, 0.884 mmol)의 키랄 SFC에서의 가장 빠른 용리 이성질체의 용액에 수성 HCl (0.077 mL, 0.884 mmol)을 첨가하고, 2시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올, R_f 값: 0.1). 용매를 증발시키고, 포화 수성 NaHCO_3 용액 (50 mL)으로 중화시켰다. 침전된 고체를 여과하고, 건조시켜 (4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (355 mg, 0.668 mmol, 76% 수율). LCMS (m/z): 526.26 $[M+H]^+$, R_t = 1.21분.

[2592] ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 13.18 (s, 1 H), 8.44 (br t, $J=6.03$ Hz, 1 H), 8.10 (d, $J=5.92$ Hz, 1 H), 7.75 - 7.68 (m, 1 H), 7.69 - 7.62 (m, 2 H), 6.82 - 6.67 (m, 1 H), 5.43 (dd, $J=5.59$, 2.96 Hz, 1 H), 5.05 (br s, 1 H), 4.74 (br s, 1 H), 4.12 (dd, $J=9.87$, 3.95 Hz, 1 H), 3.96 (dd, $J=9.76$, 6.25 Hz, 1 H), 3.83 (br s, 1 H), 3.76 - 3.53 (m, 2 H), 3.51 - 3.30 (m, 3 H), 3.25 - 3.03 (m, 3 H), 3.01 - 2.93 (m, 1 H), 2.28 - 2.11 (m, 3 H), 2.01 - 1.85 (m, 1 H).

[2593] 실시예 197

[2594] (4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(6-메틸-1H-피라졸로-[3,4-b]피리딘-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도-[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2595]

[2596] 실온에서 DMF (50 mL) 중 (4S)-5-((6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1.00 g, 2.64 mmol)의 용액에 HATU (1.002 g, 2.64 mmol), DIPEA (1.381 mL, 7.91 mmol)에 이어서 3,3,3-트리플루오로프로판-1,2-디아민 (0.405 g, 3.16 mmol)을 첨가하고, 반응물을 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올, R_f 값: 0.5). 반응 혼합물을 냉수 (100 mL)로 희석하고, 실온에서 15분 동안 교반하였다. 침전된 고체를 여과하고, 진공 하에 건조시켜 (4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 부분입체이성질체 혼합물을 수득하였다. 부분입체이성질체를 키랄 SFC (칼럼/치수: 키랄셀 OD-H (250x21 mm, 5 μ), % CO_2 : 60.0, % 공용매: 40.0 (메탄올 중 0.5% DEA), 총 유량: 70.0 g/분, 배압: 100.0 bar, UV: 216 nm, 스택 시간: 4.0분, 로드/주입: 4.0mg, 용해도: 메탄올, 총 주입 횟수: 200, 기기 세부사항: 타르 SFC- 80)에 의해 분리하여 2종의 단일 이성질체를 수득하였다.

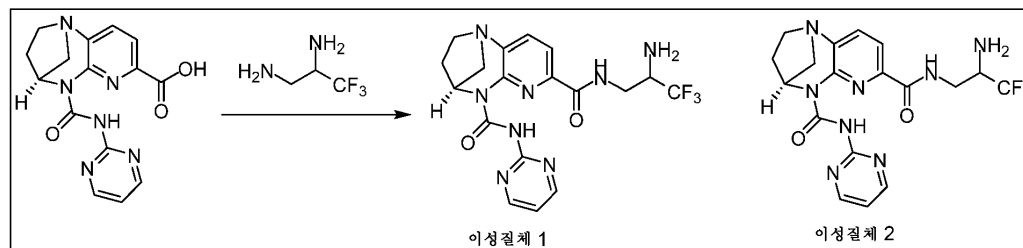
[2597] 피크 1: 가장 빠른 용리 이성질체의 분획을 농축시킨 다음, 디에틸에테르로 연화처리하여 (4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (150 mg, 0.294 mmol, 11.17% 수율). LCMS (m/z): 490.22 $[M+1]^+$, R_t = 1.49분.

[2598] ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 13.07 - 12.86 (m, 1 H), 12.74 (s, 1 H), 8.54 (br s, 1 H), 8.44 (br d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.72 (br d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.60 (br d, $J=7.67$ Hz, 1 H), 6.93 - 7.08 (m, 1 H), 5.48 (br s, 1 H), 3.65 (br d, $J=12.72$ Hz, 2 H), 3.55 (br s, 1 H), 3.20 - 3.04 (m, 4 H), 2.57 (s, 3 H), 2.36 - 2.16 (m, 1 H), 2.07 (br s, 3 H).

[2599] 실시예 198

[2600] (4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(피리미딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-

b)[1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2601]

[2602]

질소 하에 실온에서 DMF (20 mL) 중 (4S)-5-(피리미딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도 [2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (4 g, 12.26 mmol)의 교반 용액에 HATU (6.99 g, 18.39 mmol)에 이어서 DIPEA (6.42 mL, 36.8 mmol)를 첨가하고, 10분 동안 교반한 다음, 고체 3,3,3-트리플루오로프로판-1,2-디아민 (1.884 g, 14.71 mmol)을 1 부분으로 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.3). 반응 혼합물을 냉수 (60 mL)에 붓고, EtOAc (2x100 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 크로마토그래피 (그레이스 기기, C-18 역 칼럼, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: 아세토니트릴, A 중 30%B로 용리시킴)에 의해 정제하였다. 합한 생성물 분획을 농축시키고, 포화 NaHCO_3 용액을 사용하여 염기성화시키고, 수성 층을 DCM으로 추출하였다. 합한 DCM 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 증발시켜 목적 생성물을 부분입체이성질체 혼합물로서 수득하였다 (1.5 g, LCMS-92%). 부분입체이성질체를 키랄 SFC 정제 (칼럼/치수: 키랄팩-IE (250x30)mm, 5 μ ; 이동상-A: n-헥산 중 0.2% 이소프로필아민; 이동상-B: 에탄올; 방법-등용매 20:80 (A:B); 유량: 40 mL/분; 온도: 주위; 파장: 264nm; 실행 시간: 33분; 스테킹 시간: 17분 용해도: 약간의 DCM이 첨가된 에탄올; 로딩능/주입: 13.21 mg/주입; 총 주입: 114; 기기 세부사항: YMC 정제용-02)에 의해 분리하여 미지의 절대 입체화학을 갖는 2종의 단일 이성질체를 수득하였다. 빠른 용리 이성질체의 분획을 농축시키고, 추가로 크로마토그래피 (그레이스 기기, C-18 역 칼럼, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: 아세토니트릴, A 중 32%B로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(피리미딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (150 mg, 0.343 mmol, 2.80% 수율).

[2603]

LC-MS (m/z): 437.27 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.29분.

[2604]

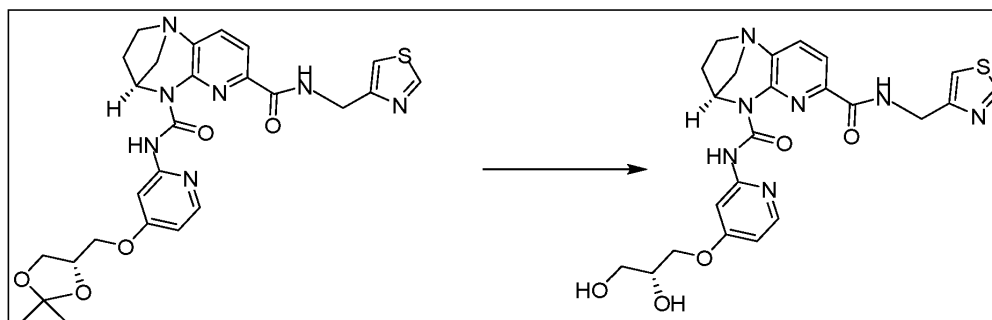
^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 13.31 (s, 1 H), 8.67 (d, $J=4.82$ Hz, 2 H), 8.45 (br t, $J=6.03$ Hz, 1 H), 7.55 - 7.81 (m, 2 H), 7.21 (t, $J=4.82$ Hz, 1 H), 5.43 (dd, $J=5.59$, 2.74 Hz, 1 H), 3.71 (dt, $J=13.32$, 5.29 Hz, 1 H), 3.56 (br d, $J=4.17$ Hz, 1 H), 3.38 (dt, $J=13.76$, 7.04 Hz, 1 H), 3.03 - 3.22 (m, 3 H), 2.93 - 3.00 (m, 1 H), 2.18 - 2.29 (m, 1 H), 2.12 (br d, $J=7.23$ Hz, 2 H), 1.91 (dt, $J=13.92$, 7.07 Hz, 1 H).

[2605]

실시예 199

[2606]

(4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-(티아졸-4-일메틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도 [2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



[2607]

[2608]

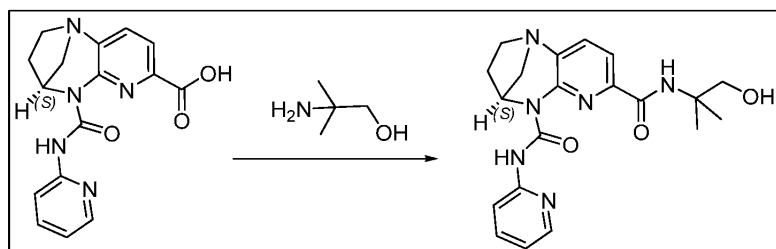
0°C에서 메탄올 (10 mL) 중 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-(티아졸-

4-일메틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (250 mg, 0.453 mmol)의 교반 용액에 수성 HCl (3 mL, 99 mmol)을 첨가하고, 2시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 10% MeOH&DCM: R_f -0.2; UV 활성). 반응 혼합물을 포화 중탄산나트륨 용액으로 염기성화시키고 (pH-8-9까지), 용매를 감압 하에 증발시켰다. 생성된 고체를 여과하고, 물로 세척하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드로시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-(티아졸-4-일메틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (104 mg, 0.202 mmol, 44.6% 수율). LCMS (m/z): 512.22 $[M+H]^+$, R_t = 1.28분.

[2609] ^1H NMR: (400MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.76 (s, 1 H), 8.91 (br t, J =5.8 Hz, 1 H), 8.75 (d, J =2.2 Hz, 1 H), 7.97 - 7.87 (m, 1 H), 7.91 (d, J =7.9 Hz, 1 H), 7.84 (d, J =5.7 Hz, 1 H), 7.69 - 7.62 (m, 1 H), 7.33 - 7.28 (m, 1 H), 6.50 (dd, J =2.4, 5.7 Hz, 1 H), 5.56 (dd, J =3.1, 5.9 Hz, 1 H), 4.96 (dd, J =1.9, 6.0 Hz, 2 H), 4.22 - 4.09 (m, 3 H), 3.89 - 3.80 (m, 1 H), 3.78 - 3.70 (m, 1 H), 3.31 - 3.17 (m, 1 H), 3.16 - 3.08 (m, 1 H), 3.04 (d, J =3.1 Hz, 1 H), 3.01 (d, J =3.3 Hz, 1 H), 2.58 (br s, 1 H), 2.38 - 2.26 (m, 1 H), 2.11 - 1.96 (m, 2 H)

[2610] 실시예 200

[2611] (4S)-N7-(1-히드록시-2-메틸프로판-2-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



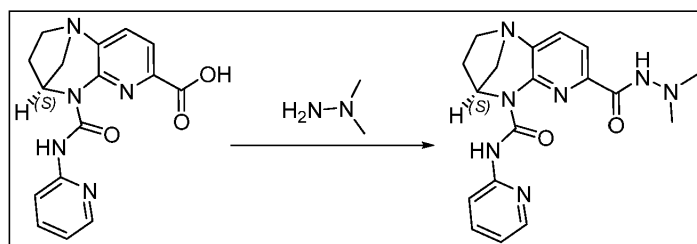
[2612]

[2613] 0℃에서 DMF (4 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (400 mg, 1.230 mmol)의 교반 용액에 HATU (935 mg, 2.459 mmol) 및 DIPEA (1.074 mL, 6.15 mmol)를 첨가하고, 10분 동안 교반하였다. 이어서, 2-아미노-2-메틸프로판-1-올 (219 mg, 2.459 mmol)를 0℃에서 첨가하고, 생성된 용액을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH, R_f -0.2; UV 활성). 반응 혼합물에 빙냉수 (20 mL)를 첨가하고, 에틸아세테이트 (50 mL)로 추출하였다. 분리된 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, 용리액 EtOAc)에 의해 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 화합물을 수득하였으며, 이를 물 (25 mL) 및 ACN (25 mL) 중에 용해시키고, 동결건조에 대해 유지하여 (4S)-N7-(1-히드록시-2-메틸프로판-2-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (255 mg, 0.616 mmol, 50.1% 수율). LCMS (m/z): 397.03 $[M+H]^+$, R_t = 1.67분.

[2614] ^1H NMR (400 MHz, $DMSO-d_6$): δ ppm 12.65 (s, 1 H), 8.18 - 8.33 (m, 1 H), 8.04 - 8.15 (m, 1 H), 7.61 - 7.88 (m, 3 H), 7.40 - 7.52 (m, 1 H), 7.00 - 7.20 (m, 1 H), 5.37 - 5.56 (m, 1 H), 4.84 (t, J =5.92 Hz, 1 H), 3.61 (d, J =6.14 Hz, 2 H), 3.02 - 3.24 (m, 3 H), 2.85 - 3.00 (m, 1 H), 2.23 (dddd, J =13.67, 9.84, 5.97, 3.84 Hz, 1 H), 1.86 - 2.09 (m, 1 H), 1.34 - 1.56 (m, 6 H)

[2615] 실시예 201

[2616] (4S)-7-(2,2-디메틸히드라진카르보닐)-N-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복사미드의 합성



[2617]

[2618]

0℃에서 DMF (3 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 교반 용액에 HATU (701 mg, 1.844 mmol) 및 DIPEA (0.483 mL, 2.77 mmol)를 첨가하고, 10분 동안 교반하였다. 이어서, 1,1-디메틸히드라진 (0.140 mL, 1.844 mmol)을 1 부분으로 0℃에서 첨가하고, 생성된 용액을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH, R_f : 0.4; UV 활성). 반응 혼합물을 빙냉수 50 mL로 희석하여 고체를 수득하였으며, 이를 여과하고, 건조시켜 (4S)-7-(2-디메틸히드라진카르보닐)-N-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (149 mg, 0.403 mmol, 43.7% 수율). LCMS (m/z): 368.10 $[M+H]^+$, R_t = 1.47분.

[2619]

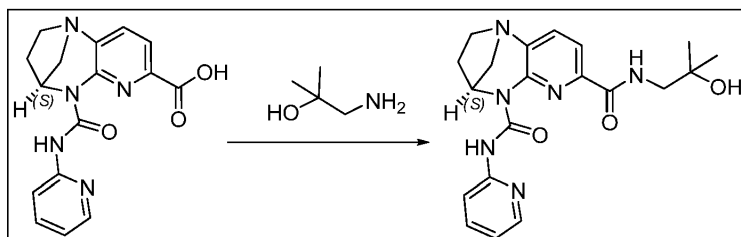
^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.31 (s, 1 H), 8.76 (s, 1 H), 8.33 (dd, J = 4.93, 0.99 Hz, 1 H), 8.18 (d, J = 8.33 Hz, 1 H), 7.96 (d, J = 7.89 Hz, 1 H), 7.74 (t, J = 7.83 Hz, 1 H), 7.65 (d, J = 7.89 Hz, 1 H), 6.93 - 7.17 (m, 1 H), 5.65 (dd, J = 5.92, 3.07 Hz, 1 H), 3.20 - 3.31 (m, 2 H), 3.06-3.20(m, 1 H), 2.85 - 3.05 (m, 1 H), 2.82 (s, 6 H), 2.19 - 2.41 (m, 1 H), 1.97 - 2.17 (m, 1 H).

[2620]

실시예 202

[2621]

(4S)-N7-(2-히드록시-2-메틸프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1, 4-메타노피리도 [2, 3-b][1, 4] 디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2622]

[2623]

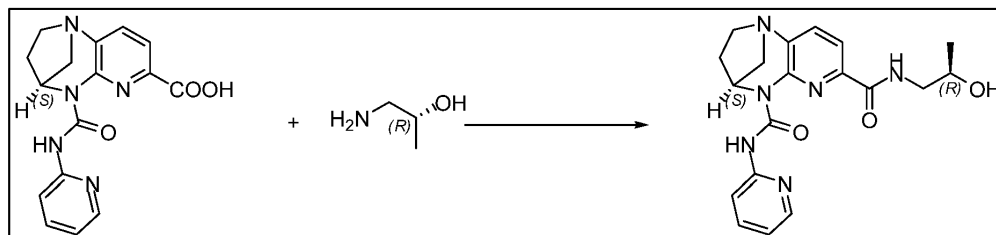
0℃에서 DMF (5 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (800 mg, 2.459 mmol)의 교반 용액에 HATU (1870 mg, 4.92 mmol) 및 DIPEA (1.288 mL, 7.38 mmol)를 첨가하고, 10분 동안 교반하였다. 이어서, 1-아미노-2-메틸프로판-2-올 (219 mg, 2.459 mmol)을 0℃에서 첨가하고, 생성된 용액을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 10% MeOH, R_f : 0.5; UV 활성). 반응 혼합물을 냉수 (30 ml)에 붓고, 수성 층을 EtOAc (2 x 35 ml)로 추출하고, 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, 헥산 중 95% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하여 목적 화합물을 90% 순도로 수득하였으며, 이를 추가로 정제용 HPLC (칼럼: 엑스브리지 [(150x19)mm 5 μ]; 이동상-A: 10 mM 중탄산암모늄 (수성), 이동상-B: 아세토니트릴; 방법 - T%B 0/10,10/60,10.1/10,15/10; 유량: 19 ml/분; 용해도: THF+ACN)에 의해 정제하여 (4S)-N7-(2-히드록시-2-메틸프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (120 mg, 0.302 mmol, 12.27% 수율). LCMS (m/z): 397.12 $[M+H]^+$, R_t = 1.56분.

[2624]

^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.02 (s, 1 H), 8.29 (ddd, J = 5.04, 1.97, 0.88 Hz, 1 H), 8.21 (dt, J = 8.33, 0.88 Hz, 1 H), 8.04 (br s, 1 H), 7.88 (d, J = 7.89 Hz, 1 H), 7.61 - 7.79 (m, 2 H), 6.93 - 7.12 (m, 1 H), 5.65 (dd, J = 5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.32 (br s, 1 H), 3.48 - 3.68 (m, 2 H), 3.08 - 3.33 (m, 3 H), 2.94 - 3.08 (m, 1 H), 2.23 - 2.42 (m, 1 H), 1.99 - 2.13 (m, 1 H), 1.33 (d, J = 2.85 Hz, 6 H).

[2625] 실시예 203

[2626] (4S)-N7-((R)-2-히드록시프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



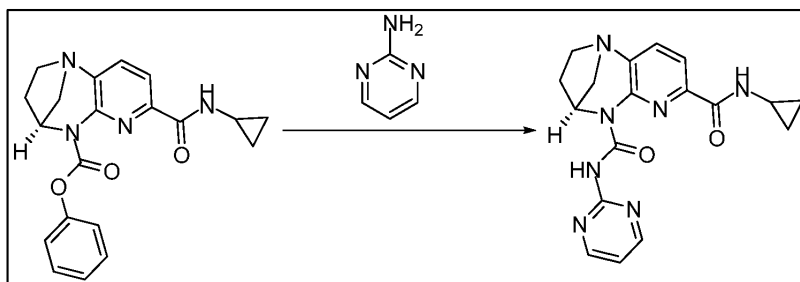
[2627]

[2628] N,N-디메틸포름아미드 (10 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol) 및 (R)-1-아미노프로판-2-올 (104 mg, 1.383 mmol) 의 교반 용액에 DIPEA (0.805 mL, 4.61 mmol)에 이어서 HATU (701 mg, 1.844 mmol)를 실온에서 첨가한 다음, 동일한 온도에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용매: EtOAc 중 5% MeOH, R_f : 0.5; UV 활성). 반응 혼합물을 빙 냉수 (10 mL)와 에틸 아세테이트 (15 mL X 2) 사이에 분배하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였으며, 이를 정제용 HPLC (칼럼: 엑스브리지 C 18(75 X4.6mm, 3.5 μ), 이동상: A: 0.01 M 중탄산암모늄 B: ACN; 구배: 시간/ %B: 0/5, 0.8/5, 5/50, 8/95, 12/95, 12.1/5, 15/5; 칼럼 온도: 주위, 유량: 1.0ml/분; 희석제: ACN)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-((R)-2-히드록시프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (120 mg, 0.311 mmol, 33.8% 수율). LCMS (m/z): 383.09 [$M+H$]⁺, R_t = 1.46 분.

[2629] ¹H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.08 (s, 1 H), 8.30 - 8.25 (m, 1 H), 8.21 - 8.17 (m, 1 H), 8.03 (br s, 1 H), 7.87 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.77 - 7.70 (m, 1 H), 7.66 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.03 (ddd, J =7.29, 4.99, 1.10 Hz, 1 H), 5.67 (dd, J =6.03, 3.18 Hz, 1 H), 4.23 (br s, 1 H), 4.15 - 4.08 (m, 1 H), 3.74 (ddd, J =13.70, 6.47, 2.85 Hz, 1 H), 3.42 (ddd, J =13.70, 8.00, 5.70 Hz, 1 H), 3.32 - 3.09 (m, 3 H), 3.06 - 2.99 (m, 1 H), 2.39 - 2.28 (m, 1 H), 2.10 - 2.02 (m, 1 H), 1.30 (d, J =6.36 Hz, 3 H).

[2630] 실시예 204

[2631] (4S)-N7-시클로프로필-N5-(피리미딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2632]

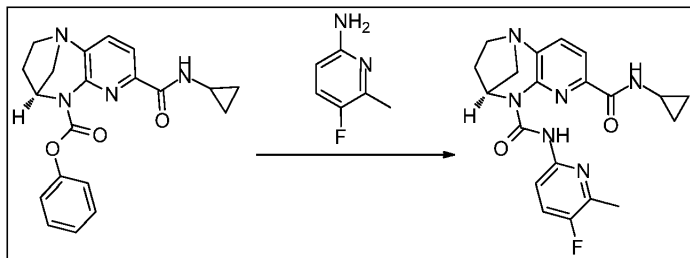
[2633] THF (20 mL) 중 피리미딘-2-아민 (157 mg, 1.647 mmol)의 교반 용액에 질소 하에 -78℃에서 1M LiHMDS의 용액 (2.74 mL, 2.74 mmol)을 적가하고, 30분 동안 교반한 다음, THF (5 mL) 중 (4S)-페닐 7-(시클로프로필카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트 (500 mg, 1.372 mmol)의 용액을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 -78℃에서 1시간 동안 교반하고, 실온에서 6시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% MeOH, R_f 값: 0.3). 반응 혼합물을 수성 NH_4Cl (10 mL)로 켄칭하고, 수성 층을 EtOAc (2x20 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카겔, 용리액 DCM 중 2.8% MeOH)에 의해 정제하여 (4S)-N7-시클로프로필-N5-(피리미딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카

르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (280 mg, 0.761 mmol, 55.5% 수율). LCMS (m/z): 366.09 [M+H]⁺, Rt = 1.43분.

[2634] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.74 (s, 1 H), 8.65 (d, J=4.82 Hz, 2 H), 7.80 - 8.02 (m, 2 H), 7.66 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.04 (t, J=4.93 Hz, 1 H), 5.70 (dd, J=5.92, 3.29 Hz, 1 H), 3.16 - 3.28 (m, 2 H), 2.98 - 3.13 (m, 3 H), 2.19 - 2.43 (m, 1 H), 1.94 - 2.15 (m, 1 H), 0.73 - 0.99 (m, 4 H)

[2635] 실시예 205

[2636] (4S)-N7-시클로프로필-N5-(5-플루오로-6-메틸피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



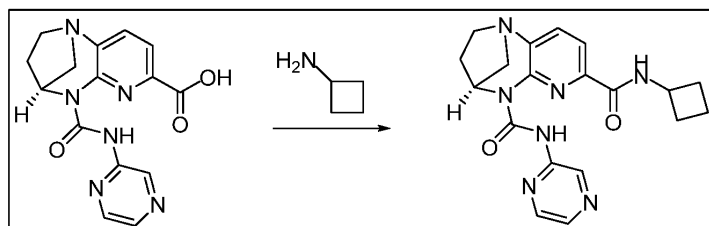
[2637]

[2638] 테트라히드로푸란 (20 mL) 중 5-플루오로-6-메틸피리딘-2-아민 (346 mg, 2.74 mmol)의 교반 용액에 질소 분위기 하에 -78℃에서 THF 중 1.0 M LiHMDS의 용액 (2.74 mL, 2.74 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 -78℃에서 30분 동안 교반하였다. 반응 혼합물에 -78℃에서 테트라히드로푸란 (10 mL) 중 (4S)-페닐 7-(시클로프로필카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트 (500 mg, 1.372 mmol)의 용액을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온으로 가온하고, 실온에서 6시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% MeOH, R_f: 0.5). 반응 혼합물을 포화 염화암모늄 용액 (30 mL)으로 켄칭하고, 수성 층을 EtOAc (3 x 30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (20 mL), 염수 용액 (20 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔: 100-200 메쉬, 용리액: DCM 중 4% MeOH)에 의해 정제하여 점착성 고체를 수득하였다. 점착성 고체를 디에틸 에테르 (5 mL) 및 n-펜탄 (10 mL)의 혼합물로 세척하고, 여과하고, 완전히 건조시켜 목적 생성물 (4S)-N7-시클로프로필-N5-(5-플루오로-6-메틸피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (220 mg, 0.552 mmol, 40.2% 수율). LCMS (m/z): 397.08 [M+H]⁺, Rt=2.09분.

[2639] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 12.80 (s, 1 H), 8.00 (dd, J=8.99, 3.51 Hz, 1 H), 7.91 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.71 (br s, 1 H), 7.64 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.37 (t, J=8.66 Hz, 1 H), 5.64 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 3.25 - 3.14 (m, 2 H), 3.12 - 3.05 (m, 1 H), 3.03 - 2.96 (m, 1 H), 2.95 - 2.86 (m, 1 H), 2.51 (d, J=2.85 Hz, 3 H), 2.37 - 2.25 (m, 1 H), 2.07 - 1.96 (m, 1 H), 0.96 - 0.89 (m, 2 H), 0.77- 0.68 (m, 2 H).

[2640] 실시예 206

[2641] (4S)-N7-시클로부틸-N5-(피라진-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2642]

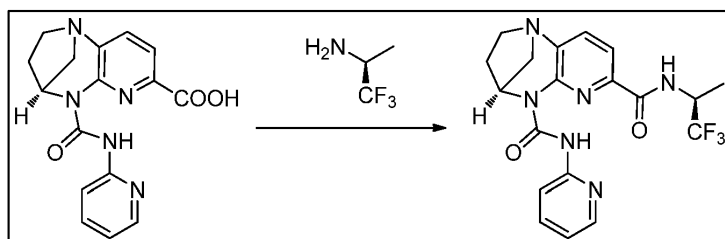
[2643] DMF (10 mL) 중 (4S)-5-(피라진-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀

-7-카르복실산 (500 mg, 1.532 mmol)의 교반 용액에 HATU (874 mg, 2.298 mmol)에 이어서 TEA (0.641 mL, 4.60 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 15분 동안 교반하였다. 이어서, 시클로부탄아민 (218 mg, 3.06 mmol)을 첨가하고, 반응을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH, R_f : 0.4; UV 활성). 물 (25 mL)을 반응 혼합물에 첨가하고, EtOAc (2 x 30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 추출물을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 칼럼 크로마토그래피 (실리카겔, 용리액 DCM 중 0.5-1.5% MeOH)에 의해 정제하여 (4S)-N7-시클로부틸-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (450 mg, 1.183 mmol, 77% 수율). LCMS (m/z): 380.11 $[\text{M}+\text{H}]^+$; R_t = 1.83분.

[2644] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.44 (s, 1 H), 9.54 (d, $J=1.53$ Hz, 1 H), 8.35 (d, $J=2.63$ Hz, 1 H), 8.23 (dd, $J=2.52$, 1.64 Hz, 1 H), 7.90 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.74 (br d, $J=7.02$ Hz, 1 H), 7.65 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 5.65 (dd, $J=5.92$, 3.07 Hz, 1 H), 4.62 - 4.84 (m, 1 H), 3.08 - 3.28 (m, 3 H), 2.94 - 3.05 (m, 1 H), 2.40 - 2.48 (m, 2 H), 2.16 - 2.37 (m, 3 H), 1.95 - 2.11 (m, 1 H), 1.73 - 1.92 (m, 2 H).

[2645] 실시예 207

[2646] (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-((S)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



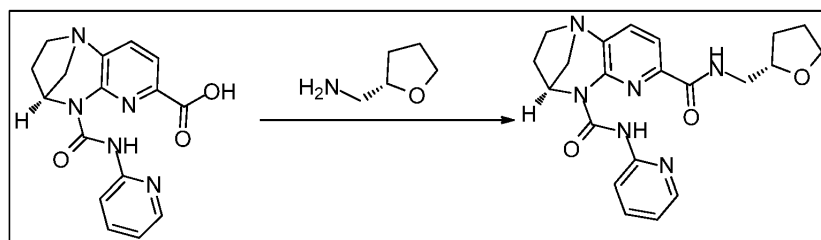
[2647]

[2648] DMF (10 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 교반 용액에 질소 분위기 하에 0°C에서 HATU (701 mg, 1.844 mmol) 및 DIPEA (0.322 mL, 1.844 mmol)를 첨가하였다. 이 반응 혼합물에 (S)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민, 히드로클로라이드 (207 mg, 1.383 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 순수한 에틸 아세테이트. R_f 값: 0.25). 반응 혼합물을 빙수 (10 mL)로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2 x 25 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (15 mL)으로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카겔: 100-200 메쉬, 용리액: 석유 에테르 중 70% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하여 순수한 화합물 (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-((S)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (190 mg, 0.450 mmol, 48.8% 수율). LCMS (m/z): 421.06 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 3.44 분.

[2649] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.25 (s, 1 H), 8.33- 8.19 (m, 1 H), 8.20- 8.08 (m, 1 H), 8.04- 7.87 (m, 2 H), 7.68 - 7.65 (m, 2 H), 7.05 - 6.96 (m, 1 H), 5.75 - 5.60 (m, 1 H), 5.16 - 4.92 (m, 1 H), 3.34 - 3.16 (m, 2 H), 3.16 - 3.07 (m, 1 H), 3.07 - 2.95 (m, 1 H), 2.40 - 2.24 (m, 1 H), 2.10 - 1.95 (m, 1 H), 1.64 - 1.48 (m, 3 H).

[2650] 실시예 208

[2651] (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-(((S)-테트라히드로푸란-2-일)메틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2652]

[2653]

N,N-디메틸포름아미드 (3 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (0.483 mL, 2.77 mmol) 및 HATU (701 mg, 1.844 mmol)를 실온에서 첨가하고, 이것을 실온에서 10분 동안 교반하였다. 이어서, (S)-(테트라히드로푸란-2-일) 메탄아민 (0.236 mL, 1.844 mmol)을 24-27℃에서 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 16 시간 동안 교반하였다 (TLC 5% MeOH/DCM R_f : 0.5; UV 활성). 반응 혼합물을 빙냉수 (50 mL)에 붓고, EtOAc (2 x 80 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (50 mL)로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔:100-200 메쉬, 용리액: 헥산 중 90% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하여 목적 화합물을 75% 순도로 수득하였으며, 이를 추가로 정제용 HPLC (조건: MP-A: 5Mm 중탄산암모늄(수성) MP-B: 아세토니트릴 칼럼: Xbrdge (150x30) mm 5 μ 방법: 65:35 등용매 유량: 19ml/분 용해도: THF+CAN+MeOH)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-(((S)-테트라히드로푸란-2-일)메틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (128 mg, 0.313 mmol, 33.9% 수율). LCMS (m/z): 409.15 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.75분.

[2654]

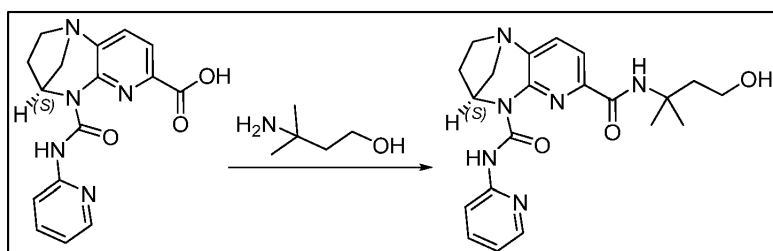
^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.57 (s, 1 H), 8.39 - 8.22 (m, 1 H), 8.09 (d, $J=8.33$ Hz, 1 H), 7.89 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.76 - 7.60 (m, 1 H), 7.6 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.07 - 6.95 (m, 1 H), 5.61 (dd, $J=5.92, 3.29$ Hz, 1 H), 4.23 (dd, $J=6.58, 5.48$ Hz, 1 H), 4.04 - 3.81 (m, 1 H), 3.78 - 3.66 (m, 2 H), 3.59 (dt, $J=13.32, 6.39$ Hz, 1 H), 3.37 - 3.17 (m, 3 H), 3.13 (d, $J=12.28$ Hz, 1 H), 2.37 - 2.23 (m, 1 H), 2.08 - 1.83 (m, 5 H), 1.82 - 1.64 (m, 1 H).

[2655]

실시예 209

[2656]

(4S)-N7-(4-히드록시-2-메틸부탄-2-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도 [2,3-b][1,4] 디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2657]

[2658]

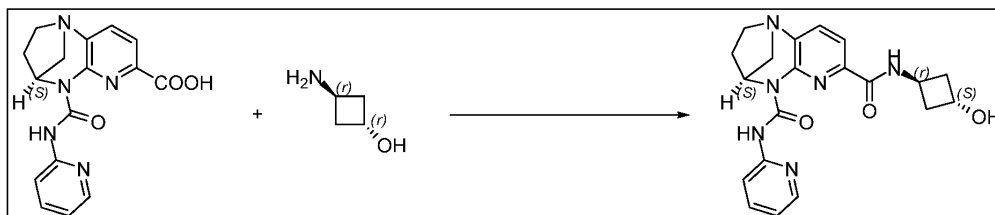
0℃에서 DMF (4 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.537 mmol)의 교반 용액에 HATU (1169 mg, 3.07 mmol) 및 DIPEA (0.805 mL, 4.61 mmol)를 첨가하고, 10분 동안 교반하였다. 이어서, 3-아미노-3-메틸부탄-1-올 (174 mg, 1.691 mmol)를 0℃에서 첨가하고, 생성된 용액을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH, R_f :0.2; UV 활성). 반응 혼합물을 EtOAc (100 mL)로 희석하고, 물 (50 mL) 및 염수로 세척하였다. 분리된 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시킨 다음, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, 용리액 DCM 중 5% 메탄올)에 의해 정제하여 목적 화합물을 87% 순도로 수득하였으며, 이를 추가로 정제용 HPLC (칼럼: 엑스브리지 C18 (150x4.6mm, 3.5 μ); 이동상: A: 5 mM 중탄산암모늄; B: ACN, 구배: 시간/%B: 0/10,1/10,10/50,15/50,18/98,20/98,20.1/10,25/10; 칼럼 온도: 주위; 유량: 0.8ml/분; 희석제: ACN)에 의해 정제하여 목적 화합물을 무색 검으로서 수득하였다. 생성물을 물 (25 mL) 및 ACN (20 mL) 중에 용해시키고, 동결건조에 대해 유지하여 (4S)-N7-(4-히드록시-2-메틸부탄-2-일)-

N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (120 mg, 0.291 mmol, 18.94% 수율). LCMS (m/z): 411.16 [M+H]⁺, Rt = 1.71분.

[2659] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 12.64 (s, 1 H), 8.29 (br d, J = 3.95 Hz, 1 H), 8.10 (d, J = 8.33 Hz, 1 H), 7.76 - 7.96 (m, 1 H), 7.59 - 7.75 (m, 3 H), 7.12 (dd, J = 6.91, 5.37 Hz, 1 H), 5.47 (dd, J = 5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.41 (br s, 1 H), 3.43 - 3.67 (m, 2 H), 3.02 - 3.27 (m, 3 H), 2.81 - 3.00 (m, 1 H), 2.14 - 2.47 (m, 3 H), 1.86 - 2.13 (m, 1 H), 1.46 (s, 6 H)

[2660] 실시예 210

[2661] (4S)-N7-((1r,3S)-3-히드록시시클로부틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



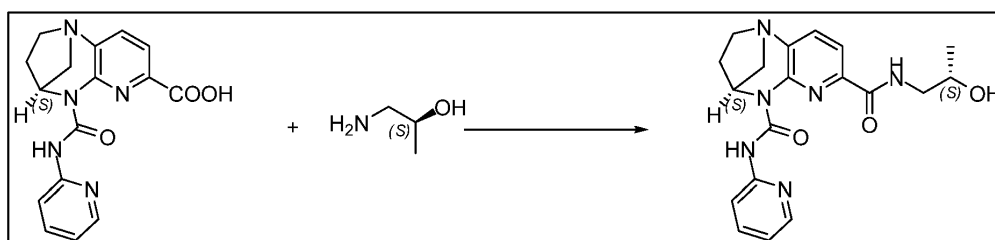
[2662]

[2663] N,N-디메틸포름아미드 (10 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노 피리도 [2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol) 및 (1r,3r)-3-아미노시클로부탄올 히드록로라이드 (171 mg, 1.383 mmol)의 현탁액에 DIEA (0.805 mL, 4.61 mmol)에 이어서 HATU (701 mg, 1.844 mmol)를 실온에서 첨가한 다음, 동일한 온도에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 에틸 아세테이트 중 5% MeOH; R_f: 0.5; UV 활성). 반응 혼합물을 빙냉수 (20 mL)와 에틸 아세테이트 (20 mL x 2) 사이에 분배하였다. 합한 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득한 다음, 이것을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔 사용, 칼럼을 에틸 아세테이트 중 5% MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-((1r,3S)-3-히드록시시클로부틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (122 mg, 0.303 mmol, 32.8% 수율). LCMS (m/z): 395.07 [M+H]⁺, Rt = 1.47분.

[2664] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.19 (s, 1 H), 8.27 - 8.20 (m, 2 H), 7.98 (d, J=6.80 Hz, 1 H), 7.91 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.71 - 7.76 (m, 1 H), 7.65 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.04 (ddd, J=7.29, 4.99, 0.88 Hz, 1 H), 5.67 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.86 - 4.77 (m, 1 H), 4.73 - 4.67 (m, 1 H), 3.27 - 3.20 (m, 2 H), 3.15 - 3.10 (m, 1 H), 3.04 - 2.99 (m, 2 H), 2.70 - 2.61 (m, 2 H), 2.52 - 2.45 (m, 2 H), 2.37 - 2.29 (m, 1 H), 2.05 (dt, J=14.09, 6.88 Hz, 1 H).

[2665] 실시예 211

[2666] (4S)-N7-((S)-2-히드록시프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2667]

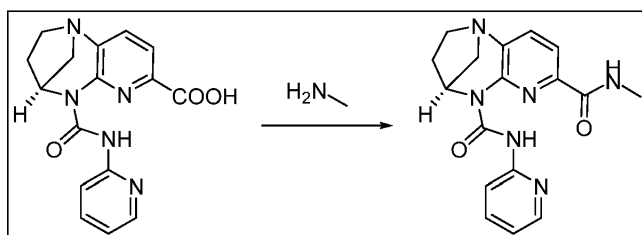
[2668] N,N-디메틸포름아미드 (5 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol) 및 (S)-1-아미노프로판-2-올 (104 mg, 1.383 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (0.805 mL, 4.61 mmol)에 이어서 HATU (701 mg, 1.844 mmol)를 실온에서 첨가한 다음, 동일한

온도에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 순수한 에틸 아세테이트 R_f : 0.2, UV 활성). 반응 혼합물을 병냉수 (10 mL)와 에틸 아세테이트 (15 mLx2) 사이에 분배하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다. 이것을 정제용 HPLC (조건: 칼럼: 엑스브리지 C 18(75 X4.6mm, 3.5 μ): 이동상: A: 0.01 M 중탄산암모늄 B: ACN: 구배: 시간/ %B: 0/5, 0.8/5, 5/50, 8/95, 12/95, 12.1/5, 15/5: 칼럼 온도: 주위, 유량: 1.0ml/분: 희석제: ACN)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-((S)-2-히드록시프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (143 mg, 0.371 mmol, 40.2% 수율). LCMS (m/z): 383.09 $[\text{M}+\text{H}]^+$, $R_t = 1.48$ 분.

[2669] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.05 (s, 1 H), 8.27 (d, $J=3.73$ Hz, 1 H), 8.21 (d, $J=8.55$ Hz, 1 H), 8.00 (s, 1 H), 7.86 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.77 - 7.71 (m, 1 H), 7.66 (d, $J=7.67$ Hz, 1 H), 7.03 (ddd, $J=7.29, 5.10, 0.99$ Hz, 1 H), 5.61 (dd, $J=5.92, 3.07$ Hz, 1 H), 4.38 (br s, 1 H), 4.15 - 4.06 (m, 1 H), 3.78 (ddd, $J=13.70, 6.91, 2.85$ Hz, 1 H), 3.34 (ddd, $J=13.59, 8.33, 5.26$ Hz, 1 H), 3.39 - 3.20 (m, 2 H), 3.16 - 3.11 (m, 1 H), 3.06 - 3.00 (m, 1 H), 2.34 (ddt, $J=14.22, 8.69, 5.54, 5.54$ Hz, 1 H), 2.12 - 2.01 (m, 1 H), 1.30 (d, $J=6.36$ Hz, 3 H)

[2670] 실시예 212

[2671] (4S)-N7-메틸-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



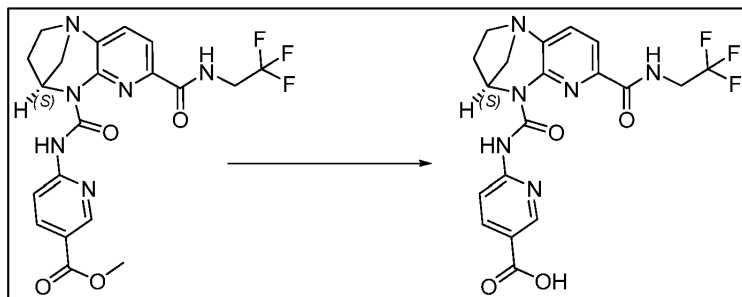
[2672]

[2673] N,N-디메틸포름아미드 (10 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (0.322 mL, 1.844 mmol)에 이어서 HATU (701 mg, 1.844 mmol)를 실온에서 첨가하고, 1시간 동안 교반하였다. 이어서, 메탄아민 (43.0 mg, 1.383 mmol)을 반응 혼합물에 첨가하고, 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: R_f : 0.6, DCM 중 5% 메탄올). 반응 혼합물을 물 (30 mL)로 희석하고, 에틸아세테이트 (2X40 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (20 mL)으로 세척하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔: 100-200 메쉬, 용리액: DCM 중 2% 메탄올)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-메틸-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (110 mg, 0.316 mmol, 34.3% 수율). LCMS (m/z): 339.1 $[\text{M}+\text{H}]^+$, $R_t = 1.54$ 분.

[2674] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.72 (s, 1 H), 8.35 - 8.18 (m, 2 H), 8.10 (d, $J=8.33$ Hz, 1 H), 7.88 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.79 - 7.71 (m, 1 H), 7.65 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.02 (dd, $J=6.80, 5.26$ Hz, 1 H), 5.60 (dd, $J=5.81, 3.18$ Hz, 1 H), 3.30 - 3.10 (m, 6 H), 3.05 - 2.99 (m, 1 H), 2.37 - 2.26 (m, 1 H), 2.05 (dt, $J=14.41, 7.37$ Hz, 1 H).

[2675] 실시예 213

[2676] 6-((4S)-7-((2,2,2-트리플루오로에틸)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복사미드)니코틴산의 합성



[2677]

[2678]

질소 하에 0℃에서 THF (20 mL), 메탄올 (20 mL) 및 물 (6.00 mL) 중 메틸 6-((4S)-7-((2,2,2-트리플루오로에틸)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복스아미도)니코티네이트 (2.7 g, 5.81 mmol)의 교반 용액에 1 부분으로 LiOH (0.139 g, 5.81 mmol)를 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH, R_f -0.2; UV 활성). 반응 혼합물을 절반 부피로 농축시키고, 냉수로 희석한 다음, 시트르산으로 중화시켰다. 과정 동안 침전된 연갈색 고체를 여과하고, 진공 하에 건조시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 크로마토그래피 (실리카 겔, DCM 중 5% MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 6-((4S)-7-((2,2,2-트리플루오로에틸)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복스아미도)니코틴산을 연갈색 고체로서 수득하였다 (900 mg, 1.942 mmol, 33.4% 수율). LCMS (m/z): 451.12 $[M+H]^+$, R_t = 1.84분.

[2679]

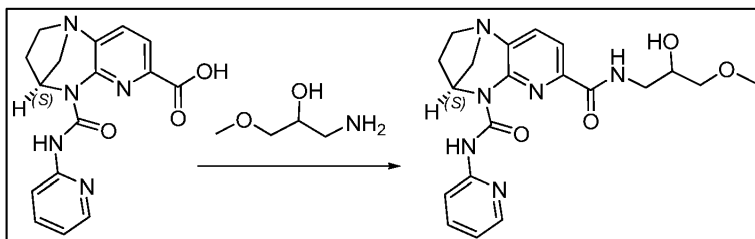
^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.61 (s, 1 H), 13.08 - 13.25 (m, 1 H), 8.86 (d, J = 1.75 Hz, 1 H), 8.61 (br t, J = 6.36 Hz, 1 H), 8.32 (dd, J = 8.77, 2.19 Hz, 1 H), 8.12 (d, J = 8.55 Hz, 1 H), 7.73 - 7.81 (m, 2 H), 5.44 (dd, J = 5.81, 2.96 Hz, 1 H), 4.25 - 4.41 (m, 2 H), 3.06 - 3.23 (m, 3 H), 2.96 - 3.03 (m, 1 H), 2.18 - 2.34 (m, 1 H), 1.97 (dt, J = 14.20, 7.26 Hz, 1 H)

[2680]

실시예 214

[2681]

(4S)-N7-(2-히드록시-3-메톡시프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2682]

[2683]

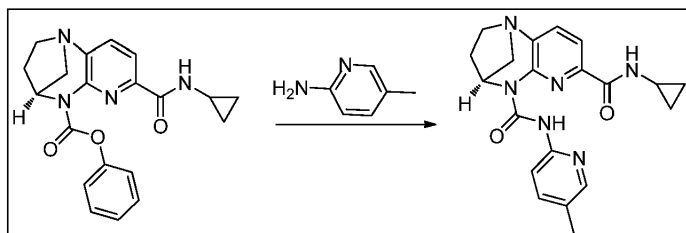
0℃에서 DMF (4 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (800 mg, 2.459 mmol)의 교반 용액에 HATU (1870 mg, 4.92 mmol) 및 DIPEA (1.288 mL, 7.38 mmol)를 첨가하고, 10분 동안 교반하였다. 이어서, 1-아미노-3-메톡시프로판-2-올 (284 mg, 2.71 mmol)를 0℃에서 첨가하고, 생성된 용액을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH, R_f -0.2; UV 활성). 반응 혼합물을 빙냉수 (40 ml)에 붓고, EtOAc (2 x 60 mL)로 추출하고, 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 생성된 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, DCM 중 5% MeOH)에 의해 정제하여 부분입체이성질체 혼합물을 고 점성 액체로서 수득하였다 (500 mg, HPLC-91%). 이 부분입체이성질체 혼합물을 추가로 키랄 SFC (칼럼/치수: 룩스 아밀로스-2 (250x30) mm; % CO_2 : 50.0%; % 공용매: 50.0% (100% MeOH); 총 유량: 70.0 g/분; 배압: 100.0 bar; UV: 259 nm; 스택 시간: 10.50분; 로드/주입: 26 mg; 용해도: MeOH: 기기 세부사항: 타르 SFC-80)에 의해 정제하여 2종의 단일 미지의 거울상이성질체를 수득하였다. SFC로부터의 가장 빠른 용리 분획을 농축시키고, 디에틸에테르로 세척하여 지방족 불순물을 갖는 180 mg 목적 피크 단독을 수득하였으며, 이를 추가로 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, DCM 중 5% MeOH)에 이어서 동결건조에 의해 정제하여 목적 화합물 (4S)-N7-(2-히드록시-3-메톡시프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (128 mg, 0.303 mmol, 12.32% 수율). LCMS (m/z):

413.14 $[M+H]^+$, $R_t = 1.45$ 분.

[2684] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.24 (s, 1 H), 8.11 - 8.35 (m, 3 H), 7.86 (d, $J = 7.89$ Hz, 1 H), 7.59 - 7.78 (m, 2 H), 6.90 - 7.15 (m, 1 H), 5.65 (dd, $J = 6.03, 3.18$ Hz, 1 H), 4.06 - 4.33 (m, 2 H), 3.82 (ddd, $J = 13.87, 6.52, 3.73$ Hz, 1 H), 3.43 - 3.64 (m, 3 H), 3.37 (s, 3 H), 3.10 - 3.30 (m, 3 H), 2.94 - 3.07 (m, 1 H), 2.33 (dddd, $J = 14.03, 9.81, 5.97, 4.17$ Hz, 1 H), 1.99 - 2.13 (m, 1 H).

[2685] 실시예 215

[2686] (4S)-N7-시클로프로필-N5-(5-메틸피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



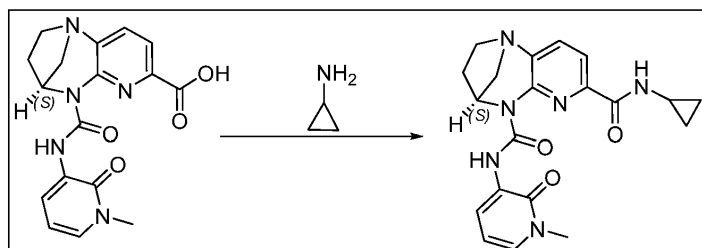
[2687]

[2688] 테트라히드로푸란 (THF) (20 mL) 중 5-메틸피리딘-2-아민 (297 mg, 2.74 mmol)의 교반 용액에 질소 분위기 하에 $-78^\circ C$ 에서 THF 중 1.0 M LiHMDS의 용액 (2.74 mL, 2.74 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 $-78^\circ C$ 에서 30분 동안 교반하였다. 반응 혼합물에 $-78^\circ C$ 에서 테트라히드로푸란 (10 mL) 중 (4S)-페닐 7-(시클로프로필카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트 (500 mg, 1.372 mmol)의 용액을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온으로 가온하고, 6시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% MeOH, R_f : 0.5). 반응 혼합물을 포화 염화암모늄 용액 (30 mL)으로 켄칭하고, 수성 층을 EtOAc (3 x 30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (20 mL), 염수 용액 (20 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔 100-200 메쉬, 용리액: DCM 중 4% MeOH)에 의해 정제하여 점착성 고체를 수득하였다. 점착성 고체를 디에틸 에테르 (5 mL) 및 n-펜탄 (15 mL)의 혼합물로 세척하여 목적 생성물 (4S)-N7-시클로프로필-N5-(5-메틸피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (315 mg, 0.830 mmol, 60.5% 수율). LCMS (m/z): 379.12 $[M+H]^+$, $R_t=1.89$ 분.

[2689] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.24 (br s, 1 H), 8.12 (s, 1 H), 8.06 - 7.95 (m, 2 H), 7.91 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.64 (d, $J=7.67$ Hz, 1 H), 7.59 - 7.43 (m, 1 H), 5.63 (dd, $J=5.70, 3.07$ Hz, 1 H), 3.28 - 3.07 (m, 4 H), 3.04 - 2.97 (m, 1 H), 2.40 - 2.24 (m, 4 H), 2.13 - 1.92 (m, 1 H), 1.00 - 0.81 (m, 4 H).

[2690] 실시예 216

[2691] (4S)-N7-시클로프로필-N5-(1-메틸-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2692]

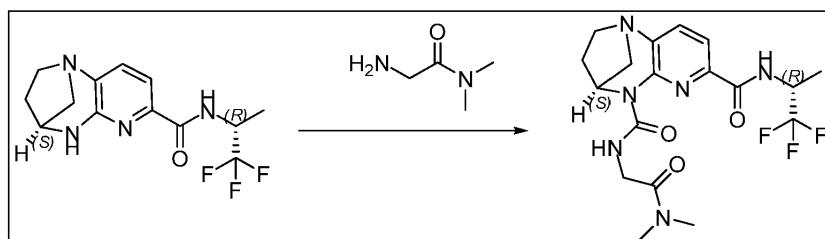
[2693] $0^\circ C$ 에서 DMF (3.5 mL) 중 (4S)-5-((1-메틸-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (350 mg, 0.985 mmol)의 교반 용액에 HATU (749 mg, 1.970 mmol), DIPEA (0.516 mL, 2.95 mmol)를 첨가하고, 10분 동안 교반한 다음, 시클로프로판아민 (67.5 mg,

1.182 mmol)을 첨가하고, 생성된 용액을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f = 0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 빙냉수 (80 mL)로 희석하고, EtOAc (2x100 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, 용리액 100% EtOAc)에 의해 정제하여 (4S)-N7-시클로프로필-N5-(1-메틸-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (250 mg, 0.623 mmol, 63.3% 수율). LCMS (m/z): 395.10 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.73분.

[2694] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 12.20 (s, 1 H), 9.46 (br s, 1 H), 8.38 (dd, J = 7.56, 1.64 Hz, 1 H), 8.04 (d, J = 7.89 Hz, 1 H), 7.63 (d, J = 7.89 Hz, 1 H), 7.03 (dd, J = 6.80, 1.53 Hz, 1 H), 6.31 (t, J = 7.13 Hz, 1 H), 5.70 (dd, J = 6.03, 3.18 Hz, 1 H), 3.69 (s, 3 H), 3.11 - 3.28 (m, 4 H), 2.98 (d, J = 3.29 Hz, 1 H), 2.24 - 2.34 (m, 1 H), 2.00 (dt, J = 14.36, 7.29 Hz, 1 H), 0.91 - 0.97 (m, 2 H), 0.78 - 0.86 (m, 2 H)

[2695] 실시예 217

[2696] (4S)-N5-(2-(디메틸아미노)-2-옥소에틸)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



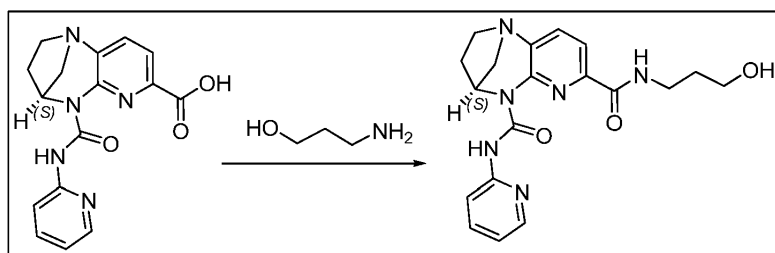
[2697]

[2698] 테트라히드로푸란 (40 mL) 중 (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (1 g, 3.33 mmol)의 교반 용액에 TEA (2.321 mL, 16.65 mmol)를 0°C에서 첨가하고, 10분 동안 교반하였다. 이어서, 트리포스겐 (0.988 g, 3.33 mmol)을 1 부분으로 0°C에서 첨가하였다. 생성된 황색 현탁액을 실온에서 45분 동안 교반하였다. 45분 후, 2-아미노-N,N-디메틸아세트아미드 (0.340 g, 3.33 mmol)의 THF (4 mL) 용액을 0°C에서 5분의 기간에 걸쳐 첨가하였다. 생성된 황색 현탁액을 70°C에서 24시간 동안 교반하고 (TLC 10% MeOH/DCM R_f : 0.4; UV 활성), 실온으로 냉각시키고, 물 (20 mL)로 희석하고, 에틸 아세테이트 (30 mLx2)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (15 mL)로 세척하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 정제용 HPLC (조건: MP-A: 10mM 중탄산암모늄 (수성) MP-B: 아세토니트릴 칼럼: 크로마실 페닐 (150x25)10u 방법: 등용매 (A:B) = 50:50 유량: 20mL/분 용해도: ACN)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(2-(디메틸아미노)-2-옥소에틸)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다. LCMS (m/z): 429.09 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.86분.

