



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114805365 B

(45) 授权公告日 2024.07.23

(21) 申请号 202210443120.3

(74) 专利代理机构 北京坤瑞律师事务所 11494

(22) 申请日 2016.07.28

专利代理人 封新琴

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114805365 A

(51) Int.CI.

C07D 487/04 (2006.01)

(43) 申请公布日 2022.07.29

C07D 403/14 (2006.01)

(30) 优先权数据

C07D 403/12 (2006.01)

62/198,188 2015.07.29 US

C07D 401/14 (2006.01)

(62) 分案原申请数据

A61K 31/513 (2006.01)

201680044102.0 2016.07.28

A61K 31/4155 (2006.01)

(73) 专利权人 百时美施贵宝公司

A61P 7/02 (2006.01)

地址 美国新泽西州

(56) 对比文件

CN 102753555 A, 2012.10.24

(72) 发明人 朱晔恒 A.K.迪尔格 W.R.尤因

CN 104507924 A, 2015.04.08

M.J.奥尔沃特 D.J.P.平托

审查员 徐建国

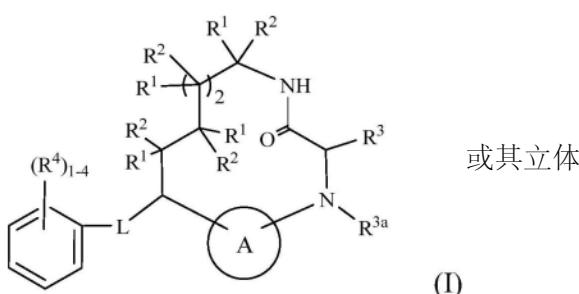
权利要求书5页 说明书113页

(54) 发明名称

携带非芳族P2'基团的因子XIA新大环

(57) 摘要

本发明提供式(I)化合物：



或其立体

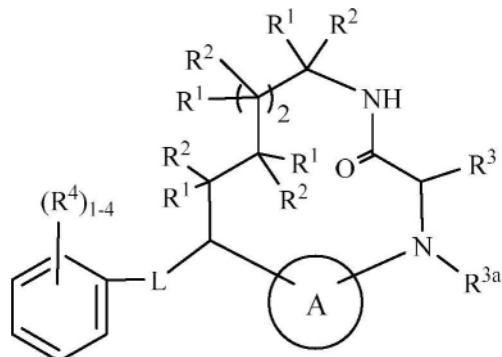
异构体、互变异构体或药学上可接受的盐，其中所有变量如本文中所定义。这些化合物是选择性因子XIa抑制剂或FXIa和血浆激肽释放酶的双重抑制剂。本发明还涉及包含这些化合物的药物组

B 合物以及利用这些组合物治疗血栓栓塞和/或炎性病症的方法。

CN 114805365 B

CN

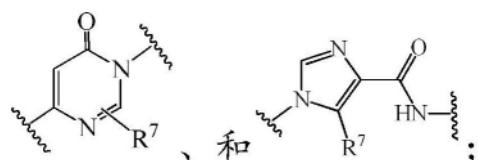
1. 式(I)化合物:



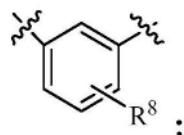
(I)

或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐，其中：

L独立选自



环A是

R¹和R²独立选自H、和被0-4个R^e取代的C₁₋₄烷基；R³独立选自H、被1-5个R⁵取代的C₁₋₄烷基、-(CH₂)_n