[2699] ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 10.14 (t, J =3.62 Hz, 1 H), 9.13 (d, J =9.21 Hz, 1 H), 7.65 - 7.92 (m, 2 H), 5.45 (dd, J =5.92, 2.63 Hz, 1 H), 5.09 - 4.85 (m, 1 H), 4.24 (d, J =3.29 Hz, 2 H), 3.30 - 3.12 (m, 1 H), 3.08 - 2.88 (m, 4 H), 2.9 - 2.50 (dt, J =3.67, 1.78 Hz, 5 H), 2.25 - 2.10 (m, 1 H), 1.82 (dt, J =13.76, 7.04 Hz, 1 H), 1.52 (d, J =7.23 Hz, 3 H).

[2700] 실시예 218

[2701] (4S)-N7-(3-히드록시프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2702]

[2703]

0℃에서 DMF (3 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 교반 용액에 HATU (701 mg, 1.844 mmol), DIPEA (0.483 mL, 2.77 mmol)를 첨가하고, 10분 동안 교반하였다. 이어서, 3-아미노프로판-1-올 (76 mg, 1.014 mmol)을 0℃에서 첨가하고, 생성된 용액을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f -0.2; UV 활성). 반응 혼합물을 EtOAc (100 mL)로 희석하고, 물 (50 mL)로 세척하고, 유기 층을 분리하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시킨 다음, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, 용리액 DCM 중 5% 메탄올)에 의해 정제하여 목적 화합물을 90% 순도로 수득하였으며, 이를 추가로 정제용 HPLC (칼럼: 엑스브리지 C18(150x4.6mm, 3.5 μ); 이동상-A: 0.01 mM 중탄산암모늄; B-CAN; 구배-시간/%B: 0/5,0.8/5,5/50,8/95,12/95,12.5/5,15/5; 칼럼 온도: 주위, 유량: 0.8ml/분, 희석제: ACN)에 의해 정제하여 목적 화합물을 무색 오일로서 수득하였다. 이를 물 (25 mL) 및 ACN (10 mL) 중에 용해시키고, 동결건조에 대해 유지하여 (4S)-N7-(3-히드록시프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (110 mg, 0.284 mmol, 30.8% 수율).

[2704]

LCMS (m/z): 383.12 [$M+H$]⁺, R_t = 2.94분.

[2705]

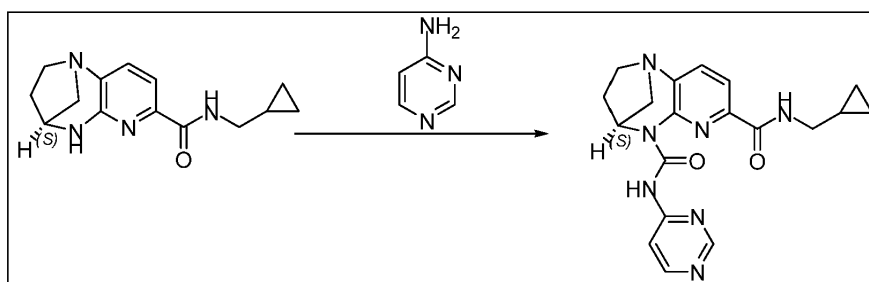
¹H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.42 (br s, 1 H), 8.47 (br s, 1 H), 8.22 - 8.33 (m, 1 H), 8.11 (d, J = 8.33 Hz, 1 H), 7.87 (d, J = 7.89 Hz, 1 H), 7.58 - 7.81 (m, 2 H), 7.03 (ddd, J = 7.29, 4.99, 0.88 Hz, 1 H), 5.61 (dd, J = 5.92, 3.07 Hz, 1 H), 3.68 - 3.89 (m, 5 H), 3.11 - 3.30 (m, 3 H), 2.98 - 3.06 (m, 1 H), 2.20 - 2.42 (m, 1 H), 1.83 - 2.10 (m, 3 H).

[2706]

실시예 219

[2707]

(4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(피리미딘-4-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2708]

[2709]

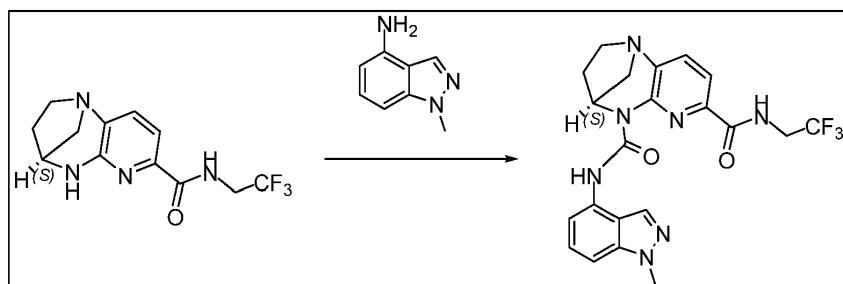
테트라히드로푸란 (5 mL) 중 (4S)-N-(시클로프로필메틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (600 mg, 2.323 mmol)의 교반 용액에 트리포스겐 (689 mg, 2.323 mmol)에 이어서 TEA (1.295 mL, 9.29 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 45분 동안 교반한 후, 테트라히드로푸란 (2.5 mL) 중 피리미딘-4-아민 (265 mg, 2.79 mmol)을 질소 하에 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 65℃에서 12시간 동안 교반하였다 (TLC: 5% MeOH/DCM R_f : 0.4; UV 활성). 이어서, 물 (10 mL)을 반응 혼합물에 첨가하였다. 수성 층을 EtOAc (2 x 5 mL)로 추출하고, 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 목적 조 생성물을 수득하였으며, 이를 정제용 HPLC (조건: MP-A: 10 mM 중탄산암모늄(수성) MP-B: 아세토니트릴 칼럼: Krom 패널 (150*25)10u 방법: 등용매 (A:B) = 55:45 유량: 20 ml/분 용해도: ACN+MeOH)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-(시클로프로필메틸)-N5-(피리미딘-4-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-

b)[1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 연분홍색 고체로서 수득하였다 (91 mg, 0.236 mmol, 10.14% 수율). LCMS (m/z): 380.09 $[M+H]^+$, R_t = 1.73분.

[2710] ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.48 (s, 1 H), 8.85 (d, J =1.10 Hz, 1 H), 8.69 (d, J =5.70 Hz, 1 H), 8.38 - 8.11 (m, 1 H), 8.04 (dd, J =5.70, 1.32 Hz, 1 H), 7.81 - 7.63 (m, 2 H), 5.44 (dd, J =5.92, 3.07 Hz, 1 H), 3.33 - 3.25(m, 2 H), 3.22 - 3.06 (m, 3 H), 2.97 (dd, J =12.06, 3.29 Hz, 1 H), 2.38 - 2.10 (m, 1 H), 2.09 - 1.85 (m, 1 H), 1.34 (br s, 1 H), 0.51 - 0.39 (m, 2 H), 0.34 - 0.20 (m, 2 H).

[2711] 실시예 220

[2712] (4S)-N5-(1-메틸-1H-인다졸-4-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



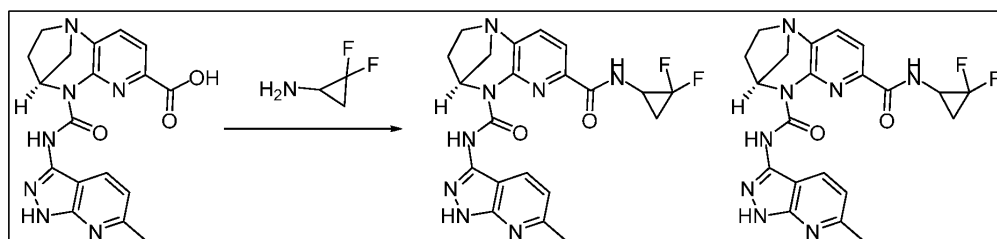
[2713]

[2714] 테트라히드로푸란 (15 mL) 중 (4S)-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (400 mg, 1.397 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 트리포스젠 (249 mg, 0.838 mmol) 및 DIPEA (1.220 mL, 6.99 mmol)를 질소 분위기 하에 첨가한 다음, 반응 혼합물을 30℃에서 30분 동안 교반하고, 1-메틸-1H-인다졸-4-아민 (308 mg, 2.096 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 70℃에서 15시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 10% MeOH/ DCM, R_f 0.4). 이어서, 반응 혼합물을 냉수 (40 mL)에 붓고, 에틸 아세테이트 (2x 80 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카겔:100-200 메쉬, DCM 중 3% MeOH)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(1-메틸-1H-인다졸-4-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 황색 고체로서 수득하였다 (310 mg, 0.646 mmol, 46.2% 수율). LCMS (m/z): 460.09 $[M+H]^+$, R_t = 1.86분.

[2715] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 11.82 (s, 1 H), 8.00 (d, J =1.10 Hz, 1 H), 7.83 (d, J =7.67 Hz, 1 H), 7.63 - 7.73 (m, 2 H), 7.40 (t, J =8.00 Hz, 1 H), 7.17 (d, J =8.33 Hz, 1 H), 6.97 - 7.05 (m, 1 H), 5.72 (dd, J =5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.12 - 3.89 (m, 5 H), 3.33 - 3.12 (m, 3 H), 3.08 - 3.00 (m, 1 H), 2.41 - 2.31 (m, 1 H), 2.12 (dt, J =14.14, 6.96 Hz, 1 H).

[2716] 실시예 221

[2717] (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2718]

[2719] N,N-디메틸포름아미드 (15 mL) 중 (4S)-5-((6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.318 mmol)의 용액에 실온에서 HATU (601 mg, 1.582 mmol) 및 DIPEA (0.460 mL, 2.64 mmol)를 첨가하였다. 이에 2,2-디플루오로시클로프로판아민,

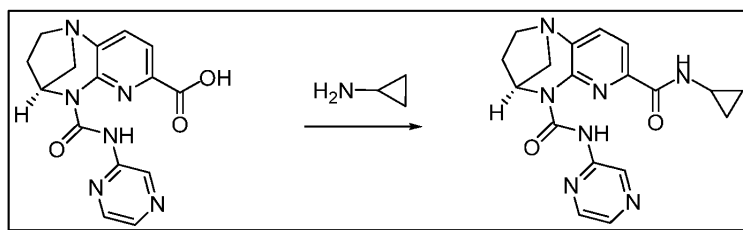
히드로클로라이드 (188 mg, 1.450 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올. R_f 값: 0.4). 반응 혼합물을 물 (50 mL)로 킨칭하고, 에틸 아세테이트 (2x 25 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (10 mL)으로 세척하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔 칼럼 사용, DCM 중 2% 메탄올로 용리시킴)에 의해 정제하여 부분입체이성질체의 혼합물을 수득하였으며, 이를 SFC 분리 에 적용시켜 피크-I 및 피크-II를 수득하였다.

[2720] 피크-II: 연갈색 고체로서 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (215 mg, 0.469 mmol, 35.6% 수율). LCMS (m/z): 455.12 $[M+H]^+$, R_t = 1.69분.

[2721] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.14 (m, 1 H), 10.47 (d, J =12.28 Hz, 1 H), 8.72 (d, J =8.33 Hz, 1 H), 7.88 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.67 (s, 2 H), 7.04 (d, J =8.55 Hz, 1 H), 5.63 (dd, J =5.70, 3.07 Hz, 1 H), 3.60 (d, J =8.55 Hz, 1 H), 3.34 - 3.11 (m, 2 H), 3.10 - 2.97 (m, 1 H), 2.69 (s, 3 H), 2.76 - 2.61 (m, 1 H), 2.46 - 2.22 (m, 1 H), 2.19 - 2.00 (m, 1 H), 1.97 - 1.83 (m, 1 H), 1.74 - 1.72 (m, 1 H).

[2722] 실시예 222

[2723] (4S)-N7-시클로프로필-N5-(피라진-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



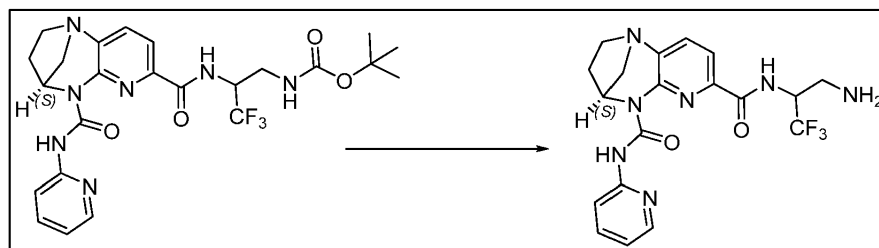
[2724]

[2725] 질소 하에 실온에서 DMF (10 mL) 중 (4S)-5-(피라진-2-일카르바미드)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.532 mmol)의 교반 용액에 HATU (874 mg, 2.298 mmol)에 이어서 TEA (0.641 mL, 4.60 mmol)를 첨가하고, 15분 동안 교반하였다. 이어서, 시클로프로판아민 (175 mg, 3.06 mmol)을 첨가하고, 반응물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH, R_f : 0.4; UV 활성). 물 (25 mL)을 반응 혼합물에 첨가하고, EtOAc (2x30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 칼럼 크로마토그래피 (실리카겔, 용리액 DCM 중 0.5-1.5% MeOH)에 이어서 정제용 HPLC (칼럼: 엑스브리지(30x250)mm 5 μ ; MP-A: 5Mm 중탄산암모늄(수성), MP-B: 아세토니트릴; 방법: 0/23,10/50; 유량: 20 mL/분; 용해도: MeOH+아세토니트릴)에 의해 정제하여 (4S)-N7-시클로프로필-N5-(피라진-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (130 mg, 0.355 mmol, 23.19% 수율). LCMS (m/z): 366.01 $[M+H]^+$; R_t = 1.65분.

[2726] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.44 (s, 1 H), 9.52 (d, J =1.53 Hz, 1 H), 8.36 (d, J =2.63 Hz, 1 H), 8.25 (dd, J =2.52, 1.64 Hz, 1 H), 7.94 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.68 (d, J =7.89 Hz, 2 H), 5.65 (dd, J =5.92, 3.07 Hz, 1 H), 3.00 - 3.30 (m, 5 H), 2.22 - 2.42 (m, 1 H), 1.94 - 2.18 (m, 1 H), 0.75 - 1.00 (m, 4 H).

[2727] 실시예 223

[2728] (4S)-N7-(3-아미노-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2729]

[2730]

질소 하에 실온에서 1,4-디옥산 (15 mL) 중 tert-부틸 (3,3,3-트리플루오로-2-((4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복시아미도)프로필)카르바메이트 (1.1 g, 2.054 mmol)의 교반 용액에 1 부분으로 4M HCl의 용액 (10 mL, 40.0 mmol)을 첨가하고, 4시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: EtOAc 중 10% MeOH: R_f -0.5; UV 활성). 반응 혼합물을 감압 하에 농축시키고, 포화 중탄산나트륨 (15 mL) 용액을 첨가하고, DCM (2x50 mL)으로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, DCM 중 5% MeOH)에 의해 정제하여 부분입체이성질체 혼합물을 고점성 액체로서 수득하였다 (800 mg, HPLC-94%). 이 부분입체이성질체 혼합물을 추가로 키랄 SFC (칼럼/치수: 키랄셀 OD-H (250x21 mm); % CO_2 : 65.0; % 공용매: 35.0 (100% MeOH); 총 유량: 60.0 g/분; 배압: 100.0 bar; UV: 261 nm; 스택 시간: 2.0분; 로드/주입: 4.0 mg; 용해도: MeOH; 총 주입 횟수: 220; 기기 세부사항: 제조/모델: 타르 SFC-80)에 의해 분리하여 2종의 단일 미지의 거울상이성질체를 수득하였다. SFC로부터의 가장 느린 용리 분획을 농축에 이어서 동결건조시켜 (4S)-N7-(3-아미노-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복시아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (188 mg, 0.432 mmol, 21.02% 수율). LCMS (m/z): 436.11 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.42분.

[2731]

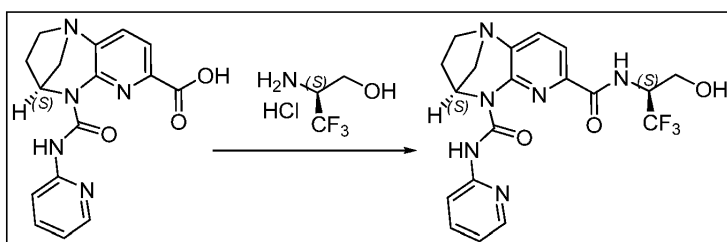
^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 12.94 (s, 1 H), 8.17 - 8.36 (m, 2 H), 8.11 (d, J = 8.33 Hz, 1 H), 7.84 (td, J = 7.84, 1.86 Hz, 1 H), 7.65 - 7.79 (m, 2 H), 7.12 (ddd, J = 7.34, 4.93, 0.88 Hz, 1 H), 5.47 (dd, J = 5.81, 2.96 Hz, 1 H), 4.68 - 4.87 (m, 1 H), 2.96 - 3.23 (m, 6 H), 2.14 - 2.34 (m, 1 H), 1.92 (dt, J = 14.03, 7.02 Hz, 1 H), 1.81 (br s, 2 H).

[2732]

실시예 224

[2733]

(4S)-N5-(피리딘-3-일)-N7-((S)-1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복시아미드의 합성



[2734]

[2735]

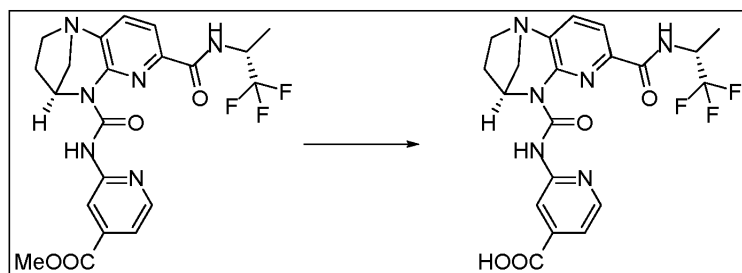
0°C에서 DMF (10 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-3-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (400 mg, 1.230 mmol)의 교반 용액에 HATU (935 mg, 2.459 mmol) 및 DIPEA (0.644 mL, 3.69 mmol)를 첨가하고, 20분 동안 교반하였다. 이어서, (S)-2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로판-1-올 히드록로라이드 (305 mg, 1.844 mmol)를 첨가하고, 생성된 용액을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 10% MeOH: R_f -0.5; UV 활성). 반응 혼합물을 EtOAc (100 mL)로 희석하고, 물 (50 mL)로 세척하였다. 분리된 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼, DCM 중 3.5% MeOH)에 이어서 정제용 HPLC (칼럼: 페노메кс 페닐 헥실 (21.2x250); 이동상-A: 5 mM 중탄산암모늄 (수성); 이동상-B: 아세토니트릴; 방법: 98:2; 유량: 19ml/분; 용해도: 물)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(피리딘-3-일)-N7-((S)-1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복시아미드를 백

색 고체로서 수득하였다 (87 mg, 0.198 mmol, 16.11% 수율). LCMS (m/z): 437.08 $[M+H]^+$, R_t = 1.3분.

[2736] ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 12.72 (s, 1 H), 9.08 (d, J = 8.99 Hz, 1 H), 8.86 (d, J = 2.63 Hz, 1 H), 8.25 (dd, J = 4.60, 1.10 Hz, 1 H), 8.10 (dt, J = 8.39, 1.84 Hz, 1 H), 7.63 - 7.80 (m, 2 H), 7.34 (dd, J = 8.33, 4.60 Hz, 1 H), 5.47 (dd, J = 5.92, 2.85 Hz, 1 H), 5.18 (t, J = 6.03 Hz, 1 H), 4.77 - 4.94 (m, 1 H), 3.69 - 3.87 (m, 2 H), 3.04 - 3.27 (m, 3 H), 2.91 - 3.02 (m, 1 H), 2.16 - 2.32 (m, 1 H), 1.81 - 1.96 (m, 1 H).

[2737] 실시예 225

[2738] 2-((4S)-7-(((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복스아미도)이소니코틴산의 합성



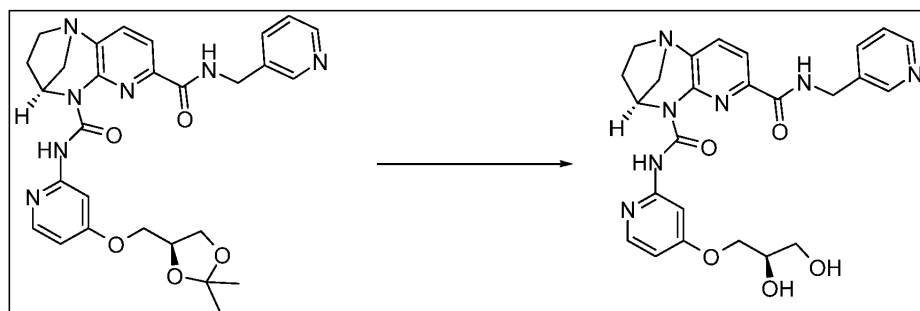
[2739]

[2740] 테트라히드로푸란 (15 mL) 및 물 (10 mL) 중 메틸 2-((4S)-7-(((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복스아미도)이소니코티네이트 (800 mg, 1.672 mmol)의 교반 용액에 LiOH (60.1 mg, 2.508 mmol)를 실온에서 첨가하고, 2시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 순수한 에틸 아세테이트; R_f : 0.2; UV 활성). 유기 용매를 제거하고, 5% HCl로 중화시킨 다음, 수득된 고체를 여과하고, n-헵탄 (10 mLx3)으로 세척하여 목적 생성물 2-((4S)-7-(((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복스아미도)이소니코틴산을 회백색 고체로서 수득하였다 (600 mg, 1.283 mmol, 77% 수율). LCMS (m/z): 465.15 $[M+H]^+$, R_t = 1.97분.

[2741] ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.65 (br s, 1 H), 13.14 (s, 1 H), 8.58 (s, 1 H), 8.42 (d, J =5.04 Hz, 1 H), 8.23 (d, J =8.99 Hz, 1 H), 7.79 - 7.71 (m, 2 H), 7.55 (dd, J =5.04, 1.32 Hz, 1 H), 5.48 (dd, J =5.81, 2.96 Hz, 1 H), 4.96 (dq, J =15.84, 7.65 Hz, 1 H), 3.23 - 3.06 (m, 3 H), 3.03 - 2.95 (m, 1 H), 2.29 - 2.18 (m, 1 H), 1.97 (dt, J =13.98, 7.15 Hz, 1 H), 1.51 (d, J =7.02 Hz, 3 H).

[2742] 실시예 226

[2743] (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-(피리딘-3-일메틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성.



[2744]

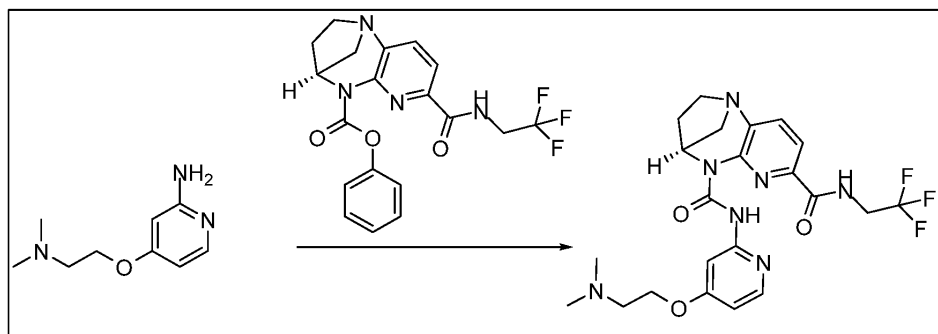
[2745] 실온에서 메탄올 (10 mL) 중 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-(피리딘-3-일메틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (500 mg, 0.916 mmol)의 용액에 수성 HCl (0.080 mL, 0.916 mmol)을 첨가하고, 2시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 100% 에틸

아세테이트, R_f 값: 0.2). 반응 혼합물을 포화 수성 NaHCO_3 용액 (50 mL)과 DCM (50 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 디에틸에테르 (2 x 30 mL)로 연화처리하고, 생성된 고체를 여과하고, 건조시켜 (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-(피리딘-3-일메틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (260 mg, 0.506 mmol, 55.3% 수율). LCMS (m/z): 506.24 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.13분.

[2746] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.67 (s, 1 H), 8.76 (br t, $J=5.92$ Hz, 1 H), 8.69 (d, $J=1.75$ Hz, 1 H), 8.49 (dd, $J=4.82$, 1.32 Hz, 1 H), 7.90 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.78 (br d, $J=7.67$ Hz, 1 H), 7.73 - 7.65 (m, 3 H), 7.22 (dd, $J=7.89$, 4.82 Hz, 1 H), 6.50 (dd, $J=5.92$, 2.41 Hz, 1 H), 5.57 (dd, $J=5.70$, 3.07 Hz, 1 H), 4.80 - 4.74 (m, 2 H), 4.17 - 4.09 (m, 3 H), 3.88 - 3.80 (m, 1 H), 3.79 - 3.69 (m, 1 H), 3.28 - 3.18 (m, 2 H), 3.16 - 3.09 (m, 1 H), 3.06 - 2.98 (m, 1 H), 2.64 (br s, 1 H), 2.38 - 2.26 (m, 1 H), 2.13 - 1.99 (m, 2 H).

[2747] 실시예 227

[2748] (4S)-N5-(4-(2-(디메틸아미노)에톡시)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2749]

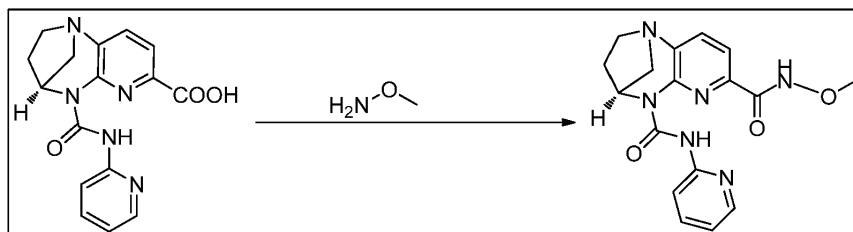
[2750] 테트라히드로푸란 (20 mL) 중 4-(2-(디메틸아미노)에톡시)피리딘-2-아민 (400 mg, 2.207 mmol)의 교반 용액에 질소 분위기 하에 -78°C 에서 THF 중 1.0 M LiHMDS의 용액 (4.41 mL, 4.41 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 -78°C 에서 30분 동안 교반하였다. 반응 혼합물에 -78°C 에서 테트라히드로푸란 (20 mL) 중 (4S)-페닐 7-((2,2,2-트리플루오로에틸)카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트 (897 mg, 2.207 mmol)의 용액을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온으로 가온하고, 실온에서 6시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% MeOH, R_f : 0.4). 반응 혼합물을 포화 염화암모늄 용액 (30 mL)으로 키텅하고, 수성 층을 EtOAc (3x30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (20 mL), 염수 용액 (20 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔: 100-200 메쉬, 용리액: DCM 중 4% MeOH)에 의해 정제한 다음, 이것을 정제용 HPLC (정제용 HPLC 조건: MP-A: 0.1% 트리플루오로 아세트산 (수성) MP-B: 아세토니트릴 칼럼: 선 파이어 C18 (150*19mm*10u) 방법: 0/10, 1/10, 7/25, 7.5/100, 10/100, 10.5/10, 15/10 용해도: ACN+THF+물+FA 유량: 18ml/분)를 통해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-(2-(디메틸아미노)에톡시)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (370 mg, 0.748 mmol, 33.9% 수율). LCMS (m/z): 494.18 $[\text{M}+\text{H}]^+$, $R_t=1.32$ 분.

[2751] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ 13.65 (s, 1 H), 8.67 (t, J = 6.5 Hz, 1 H), 8.01 (d, J = 5.8 Hz, 1 H), 7.91 (d, J = 7.9 Hz, 1 H), 7.71 - 7.63 (m, 2 H), 6.60 (dd, J = 5.9, 2.4 Hz, 1 H), 5.58 (dd, J = 6.0, 3.1 Hz, 1 H), 4.20 (dt, J = 13.9, 5.7 Hz, 4 H), 3.31 - 3.19 (m, 2 H), 3.18 - 3.08 (m, 1 H), 3.03 (dd, J = 12.2, 3.2 Hz, 1 H), 2.76 (t, J = 5.5 Hz, 2 H), 2.35 (s, 7 H), 2.06 (dt, J = 14.1, 7.0 Hz, 1 H).

[2752] 실시예 228

[2753] (4S)-N7-메톡시-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아

미드의 합성



[2754]

[2755]

N,N-디메틸포름아미드 (2 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.537 mmol), DIPEA (1.342 mL, 7.68 mmol) 및 HATU (46.8 mg, 0.123 mmol)의 교반 용액에 실온에서 O-메틸히드록실아민 (72.3 mg, 1.537 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 8시간 동안 교반하였다 (TLC 5% MeOH/DCM R_f : 0.5; UV 활성). 반응 혼합물을 냉수 (30 mL)로 희석하고, EtOAc (2 x 50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (30 mL), 염수 (20 mL)로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였으며, 이를 콤비-플래쉬에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-메톡시-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (167 mg, 0.471 mmol, 30.7% 수율). LCMS (m/z): 355.1 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.42분.

[2756]

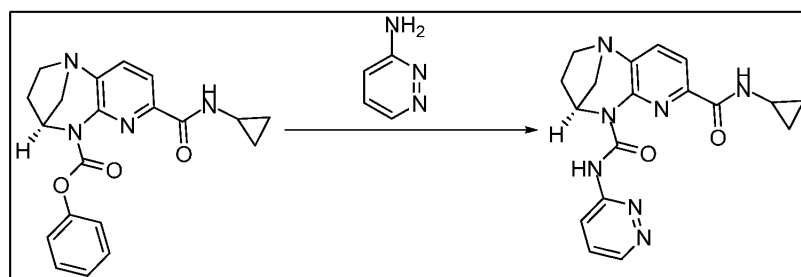
^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 12.96 (s, 1 H), 11.50 (s, 1 H), 8.44 - 8.19 (m, 1 H), 8.05 (d, $J=8.55$ Hz, 1 H), 7.84 (t, $J=7.81$ Hz, 1 H), 7.71 (d, $J=7.52$ Hz, 1 H), 7.57 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.12 (ddd, $J=7.29, 4.88, 0.99$ Hz, 1 H), 5.43 (dd, $J=5.92, 3.07$ Hz, 1 H), 3.8 (s, 3 H), 3.21 - 2.95 (m, 4 H), 2.36 - 2.13 (m, 1 H), 1.97 - 1.84 (m, 1 H).

[2757]

실시예 229

[2758]

(4S)-N7-시클로프로필-N5-(피리다진-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2759]

[2760]

THF (5 mL) 중 피리다진-3-아민 (196 mg, 2.058 mmol)의 교반 용액에 1M LiHMDS의 용액 (2.74 mL, 2.74 mmol)을 -78°C 에서 적가하고, 30분 동안 교반한 다음, -78°C 에서 질소 하에 THF (5 mL) 중 (4S)-페닐 7-(시클로프로필카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트 (500 mg, 1.372 mmol)의 용액을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 -78°C 에서 1시간 동안 교반하고, 실온에서 6시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH, R_f : 0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 수성 NH_4Cl (10 mL)로 켄칭하고, 수성 층을 EtOAc (2 x 25 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 목적 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카겔, 용리액 DCM 중 0.5-2.5% MeOH)에 의해 정제하고, 생성된 화합물을 펜탄 (2x10 mL)으로 연화처리하고, 고진공 하에 건조시켜 (4S)-N7-시클로프로필-N5-(피리다진-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (380 mg, 1.039 mmol, 76% 수율). LCMS (m/z): 366.01 $[\text{M}+\text{H}]^+$; R_t = 1.65분.

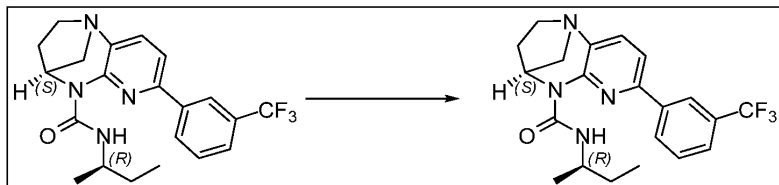
[2761]

^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 14.0 (s, 1 H), 8.94 (dd, $J=4.82, 1.53$ Hz, 1 H), 8.40 (dd, $J=8.99, 1.53$ Hz, 1 H), 7.85 - 8.07 (m, 2 H), 7.69 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.49 (dd, $J=8.99, 4.82$ Hz, 1 H), 5.61 (dd,

J=6.03, 3.18 Hz, 1 H), 3.09 - 3.31 (m, 4 H), 2.97 - 3.08 (m, 1 H), 2.19 - 2.44 (m, 1 H), 1.96 - 2.12 (m, 1 H), 0.87 - 1.11 (m, 4 H).

[2762] 실시예 230

[2763] (4S)-N-((R)-sec-부틸)-7-(3-(트리플루오로메틸)페닐)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복사미드, 히드로클로라이드의 합성



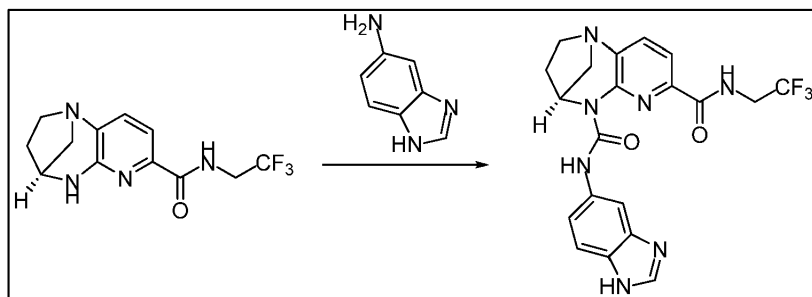
[2764]

[2765] 0℃에서 질소 하에 디에틸에테르 (10 mL) 중 (4S)-N-((R)-sec-부틸)-7-(3-(트리플루오로메틸)페닐)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복사미드 (150 mg, 0.371 mmol)의 교반 현탁액에 디에틸에테르 중 2.0 M HCl (0.185 mL, 0.371 mmol)을 첨가하고, 실온에서 1시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% MeOH, R_f 0.2, UV 활성). 용매를 감압 하에 증발시키고, 조 물질을 디에틸에테르 (2x10 mL)로 연화 처리하여 목적 생성물 (4S)-N-((R)-sec-부틸)-7-(3-(트리플루오로메틸)페닐)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복사미드, 히드로클로라이드를 회백색 고체로서 수득하였다 (115 mg, 0.254 mmol, 68.4% 수율). LCMS (m/z): 405.12 [M+H]⁺, R_t = 2.58분.

[2766] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 9.97 (d, J=7.89 Hz, 1 H) 8.18 (d, J=7.89 Hz, 1 H) 8.13 - 8.05 (m, 1 H) 7.99 (d, J=8.11 Hz, 1 H) 7.95 - 7.77 (m, 1 H) 7.71 (d, J=8.11 Hz, 1 H) 5.54 (dd, J=5.59, 3.18 Hz, 1 H) 3.82 - 3.76 (m, 2 H) 3.61 - 3.41 (m, 4 H) 2.42 - 2.38 (m, 1 H) 2.16 - 2.00 (m, 1 H) 1.52 (quin, J=7.18 Hz, 2 H) 1.15 (d, J=6.58 Hz, 3 H) 0.92 - 0.81 (m, 3 H).

[2767] 실시예 231

[2768] (4S)-N5-(1H-벤조[d]이미다졸-5-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



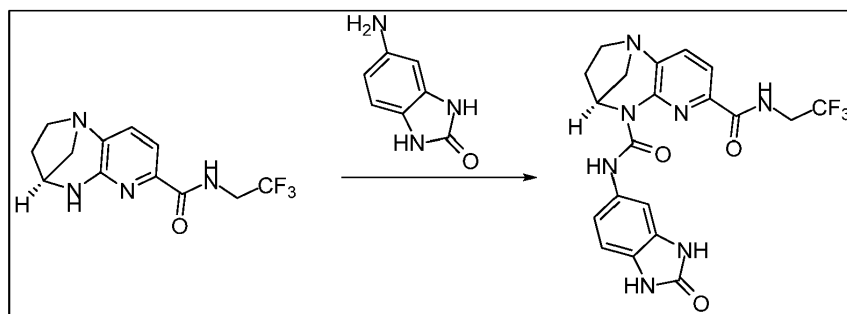
[2769]

[2770] 테트라히드로푸란 (50 mL) 중 (4S)-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (500 mg, 1.747 mmol), 트리에틸아민 (1.217 mL, 8.73 mmol) 및 트리포스겐 (518 mg, 1.747 mmol)의 용액에 1H-벤조[d]이미다졸-5-아민 (349 mg, 2.62 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 70℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC: 용리액: DCM 중 10% 메탄올, R_f : 0.4). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (100 mL)과 EtOAc (2x50 mL) 사이에 분배하였다. 합한 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질 (625 mg)을 수득하였다. 조 화합물을 정제용 HPLC (조건: 칼럼: 엑스브리지 C 18(250 X4.6mm, 5 μ) 이동상: A: 5 mM 중탄산암모늄 B: ACN, 구배: 시간/ %B: 0/10, 1/10, 10/60, 15/60, 18/98, 20/98, 20.1/10, 25/10, 칼럼 온도: 주위, 유량: 1.0 mL/분, 희석제: ACN)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(1H-벤조[d]이미다졸-5-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (90 mg, 0.199 mmol, 11.39% 수율). LCMS (m/z): 446.09 [M+H]⁺, R_t = 1.34분.

[2771] ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 12.35 (m, 1 H), 12.06 (s, 1 H), 9.00 (s, 1 H), 8.10 - 7.97 (m, 2 H), 7.69 - 7.63 (m, 1 H), 7.60 - 7.55 (m, 1 H), 7.50-7.24 (m, 2 H), 5.48 (d, J=2.85 Hz, 1 H), 4.19 - 4.06 (m, 2 H), 3.21 - 3.00 (m, 4 H), 2.30 - 2.15 (m, 1 H), 1.95 - 1.88 (m, 1 H).

[2772] 실시예 232

[2773] (4S)-N5-(2-옥소-2,3-디히드로-1H-벤조[d]이미다졸-5-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



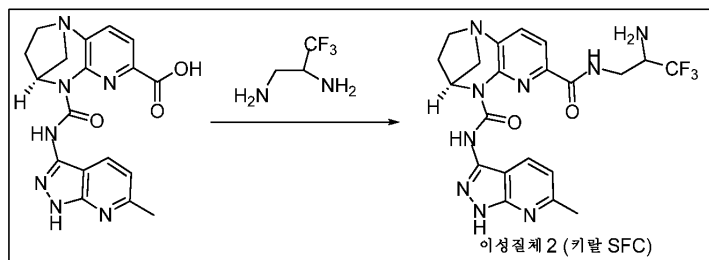
[2774]

[2775] 테트라히드로푸란 (50 mL) 중 (4S)-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (500 mg, 1.747 mmol)의 교반 용액에 트리에틸아민 (1.704 mL, 12.23 mmol) 및 트리포스겐 (518 mg, 1.747 mmol)을 질소 하에 28℃에서 3시간 동안 첨가하였다. 이어서, 5-아미노-1H-벤조[d]이미다졸-2(3H)-온 (782 mg, 5.24 mmol)을 첨가하고, 생성된 반응 혼합물을 70℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 10% 메탄올, R_f : 0.3). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (100 mL)에 붓고, 수득된 고체를 여과하고, 진공 하에 건조시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 정제용 HPLC (조건: 칼럼: 엑스-브리지 C 18(75 X4.6mm, 3.5 μ) 이동상: A: 5 mM 중탄산암모늄 B: ACN구배: 시간/ %B: 0/5, 0.8/5, 5/50, 9/98, 12/98, 12.1/5, 15/5 칼럼 온도: 주위, 유량: 0.8mL/분, 희석제: CAN)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(2-옥소-2,3-디히드로-1H-벤조[d]이미다졸-5-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 연황색 고체로서 수득하였다 (120 mg, 0.254 mmol, 14.53% 수율). LCMS (m/z): 462.07 [M+H] $^+$, R_t = 1.50분.

[2776] ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm: 12.37 (s, 1 H), 10.57 (s, 1 H), 10.43 (s, 1 H), 9.31 (br t, J=5.81 Hz, 1 H), 7.69 (d, J=7.67 Hz, 1 H), 7.60 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.55 (d, J=1.53 Hz, 1 H), 7.02 (dd, J=8.33, 1.75 Hz, 1 H), 6.81 (d, J=8.33 Hz, 1 H), 5.43 (dd, J=5.48, 2.85 Hz, 1 H), 4.14 (dd, J=15.24, 9.32 Hz, 2 H), 3.21 - 2.93(m, 4 H), 2.27 - 2.18 (m, 1 H), 1.94 - 1.84 (m, 1 H).

[2777] 실시예 233

[2778] (4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(6-메틸-1H-피라졸로-[3,4-b]피리딘-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도-[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2779]

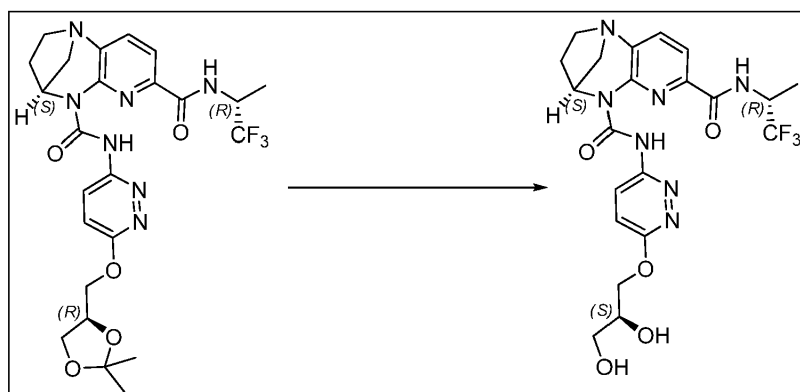
[2780] 실온에서 DMF (50 mL) 중 (4S)-5-((6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1.00 g, 2.64 mmol)의 용액에 HATU (1.002 g, 2.64 mmol), DIPEA (1.381 mL, 7.91 mmol) 및 3,3,3-트리플루오로프로판-1,2-디아민 (0.405 g, 3.16 mmol)을 첨가하고, 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올, R_f 값: 0.5). 반응 혼합물을 냉수 (100 mL)로

회석하고, 실온에서 15분 동안 교반하였다. 생성된 고체를 여과하고, 진공 하에 건조시켜 (4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 부분입체이성질체 혼합물로서 수득하였다. 부분입체이성질체를 정제용 키랄 SFC (칼럼: 키랄셀 OD-H (250 X21)mm, 5 μ , % CO₂: 60.0, % 공용매: 40.0 (메탄올 중 0.5% DEA), 총 유량: 70.0 g/분, 배압: 100.0 bar, UV: 216 nm, 스택 시간: 4.0분, 로드/주입: 4.0mg, 용해도: 메탄올; 총 주입 횟수: 200, 기기 세부사항: 타르 SFC- 80)에 의해 분리하여 2종의 단일 이성질체를 수득하였다. 키랄 SFC로부터의 가장 느린 용리 분획을 농축시키고, 디에틸에테르로 연화처리하여 (4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(6-메틸-1H-피라졸로-[3,4-b]-피리딘-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (80 mg, 0.157 mmol, 5.95% 수율). LCMS (m/z): 253.91 [M+H]⁺, Rt =1.81분.

[2781] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 12.98 (br s, 1 H), 12.74 (s, 1 H), 8.56 (br t, J=5.81 Hz, 1 H), 8.44 (d, J=8.33 Hz, 1 H), 7.72 (d, J=7.67 Hz, 1 H), 7.60 (d, J=7.67 Hz, 1 H), 7.03 (d, J=8.33 Hz, 1 H), 5.47 (dd, J=5.70, 3.07 Hz, 1 H), 3.77 - 3.59 (m, 1 H), 3.57 - 3.47 (m, 1 H), 3.34 - 3.22 (m, 5 H), 3.06 - 3.15 (m, 1 H), 2.57 (m, 4 H), 2.34 - 2.20 (m, 1 H), 1.95 (dt, J=14.20, 7.26 Hz, 1 H).

[2782] 실시예 234

[2783] (4S)-N5-(6-((S)-2,3-디히드록시프로폭시)피리다진-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



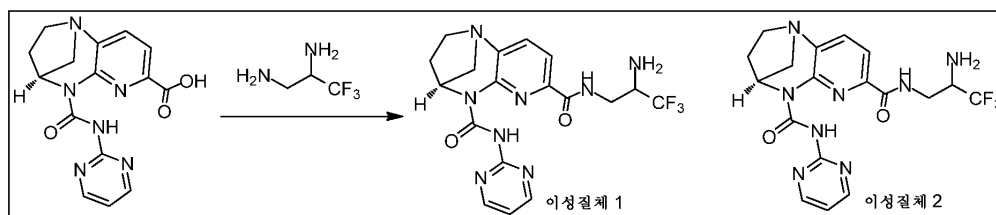
[2784]

[2785] 메탄올 (5 mL) 중 (4S)-N5-(6-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리다진-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (300 mg, 0.544 mmol)의 교반 용액에 염산 (0.017 mL, 0.544 mmol)을 0°C에서 5분의 기간에 걸쳐 적가하였다. 이어서, 반응 혼합물을 실온에서 1시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f-0.1; UV 활성). 반응 혼합물을 증발시키고, 중탄산나트륨 용액으로 중화시키고, 수득된 고체를 여과하고, 디에틸에테르 (20 mL) 및 펜탄 (20 mL)으로 세척하여 목적 화합물 (4S)-N5-(6-((S)-2,3-디히드록시프로폭시)피리다진-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (100 mg, 0.191 mmol, 35.1% 수율). LCMS (m/z): 512.29 [M+H]⁺, Rt = 1.67분.

[2786] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.78 (s, 1 H), 8.39 (d, J=9.65 Hz, 1 H), 7.96 (d, J=7.89 Hz, 2 H), 7.69 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.10 (d, J=9.43 Hz, 1 H), 5.61 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 5.04 - 4.92 (m, 1 H), 4.68 - 4.52 (m, 2 H), 4.18 - 4.08 (m, 1 H), 3.82 - 3.67 (m, 2 H), 3.51 (d, J=5.04 Hz, 1 H), 3.29 - 3.20 (m, 2 H), 3.16 - 3.08 (m, 1 H), 3.08 - 3.00 (m, 1 H), 2.38 - 2.26 (m, 2 H), 2.06 (dt, J=14.36, 7.07 Hz, 1 H), 1.68 (d, J=7.23 Hz, 3 H).

[2787] 실시예 235

[2788] (4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(피리미딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2789]

[2790]

질소 하에 실온에서 DMF (20 mL) 중 (4S)-5-(피리미딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (4 g, 12.26 mmol)의 교반 용액에 HATU (6.99 g, 18.39 mmol), DIPEA (6.42 mL, 36.8 mmol)를 첨가하고, 10분 동안 교반한 다음, 고체 3,3,3-트리플루오로프로판-1,2-디아민 (1.884 g, 14.71 mmol)를 1 부분으로 첨가하고, 반응 혼합물을 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.3). 물 (60 mL)을 반응물에 첨가하고, EtOAc (2x100 mL)로 추출하고, 유기 층을 분리하고, 염수 (2x100 mL)로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 크로마토그래피 (그레이스 기기, C-18 역 칼럼, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: 아세토니트릴, 생성물을 A 중 30% B로 용리시킴)에 의해 정제하였다. 수집된 화합물 분획을 농축시키고, 포화 NaHCO_3 용액으로 염기성화시켰다. 수성 층을 DCM으로 추출하고, 분리된 DCM 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 증발시켜 부분입체이성질체 혼합물을 수득하였다 (1.5 g, LCMS-92%). 부분입체이성질체를 키랄 SFC 정제 (칼럼/치수: 키랄팩-IE(250 X 30)mm, 5 μ ; 이동상: A: n-헥산 중 0.2% 이파민 B: 에탄올; 등용매: 20: 80 (A:B); 유량: 40 mL /분; 온도: 주위; 파장: 264 nm; 실행 시간: 33분; 스테킹 시간: 17분; 용해도: 약간의 DCM이 첨가된 에탄올; 로드 능력/주입: 13.21 mg/주입; 총 주입 횟수: 114; 기기 세부사항: 제조/모델: YMC 정제용-02)에 의해 분리하여 미지의 절대 입체화학을 갖는 2종의 단일 이성질체를 수득하였다. 피크 2: 키랄 SFC로부터의 느린 용리 분획을 농축시켜 (4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(피리미딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (130 mg, 0.295 mmol, 2.407% 수율). LC-MS (m/z): 437.20 $[\text{M}+\text{H}]^+$. R_t = 1.27분.

[2791]

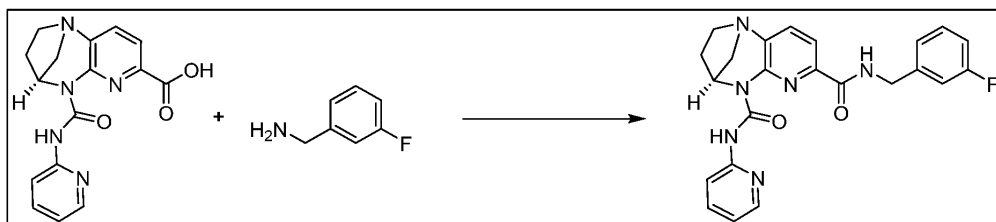
^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 13.16 - 13.59 (m, 1 H), 8.67 (d, $J=4.82$ Hz, 2 H), 8.44 (br t, $J=5.81$ Hz, 1 H), 7.71 - 7.76 (m, 1 H), 7.63 - 7.69 (m, 1 H), 7.21 (t, $J=4.82$ Hz, 1 H), 5.43 (dd, $J=5.92$, 3.07 Hz, 1 H), 3.68 (dt, $J=13.15$, 5.26 Hz, 1 H), 3.50 - 3.60 (m, 1 H), 3.36 - 3.47 (m, 1 H), 3.03 - 3.23 (m, 3 H), 2.94 - 3.01 (m, 1 H), 2.18 - 2.32 (m, 1 H), 2.12 (br d, $J=7.23$ Hz, 2 H), 1.91 (dt, $J=14.09$, 7.32 Hz, 1 H)

[2792]

실시예 236

[2793]

(4S)-N7-(3-플루오로페닐)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성:



[2794]

[2795]

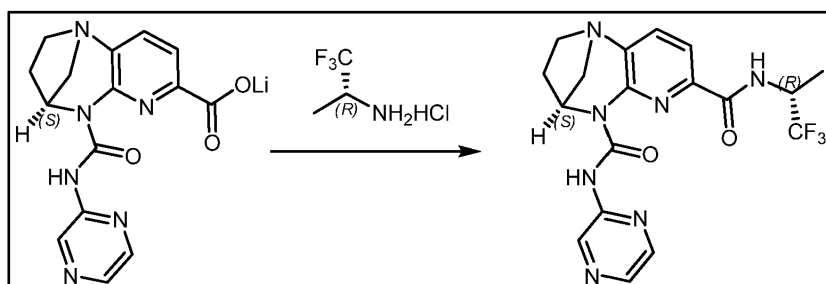
실온에서 DMF (5 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 교반 용액에 (3-플루오로페닐)메탄아민 (115 mg, 0.922 mmol) 및 DIPEA (0.966 mL, 5.53 mmol)를 첨가하고, 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리 시스템: DCM 중 10% MeOH; R_f -0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (20 mL)로 켄칭하고, EtOAc (2x25 mL)로 추출하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 크로마토그래피 (그레이스, C-18 역 칼럼 사용, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: 아세토니트릴, 용리액 A 중 28% B)에 의해 정제하였다. 합한 분획을 농축시키고, 포화 NaHCO_3 용액으로 염기성

화시켰다. 수성 층을 DCM으로 추출하고, 분리된 DCM 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 (4S)-N7-(3-플루오로벤질)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (170 mg, 0.386 mmol, 41.8% 수율). LCMS (m/z): 433.16 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.26분.

[2796] ^1H NMR (400MHz, CDCl_3): δ ppm 13.68 (br s, 1 H), 8.74 (br s, 1 H), 8.07 (br d, $J=8.1$ Hz, 1 H), 7.99 - 7.80 (m, 2 H), 7.80 - 7.58 (m, 2 H), 7.32 - 7.19 (m, 2 H), 7.15 (br d, $J=9.2$ Hz, 1 H), 7.11 - 6.85 (m, 2 H), 5.61 (br s, 1 H), 4.77 (br d, $J=4.8$ Hz, 2 H), 3.38 - 3.19 (m, 2 H), 3.19 - 3.08 (m, 1 H), 3.08 - 2.82 (m, 1 H), 2.33 (br d, $J=5.5$ Hz, 1 H), 2.19 - 1.98 (m, 1 H).

[2797] 실시예 237

[2798] (4S)-N5-(피라진-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



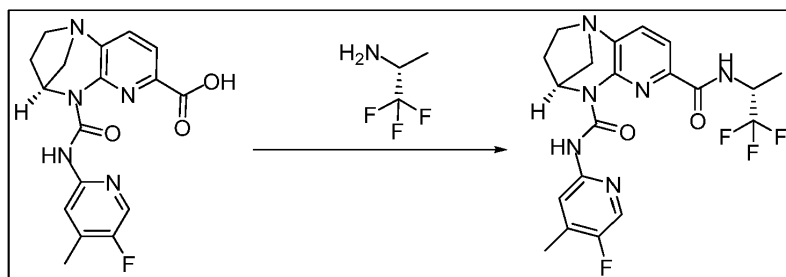
[2799]

[2800] DMF(15 mL) 중 리튬 (4S)-5-(피라진-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트 (440 mg, 1.324 mmol) 및 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 히드로클로라이드 (594 mg, 3.97 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (1.156 mL, 6.62 mmol) 및 HATU (1007 mg, 2.65 mmol)를 0℃에서 첨가한 다음, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 순수한 에틸 아세테이트: R_f : 0.3; UV 활성). 반응 혼합물 용매를 감압 하에 제거하고, 물로 희석하고, EtOAc (40 ml x2)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득한 다음, 이것을 정제용 HPLC (조건: MP-A: 10 Mm 중탄산암모늄 (수성) MP-B: 아세토니트릴 칼럼: 키넥스 페닐 헥실(150*30 MM)*5u 방법:- 0/10, 1/10, 10/50, 15/60, 유량: 30ml/분 용해도: MeOH+아세토니트릴+THF)에 의해 정제하여 순수한 화합물 (4S)-N5-(피라진-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (95 mg, 0.224 mmol, 16.90% 수율). LCMS (m/z): 422.15 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.02분.

[2801] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.34 (s, 1 H), 9.53 (d, $J=1.53$ Hz, 1 H), 8.35 (d, $J=2.63$ Hz, 1 H), 8.20 (dd, $J=2.41, 1.53$ Hz, 1 H), 7.98 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.71 (d, $J=8.11$ Hz, 2 H), 5.67 (dd, $J=6.14, 3.07$ Hz, 1 H), 5.05 (dt, $J=9.65, 7.34$ Hz, 1 H), 3.29 - 3.20 (m, 2 H), 3.15 - 3.01 (m, 2 H), 2.41 - 2.31 (m, 1 H), 2.13 - 2.02 (m, 1 H), 1.58 (d, $J=2.19$ Hz, 3 H).

[2802] 실시예 238

[2803] (4S)-N5-(5-플루오로-4-메틸피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2804]

[2805]

실온에서 질소 하에 피리딘 (10 mL) 중 (4S)-5-((5-플루오로-4-메틸피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (400 mg, 1.119 mmol)의 교반 용액에 EDC.HCl (429 mg, 2.239 mmol)을 첨가하고, 15분 동안 교반한 다음, (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (152 mg, 1.343 mmol)을 첨가하고, 교반을 16시간 동안 계속하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% MeOH, R_f 값 = 0.5). 반응 혼합물을 진공 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 크로마토그래피 (그레이스 기기, 중 C-18 역 칼럼; 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: 아세토니트릴; 생성물을 A 중 95% B로 용리시킴)에 의해 정제하고, 수집된 분획을 농축시키고, 포화 NaHCO_3 용액으로 염기성화시켰다. 생성된 고체를 여과하고, 물 (10 mL)로 세척하고, 고진공 하에 건조시켜 (4S)-N5-(5-플루오로-4-메틸피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (210 mg, 0.464 mmol, 41.4% 수율). LCMS (m/z): 453.14, R_t = 2.59.

[2806]

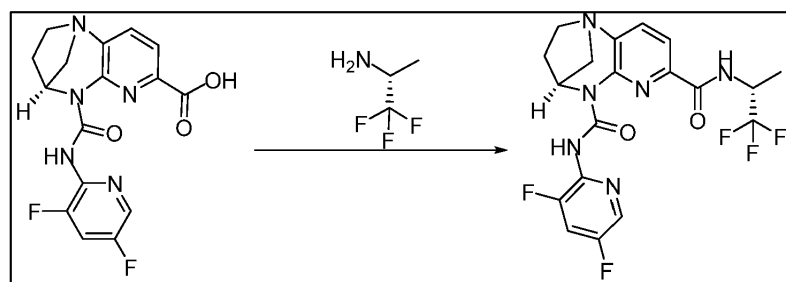
^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.17 (s, 1 H), 8.06 (d, $J=5.70$ Hz, 1 H), 7.98 (s, 1 H), 7.95 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.89 (br d, $J=9.43$ Hz, 1 H), 7.67 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 5.63 (dd, $J=5.92, 3.07$ Hz, 1 H), 4.97 - 5.11 (m, 1 H), 3.17 - 3.28 (m, 2 H), 3.09 - 3.14 (m, 1 H), 3.00 - 3.06 (m, 1 H), 2.28 - 2.37 (m, 4 H), 2.00 - 2.11 (m, 1 H), 1.57 (d, $J=7.23$ Hz, 3 H).

[2807]

실시예 239

[2808]

(4S)-N5-(3,5-디플루오로피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



[2809]

[2810]

실온에서 질소 하에 피리딘 (10 mL) 중 (4S)-5-((3,5-디플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (600 mg, 1.661 mmol)의 교반 용액에 EDC.HCl (637 mg, 3.32 mmol)를 첨가하고, 15분 동안 교반한 다음, (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (188 mg, 1.661 mmol)을 첨가하고, 교반을 16시간 동안 계속하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% MeOH, R_f 값 = 0.5). 반응 혼합물을 진공 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 크로마토그래피 (그레이스 기기, C-18 역 칼럼, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: 아세토니트릴, 생성물을 A 중 80% B로 용리시킴)에 의해 정제하고, 수집된 분획을 농축시킨 다음, 생성물을 포화 NaHCO_3 용액으로 염기성화시켰다. 수득된 고체를 여과하고, 물 (10 mL)로 세척하고, 고진공 하에 건조시켜 순수한 (4S)-N5-(3,5-디플루오로피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (360 mg, 0.784 mmol, 47.2% 수율). LCMS (m/z): 457.17, R_t = 1.98.

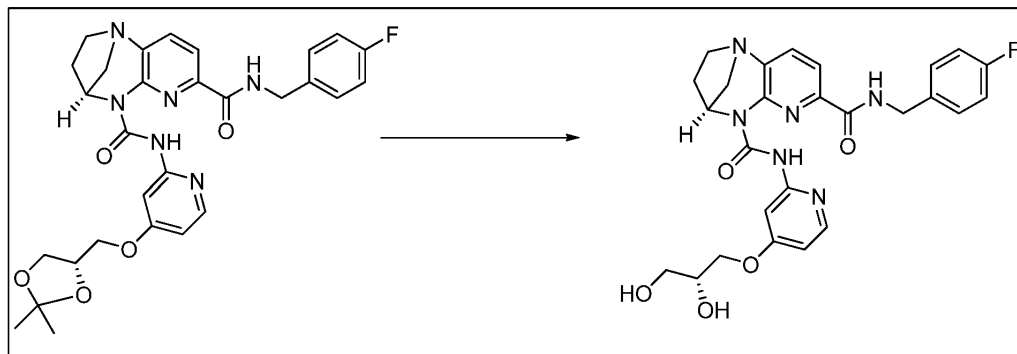
[2811]

^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 12.29 (s, 1 H), 8.15 (d, $J=2.63$ Hz, 1 H), 7.87 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.68 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.29 - 7.44 (m, 2 H), 5.62 (dd, $J=5.92, 3.07$ Hz, 1 H), 4.87 - 5.03 (m, 1 H),

3.12 - 3.30 (m, 3 H), 3.00 - 3.05 (m, 1 H), 2.26 - 2.40 (m, 1 H), 2.01 - 2.15 (m, 1 H), 1.42 (d, J=7.02 Hz, 3 H).

[2812] 실시예 240

[2813] (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-(4-플루오로벤질)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



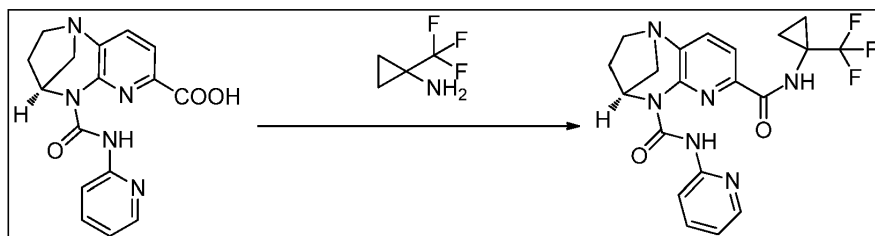
[2814]

[2815] 0℃에서 메탄올 (15 mL) 중 (4S)-N5-(4-((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-N7-(4-플루오로벤질)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (300 mg, 0.533 mmol)의 교반 용액에 HCl (0.081 mL, 2.67 mmol)을 첨가하고, 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 감압 하에 농축시키고, 잔류물을 포화 중탄산나트륨 용액 (30 mL)으로 중화시켰다. 수성 층을 DCM (2x150 mL)으로 추출하였다. 합한 유기 추출물을 염수 (100 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켰다. 생성된 고체를 n-펜탄 및 디에틸에테르로 연화처리하여 순수한 (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-(4-플루오로벤질)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (125 mg, 0.237 mmol, 44.5% 수율). LCMS (m/z): 523.27 [M+H]⁺. Rt = 1.60분.

[2816] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.48 (s, 1 H), 8.82 (t, J = 6.3 Hz, 1 H), 7.90 (d, J = 5.8 Hz, 1 H), 7.78 - 7.67 (m, 2 H), 7.59 (d, J = 2.4 Hz, 1 H), 7.48 - 7.39 (m, 2 H), 7.13 (t, J = 8.9 Hz, 2 H), 6.67 (dd, J = 5.9, 2.4 Hz, 1 H), 5.41 (dd, J = 6.0, 3.0 Hz, 1 H), 5.01 (d, J = 5.2 Hz, 1 H), 4.70 (t, J = 5.6 Hz, 1 H), 4.63 (d, J = 6.3 Hz, 2 H), 4.10 (dd, J = 9.9, 3.8 Hz, 1 H), 3.95 (dd, J = 9.9, 6.3 Hz, 1 H), 3.81 (q, J = 5.3 Hz, 1 H), 3.45 (td, J = 5.7, 2.3 Hz, 2 H), 3.13 - 3.04 (m, 3 H), 2.97 (dd, J = 11.8, 3.2 Hz, 1 H), 2.21 (d, J = 6.5 Hz, 1 H), 1.94 (dt, J = 14.5, 7.6 Hz, 1 H).

[2817] 실시예 241

[2818] (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-(1-(트리플루오로메틸)시클로프로필)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2819]

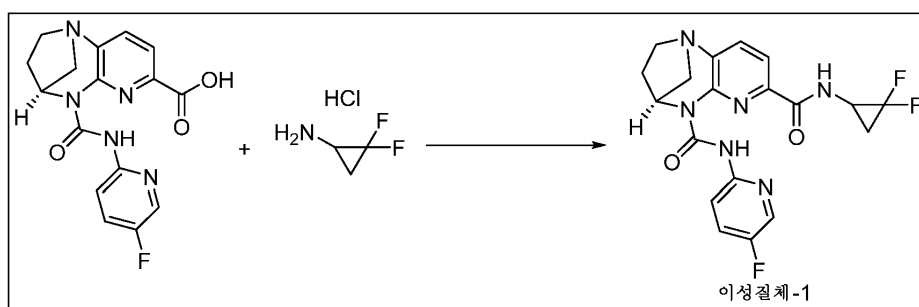
[2820] 피리딘 (5mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.537 mmol)의 교반 용액에 EDC (884 mg, 4.61 mmol)를 0℃에서 첨가하고, 50분 동안 교반한 다음, 1-(트리플루오로메틸)시클로프로판아민 (385 mg, 3.07 mmol)을 첨가하고, 반응물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC: DCM 중 10% 메탄올, R_f 값: 0.3, UV 활성). 반응 혼합물을 물로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (50 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건

조시킴, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔 사용, 화합물을 DCM 중 2% 메탄올로 용리시킴)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-(1-(트리플루오로메틸)시클로프로필)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (140 mg, 0.317 mmol, 20.64% 수율). LCMS: (m/z): 433.01[M+H]⁺, Rt = 2.23분.

[2821] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.60 (br s, 1 H), 8.78 (s, 1 H), 8.28 (d, J=4.60 Hz, 1 H), 8.08 (d, J=8.33 Hz, 1 H), 7.91 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.81 - 7.59 (m, 2 H), 7.03 (dd, J=6.80, 5.04 Hz, 1 H), 5.61 (dd, J=5.81, 3.40 Hz, 1 H), 3.32 - 3.18 (m, 3 H), 3.03 (dd, J=12.17, 3.18 Hz, 1 H), 2.44 - 2.19(m, 1 H), 2.12 - 1.96 (m, 1 H), 1.58 - 1.56 (m, 2 H), 1.44 - 1.33 (br s, 2 H).

[2822] 실시예 242

[2823] (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



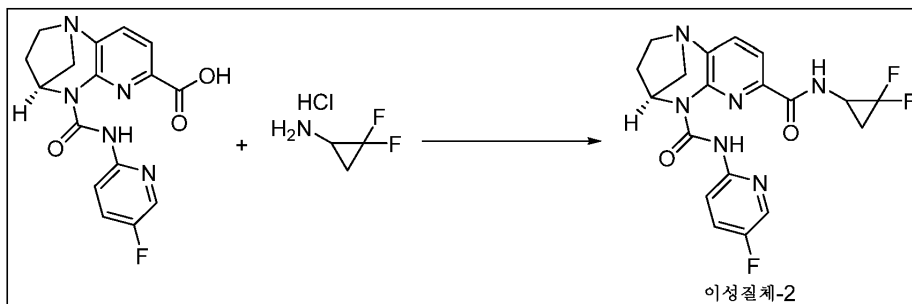
[2824]

[2825] 0℃에서 DMF (15 mL) 중 (4S)-5-((5-플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1.4 g, 4.08 mmol)의 교반 용액에 HATU (2.326 g, 6.12 mmol), DIPEA (3.56 mL, 20.39 mmol)에 이어서 2,2-디플루오로시클로프로판아민 히드록로라이드 (0.792 g, 6.12 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 4시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 100% EtOAc: R_f 0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 냉수로 희석하고, DCM (2x50 mL)으로 추출하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 크로마토그래피 (그레이스, C-18 역 칼럼 사용, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: ACN, 용리액 A 중 45-50% B)에 의해 정제하고, 합한 분획을 농축시키고, 포화 NaHCO₃ 용액을 사용하여 염기성화시켰다. 화합물을 DCM으로 추출하고, DCM 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 목적 화합물 부분입체이성질체 혼합물을 수득하였다. 부분입체이성질체 혼합물을 키랄 SFC (칼럼/치수: 키랄셀 OJ-H (250 X30)mm, 5μ; % CO₂: 80.0; % 공용매: 20.0 (100% 메탄올); 총 유량: 90.0 g/분; 배압: 100.0 bar; UV: 261 nm; 스택 시간: 4.5분; 로드/주입: 14.0 mg; 용해도: 메탄올+DCM; 총 주입 횟수: 100; 기기 세부사항: 타르 SFC-200-002)에 의해 분리하여 2종의 단일 이성질체를 수득하였다. 이성질체-1: 키랄 SFC로부터의 가장 빠른 용리 분획을 농축시키고, 고체를 펜탄으로 연화처리하여 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (320 mg, 0.764 mmol, 18.74% 수율). LCMS (m/z): 419.16 [M+H]⁺, Rt = 2.16분.

[2826] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.35 (s, 1 H), 8.19 - 8.10 (m, 2 H), 8.05 (s, 1 H), 7.90 (d, J = 7.8 Hz, 1 H), 7.67 (d, J = 7.7 Hz, 1 H), 7.47 (ddd, J = 9.1, 7.6, 3.0 Hz, 1 H), 5.62 (dd, J = 6.0, 3.2 Hz, 1 H), 3.60 - 3.48 (m, 1 H), 3.32 - 3.15 (m, 3 H), 3.16 - 3.07 (m, 1 H), 2.39 - 2.26 (m, 1 H), 2.11 - 1.90 (m, 2 H), 1.71 (ddt, J = 14.0, 8.9, 5.4 Hz, 1 H).

[2827] 실시예 243

[2828] (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



[2829]

[2830]

0℃에서 DMF (15 mL) 중 (4S)-5-((5-플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1.4 g, 4.08 mmol)의 교반 용액에 HATU (2.326 g, 6.12 mmol), DIPEA (3.56 mL, 20.39 mmol)에 이어서 2,2-디플루오로시클로프로판아민 히드로클로라이드 (0.792 g, 6.12 mmol)를 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 4시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 100% EtOAc: R_f 0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 냉수로 희석하고, DCM (2x50 mL)으로 추출하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 크로마토그래피 (그레이스, C-18 역 칼럼 사용, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: ACN, 용리액 A 중 45-50% B)에 의해 정제하고, 합한 분획을 농축시키고, 포화 NaHCO_3 용액을 사용하여 염기성화시켰다. 화합물을 DCM으로 추출하고, DCM 층을 분리하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 목적 화합물 부분입체이성질체 혼합물을 수득하였다. 부분입체이성질체 혼합물을 키랄 SFC (칼럼/치수: 키랄셀 OJ-H (250 X30)mm, 5 μ ; % CO_2 : 80.0; % 공용매: 20.0 (100% 메탄올); 총 유량: 90.0 g/분; 배압: 100.0 bar; UV: 261 nm; 스택 시간: 4.5분; 로드/주입: 14.0 mg; 용해도: 메탄올+DCM; 총 주입 횟수: 100; 기기 세부사항: 타르 SFC-200-002)에 의해 분리하여 2종의 단일 이성질체를 수득하였다. 이성질체-2: 키랄 SFC로부터의 가장 느린 용리 분획을 농축시키고, 고체를 펜탄으로 연화처리하여 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(5-플루오로피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (320 mg, 0.764 mmol, 18.74% 수율). LCMS (m/z): 419.13 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.15분.

[2831]

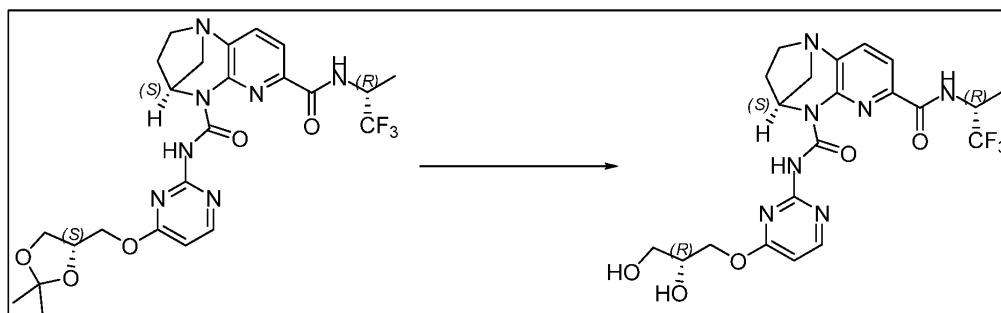
^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.37 (s, 1 H), 8.19 - 8.09 (m, 2 H), 8.05 (s, 1 H), 7.91 (d, J = 7.9 Hz, 1 H), 7.67 (d, J = 7.9 Hz, 1 H), 7.47 (ddd, J = 9.0, 7.7, 3.0 Hz, 1 H), 5.62 (dd, J = 6.0, 3.1 Hz, 1 H), 3.61 - 3.46 (m, 1 H), 3.31 - 3.15 (m, 3 H), 3.16 - 3.07 (m, 1 H), 2.33 (dddd, J = 13.9, 9.3, 6.0, 4.6 Hz, 1 H), 2.11 - 1.90 (m, 2 H), 1.76 - 1.63 (m, 1 H).

[2832]

실시예 244

[2833]

(4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2834]

[2835]

메탄올 (30 mL) 중 (4S)-N5-(4-((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리미딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (500 mg, 0.907 mmol)의 교반 용액에 염산 (2 mL, 23.70 mmol)을 5분의 기간에 걸쳐 적가하고, 반응 혼합물을 실온에서 1시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: EtOAc, R_f 값: 0.1). 반응 혼합물을 감압 하에 농축시키고, 수득된 잔류물을 포화 NaHCO_3 용액을 사용하여 중화시키고, DCM 중 5% MeOH로 추출하고, 감압 하에 농축시키고, n-펜탄

(2x 20mL)으로 연화처리하여 순수 생성물 (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (380 mg, 0.714 mmol, 79% 수율). LCMS (m/z): 512.25[M+H]⁺, Rt = 1.60분.

[2836]

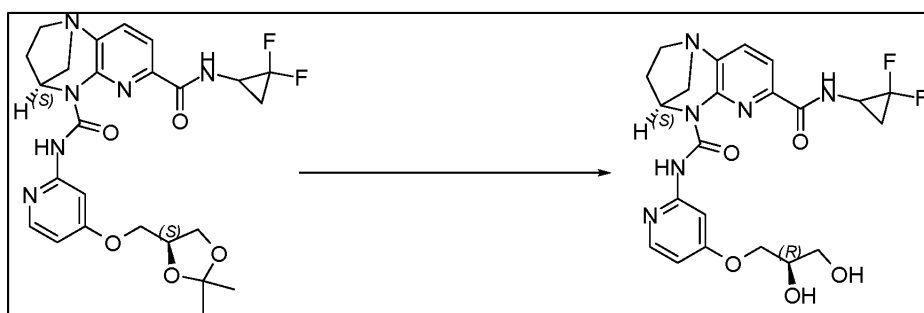
¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ 13.80 (s, 1 H), 8.22 (d, J = 5.7 Hz, 1 H), 8.03 - 7.91 (m, 2 H), 7.70 (dd, J = 7.9, 1.0 Hz, 1 H), 6.50 (dd, J = 5.8, 1.0 Hz, 1 H), 5.71 (dd, J = 6.1, 3.1 Hz, 1 H), 5.14 - 4.99 (m, 1 H), 4.73 (dd, J = 12.2, 4.7 Hz, 1 H), 4.60 (dd, J = 12.2, 4.2 Hz, 1 H), 4.45 (d, J = 6.0 Hz, 1 H), 3.96 (dt, J = 5.9, 4.5 Hz, 1 H), 3.70 - 3.62 (m, 2 H), 3.43 (dd, J = 7.5, 6.4 Hz, 1 H), 3.29 - 3.14 (m, 2 H), 3.08 (d, J = 12.2 Hz, 1 H), 3.00 (dd, J = 12.2, 3.2 Hz, 1 H), 2.32 (ddd, J = 15.6, 9.2, 4.4 Hz, 1 H), 2.04 (dt, J = 15.2, 7.7 Hz, 1 H), 1.53 (s, 3 H).

[2837]

실시예 245

[2838]

(4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2839]

[2840]

메탄올 (10 mL) 중 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(4-((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (160 mg, 0.302 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 염산 (0.018 mL, 0.603 mmol)을 5분의 기간에 걸쳐 적가하고, 반응 혼합물을 실온에서 2시간 동안 교반한 다음 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f-0.1; UV 활성), 용매를 증발시켰다. 반응 혼합물을 중탄산나트륨 용액으로 중화시키고, 수득된 고체를 여과하고, 건조시키고, 디에틸에테르 (20 ml) 및 n-펜탄 (20 ml)으로 연화처리하여 목적 화합물 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (50 mg, 0.102 mmol, 33.7% 수율). LCMS (m/z): 491.19 [M+H]⁺, Rt = 1.33분.

[2841]

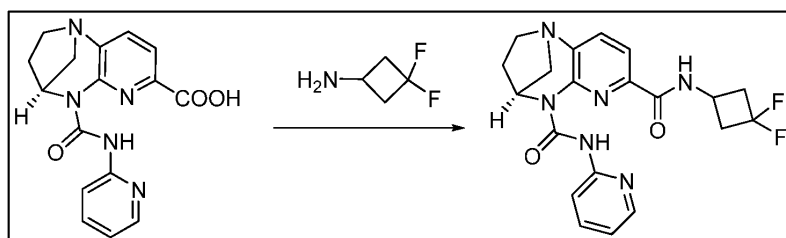
¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ 13.44 (s, 1 H), 8.28 (s, 1 H), 8.07 (d, J = 5.8 Hz, 1 H), 7.91 (d, J = 7.9 Hz, 1 H), 7.74 (d, J = 2.4 Hz, 1 H), 7.67 (d, J = 7.9 Hz, 1 H), 6.60 (dd, J = 5.9, 2.4 Hz, 1 H), 5.59 (dd, J = 5.9, 3.1 Hz, 1 H), 4.17 (dd, J = 15.5, 4.7 Hz, 3 H), 4.17 (s, 1 H), 3.85 (d, J = 11.5 Hz, 1 H), 3.76 (d, J = 11.7 Hz, 1 H), 3.53 (d, J = 8.8 Hz, 1 H), 3.24 (dt, J = 9.3, 5.0 Hz, 2 H), 3.12 (d, J = 12.2 Hz, 1 H), 3.02 (dd, J = 12.2, 3.2 Hz, 1 H), 2.54 (s, 1 H), 2.33 (ddt, J = 14.3, 9.8, 5.3 Hz, 1 H), 2.11 - 1.87 (m, 3 H).

[2842]

실시예 246

[2843]

(4S)-N7-(3,3-디플루오로시클로부틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



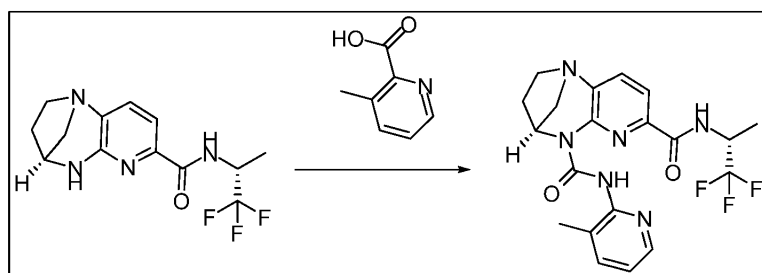
[2844]

[2845] DMF (10 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 교반 용액에 HATU (701 mg, 1.844 mmol) 및 DIPEA (0.322 mL, 1.844 mmol)를 첨가하고, 질소 분위기 하에 실온에서 교반하였다. 이 반응 혼합물에 3,3-디플루오로시클로부탄아민 (148 mg, 1.383 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 순수한 에틸 아세테이트: R_f -0.25; UV 활성). 반응 혼합물을 빙수로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2x15 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액으로 세척하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카겔, 석유 에테르 중 70% 에틸 아세테이트로 용리시킴)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N7-(3,3-디플루오로시클로부틸)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (270 mg, 0.640 mmol, 69.4% 수율). LCMS (m/z): 415.04 $[M+H]^+$, R_t = 2.1분.

[2846] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.18 (s, 1 H), 8.33 - 8.30 (m, 1 H), 8.21 (dt, J =8.44, 0.93 Hz, 1 H), 8.03 (d, J =7.45 Hz, 1 H), 7.90 - 7.89 (m, 1 H), 7.74 (ddd, J =8.50, 7.29, 1.53 Hz, 1 H), 7.74 (d, J =7.67 Hz, 1 H), 7.06 (ddd, J =7.40, 4.99, 0.99 Hz, 1 H), 5.67 (dd, J =6.03, 3.18 Hz, 1 H), 4.72 - 4.61(m, 1 H), 3.30 - 2.83 (m, 8 H), 2.38 - 2.28 (m, 1 H), 2.10 - 1.99 (m, 1 H).

[2847] 실시예 247

[2848] (4S)-N5-(3-메틸피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



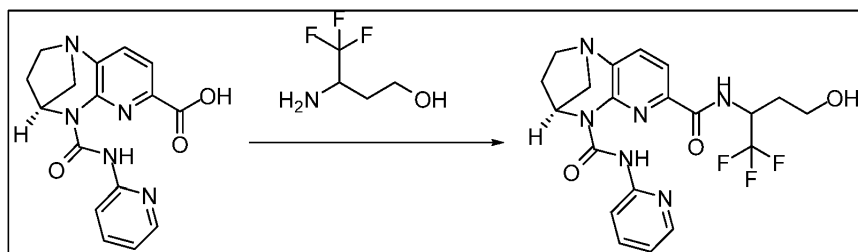
[2849]

[2850] 클로로포름 (100 mL) 중 3-메틸피롤리딘산 (411 mg, 3.00 mmol)의 용액에 TEA (0.836 mL, 5.99 mmol)에 이어서 디페닐 포스포르아지데이트 (1100 mg, 4.00 mmol)를 첨가하고, 25°C에서 10시간 동안 교반하였다. 이어서, (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (600 mg, 1.998 mmol)를 상기 반응 혼합물에 첨가하고, 80°C에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 헥산 중 80% 에틸아세테이트, R_f 값: 0.2). 반응물을 실온으로 냉각시킨 다음, 물 (100 mL)을 첨가하고, DCM (3 x 100 mL)으로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (100 mL)로 세척하고, 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 정제용 HPLC (칼럼: 엑스브리 지 C 18(150 X4.6mm, 3.5 μ ; MP-A: 5mM 중탄산암모늄 (수성), MP-B: 아세토니트릴, 방법 (T/%B): 0/10, 1/10, 10/60, 15/60, 18/98, 20/98, 20.1/10, 25/10; 유량: 1.0 mL/분; 용해도: 아세토니트릴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(3-메틸피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (92 mg, 0.211 mmol, 10.57% 수율). LCMS (m/z): 435.10 $[M+H]^+$, R_t = 1.52분.

[2851] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 12.33 (s, 1 H), 8.23 (dd, J =4.82, 1.32 Hz, 1 H), 7.85 (d, J =7.89 Hz, 2 H), 7.71 - 7.56 (m, 2 H), 7.12 (dd, J =7.67, 4.82 Hz, 1 H), 5.51 (dd, J =5.92, 3.07 Hz, 1 H), 5.02 - 4.79 (m, 1 H), 3.30 - 3.11 (m, 3 H), 3.02 (dd, J =12.06, 3.29 Hz, 1 H), 2.42 (s, 3 H), 2.38 - 2.21 (m, 1 H), 2.19 - 1.92 (m, 1 H), 1.39 (d, J =7.23 Hz, 3 H).

[2852] 실시예 248

[2853] (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-(1,1,1-트리플루오로-4-히드록시부탄-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2854]

[2855]

실온에서 질소 하에 DMF (5 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도 [2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1 g, 3.07 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (1.611 mL, 9.22 mmol), HATU (2.338 g, 6.15 mmol)를 첨가하고, 10분 동안 교반한 다음, 3-아미노-4,4,4-트리플루오로부탄-1-올 (0.660 g, 4.61 mmol)을 상기 반응 혼합물에 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 빙냉수(100mL)에 붓고, 에틸아세테이트(100mL)로 추출하였다. 합한 EtOAc 추출물을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카겔 칼럼 사용, DCM 중 3% 메탄올로 용리시킴)에 의해 정제하고, (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-(1,1,1-트리플루오로-4-히드록시부탄-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 부분입체이성질체 혼합물을 회백색 고체로서 수득하였다 (1.18 g, HPLC 순도-91%). 이 부분입체이성질체 혼합물을 추가로 키랄 SFC (기기 세부사항: 제조/모델: 타르 SFC -200; 칼럼 키랄셀 OD-H (250x30) mm; CO₂-75%, 공용매 (MeOH 중 0.5% 디에틸아민)- 25%; 유량: 80 g/분; 스택 시간: 3.0분; 로드/주입: 5 mg; 용해도: MeOH)에 의해 분리하여 2종의 단일 이성질체를 수득하였다. 피크-2: SFC로부터의 가장 느린 분획을 수집하고, 농축시킨 다음, 잔류물을 디에틸에테르(5 mL)로 연화처리하여 (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-(1,1,1-트리플루오로-4-히드록시부탄-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (240 mg, 0.520 mmol, 16.90% 수율). LCMS (m/z): 451.12 [M+H]⁺, Rt=1.83분.

[2856]

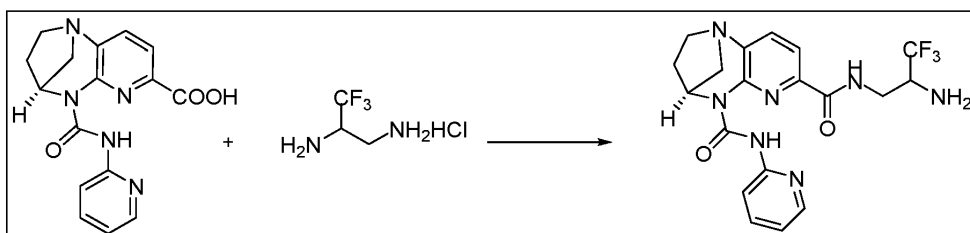
¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 12.66 - 13.15 (m, 1 H), 8.21 (br d, J=3.95 Hz, 1 H), 8.08 - 8.18 (m, 2 H), 7.92 (d, J=7.67 Hz, 1 H), 7.70 - 7.76 (m, 1 H), 7.68 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.00 - 7.08 (m, 1 H), 5.66 (dd, J=5.70, 3.07 Hz, 1 H), 5.08 - 5.21 (m, 1 H), 3.76 - 3.89 (m, 2 H), 3.18 - 3.30 (m, 2 H), 3.08 - 3.15 (m, 1 H), 2.98 - 3.06 (m, 1 H), 2.22 - 2.41 (m, 2 H), 1.98 - 2.18 (m, 2 H).

[2857]

실시예 249

[2858]

(4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2859]

[2860]

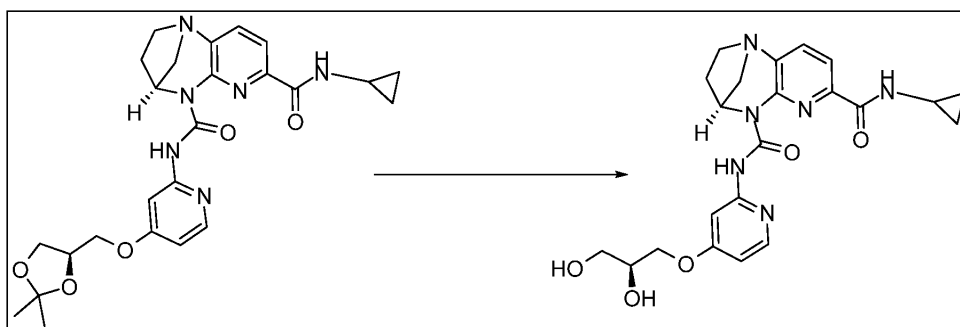
실온에서 질소 하에 DMF (5 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도 [2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500mg, 1.537mmol)의 용액에 DIPEA (1.342 mL, 7.68 mmol), HATU (1169 mg, 3.07 mmol)를 첨가하고, 15분 동안 교반한 다음, 3,3,3-트리플루오로프로판-1,2-디아민 디히드로클로라이드 (309 mg, 1.537 mmol)를 1 부분으로 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5%메탄올, R_f: 0.4). 반응 혼합물을 냉수 (20 mL)로 희석하고, EtOAc (2x30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 추출물을 염수 (20 mL) 용액으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카겔, DCM 중 5% 메탄올로 용리시킴)에 의해 정제하여 목적 화합물을 부분입체이성질체 혼합물로서 수득하였다. 부분입체이성질체를 키랄 SFC (칼럼/치수: 키랄셀-IC (250x30)mm, 5u, 이동상-A: n-헥산, 이동상-B: 에탄올, 등용매: 65:35, 총 유량: 41.0 ml/분, 온도: 주위, 파장: 262nm, 용해도: 에탄올, 로딩능/주입: 41 mg/주입, 총 주입 횟수: 10, 기기

세부사항: YMC 정제용-01)에 의해 분리하여 아민 중심에서 미지의 절대 입체화학을 갖는 2종의 단일 이성질체를 수득하였다. 피크-1: SFC로부터의 빠른 용리 분획을 농축시키고, 추가로 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카겔, DCM 중 5% 메탄올로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (108 mg, 0.243 mmol, 15.83% 수율). LCMS (m/z): 436.18[M+H]⁺. Rt =1.51분.

[2861] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.47 (s, 1 H), 8.32 (br s, 1 H), 8.07 - 8.28 (m, 2 H), 7.87 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.73 (t, J=7.84 Hz, 1 H), 7.67 (d, J=8.11 Hz, 1 H), 6.91 - 7.13 (m, 1 H), 5.62 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 3.79 - 3.96 (m, 1 H), 3.63 - 3.75 (m, 2 H), 3.09 - 3.30 (m, 3 H), 3.00 - 3.07 (m, 1 H), 2.19 - 2.42 (m, 1 H), 1.98 - 2.17 (m, 1 H).

[2862] 실시예 250

[2863] (4S)-N5-(이속사졸-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



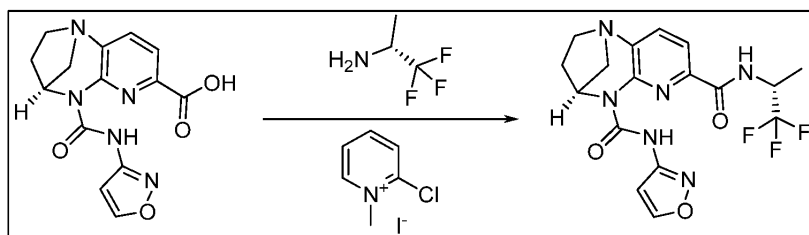
[2864]

[2865] 0℃에서 질소 하에 메탄올 (3 mL) 중 (4S)-N7-시클로프로필-N5-(4-(((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)-피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (950 mg, 1.921 mmol)의 용액에 HCl (3 mL, 99 mmol)을 첨가하고, 실온에서 5시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% MeOH. R_f 값: 0.2). 반응 혼합물을 감압 하에 농축시키고, 잔류물을 물 (3 mL)에 녹인 다음, 포화 중탄산나트륨 용액으로 중화시켰다. 수성 층을 DCM 중 10% MeOH (20 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (20 mL)로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카겔, DCM 중 10% 메탄올로 용리시킴)에 의해 정제하여 목적 화합물 (4S)-N7-시클로프로필-N5-(4-((S)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (510 mg, 1.110 mmol, 57.8% 수율). LCMS (m/z): 455.19 [M+H]⁺. Rt =1.24분.

[2866] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 13.12 (s, 1 H), 8.11 (d, J=5.92 Hz, 1 H), 8.06 (br d, J=4.17 Hz, 1 H), 7.73 (s, 1 H), 7.71 (s, 1 H), 7.68 (s, 1 H), 6.74 (dd, J=5.92, 2.41 Hz, 1 H), 5.43 (dd, J=5.81, 2.96 Hz, 1 H), 5.02 (br d, J=5.04 Hz, 1 H), 4.71 (br s, 1 H), 4.12 (dd, J=9.76, 3.84 Hz, 1 H), 3.96 (dd, J=9.87, 6.36 Hz, 1 H), 3.83 (br d, J=4.38 Hz, 1 H), 3.47 (br d, J=3.95 Hz, 2 H), (br d, J=12.28 Hz, 3 H), 3.00 - 2.93 (m, 2 H), 2.27 - 2.17 (m, 1 H), 1.91 (dt, J=13.87, 7.21 Hz, 1 H), 0.87 - 0.79 (m, 2 H), 0.77 - 0.70 (m, 2 H)

[2867] 실시예 251

[2868] (4S)-N5-(이속사졸-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2869]

[2870]

THF (60 mL) 중 (4S)-5-(이속사졸-3-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (900 mg, 2.85 mmol)의 용액에 TEA (1.194 mL, 8.56 mmol)에 이어서 2-클로로-1-메틸피리딘-1-튐 아이오다이드 (1459 mg, 5.71 mmol)를 첨가하고, 10분 동안 교반한 다음, (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (484 mg, 4.28 mmol)을 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 헥산 중 80% 에틸아세테이트, R_f 값: 0.3). 물 (80 mL)을 반응 혼합물에 첨가하고, EtOAc (2 x 100 mL)로 추출하고, 분리된 유기 층을 염수 (80 mL)로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 콰리플래쉬 크로마토그래피 (실리카겔, 헥산 중 60% EtOAc로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(이속사졸-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (395 mg, 0.959 mmol, 33.6% 수율). LCMS (m/z): 411.12 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.96분.

[2871]

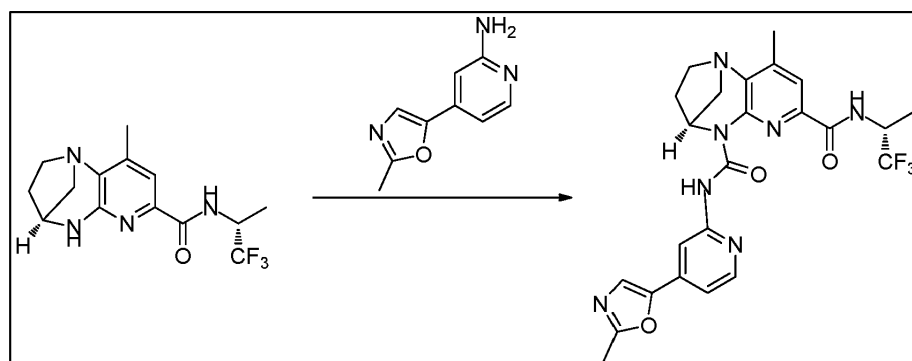
^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 12.99 (s, 1 H), 8.29 (d, $J=1.75$ Hz, 1 H), 7.92 (m, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.70 (m, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.25 - 7.10 (m, 1 H), 6.98 (d, $J=1.75$ Hz, 1 H), 5.62 (dd, $J=6.03, 2.96$ Hz, 1 H), 5.01 - 4.87 (m, 1 H), 3.30 - 3.08 (m, 3 H), 3.07 - 2.97 (m, 1 H), 2.42 - 2.21 (m, 1 H), 2.19 - 1.97 (m, 1 H), 1.62 (d, $J=7.02$ Hz, 3 H).

[2872]

실시예 252

[2873]

(4S)-9-메틸-N5-(4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2874]

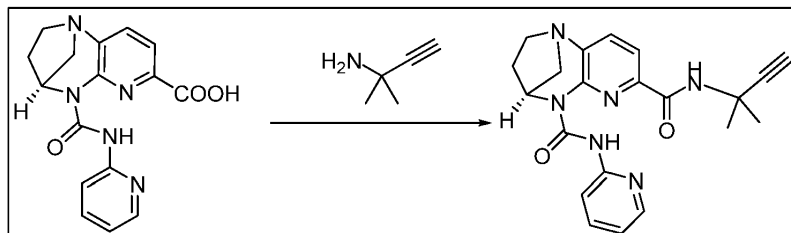
[2875]

THF (50 mL) 중 (4S)-9-메틸-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (500 mg, 1.591 mmol)의 교반 용액에 트리포스젠 (283 mg, 0.954 mmol) 및 DIPEA (1.389 mL, 7.95 mmol)를 0°C에서 첨가하고, 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 이어서, 4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리딘-2-아민 (418 mg, 2.386 mmol)을 후속적으로 75°C에서 16시간 동안 첨가하였다 (TLC 시스템: 석유 에테르 중 80% EtOAc, R_f : 0.4). 반응물을 실온으로 냉각되도록 하고, 포화 NaHCO_3 용액 (30 mL)에 붓고, 에틸 아세테이트 (2x100 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔: 중성 알루미늄, 용리액: 석유 에테르 중 30% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-9-메틸-N5-(4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (230 mg, 0.442 mmol, 27.8% 수율). LCMS (m/z): 516.21 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.57분.

[2876] ^1H NMR (400 MHz, DMSO-d_6): δ ppm 13.24 (s, 1 H), 8.34 (s, 1 H), 8.28 (d, $J=5.26$ Hz, 1 H), 8.16 (d, $J=8.99$ Hz, 1 H), 7.82 (s, 1 H), 7.70 (s, 1 H), 7.40 (dd, $J=5.26, 1.53$ Hz, 1 H), 5.49 (d, $J=5.70$ Hz, 1 H), 4.97 (dq, $J=15.70, 7.77$ Hz, 1 H), 3.18 - 2.95 (m, 4 H), 2.54 (s, 3 H), 2.45 (s, 3 H), 2.31 - 2.17 (m, 1 H), 2.00 - 1.91 (m, 1 H), 1.52 (d, $J=7.23$ Hz, 3 H).

[2877] 실시예 253

[2878] (4S)-N7-(2-메틸부트-3-인-2-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1, 4-메타노피리도 [2, 3-b] [1, 4] 디아제핀-5, 7(2H)-디카르복스아미드의 합성



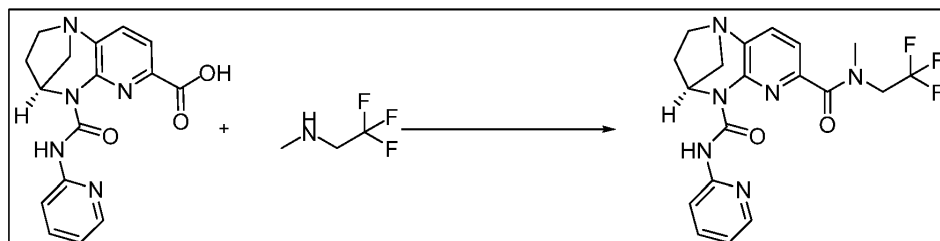
[2879]

[2880] DMF (2 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.537 mmol)의 교반 용액에 질소 하에 실온에서 DIPEA (1.342 mL, 7.68 mmol), HATU (46.8 mg, 0.123 mmol) 및 2-메틸부트-3-인-2-아민 (128 mg, 1.537 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 8시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f 0.5; UV 활성). 반응 혼합물을 냉수로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2 x 50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (20 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 콤비 플래쉬 크로마토그래피 (정상 칼럼 12 g, 용리액: DCM 중 5% 메탄올)에 의해 정제하여 반 순수한 화합물을 수득하였으며, 이를 다시 정제용 HPLC (조건: MP-A: 10 Mm 중탄산암모늄 (수정) MP-B: 아세트니트릴 칼럼: 엑스브리지 (150*19mm) 5 μ . 방법:(T/%B) 0/10, 10/60 유량: 17 mL/분. 용해도: THF +ACN + MeOH)에 의해 정제하여 순수한 화합물 (4S)-N7-(2-메틸부트-3-인-2-일)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 연녹색 고체로서 수득하였다 (206 mg, 0.524 mmol, 34.1% 수율). LCMS (m/z): 391.18 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.02분.

[2881] ^1H NMR (400 MHz, DMSO-d_6): δ ppm 12.75 (s, 1 H), 8.25 (d, $J=5.11$ Hz, 1 H), 8.17 -8.04 (m, 1 H), 7.91 (s, 1 H), 7.83 (t, $J=7.45$ Hz, 1 H), 7.77 -7.60 (m, 2 H), 7.11 (ddd, $J=7.34, 4.93, 1.10$ Hz, 1 H), 5.48 (dd, $J=5.92, 3.07$ Hz, 1 H), 2.94 - 3.20 (m, 4 H), 2.76 - 2.53 (m, 1 H), 2.38 -2.15 (m, 1 H), 2.08 -1.84 (m, 1 H), 1.71 (s, 6 H).

[2882] 실시예 254

[2883] (4S)-N7-메틸-N5-(피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2884]

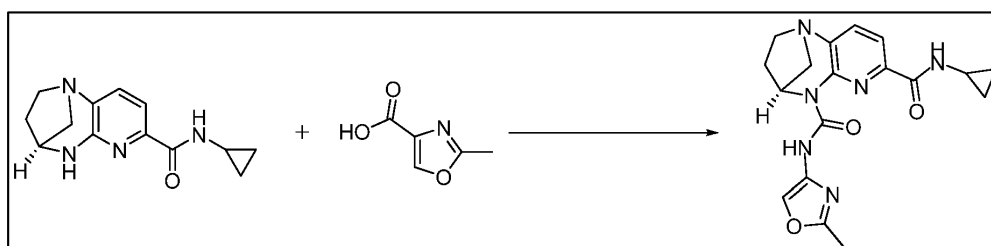
[2885] 실온에서 질소 하에 THF (20 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.537 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (0.805 mL, 4.61 mmol), HATU (877 mg, 2.305 mmol) 및 2,2,2-트리플루오로-N-메틸에탄아민 (226 mg, 1.998 mmol)을 첨가하고, 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 10% MeOH, R_f : 0.5, UV 활성). 반응 혼합물을 물 (50 mL)로 희석하고, 에틸

아세테이트로 추출하고, 유기 추출물을 염수 (100 mL)로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 증발시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 칼럼 크로마토그래피 (중성 알루미나, 에틸아세테이트로 용리 시킴)에 의해 정제하여 고체 화합물을 수득하였다. 고체를 디에틸에테르 및 펜탄으로 연화처리하여 (4S)-N7-메틸-N5-(피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (208 mg, 0.493 mmol, 32.1% 수율). LCMS (m/z): 421.10 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.80분.

[2886] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 12.79 (s, 1 H), 8.26 (d, $J=3.73$ Hz, 1 H), 8.13 (d, $J=8.33$ Hz, 1 H), 7.60 - 7.77 (m, 2 H), 7.34 (br d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 6.89 - 7.07 (m, 1 H), 5.68 (s, 1 H), 4.12 - 4.54 (m, 2 H), 3.11 - 3.49 (m, 6 H), 2.93 - 3.07 (m, 1 H), 2.24 - 2.38 (m, 1 H), 1.96 - 2.12 (m, 1 H)

[2887] 실시예 255

[2888] (4S)-N7-시클로프로필-N5-(2-메틸옥사졸-4-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



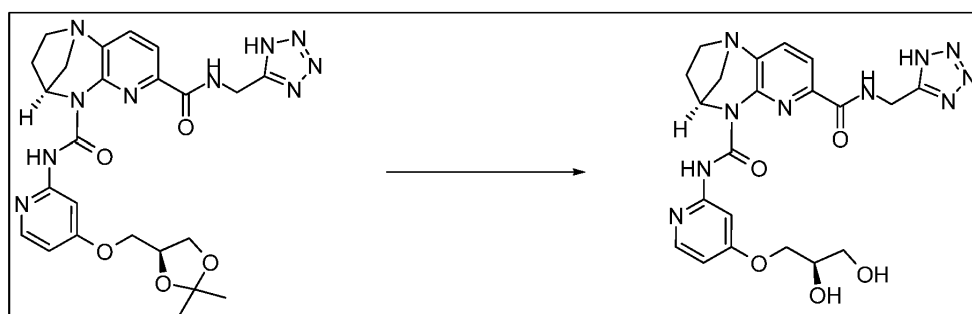
[2889]

[2890] CHCl_3 (50 mL) 중 2-메틸옥사졸-4-카르복실산 (375 mg, 2.95 mmol)의 용액에 디페닐 포스포라지테이트 (811 mg, 2.95 mmol) 및 TEA (0.685 mL, 4.91 mmol)를 첨가한 다음, 반응 혼합물을 실온에서 10시간 동안 교반하였다. 이어서, (4S)-N-시클로프로필-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도-2,3-b[1,4]-디아제핀-7-카르복스아미드 (600 mg, 2.456 mmol)를 상기 반응물에 첨가하고, 60°C에서 12시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올, R_f 값: 0.4). 물 (50 mL)을 반응물에 첨가하고, DCM (2x50 mL)으로 추출하고, 유기 층을 분리하고, 염수 용액 (10 mL)으로 세척하고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카겔, DCM 중 5% MeOH)에 의해 정제하여 목적 화합물 (4S)-N7-시클로프로필-N5-(2-메틸옥사졸-4-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 황색 고체로서 수득하였다 (230 mg, 0.613 mmol, 24.96% 수율). LCMS (m/z): 369.11 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t =1.77분.

[2891] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 12.45 (s, 1 H), 7.87 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.76 (s, 1 H), 7.63 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.22 (br s, 1 H), 5.58 (dd, $J=5.92, 3.07$ Hz, 1 H), 3.05 - 3.30 (m, 4 H), 2.96 - 3.02 (m, 1 H), 2.39 - 2.49 (m, 3 H), 2.24 - 2.35 (m, 1 H), 1.94 - 2.08 (m, 1 H), 0.85 - 1.04 (m, 4 H).

[2892] 실시예 256

[2893] (4S)-N7-((1H-테트라졸-5-일)메틸)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



[2894]

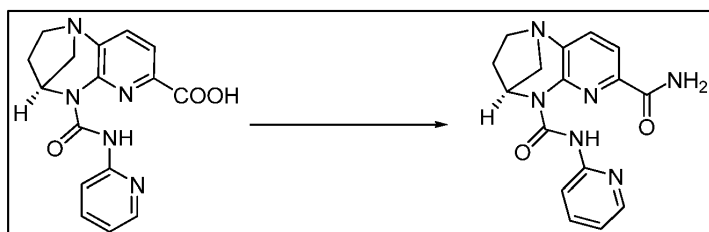
[2895] 0°C에서 메탄올 (10 mL) 중 (4S)-N7-((1H-테트라졸-5-일)메틸)-N5-(4-((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메

톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (200 mg, 0.373 mmol)의 교반 용액에 수성 HCl (0.057 mL, 1.864 mmol)을 첨가하고, 4시간 동안 교반하였다 (TLC 용리 시스템: DCM 중 10% MeOH; R_f -0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 농축시키고, 잔류물을 포화 NaHCO_3 용액으로 염기성화시키고, 휘발성 물질을 진공 하에 제거하였다. 조 물질을 DCM 중 10% MeOH에 녹이고, 생성된 고체를 여과하고, 여과물을 증발시켜 (4S)-N7-((1H-테트라졸-5-일)메틸)-N5-(4-((R)-2,3-디히드로시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (130 mg, 0.255 mmol, 68.3% 수율). LCMS (m/z): 494.9 $[\text{M}-\text{H}]^+$. R_t = 2.45분.

[2896] ^1H NMR (400MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 13.59 - 13.52 (m, 1 H), 8.49 (q, $J=6.0$ Hz, 1 H), 7.91 - 7.79 (m, 1 H), 7.79 - 7.66 (m, 2 H), 7.49 (d, $J=2.2$ Hz, 1 H), 6.59 (dt, $J=2.6, 6.0$ Hz, 1 H), 5.40 (br d, $J=3.1$ Hz, 1 H), 4.83 - 4.63 (m, 3 H), 4.22 - 3.58 (m, 3 H), 3.53 - 3.39 (m, 1 H), 3.38 - 3.33 (m, 1 H), 3.17 (br d, $J=5.0$ Hz, 1 H), 3.13 - 3.03 (m, 2 H), 2.96 (br dd, $J=3.3, 12.1$ Hz, 1 H), 2.27 - 2.13 (m, 1 H), 2.00 - 1.87 (m, 1 H).

[2897] 실시예 257

[2898] (4S)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



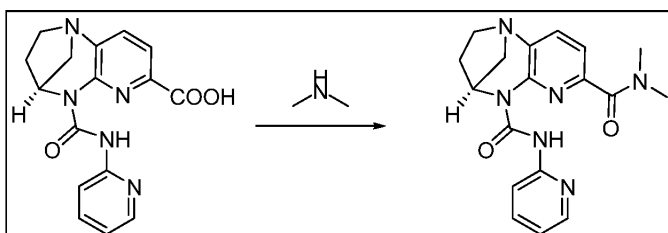
[2899]

[2900] 실온에서 질소 하에 DMF (2 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (200 mg, 0.615 mmol)의 용액에 DIPEA (0.537 mL, 3.07 mmol), HATU (46.8 mg, 0.123 mmol)에 이어서 염화암모늄 (32.9 mg, 0.615 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.5). 반응 혼합물을 냉수 (30 mL)로 희석하고, 에틸아세테이트 (2x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 (30 mL)로 세척하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카겔, DCM 중 5% 메탄올)에 의해 정제하여 목적 화합물 (4S)-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (95 mg, 0.292 mmol, 47.5% 수율). LCMS (m/z): 325.05 $[\text{M}+\text{H}]^+$. R_t = 1.31분.

[2901] ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 13.40 (s, 1 H), 8.25 (dt, $J=4.88, 0.96$ Hz, 1 H), 8.07 - 7.90 (m, 2 H), 7.84 (t, $J=7.86$ Hz, 1 H), 7.78 - 7.66 (m, 3 H), 7.11 (ddd, $J=7.29, 4.99, 0.66$ Hz, 1 H), 5.44 (dd, $J=5.81, 3.18$ Hz, 1 H), 3.28 - 3.05 (m, 3 H), 3.02 - 2.89 (m, 1 H), 2.23 (dddd, $J=13.76, 9.92, 5.92, 3.73$ Hz, 1 H), 1.93 (dt, $J=13.81, 7.13$ Hz, 1 H).

[2902] 실시예 258

[2903] (4S)-N7, N7-디메틸-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



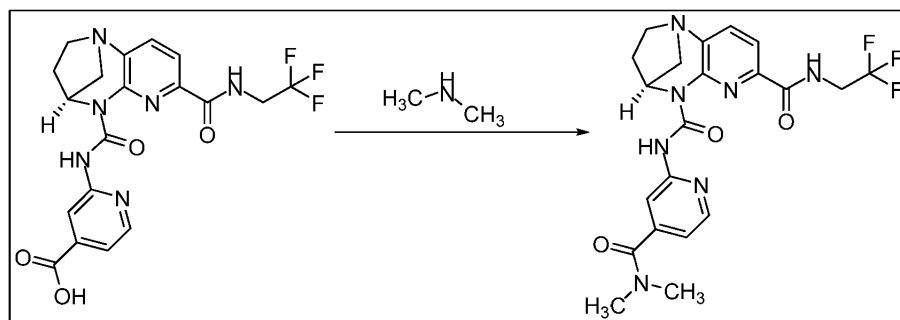
[2904]

[2905] DMF (15 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol)의 교반 용액에 HATU (701 mg, 1.844 mmol) 및 DIPEA (0.322 mL, 1.844 mmol)를 실온에서 첨가하고, 1시간 동안 교반하였다. 이어서, 디메틸 아민 (62.4 mg, 1.383 mmol)을 반응 혼합물에 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 에틸 아세테이트 중 20% 메탄올: R_f -0.6; UV 활성). 반응 혼합물을 빙수로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2x30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (20 mL)으로 세척하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카겔, DCM 중 2% 메탄올로 용리시킴)에 의해 정제하여 목적 화합물 (4S)-N7,N7-디메틸-N5-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (130 mg, 0.362 mmol, 39.2% 수율). LCMS (m/z): 353.18 $[M+H]^+$, R_t = 1.36분.

[2906] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 12.93 (s, 1 H), 8.32 - 8.21 (m, 1 H), 8.14 (d, J =8.33 Hz, 1 H), 7.71 - 7.62 (m, 1 H), 7.59 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.31 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 6.97 (ddd, J =7.29, 4.88, 0.99 Hz, 1 H), 5.67 (dd, J =6.03, 3.18 Hz, 1 H), 3.27 - 3.10 (m, 9 H), 3.00 (dd, J =12.06, 3.29 Hz, 1 H), 2.31 (dddd, J =14.09, 9.98, 5.97, 3.95 Hz, 1 H), 2.07 - 1.98 (m, 1 H)

[2907] 실시예 259

[2908] (4S)-N5-(4-(디메틸카르바모일)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2909]

[2910] 0℃에서 질소 하에 DMF (8 mL) 중 2-((4S)-7-((2,2,2-트리플루오로에틸)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복사미드)이소니코틴산 (400 mg, 0.888 mmol)의 교반 용액에 HATU (338 mg, 0.888 mmol)에 이어서 TEA (0.124 mL, 0.888 mmol)를 첨가하고, 30분 동안 교반한 다음, 디메틸 아민 (40.0 mg, 0.888 mmol)을 첨가하고, 반응물을 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.4). 물 (20 mL)을 반응 혼합물에 첨가하고, 수성 층을 EtOAc (2x20 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 콤비 플래쉬 크로마토그래피 (실리카겔, 용리액 DCM 중 2% MeOH)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-(디메틸카르바모일)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (200 mg, 0.414 mmol, 46.6% 수율). LC-MS (m/z): 478.20 $[M+H]^+$. R_t = 1.85분.

[2911] ^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.73 (s, 1 H), 8.44 (br t, J =6.25 Hz, 1 H), 8.29 (d, J =4.82 Hz, 1 H), 8.12 (s, 1 H), 7.93 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.69 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.04 (dd, J =5.04, 1.10 Hz, 1 H), 5.60 (dd, J =5.81, 2.96 Hz, 1 H), 4.10 - 4.32 (m, 2 H), 3.09 - 3.28 (m, 6 H), 2.91 - 3.09 (m, 4 H), 2.20 - 2.42 (m, 1 H), 1.93 - 2.18 (m, 1 H).

[2912] 실시예 260

[2913] (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(5-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피라진-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2916]

[2917]

[2918]

[2919]

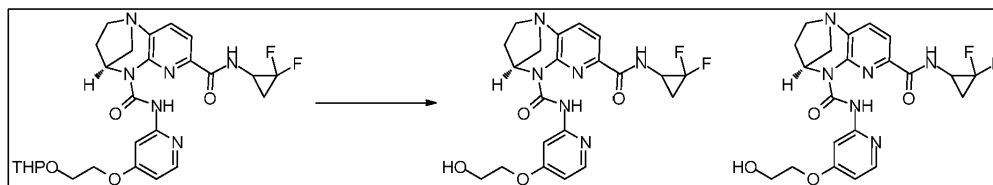


- 338 -

[2921] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ 13.65 (s, 1 H), 8.51 (s, 1 H), 8.22 (d, J = 4.9 Hz, 1 H), 8.06 (d, J = 8.3 Hz, 1 H), 7.72 (t, J = 7.9 Hz, 1 H), 7.58 (s, 1 H), 7.00 (t, J = 6.1 Hz, 1 H), 5.64 (d, J = 5.8 Hz, 1 H), 4.20 (q, J = 8.3 Hz, 2 H), 3.18 (t, J = 7.5 Hz, 2 H), 3.13 - 2.99 (m, 2 H), 2.37 (dd, J = 13.9, 7.1 Hz, 1 H), 2.11 (dt, J = 14.7, 7.8 Hz, 1 H).

[2922] 실시예 262

[2923] 피크-II: (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(4-(2-히드록시에톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



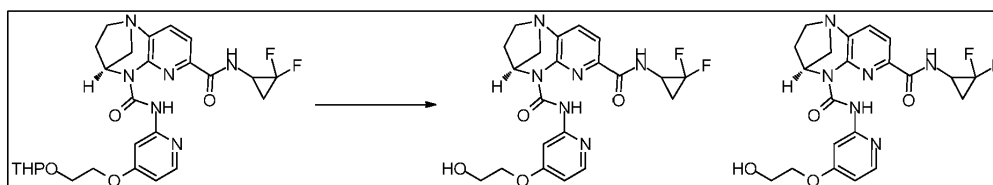
[2924]

[2925] THF (10 mL) 중 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(4-(2-((테트라히드로-2H-피란-2-일)옥시)에톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (550 mg, 1.010 mmol)의 교반 용액에 실온에서 HCl (2.0 mL, 24.00 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 2시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 순수한 에틸 아세테이트, R_f = 0.3, UV 활성화). THF를 감압 하에 농축시켜 잔류물을 수득하였으며, 이를 포화 중탄산나트륨 용액 (30 mL)을 사용하여 염기성화시키고, DCM (3 x 30 mL)으로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (20 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 디에틸 에테르 및 펜탄의 1:3으로 연화처리하여 라세미 혼합물 (380 mg)을 수득하였다. 라세미 혼합물을 키랄 SFC (SFC 조건: 칼럼/치수: 칼럼/치수: (R, R)웰크 -01 (250 X30)mm, 5μ , % CO_2 : 55.0%, % 공용매: 45.0% (100% 메탄올), 총 유량: 100.0 g/분, 배압: 100.0 bar, UV: 267 nm, 스택 시간: 11.0분, 로드/주입: 6.5 mg, 용해도: 메탄올, 총 주입 횟수: 50, 기기 세부사항: 제조/모델: 타르 SFC-200-005)에 의해 피크-I 및 피크-II로서 분리하였다. 피크-II: 회백색 고체로서 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(4-(2-히드록시에톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (47 mg, 0.097 mmol, 9.65% 수율). LCMS (m/z): 461.24[M+H] $^+$, R_t = 1.41분.

[2926] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.45 (s, 1 H), 8.29 (br s, 1 H), 8.07 (d, J =5.92 Hz, 1 H), 7.91 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.74 (d, J =2.19 Hz, 1 H), 7.66 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 6.61 (dd, J =5.81, 2.30 Hz, 1 H), 5.60 (dd, J =5.81, 3.18 Hz, 1 H), 4.31 - 4.10 (m, 2 H), 4.00 (br s, 2 H), 3.67 - 3.40 (m, 1 H), 3.38 - 3.17 (m, 3 H), 3.02 (dd, J =12.28, 3.29 Hz, 1 H), 2.53 - 2.24 (m, 1 H), 2.17 - 2.00 (m, 3 H), 2.00 - 1.85 (m, 1 H)

[2927] 실시예 263

[2928] 피크-I: (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(4-(2-히드록시에톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드



[2929]

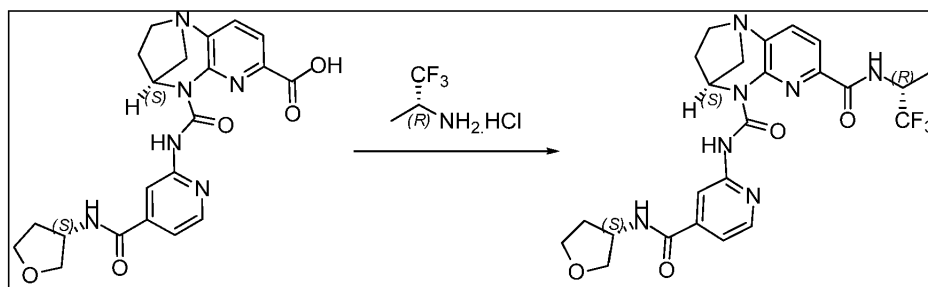
[2930] THF (10 mL) 중 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(4-(2-((테트라히드로-2H-피란-2-일)옥시)에톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (550 mg, 1.010 mmol)의 교반 용액에 실온에서 HCl (2.0 mL, 24.00 mmol)을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 2시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 순수한 에틸 아세테이트, R_f = 0.3, UV 활성화). THF를 감압 하에 농축시켜 잔류

물을 수득하였으며, 이를 포화 중탄산나트륨 용액 (30 mL)을 사용하여 염기성화시키고, DCM (3 x 30 mL)으로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (20 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 디에틸 에테르 및 펜탄의 1:3으로 연화처리하여 라세미 혼합물 (380 mg)을 수득하였다. 라세미 혼합물을 키랄 SFC (SFC 조건: 칼럼/치수: 칼럼/치수: (R, R)웰크 -01 (250 X30)mm, 5 μ , % CO₂: 55.0%, % 공용매: 45.0% (100% 메탄올), 총 유량: 100.0 g/분, 배압: 100.0 bar, UV: 267 nm, 스택 시간: 11.0분, 로드/주입: 6.5 mg, 용해도: 메탄올, 총 주입 횟수: 50, 기기 세부사항: 제조/모델: 타르 SFC-200-005)에 의해 피크-I 및 피크-II로서 분리하였다. 피크-I: 회백색 고체로서 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(4-(2-히드록시에톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (51 mg, 0.109 mmol, 10.78% 수율). LCMS (m/z): 461.24 [M+H]⁺, Rt=1.41분.

[2931] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.43 (s, 1 H), 8.30 (br s, 1 H), 8.07 (d, J=5.70 Hz, 1 H), 7.90 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.74 (d, J=2.41 Hz, 1 H), 7.66 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 6.61 (dd, J=5.92, 2.41 Hz, 1 H), 5.59 (dd, J=6.03, 2.96 Hz, 1 H), 4.23 - 4.18 (m, 2 H), 4.03 - 3.97 (m, 2 H), 3.52 (d, J=6.80 Hz, 1 H), 3.27 - 3.18 (m, 3 H), 3.00 (d, J=3.07 Hz, 1 H), 2.37 - 2.27 (m, 1 H), 2.09 - 1.90 (m, 3 H), 1.81 - 1.72 (m, 1 H).

[2932] 실시예 264

[2933] (4S)-N5-(4-(((S)-테트라히드로푸란-3-일)카르바모일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2934]

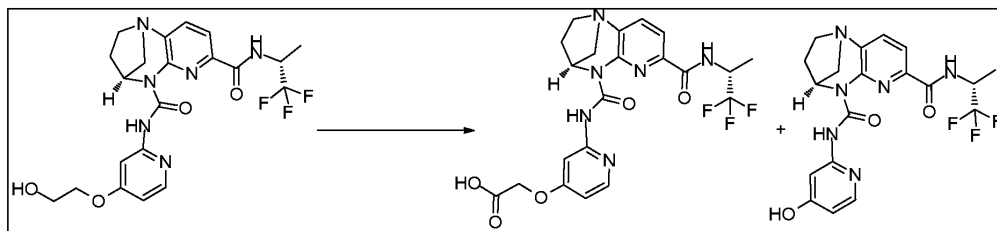
[2935] DMF (15 mL) 중 (4S)-5-((4-(((S)-테트라히드로푸란-3-일)카르바모일)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (390 mg, 0.890 mmol)의 교반 현탁액에 실온에서 HATU (676 mg, 1.779 mmol) 및 DIPEA (0.466 mL, 2.67 mmol)를 첨가하였다. 2분 후, (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 히드록로라이드 (160 mg, 1.067 mmol)를 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 10% 메탄올, R_f 0.2; UV 활성). DMF를 진공 하에 농축시키고, 빙냉수로 희석하고, 에틸 아세테이트 (3X25 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (25 mL)으로 세척하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (60-120 실리카 겔, 순수한 에틸 아세테이트로 용리시킴)에 의해 정제하여 점착성 고체를 87% 순도로 수득하였다. 추가로 역상 콤비 플래쉬 (12 g 실리카 겔 칼럼, MeOH 중 35% 물로 용리시킴)에 의해 정제하여 순수한 화합물 (4S)-N5-(4-(((S)-테트라히드로푸란-3-일)카르바모일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (101 mg, 0.187 mmol, 21.06% 수율). LCMS (m/z): 534.25 [M+H]⁺, Rt = 1.95분.

[2936] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.44 (s, 1 H), 8.41 - 8.33 (m, 2 H), 7.98 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.90 (d, J=9.87 Hz, 1 H), 7.70 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.47 (dd, J=5.26, 1.53 Hz, 1 H), 6.51 (d, J=7.02 Hz, 1 H), 5.63 (dd, J=5.81, 3.18 Hz, 1 H), 5.15 - 4.98 (m, 1 H), 4.79 - 4.67 (m, 1 H), 4.08 - 3.98 (m, 1 H), 3.93 (dd, J=9.65, 5.48 Hz, 1 H), 3.88 - 3.78 (m, 2 H), 3.34 - 3.18 (m, 2 H), 3.18 - 3.08 (m, 1 H), 3.08 - 2.99 (m, 1 H), 2.48 - 2.28 (m, 2 H), 2.16 - 1.90 (m, 2 H), 1.59 (d, J=7.23 Hz, 3 H).

[2937] 실시예 265

[2938]

2-((2-((4S)-7-(((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복스아미도)피리딘-4-일)옥시)아세트산의 합성



[2939]

[2940]

아세톤 (25 mL) 중 (4S)-N5-(4-(2-히드록시에톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (1 g, 2.081 mmol)의 교반 용액에 새로이 제조된 존스 시약 4 mL를 첨가하고, 16시간 동안 실온에서 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 10% MeOH: R_f -0.1 (극성 화합물), R_f -0.3 (비-극성 화합물); UV 활성). 아세톤을 증발시키고, 수득된 잔류물을 포화 중탄산나트륨 용액으로 염기성화시키고, DCM 중 10% MeOH (3 x 30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (30 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 정제용 HPLC (정제용 HPLC 조건: MP-A: 10 mM 중탄산암모늄 (수성) MP-B: 아세토니트릴 칼럼: 크로마실 (250*21.2 mm) 10 μ 방법 0.01/38, 2.5/38, 8/80, 8.5/100, 13/100, 13.2/38의 %, 용해도: THF+ 아세토니트릴 + 메탄올 유량: 20 mL/분, 온도: 주위)에 의해 정제하고, 2종의 화합물을 분리시켰다. 회백색 고체로서 극성 화합물 (N38152-41-A2) 2-((2-((4S)-7-(((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복스아미도)피리딘-4-일)옥시)아세트산 (117 mg, 0.233 mmol, 11.20% 수율). LCMS (m/z): 495.19 [$M+H$] $^+$; R_t = 1.67분.

[2941]

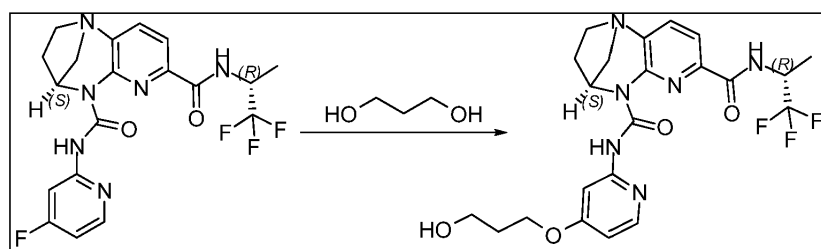
^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ 12.98 (s, 1 H), 8.18 (d, J = 9.2 Hz, 1 H), 7.97 (d, J = 5.8 Hz, 1 H), 7.75 (d, J = 1.2 Hz, 2 H), 7.53 (d, J = 2.3 Hz, 1 H), 6.56 (dd, J = 5.9, 2.4 Hz, 1 H), 5.46 (dd, J = 6.1, 3.0 Hz, 1 H), 4.97 (m, J = 15.2, 7.6 Hz, 1 H), 4.18 (s, 2 H), 3.23 - 3.02 (m, 3 H), 2.96 (dd, J = 12.0, 3.3 Hz, 1 H), 2.29 - 2.16 (m, 1 H), 1.95 (dt, J = 14.6, 7.9 Hz, 1 H), 1.52 (d, J = 7.1 Hz, 3 H).

[2942]

실시예 266

[2943]

(4S)-N5-(4-(3-히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2944]

[2945]

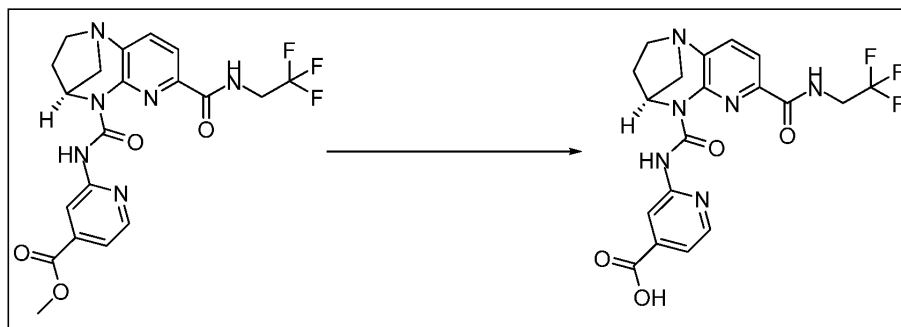
소듐 3-히드록시프로판-1-올레이트의 교반 용액 [이는 THF (10 mL) 중 1,3-디히드록시 프로판올 (1.1 g, 14.46 mmol)의 교반 용액에 0°C에서 (697 mg, 29.0) NaH를 계내 첨가하여 제조하였음]에 밀봉된 튜브 중에서 (4S)-N5-(4-플루오로피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (640 mg 1.460 mmol)를 0°C에서, 이어서 70°C에서 3일 동안 첨가하였다 (TLC 용리액: 순수한 에틸 아세테이트: R_f : 0.2; UV 활성). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시킨 다음, 차가운 염화암모늄 용액 (20 mL)으로 켄칭하고, 에틸 아세테이트 (20 mL)로 추출하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카겔 사용, n -헥산 중 50% 에틸 아세테이트로 용리시키는 칼럼)에 의해 정제하여 목적 화합물 (4S)-N5-(4-(3-히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (65 mg, 0.129 mmol, 8.82% 수

을). LCMS (m/z): 495.22 [M+H]⁺; Rt = 1.69분.

[2946] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ 13.26 (s, 1 H), 8.06 (dd, J = 15.0, 7.7 Hz, 3 H), 7.95 (dd, J = 7.9, 0.9 Hz, 1 H), 7.77 (d, J = 2.3 Hz, 1 H), 7.67 (dd, J = 7.9, 0.9 Hz, 1 H), 6.57 (dd, J = 5.9, 2.4 Hz, 1 H), 5.62 (dd, J = 6.1, 3.1 Hz, 1 H), 5.06 (dq, J = 15.6, 7.5 Hz, 1 H), 4.25 (t, J = 6.0 Hz, 2 H), 3.87 (t, J = 6.0 Hz, 2 H), 3.28 - 3.18 (m, 3 H), 3.02 (dd, J = 12.2, 3.2 Hz, 1 H), 2.33 (ddt, J = 14.5, 10.2, 5.4 Hz, 1 H), 2.08 (p, J = 6.1 Hz, 3 H), 1.59 (d, J = 7.1 Hz, 3 H).

[2947] 실시예 267

[2948] 2-((4S)-7-((2,2,2-트리플루오로에틸)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복스아미도)이소니코틴산의 합성



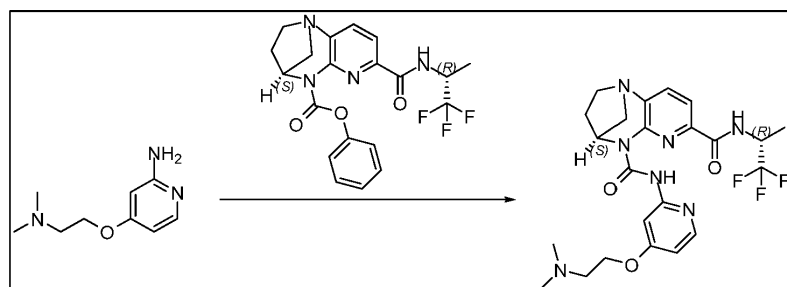
[2949]

[2950] 실온에서 THF (15 mL) 및 물 (5 mL) 중 메틸 2-((4S)-7-((2,2,2-트리플루오로에틸)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복스아미도)이소니코티네이트 (1.5 g, 3.23 mmol)의 교반 용액에 LiOH (0.232 g, 9.69 mmol)를 첨가하고, 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.1). 반응 혼합물을 농축시키고, 수성 HCl로 산성화시켰다. 생성된 고체를 여과하고, 고체를 정제용 HPLC (칼럼: 키네틱스 C 8 (150x30) mm, 5μm; 이동상 A: 10Mm 중탄산암모늄 (수성) 이동상 B: 아세토니트릴; 등용매: 65:35 (A:B); 유량: 30 mL/분; 용해도: 아세토니트릴+MeOH+THF+물+포름산)에 의해 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 감압 하에 증발시킨 다음, 동결건조시켜 2-((4S)-7-((2,2,2-트리플루오로에틸)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5-카르복스아미도)이소니코틴산을 회백색 고체로서 수득하였다 (110 mg, 0.243 mmol, 7.52% 수율). LC-MS (m/z): 451.09 [M+H]⁺, Rt = 1.85분.

[2951] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 14.45 - 13.50 (br, 1H), 13.45 (s, 2 H), 8.65 (br t, J=6.47 Hz, 1 H), 8.40 - 8.56 (m, 2 H), 7.65 - 7.84 (m, 2 H), 7.54 (br d, J=4.82 Hz, 1 H), 5.44 (dd, J=5.70, 2.85 Hz, 1 H), 4.12 - 4.38 (m, 2 H), 3.06 - 3.26 (m, 3 H), 2.78 - 3.05 (m, 1 H), 2.19 - 2.47 (m, 1 H), 1.96 (dt, J=13.98, 7.15 Hz, 1 H)

[2952] 실시예 268

[2953] (4S)-N5-(4-(2-(디메틸아미노)에톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



[2954]

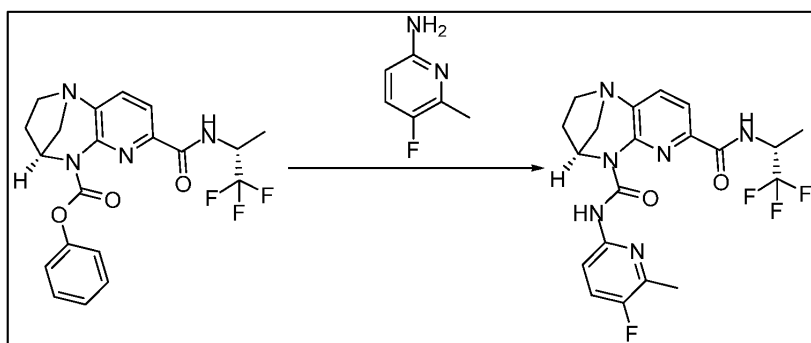
[2955] THF (10 mL) 중 4-(2-(디메틸아미노)에톡시)피리딘-2-아민 (400 mg, 2.207 mmol)의 교반 용액에 질소 분위기

하에 -78°C 에서 THF 중 1.0 M LiHMDS (4.41 mL, 4.41 mmol)를 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 -78°C 에서 30분 동안 교반하였다. 반응 혼합물에 -78°C 에서 테트라히드로푸란 (20 mL) 중 (4S)-페닐 7-(((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트 (928 mg, 2.207 mmol)의 용액을 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 실온으로 가온하고, 6시간 동안 교반하고 (TLC 시스템: DCM 중 5% MeOH, R_f : 0.4), 포화 염화암모늄 용액 (40 mL)으로 켄칭하고, EtOAc (3 x 30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (20 mL), 염수 용액 (20 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔: 100-200 메쉬, 용리액: DCM 중 4% MeOH)에 의해 정제하고, 수득된 연황색 반고체를 n-헵탄 (10mL)으로 세척하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-(2-(디메틸아미노)에톡시)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (280 mg, 0.548 mmol, 24.81% 수율). LCMS (m/z): 508.18 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.45분.

[2956] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): ppm 13.27 (s, 1 H), 8.13 - 8.00 (m, 2 H), 7.95 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 7.76 (d, J =2.41 Hz, 1 H), 7.67 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 6.62 (dd, J =5.81, 2.30 Hz, 1 H), 5.62 (dd, J =5.81, 3.18 Hz, 1 H), 5.12 - 4.96 (m, 1 H), 4.21 (t, J =5.48 Hz, 2 H), 3.33 - 3.17 (m, 2 H), 3.12 (d, J =12.06 Hz, 1 H), 3.02 (dd, J =12.17, 3.18 Hz, 1 H), 2.85 (t, J =5.48 Hz, 2 H), 2.43 (s, 6 H), 2.40 - 2.21 (m, 1 H), 2.07 (d, J =7.23 Hz, 1 H), 1.59 (d, J =7.02 Hz, 3 H).

[2957] 실시예 269

[2958] (4S)-N5-(5-플루오로-6-메틸피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



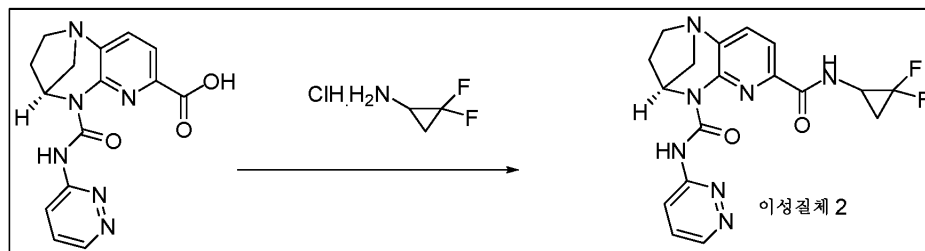
[2959]

[2960] -78°C 에서 질소 하에 THF (20 mL) 중 5-플루오로-6-메틸피리딘-2-아민 (180 mg, 1.427 mmol)의 교반 용액에 LiHMDS의 용액 (2.379 mL, 2.379 mmol, THF 중 1 M)을 적가하고, -78°C 에서 30분 동안 교반한 다음, THF (5.00 mL) 중 (4S)-페닐 7-(((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)카르바모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복실레이트 (500 mg, 1.189 mmol)의 용액을 첨가하고, 생성된 반응 혼합물을 -78°C 에서 1시간 동안 교반하고, 실온에서 6시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH; R_f : 0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 수성 NH_4Cl (10 mL)로 켄칭하고, 수성 층을 EtOAc (2x25 mL)로 추출하고, 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 칼럼 크로마토그래피 (실리카겔, 용리액 DCM 중 0.5-2.5% MeOH)에 의해 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 (4S)-N5-(5-플루오로-6-메틸피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 담갈색 고체로서 수득하였다 (190 mg, 0.420 mmol, 35.3% 수율). LC-MS (m/z): 453.10 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.35분.

[2961] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 11.88 (s, 1 H), 8.03 (dd, J =8.99, 3.51 Hz, 1 H), 7.93 (m, J =7.89 Hz, 1 H), 7.67 (m, J =7.89 Hz, 1 H), 7.27 - 7.42 (m, 2 H), 5.70 (dd, J =5.92, 3.29 Hz, 1 H), 4.98 (dq, J =16.88, 7.38 Hz, 1 H), 3.05 - 3.31 (m, 3 H), 2.94 - 3.05 (m, 1 H), 2.42 (d, J =2.85 Hz, 3 H), 2.20 - 2.39 (m, 1 H), 1.97 - 2.18 (m, 1 H), 1.51 - 1.60 (m, 3 H).

[2962] 실시예 270

[2963] (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(피리다진-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



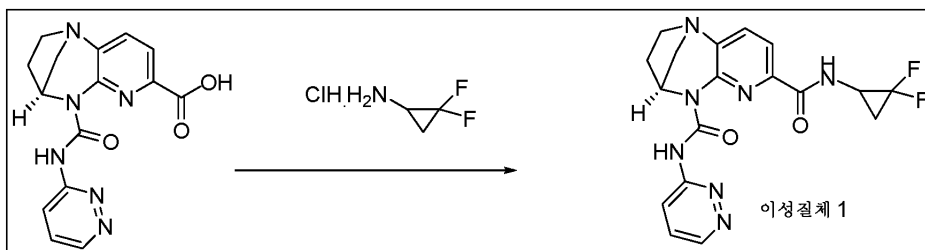
[2964]

[2965] 0℃에서 아르곤 하에 DMF (15 mL) 중 (4S)-5-(피리다진-3-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1.15 g, 3.52 mmol)의 교반 용액에 HATU (2.010 g, 5.29 mmol)에 이어서 DIPEA (3.08 mL, 17.62 mmol)를 첨가하고, 20분 동안 교반한 다음, 2,2-디플루오로시클로프로판아민 히드로클로라이드 (0.878 g, 5.29 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 5시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템:R_f-0.6,EtOAc). 반응 혼합물을 물 (80 mL)과 EtOAc (2x150 mL) 사이에 분배하고, 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 크로마토그래피 (그레이스 기기, C-18 역 칼럼, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: 아세토니트릴, 생성물을 A 중 35-40% B로 용리시킴)에 의해 정제하여 목적 화합물 (650 mg)을 부분입체이성질체 혼합물로서 수득하였다. 부분입체이성질체를 키랄 SFC (키랄팩 IC (250x30) mm, 5 μ; % CO₂: 55.0; % 공용매 [100% MeOH]: 45; 총 유량: 100 g/분; 배압: 100 bar; UV: 260 nm; 스택 시간: 8.5분; 로드/주입: 17.5 mg; 용해도: MeOH+DCM; 총 주입 횟수: 40; 기기: 타르 SFC-200-005)에 의해 분리하여 2종의 단일 이성질체를 수득하였다. 피크-2: 키랄 SFC로부터의 가장 느린 용리 이성질체의 합한 분획을 농축시키고, 펜탄으로 연화처리하여 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(피리다진-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (195 mg, 0.479 mmol, 13.59% 수율). LCMS (m/z) 402.17 [M+H]⁺. Rt =1.74분.

[2966] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 14.13 (s, 1 H), 8.91 (dd, J=4.71, 1.42 Hz, 1 H), 8.38 (dd, J=8.99, 1.53 Hz, 1 H), 8.09 (br s, 1 H), 7.97 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.70 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.53- 7.41 (m, 1 H), 5.60 (dd, J=5.81, 3.18 Hz, 1 H), 3.75 -3.63 (m, 1 H), 3.32- 3.19 (m, 2 H), 3.17 -3.10 (m, 1 H), 3.07- 2.98 (m, 1 H), 2.54- 2.42 (m, 1 H), 2.40- 2.28 (m, 1 H), 2.13- 1.99 (m, 1 H), 1.98 -1.85 (m, 1 H).

[2967] 실시예 271

[2968] (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(피리다진-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[2969]

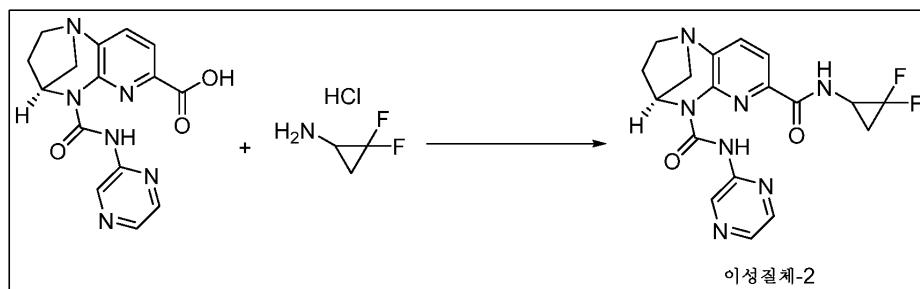
[2970] 0℃에서 아르곤 하에 DMF (15 mL) 중 (4S)-5-(피리다진-3-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1.15 g, 3.52 mmol)의 교반 용액에 HATU (2.010 g, 5.29 mmol)에 이어서 DIPEA (3.08 mL, 17.62 mmol)를 첨가하고, 20분 동안 교반한 다음, 2,2-디플루오로시클로프로판아민 히드로클로라이드 (0.878 g, 5.29 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 5시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템:R_f-0.6,EtOAc). 반응 혼합물을 물 (80 mL)과 EtOAc (2x150 mL) 사이에 분배하고, 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 크로마토그래피

(그레이스 기기, C-18 역 칼럼, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: 아세토니트릴, 생성물을 A 중 35-40% B로 용리시킴)에 의해 정제하여 목적 화합물 (650 mg)을 부분입체이성질체 혼합물로서 수득하였다. 부분입체이성질체를 키랄 SFC (키랄팩 IC (250x30) mm, 5 μ ; % CO₂: 55.0; % 공용매 [100% MeOH]: 45; 총 유량: 100 g/분; 배압: 100 bar; UV: 260 nm; 스택 시간: 8.5분; 로드/주입: 17.5 mg; 용해도: MeOH+DCM; 총 주입 횟수: 40; 기기: 타르 SFC-200-005)에 의해 분리하여 2종의 단일 이성질체를 수득하였다. 피크-1: 키랄 SFC로부터의 가장 빠른 용리 이성질체의 합한 분획을 농축시키고, 펜탄으로 연화처리하여 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(피리다진-3-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (265 mg, 0.657 mmol, 18.63% 수율). LCMS (m/z): 402.17 [M+H]⁺. Rt = 1.74분.

[2971] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 14.13 (s, 1 H), 8.91 (dd, J=4.71, 1.42 Hz, 1 H), 8.38 (dd, J=8.99, 1.32 Hz, 1 H), 8.09 (br s, 1 H), 7.97 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.70 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.55-7.44 (m, 1 H), 5.62 (dd, J=5.92, 3.29 Hz, 1 H), 3.79-3.66 (m, 1 H), 3.34-3.18 (m, 2 H), 3.17-3.09 (m, 1 H), 3.08-2.98 (m, 1 H), 2.53-2.40 (m, 1 H), 2.40-2.26 (m, 1 H), 2.14-2.01 (m, 1 H), 1.97-1.84 (m, 1 H).

[2972] 실시예 272

[2973] (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(피라진-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



[2974]

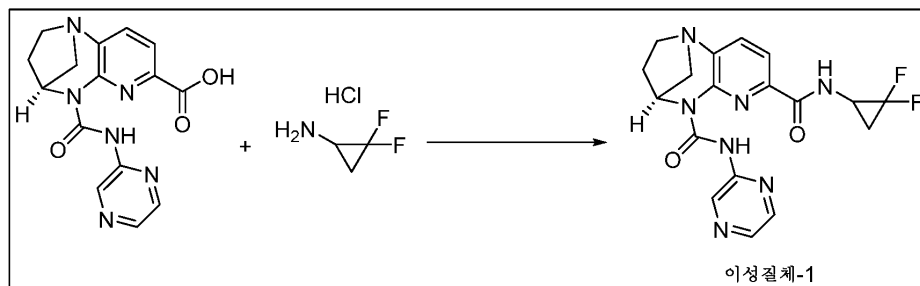
[2975] 0°C에서 DMF (15 mL) 중 (4S)-5-(피라진-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1.1 g, 3.37 mmol)의 교반 용액에 HATU (1.923 g, 5.06 mmol), DIPEA (2.94 mL, 16.86 mmol) 및 2,2-디플루오로시클로프로판아민 히드록로라이드 (0.524 g, 4.05 mmol)를 첨가하고, 실온에서 4시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: EtOAc 중 2% MeOH; R_f-0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 냉수로 희석하고, DCM (2x50 mL)으로 추출하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 크로마토그래피 (그레이스, C-18 역 칼럼 사용, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: ACN, 용리액 35-40% A 중 B)에 의해 정제하였다. 합한 분획을 농축시키고, NaHCO₃의 포화 수용액으로 염기성화시켰다. 수성 층을 DCM으로 추출하고, DCM 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 목적 화합물 부분입체이성질체 혼합물을 수득하였다. 부분입체이성질체 혼합물을 키랄 SFC (키랄셀 OJ-H (250x21)mm, 5 μ ; % CO₂: 65.0; % 공용매 [100% MeOH]: 35; 총 유량: 60 g/분; 배압: 100 bar; UV: 258 nm; 스택 시간: 2.6분; 로드/주입: 12.3mg; 용해도: MeOH; 총 주입 횟수: 100; 기기: 타르 SFC-80)에 의해 분리하여 2종의 단일 이성질체를 수득하였다. 이성질체-2: 키랄 SFC로부터의 가장 느린 용리 이성질체의 합한 분획을 농축시키고, 펜탄으로 연화처리하여 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(피라진-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (320 mg, 0.770 mmol, 22.85% 수율). LCMS (m/z): 402.14 [M+H]⁺, Rt = 2.87분.

[2976] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.45 (s, 1 H), 9.50 (d, J=1.53 Hz, 1 H), 8.36 (d, J=2.63 Hz, 1 H), 8.23 (dd, J=2.41, 1.53 Hz, 1 H), 7.82-8.00 (m, 2 H), 7.70 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 5.65 (dd, J=6.03, 3.18 Hz, 1 H), 3.49-3.64 (m, 1 H), 3.17-3.31 (m, 2 H), 3.01-3.15 (m, 2 H), 2.28-2.41 (m, 1 H), 1.89-2.13 (m, 2 H), 1.61-1.76 (m, 1 H).

[2977] 실시예 273

[2978] (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(피라진-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀

-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성:



[2979]

[2980]

0℃에서 DMF (15 mL) 중 (4S)-5-((피라진-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1.1 g, 3.37 mmol)의 교반 용액에 HATU (1.923 g, 5.06 mmol), DIPEA (2.94 mL, 16.86 mmol) 및 2,2-디플루오로시클로프로판아민 히드로클로라이드 (0.524 g, 4.05 mmol)를 첨가하고, 실온에서 4시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: EtOAc 중 2% MeOH: R_f -0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 냉수로 희석하고, DCM (2x50 mL)으로 추출하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다. 조 물질을 크로마토그래피 (그레이스, C-18 역 칼럼 사용, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: ACN, 용리액 35-40% A 중 B)에 의해 정제하였다. 합한 분획을 농축시키고, NaHCO_3 의 포화 수용액으로 염기성화시켰다. 수성 층을 DCM으로 추출하고, DCM 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 목적 화합물 부분입체이성질체 혼합물을 수득하였다. 부분입체이성질체 혼합물을 키랄 SFC (키랄셀 OJ-H (250x21)mm, 5 μ ; % CO_2 : 65.0; % 공용매 [100% MeOH]: 35; 총 유량: 60 g/분; 배압: 100 bar; UV: 258 nm; 스택 시간: 2.6분; 로드/주입: 12.3mg; 용해도: MeOH; 총 주입 횟수: 100; 기기: 타르 SFC-80)에 의해 분리하여 2종의 단일 이성질체를 수득하였다. 이성질체-1: 키랄 SFC로부터의 가장 빠른 용리 이성질체의 합한 분획을 농축시키고, 펜탄으로 연화처리하여 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(피라진-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (340 mg, 0.841 mmol, 24.95% 수율). LCMS (m/z): 402.14 [$\text{M}+\text{H}$] $^+$, R_t = 2.87분.

[2981]

^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.42 (s, 1 H), 9.50 (d, J =1.53 Hz, 1 H), 8.36 (d, J =2.63 Hz, 1 H), 8.23 (dd, J =2.41, 1.53 Hz, 1 H), 7.82 - 8.02 (m, 2 H), 7.70 (d, J =7.89 Hz, 1 H), 5.65 (dd, J =6.03, 3.18 Hz, 1 H), 3.43 - 3.69 (m, 1 H), 3.19 - 3.31 (m, 2 H), 3.10 - 3.16 (m, 1 H), 2.99 - 3.08 (m, 1 H), 2.28 - 2.41 (m, 1 H), 1.89 - 2.13 (m, 2 H), 1.61 - 1.76 (m, 1 H).

[2982]

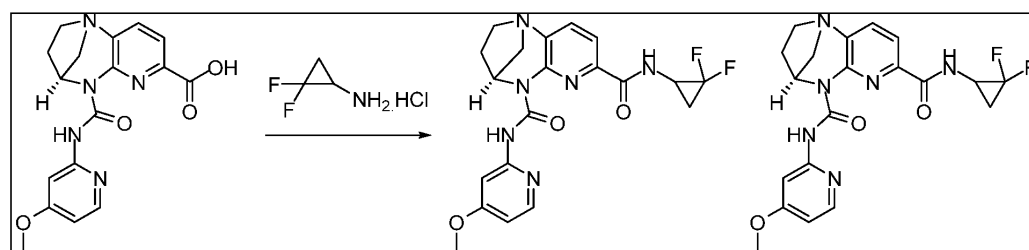
실시예 274

[2983]

피크-I: (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(4-메톡시피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성

[2984]

피크-II: (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(4-메톡시피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[2985]

[2986]

피리딘 (10 mL, 124 mmol) 중 (4S)-5-((4-메톡시피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1.50 g, 4.22 mmol)의 교반 용액에 질소 분위기 하에 실온에서 EDC.HCl (2.428 g, 12.66 mmol)을 첨가하고, 30분 동안 교반한 다음, 2,2-디플루오로시클로프로판아민 히드로클로라이드 (0.547 g, 4.22 mmol)를 첨가하고, 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH, R_f : 0.4, UV 활성). 피리딘을 감압 하에 증발시키고, 빙수로 희석하고, 에틸 아세테이트 (3x20 mL)로 추출하였다. 합한

유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (중성 알루미나 사용, DCM 중 1% MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 화합물의 혼합물 (550 mg)을 수득하였다. 혼합물을 키랄 SFC에 의해 피크-I 및 피크-II로서 분리하였다.

[2987] SFC 조건: 칼럼/치수: 키랄팩 AD-H (250 X30) mm, 5μ , % CO_2 : 50.0%, % 공용매: 50.0% (100% 메탄올), 총 유량: 70.0 g/분, 배압: 100.0 bar, UV: 267 nm, 스택 시간: 6.6분, 로드/주입: 16.0 mg, 용해도: 메탄올, 총 주입 횟수: 35, 기기 세부사항: 제조/모델: 타르 SFC-80.

[2988] 피크-I: 회백색 고체로서 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(4-메톡시피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (199 mg, 0.460 mmol, 10.89% 수율). LCMS (m/z): 431.18 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t : = 1.72분.

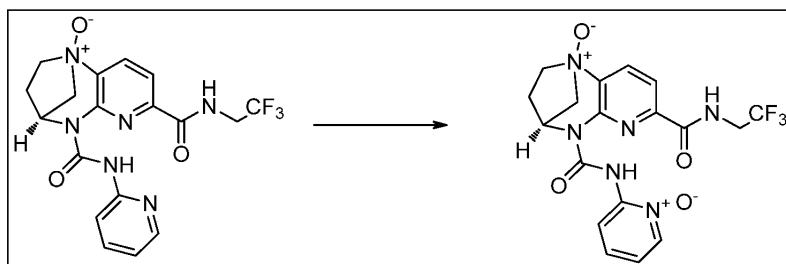
[2989] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ 13.42 (s, 1 H), 8.33 (s, 1 H), 8.05 (d, J = 5.9 Hz, 1 H), 7.90 (dd, J = 7.9, 0.6 Hz, 1 H), 7.75 - 7.62 (m, 1 H), 7.26 (s, 1 H), 6.58 (ddd, J = 5.9, 2.4, 0.6 Hz, 1 H), 5.60 (dd, J = 6.0, 3.2 Hz, 1 H), 3.90 (d, J = 0.5 Hz, 3 H), 3.23 (dt, J = 9.2, 4.6 Hz, 1 H), 3.22 - 3.08 (m, 3 H), 3.02 (dd, J = 12.2, 3.3 Hz, 1 H), 2.33 (ddt, J = 14.1, 9.9, 5.3 Hz, 1 H), 2.11 - 1.87 (m, 2 H), 1.77 (ddt, J = 14.0, 8.7, 5.5 Hz, 1 H).

[2990] 피크-II: 회백색 고체로서 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(4-메톡시피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (186 mg, 0.428 mmol, 10.14% 수율). LCMS (m/z): 431.18 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.73분.

[2991] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ 13.44 (s, 1 H), 8.32 (s, 1 H), 8.05 (d, J = 5.8 Hz, 1 H), 7.90 (d, J = 7.9 Hz, 1 H), 7.75 - 7.63 (m, 2 H), 6.58 (dd, J = 5.8, 2.4 Hz, 1 H), 5.61 (dd, J = 5.9, 3.2 Hz, 1 H), 3.90 (s, 3 H), 3.51 (t, J = 9.3 Hz, 1 H), 3.23 (dd, J = 9.3, 7.0 Hz, 3 H), 3.02 (dd, J = 12.2, 3.2 Hz, 1 H), 2.32 (ddt, J = 14.4, 9.9, 5.6 Hz, 1 H), 2.05 (dt, J = 14.7, 7.6 Hz, 1 H), 1.93 (s, 1 H), 1.83 - 1.69 (m, 1 H).

[2992] 실시예 275

[2993] (4S)-5-((1-옥시도피리딘-2-일)카르바모일)-7-((2,2,2-트리플루오로에틸)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1H-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀 1-옥시드의 합성



[2994]

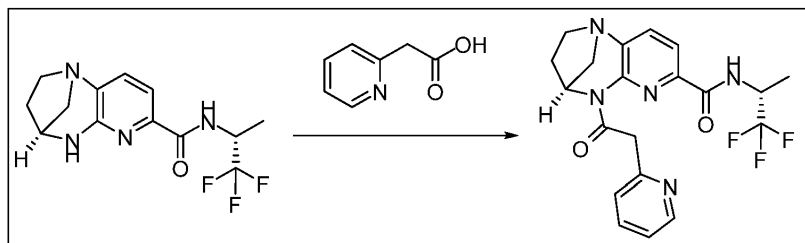
[2995] 클로로포름 (10 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-7-((2,2,2-트리플루오로에틸)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1H-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀 1-옥시드 (100 mg, 0.237 mmol)의 교반 용액에 m-CPBA (123 mg, 0.710 mmol)를 조금씩 0°C에서 10분의 기간에 걸쳐 첨가한 다음, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 20% MeOH: R_f -0.1; UV 활성). 반응 혼합물을 물에 붓고, DCM (2x 25 mL)으로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (20 mL)으로 세척하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카겔, DCM 중 5% 메탄올로 용리시킴)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-5-((1-옥시도피리딘-2-일)카르바모일)-7-((2,2,2-트리플루오로에틸)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1H-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀 1-옥시드를 회백색 고체로서 수득하였다 (45 mg, 0.101 mmol, 42.5% 수율). LCMS (m/z): 439.06 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.45분.

[2996] ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 13.05 (s, 1 H), 10.09 (t, J =6.47 Hz, 1 H), 8.98 (d, J =8.11 Hz, 1 H),

8.51 (dd, J=6.47, 0.99 Hz, 1 H), 8.41 (dd, J=8.55, 1.53 Hz, 1 H), 8.09 (d, J=8.11 Hz, 1 H), 7.65 -7.57 (m, 1 H), 7.28 -7.20 (m, 1 H), 5.60 (dd, J=6.58, 3.95 Hz, 1 H), 4.32 -4.17 (m, 2 H), 3.94 (dd, J=11.07, 3.84 Hz, 2 H), 3.79 (d, J=11.18 Hz, 1 H), 3.68 (d, J=7.02 Hz, 1 H), 2.79 -2.69 (m, 1 H), 2.28 -2.17 (m, 1 H).

[2997] 실시예 276

[2998] (4S)-5-(2-(피리딘-2-일)아세틸)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드의 합성



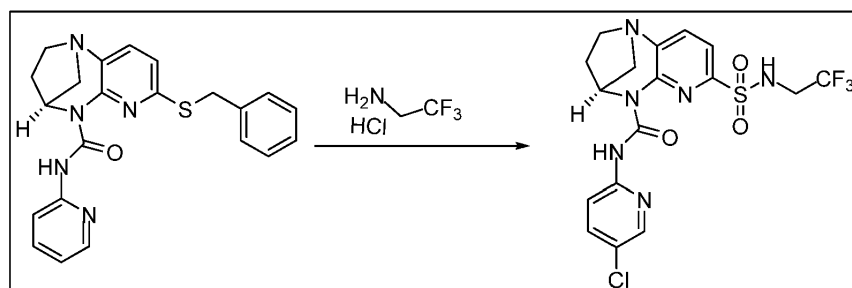
[2999]

[3000] 아세트니트릴 (50 mL) 중 (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (600 mg, 1.998 mmol)의 용액에 2-(피리딘-2-일)아세트산 (411 mg, 3.00 mmol)에 이어서 삼염화인 (0.350 mL, 4.00 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 밀봉된 튜브 중에서 100℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 헥산 중 80% 에틸아세테이트, R_f 값: 0.1). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 포화 NaHCO₃ 용액을 사용하여 염기성화시키고, DCM (2 x 100 mL)으로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 정제용 HPLC (칼럼: 엑스브리지 C18 (250x4.6 mm, 5 μ); MP-A: 5mM 중탄산암모늄 (수성), MP-B: ACN; 방법 (T/%B): 0/10, 1/10, 10/60, 15/60, 18/98, 20/98, 20.1/10, 25/10; 유량: 1.0 ml/분; 용해도: 아세트니트릴)에 의해 정제하여 (4S)-5-(2-(피리딘-2-일)아세틸)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드를 연황색 고체로서 수득하였다 (200 mg, 0.467 mmol, 23.36% 수율). LCMS (m/z): 420.05 [M+H]⁺, R_t = 1.60분.

[3001] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm: 9.87 (br d, J=8.99 Hz, 1 H), 8.40 - 8.53 (m, 1 H), 7.84 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.66 (td, J=7.67, 1.75 Hz, 1 H), 7.55 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.44 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.15 - 7.20 (m, 1 H), 5.69 (dd, J=6.25, 3.18 Hz, 1 H), 4.77 - 5.00 (m, 3 H), 3.06 - 3.25 (m, 2 H), 2.87 - 3.05 (m, 2 H), 2.15 - 2.36 (m, 1 H), 1.72 - 1.98 (m, 1 H), 1.48 (d, J=7.23 Hz, 3 H).

[3002] 실시예 277

[3003] (4S)-N-(5-클로로피리딘-2-일)-7-(N-(2,2,2-트리플루오로에틸)술포아미드)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복사미드의 합성:



[3004]

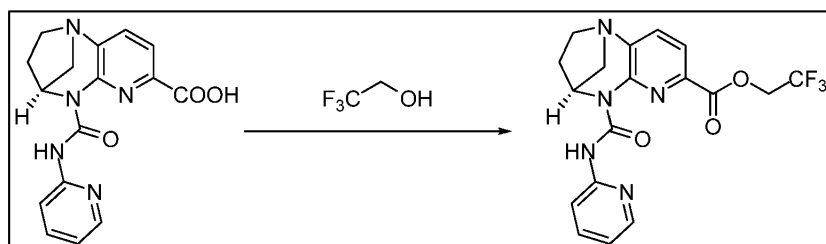
[3005] 0℃에서 물 (25 mL), DCM (10 mL) 및 수성 HCl (0.4 mL, 13.16 mmol) 중 (4S)-7-(벤질티오)-N-(피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복사미드 (1 g, 2.478 mmol)의 교반 혼합물에 차아염소산나트륨 용액 (12 mL, 2.478 mmol, 9% 수성 용액)을 첨가하고, 30분 동안 교반하였다 (TLC 용리 시스템: DCM 중 5% MeOH; R_f: 0.5; UV 활성). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 냉수 (20 mL)로 채팅하고, DCM

(2 x 20 mL)으로 추출하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 갈색 액체로서 수득하였다. 수득된 갈색 액체를 THF (30 mL) 중에 용해시키고, DIPEA (0.433 mL, 2.478 mmol) 및 2,2,2-트리플루오로에탄아민 히드로클로라이드 (1.008 g, 7.43 mmol)를 첨가하였다. 생성된 혼합물을 75℃에서 16시간 동안 교반하였다. 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (10 mL)로 켄칭하고, EtOAc (2 x 20 mL)로 추출하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 연갈색 액체로서 수득하였다. 조 화합물을 정제용 HPLC (칼럼: 엑스-브리지 C-18(150X4.6mm, 3.5 μm); 이동상 A: 10mM 아세트산암모늄, B: 100% 아세트니트릴; 구배: 시간/ %B: 0/5, 1.5/5, 3/15, 7/55, 10/95, 15/95, 17/5, 20/5; 칼럼 온도: 주위; 유량: 1.0 mL/분; 희석제: 70:30 아세트니트릴:H₂O)에 의해 정제하여 (4S)-N-(5-클로로피리딘-2-일)-7-(N-(2,2,2-트리플루오로에틸)술포모일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5(2H)-카르복사미드를 연황색 고체로서 수득하였다 (57 mg, 0.118 mmol, 4.75% 수율). LCMS (m/z): 477.04 [M+H]⁺, Rt = 2.35분.

[3006] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.71 (s, 1 H), 8.20 (d, J=2.41 Hz, 1 H), 8.11 (d, J=8.77 Hz, 1 H), 7.66 - 7.74 (m, 2 H), 7.57 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.41 - 7.52 (m, 1 H), 5.57 (dd, J=5.81, 2.96 Hz, 1 H), 3.59 - 3.74 (m, 2 H), 3.20 - 3.31 (m, 2 H), 3.02 - 3.16 (m, 2 H), 2.29 - 2.41 (m, 1 H), 2.02 - 2.15 (m, 1 H).

[3007] 실시예 278

[3008] (4S)-2,2,2-트리플루오로에틸 5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트의 합성



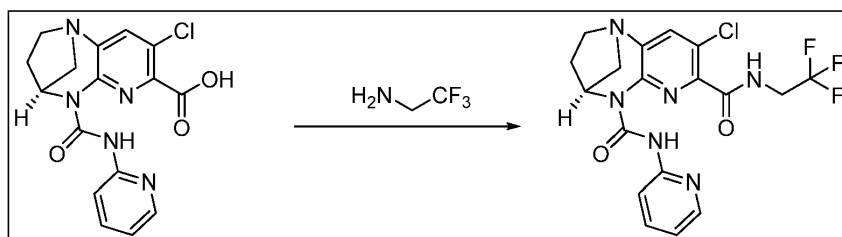
[3009]

[3010] 실온에서 DMF (10 mL) 중 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.922 mmol) 및 2,2,2-트리플루오로에탄올 (138 mg, 1.383 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (0.805 mL, 4.61 mmol) 및 HATU (701 mg, 1.844 mmol)를 첨가한 다음, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 에틸 아세테이트 중 5%MeOH: R_f-0.5; UV 활성). 반응 혼합물을 냉수로 희석하고, 에틸 아세테이트 (15 mL x 2)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카겔, 칼럼을 에틸 아세테이트 중 1% MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 순수한 화합물 (4S)-2,2,2-트리플루오로에틸5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실레이트를 회백색 고체로서 수득하였다 (115 mg, 0.281 mmol, 30.5% 수율). LCMS (m/z): 408.07 [M+H]⁺, Rt = 1.87분.

[3011] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.08 (s, 1 H), 8.43 - 8.29 (m, 1 H), 8.17 - 8.01 (m, 1 H), 7.79 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.72 - 7.65 (m, 1 H), 7.63 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 6.99 (ddd, J=7.29, 4.88, 0.99 Hz, 1 H), 5.69 (dd, J=6.03, 3.18 Hz, 1 H), 4.83 (q, J=8.33 Hz, 2 H), 3.29 - 2.99 (m, 4 H), 2.39 - 2.28 (m, 1 H), 2.11 - 2.00 (m, 1 H).

[3012] 실시예 279

[3013] (4S)-8-클로로-N5-(피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성.



[3014]

[3015]

DMF (10 mL) 중 (4S)-8-클로로-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (500 mg, 1.390 mmol)의 교반 용액에 HATU (1057 mg, 2.78 mmol), DIPEA (0.485 mL, 2.78 mmol) 및 2,2,2-트리플루오로에탄아민 히드로클로라이드 (283 mg, 2.085 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 순수한 에틸 아세테이트; R_f : 0.23). 반응 혼합물을 빙냉수로 희석하고, 에틸아세테이트 (3x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (20 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카-겔: 100-200 메쉬, 용리액: 석유 에테르 중 70% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-8-클로로-N5-(피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (280 mg, 0.626 mmol, 45.1% 수율). LCMS (m/z): 441.04 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.98분.

[3016]

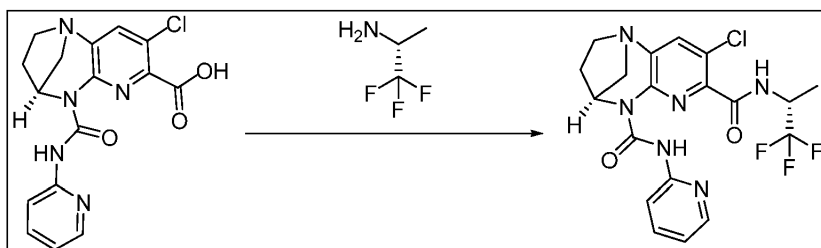
^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 12.93 (s, 1 H), 8.27 (t, J =5.92 Hz, 1 H), 8.23 (dd, J =4.93, 0.99 Hz, 1 H), 8.17 (br s, 1 H), 8.08 (d, J =8.33 Hz, 1 H), 7.69 - 7.79 (m, 1 H), 7.66 (s, 1 H), 6.93 - 7.11 (m, 1 H), 5.59 (dd, J =5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.06 - 4.36 (m, 2 H), 3.14 - 3.32 (m, 1 H), 3.07 - 3.17 (m, 1 H), 2.95 - 3.06 (m, 1 H), 2.23 - 2.42 (m, 1 H), 1.98 - 2.12 (m, 1 H).

[3017]

실시예 280

[3018]

(4S)-8-클로로-N5-(피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성.



[3019]

[3020]

실온에서 질소 하에 DMF (2.5 mL) 중 (4S)-8-클로로-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (250 mg, 0.695 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (0.364 mL, 2.085 mmol), HATU (528 mg, 1.390 mmol) 및 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (94 mg, 0.834 mmol)을 첨가한 다음, 생성된 반응 혼합물을 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% 메탄올. R_f 값: 0.30). 반응물을 빙냉수 (80 mL)로 켄칭하고, EtOAc (2x100 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수로 세척하고, Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 (실리카 겔 칼럼 사용, 헥산 중 85% EtOAc)에 의해 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 화합물을 93% 순도로 수득하였으며, 이를 추가로 정제용 HPLC (칼럼: 엑스브리지 C18 (150x19)mm 5 μ , 이동상-A: 10mM 중탄산암모늄 (수성), 이동상-B: 아세트ونی트릴, 방법: 등용매 (A:B) = 65:35, 유량: 18mL/분 용해도: THF+ACN)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-8-클로로-N5-(피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (65 mg, 0.143 mmol, 20.51% 수율). LCMS (m/z): 455.05 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.06분.

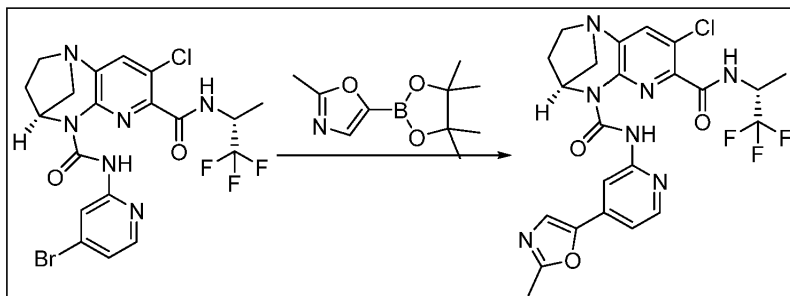
[3021]

^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 12.44 (s, 1 H), 8.24 (dt, J =4.93, 0.93 Hz, 1 H), 8.13 (dt, J =8.39, 0.96

Hz, 1 H), 7.72 (td, J=7.84, 1.64 Hz, 1 H), 7.67 (s, 1 H), 7.63 (br d, J=9.65 Hz, 1 H), 7.03 (ddd, J=7.40, 4.99, 0.99 Hz, 1 H), 5.62 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.96 - 5.14 (m, 1 H), 3.17 - 3.28 (m, 2 H), 3.07 - 3.13 (m, 1 H), 2.98 - 3.04 (m, 1 H), 2.26 - 2.43 (m, 1 H), 2.01 - 2.11 (m, 1 H), 1.59 (d, J=7.02 Hz, 3 H).

[3022] 실시예 281

[3023] (4S)-8-클로로-N5-(4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성.



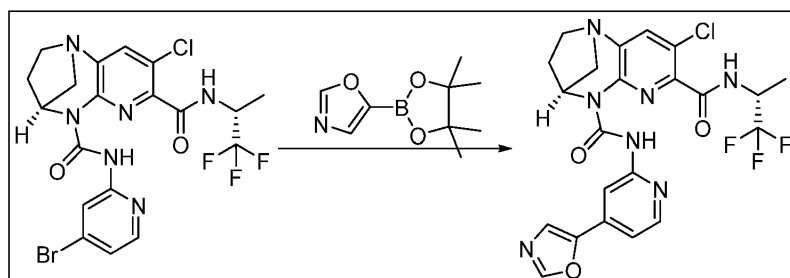
[3024]

[3025] 1,4-디옥산 (10 mL) 및 물 (2.5 mL) 중 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-8-클로로-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (500 mg, 0.937 mmol)의 용액에 아세트산칼륨 (184 mg, 1.874 mmol) 및 2-메틸-5-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란-2-일)옥사졸 (215 mg, 1.030 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 아르곤으로 30분 동안 퍼지한 다음, PdCl₂(dppf)-CH₂Cl₂ 부가물 (38.3 mg, 0.047 mmol)을 첨가하고, 90℃에서 5시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% MeOH, R_f 값: 0.30). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 진공 하에 농축시키고, 잔류물을 물 (40 mL)과 EtOAc (80 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콰리플레쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, DCM 중 1% 메탄올)에 의해 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 화합물 (4S)-8-클로로-N5-(4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (60 mg, 0.108 mmol, 11.56% 수율을 회백색 고체로서 수득하였다. LCMS (m/z): 536.12 [M+H]⁺, Rt = 2.15분.

[3026] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 12.42 - 12.67 (m, 1 H), 8.31 - 8.47 (m, 1 H), 8.25 (d, J=5.04 Hz, 1 H), 7.69 (s, 1 H), 7.55 - 7.65 (m, 1 H), 7.39 - 7.55 (m, 1 H), 7.19 - 7.28 (m, 1 H), 5.63 (dd, J=5.81, 2.96 Hz, 1 H), 5.06 (dq, J=16.80, 7.48 Hz, 1 H), 3.16 - 3.34 (m, 2 H), 2.93 - 3.08 (m, 2 H), 2.56 (s, 3 H), 2.26 - 2.48 (m, 1 H), 2.03 - 2.23 (m, 1 H), 1.52 - 1.64 (m, 3 H).

[3027] 실시예 282

[3028] (4S)-8-클로로-N5-(4-(옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성.



[3029]

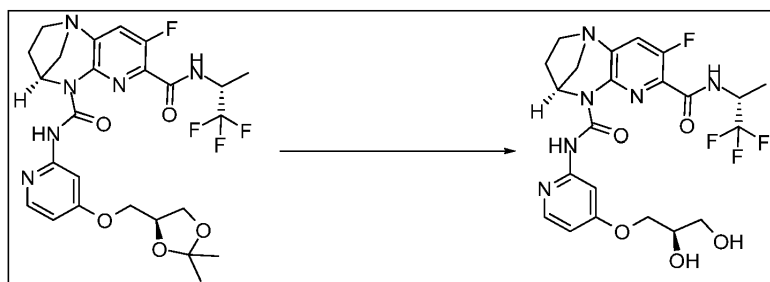
[3030] 1,4-디옥산 (12 mL) 및 물 (3 mL) 중 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-8-클로로-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (600 mg, 1.124

mmol)의 용액에 아세트산칼륨 (276 mg, 2.81 mmol), 5-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란-2-일)옥사졸 (263 mg, 1.349 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 아르곤으로 30분 동안 퍼징한 다음, PdCl₂(dppf)-CH₂Cl₂ 부가물 (55.1 mg, 0.067 mmol)을 첨가하고, 90℃에서 5시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% MeOH, R_f 값: 0.30). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 진공 하에 농축시키고, 잔류물을 물 (50 mL)과 EtOAc (90 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 콤비플래쉬 크로마토그래피 (실리카 겔 칼럼 사용, DCM 중 2% 메탄올)에 의해 정제하였다. 순수한 화합물을 함유하는 분획을 합하고, 농축시켜 목적 화합물 (4S)-8-클로로-N5-(4-(옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체를 수득하였다 (75 mg, 0.143 mmol, 12.70% 수율). LCMS (m/z): 522.15 [M+H]⁺, Rt = 4.78분.

[3031] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 12.45 - 12.77 (m, 1 H), 8.44 (s, 1 H), 8.29 (d, J=5.26 Hz, 1 H), 8.00 (s, 1 H), 7.69 (s, 1 H), 7.53 - 7.60 (m, 2 H), 7.24 - 7.34 (m, 1 H), 5.63 (dd, J=5.81, 3.18 Hz, 1 H), 4.93 - 5.17 (m, 1 H), 3.17 - 3.32 (m, 2 H), 2.99 - 3.15 (m, 2 H), 2.28 - 2.42 (m, 1 H), 2.01 - 2.17 (m, 1 H), 1.60 (br, 3 H).

[3032] 실시예 283

[3033] (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-8-플루오로-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



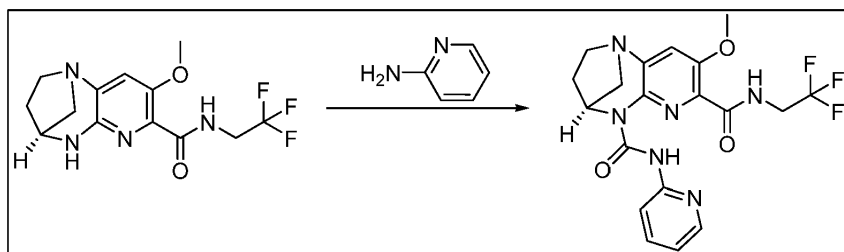
[3034]

[3035] 실온에서 메탄올 (10 mL) 중 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-8-플루오로-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (130 mg, 0.229 mmol)의 교반 용액에 2M HCl (0.6 mL, 1.200 mmol)을 첨가하고, 3시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% 메탄올, R_f: 0.2; UV 활성). 반응 혼합물을 농축시켜 메탄올을 제거하고, 잔류물을 NaHCO₃의 포화 용액 (3 mL)을 사용하여 염기성화시켰다. 생성된 고체를 여과하고, 건조시키고, 석유 에테르 (10 mL)로 연화처리하여 (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-8-플루오로-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (105 mg, 0.196 mmol, 86% 수율). LC-MS (m/z): 529.25 [M+H]⁺, Rt = 1.40분.

[3036] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 12.43 (s, 1 H), 8.79 (br d, J=8.77 Hz, 1 H), 8.04 (br d, J=5.92 Hz, 1 H), 7.56 - 7.84 (m, 2 H), 6.71 (br d, J=4.17 Hz, 1 H), 5.47 (br s, 1 H), 5.01 (br d, J=4.82 Hz, 1 H), 4.86 (br dd, J=15.46, 7.56 Hz, 1 H), 4.70 (br t, J=5.48 Hz, 1 H), 4.10 (br dd, J=9.65, 3.51 Hz, 1 H), 3.88 - 4.01 (m, 1 H), 3.82 (br d, J=4.82 Hz, 1 H), 3.33 - 3.54 (m, 2 H), 3.19 - 3.27 (m, 1 H), 3.04 - 3.18 (m, 2 H), 2.98 (br d, J=9.87 Hz, 1 H), 2.25 (br d, J=5.70 Hz, 1 H), 1.88 (br dd, J=13.92, 6.91 Hz, 1 H), 1.46 (br d, J=7.23 Hz, 3 H).

[3037] 실시예 284

[3038] (4S)-8-메톡시-N5-(피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[3039]

[3040]

테트라히드로푸란 (THF, 30 mL) 중 (4S)-8-메톡시-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (690 mg, 2.182 mmol)의 교반 용액에 트리포스겐 (647 mg, 2.182 mmol) 및 DIPEA (1.905 mL, 10.91 mmol)를 0℃에서 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 30분 동안 교반하였다. 이어서, 피리딘-2-아민 (246 mg, 2.62 mmol)을 첨가하고, 80℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: R_f : 0.4, EtOAc). 반응 혼합물을 실온으로 냉각되도록 하고, 물 (100 mL)로 켄칭하고, 에틸아세테이트 (2x250 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카-겔: 100-200 메쉬, 용리액: 순수한 에틸 아세테이트)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-8-메톡시-N-5-(피리딘-2-일)-N-7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 연황색 고체로서 수득하였다 (423 mg, 0.952 mmol, 43.6% 수율). LCMS (m/z): 437.1 $[M+H]^+$, R_t = 1.51분.

[3041]

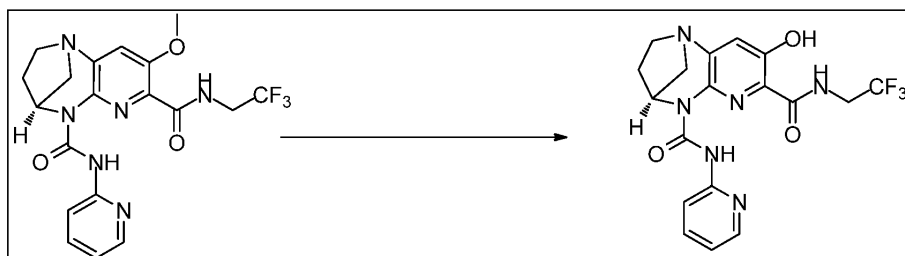
^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 12.70 (s, 1 H), 8.81 (t, J =6.47 Hz, 1 H), 8.28 (dd, J =4.82, 1.10 Hz, 1 H), 8.02 (d, J =8.33 Hz, 1 H), 7.84-7.69 (m, 1 H), 7.55 (s, 1 H), 7.12-7.00 (m, 1 H), 5.45 (dd, J =5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.23-4.02 (m, 2 H), 3.79 (s, 3 H), 3.34 (br s, 1 H), 3.15-3.02 (m, 2 H), 3.00-2.90 (m, 1 H), 2.28-2.19 (m, 1 H), 1.92-1.79 (m, 1 H).

[3042]

실시예 285

[3043]

(4S)-8-히드록시-N5-(피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[3044]

[3045]

-78℃에서 질소 하에 DCM (20 mL) 중 (4S)-8-메톡시-N5-(피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (270 mg, 0.619 mmol)의 교반 용액에 BBr_3 (0.175 mL, 1.856 mmol)을 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC: R_f 값: 0.5, EtOAc, UV 활성). 반응 혼합물을 수성 $NaHCO_3$ (100 mL) 용액으로 켄칭하고, DCM (250 mL)으로 추출하였다. 유기 층을 황산 나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카-겔: 100-200 메쉬, 석유 에테르 중 80% 에틸아세테이트로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-8-히드록시-N5-(피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (169 mg, 0.393 mmol, 63.5% 수율). LCMS (m/z): 423.14 $[M+H]^+$, R_t = 2.48분.

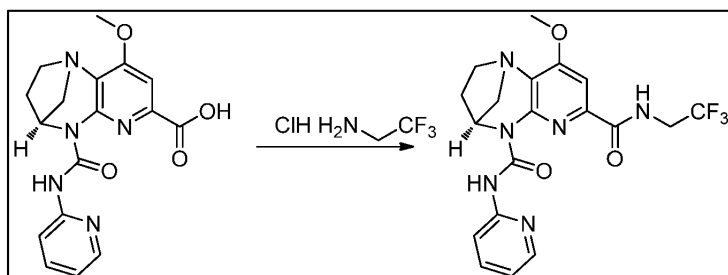
[3046]

^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 13.48 (s, 1 H), 11.69 (s, 1 H), 8.68 (br t, J =6.47 Hz, 1 H), 8.20 (dd, J =4.93, 0.99 Hz, 1 H), 8.07 (dt, J =8.33, 0.99 Hz, 1 H), 7.72 (td, J =7.89, 1.97 Hz, 1 H), 7.26 (s, 1 H), 7.00 (ddd, J =7.29, 4.99, 1.10 Hz, 1 H), 5.55 (dd, J =5.92, 3.29 Hz, 1 H), 4.20 (qd, J =8.92, 6.80 Hz, 2 H), 3.32-3.20 (m, 2 H), 3.14 (br d, J =12.06 Hz, 1 H), 2.98 (dd, J =12.28, 3.29 Hz, 1 H), 2.31

(ddt, J=14.17, 8.58, 5.73, 5.73 Hz, 1 H), 2.12 -1.96 (m, 1 H)

[3047] 실시예 286

[3048] (4S)-9-메톡시-N5-(피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



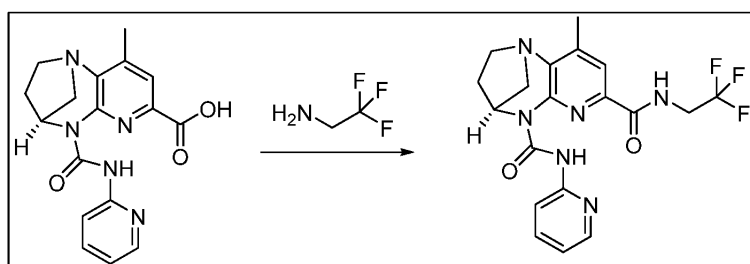
[3049]

[3050] DMF (10 mL) 중 (4S)-9-메톡시-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.844 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (0.737 mL, 4.22 mmol) 및 HATU (482 mg, 1.266 mmol)를 0℃에서 첨가하고, 30분 동안 교반하였다. 이어서, 2,2,2-트리플루오로에탄아민 히드로클로라이드 (172 mg, 1.266 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 28℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% MeOH, R_f: 0.4). 반응 혼합물을 냉수 (25 mL)로 켄칭하고, EtOAc (3x30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (2x20 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄로 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔: 용리액: 1% MeOH/CH₂Cl₂)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-9-메톡시-N5-(피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (120 mg, 0.274 mmol, 32.4% 수율). LCMS (m/z): 437.19 [M+H]⁺, R_t = 2.00분.

[3051] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.72 (s, 1 H), 8.70 - 8.58 (m, 1 H), 8.22 (d, J=4.17 Hz, 1 H), 8.07 (d, J=8.33 Hz, 1 H), 7.80- 7.70 (m, 1 H), 7.63 (s, 1 H), 7.00 (dd, J=7.34, 4.93 Hz, 1 H), 5.63 (d, J=5.92 Hz, 1 H), 4.33 - 4.17 (m, 2 H), 4.06 (s, 3 H), 3.30- 3.19 (m, 2 H), 3.08 (s, 2 H), 2.32 (dddd, J=14.03, 9.87, 5.92, 3.95 Hz, 1 H), 2.11 - 1.96 (m, 1 H).

[3052] 실시예 287

[3053] (4S)-9-메틸-N5-(피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[3054]

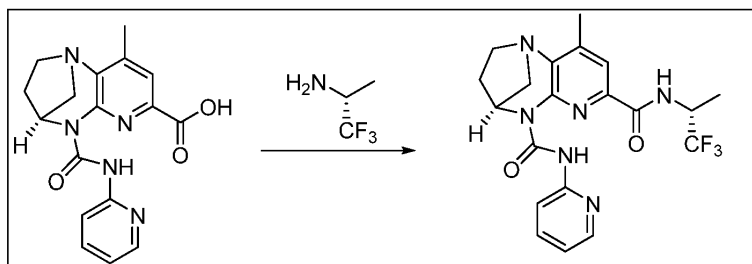
[3055] 테트라히드로푸란 (80 mL) 중 (4S)-9-메틸-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1 g, 2.95 mmol)의 교반 용액에 실온에서 DIPEA (1.544 mL, 8.84 mmol) 및 HATU (1.681 g, 4.42 mmol)를 첨가하고, 1시간 동안 교반하였다. 이어서, 2,2,2-트리플루오로에탄아민 히드로클로라이드 (0.599 g, 4.42 mmol)를 첨가하고, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: EtOAc, R_f: 0.6). 반응 혼합물을 빙수 (100 mL)에 붓고, EtOAc (2 x 250 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (중성 알루미나 칼럼, 용리액: 석유 에테르 중 10% EtOAc)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-9-메틸-N5-(피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-

5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (620 mg, 1.465 mmol, 49.7% 수율). LCMS (m/z): 421.14 [M+H]⁺, Rt =2.33분.

[3056] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.80 (s, 1 H), 8.57 (t, J=6.36 Hz, 1 H), 8.23 (d, J=4.17 Hz, 1 H), 8.08 (d, J=8.33 Hz, 1 H), 7.81 (s, 1 H), 7.76 - 7.64 (m, 1 H), 7.00 (ddd, J=7.29, 4.99, 0.88 Hz, 1 H), 5.61 (dd, J=6.03, 2.52 Hz, 1 H), 4.30 - 4.14 (m, 2 H), 3.20 - 3.09 (m, 2 H), 3.08 - 2.98 (m, 2 H), 2.49 (s, 3 H), 2.39 - 2.24 (m, 1 H), 2.03 (dt, J=14.74, 7.43 Hz, 1 H).

[3057] 실시예 288

[3058] (4S)-9-메틸-N5-(피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



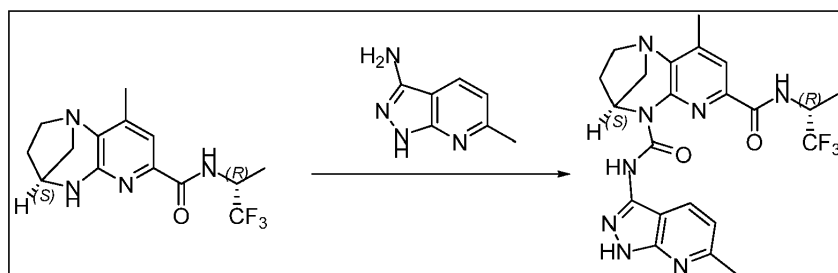
[3059]

[3060] 테트라히드로푸란 (50 mL) 중 (4S)-9-메틸-5-(피리딘-2-일카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (230 mg, 0.678 mmol)의 교반 용액에 HATU (387 mg, 1.017 mmol) 및 DIPEA (0.355 mL, 2.033 mmol)를 실온에서 첨가하고, 실온에서 1시간 동안 교반하였다. 이어서, (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 히드로클로라이드 (152 mg, 1.017 mmol)를 첨가하고, 27°C에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: EtOAc, R_f: 0.5). 반응 혼합물을 빙수 (100 mL)에 붓고, EtOAc (2 x 250 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 수득된 조 물질을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (중성 알루미나 칼럼, 용리액: 석유 에테르 중 10% EtOAc)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-9-메틸-N5-(피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (90 mg, 0.207 mmol, 30.5% 수율). LCMS (m/z): 435.18 [M+H]⁺, Rt =2.54분.

[3061] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.40 (br s, 1 H), 8.25 (d, J=4.17 Hz, 1 H), 8.15 (d, J=8.55 Hz, 1 H), 8.01 (d, J=9.43 Hz, 1 H), 7.85 (s, 1 H), 7.75 - 7.65 (m, 1 H), 7.01 (dd, J=6.47, 5.15 Hz, 1 H), 5.65 (dd, J=5.81, 2.30 Hz, 1 H), 5.13 - 5.00 (m, 1 H), 3.19 - 3.09 (m, 2 H), 3.07 - 2.99 (m, 2 H), 2.49 (s, 3 H), 2.38 - 2.26 (m, 1 H), 2.03 (dt, J=14.47, 7.45 Hz, 1 H), 1.60 (d, J=7.02 Hz, 3 H).

[3062] 실시예 289

[3063] (4S)-9-메틸-N5-(6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[3064]

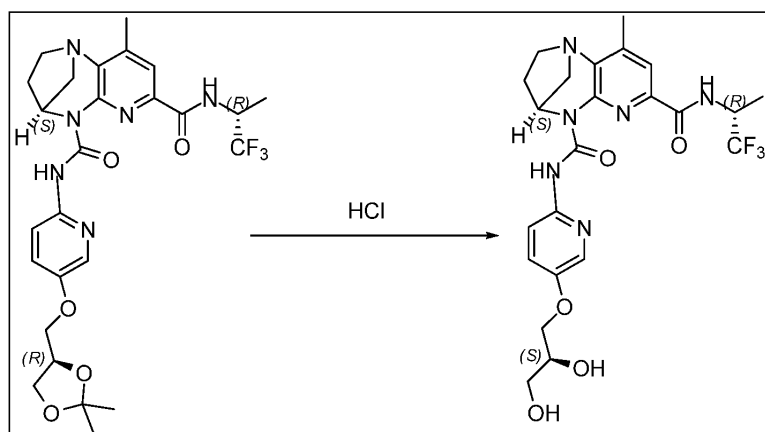
[3065] 테트라히드로푸란 (50 mL) 중 (4S)-9-메틸-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (500 mg, 1.591 mmol)의 교반 용액에 실온에서 트리포스겐 (283 mg, 0.954 mmol) 및 DIPEA (1.389 mL, 7.95 mmol)를 첨가하였다. 이어서, 반응 혼합물을 실온에서 4시간

동안 교반하였다. 4시간 후, 6-메틸-1H-피라졸로 [3,4-b]피리딘-3-아민 (354 mg, 2.386 mmol)을 첨가하고, 75 °C에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 순수한 EtOAc, R_f : 0.5). 이어서, 반응 혼합물을 실온으로 냉각 되도록 하고, 포화 NaHCO_3 용액 (50 mL)에 붓고, EtOAc (2 x 200 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (중성 알루미나, 용리액: 석유 에테르 중 30% EtOAc)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-9-메틸-N5-(6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (350 mg, 0.716 mmol, 45.0% 수율). LCMS (m/z): 489.21 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.16분.

¹H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.24 (s, 1 H), 10.31 - 10.11 (m, 1 H), 8.72 (s, 1 H), 7.81 (s, 1 H), 7.62 (d, $J=9.21$ Hz, 1 H), 7.03 (d, $J=8.33$ Hz, 1 H), 5.65 (dd, $J=6.14$, 2.85 Hz, 1 H), 4.99 (dq, $J=16.72$, 7.36 Hz, 1 H), 3.22 - 3.01 (m, 4 H), 2.67 (s, 3 H), 2.50 (s, 3 H), 2.40 - 2.27 (m, 1 H), 2.14 - 2.02 (m, 1 H), 1.56 (d, $J=7.02$ Hz, 3 H).

실시예 290

(4S)-N5-(5-((S)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-9-메틸-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



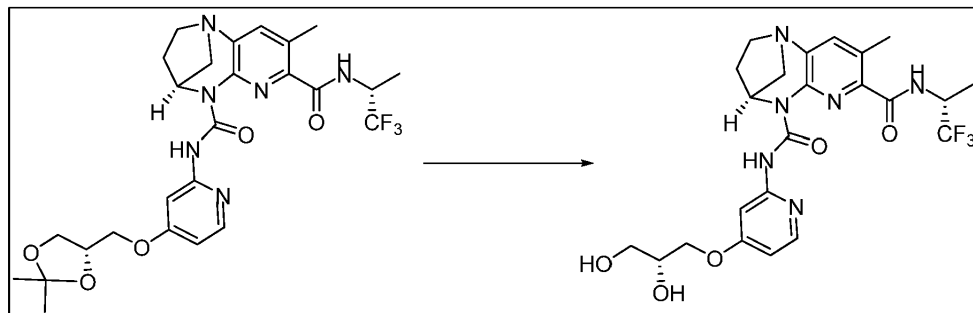
실온에서 메탄올 (30 mL) 중 (4S)-N5-(5-((R)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-9-메틸-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (500 mg, 0.886 mmol)의 교반 용액에 염산 (2 mL, 23.70 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 1시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 순수한 EtOAc, R_f : 0.3). 1시간 후, 반응 혼합물을 감압 하에 농축시키고, 이를 DCM 중 NaHCO_3 용액 (30 mL)으로 켄칭하고, 5% MeOH (2x 50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 반고체를 수득하였으며, 이를 펜탄 (2x 20mL)으로 세척하고, 건조시켜 목적 생성물 (4S)-N5-(5-((S)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-9-메틸-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (360 mg, 0.683 mmol, 77% 수율). LCMS (m/z): 525.25 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t =1.95분.

¹H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.26 (s, 1 H), 8.11 (d, $J=8.99$ Hz, 1 H), 7.96 (d, $J=2.85$ Hz, 1 H), 7.88 (d, $J=9.43$ Hz, 1 H), 7.83 (s, 1 H), 7.31 (dd, $J=8.99$, 3.07 Hz, 1 H), 5.64 (dd, $J=5.70$, 2.41 Hz, 1 H), 5.05 (dq, $J=16.74$, 7.28 Hz, 1 H), 4.20 -4.05 (m, 3 H), 3.94 - 3.73 (m, 2 H), 3.20 - 3.08 (m, 2 H), 3.07 - 2.97 (m, 2 H), 2.54 (d, $J=4.60$ Hz, 1 H), 2.48 (s, 3 H), 2.36 - 2.26 (m, 1 H), 2.11 - 1.97 (m, 1 H), 1.92 (t, $J=5.92$ Hz, 1 H), 1.58 (d, $J=7.23$ Hz, 3 H).

실시예 291

(4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-8-메틸-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-

3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[3074]

[3075]

0℃에서 메탄올 (10 mL) 중 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-8-메틸-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (250 mg, 0.443 mmol)의 교반 용액에 수성 HCl (1.50 mL, 18.00 mmol)을 첨가하고, 질소 실온에서 하에 1시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH R_f 0.2; UV 활성). 반응 혼합물을 0℃에서 포화 중탄산나트륨 용액으로 염기성화시키고 (pH-8-9까지), 용매를 감압 하에 증발시켰다. 잔류물을 물로 희석하고, 침전된 고체를 여과하여 조 생성물을 수득하였다. 조 물질을 디에틸에테르로 연화처리하여 (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-8-메틸-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (160 mg, 0.305 mmol, 68.8% 수율). LCMS (m/z): 525.58 $[M+H]^+$, R_t = 1.48분.

[3076]

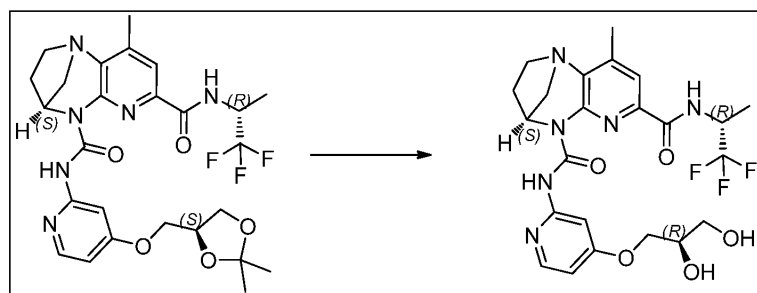
^1H NMR (400 MHz, $CDCl_3$): δ ppm 12.87 (s, 1 H), 8.05 (d, J =5.92 Hz, 1 H), 7.87 (br d, J =9.87 Hz, 1 H), 7.78 (d, J =2.19 Hz, 1 H), 7.47 (s, 1 H), 6.59 (dd, J =5.81, 2.30 Hz, 1 H), 5.58 (dd, J =5.81, 3.18 Hz, 1 H), 4.88 - 5.14 (m, 1 H), 4.02 - 4.27 (m, 3 H), 3.69 - 3.91 (m, 2 H), 3.15 - 3.27 (m, 2 H), 3.06 - 3.14 (m, 1 H), 2.96 - 3.07 (m, 1 H), 2.66 (s, 4 H), 2.24 - 2.38 (m, 1 H), 1.97 - 2.09 (m, 2 H), 1.62 - 1.46 (s, 3 H).

[3077]

실시예 292

[3078]

(4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-9-메틸-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[3079]

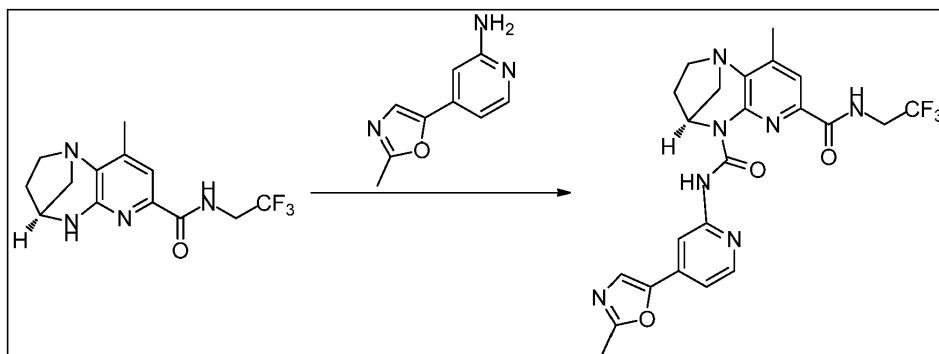
[3080]

메탄올 (30 mL) 중 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-9-메틸-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (250 mg, 0.443 mmol)의 교반 용액에 염산 (1 mL, 11.85 mmol)을 5분의 기간에 걸쳐 적가하고, 생성된 반응 혼합물을 실온에서 1시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: EtOAc, R_f 값: 0.3). 반응 혼합물을 감압 하에 농축시키고, 수득된 잔류물을 포화 $NaHCO_3$ 용액으로 중화시키고, DCM 중 5% MeOH로 추출하고, 감압 하에 농축시키고, n-펜탄 (2x 20mL)으로 연화처리하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-9-메틸-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (180 mg, 0.342 mmol, 77% 수율). LCMS (m/z): 525.28 $[M+H]^+$, R_t = 1.70분.

[3081] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.46 (s, 1 H), 8.06 (d, $J=5.92$ Hz, 2 H), 7.85 (s, 1 H), 7.77 (d, $J=2.19$ Hz, 1 H), 6.59 (dd, $J=5.70, 2.41$ Hz, 1 H), 5.61 (d, $J=3.29$ Hz, 1 H), 5.11 - 5.02 (m, 1 H), 4.22 - 4.11 (m, 3 H), 3.70 - 3.88 (m, 2 H), 3.22 - 3.02 (m, 4 H), 2.49 (s, 3 H), 2.32 (qd, $J=9.76, 4.49$ Hz, 1 H), 2.03 (dt, $J=14.63, 7.48$ Hz, 3 H), 1.57 (s, 3 H).

[3082] 실시예 293

[3083] (4S)-9-메틸-N5-(4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



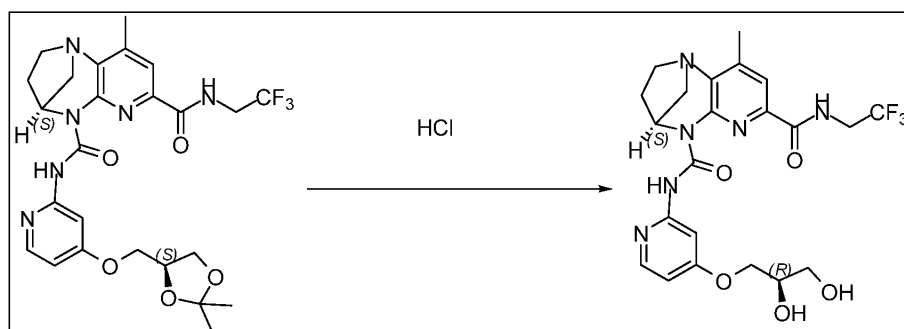
[3084]

[3085] THF (50 ml) 중 (4S)-9-메틸-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (500 mg, 1.665 mmol)의 교반 용액에 트리포스겐 (296 mg, 0.999 mmol) 및 DIPEA (1.454 mL, 8.33 mmol)를 0°C에서 첨가하고, 실온에서 1시간 동안 교반한 다음, 4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리딘-2-아민 (438 mg, 2.498 mmol)을 첨가하고, 생성된 반응 혼합물을 75°C에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 100% EtOAc, R_f : 0.4). 반응 혼합물을 실온으로 냉각되도록 하고, 포화 NaHCO_3 용액 (30 mL)에 붓고, 에틸 아세테이트 (2x100 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 조 물질을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (중성 알루미나 사용, 석유 에테르 중 30% 에틸아세테이트)에 의해 정제하였다. 수집된 분획을 증발시켜 목적 생성물 (4S)-9-메틸-N5-(4-(2-메틸옥사졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (329 mg, 0.656 mmol, 39.4% 수율). LCMS (m/z): 502.24 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.41분.

[3086] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.90 (s, 1 H), 8.50 (t, $J=6.69$ Hz, 1 H), 8.33 (d, $J=0.66$ Hz, 1 H), 8.23 (d, $J=5.26$ Hz, 1 H), 7.82 (s, 1 H), 7.47 (s, 1 H), 7.19 (dd, $J=5.26, 1.53$ Hz, 1 H), 5.62 (dd, $J=5.81, 2.52$ Hz, 1 H), 4.29 - 4.17 (m, 2 H), 3.24 - 2.99 (m, 4 H), 2.56 (s, 3 H), 2.50 (s, 3 H), 2.41 - 2.29 (m, 1 H), 2.11 - 2.00 (m, 1 H).

[3087] 실시예 294

[3088] (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-9-메틸-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



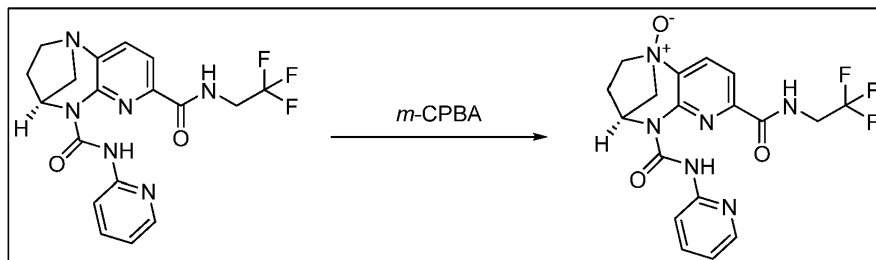
[3089]

[3090] 실온에서 메탄올 (30 mL) 중 (4S)-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-9-메틸-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (200 mg, 0.363 mmol)의 교반 용액에 염산 (1.5 mL, 17.77 mmol)을 첨가하였다. 반응 혼합물을 실온에서 1시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: 순수한 EtOAc, R_f : 0.2). 반응 혼합물을 감압 하에 농축시키고, DCM 중 NaHCO_3 (30 mL) 용액으로 켄칭한 다음, 5% MeOH (2x 50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 감압 하에 농축시켜 반고체를 수득하였으며, 이를 n-펜탄 (2x 20 mL)으로 세척하고, 건조시켜 목적 생성물 (4S)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-9-메틸-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 백색 고체로서 수득하였다 (150 mg, 0.293 mmol, 81% 수율). LCMS (m/z): 511.21 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t =1.59분.

[3091] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.85 (s, 1 H), 8.60 (t, J =6.14 Hz, 1 H), 8.03 (d, J =5.92 Hz, 1 H), 7.81 (s, 1 H), 7.70 (d, J =2.41 Hz, 1 H), 6.57 (dd, J =5.81, 2.30 Hz, 1 H), 5.58 (d, J =2.19 Hz, 1 H), 4.27 - 4.06 (m, 5 H), 3.91 - 3.70 (m, 2 H), 3.22 - 2.98 (m, 4 H), 2.58 (br s, 1 H), 2.49 (s, 3 H), 2.32 (qd, J =9.57, 5.04 Hz, 1 H), 2.11 - 1.96 (m, 2 H).

[3092] 실시예 295

[3093] (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-7-((2,2,2-트리플루오로에틸)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1H-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀 1-옥시드의 합성.



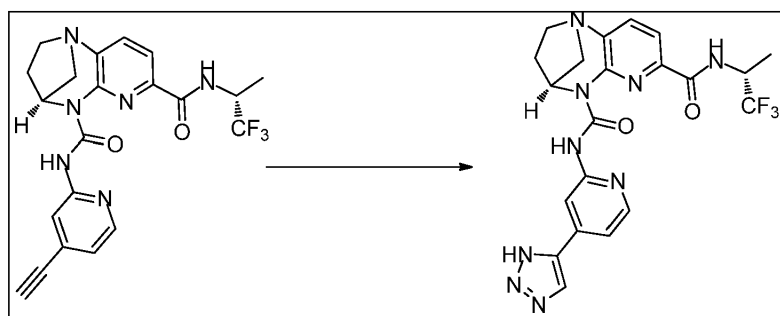
[3094]

[3095] 클로로포름 (20 mL) 중 (4S)-N5-(피리딘-2-일)-N7-(2,2,2-트리플루오로에틸)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (500 mg, 1.230 mmol)의 교반 용액에 0°C에서 10분의 기간에 걸쳐 조금씩 m-CPBA (212 mg, 1.230 mmol)를 첨가한 다음, 반응 혼합물을 28°C에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% MeOH, R_f : 0.5). 반응 혼합물을 빙수 (40 mL)로 희석하고, EtOAc (2x40 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 분리하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카겔, 용리액: DCM 중 5% MeOH)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-5-(피리딘-2-일카르바모일)-7-((2,2,2-트리플루오로에틸)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1H-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀 1-옥시드를 회백색 고체로서 수득하였다 (350 mg, 0.829 mmol, 67.3% 수율). LCMS (m/z): 423.11 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.59분.

[3096] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.15 (s, 1 H), 9.09 (d, J =8.11 Hz, 1 H), 8.55 (t, J =6.69 Hz, 1 H), 8.26 (d, J =4.17 Hz, 1 H), 8.16 (d, J =8.11 Hz, 1 H), 8.04 (d, J =8.33 Hz, 1 H), 7.81-7.73 (m, 1 H), 7.11 -7.06 (m, 1 H), 5.82 (dd, J =6.80, 3.95 Hz, 1 H), 4.37 -4.15 (m, 2 H), 4.10 (dd, J =11.40, 3.95 Hz, 1 H), 4.06-3.97 (m, 2 H), 3.79 (d, J =11.62 Hz, 1 H), 2.97 -2.85 (m, 1 H), 2.33 -2.21 (m, 1 H).

[3097] 실시예 296

[3098] (4S)-N5-(4-(1H-1,2,3-트리아졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[3099]

[3100]

TMSN₃ (5 mL, 37.7 mmol) 중 (4S)-N5-(4-에티닐피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (600 mg, 1.350 mmol)의 현탁액을 80℃에서 마이크로웨이브 중에서 30분 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 10% MeOH, R_f: 0.2, UV 활성). 반응 혼합물을 감압 하에 농축시키고, DCM 중 10% MeOH (15 mL)로 희석하고, 물로 세척하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 진공 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다 (LCMS 260 mg 36%). 조 화합물을 정제용 HPLC (정제용 HPLC 조건. 방법: MP-A: 10 Mm 중탄산암모늄 MP-B: 아세토니트릴 칼럼: 엑스브리지 C18 (150*19) mm, 5u 방법:-t/%B): 0/10, 1/10, 9/45, 유량: 15ml/분 용해도: 아세토니트릴 + THF+MeOH)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(4-(1H-1,2,3-트리아졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (40 mg, 0.082 mmol, 6.07% 수율). LCMS (m/z): 488.17 [M+H]⁺, Rt = 2.00.

[3101]

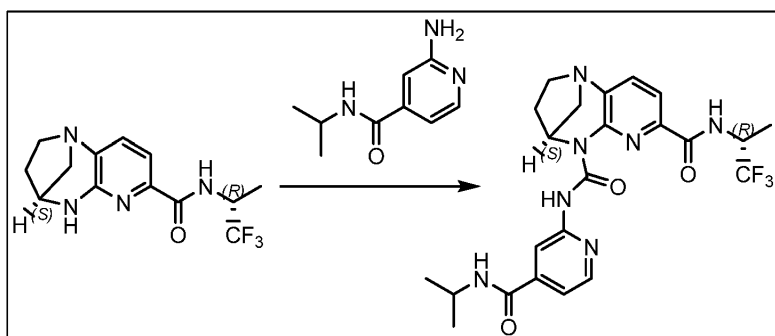
¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.38 (s, 1 H), 8.60 (s, 1 H), 8.33 (d, J=5.26 Hz, 1 H), 8.18 (s, 1 H), 8.06 - 7.95 (m, 2 H), 7.70 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.59 - 7.49 (m, 1 H), 5.68 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 5.15 - 4.98 (m, 1 H), 3.33 - 3.13 (m, 3 H), 3.08 - 3.00 (m, 1 H), 2.45 - 2.28 (m, 1 H), 2.10 (dt, J=14.25, 7.13 Hz, 1 H), 1.62 (d, J=7.23 Hz, 3 H).

[3102]

실시예 297

[3103]

(4S)-N5-(4-(이소프로필카르바모일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[3104]

[3105]

THF (15 mL) 중 (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (300 mg, 0.999 mmol)의 교반 용액에 트리포스겐 (296 mg, 0.999 mmol) 및 TEA (0.836 mL, 5.99 mmol)를 10℃에서 첨가하고, 30분 동안 실온에 교반한 다음, 2-아미노-N-이소프로필이소니코틴아미드 (269 mg, 1.499 mmol)를 실온에서 첨가하고, 반응 혼합물을 80℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 순수한 에틸 아세테이트, R_f-0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물로 희석하고, 에틸 아세테이트 (3X50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 포화 염수 용액 (25 mL)으로 세척하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔 사용, 석유 에테르 중 80% 에틸 아세테이트로 용리시킴)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-(이소프로필카르바모일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 수득하였다 (39 mg, 0.077 mmol, 7.70% 수

을). LCMS (m/z): 506.17 [M+H]⁺, Rt = 2.15분.

[3106] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.43 (s, 1 H), 8.35 (d, J=2.41 Hz, 2 H), 8.05- 7.85 (m, 2 H), 7.70 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.56- 7.39 (m, 1 H), 6.09 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 5.64 (dd, J=6.03, 2.96 Hz, 1 H), 5.19 - 4.95 (m, 1 H), 4.42- 4.15 (m, 1 H), 3.37- 2.95 (m, 4 H), 2.48 - 2.24 (m, 1 H), 2.16 -1.95 (m, 1 H), 1.60 (s, 3 H), 1.29 (d, J=6.58 Hz, 6 H).

[3107] 실시예 298

[3108] 피크-II: (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(6-메톡시피리미딘-4-일)-3,4-디히드로-1, 4-메타노피리도 [2, 3-b] [1, 4] 디아제핀-5, 7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[3110] DMF (10 mL) 중 (4S)-5-((6-메톡시피리미딘-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (600 mg, 1.684 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (1.470 mL, 8.42 mmol), HATU (1280 mg, 3.37 mmol) 및 2,2-디플루오로시클로프로판아민 히드록로라이드 (218 mg, 1.684 mmol)를 실온에서 첨가하고, 반응 혼합물을 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5%MeOH, R_f: 0.1, UV 활성). 반응 혼합물을 물로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2x100 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (50 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔 사용, DCM 중 2% 메탄올로 용리시킴)에 의해 정제하여 목적 화합물을 부분입체이성질체 혼합물로서 수득하고, 키랄 SFC (키랄 SFC 조건: 칼럼/치수: 키랄팩 AD-H (250 X21)mm, 5μ, % 공용매: 40.0%, % CO₂ 용매: 60.0% (100% 메탄올), 총 유량: 60.0 g/분, 배압: 100.0 bar, UV: 210 nm, 스택 시간: 5.8분, 로드/주입: 5.0 mg, 용해도: 메탄올+DCM, 총 주입 횟수: 60, 기기 세부사항: 제조/모델: 타르 SFC-80)에 적용하여 피크-I 및 피크-II로서 분리하였다.

[3111] 피크-I (N38241-48-A2): 백색 고체로서 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(6-메톡시피리미딘-4-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (79 mg, 0.181 mmol, 10.73% 수율). LCMS (m/z): 432.16 [M+H]⁺, Rt = 2.08분.

[3112] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.49 (s, 1 H), 8.46 (s, 1 H), 8.08 (br s, 1 H), 7.93 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.72 (s, 1 H), 7.43 (s, 1 H), 5.68 - 5.51 (m, 1 H), 4.00 (s, 3 H), 3.61 - 3.43 (m, 1 H), 3.26 (t, J=7.56 Hz, 3 H), 3.19 - 2.98 (m, 1 H), 2.45 - 2.22 (m, 1 H), 2.13 - 1.98 (m, 2 H), 1.81 - 1.63 (m, 1 H).

[3113] 실시예 299

[3114] (4S)-N5-(4-에티닐피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



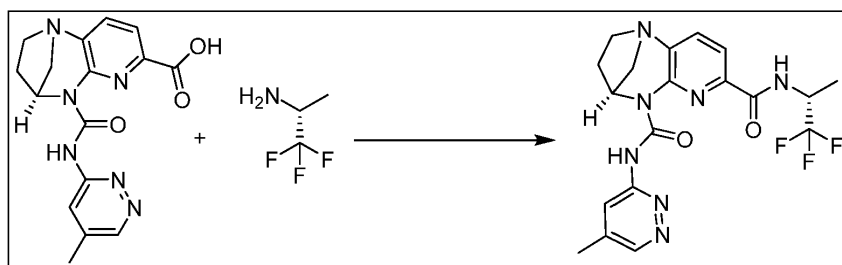
[3116] DMF (10 mL) 중 (4S)-5-((4-에티닐피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-

b)[1,4]디아제핀-7-카르복실산 (1.8 g, 5.15 mmol)의 교반 용액에 DIEA (4.50 mL, 25.8 mmol)를 첨가하고, HATU (3.92 g, 10.31 mmol)를 첨가하고, 이어서 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (1.165 g, 10.31 mmol)을 0°C에서 첨가한 다음, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 순수한 에틸 아세테이트: R_f: 0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 진공 하에 제거하였다. 이것을 물과 에틸 아세테이트 (2x20 mL) 사이에 분배하였다. 합한 유기 층을 분리하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득한 다음, 이것을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔 사용, 칼럼을 n-헥산 중 80% 에틸 아세테이트로 용리시킴)에 의해 정제하고, 다시 정제용 HPLC (정제용 HPLC 조건: MP-A:- 10 mM 중탄산암모늄 (수성) MP-B: 아세토니트릴 칼럼: 엑스테라 RP18 (19*250mm)10 μ 방법: B:0/10, 1/10, 10/55, 11/5, 13/5 유량: 19 ml/분 온도: 주위 용해도: THF+MeOH)에 의해 정제하여 순수한 화합물 (4S)-N5-(4-에티닐피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (720 mg, 1.604 mmol, 31.1% 수율). LCMS (m/z): 445.19[M+H]⁺, Rt =2.5분.

[3117] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ 13.28 (s, 1 H), 8.31 - 8.25 (m, 1 H), 8.24 - 8.18 (m, 1 H), 7.94 (dd, J = 14.5, 8.7 Hz, 2 H), 7.68 (dd, J = 7.9, 0.7 Hz, 1 H), 7.08 (dd, J = 5.1, 1.4 Hz, 1 H), 5.64 (dd, J = 6.0, 3.1 Hz, 1 H), 5.13 - 4.98 (m, 1 H), 3.30 - 3.19 (m, 3 H), 3.22 - 3.07 (m, 1 H), 3.03 (dd, J = 12.2, 3.2 Hz, 1 H), 2.40 - 2.27 (m, 1 H), 2.06 (dt, J = 14.4, 7.3 Hz, 1 H), 1.58 (d, J = 7.1 Hz, 3 H).

[3118] 실시예 300

[3119] (4S)-N5-(5-메틸피리다진-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[3120]

[3121] 실온에서 질소 하에 DMF (5 mL) 중 (4S)-5-((5-메틸피리다진-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (200 mg, 0.588 mmol)의 교반 용액에 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (66.5 mg, 0.588 mmol), HATU (335 mg, 0.881 mmol)에 이어서 DIPEA (0.616 mL, 3.53 mmol)를 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 10% MeOH & DCM: R_f=0.3; UV 활성). 물 (15 mL)을 반응 혼합물에 첨가하고, EtOAc (2x15 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 분리하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하고, 조 물질을 크로마토그래피 (그레이스, C-18 역 칼럼 사용, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: ACN, 용리액 A 중 28% B)에 의해 정제하였다. 합한 분획을 농축시키고, 포화 NaHCO₃ 용액으로 염기성화시킨 다음, DCM으로 추출하고, DCM 층을 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 ((4S)-N5-(5-메틸피리다진-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (44 mg, 0.100 mmol, 16.95% 수율). LCMS (m/z): 436.22 [M+H]⁺, Rt = 2.08분.

[3122] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ 13.90 (s, 1 H), 8.77 (d, J = 2.0 Hz, 1 H), 8.21 (s, 1 H), 8.14 (d, J = 9.4 Hz, 1 H), 7.99 (d, J = 7.8 Hz, 1 H), 7.70 (d, J = 7.9 Hz, 1 H), 5.64 (dd, J = 6.2, 3.2 Hz, 1 H), 5.02 (dt, J = 16.1, 7.8 Hz, 1 H), 3.30 - 3.19 (m, 1 H), 3.18 - 3.09 (m, 1 H), 3.04 (dd, J = 12.2, 3.3 Hz, 1 H), 2.39 (s, 3 H), 2.33 (dq, J = 10.0, 5.7, 5.2 Hz, 1 H), 2.07 (dt, J = 14.8, 7.7 Hz, 1 H), 1.75 (d, J = 7.1 Hz, 3 H), 1.26 (s, 1 H).

[3123] 실시예 301

[3124] (4S)-N5-(4-히드록시피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,

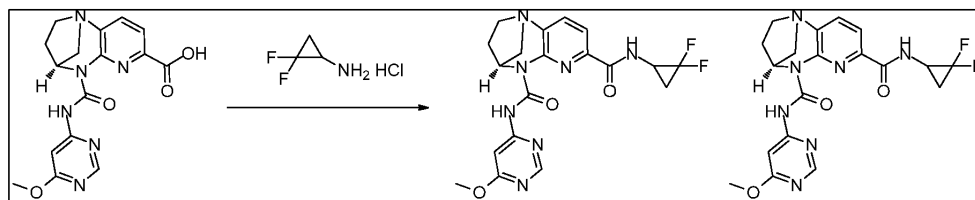
배압: 100.0 bar, UV: 263 nm, 스택 시간: 3.9분, 로드/주입: 4.6 mg, 용해도: IPA, 총 주입 횟수: 120, 기기 세부사항: 제조/모델: 타르 SFC-80)에 적용하여 피크-I 및 피크-II로서 분리하였다.

[3132] 피크-I 회백색 고체로서 (4S)-N5-(4-(3,4-디히드록시부틸)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (142 mg, 0.278 mmol, 27.3% 수율). LCMS (m/z): 509.30[M+H]⁺, Rt = 1.65.

[3133] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ 13.23 (s, 1 H), 8.14 (d, J = 5.1 Hz, 1 H), 8.05 (d, J = 9.2 Hz, 2 H), 7.95 (d, J = 8.0 Hz, 1 H), 7.67 (d, J = 7.9 Hz, 1 H), 6.89 (dd, J = 5.2, 1.5 Hz, 1 H), 5.63 (dd, J = 5.9, 3.1 Hz, 1 H), 5.06 (dq, J = 15.1, 7.3 Hz, 1 H), 3.77 - 3.65 (m, 2 H), 3.49 (t, J = 9.3 Hz, 1 H), 3.28 - 3.17 (m, 2 H), 3.17 - 3.08 (m, 1 H), 3.02 (dd, J = 12.1, 3.2 Hz, 1 H), 2.93 - 2.68 (m, 2 H), 2.33 (ddt, J = 14.5, 9.9, 5.3 Hz, 1 H), 2.18 (s, 1 H), 2.06 (dt, J = 14.5, 7.5 Hz, 1 H), 1.82 (q, J = 7.8 Hz, 3 H), 1.60 (d, J = 7.1 Hz, 3 H).

[3134] 실시예 303

[3135] 피크-II: (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(6-메톡시피리미딘-4-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[3136]

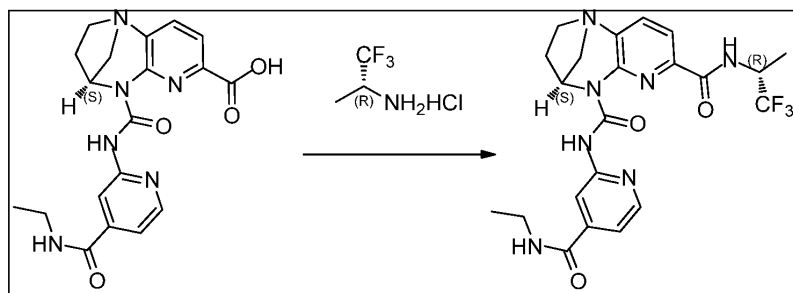
[3137] DMF (10 mL) 중 (4S)-5-((6-메톡시피리미딘-4-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (600 mg, 1.684 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (1.470 mL, 8.42 mmol), HATU (1280 mg, 3.37 mmol) 및 2,2-디플루오로시클로프로판아민 히드록로라이드 (218 mg, 1.684 mmol)를 실온에서 첨가하고, 반응 혼합물을 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5%MeOH, R_f: 0.1, UV 활성). 반응 혼합물을 물로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2x100 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (50 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔 사용, DCM 중 2% 메탄올로 용리시킴)에 의해 정제하여 목적 화합물을 부분입체이성질체 혼합물로서 수득하고, 키랄 SFC (키랄 SFC 조건: 칼럼/치수: 키랄팩 AD-H (250 X21)mm, 5μ, % 공용매: 40.0%, % CO₂ 용매: 60.0% (100% 메탄올), 총 유량: 60.0 g/분, 배압: 100.0 bar, UV: 210 nm, 스택 시간: 5.8분, 로드/주입: 5.0 mg, 용해도: 메탄올+DCM, 총 주입 횟수: 60, 기기 세부사항: 제조/모델: 타르 SFC-80)에 적용하여 피크-I 및 피크-II로서 분리하였다.

[3138] 백색 고체로서 피크-II (N₈241-48-B2): (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(6-메톡시피리미딘-4-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (86 mg, 0.198 mmol, 11.78% 수율). LCMS (m/z): 432.16 [M+H]⁺, Rt = 2.07분.

[3139] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.65 - 13.33 (m, 1 H), 8.46 (s, 1 H), 8.08 (br s, 1 H), 7.93 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.70 (s, 1 H), 7.45 - 7.38 (m, 1 H), 5.65 - 5.56 (m, 1 H), 4.10 - 3.89 (m, 3 H), 3.73 - 3.38 (m, 1 H), 3.31 - 2.90 (m, 3 H), 3 - 2.8 (m, 1 H), 2.46 - 2.15 (m, 1 H), 2.08 - 1.82 (m, 2 H), 1.81 - 1.51 (m, 1 H).

[3140] 실시예 304

[3141] (4S)-N5-(4-(에틸카르바모일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[3142]

[3143]

DMF (10 mL) 중 (4S)-5-((4-(에틸카르바모일)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (400 mg, 1.009 mmol)의 교반 용액에 TEA (0.703 mL, 5.05 mmol) 및 HATU (767 mg, 2.018 mmol)에 이어서 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 히드로클로라이드 (453 mg, 3.03 mmol)를 0℃에서 첨가한 다음, 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 순수한 에틸 아세테이트: R_f : 0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 진공 하에 증발시키고, 물과 에틸 아세테이트 (2x10 mL) 사이에 분배하였다. 합한 유기층을 분리하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 n-헵탄 (15 mL)으로 연화처리하여 순수한 화합물 (4S)-N5-(4-(에틸카르바모일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (240 mg, 0.474 mmol, 47.0% 수율). LCMS (m/z): 492.20 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.03 분.

[3144]

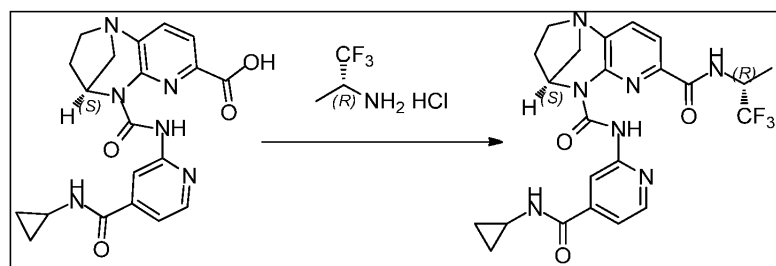
^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ 13.44 (s, 1 H), 8.43 – 8.33 (m, 2 H), 7.98 (d, J = 7.9 Hz, 1 H), 7.90 (d, J = 9.6 Hz, 1 H), 7.70 (d, J = 7.9 Hz, 1 H), 7.50 (dd, J = 5.2, 1.6 Hz, 1 H), 6.34 (s, 1 H), 5.63 (dd, J = 6.0, 3.1 Hz, 1 H), 5.14 – 4.98 (m, 1 H), 3.58 – 3.45 (m, 2 H), 3.33 – 3.20 (m, 2 H), 3.14 (d, J = 12.3 Hz, 1 H), 3.04 (dd, J = 12.3, 3.3 Hz, 1 H), 2.35 (ddt, J = 14.3, 9.9, 5.4 Hz, 1 H), 2.08 (dt, J = 14.7, 7.7 Hz, 1 H), 1.65 – 1.49 (m, 3 H), 1.28 (t, J = 7.3 Hz, 3 H).

[3145]

실시예 305

[3146]

(4S)-N5-(4-(시클로프로필카르바모일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[3147]

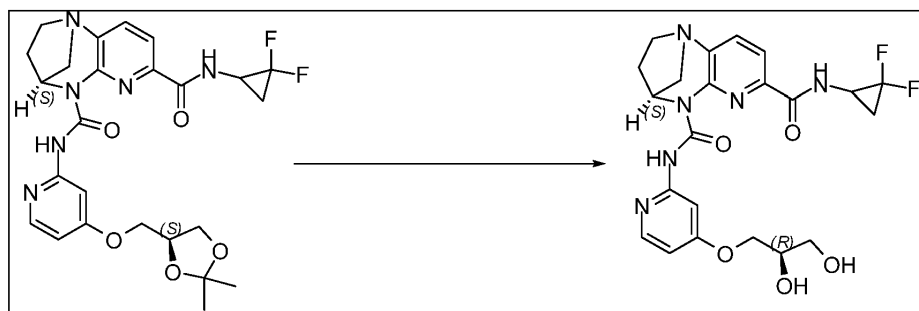
[3148]

DMF (15 mL) 중 (4S)-5-((4-(시클로프로필카르바모일)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (600 mg, 1.469 mmol)의 교반 용액에 HATU (838 mg, 2.204 mmol) 및 DIPEA (0.770 mL, 4.41 mmol)를 실온에서 첨가하고, 30분 동안 교반하였다. 이에 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 히드로클로라이드 (330 mg, 2.204 mmol)를 첨가하고, 16시간 동안 실온에서 교반하였다 (TLC 용리액: 순수한 에틸 아세테이트, R_f : 0.2, UV 활성). 반응 혼합물을 빙수로 희석하고, 에틸 아세테이트 (2x100 mL)로 추출하였다. 합한 유기층을 포화 염수 용액 (50 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔 사용, n-헵산 중 80% 에틸 아세테이트로 용리시킴)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-(시클로프로필카르바모일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 수득하였다 (60 mg, 0.119 mmol, 8.10% 수율). LCMS (m/z): 504.19 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 2.07분.

[3149] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ 13.43 (s, 1 H), 8.39 – 8.30 (m, 2 H), 7.98 (d, J = 7.9 Hz, 1 H), 7.90 (d, J = 9.5 Hz, 1 H), 7.70 (d, J = 7.9 Hz, 1 H), 7.49 (dd, J = 5.2, 1.6 Hz, 1 H), 6.42 (s, 1 H), 5.63 (dd, J = 5.9, 3.2 Hz, 1 H), 5.07 – 5.03 (m, 1 H), 3.25 (s, 3 H), 3.13 (d, J = 12.3 Hz, 1 H), 2.91 (dt, J = 7.1, 3.5 Hz, 1 H), 2.29 – 2.25 (m, 1 H), 2.14 – 2.03 (m, 1 H), 1.59 (d, J = 7.1 Hz, 3 H), 0.90 (q, J = 6.9 Hz, 2 H), 0.67 (s, 2 H).

[3150] 실시예 306

[3151] (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



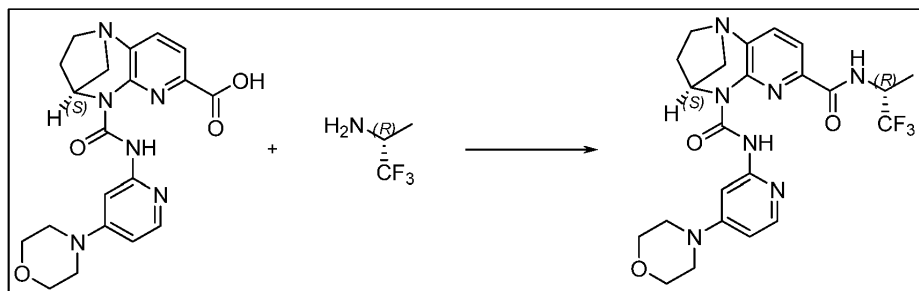
[3152]

[3153] 메탄올 (10 mL) 중 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(4-((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (220 mg, 0.415 mmol)의 교반 용액에 0℃에서 염산 (0.025 mL, 0.829 mmol)을 5분의 기간에 걸쳐 적가하고, 반응 혼합물을 실온에서 2시간 동안 교반한 다음 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f -0.1; UV 활성), 용매를 증발시켰다. 반응 혼합물을 중탄산나트륨 용액으로 중화시키고, 수득된 고체를 여과하고, 디에틸에테르 (20 ml) 및 n-펜탄 (20ml)으로 연화처리하여 순수한 화합물 (4S)-N7-(2,2-디플루오로시클로프로필)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (100 mg, 0.204 mmol, 49.1% 수율). LCMS (m/z): 491.23 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.33분.

[3154] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ 13.42 (s, 1 H), 8.31 (s, 1 H), 8.07 (d, J = 5.9 Hz, 1 H), 7.90 (d, J = 7.9 Hz, 1 H), 7.73 (d, J = 2.4 Hz, 1 H), 7.67 (d, J = 7.9 Hz, 1 H), 6.61 (dd, J = 6.0, 2.4 Hz, 1 H), 5.58 (dd, J = 6.1, 3.1 Hz, 1 H), 4.24 – 4.12 (m, 3 H), 3.81 – 3.72 (m, 1 H), 3.51 (s, 1 H), 3.24 (s, 2 H), 3.28 – 3.15 (m, 1 H), 3.13 (d, J = 12.3 Hz, 1 H), 3.02 (dd, J = 12.2, 3.2 Hz, 1 H), 2.61 (s, 1 H), 2.33 (ddt, J = 14.4, 10.1, 5.5 Hz, 1 H), 2.11 – 2.02 (m, 3 H), 2.05 – 1.87 (m, 1 H).

[3155] 실시예 307

[3156] (4S)-N5-(4-모르폴리노피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[3157]

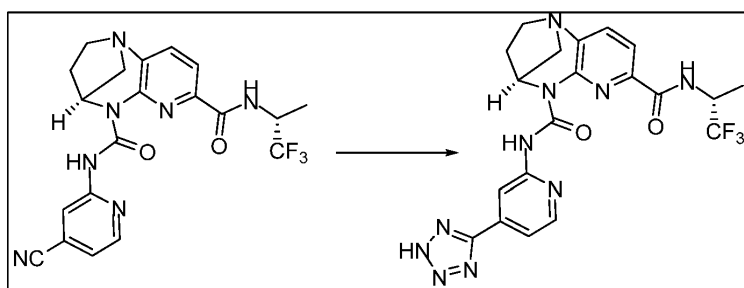
[3158] N,N-디메틸포름아미드 (10 mL) 중 (4S)-5-((4-모르폴리노피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.731 mmol), HATU (417 mg, 1.096 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (0.511 mL, 2.92 mmol)를 실온에서 첨가하고, 이어서 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 히드록로라이드 (164 mg, 1.096 mmol)를 0℃에서 반응 혼합물에 첨가하였다. 반응 혼합물을 28℃에서 16시간 동안 교

반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 10% MeOH: R_f -0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 물 (30 mL)에 붓고, EtOAc (3X20 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔: 중성 알루미나, 용리액: 석유 에테르 중 30% EtOAc)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-모르폴리노피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (215 mg, 0.419 mmol, 57.3% 수율). LCMS (m/z): 506.28 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.65 분.

[3159] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ 13.18 (s, 1 H), 8.18 (d, J = 9.5 Hz, 1 H), 7.99 - 7.91 (m, 2 H), 7.70 - 7.62 (m, 2 H), 6.43 (dd, J = 6.1, 2.5 Hz, 1 H), 5.60 (dd, J = 6.0, 3.1 Hz, 1 H), 5.05 (dp, J = 9.2, 7.3 Hz, 1 H), 3.87 - 3.80 (m, 4 H), 3.36 (dd, J = 5.9, 4.0 Hz, 4 H), 3.30 - 3.07 (m, 3 H), 3.02 (dd, J = 12.1, 3.2 Hz, 1 H), 2.39 - 2.25 (m, 1 H), 2.13 - 2.00 (m, 1 H), 1.60 (s, 3 H).

[3160] 실시예 308

[3161] (4S)-N5-(4-(2H-테트라졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



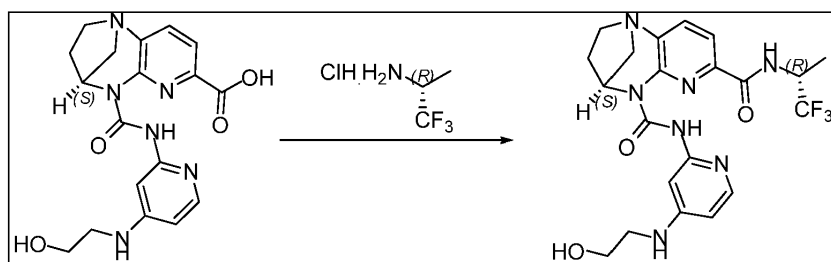
[3162]

[3163] 0°C에서 1,4-디옥산 (10 mL) 중 (4S)-N5-(4-시아노피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (400 mg, 0.898 mmol)의 용액에 아지도트리부틸스탄탄 (2.465 mL, 8.98 mmol)을 첨가하고, 밀봉된 튜브 중에서 110°C에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 20% MeOH, R_f 값: 0.5). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 감압 하에 농축시키고, 잔류물을 디에틸에테르 (15 mL) 및 펜탄 (2x25mL)으로 연화처리하였다. 생성된 조 물질을 칼럼 크로마토그래피 (그레이스 C-18: 1% 수성 중탄산암모늄 중 50% MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(4-(2H-테트라졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (50 mg, 0.101 mmol, 11.28% 수율). LCMS (m/z): 489.25 $[\text{M}+\text{H}]^+$. R_t = 1.95분.

[3164] ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 13.17 (s, 1 H), 8.79 (s, 1 H), 8.45 (d, J =5.26 Hz, 1 H), 8.26 (br d, J =8.99 Hz, 1 H), 7.69 - 7.80 (m, 3 H), 5.51 (dd, J =6.03, 2.96 Hz, 1 H), 4.91 - 5.04 (m, 1 H), 3.07 - 3.24 (m, 4 H), 2.16 - 2.44 (m, 1 H), 1.91 - 2.16 (m, 1 H), 1.54 (d, J =7.02 Hz, 3 H)

[3165] 실시예 309

[3166] (4S)-N5-(4-((2-히드록시에틸)아미노)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[3167]

[3168]

DMF (15 mL) 중 (4S)-5-((4-((2-히드록시에틸)아미노)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (400 mg, 1.041 mmol), HATU (594 mg, 1.561 mmol) 및 DIPEA (0.545 mL, 3.12 mmol)의 교반 용액에 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 히드로클로라이드 (233 mg, 1.561 mmol)를 실온에서 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC: 순수한 에틸 아세테이트, R_f 값: 0.2, UV 활성). 반응 혼합물을 물로 희석하고, EtOAc (100 mLx2)로 추출하였다. 합한 유기 층을 포화 염수 용액 (50 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔 사용, 화합물을 n-헥산 중 80% 에틸 아세테이트로 용리시킴)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-((2-히드록시에틸)아미노)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (50 mg, 0.102 mmol, 9.77% 수율). LCMS (m/z): 480.21[M+H]⁺, R_t = 1.45분.

[3169]

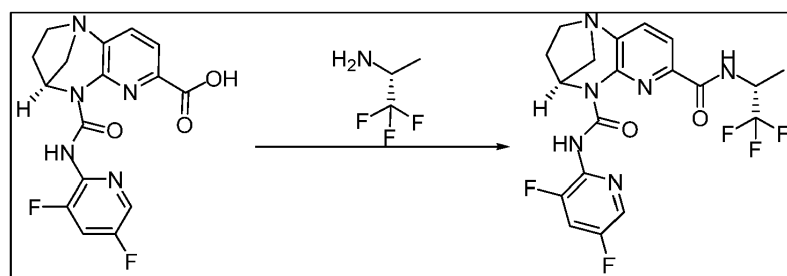
¹H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 12.87 (s, 1 H), 8.2-8.1(s, 1 H), 7.81- 7.63 (m, 3 H), 7.28 (s, 1 H), 6.70 (s, 1 H), 6.32 (d, J =4.60 Hz, 1 H), 5.43 (dd, J =5.70, 2.85 Hz, 1 H), 5.06 - 4.95 (m, 1 H), 4.74 (t, J =5.37 Hz, 1 H), 3.56 (q, J =5.99 Hz, 2 H), 3.21- 2.99 (m, 5 H), 2.98 - 2.84 (m, 1 H), 2.26- 2.15 (m, 1 H), 2.02 - 1.88 (m, 1 H), 1.52 (d, J =7.02 Hz, 3 H).

[3170]

실시예 310

[3171]

(4S)-N5-(3,5-디플루오로피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성:



[3172]

[3173]

실온에서 질소 하에 피리딘 (10 mL) 중 (4S)-5-((3,5-디플루오로피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (600 mg, 1.661 mmol)의 교반 용액에 EDC.HCl (637 mg, 3.32 mmol)를 첨가하고, 15분 동안 교반한 다음, (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (188 mg, 1.661 mmol)을 첨가하고, 교반을 16시간 동안 계속하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% MeOH, R_f 값 = 0.5). 반응 혼합물을 진공 하에 농축시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 생성물을 크로마토그래피 (그레이스 기기, C-18 역 칼럼, 이동상 A: 물 중 0.1% 포름산; B: 아세토니트릴, 생성물을 A 중 80% B로 용리시킴)에 의해 정제하고, 수집된 분획을 농축시킨 다음, 생성물을 포화 NaHCO_3 용액으로 염기성화시켰다. 수득된 고체를 여과하고, 물 (10 mL)로 세척하고, 고진공 하에 건조시켜 순수한 (4S)-N5-(3,5-디플루오로피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (360 mg, 0.784 mmol, 47.2% 수율). LCMS (m/z): 457.17, R_t = 1.98.

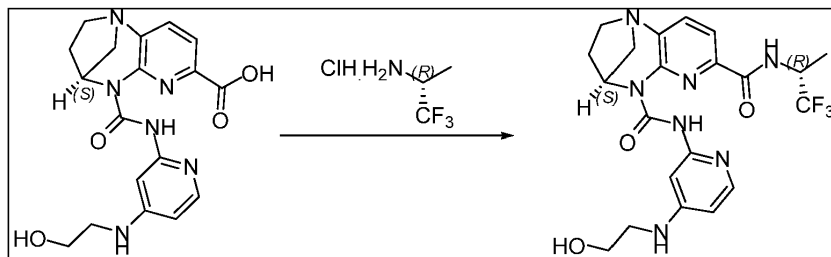
[3174]

¹H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 12.29 (s, 1 H), 8.15 (d, J =2.63 Hz, 1 H), 7.87 (d, J =7.89 Hz, 1 H),

7.68 (d, J=7.89 Hz, 1 H), 7.29 - 7.44 (m, 2 H), 5.62 (dd, J=5.92, 3.07 Hz, 1 H), 4.87 - 5.03 (m, 1 H), 3.12 - 3.30 (m, 3 H), 3.00 - 3.05 (m, 1 H), 2.26 - 2.40 (m, 1 H), 2.01 - 2.15 (m, 1 H), 1.42 (d, J=7.02 Hz, 3 H).

[3175] 실시예 311

[3176] (4S)-N5-(4-((2-히드록시에틸)아미노)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



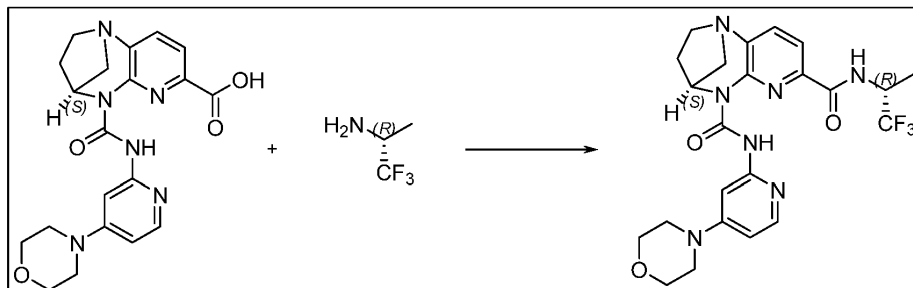
[3177]

[3178] DMF (15 mL) 중 (4S)-5-((4-((2-히드록시에틸)아미노)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (400 mg, 1.041 mmol), HATU (594 mg, 1.561 mmol) 및 DIPEA (0.545 mL, 3.12 mmol)의 교반 용액에 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 히드로클로라이드 (233 mg, 1.561 mmol)를 실온에서 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC: 순수한 에틸 아세테이트, R_f 값: 0.2, UV 활성). 반응 혼합물을 물로 희석하고, EtOAc (100 mLx2)로 추출하였다. 합한 유기 층을 포화 염수 용액 (50 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔 사용, 화합물을 n-헥산 중 80% 에틸 아세테이트로 용리시킴)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-((2-히드록시에틸)아미노)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (50 mg, 0.102 mmol, 9.77% 수율). LCMS (m/z): 480.21[M+H]⁺, R_t = 1.45분.

[3179] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 12.87 (s, 1 H), 8.2-8.1(s, 1 H), 7.81- 7.63 (m, 3 H), 7.28 (s, 1 H), 6.70 (s, 1 H), 6.32 (d, J=4.60 Hz, 1 H), 5.43 (dd, J=5.70, 2.85 Hz, 1 H), 5.06 - 4.95 (m, 1 H), 4.74 (t, J=5.37 Hz, 1 H), 3.56 (q, J=5.99 Hz, 2 H), 3.21- 2.99 (m, 5 H), 2.98 - 2.84 (m, 1 H), 2.26- 2.15 (m, 1 H), 2.02 - 1.88 (m, 1 H), 1.52 (d, J=7.02 Hz, 3 H).

[3180] 실시예 312

[3181] (4S)-N5-(4-모르폴리노피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[3182]

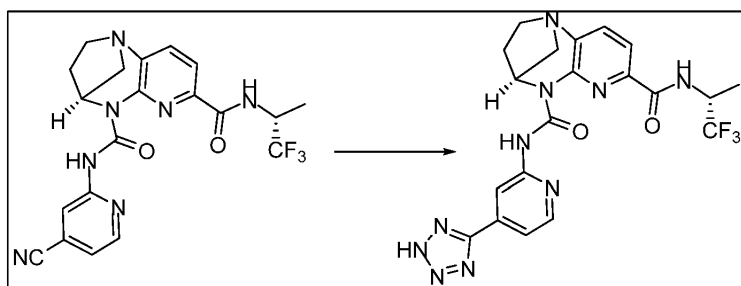
[3183] N,N-디메틸포름아미드 (10 mL) 중 (4S)-5-((4-모르폴리노피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (300 mg, 0.731 mmol), HATU (417 mg, 1.096 mmol)의 교반 용액에 DIPEA (0.511 mL, 2.92 mmol)를 실온에서 첨가하고, 이어서 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 히드로클로라이드 (164 mg, 1.096 mmol)를 0℃에서 반응 혼합물에 첨가하였다. 반응 혼합물을 28℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 10% MeOH: R_f-0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 물 (30 mL)에 붓고, EtOAc (3X20

mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔: 중성 알루미나, 용리액: 석유 에테르 중 30% EtOAc)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-모르폴리노피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (215 mg, 0.419 mmol, 57.3% 수율). LCMS (m/z): 506.28 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.65 분.

[3184] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ 13.18 (s, 1 H), 8.18 (d, J = 9.5 Hz, 1 H), 7.99 - 7.91 (m, 2 H), 7.70 - 7.62 (m, 2 H), 6.43 (dd, J = 6.1, 2.5 Hz, 1 H), 5.60 (dd, J = 6.0, 3.1 Hz, 1 H), 5.05 (dp, J = 9.2, 7.3 Hz, 1 H), 3.87 - 3.80 (m, 4 H), 3.36 (dd, J = 5.9, 4.0 Hz, 4 H), 3.30 - 3.07 (m, 3 H), 3.02 (dd, J = 12.1, 3.2 Hz, 1 H), 2.39 - 2.25 (m, 1 H), 2.13 - 2.00 (m, 1 H), 1.60 (s, 3 H).

[3185] 실시예 313

[3186] (4S)-N5-(4-(2H-테트라졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성:



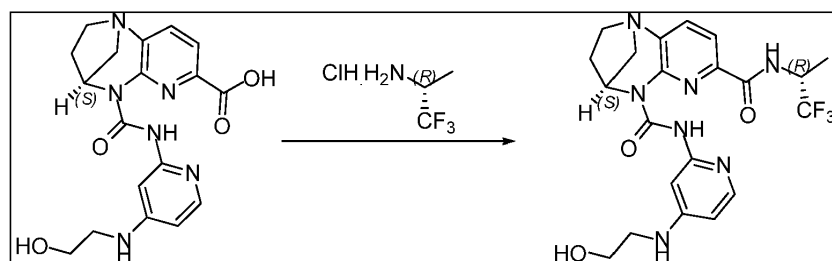
[3187]

[3188] 0°C에서 1,4-디옥산 (10 mL) 중 (4S)-N5-(4-시아노피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (400 mg, 0.898 mmol)의 용액에 아지도트리부틸스탄난 (2.465 mL, 8.98 mmol)를 첨가하고, 밀봉된 튜브 중에서 110°C에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 20% MeOH, R_f 값: 0.5). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 감압 하에 농축시키고, 잔류물을 디에틸에테르 (15 mL) 및 펜탄 (2x25mL)으로 연화처리하였다. 생성된 조 물질을 칼럼 크로마토그래피 (그레이스 C-18: 1% 수성 중탄산암모늄 중 50% MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(4-(2H-테트라졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (50 mg, 0.101 mmol, 11.28% 수율). LCMS (m/z): 489.25 $[\text{M}+\text{H}]^+$. R_t = 1.95분.

[3189] ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 13.17 (s, 1 H), 8.79 (s, 1 H), 8.45 (d, J =5.26 Hz, 1 H), 8.26 (br d, J =8.99 Hz, 1 H), 7.69 - 7.80 (m, 3 H), 5.51 (dd, J =6.03, 2.96 Hz, 1 H), 4.91 - 5.04 (m, 1 H), 3.07 - 3.24 (m, 4 H), 2.16 - 2.44 (m, 1 H), 1.91 - 2.16 (m, 1 H), 1.54 (d, J =7.02 Hz, 3 H)

[3190] 실시예 314

[3191] (4S)-N5-(4-((2-히드록시에틸)아미노)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



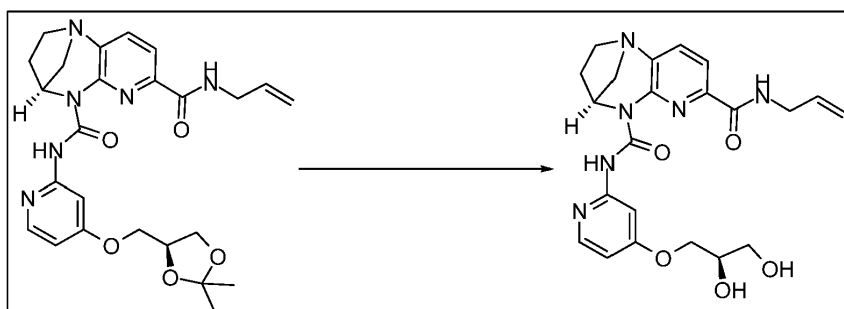
[3192]

[3193] DMF (15 mL) 중 (4S)-5-((4-((2-히드록시에틸)아미노)피리딘-2-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (400 mg, 1.041 mmol), HATU (594 mg, 1.561 mmol) 및 DIPEA (0.545 mL, 3.12 mmol)의 교반 용액에 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 히드로클로라이드 (233 mg, 1.561 mmol)를 실온에서 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC: 순수한 에틸 아세테이트, R_f 값: 0.2, UV 활성). 반응 혼합물을 물로 희석하고, EtOAc (100 mLx2)로 추출하였다. 합한 유기 층을 포화 염수 용액 (50 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (100-200 실리카 겔 사용, 화합물을 n-헥산 중 80% 에틸 아세테이트로 용리시킴)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-((2-히드록시에틸)아미노)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (50 mg, 0.102 mmol, 9.77% 수율). LCMS (m/z): $480.21[\text{M}+\text{H}]^+$, $R_t = 1.45$ 분.

[3194] ^1H NMR (400 MHz, $\text{DMSO}-d_6$): δ ppm 12.87 (s, 1 H), 8.2-8.1(s, 1 H), 7.81- 7.63 (m, 3 H), 7.28 (s, 1 H), 6.70 (s, 1 H), 6.32 (d, $J=4.60$ Hz, 1 H), 5.43 (dd, $J=5.70, 2.85$ Hz, 1 H), 5.06 - 4.95 (m, 1 H), 4.74 (t, $J=5.37$ Hz, 1 H), 3.56 (q, $J=5.99$ Hz, 2 H), 3.21- 2.99 (m, 5 H), 2.98 - 2.84 (m, 1 H), 2.26- 2.15 (m, 1 H), 2.02 - 1.88 (m, 1 H), 1.52 (d, $J=7.02$ Hz, 3 H).

[3195] 실시예 315

[3196] (4S)-N7-알릴-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드의 합성



[3197]

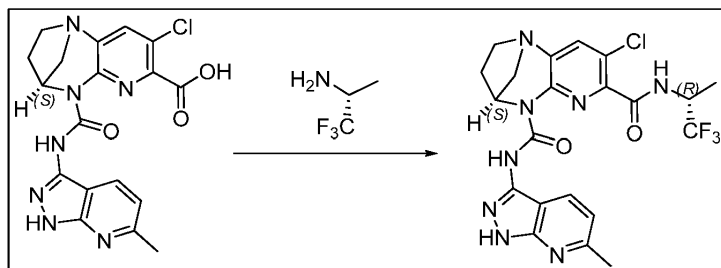
[3198] 실온에서 메탄올 (10 mL) 중 (4S)-N7-알릴-N5-(4-(((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드 (500 mg, 1.011 mmol)의 교반 용액에 2M HCl (0.75 mL, 1.500 mmol)을 첨가하고, 3시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5% MeOH, R_f 값: 0.2). 반응 혼합물을 농축시켜 메탄올을 완전히 제거하고, 포화 NaHCO_3 (15 mL) 용액을 사용하여 반응 혼합물을 염기성화시켰다. 생성된 고체를 여과하고, 물 (20 mL)로 세척하고, 고진공 하에 건조시켜 조 화합물을 고체로서 수득하였다. 고체 생성물을 디에틸에테르 (10 mL)로 연화처리하고, 여과하고, 건조시켜 (4S)-N7-알릴-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복스아미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (400 mg, 0.877 mmol, 87% 수율). LCMS (m/z): $455.19 [\text{M}+\text{H}]^+$, $R_t = 1.24$ 분.

[3199] ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.68 (s, 1 H), 8.36 (br s, 1 H), 8.02 (d, $J=5.92$ Hz, 1 H), 7.90 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.57 - 7.79 (m, 2 H), 6.56 (dd, $J=5.81, 2.30$ Hz, 1 H), 5.84 - 6.11 (m, 1 H), 5.57 (br dd, $J=5.81, 2.96$ Hz, 1 H), 5.23 - 5.43 (m, 1 H), 5.17 (br d, $J=10.08$ Hz, 1 H), 4.07 - 4.27 (m, 5 H), 3.85 (br d, $J=10.08$ Hz, 1 H), 3.76 (br d, $J=10.08$ Hz, 1 H), 3.08 - 3.32 (m, 3 H), 2.86 - 3.08 (m, 1 H), 2.69 (br s, 1 H), 2.32 (ddt, $J=14.47, 9.48, 5.01, 5.01$ Hz, 1 H), 2.15 (br s, 1 H), 2.05 (dt, $J=14.36, 7.29$ Hz, 1 H).

[3200] 실시예 316

[3201] (4S)-8-클로로-N5-(6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디

히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[3202]

[3203]

질소 하에 0℃에서 피리딘 (25 mL) 중 (4S)-8-클로로-5-((6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)카르바모일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복실산 (850 mg, 2.054 mmol)의 교반 용액에 EDC (1181 mg, 6.16 mmol)에 이어서 (R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-아민 (465 mg, 4.11 mmol)을 첨가하고, 2시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 10% MeOH, R_f -0.3; UV 활성). 물 (100 ml)을 반응 혼합물에 첨가하고, 화합물을 에틸아세테이트 (2x50 ml)로 추출하였다. 합한 에틸아세테이트 층을 오븐 무수 황산 나트륨으로 건조시키고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 크로마토그래피 (실리카 겔 100-200 메쉬, 용리액 DCM 중 3.5% MeOH)에 의해 정제하여 순수한 (4S)-8-클로로-N5-(6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (223 mg, 0.434 mmol, 21.12% 수율). LCMS (m/z): 509.1 $[M+H]^+$, R_t = 1.88분.

[3204]

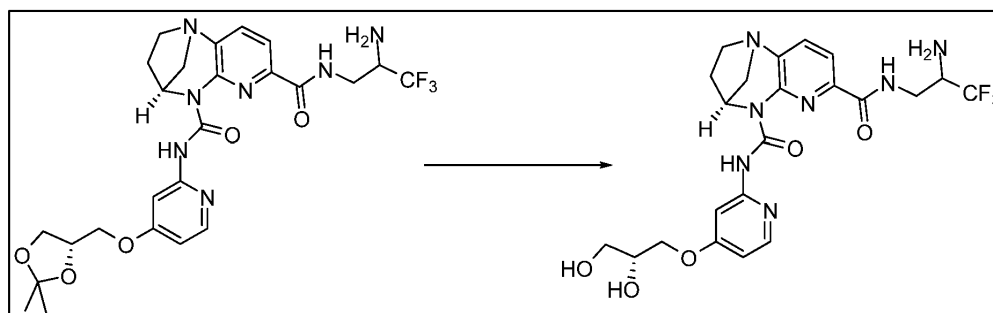
^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 12.97 (s, 1 H), 12.27 (s, 1 H), 9.26 (br d, J = 8.99 Hz, 1 H), 8.32 (d, J = 8.33 Hz, 1 H), 7.82 (s, 1 H), 7.02 (d, J = 8.55 Hz, 1 H), 5.50 (dd, J = 5.81, 2.96 Hz, 1 H), 4.67 - 4.85 (m, 1 H), 3.07 - 3.28 (m, 3 H), 2.84 - 3.05 (m, 1 H), 2.53 - 2.60 (m, 3 H), 2.10 - 2.36 (m, 1 H), 1.91 (dt, J = 14.09, 7.32 Hz, 1 H), 1.34 (d, J = 7.02 Hz, 3 H)

[3205]

실시예 317

[3206]

(4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[3207]

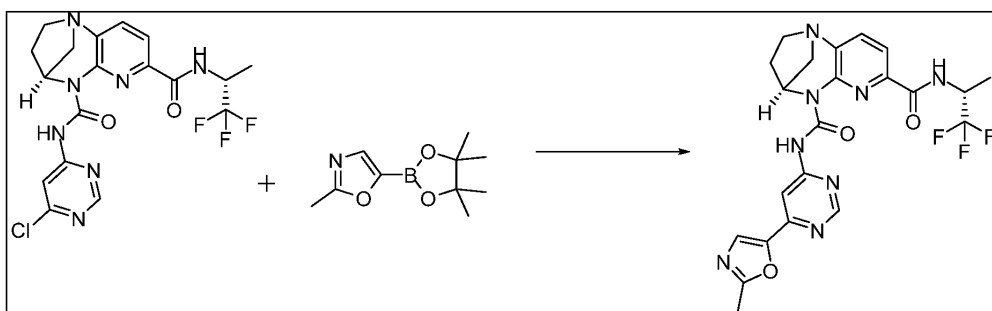
[3208]

실온에서 메탄올 (10 mL) 중 (4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(4-((S)-2,2-디메틸-1,3-디옥솔란-4-일)메톡시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (500 mg, 0.884 mmol)의 키랄 SFC에서의 가장 느린 용리 이성질체의 용액에 수성 HCl (0.077 mL, 0.884 mmol)을 첨가하고, 2시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% 메탄올, R_f 값: 0.1). 반응 혼합물을 포화 수성 $NaHCO_3$ 용액 (50 mL)과 DCM (50 mL) 사이에 분배하였다. 유기 층을 분리하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔: 100-200 메쉬, DCM 중 10% 메탄올)에 의해 정제하여 (4S)-N7-(2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필)-N5-(4-((R)-2,3-디히드록시프로폭시)피리딘-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 백색 고체로서 수득하였다 (240 mg, 0.450 mmol, 50.9% 수율). LCMS (m/z): 526.29 $[M+H]^+$, R_t = 1.21분.

[3209] ^1H NMR (400 MHz, DMSO- d_6): δ ppm 13.18 (s, 1 H), 8.43 (br t, $J=5.70$ Hz, 1 H), 8.09 (d, $J=5.70$ Hz, 1 H), 7.77 - 7.72 (m, 1 H), 7.70 - 7.64 (m, 2 H), 6.75 (dd, $J=5.81$, 2.30 Hz, 1 H), 5.43 (dd, $J=5.70$, 3.07 Hz, 1 H), 5.02 (d, $J=5.26$ Hz, 1 H), 4.71 (t, $J=5.70$ Hz, 1 H), 4.12 (dd, $J=9.87$, 3.73 Hz, 1 H), 3.97 (dd, $J=9.87$, 6.14 Hz, 1 H), 3.83 (br dd, $J=9.65$, 5.48 Hz, 1 H), 3.74 - 3.56 (m, 2 H), 3.51 - 3.38 (m, 3 H), 3.22 - 3.02 (m, 3 H), 3.00 - 2.94 (m, 1 H), 2.29 - 2.10 (m, 3 H), 1.98 - 1.84 (m, 1 H).

[3210] 실시예 318

[3211] (4S)-N5-(6-(2-메틸옥사졸-5-일)피리미딘-4-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



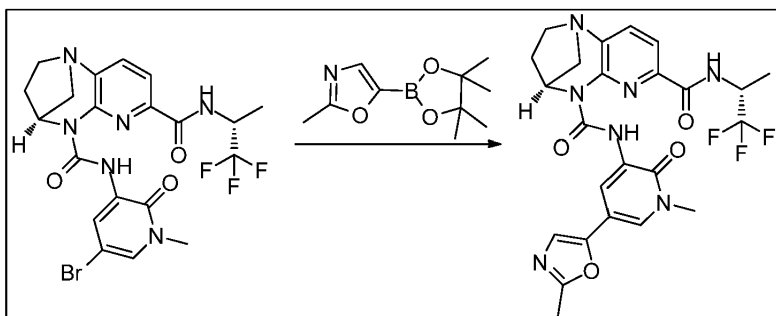
[3212]

[3213] 실온에서 질소 하에 1,4-디옥산 (10 mL), 물 (2.500 mL) 중 (4S)-N5-(6-클로로피리미딘-4-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (500 mg, 1.097 mmol), 2-메틸-5-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란-2-일)옥사졸 (275mg, 1.316 mmol)의 용액에 인산삼칼륨 (699 mg, 3.29 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 15분 동안 질소로 퍼징하여 탈기한 다음, $\text{PdCl}_2(\text{dppf})\text{-CH}_2\text{Cl}_2$ 부가물 (90 mg, 0.110 mmol)을 첨가하고, 80°C에서 2시간 동안 가열하였다 (TLC 시스템: DCM 중 5%메탄올, R_f : 0.3). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 물 (50 mL)을 첨가하고, 10분 동안 교반하였다. 생성된 고체를 여과하고, 건조시켜 조 화합물을 희백색 고체로서 수득하였다. 조 화합물을 정제용 HPLC (칼럼: 키네틱스 페닐 헥실 (150x30 mm) 5u; 이동상-A: 10 Mm 중탄산암모늄 (수성), 이동상-B: 아세토니트릴; 방법: 0/10,1/10,8/50,11.5/50; 유량: 30 ml/분; 용해도: MeOH+아세토니트릴+THF+DMSO)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(6-(2-메틸옥사졸-5-일)피리미딘-4-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 희백색 고체로서 수득하였다 (55 mg, 0.109 mmol, 9.97% 수율). LCMS (m/z): 503.22 [$M+H$] $^+$, R_t =2.14분.

[3214] ^1H NMR (400MHz, TFA- d): δ 9.21 (s, 1 H), 8.73 (s, 1 H), 8.60 (br s, 1 H), 8.56 - 8.37 (m, 1 H), 8.20 (br d, $J=8.3$ Hz, 1 H), 6.06 (br s, 1 H), 5.19 - 5.03 (m, 1 H), 4.61 - 4.00 (m, 4 H), 3.33 - 2.86 (m, 4 H), 2.86 - 2.62 (m, 1 H), 1.65 (br d, $J=7.0$ Hz, 3 H).

[3215] 실시예 319

[3216] (4S)-N5-(1-메틸-5-(2-메틸옥사졸-5-일)-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[3217]

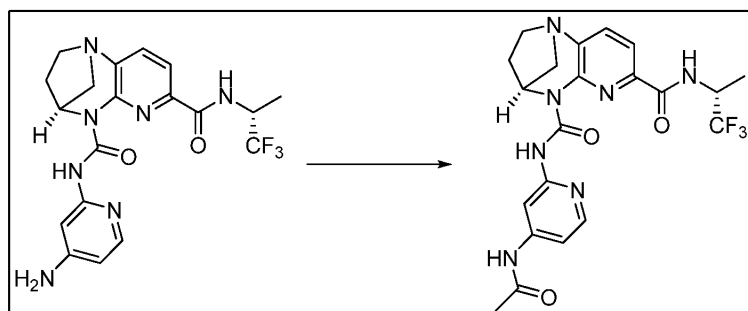
[3218] 1,4-디옥산 (24 mL) 및 물 (6 mL) 중 (4S)-N5-(5-브로모-1-메틸-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)-N7-((R)-

1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (800 mg, 1.511 mmol) 및 2-메틸-5-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란-2-일)옥사졸 (474 mg, 2.267 mmol)의 교반 용액에 K₃PO₄ (962 mg, 4.53 mmol)를 첨가하였다. 생성된 반응 혼합물을 질소로 15분 동안 탈기하였다. 이어서, PdCl₂(dppf) (111 mg, 0.151 mmol)를 반응 혼합물에 첨가하고, 다시 5분 동안 탈기하였다. 생성된 반응 혼합물을 100℃에서 18시간 동안 교반하였다 (TLC 시스템: DCM 중 10% MeOH, R_f: 0.6). 18시간 후, 반응 혼합물을 물 (30 mL)로 희석하고, EtOAc (3 X 30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 물 (30 mL), 염수 용액 (20 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 물질을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔: 100-200 메쉬, 용리액: DCM 중 4% MeOH)에 의해 정제하고, 수득된 고체를 디에틸 에테르 (10 mL) 및 n-펜탄 (20 mL)의 혼합물로 세척하고, 여과하고, 완전히 건조시켜 목적 생성물 (4S)-N5-(1-메틸-5-(2-메틸옥사졸-5-일)-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (204 mg, 0.372 mmol, 24.64% 수율). LCMS (m/z): 532.27 [M+H]⁺, Rt=2.22 분.

[3219] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ 12.30 (s, 1 H), 9.65 (d, J = 9.3 Hz, 1 H), 8.64 (d, J = 2.3 Hz, 1 H), 8.09 (d, J = 8.0 Hz, 1 H), 7.67 (d, J = 8.0 Hz, 1 H), 7.38 (d, J = 2.3 Hz, 1 H), 7.11 (s, 1 H), 5.70 (dd, J = 6.0, 3.2 Hz, 1 H), 5.13 (dq, J = 15.4, 7.7 Hz, 1 H), 3.70 (s, 3 H), 3.28 - 3.18 (m, 2 H), 3.17 - 3.07 (m, 1 H), 3.00 (dd, J = 12.2, 3.3 Hz, 1 H), 2.51 (s, 3 H), 2.33 (ddt, J = 14.4, 9.9, 5.1 Hz, 1 H), 2.05 (dt, J = 14.6, 7.7 Hz, 1 H), 1.65 (d, J = 7.1 Hz, 3 H).

[3220] 실시예 320

[3221] (4S)-N5-(4-아세트아미도피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[3222]

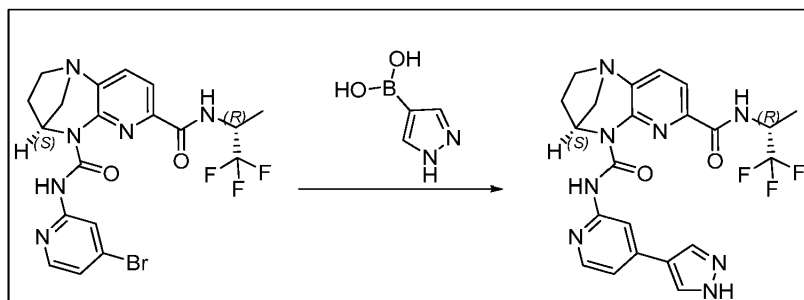
[3223] 디클로로메탄 (30 mL) 중 (4S)-N5-(4-아미도피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (600 mg, 1.378 mmol)의 교반 용액에 질소 분위기 0℃에서 하에 Ac₂O (0.780 mL, 8.27 mmol) 및 Et₃N (1.152 mL, 8.27 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 65시간 동안 교반하였다 (TLC: 순수한 에틸 아세테이트, R_f 값: 0.2, UV 활성). 반응 혼합물을 물 (100 mL)로 희석하고, EtOAc (100 mLx2)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (50 mL)으로 세척하고, 무수 Na₂SO₄ 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔: 100-200 메쉬, 용리액: n-헥산 중 60% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-아세트아미도피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (160 mg, 0.331 mmol, 24.04% 수율). LCMS: (m/z): 478.2 [M+H]⁺, Rt = 1.87분.

[3224] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.28 (s, 1 H), 8.15 (d, J=4.60 Hz, 1 H), 8.04 -7.82 (m, 2 H), 7.75-7.61 (m, 2 H), 7.42 (s, 1 H), 5.63 (s, 1 H), 5.05 (d, J=7.23 Hz, 1 H), 3.86- 3.67 (m, 1 H), 3.30 -2.93 (m, 4 H), 2.32 (s, 1 H), 2.21 (s, 3 H), 2.06 (d, J=7.45 Hz, 1 H), 1.59 (d, J=6.14 Hz, 3 H).

[3225] 실시예 321

[3226]

(4S)-N5-(4-(1H-피라졸-4-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[3227]

[3228]

밀봉된 튜브에 들은 1,4-디옥산 (5 mL) 및 물 (1 mL) 실온에서 중 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (0.3g, 0.601 mmol)의 교반 용액에 (1H-피라졸-4-일) 보론산 (0.134 g, 1.202 mmol) 및 인산삼칼륨 (0.255 g, 1.202 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 4분 동안 탈기하였다. 이어서, $\text{Pd}_2(\text{dba})_3$ (0.055 g, 0.060 mmol)에 이어서 X-phos (0.029 g, 0.060 mmol)를 첨가하고, 16시간 동안 100℃에서 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH: R_f 0.2; UV 활성). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 용매를 감압 하에 증발시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 생성물을 칼럼 크로마토그래피 (중성 알루미나 사용, 헥산 중 50% 에틸아세테이트로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(4-(1H-피라졸-4-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 연황색 고체로서 수득하였다 (0.1g, 0.204 mmol, 33.9% 수율). LCMS (m/z): 487.20 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.90분.

[3229]

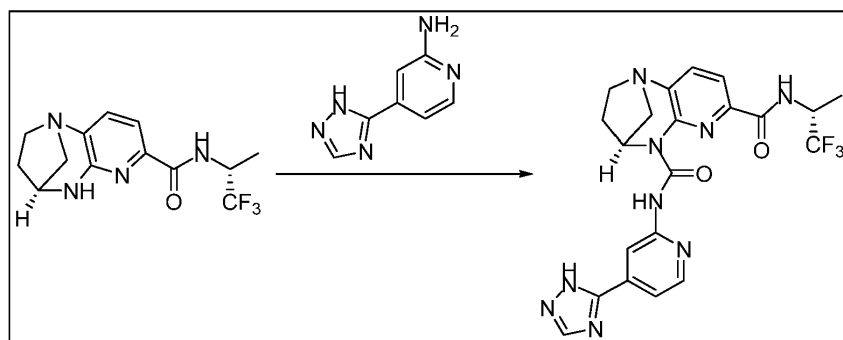
^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.30 (s, 1 H), 10.49 (br s, 1 H), 8.33 (d, J = 0.9 Hz, 1 H), 8.22 (d, J = 5.3 Hz, 1 H), 8.10 - 7.92 (m, 3 H), 7.69 (d, J = 7.9 Hz, 1 H), 7.71 (d, J = 7.9 Hz, 1 H), 7.26 (s, 1 H), 5.65 (dd, J = 3.1, 5.9 Hz, 1 H), 5.21 - 4.99 (m, 1 H), 3.41 - 3.11 (m, 3 H), 3.02 (s, 1 H), 2.42 - 2.22 (m, 1 H), 2.09 (td, J = 7.1, 14.3 Hz, 1 H), 1.69 - 1.69 (m, 3 H).

[3230]

실시예 322

[3231]

(4S)-N5-(4-(1H-1,2,4-트리아졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[3232]

[3233]

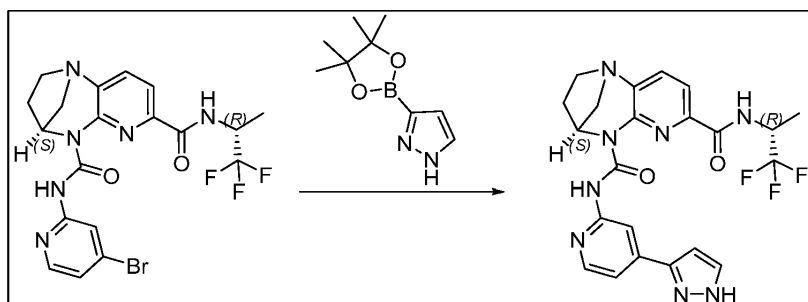
테트라히드로푸란 (15 mL) 중 (4S)-N-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-2,3,4,5-테트라히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-7-카르복사미드 (700 mg, 2.331 mmol)의 교반 용액에 TEA (1.625 mL, 11.66 mmol)에 이어서 트리포스겐 (692 mg, 2.331 mmol)을 실온에서 첨가하고, 45분 동안 교반하였다. 이어서, 4-(1H-1,2,4-트리아졸-5-일)피리딘-2-아민 (451 mg, 2.80 mmol)을 반응 혼합물에 28℃에서 첨가하고, 80℃에서 16시간 동안 교반하고 (TLC 시스템: 5% MeOH/DCM. R_f 값: 0.3, UV), 반응 혼합물을 실온으로 냉각되도록 하고, 물 (25 mL)로 희석하고, 에틸 아세테이트 (5X30 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 염수 용액 (20 mL)으로 세척하고, 무수 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 정제용 HPLC (조건: MP-A: 10 mM 중탄산암모늄 (수성), MP-B: 아세트ونی트릴, 칼럼: 크로마실 C18 (250x21.2 mm)10u, 유량: 20ml/분, 방법: % B/시간 0/35, 15/35, 15.1/100, 20/100, 20.1/35, 24/35 용해도: MeOH+ACN+ THF)에 의

해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-(1H-1,2,4-트리아졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (47 mg, 0.096 mmol, 4.12% 수율). LCMS (m/z): 488.24 [M+H]⁺, Rt = 1.92분.

[3234] ¹H NMR (400 MHz, DMSO-d₆): δ ppm 14.51 (s, 1 H), 13.12 (s, 1 H), 8.76 (s, 1 H), 8.65 (s, 1 H), 8.35 (d, J=4.82 Hz, 1 H), 8.23 (d, J=9.43 Hz, 1 H), 7.76 (s, 2 H), 7.72 - 7.67 (m, 1 H), 5.50 (dd, J=6.03, 2.74 Hz, 1 H), 4.98 (dd, J=16.11, 7.34 Hz, 1 H), 3.22 - 3.04 (m, 3 H), 3.03 - 2.95 (m, 1 H), 2.24 (d, J=9.65 Hz, 1 H), 2.03 - 1.95 (m, 1 H), 1.54 (d, J=7.02 Hz, 3 H).

[3235] 실시예 323

[3236] (4S)-N5-(4-(1H-피라졸-3-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



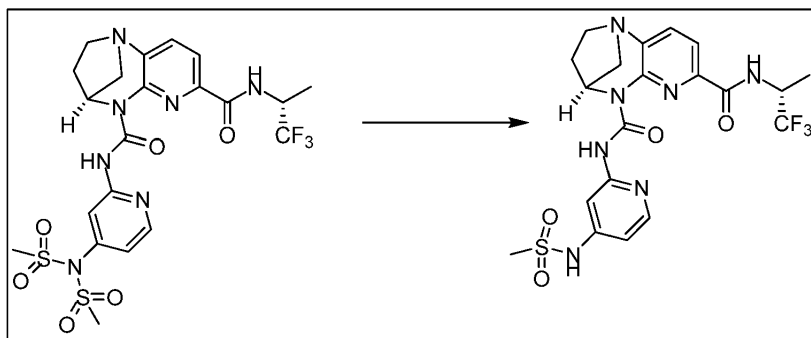
[3237]

[3238] 밀봉된 튜브에 들은 1,4-디옥산 (10 mL) 및 물 (2 mL) 실온에서 중 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (0.34 g, 0.681 mmol)의 교반 용액에 3-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란-2-일)-1H-피라졸 (0.264 g, 1.362 mmol) 및 인산삼칼륨 (0.361 g, 1.702 mmol)을 첨가하고, 반응 혼합물을 4분 동안 탈기하였다. 이어서, Pd₂(dba)₃ (0.062 g, 0.068 mmol)에 이어서 X-phos (0.032 g, 0.068 mmol)를 첨가하고, 100℃에서 16시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: 100% EtOAc: R_f 0.3; UV 활성). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시키고, 용매를 감압 하에 증발시켜 조 생성물을 수득하였다. 조 화합물을 칼럼 크로마토그래피 (중성 알루미나 사용, 헥산 중 75% 에틸아세테이트로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(4-(1H-피라졸-3-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (0.09g, 0.182 mmol, 26.8% 수율). LCMS (m/z): 487.20 [M+H]⁺, Rt = 2.07분.

[3239] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.31 (s, 1 H), 10.50 (s, 1 H), 8.53 (s, 1 H), 8.28 (d, J = 5.3 Hz, 1 H), 8.09 - 7.93 (m, 1 H), 7.75 - 7.61 (m, 1 H), 7.54 - 7.46 (m, 2 H), 7.26 (s, 1 H), 6.83 (d, J = 2.4 Hz, 1 H), 5.67 (dd, J = 3.2, 6.0 Hz, 1 H), 5.13 - 5.02 (m, 1 H), 3.29 - 3.18 (m, 2 H), 3.17 - 3.10 (m, 1 H), 3.05 (d, J = 3.1 Hz, 1 H), 2.34 (td, J = 4.9, 9.9 Hz, 1 H), 2.09 (td, J = 7.1, 14.1 Hz, 1 H), 1.62 (d, J = 7.0 Hz, 3H).

[3240] 실시예 324

[3241] (4S)-N5-(4-(메틸술폰아미도)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[3242]

[3243]

1,4-디옥산 (5 mL) 중 (4S)-N5-(4-(N-(메틸술폰닐)메틸술폰아미도)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (200 mg, 0.338 mmol)의 교반 용액에 2N NaOH 용액 (5 mL, 10.00 mmol)을 0℃에서 첨가하고, 반응 혼합물을 실온에서 5시간 동안 교반하였다 (TLC: 순수한 에틸 아세테이트, R_f 값: 0.3, UV 활성). 반응 혼합물을 물 (30 mL)로 희석하고, EtOAc (2x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 포화 염수 용액 (50 mL)으로 세척하고, 무수 Na_2SO_4 상에서 건조시키고, 여과하고, 여과물을 증발시켜 조 물질을 수득하였다. 조 생성물을 플래쉬 칼럼 크로마토그래피 (실리카 겔: 100-200 메쉬, 용리액: n-헥산 중 80% 에틸 아세테이트)에 의해 정제하여 목적 생성물 (4S)-N5-(4-(메틸술폰아미도)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드를 회백색 고체로서 수득하였다 (50 mg, 0.094 mmol, 27.8% 수율). LCMS (m/z): 514.16 $[\text{M}+\text{H}]^+$, R_t = 1.9분.

[3244]

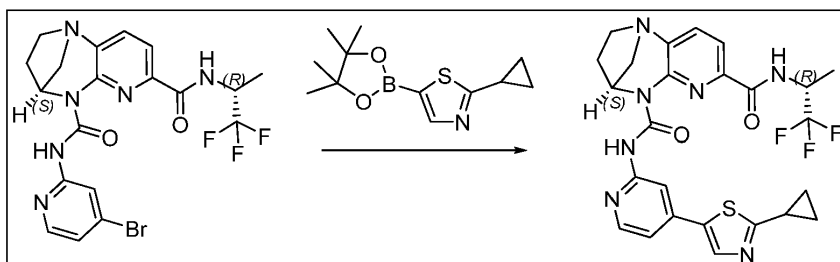
^1H NMR (400 MHz, CDCl_3): δ ppm 13.37 (s, 1 H), 8.15 (d, $J=5.70$ Hz, 1 H), 8.07 -7.76 (m, 3 H), 7.69 (d, $J=7.89$ Hz, 1 H), 7.02 -6.77 (m, 2 H), 5.63 (dd, $J=5.81$, 2.96 Hz, 1 H), 5.15 - 4.94 (m, 1 H), 3.29 - 3.19 (m, 2 H), 3.16 - 3.08 (m, 3 H), 3.07 - 3.06 (d, 1 H), 3.06- 2.97 (m, 1 H), 2.39 -2.25 (m, 1 H), 2.12 -1.94 (m, 1 H), 1.58- 1.46 (m, 3 H).

[3245]

실시예 325

[3246]

(4S)-N5-(4-(2-시클로프로필티아졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드의 합성



[3247]

[3248]

1,4-디옥산 (3 mL) 및 물 (0.5 mL) 중 (4S)-N5-(4-브로모피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 (150 mg, 0.300 mmol) 및 2-시클로프로필-5-(4,4,5,5-테트라메틸-1,3,2-디옥사보롤란-2-일)티아졸 (113 mg, 0.451 mmol)의 교반 용액에 탄산칼륨 (125 mg, 0.901 mmol), 디시클로헥실 (2',4',6'-트리이소프로필-[1,1'-비페닐]-2-일)포스핀 (14.32 mg, 0.030 mmol)을 첨가하고, 생성된 혼합물을 45분 동안 아르곤으로 퍼징하여 탈기한 다음, $\text{Pd}(\text{OAc})_2$ (33.7 mg, 0.150 mmol)를 첨가하고, MW- 150 mW 중에서 100℃에서 1시간 동안 교반하였다 (TLC 용리액: DCM 중 5% MeOH, R_f -0.3, UV 활성). 반응 혼합물을 실온으로 냉각시킨 다음, 물 (80 mL)을 반응물에 첨가하고, 수성 층을 에틸 아세테이트 (2x50 mL)로 추출하였다. 합한 유기 층을 황산나트륨 상에서 건조시키고, 여과하고, 감압 하에 농축시켜 조 화합물을 수득하였다. 조 화합물을 크로마토그래피 (실리카겔 100-200, DCM 중 2% MeOH로 용리시킴)에 의해 정제하여 (4S)-N5-(4-(2-시클로프로필티아졸-5-일)피리딘-2-일)-N7-((R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일)-3,4-디히드로-1,4-메타노피리도[2,3-b][1,4]디아제핀-5,7(2H)-디카르복사미드 화합물을 연황색 고체로서 수득하였다 (8 mg, 0.014 mmol, 4.81%

수율). LCMS (m/z): 544.1.10[M+H]⁺, Rt = 2.68분.

[3249] ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃): δ ppm 13.33 (s, 1 H), 8.32 (s, 1 H), 8.21 (d, J = 5.26 Hz, 1 H), 7.93 - 8.04 (m, 3 H), 7.69 (d, J = 7.89 Hz, 1 H), 7.14 (dd, J = 5.37, 1.43 Hz, 1 H), 5.66 (brdd, J = 5.70, 3.07 Hz, 1 H), 4.99 - 5.16 (m, 1 H), 3.19 - 3.32 (m, 2 H), 3.09 - 3.17 (m, 1 H), 2.99 - 3.08 (m, 1 H), 2.26 - 2.44 (m, 2 H), 2.08 (dt, J = 14.31, 7.43 Hz, 1 H), 1.60 (d, J = 7.02 Hz, 3 H), 1.08 - 1.29 (m, 4 H)

[3250] 실시예 326. 전장 SIRT1 생산

[3251] C-말단 His₆ 태그를 갖는 전장 인간 SIRT1 (hSIRT1) 단백질을 발현시키고, 문헌 [Hubbard. et al. (2013) Science 339, 1216]에 기재된 바와 같이 정제하였다. 각각의 세포 페이스트를 얼음 상에서 EDTA-무함유 프로테아제 억제제 각테일 정제인 컴플리트 (로슈)로 보충된 1,000 U 벤조나제 뉴클레아제 (시그마 알드리치) 함유 완충제 A (50 mM 트리스-HCl pH 7.5, 250 mM NaCl, 25 mM 이미다졸, 및 0.1 mM TCEP) 중에 재현탁시켰다. 40 W에서 총 12분 동안 50% 온 및 50% 오프로의 펄스 초음파처리에 의해 세포를 파괴하였다. 불용성 파편을 원심분리에 의해 제거하였다. 정화된 상청액을 1 mL His트랩 FF 크루드 칼럼 (지이 라이프사이언시스) 상에 직접 로딩하였다. 완충제 A로 세척한 후, SIRT1을 완충제 B (50 mM 트리스-HCl pH 7.5, 250 mM NaCl, 500 mM 이미다졸 및 0.1 mM TCEP)로 용리시켰다. 단백질을 하이-로드 슈퍼팩스 200 16/60 칼럼 (지이 라이프사이언시스)을 사용하여 완충제 C (50 mM 트리스-HCl pH 7.5, 300 mM NaCl, 0.1 mM TCEP)로 크기 배제 크로마토그래피에 의해 추가로 정제하였다. 표준물질로서 BSA를 사용하여 브래드포드 검정에 의해 효소 농도를 결정하였다. 최종 단백질 순도를 겔 밀도측정법에 의해 평가하였다. 단백질을 LC/MS에 의해 확인하였다. 모든 단백질은 90% 초과 순도였다.

[3252] 실시예 327. SIRT1 탈아세틸화 반응

[3253] SIRT1 탈아세틸화 반응을 반응 완충제 (50 mM HEPES-NaOH, pH 7.5, 150 mM NaCl, 1 mM DTT, 및 1% DMSO) 중에서 25°C에서 수행하며, 연속 PNC1/GDH 커플링 검정을 사용하여 니코틴아미드 생산을 모니터링하거나 (Smith, B. C. et al. (2009) Anal Biochem 394, 101) 또는 질량 분광측정법에 의해 O-아세틸 ADP 리보스 (OAcADPr) 생산을 모니터링하였다 (Hubbard. et al. (2013) Science 339, 1216). 사용된 PNC1/GDH 커플링 시스템 성분의 최종 농도는 20 단위/mL 소 GDH (시그마-알드리치), 1 μM 효모 PNC1, 3.4 mM α-케토글루타레이트, 및 220 μM NADH 또는 NADPH였다. 6.22 mM⁻¹cm⁻¹의 흡광 계수 및 0.81 cm의 경로길이를 사용하여 340 nm에서의 흡광도를 사용된 150 μL 반응물에 대한 생성물 농도로 전환시켰다. OAcADPr 생산을 모니터링하는 검정을 0.05% BSA 함유 반응 완충제 중에서 수행하고, 탈아세틸화 반응물을 정지 용액으로 켄칭함으로써 1% 포름산 및 5 mM 니코틴아미드의 최종 농도를 제공하는 시점을 정하였다. 켄칭된 반응물을 1:1 아세토니트릴:메탄올로 5배 희석하고, 5,000 x g에서 10분 동안 회전시켜 단백질을 침전시킨 후, 전기분무 이온화 공급원이 피팅된 ABSciex API 4000 질량 분광계에 커플링된 애질런트 래피드파이어 200 고처리량 질량 분광측정법 시스템 (애질런트, 매사추세츠주 웨이크필드)으로 분석하였다. p53-기반 Ac-p53(W5) (Ac-RHKK^{Ac}W-NH₂) 및 TAMRA (Ac-EE-K(비오틴)-GQSTSSHSK(Ac)N1eSTEG-K(5TMR)-EE-NH₂) 펩티드를 각각 아메리칸 센츄리 펩티드 및 바이오펩티드, 인크로부터 입수하였다. 기질 K_M 결정은 1종의 기질 농도를 제2 기질의 고정된 포화 농도에서 변동시킴으로써 수행하였다. SIRT1 활성화 및 억제 검정은 25°C에서 0.05% BSA 함유 반응 완충제 중에서 실행하고, OAcADPr 검정을 사용하여 분석하였다. 효소 및 화합물을 20분 동안 예비-인큐베이션한 후, 기질을 첨가하였다. 전장 hSIRT1의 활성화 스크린을 위해, 화합물을 용량 반응으로 이중 시험하였다. K_M-조정 활성화제에 대해 감수성하도록 하기 위해, 그의 K_M 값의 대략 1/10의 기질 농도를 사용하였다. 5종의 화합물의 용량-의존성을 시험하고, 배수-활성화 데이터를 수학적 식 1에 의해 기재하였다.

[3254] <수학적 식 1>

$$\frac{v_x}{v_0} = \frac{b + \frac{RV_{max} - b}{1 + \frac{EC_{50}}{[X]}}}{b + \frac{RV_{max} - b}{1 + \frac{EC_{50}}{[X]}}}$$

[3255]

[3256] 여기서 v_x/v₀은 활성화제 (X)의 존재 (v_x) 대 부재 (v₀) 하의 반응 속도의 비이고, RV_{max}는 무한 활성화제 농도에

서의 상대 속도이고, EC_{50} 은 RV_{max} 의 1/2를 생성하는데 필요한 활성화제의 농도이고, b 는 v_x/v_0 의 최소 값이다.

[3257] 실시예 328. 생화학적 활성

[3258] 질량 분광측정법 기반 검정은 SIRT1 활성의 조정제를 확인하는데 사용하였다. TAMRA 기반 검정은 하기와 같은 20개 아미노산 잔기를 갖는 펩티드: Ac-EE-K(비오틴)-GQSTSSHSK(Ac)NleSTEG-K(5TMR)-EE-NH₂ (서열식별번호: 1)를 이용하였으며, 여기서 K(Ac)는 아세틸화 리신 잔기이고, Nle는 노르류신이다. 펩티드를 C-말단에서 형광 단 5TMR (여기 540 nm/방출 580 nm)로 표지하였다. 펩티드 기질의 서열은 여러 변형을 갖는 p53을 기반으로 하였다. 추가로, 서열에 자연적으로 존재하는 메티오닌 잔기를 노르류신으로 대체하였으며, 이는 메티오닌이 합성 및 정제 동안 산화에 대해 감수성일 수 있기 때문이다. Trp 기반 검정은 하기와 같은 아미노산 잔기를 갖는 펩티드: Ac-R-H-K-K(Ac)-W-NH₂ (서열식별번호: 2)를 이용하였다.

[3259] TAMRA 기반 질량 분광측정법 검정은 하기와 같이 수행하였다: 0.5 μ M 펩티드 기질 및 120 μ M β NAD⁺를 반응 완충제 (50 mM 트리스-아세트이트 pH 8, 137 mM NaCl, 2.7 mM KCl, 1 mM MgCl₂, 5 mM DTT, 0.05% BSA) 중에서 25°C에서 25분 동안 10 nM SIRT1과 함께 인큐베이션하였다. SIRT1 단백질을 SirT1 유전자를 T7-프로모터 함유 벡터 내로 클로닝함으로써 수득한 다음, 이를 형질전환시키고, BL21(DE3) 박테리아 세포에서 발현시켰다. 시험 화합물을 상기 반응 혼합물에 다양한 농도로 첨가하고, 생성된 반응물을 모니터링하였다. SIRT1과 함께 25분 동안 인큐베이션한 후, 10 μ L의 10% 포름산을 첨가하여 반응을 정지시켰다. 생성된 반응물을 추후 질량 스펙트럼 분석을 위해 밀봉 및 동결시켰다. 시르투인-매개 NAD-의존성 탈아세틸화 반응에 의해 형성된 탈아세틸화 기질 펩티드의 양 (또는 대안적으로 생성된 O-아세틸-ADP-리보스 (OAADPR)의 양)의 결정은 시험 화합물 결여 대조군 반응에 대비하여 다양한 농도의 시험 화합물의 존재 하의 상대적 SIRT1 활성의 정밀 측정을 가능하게 하였다.

[3260] Trp 질량 분광측정법 검정은 하기와 같이 수행하였다. 0.5 μ M 펩티드 기질 및 120 μ M β NAD⁺를 반응 완충제 (50 mM HEPES pH 7.5, 1500 mM NaCl, 1 mM DTT, 0.05% BSA) 중에서 25°C에서 25분 동안 10 nM SIRT1과 함께 인큐베이션하였다. SIRT1 단백질을 SirT1 유전자를 T7-프로모터 함유 벡터 내로 클로닝함으로써 수득한 다음, 이를 BL21(DE3) 박테리아 세포에서 발현시키고, 하기에 더욱 상세하게 기재된 바와 같이 정제하였다. 시험 화합물을 상기 반응 혼합물에 다양한 농도로 첨가하고, 생성된 반응물을 모니터링하였다. SIRT1과 함께 25분 동안 인큐베이션한 후, 10 μ L의 10% 포름산을 첨가하여 반응을 정지시켰다. 생성된 반응물을 추후 질량 스펙트럼 분석을 위해 밀봉 및 동결시켰다. 이어서, 상대적 SIRT1 활성은 시험 화합물 결여 대조군 반응에 대비하여 다양한 농도의 시험 화합물의 존재 하의 NAD-의존성 시르투인 탈아세틸화 반응에 의해 형성된 O-아세틸-ADP-리보스 (OAADPR)의 양 (또는, 대안적으로, 생성된 탈아세틸화 Trp 펩티드의 양)을 측정함으로써 결정하였다. 시험 작용제가 SIRT1에 의한 탈아세틸화를 활성화시킨 정도는 $EC_{1.5}$ (즉, SIRT1 활성을 시험 화합물 결여 대조군에 비해 50% 증가시키는데 필요한 화합물의 농도), 및 퍼센트 최대 활성화 (즉, 시험 화합물에 대해 수득된 대조군 (100%) 대비 최대 활성)로서 표현하였다.

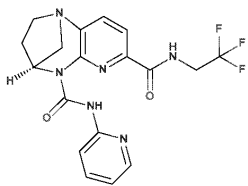
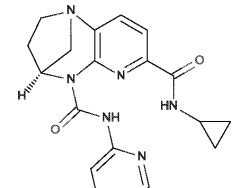
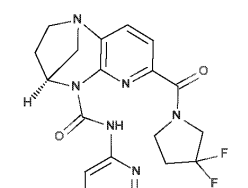
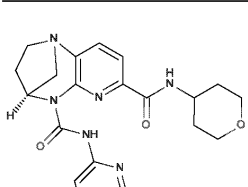
[3261] 시르투인 활성의 억제에 대한 대조군은 반응 개시 시에 음성 대조군으로서 1 μ L의 500 mM 니코틴아미드를 첨가함 (예를 들어, 최대 시르투인 억제의 결정을 허용함)으로써 수행하였다. 시르투인 활성의 활성화에 대한 대조군은 화합물 대신에 1 μ L의 DMSO 함유 10 nM 시르투인 단백질을 사용하여 수행하여, 검정의 선형 범위 내의 주어진 시점에서의 기질의 탈아세틸화의 양을 결정하였다. 상기 시점은 시험 화합물에 대해 사용된 것과 동일하였으며, 선형 범위 내에서 종점은 속도의 변화를 나타낸다.

[3262] 상기 검정을 위해, SIRT1 단백질을 하기와 같이 발현 및 정제하였다. SirT1 유전자를 T7-프로모터 함유 벡터 내로 클로닝하고, BL21(DE3)로 형질전환시켰다. 단백질을 18°C에서 밤새 N-말단 His-태그 융합 단백질로서 1 mM IPTG로의 유도에 의해 발현시키고, 30,000 x g에서 수확하였다. 세포를 용해 완충제 (50 mM 트리스-HCl, 2 mM 트리스[2-카복시에틸] 포스핀 (TCEP), 10 μ M ZnCl₂, 200 mM NaCl) 중에서 리소자임을 사용하여 용해시키고, 완전 용해를 위해 초음파로 10분 동안 추가로 처리하였다. 단백질을 Ni-NTA 칼럼 (아머샴) 상에서 정제하고, 순수한 단백질을 함유하는 분획을 모으고, 농축시키고, 크기결정 칼럼 (세파텍스 S200 26/60 글로벌) 상에서 구동시켰다. 가용성 단백질을 함유하는 피크를 수집하고, 이온-교환 칼럼 (모노큐) 상에서 구동시켰다. 구배 용리 (200 mM - 500 mM NaCl)시켜 순수한 단백질을 수득하였다. 상기 단백질을 농축시키고, 투석 완충제 (20 mM 트리스-HCl, 2 mM TCEP)에 대해 밤새 투석하였다. 단백질을 분취하고, 추가 사용 시까지 -80°C에서 동결시켰다.

[3263] SIRT1을 활성화시키는 화학식 I의 시르투인-조절 화합물을 상기 기재된 검정을 사용하여 확인하였으며, 하기 표 1에 제시되어 있다. $EC_{1.5}$ 값은 SIRT1의 150% 활성화를 유발하는 시험 화합물의 농도를 나타낸다. 화학식 I의 활성화 화합물에 대한 $EC_{1.5}$ 값은 A ($EC_{1.5} < 1 \mu M$), B ($EC_{1.5} 1-25 \mu M$), C ($EC_{1.5} > 25 \mu M$)에 의해 나타내어진다. 퍼센트 최대 배수 활성화는 A (배수 활성화 $\geq 150\%$) 또는 B (배수 활성화 $< 150\%$)에 의해 나타내어진다. "NT"는 시험되지 않음을 의미하고; "ND"는 결정가능하지 않음을 의미한다. 표 내의 화합물 넘버링은 화합물 번호 10, 및 도 4 및 실시예 90-106에서의 STAC 넘버링 시스템에 상응하는 괄호 넘버링 (#)으로 시작한다 (즉, 화합물 번호 68은 또한 STAC 1이므로, 이는 68(1)로서 제시됨, 추가의 STAC: 546(3), 444(4), 314(5), 816(7), 76(8), 및 81(9)).

[3264] 본 발명의 화합물은 2종의 상이한 화학 도면 및/또는 화학 명명 컴퓨터 프로그램에 의해 생성 시의, 즉 각각의 회사인 켄 엑손 (제이켄-엑셀) 및 켄브리지 소프트 (켄드로우(ChemDraw)®)에 의해 생성 시의 2종의 상이한 화학 명명법 규정에 의해 명명된 것임에 유의한다.

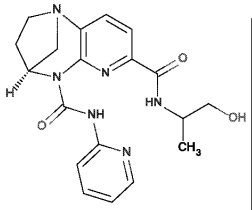
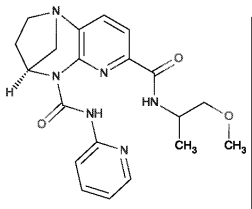
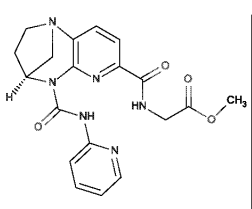
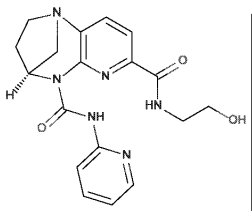
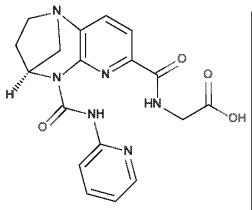
[3265] 표 1

실시예 번호	구조	화학 명칭: 켄엑손에 의해 생성됨	TRP 활성	TRP MAX RESP
1		(9S)-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
2		(9S)-5-N-시클로프로필-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
3		(9S)-5-(3,3-디플루오로피롤리딘-1-카르보닐)-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-8-카르복사미드	B	A
4		(9S)-5-N-(옥산-4-일)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A

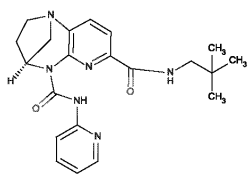
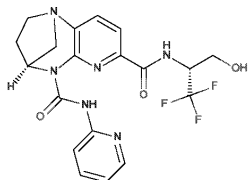
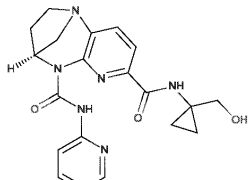
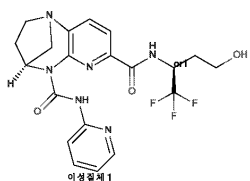
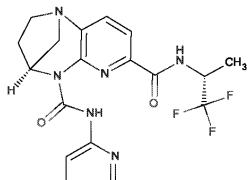
[3266]

5		(9S)-5-N-(옥산-3-일)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	B	A
6		(9S)-5-N-(옥솔란-3-일)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	B	A
7		(9S)-5-N-시클로부틸-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
8		(9S)-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-(1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
9		(9S)-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-(1,1,1-트리플루오로-3-메톡시프로판-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A

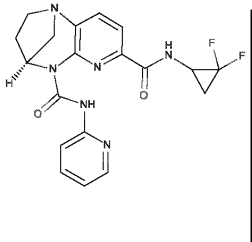
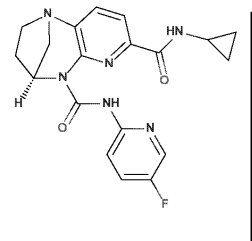
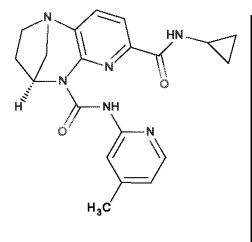
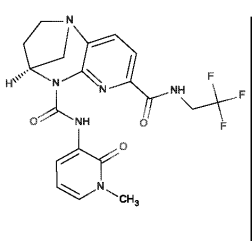
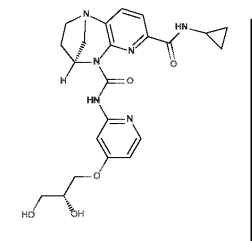
[3267]

10		(9S)-5-N-(1-히드록시프로판-2-일)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
11		(9S)-5-N-(1-메톡시프로판-2-일)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
12		메틸 2-{{(9S)-8-[(피리딘-2-일)카르바모일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5-일}포름아미도}아세테이트	B	A
13		(9S)-5-N-(2-히드록시에틸)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
14		2-{{(9S)-8-[(피리딘-2-일)카르바모일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5-일}포름아미도}아세트산	C	B

[3268]

15		(9S)-5-N-(2,2-디메틸프로필)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
16		(9S)-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
17		(9S)-5-N-[1-(히드록시메틸)시클로프로필]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
18		(9S)-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-[(2S)-1,1,1-트리플루오로-4-히드록시부탄-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
19		(9S)-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A

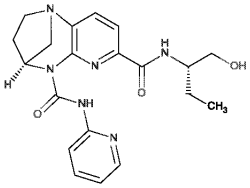
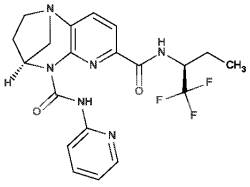
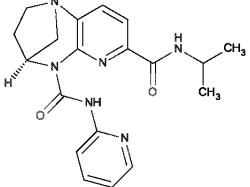
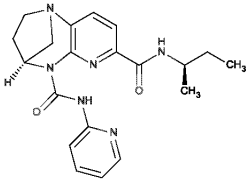
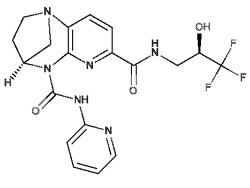
[3269]

20		(9S)-5-N-(2,2- 디플루오로시클로프로필)-8-N- (피리딘-2-일)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복사미드	A	A
21		(9S)-5-N-시클로프로필-8-N-(5- 플루오로피리딘-2-일)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복사미드	A	A
22		(9S)-5-N-시클로프로필-8-N-(4- 메틸피리딘-2-일)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복사미드	B	A
23		(9S)-8-N-(1-메틸-2-옥소-1,2- 디히드로피리딘-3-일)-5-N-(2,2,2- 트리플루오로에틸)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2,4,6-트리엔-5,8- 디카르복사미드	A	A
24		(9S)-5-N-시클로프로필-8-N-{4- [(2R)-2,3- 디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}- 1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복사미드	B	A

[3270]

25		(9S)-8-N-(2-메틸-1,3-옥사졸-4-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
26		(9S)-5-N-[(2S)-부탄-2-일]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
27		(9S)-5-N-시클로헥실-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
28		(9S)-5-N-{[1-(히드록시메틸)시클로프로필]메틸}-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
29		(9S)-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로-3-메틸부탄-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A

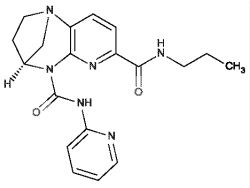
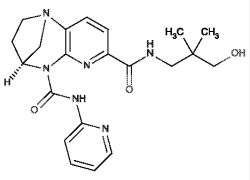
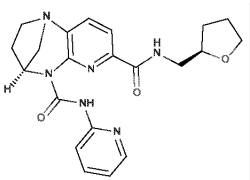
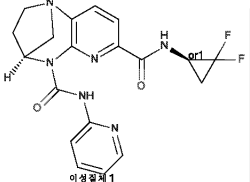
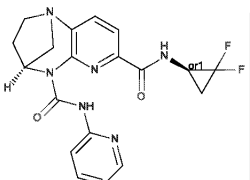
[3271]

30		(9S)-5-N-[(2S)-1-히드록시부탄-2-일]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
31		(9S)-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-[(2S)-1,1,1-트리플루오로부탄-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
32		(9S)-5-N-(프로판-2-일)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
33		(9S)-5-N-[(2R)-부탄-2-일]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
34		(9S)-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-3,3,3-트리플루오로-2-히드록시프로필]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A

[3272]

35		(9S)-5-N-시클로펜틸-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
36		(9S)-5-N-[(1-히드록시시클로프로필)메틸]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	B	A
37		(9S)-5-N-(2-메틸프로필)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
38		(9S)-5-N-(시클로프로필메틸)-8-N-(5-플루오로피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
39		(9S)-5-N-(2-플루오로에틸)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A

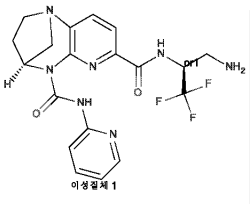
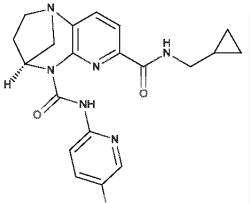
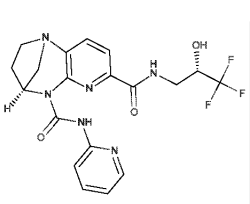
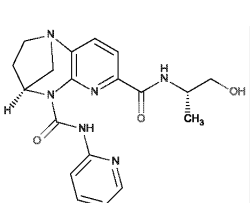
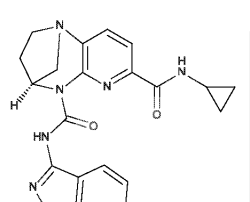
[3273]

40		(9S)-5-N-프로필-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
41		(9S)-5-N-(3-히드록시-2,2-디메틸프로필)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
42		(9S)-5-N-[(2R)-옥솔란-2-일메틸]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
43		(9S)-5-N-[(1R)-2,2-디플루오로시클로프로필]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
44		(9S)-5-N-[(1R)-2,2-디플루오로시클로프로필]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A

[3274]

45		(9S)-5-N-[(2R)-3-메틸부탄-2-일]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사아미드	A	A
46		(9S)-5-N-[(1R)-1-시클로프로필-2,2,2-트리플루오로에틸]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사아미드	A	A
47		(9S)-5-N-(2,2-디플루오로프로필)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사아미드	A	A
48		(9S)-5-N-tert-부틸-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사아미드	B	A
49		(9S)-5-N-[(2S)-2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사아미드	B	A

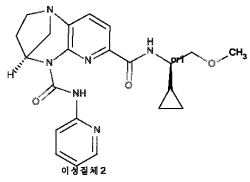
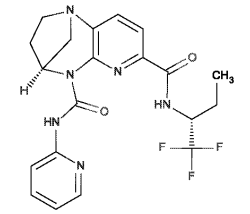
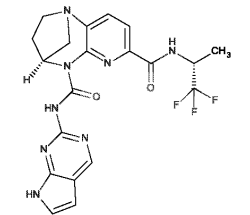
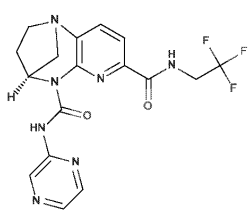
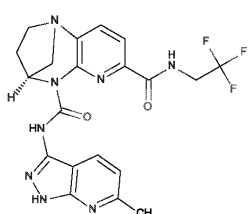
[3275]

50		(9S)-5-N-[(2S)-3-아미노-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
51		(9S)-8-N-(5-클로로피리딘-2-일)-5-N-(시클로프로필메틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
52		(9S)-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-[(2S)-3,3,3-트리플루오로-2-히드록시프로필]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
53		(9S)-5-N-[(2S)-1-히드록시프로판-2-일]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	B	A
54		(9S)-5-N-시클로프로필-8-N-{6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일}-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	B	A

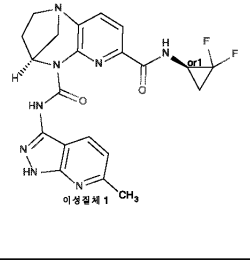
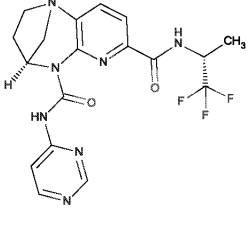
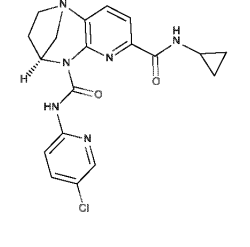
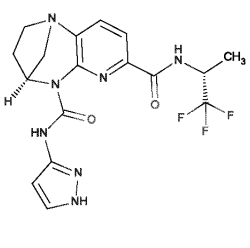
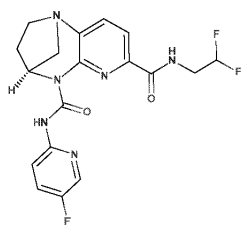
[3276]

55		(9S)-8-N-(4-메틸피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
56		(9S)-8-N-(5-메틸피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
57		(9S)-8-N-(5-플루오로-3-메틸피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
58		(9S)-5-N-[(1R)-1-시클로프로필-2-히드록시에틸]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
59		(9S)-5-N-[(1R)-1-시클로프로필-2-메톡시에틸]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A

[3277]

60		(9S)-5-N-[(1R)-1-시클로프로필-2-메톡시에틸]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
61		(9S)-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로부탄-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
62		(9S)-8-N-{7H-피롤로[2,3-d]피리미딘-2-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
63		(9S)-8-N-(피라진-2-일)-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
64		(9S)-8-N-{6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일}-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A

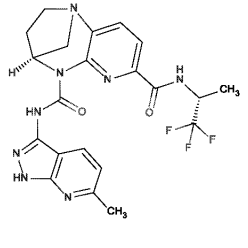
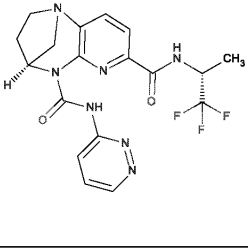
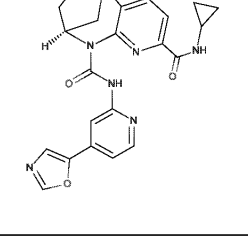
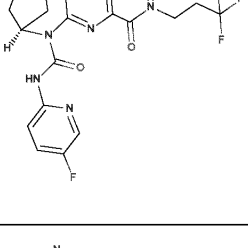
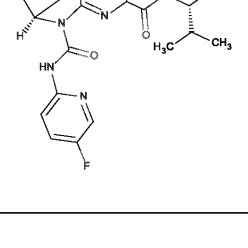
[3278]

65		(9S)-5-N-[(1R)-2,2- 디플루오로시클로프로필]-8-N-{6- 메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3- 일}-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복사아미드	A	A
66		(9S)-8-N-(피리미딘-4-일)-5-N-[(2R)- 1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]- 1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복사아미드	A	A
67		(9S)-8-N-(5-클로로피리딘-2-일)-5- N-시클로프로필-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복사아미드	B	A
68		(9S)-8-N-(1H-피라졸-3-일)-5-N- [(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2- 일]-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복사아미드	A	A
69		(9S)-5-N-(2,2-디플루오로에틸)-8-N- (5-플루오로피리딘-2-일)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2,4,6-트리엔-5,8- 디카르복사아미드	A	A

[3279]

70		(9S)-8-N-(5-플루오로피리딘-2-일)-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
71		(9S)-8-N-(5-플루오로피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-3,3,3-트리플루오로-2-히드록시프로필]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
73		(9S)-5-N-(2,2-디메틸프로필)-8-N-(5-플루오로피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
74		(9S)-8-N-{4-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
75		(9S)-8-N-(1,3-옥사졸-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A

[3280]

76		(9S)-8-N-{6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
77		(9S)-8-N-(피리다진-3-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
78		(9S)-5-N-시클로프로필-8-N-[4-(1,3-옥사졸-5-일)피리딘-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
79		(9S)-8-N-(5-플루오로피리딘-2-일)-5-N-(3,3,3-트리플루오로프로필)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
80		(9S)-8-N-(5-플루오로피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-3-메틸부탄-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A

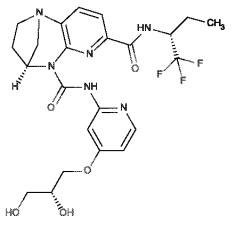
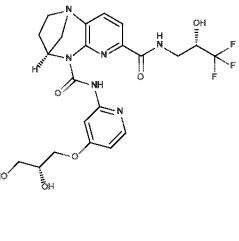
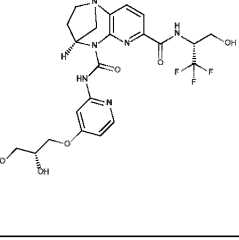
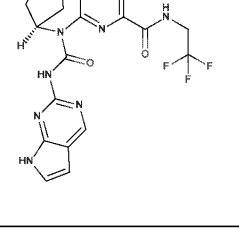
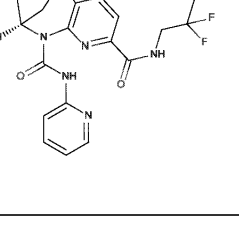
[3281]

81		(9S)-8-N-(5-(플루오로피리딘-2-일))-5-N-[(2S)-3,3,3-트리플루오로-2-히드록시프로필]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
82		(9S)-8-N-(5-(플루오로피리딘-2-일))-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
83		(9S)-8-N-[4-(1,3-옥사졸-5-일)피리딘-2-일]-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
84		(9S)-8-N-[4-(1,3-디메틸-1H-피라졸-4-일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
85		(9S)-8-N-[4-(1-메틸-1H-피라졸-3-일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A

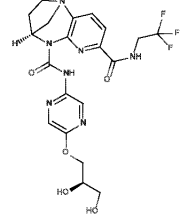
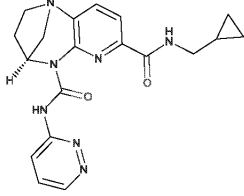
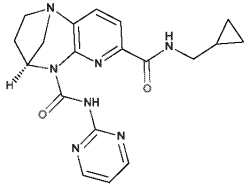
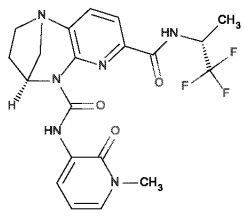
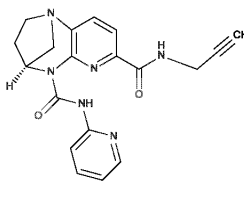
[3282]

86		(9S)-8-N-[4-(1-메틸-1H-이미다졸-5-일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
87		(9S)-5-N-(시클로프로필메틸)-8-N-{4-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
87		(9S)-8-N-{4-[(2S)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
88		(9S)-5-N-[(1R)-1-시클로프로필-2,2,2-트리플루오로에틸]-8-N-{4-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
89		(9S)-8-N-{4-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A

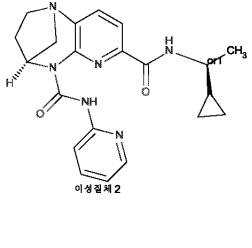
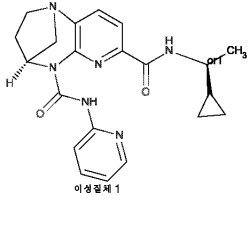
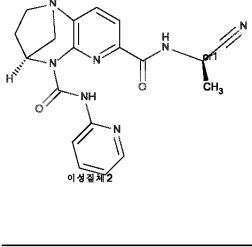
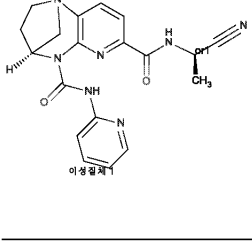
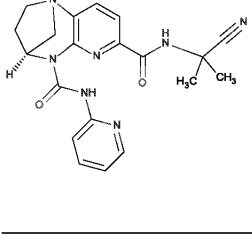
[3283]

90		(9S)-8-N-{4-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로부탄-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도테카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사아미드	A	A
91		(9S)-8-N-{4-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-5-N-[(2S)-3,3,3-트리플루오로-2-히드록시프로필]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도테카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사아미드	A	A
92		(9S)-8-N-{4-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도테카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사아미드	A	A
93		(9S)-8-N-{7H-피롤로[2,3-d]피리미딘-2-일}-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도테카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사아미드	A	A
94		(9S)-5-N-(3-아미노-2,2-디플루오로프로필)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도테카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사아미드	B	A

[3284]

95		(9S)-8-N-{5-[(2R)-2,3- 디히드록시프로폭시]피라진-2-일}- 5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복사미드	A	A
96		(9S)-5-N-(시클로프로필메틸)-8-N- (피리다진-3-일)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복사미드	A	A
97		(9S)-5-N-(시클로프로필메틸)-8-N- (피리미딘-2-일)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복사미드	A	A
98		(9S)-8-N-(1-메틸-2-옥소-1,2- 디히드로피리딘-3-일)-5-N-[(2R)- 1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]- 1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복사미드	A	A
99		(9S)-5-N-(프로프-2-인-1-일)-8-N- (피리딘-2-일)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복사미드	A	A

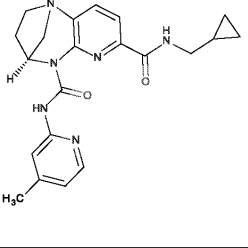
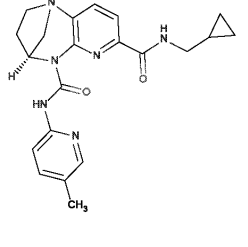
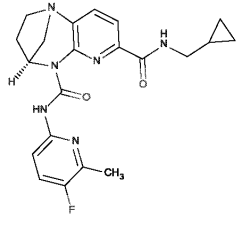
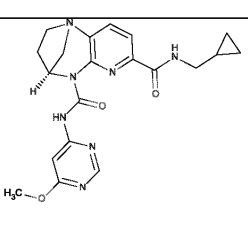
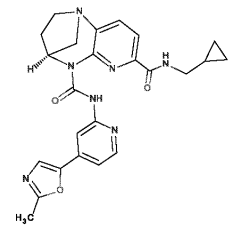
[3285]

100	 이성질체 2	(9S)-5-N-[(1S)-1-시클로프로필에틸]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
101	 이성질체 1	(9S)-5-N-[(1S)-1-시클로프로필에틸]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
102	 이성질체 2	(9S)-5-N-[(1R)-1-시아노에틸]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
103	 이성질체 1	(9S)-5-N-[(1R)-1-시아노에틸]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
104	 이성질체 1	(9S)-5-N-(1-시아노-1-메틸에틸)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	B	A

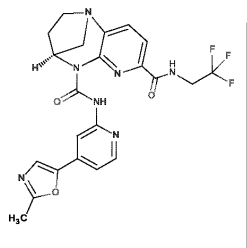
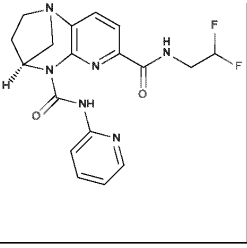
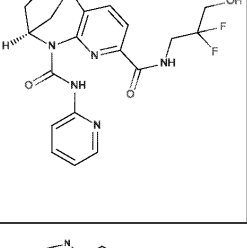
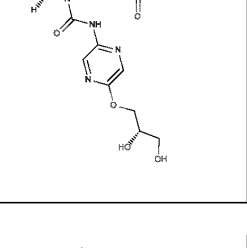
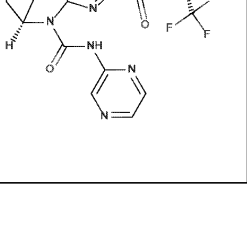
[3286]

105		(9S)-5-N-[(2R)-부트-3-인-2-일]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
106		(9S)-5-N-벤질-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
107		(9S)-5-N-(시아노메틸)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
108		(9S)-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-[(트리메틸실릴)메틸]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
109		(9S)-5-N-(부트-2-인-1-일)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A

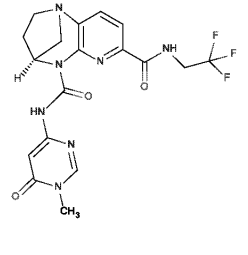
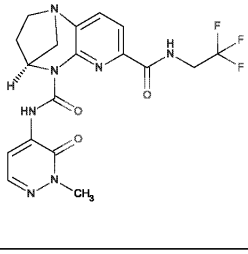
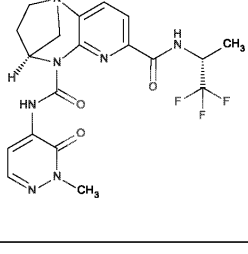
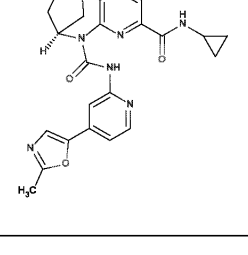
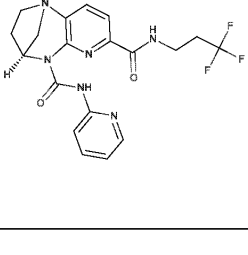
[3287]

110		(9S)-5-N-(시클로프로필메틸)-8-N-(4-메틸피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
111		(9S)-5-N-(시클로프로필메틸)-8-N-(5-메틸피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
112		(9S)-5-N-(시클로프로필메틸)-8-N-(5-플루오로-6-메틸피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
113		(9S)-5-N-(시클로프로필메틸)-8-N-(6-메톡시피리미딘-4-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	B	A
114		(9S)-5-N-(시클로프로필메틸)-8-N-[4-(2-메틸-1,3-옥사졸-5-일)피리딘-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복스아미드	B	A

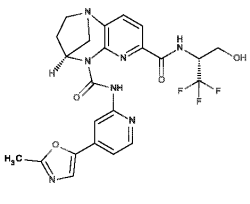
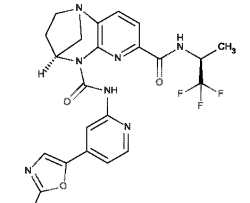
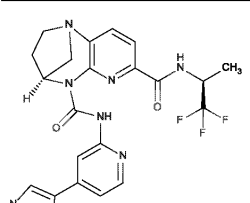
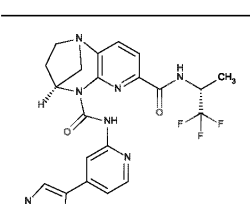
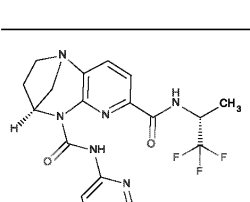
[3288]

115		(9S)-8-N-[4-(2-메틸-1,3-옥사졸-5-일)피리딘-2-일]-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
116		(9S)-5-N-(2,2-디플루오로에틸)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
117		(9S)-5-N-(2,2-디플루오로-3-히드록시프로필)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
118		(9S)-8-N-{5-[(2S)-2,3-디히드록시프로폭시]피라진-2-일}-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
119		(9S)-8-N-(피라진-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A

[3289]

120		(9S)-8-N-(1-메틸-6-옥소-1,6-디히드로피리미딘-4-일)-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
121		(9S)-8-N-(2-메틸-3-옥소-2,3-디히드로피리다진-4-일)-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
122		(9S)-8-N-(2-메틸-3-옥소-2,3-디히드로피리다진-4-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
123		(9S)-5-N-시클로프로필-8-N-[4-(2-메틸-1,3-옥사졸-5-일)피리딘-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
124		(9S)-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-(3,3,3-트리플루오로프로필)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A

[3290]

125		(9S)-8-N-[4-(2-메틸-1,3-옥사졸-5-일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
126		(9S)-8-N-[4-(2-메틸-1,3-옥사졸-5-일)피리딘-2-일]-5-N-[(2S)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	B	A
127		(9S)-8-N-[4-(1,3-옥사졸-5-일)피리딘-2-일]-5-N-[(2S)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	B	A
128		(9S)-8-N-[4-(2-메틸-1,3-옥사졸-5-일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
129		(9S)-8-N-(5-플루오로피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A

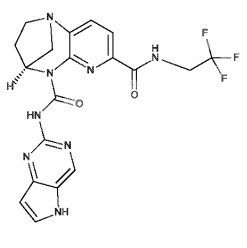
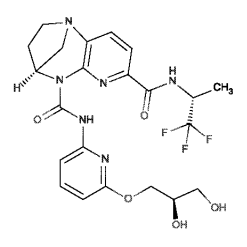
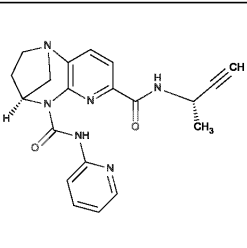
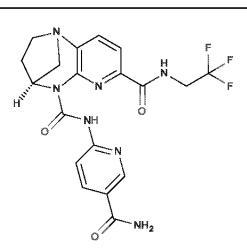
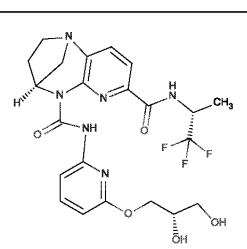
[3291]

130		(9S)-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
131		(9S)-8-N-{4-[(2-히드록시에틸)카르바모일]피리딘-2-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
132		(9S)-8-N-[4-(2-히드록시에톡시)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
133		(9S)-8-N-{2H,3H,4H-피라노[2,3-c]피리딘-6-일}-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
134		(9S)-8-N-[4-(1,3-옥사졸-5-일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A

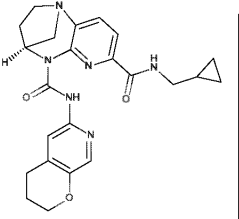
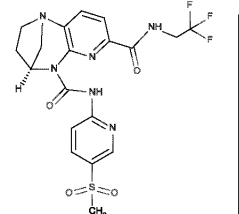
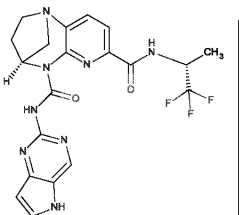
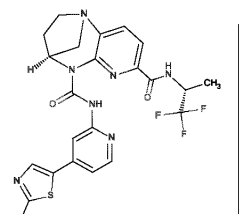
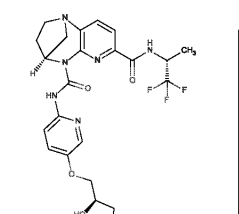
[3292]

135		(9S)-8-N-(4-메톡시피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
136		(9S)-8-N-(4-메톡시피리딘-2-일)-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
137		(9S)-8-N-(4-카르바모일피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
138		(9S)-8-N-{2H,3H,4H-피라노[2,3-c]피리딘-6-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
139		(9S)-8-N-{6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A

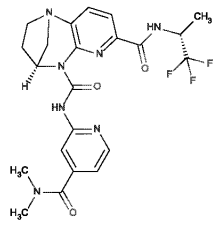
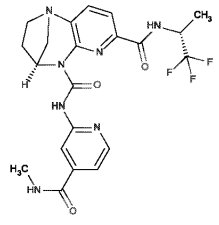
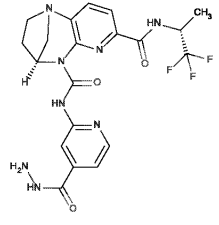
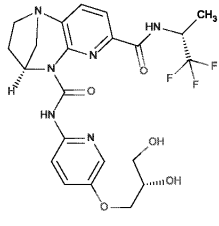
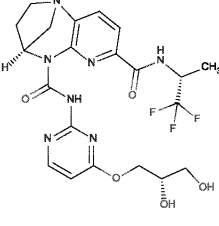
[3293]

140		(9S)-8-N-{5H-피롤로[3,2-d]피리딘-2-일}-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
141		(9S)-8-N-{6-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
142		(9S)-5-N-[(2S)-부트-3-인-2-일]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
143		(9S)-8-N-(5-카르바모일피리딘-2-일)-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
144		(9S)-8-N-{6-[(2S)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A

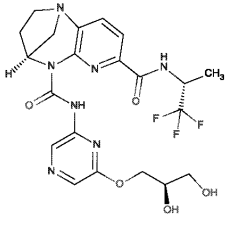
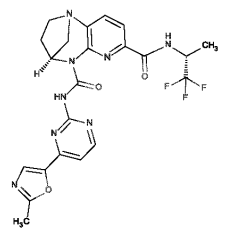
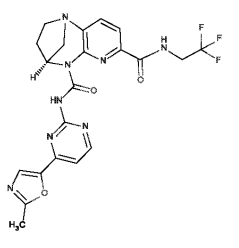
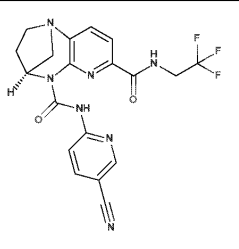
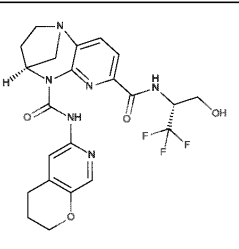
[3294]

145		(9S)-5-N-(시클로프로필메틸)-8-N-{2H,3H,4H-피라노[2,3-c]피리딘-6-일}-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
146		(9S)-8-N-(5-메탄술폰닐피리딘-2-일)-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	B	A
147		(9S)-8-N-{5H-피롤로[3,2-d]피리미딘-2-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
148		(9S)-8-N-[4-(2-메틸-1,3-티아졸-5-일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
149		(9S)-8-N-{5-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A

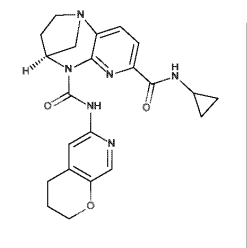
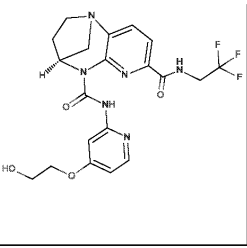
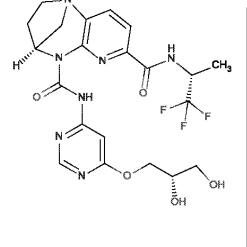
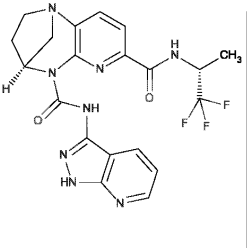
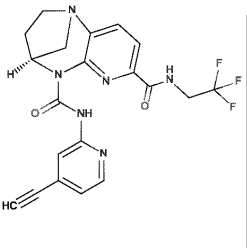
[3295]

150		(9S)-8-N-[4-(디메틸카르바모일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사아미드	B	A
151		(9S)-8-N-[4-(메틸카르바모일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사아미드	A	A
152		(9S)-8-N-[4-(히드라진카르보닐)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사아미드	A	A
153		(9S)-8-N-{5-[(2S)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사아미드	A	A
154		(9S)-8-N-{4-[(2S)-2,3-디히드록시프로폭시]피리미딘-2-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사아미드	A	A

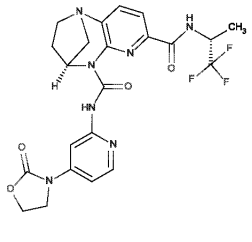
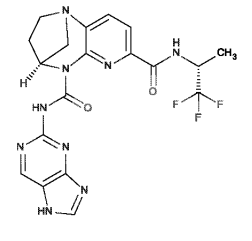
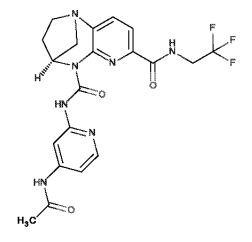
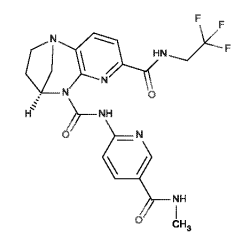
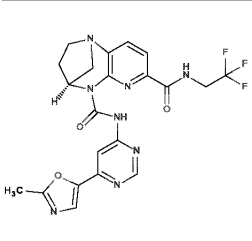
[3296]

155		(9S)-8-N-{6-[(2R)-2,3- 디히드록시프로폭시]피라진-2-일}- 5-N-[(2R)-1,1,1- 트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	A	A
156		(9S)-8-N-[4-(2-메틸-1,3-옥사졸-5- 일)피리미딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1- 트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	A	A
157		(9S)-8-N-[4-(2-메틸-1,3-옥사졸-5- 일)피리미딘-2-일]-5-N-(2,2,2- 트리플루오로에틸)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	A	A
158		(9S)-8-N-(5-시아노피리딘-2-일)-5- N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	A	A
159		(9S)-8-N-{2H,3H,4H-피라노[2,3- c]피리딘-6-일}-5-N-[(2R)-1,1,1- 트리플루오로-3-히드록시프로판-2- 일]-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2,4,6-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	A	A

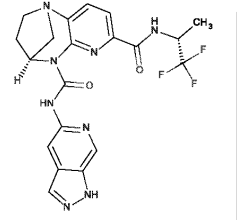
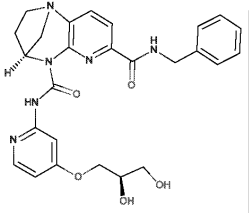
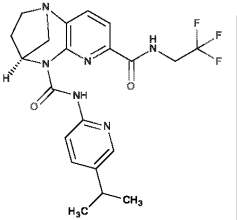
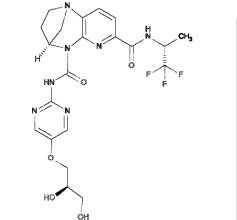
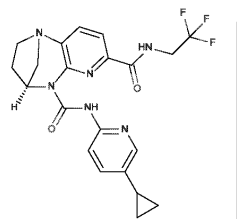
[3297]

160		(9S)-5-N-시클로프로필-8-N- {2H,3H,4H-피라노[2,3-c]피리딘-6- 일}-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2,4,6-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	B	A
161		(9S)-8-N-[4-(2- 히드록시에톡시)피리딘-2-일]-5-N- (2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2,4,6-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	A	A
162		(9S)-8-N-{6-[(2S)-2,3- 디히드록시프로폭시]피리미딘-4- 일}-5-N-[(2R)-1,1,1- 트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	A	A
163		(9S)-8-N-{1H-피라졸로[3,4- b]피리딘-3-일}-5-N-[(2R)-1,1,1- 트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	A	A
164		(9S)-8-N-(4-에틸닐피리딘-2-일)-5- N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2,4,6-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	A	A

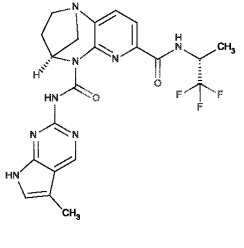
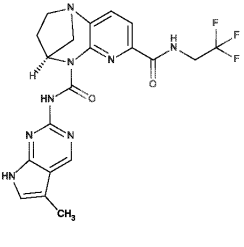
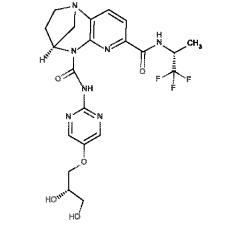
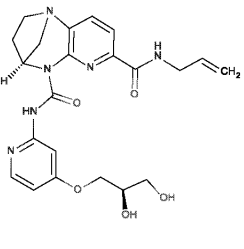
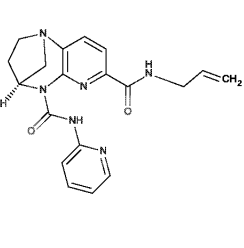
[3298]

165		(9S)-8-N-[4-(2-옥소-1,3-옥사졸리딘-3-일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
166		(9S)-8-N-(7H-퓨린-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
167		(9S)-8-N-(4-아세트아미도피리딘-2-일)-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
168		(9S)-8-N-[5-(메틸카르바모일)피리딘-2-일]-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
169		(9S)-8-N-[6-(2-메틸-1,3-옥사졸-5-일)피리미딘-4-일]-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A

[3299]

170		(9S)-8-N-{1H-피라졸로[3,4-c]피리딘-5-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
171		(9S)-5-N-벤질-8-N-{4-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
172		(9S)-8-N-[5-(프로판-2-일)피리딘-2-일]-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
173		(9S)-8-N-{5-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리미딘-2-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
174		(9S)-8-N-(5-시클로프로필피리딘-2-일)-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A

[3300]

175		(9S)-8-N-{5-메틸-7H-피콜로[2,3-d]피리미딘-2-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
176		(9S)-8-N-{5-메틸-7H-피콜로[2,3-d]피리미딘-2-일}-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
177		(9S)-8-N-{5-[(2S)-2,3-디히드록시프로폭시]피리미딘-2-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
178		(9S)-8-N-{4-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-5-N-(프로프-2-엔-1-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
179		(9S)-5-N-(프로프-2-엔-1-일)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A

[3301]

180		(9S)-8-N-{4-[(2-히드록시에틸)카르바모일]피리딘-2-일}-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
181		(9S)-8-N-{1H-피롤로[2,3-c]피리딘-5-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
182		(9S)-8-N-[4-(1H-1,2,3-트리아졸-1-일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
183		(9S)-5-N-(2,2-디플루오로프로필)-8-N-{4-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
184		(9S)-8-N-{4-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-5-N-[(1R)-2,2,2-트리플루오로-1-페닐에틸]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A

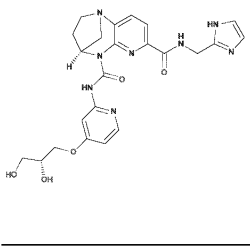
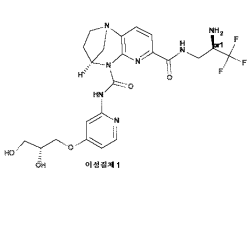
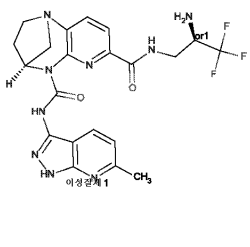
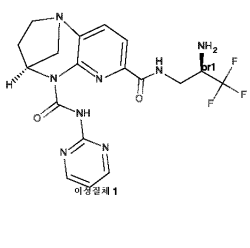
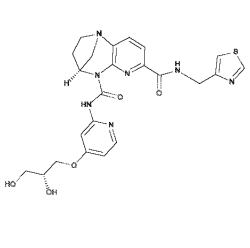
[3302]

185		(9S)-8-N-(1-메틸-4-옥소-1,4-디히드로피리딘-3-일)-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도테카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
186		(9S)-8-N-[4-(2-아미노에톡시)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도테카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
187		(9S)-8-N-{4-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-5-N-[(3-플루오로페닐)메틸]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도테카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
188		(9S)-8-N-(1-메틸-4-옥소-1,4-디히드로피리딘-3-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도테카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
189		(9S)-8-N-{6-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리미딘-4-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도테카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A

[3303]

190		(9S)-8-N-(1,2-티아졸-3-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
191		(9S)-8-N-(1,3-티아졸-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
192		(9S)-8-N-{3H-이미다조[4,5-c]피리딘-6-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
193		(9S)-8-N-{6-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리다진-3-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
194		(9S)-8-N-{5-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피라진-2-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A

[3304]

195		(9S)-8-N-{4-[(2R)-2,3- 디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}- 5-N-(1H-이미다졸-2-일메틸)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2,4,6-트리엔-5,8- 디카르복사미드	B	A
196		(9S)-5-N-[(2R)-2-아미노-3,3,3- 트리플루오로프로필]-8-N-{4-[(2R)- 2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2- 일}-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복사미드	B	A
197		(9S)-5-N-[(2R)-2-아미노-3,3,3- 트리플루오로프로필]-8-N-{6-메틸- 1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일}- 1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복사미드	B	A
198		(9S)-5-N-[(2R)-2-아미노-3,3,3- 트리플루오로프로필]-8-N- (피리미딘-2-일)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2,4,6-트리엔-5,8- 디카르복사미드	B	A
199		(9S)-8-N-{4-[(2R)-2,3- 디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}- 5-N-(1,3-티아졸-4-일메틸)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복사미드	B	A

[3305]

200		(9S)-5-N-(1-히드록시-2-메틸프로판-2-일)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
201		(9S)-5-(N',N'-디메틸히드라진카르보닐)-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-8-카르복사미드	B	A
202		(9S)-5-N-(2-히드록시-2-메틸프로필)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
203		(9S)-5-N-[(2R)-2-히드록시프로필]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
204		(9S)-5-N-시클로프로필-8-N-(피리미딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A

[3306]

205		(9S)-5-N-시클로프로필-8-N-(5-플루오로-6-메틸피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
206		(9S)-5-N-시클로부틸-8-N-(피라진-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
207		(9S)-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-[(2S)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
208		(9S)-5-N-[(2S)-옥솔란-2-일메틸]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
209		(9S)-5-N-(4-히드록시-2-메틸부탄-2-일)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A

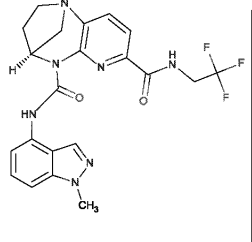
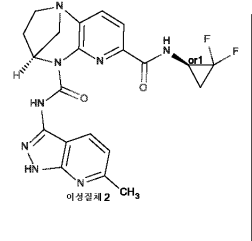
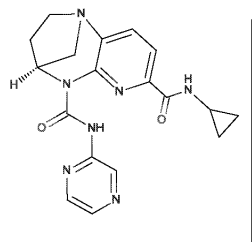
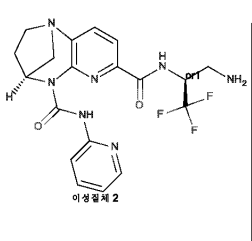
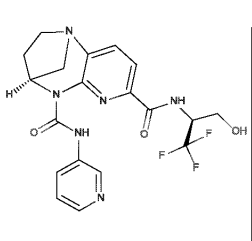
[3307]

210		(9S)-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-[(1r,3r)-3-히드록시시클로부틸]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
211		(9S)-5-N-[(2S)-2-히드록시프로필]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
212		(9S)-5-N-메틸-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
213		6-{[(9S)-5-[(2,2,2-트리플루오로에틸)카르바모일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-8-카르보닐]아미노}피리딘-3-카르복실산	B	A
214		(9S)-5-N-[(2R)-2-히드록시-3-메톡시프로필]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A

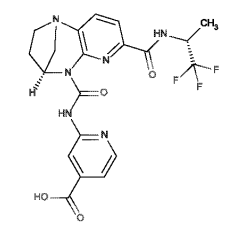
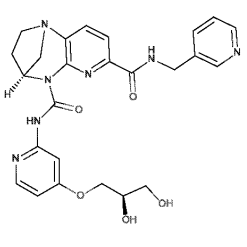
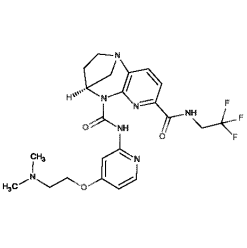
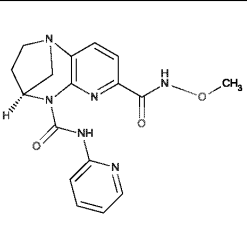
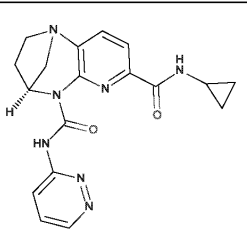
[3308]

215		(9S)-5-N-시클로프로필-8-N-(5-메틸피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
216		(9S)-5-N-시클로프로필-8-N-(1-메틸-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
217		(9S)-8-N-[(디메틸카르바모일)메틸]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
218		(9S)-5-N-(3-히드록시프로필)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
219		(9S)-5-N-(시클로프로필메틸)-8-N-(피리미딘-4-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A

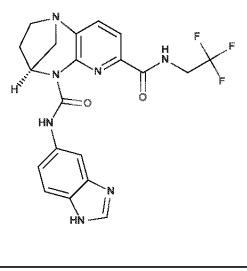
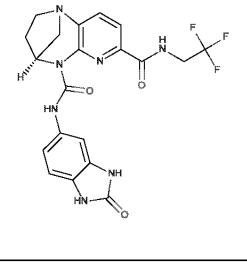
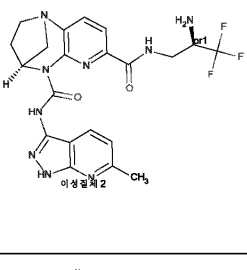
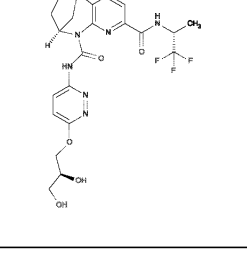
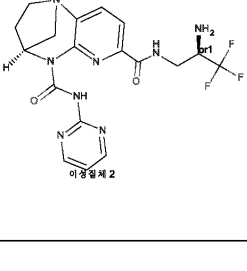
[3309]

220		(9S)-8-N-(1-메틸-1H-인다졸-4-일)-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
221		(9S)-5-N-[(1R)-2,2-디플루오로시클로프로필]-8-N-{6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일}-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
222		(9S)-5-N-시클로프로필-8-N-(피라진-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
223		(9S)-5-N-[(2S)-3-아미노-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
224		(9S)-8-N-(피리딘-3-일)-5-N-[(2S)-1,1,1-트리플루오로-3-히드록시프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A

[3310]

225		2-[[[(9S)-5-[[[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]카르바모일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-8-카르보닐]아미노}피리딘-4-카르복실산	B	A
226		(9S)-8-N-{4-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-5-N-(피리딘-3-일메틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	B	A
227		(9S)-8-N-{4-[2-(디메틸아미노)에톡시]피리딘-2-일}-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	B	A
228		(9S)-5-N-메톡시-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	B	A
229		(9S)-5-N-시클로프로필-8-N-(피리다진-3-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	B	A

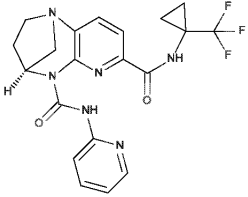
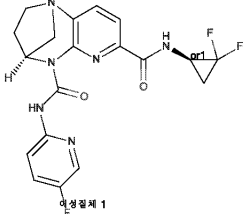
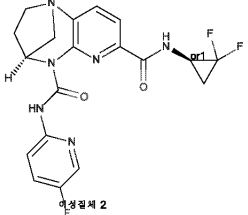
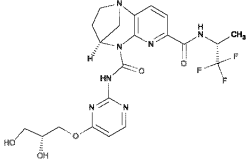
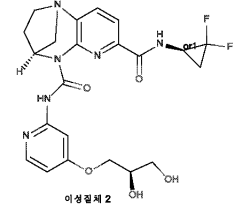
[3311]

231		(9S)-8-N-(1H-1,3-벤조디아졸-5-일)-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
232		(9S)-8-N-(2-옥소-2,3-디히드로-1H-1,3-벤조디아졸-5-일)-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	C	B
233		(9S)-5-N-[(2R)-2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필]-8-N-{6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일}-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
234		(9S)-8-N-{6-[(2S)-2,3-디히드록시프로폭시]피리다진-3-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
235		(9S)-5-N-[(2R)-2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필]-8-N-(피리미딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A

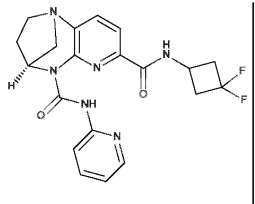
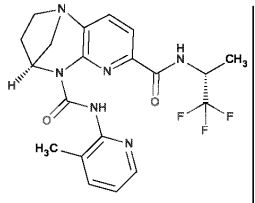
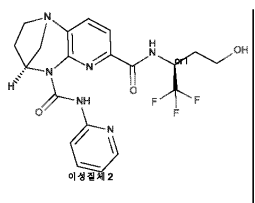
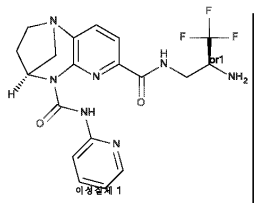
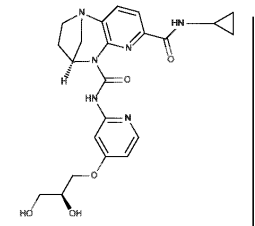
[3312]

236		(9S)-5-N-[(3-플루오로페닐)메틸]-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
237		(9S)-8-N-(피라진-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
238		(9S)-8-N-(5-플루오로-4-메틸피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
239		(9S)-8-N-(3,5-디플루오로피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
240		(9S)-8-N-{4-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-5-N-[(4-플루오로페닐)메틸]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A

[3313]

241		(9S)-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-[1-(트리플루오로메틸)시클로프로필]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
242		(9S)-5-N-[(1R)-2,2-디플루오로시클로프로필]-8-N-(5-플루오로피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
243		(9S)-5-N-[(1R)-2,2-디플루오로시클로프로필]-8-N-(5-플루오로피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
244		(9S)-8-N-{4-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리미딘-2-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
245		(9S)-5-N-[(1R)-2,2-디플루오로시클로프로필]-8-N-{4-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A

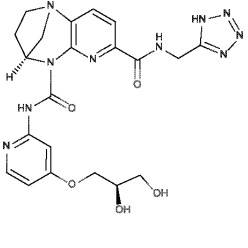
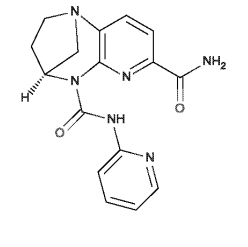
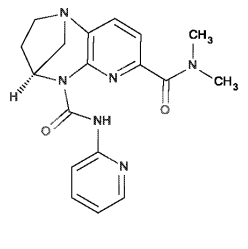
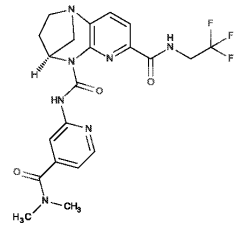
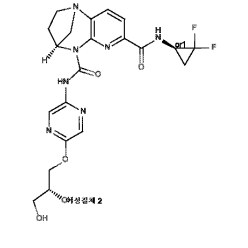
[3314]

246		(9S)-5-N-(3,3- 디플루오로시클로부틸)-8-N- (피리딘-2-일)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	A	A
247		(9S)-8-N-(3-메틸피리딘-2-일)-5-N- [(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2- 일]-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	B	A
248		(9S)-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-[(2S)- 1,1,1-트리플루오로-4- 히드록시부탄-2-일]-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	B	A
249		(9S)-5-N-[(2S)-2-아미노-3,3,3- 트리플루오로프로필]-8-N-(피리딘- 2-일)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	B	A
250		(9S)-5-N-시클로프로필-8-N-{4- [(2S)-2,3- 디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}- 1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	A	A

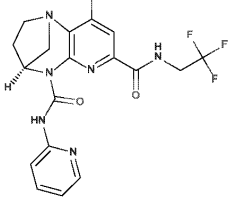
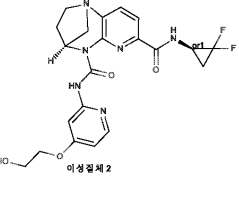
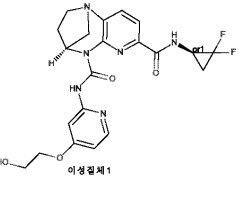
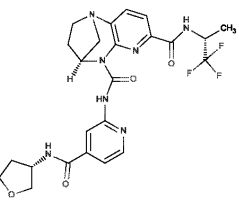
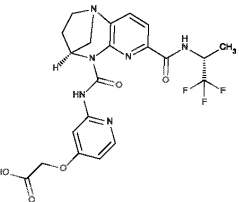
[3315]

251		(9S)-8-N-(1,2-옥사졸-3-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
252		(9S)-3-메틸-8-N-[4-(2-메틸-1,3-옥사졸-5-일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	B
253		(9S)-5-N-(2-메틸부트-3-인-2-일)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
254		(9S)-5-N-메틸-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A
255		(9S)-5-N-시클로프로필-8-N-(2-메틸-1,3-옥사졸-4-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	A

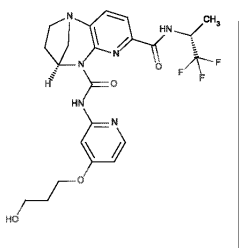
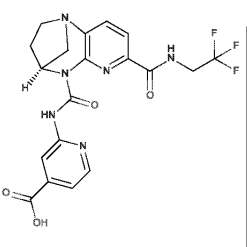
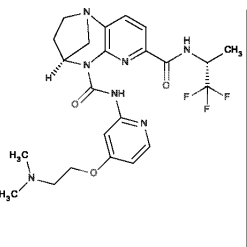
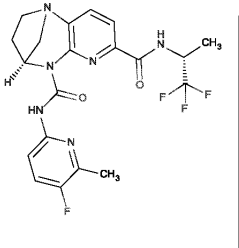
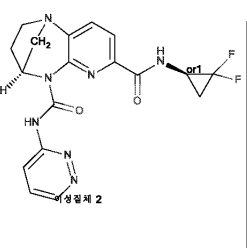
[3316]

256		(9S)-8-N-{4-[(2R)-2,3- 디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}- 5-N-(1H-1,2,3,4-테트라졸-5-일메틸)- 1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	B	A
257		(9S)-8-N-(피리딘-2-일)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	B	A
258		(9S)-5-N,5-N-디메틸-8-N-(피리딘-2- 일)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	C	B
259		(9S)-8-N-[4- (디메틸카르바모일)피리딘-2-일]-5- N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	B	A
260		(9S)-5-N-[(1R)-2,2- 디플루오로시클로프로필]-8-N-{5- [(2R)-2,3- 디히드록시프로폭시]피라진-2-일}- 1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	B	A

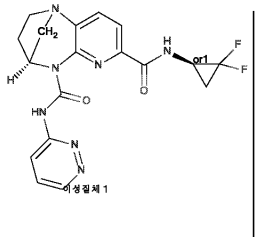
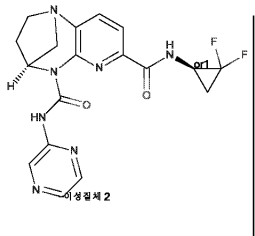
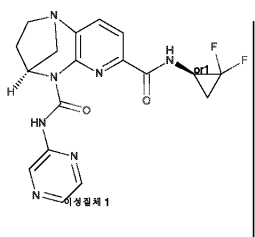
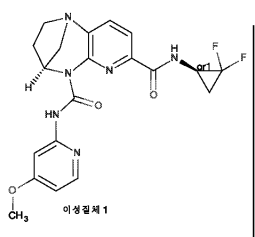
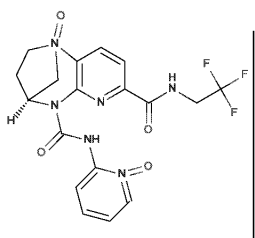
[3317]

261		(9S)-3-히드록시-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
262		(9S)-5-N-[(1R)-2,2-디플루오로시클로프로필]-8-N-[4-(2-히드록시에톡시)피리딘-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
263		(9S)-5-N-[(1R)-2,2-디플루오로시클로프로필]-8-N-[4-(2-히드록시에톡시)피리딘-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	B	A
264		(9S)-8-N-(4-{[(3S)-옥솔란-3-일]카르바모일}피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	C	B
265		2-[(2-{[(9S)-5-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]카르바모일}-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-8-카르보닐]아미노}피리딘-4-일)옥시]아세트산	B	A

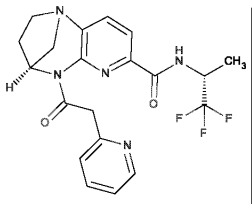
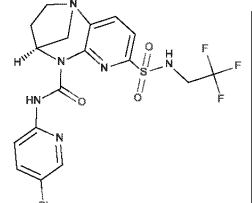
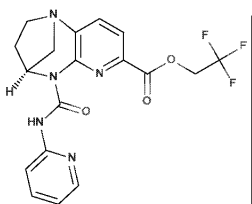
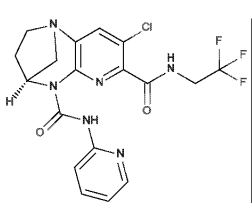
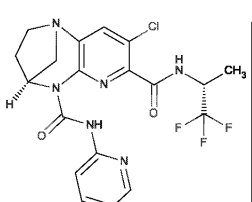
[3318]

266		(9S)-8-N-[4-(3- 히드록시프로폭시)피리딘-2-일]-5- N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판- 2-일]-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	A	A
267		2-{[(9S)-5-[(2,2,2- 트리플루오로에틸)카르바모일]- 1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-8- 카르보닐]아미노}피리딘-4- 카르복실산	B	A
268		(9S)-8-N-{4-[2- (디메틸아미노)에톡시]피리딘-2- 일}-5-N-[(2R)-1,1,1- 트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	B	A
269		(9S)-8-N-(5-플루오로-6-메틸피리딘- 2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1- 트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	A	A
270		(9S)-5-N-[(1R)-2,2- 디플루오로시클로프로필]-8-N- (피리다진-3-일)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2,4,6-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	A	A

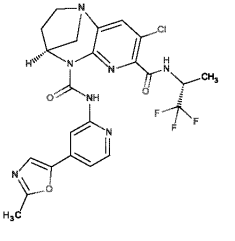
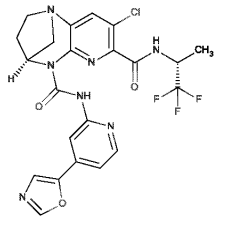
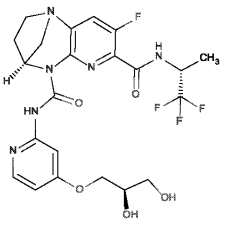
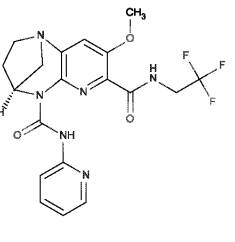
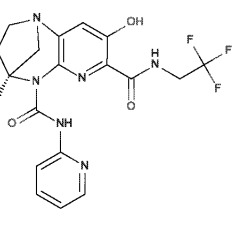
[3319]

271		(9S)-5-N-[(1R)-2,2- 디플루오로시클로프로필]-8-N- (피리다진-3-일)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2,4,6-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	B	A
272		(9S)-5-N-[(1R)-2,2- 디플루오로시클로프로필]-8-N- (피라진-2-일)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	A	A
273		(9S)-5-N-[(1R)-2,2- 디플루오로시클로프로필]-8-N- (피라진-2-일)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	B	A
274		(9S)-5-N-[(1R)-2,2- 디플루오로시클로프로필]-8-N-(4- 메톡시피리딘-2-일)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	B	A
275		(9S)-1-옥소-8-N-(1-옥소-1λ⁵-피리딘- 2-일)-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)- 1λ⁵,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복스아미드	C	A

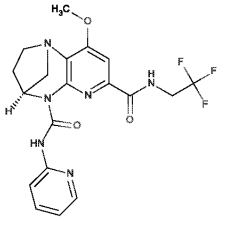
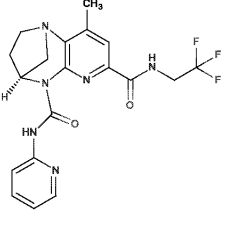
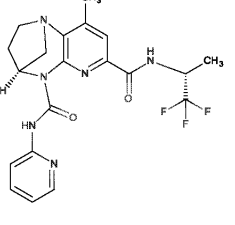
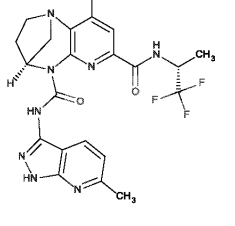
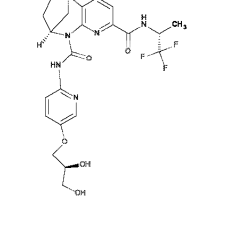
[3320]

276		(9S)-8-[2-(피리딘-2-일)아세틸]-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5-카르복사미드	C	B
277		(9S)-N-(5-클로로피리딘-2-일)-5-[(2,2,2-트리플루오로에틸)술파모일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-8-카르복사미드	C	B
278		2,2,2-트리플루오로에틸 (9S)-8-[(피리딘-2-일)카르바모일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5-카르복실레이트	B	A
279		(9S)-4-클로로-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A
280		(9S)-4-클로로-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	A

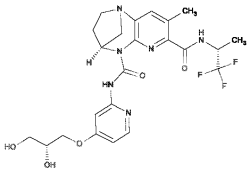
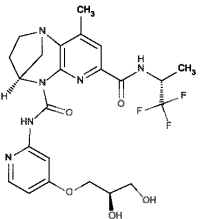
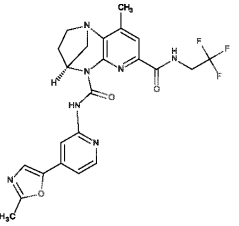
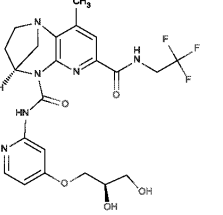
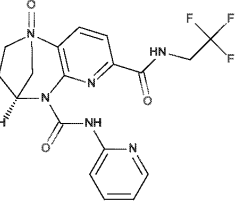
[3321]

281		(9S)-4-클로로-8-N-[4-(2-메틸-1,3-옥사졸-5-일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복스아미드	B	A
282		(9S)-4-클로로-8-N-[4-(1,3-옥사졸-5-일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
283		(9S)-8-N-{4-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-4-플루오로-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
284		(9S)-4-메톡시-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
285		(9S)-4-히드록시-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A

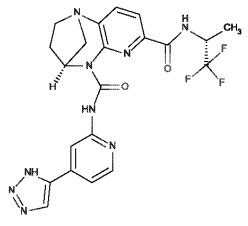
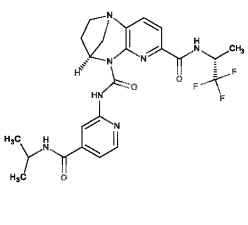
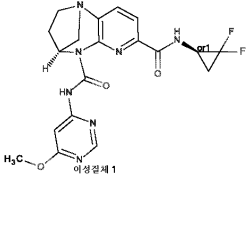
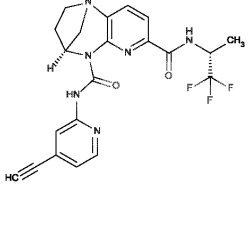
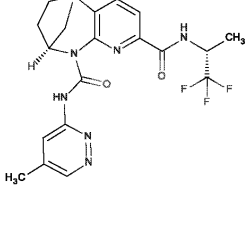
[3322]

286		(9S)-3-메톡시-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
287		(9S)-3-메틸-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-(2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
288		(9S)-3-메틸-8-N-(피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
289		(9S)-3-메틸-8-N-{6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A
290		(9S)-8-N-{5-[(2S)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-3-메틸-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	A

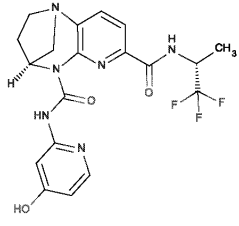
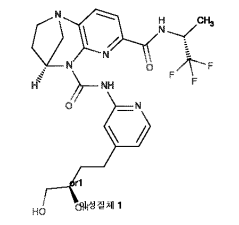
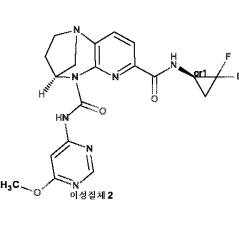
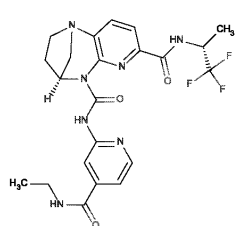
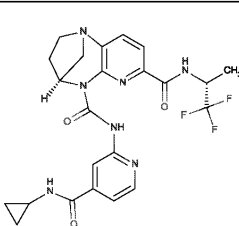
[3323]

291		(9S)-8-N-{4-[(2R)-2,3- 디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}- 4-메틸-5-N-[(2R)-1,1,1- 트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복사미드	A	B
292		(9S)-8-N-{4-[(2R)-2,3- 디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}- 3-메틸-5-N-[(2R)-1,1,1- 트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복사미드	A	B
293		(9S)-3-메틸-8-N-[4-(2-메틸-1,3- 옥사졸-5-일)피리딘-2-일]-5-N- (2,2,2-트리플루오로에틸)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복사미드	A	B
294		(9S)-8-N-{4-[(2R)-2,3- 디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}- 3-메틸-5-N-(2,2,2- 트리플루오로에틸)-1,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복사미드	A	B
295		(9S)-1-옥소-8-N-(피리딘-2-일)-5-N- (2,2,2-트리플루오로에틸)-1λ ⁵ ,6,8- 트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데 카-2(7),3,5-트리엔-5,8- 디카르복사미드	B	A

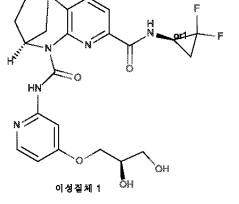
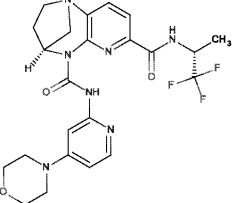
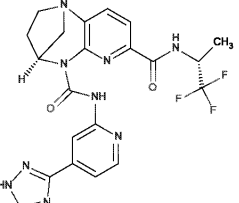
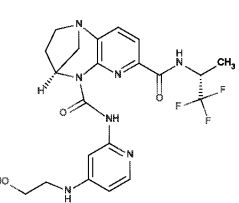
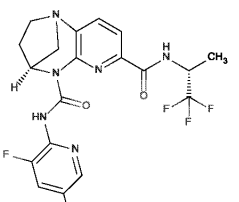
[3324]

296		(9S)-8-N-[4-(1H-1,2,3-트리아졸-5-일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	B
297		(9S)-8-N-{4-[(프로판-2-일)카르바모일]피리딘-2-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	B
298		(9S)-5-N-[(1R)-2,2-디플루오로시클로프로필]-8-N-(6-메톡시피리미딘-4-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	B	B
299		(9S)-8-N-(4-에티닐피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	B
300		(9S)-8-N-(5-메틸피리다진-3-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복스아미드	A	B

[3325]

301		(9S)-8-N-(4-히드록시피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	B
302		(9S)-8-N-{4-[(3R)-3,4-디히드록시부틸]피리딘-2-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	B
303		(9S)-5-N-[(1R)-2,2-디플루오로시클로프로필]-8-N-(6-메톡시피리미딘-4-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	B
304		(9S)-8-N-[4-(에틸카르바모일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	B
305		(9S)-8-N-[4-(시클로프로필카르바모일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	B

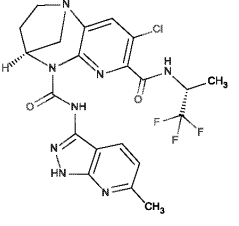
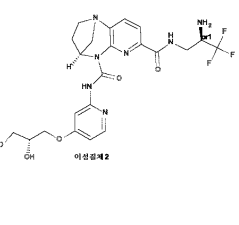
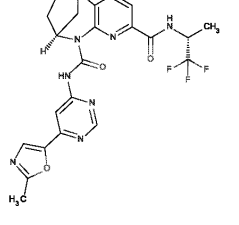
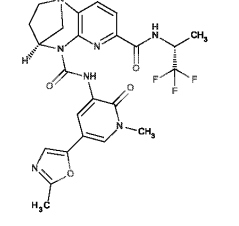
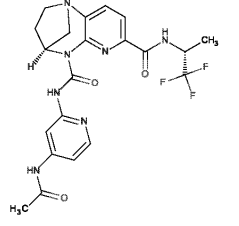
[3326]

306		(9S)-5-N-[(1R)-2,2-디플루오로시클로프로필]-8-N-{4-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도테카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사아미드	B	B
307		(9S)-8-N-[4-(모르폴린-4-일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도테카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사아미드	A	B
308		(9S)-8-N-[4-(2H-1,2,3,4-테트라졸-5-일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도테카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사아미드	A	B
309		(9S)-8-N-{4-[(2-히드록시에틸)아미노]피리딘-2-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도테카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사아미드	A	B
310		(9S)-8-N-(3,5-디플루오로피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도테카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사아미드	B	B

[3327]

311		(9S)-8-N-{4-[(2-히드록시에틸)아미노]피리딘-2-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	B
312		(9S)-8-N-[4-(모르폴린-4-일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	B
313		(9S)-8-N-[4-(2H-1,2,3,4-테트라졸-5-일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	B
314		(9S)-8-N-{4-[(2-히드록시에틸)아미노]피리딘-2-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	B
315		(9S)-8-N-{4-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-5-N-(프로프-2-엔-1-일)-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	B

[3328]

316		(9S)-4-클로로-8-N-{6-메틸-1H-피라졸로[3,4-b]피리딘-3-일}-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	B
317		(9S)-5-N-[(2R)-2-아미노-3,3,3-트리플루오로프로필]-8-N-{4-[(2R)-2,3-디히드록시프로폭시]피리딘-2-일}-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	B	B
318		(9S)-8-N-[6-(2-메틸-1,3-옥사졸-5-일)피리미딘-4-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	B
319		(9S)-8-N-[1-메틸-5-(2-메틸-1,3-옥사졸-5-일)-2-옥소-1,2-디히드로피리딘-3-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	B
320		(9S)-8-N-(4-아세트아미도피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0 ^{2,7}]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	B

[3329]

321		(9S)-8-N-[4-(1H-피라졸-4-일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	B
322		(9S)-8-N-[4-(1H-1,2,4-트리아졸-5-일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	B
323		(9S)-8-N-[4-(1H-피라졸-3-일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2(7),3,5-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	B
324		(9S)-8-N-(4-메탄술폰아미도피리딘-2-일)-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	B
325		(9S)-8-N-[4-(2-시클로프로필-1,3-티아졸-5-일)피리딘-2-일]-5-N-[(2R)-1,1,1-트리플루오로프로판-2-일]-1,6,8-트리아자트리시클로[7.2.1.0²,⁷]도데카-2,4,6-트리엔-5,8-디카르복사미드	A	B

[3330]

[3331] 실시예 326

[3332] 본 발명은 세포의 수명을 증가시키며, 예를 들어 노화 또는 스트레스와 관련된 질환 또는 장애, 당뇨병, 비만, 신경변성 질환, 심혈관 질환, 혈액 응고 장애, 염증, 암 및/또는 홍조 뿐만 아니라 증가된 미토콘드리아 활성으로부터 이익을 얻을 질환 또는 장애를 포함하나, 이에 제한되지는 않는 매우 다양한 질환 및 장애를 치료 및/또는 예방하기에 유용한 것으로 과학 문헌에 공지된 시르투인 조정제에 관한 것이다.

[3333] 치료 잠재력 이외에도, SIRT1 활성 및 소분자 시르투인 조정제에 의한 활성화의 구조적 및 생물물리학적 연구는 시르투인의 생물학적 기능, 시르투인 활성화의 작용 메카니즘의 이해를 발전시키고, 신규 시르투인 조정제를 확인하는 검정의 개발을 보조하기에 유용할 것이다.

[3334] 상기에 기초하여, 하기 참고 문헌 각각이 시르투인 조정제로서의 본 발명의 화합물의 유용성 및 그와 하기 참고 문헌에 예시 또는 개시된 바와 같은 다양한 질환의 상호연관성을 증명하기 위해 인용된다:

[3335] 1. Marcia C. Haigis and David A. Sinclair, Mammalian Sirtuins: Biological Insights and Disease

Relevance, Annu Rev Pathol. 2010 ; 5: 253-295.

[3336] 하이거스 및 싱클레어는 하기를 교시하고 있다:

[3337] "노화는 질환 예컨대 제II형 당뇨병, 신경변성 질환, 암, 및 심혈관 질환으로부터의 증가된 발생률 및 사망률로 이어지는 다발성 기관계의 건강한 기능의 저하를 동반한다. 역사적으로, 연구원은 더 우수한 약물을 설계하기를 희망하여, 질환의 근본 원인을 확인하기 위한 전략으로서 단리된 기관에서의 개별 경로를 조사하는데 집중해 왔다. 효모에서의 노화의 연구는 유기체의 수명 및 전반적 건강을 증가시키는 다중 경로에 영향을 미치는 시르투인으로서 공지된 보존된 효소의 패밀리의 발견으로 이어졌다. 10년 전에 가장 먼저 공지된 포유동물 시르투인인 SIRT1의 발견 이래로, 시르투인, 그의 조절, 및 포유동물 생리학 및 건강 수명을 광범위하게 개선시키는 것에 대한 그의 능력의 우리의 효소학적 이해에 있어서 주요한 발전이 이루어져 왔다. 본 종설논문은 지난 10년의 발견 발전사항 및 내년도에 본 분야가 직면할 과제를 요약 및 논의한다 (그의 요약 및 참고문헌 참조)."

[3338] 2. Gizem Donmez¹ et al., SIRT1 and SIRT2: emerging targets in neurodegeneration, EMBO Mol Med (2013) 5, 344-352.

[3339] 기젬 돈메즈¹ 등은 하기를 교시하고 있다:

[3340] "시르투인은 연령-관련 질환 예컨대 암, 당뇨병, 심혈관 및 신경변성 질환에 대해 보호 효과를 갖는 것으로 공지된 NAD-의존성 단백질 데아세틸라제이다. 포유동물에서, 7종의 시르투인 (SIRT1-7)이 존재하며, 이는 세포하국제화 및 기능에 있어서 다양성을 나타낸다. SIRT1은 그와 수명 연장의 초기 연관성 및 칼로리 제한에서의 수반으로 인해 광범위하게 조사되어 왔으며, 다른 시르투인의 중요한 생물학적 및 치료적 역할은 단지 최근에 인식된 바 있다. 여기서, 우리는 신경변성 질환에서의 SIRT1 및 SIRT2의 잠재적 역할 및 효과를 검토한다. 우리는 알츠하이머병 (AD), 파킨슨병 (PD) 및 헌팅턴병 (HD)을 포함한 다양한 신경변성 질환에서의 SIRT1 및 SIRT2의 상이한 기능 및 표적을 논의한다. 우리는 또한 신경변성 상태에서 가능한 연관성으로 인해 뉴런 분화에서의 SIRT1의 역할을 커버하며, 이들 장애에서의 SIRT1 및 SIRT2의 잠재적 치료 가치에 대한 전망으로 결론짓는다 (그의 요약 및 참고문헌 참조)."

[3341] 3. Bracke et al., Targeted silencing of DEFB4 in a bioengineered skin-humanized mouse model for psoriasis: development of siRNA SECosome-based novel therapies; Exp Dermatol. 2014 Mar;23(3):199-201. doi: 10.1111/exd.12321.

[3342] 특히, 브라케 등은 하기를 교시하고 있다:

[3343] "건선은 매우 다양한 임상 징후를 제시하는 복합 염증성 피부 질환이다. 인간 β 데펜신-2 (hBD-2)는 건선성 병변에서 고도로 상향조절되며, 질환 활성에 대한 바이오마커로서 정의된 바 있다. 우리는 건선에 대한 생체공학 피부-인간화 마우스 모델에서 DEFB4-siRNA-함유 SECosome의 국소 적용에 의해 hBD-2를 표적화하는 것의 잠재적 이익을 연구하였다. 건선성 표현형에서의 유의한 개선이 조직학적 검사에 의해, 피부 아키텍처의 정상화 및 피부 구획 내 혈관의 수 및 크기에서의 감소와 함께 관찰되었다. 치료는 정상 재생 인간 피부에서 발견되는 것들과 유사한 수준으로 트랜스글루타미나제 활성, 필라그린 발현 및 각질층 외관의 회복으로 이어진다. SECosome 기술의 사용과 함께 건선에 대한 신뢰성있는 피부-인간화 마우스 모델의 생체이용률은 이러한 질환에 대한 잠재적 치료 표적을 확인하기 위한 가치있는 전임상 도구를 제공할 수 있다."

[3344] 4. Karline Guilloteau et al., Skin Inflammation Induced by the Synergistic Action of IL-17A, IL-22 Recapitulates Some Features of Psoriasis Oncostatin M, IL-1a, and TNF-a, J Immunol 2010; 184:5263-5270.

[3345] 길로토 등은 하기를 교시하고 있다:

[3346] "각질세포는 환경 및 면역 세포 자극에 반응하는 피부 염증의 조절에서 결정적인 역할을 한다. 이들은 면역 세포 상에서 또는 직접 공격자 상에서 자가분비 또는 주변분비 방식으로 작용할 수 있는 가용성 인자를 생산한다. 각질세포 유전자 발현에 대한 36종의 시토카인의 활성의 스크리닝은 IL-17A, IL-22, 온코스타틴 M, TNF-a, 및 IL-1a가 피부 염증을 유발함에 있어서 강력한 시토카인인 것으로 확인시켰다. 이들 5종의 염증유발 시토카인은 CXCL8 및 b-데펜신 2 (BD2)의 생산을 상승작용적으로 증가시켰다. 추가로, 인간 피부 외식편에 대한 생체외 연구는 시토카인의 동일한 조합에 반응하는 BD2, S100A7, 및 CXCL8 발현의 상향조절을 증명하였다. 마우스에서의 이들 5종의 시토카인의 생체내 피내 주사는 호중구 침윤과 연관된 CXCL1, CXCL2, CXCL3, S100A9, 및 BD3 발현을 증가시켰다. 우리는 정량적 실시간 PCR 분석을 사용하여 이러한 상승작용적 효과를 확인 및 확장시켰으며, 9종

의 케모카인 및 12종의 항미생물 펩티드의 증가된 발현을 관찰하였다. 이러한 시토카인 조합의 존재 하에 자극된 각질세포에 의한 CXCL, CXCL5, 및 CXCL8의 생산은 증가된 호중구 화학주성 활성화와 연관되어 있었다. 유사하게, BD2, BD3, 및 S100A7의 높은 생산은 증가된 항미생물 활성화와 연관되어 있었다. 최종적으로, 염증성 각질세포의 이러한 시험관내 모델에서 관찰된 전사 프로파일은 병변 건선성 피부 중 1종과 상관관계가 있었다. 우리의 결과는 각질세포에 대한 IL-17A, IL-22, 온코스타틴 M, TNF- α , 및 IL-1 α 의 중요한 강화 활성을 증명한다. 이는 이들 시토카인이 과다발현되고 상승작용하여 케모카인 및 항미생물 펩티드 생산의 상향조절에 있어서 중요한 역할을 할 수 있는 건선의 맥락에서 특히 흥미롭다. The Journal of Immunology, 2010, 184: 5263-5270 (그의 요약 및 참고문헌 참조)".

[3347]

실시에 327

[3348]

검정의 설명:

[3349]

PBMC 검정

[3350]

시르투인 1 (Sirt1)은 침묵 정보 조절인자 2 (Sir2)의 상동체 및 NAD 의존성 클래스 III 히스톤 데아세틸라제의 구성원이다. Sirt1은 히스톤, 전사 인자 및 비히스톤 단백질 상의 리신 잔기를 탈아세틸화시킨다. Sirt1은 노화, 세포 주기 조절, 아포토시스, 대사 조정 및 염증에 수반되는 것으로 제시된 바 있다. Sirt1의 활성화는, NF- κ B 전사를 억제하고 TNF알파의 수준을 하향조절하는 핵 인자 κ B (NF- κ B) 전사 인자의 RelA/p65 서브유닛의 리신 310에서의 탈아세틸화를 유발한다. TNF알파는 대식세포 및 단핵구에 의해 주로 생산되는 다면발현성 시토카인이다. TNF알파는 건선을 포함한 면역 방어 및 만성 염증에 밀접하게 수반된다. 제1형 시토카인 예컨대 TNFa의 발현은 건선성 피부에서 증가되는 것으로 공지되었으며, 이는 건선의 병인에 있어서 중요한 역할을 한다 (Uyemura K et al., 1993, J. Invest Dermatol, 101, p701). 중요하게, 항-TNF 작용제는 건선에 대해 임상적으로 사용되어 왔다. 따라서, 염증 세포에서 TNFa 발현의 감소를 유발하는 Sirt1 활성화제는 중등도 내지 중증 건선 환자에서 치료 효과를 가져야 한다.

[3351]

PBMC/TNF알파 세포 기반 검정은 말초 혈액 단핵 세포 (PBMC)의 리포폴리사카라이드 (LPS) 자극에 반응하는 TNF알파의 방출을 억제하는 Sirt1의 활성화제를 확인하기 위해 개발되었다. 간략하게, PBMC는 LPS에 의해 자극되어, TNF알파 분비의 생산의 증가로 이어졌다. TNF알파 단백질 수준은 TNF알파 HTRF (균질 시간 분해 형광) 키트 (시스마이오, 인크.)에 의해 측정하였다. 세포 용해 및 TNF알파 검출은 제조업체의 지침에 따라 수행하였다. Sirt1 활성화제를 TNFa 방출에 대한 그의 억제 효과를 평가하기 위해 LPS의 존재 하에 시험하였으며, IC50은 용량-반응 실험에서 결정하였다.

[3352]

베타-데펜신 2 (bd2) 검정

[3353]

시르투인은 광범위한 생리학적 기능을 갖는 NAD-의존성 데아세틸라제의 패밀리이며, 류마티스 관절염 및 제I형 당뇨병을 포함한 다수의 자가면역 및 대사 장애에 연루된 바 있다. SIRT1의 기질은 다양하며, 선천성 및 적응성 면역 반응에 있어서 잘 확립된 역할을 갖는 염증 요인 예컨대 NF- κ B, AP-1, FOXO, 및 p53을 포함한다.

[3354]

건선은 유전, 자가면역 및 환경 요인에 의해 유발된 만성 염증성 피부 장애이다. 병변은 표피에서의 각질세포의 과다증식 및 백색 인편에 의해 덮인 만성 홍반성 플라크를 유발하는 염증 세포의 침윤을 특징으로 한다. 이전의 연구는 SIRT1이 STAT3 아세틸화의 직접 억제를 통해, 건선에서의 주요 시토카인인 IL-22의 효과를 방해할 수 있다는 것을 제시한 바 있다 (Sestito et al., 2011). 추가로, SIRT1 과다발현 및 레스베라트롤 처리 (SIRT1 활성화) 둘 다는 각질세포 분화를 유발할 수 있다 (Blander et al., 2009).

[3355]

베타-데펜신 2 (bd2)는 상피로부터 분비될 수 있는 항미생물 펩티드이며, 여기서 이는 기억 T-세포, 미성숙 수지상 세포, 및 호중구에 대한 화학유인물질로서 작용한다. 이와 같이, bd2는 피부에서 염증 반응의 주요 부분이다. bd2는 정상 피부와 비교하여 건선 환자의 병변 표피 세포에서 유도될 뿐만 아니라 건선 환자에서의 질환 중증도에 대한 혈청 바이오마커이다 (Jansen et al., 2009; Kamsteeg et al. 2009). 추가로, bd2는 최근 연구가 증가된 베타-데펜신 유전자 카피수와 건선 위험 사이의 유의한 연관성을 밝혀냄에 따라 유전학적으로 건선과 연관될 수 있다 (Hollox et al., 2008). 중요하게, bd2 siRNA의 국소 전달은 건선에 대한 생체공학적 피부-인간화 마우스 모델에서 정상 피부 아키텍처 및 단백질 발현의 회복을 유발하였다 (Bracke et al., 2014).

[3356]

건선성 염증을 모방하도록 생성된 시험관내 각질세포 염증 검정은 이전에 기재되었다 (Guilloteau et al., 2010; Teng et al. 2014). 이들 연구에서, IL-1알파, IL-17A, IL-22, OSM, 및 TNF알파 ("M5"로 지칭됨)의 시토카인 콕테일은 시험관내 1차 인간 각질세포에서 "건선형" 전사 프로파일을 생성하도록 상승작용하는 것으로

밝혀졌다. 이들 연구에서, bD2는 각질세포 염증의 유발에 대한 가장 강한 반응인자 중 1종이었다.

- [3357] 따라서, 본 검정은 추가로 국소 건선 프로그램에 대한 SIRT1 활성화제 화합물의 효능을 평가하기 위해 개발되었다. 구체적으로, 조건은 건선성 염증을 유발하도록 M5 시토카인 조합물로 시험관내 처리된 불멸화 인간 각질세포 세포주 (HaCaT)에 대해 최적화되었다 (상기 참고문헌에서와 같음). 48시간의 시간 프레임에서, bD2 분비는 bD2 ELISA 검정 (알파 다이아그노스틱스)에 의해 측정 시에 비자극된 각질세포와 비교하여 현저하게 증가된다. 이러한 bD2 유발은 건선성 염증을 억제하는 것으로 공지된 화합물의 처리로, 또는 중요하게는 SIRT1 활성화제의 하위세트에 의해 억제될 수 있다. 병행하여, 48시간의 검정의 길이에 걸친 세포독성을 셀타이터-글로 발광 세포 생존을 검정 (프로메가)에 의해 확인하여 독성이 bD2 반응에 있어서 역할을 할 수 있는지의 여부를 결정하였다.
- [3358] 참고문헌:
- [3359] Blander G, Bhimavarapu A, Mammone T, Maes D, Elliston K, Reich C, Matsui MS, Guarente L, Loureiro JJ. SIRT1 promotes differentiation of normal human keratinocytes. *J Invest Dermatol*. 2009 Jan;129(1):41-9.
- [3360] Bracke S, Carretero M, Guerrero-Aspizua S, Desmet E, Illera N, Navarro M, Lambert J, Del Rio M. Targeted silencing of DEFB4 in a bioengineered skin-humanized mouse model for psoriasis: development of siRNA SECosome-based novel therapies. *Exp Dermatol*. 2014 Mar;23(3):199-201.
- [3361] Guilloteau K, Paris I, Pedretti N, Boniface K, Juchaux F, Huguier V, Guillet G, Bernard FX, Lecron JC, Morel F. Skin Inflammation Induced by the Synergistic Action of IL-17A, IL-22, Oncostatin M, IL-1 α , and TNF α Recapitulates Some Features of Psoriasis. *J Immunol*. 2010 Mar 24.
- [3362] Jansen PA, Rodijk-Olthuis D, Hollox EJ, Kamsteeg M, Tjabringa GS, de Jongh GJ, van Vlijmen-Willems IM, Bergboer JG, van Rossum MM, de Jong EM, den Heijer M, Evers AW, Bergers M, Armour JA, Zeeuwen PL, Schalkwijk J. Beta-defensin-2 protein is a serum biomarker for disease activity in psoriasis and reaches biologically relevant concentrations in lesional skin. *PLoS One*. 2009;4(3):e4725.
- [3363] Kamsteeg M, Jansen PA, van Vlijmen-Willems IM, van Erp PE, Rodijk-Olthuis D, van der Valk PG, Feuth T, Zeeuwen PL, Schalkwijk J. Molecular diagnostics of psoriasis, atopic dermatitis, allergic contact dermatitis and irritant contact dermatitis. *Br J Dermatol*. 2010 Mar;162(3):568-78.
- [3364] Sestito R, Madonna S, Scarponi C, Cianfarani F, Failla CM, Cavani A, Girolomoni G, Albanesi C. STAT3-dependent effects of IL-22 in human keratinocytes are counterregulated by sirtuin 1 through a direct inhibition of STAT3 acetylation. *FASEB J*. 2011 Mar;25(3):916-27.
- [3365] Teng X, Hu Z, Wei X, Wang Z, Guan T, Liu N, Liu X, Ye N, Deng G, Luo C, Huang N, Sun C, Xu M, Zhou X, Deng H, Edwards CK 3rd, Chen X, Wang X, Cui K, Wei Y, Li J. IL-37 ameliorates the inflammatory process in psoriasis by suppressing proinflammatory cytokine production. *J Immunol*. 2014 Feb 15;192(4):1815-23.
- [3366] 건선 & IL-17
- [3367] 건선은 유전, 환경 및 면역병리학적 요인에 의해 영향을 받는 다인성 발병기전을 갖는 만성 재발성 염증성 자가 면역 피부 장애이다 (Griffiths CE et al., *Lancet* 2007;370:263-71). 건선은 점착성 은색 인편을 갖는 상승된 잘 구획화된 홍반성 타원형 플라크의 재발 에피소드를 특징으로 한다. 조직학적으로, 건선의 특징은 활성화된 T 세포, 호중구 및 수지상 세포에 의한 각질세포의 과다증식 및 피부 침윤에 의해 유발된 망상 돌기의 과장을 갖는 비후화된 핵형성 각질세포 층의 존재이다 (Schon MP N. *Engl. J. Med*. 352: 1899-1912).
- [3368] 증거의 축적물은 그의 서명 시토카인 IL-17 A, IL-17 F 및 IL-22에 의해 유도된 Th17-매개 질환으로서의 건선을 시사한다. IL-22는 각질세포의 증식을 유발하는 반면에, IL-17A는 호중구, 수지상 세포 및 선천성 림프성 세포를 포함한 추가의 염증 세포를 동원하는 케모카인 및 다른 염증유발 매개체를 분비하도록 각질세포를 자극한다 (Martin DA et al., *J Invest Dermatol* 2013; 133:17-26).
- [3369] 건선을 매개함에 있어서의 IL-17 경로의 임상 검증은 IL-17을 표적화하는 모노클로날 항체 요법을 사용하여 질환의 유의한 개선을 나타내는 성공적 Ph3 연구에 의해 증명된다 (Langley et al., *NEJM* 2014). 추가로, IL-17 억제 후 건선 병변에서의 전신 전사 프로파일링은 각질세포 및 백혈구 하위세트로부터의 다중 염증성 인자를 비-병변 피부에서 관찰된 것과 유사한 수준으로 억제하였다 (Russell et al., *J Immunol* 2014, 192: 3828-3836).

이와 함께, 이들 발견은 건선 발병기전을 매개함에 있어서의 IL-17의 역할을 지지한다.

[3370] 방법 (생체의 피부 검정)

[3371] Th17 시토카인 콕테일을 사용하는 생체의 인간 피부 외식편에서의 피부-상주 면역 세포의 자극은 Th17 관련 시토카인 (IL-17A, IL-17F 및 IL-22)의 현저한 상향조절을 유발하며, 이는 이러한 시스템을 건선에 대한 인간 조직-기반 모델로서 확립한다. IL-17A, IL-17 F 및 IL-22의 발현을 조정하는 것에 대한 시험 화합물의 능력은 Th17 시토카인 콕테일로의 자극후 생체의 피부 배양 방법을 사용하여 평가하였다.

[3372] 간략하게, 복부성형술 수술로부터 수득된 생체의 인간 피부를 프로세싱하여 지방을 제거하고, 조직을 ~750 마이크로미터로 피부분절화하였다. 이어서, 피부분절 피부를 각각 항생제/항진균제 용액을 함유하는 실온 PBS 중에서 5-10분의 2회 연속 린스로 세정하였다. 이어서, 피부 절편을 일회용 단일-사용 생검 펀치를 사용하여 10 mm 직경의 원형 절편으로 절단한 다음, 이를 각질화 배지를 사용하여 제조된 30 μ l의 64% 소 콜라겐 용액 (오르가노제네시스, #200-055)을 함유하는 0.4 μ m PCF 막 트랜스웰 (밀리셀 #PIHP01250)의 상부 챔버에 넣었다. 피부 샘플을 가슴 챔버 내에서 37°C에서 30분 동안 콜라겐 용액에 정치되도록 하였다. 트랜스웰 상의 피부 샘플을 6-웰 플레이트 (웰당 1개의 샘플)로 옮기고, 하부 챔버를 1 ml 완전 배지 (각질화 배지)로 채웠다.

[3373] 복부성형술 수술 후 제1 일에, 피부 외식편을 각질화 배지 중에서 배양하고, 37°C에서 밤새 인큐베이션되도록 하였다. 구체적으로, 인간 피부 외식편 (조건당 N=3)을 Th17 콕테일 (CD3, 1 μ g/ml, CD28, 2 μ g/ml, IL-1b, 10 ng/ml, IL-6, 5 ng/ml, TGFb, 1 ng/ml, IL-21, 10 ng/ml, 항-IL-4, 1 μ g/ml 및 항-INFg, 1 μ g/ml)로 자극하였다. 1, 3 및 10uM의 시험 화합물을 Th17 콕테일로로서 동시에 첨가하였다. 조직을 Th17 활성화 후 24시간에 수확하고, RNA를 qPCR을 사용하여 전사체 정량화 (IL-17A, IL-17F, IL-22)를 위해 분리하였다.

[3374] 전체 RNA를 퀴아젠 미니 RNA 분리 키트 (Cat # 74106)를 사용하여 ~40 mg의 조직으로부터 분리하였다. 간략하게, 조직을 2-분 휴지기를 갖는 10회 사이클 동안 6300 rpm에서 30초 동안 1% 2-베타-메르캅토-에탄올로 보충된 300 μ l의 RLT 완충제를 사용하여 프리셀리스-24 기계에서 세절 및 균질화하였다. 10 μ l 프로테이나제 K를 함유하는 490 μ l의 물을 상기 균질물에 첨가하고, 55°C에서 15분 동안 소화시켰다. 소화된 조직을 10,000 G에서 3분 동안 회전시켜 세포 파편으로 펠릿화시키고, 상청액을 제조업체의 프로토콜에 따라 퀴아젠 RN이지 미니 칼럼을 사용하는 RNA 분리에 사용하였다. 전체 RNA를 나노드롭 2000을 사용하여 정량화하고, 애질런트 생물분석기 상에서 분석하였다 (첨부된 파일). 1.4 μ g의 RNA를 인비트로젠 슈퍼스크립트 VIL0 cDNA 합성 키트 (#11754-050)를 사용하여 20 μ l PCR 부피로 주형으로서 사용하여 cDNA 주형을 생성하였다. 이어서, 정량화될 각각의 유전자에 대한 특이적 택맨 프로브로의 후속 qPCR을 위해, cDNA를 1:25 희석하였다. 관심 유전자의 상대 발현의 RNA 수준을 델타 델타 CT 공식을 사용하여 계산하였다.

[3375] 등가물

[3376] 본 발명은 특히 시르투인-조정 화합물 및 그의 방법 또는 용도를 제공한다. 본 발명의 구체적 실시양태가 논의되었지만, 상기 명세서는 예시적이며, 제한적인 것은 아니다. 본 발명의 많은 변형은 본 명세서의 검토 시에 관련 기술분야의 통상의 기술자에게 명백해질 것이다. 본 발명의 전체 범주는 청구범위를 그의 전체 등가물 범주와 함께 참조하고, 본 명세서를 이러한 변형과 함께 참조함으로써 결정되어야 한다.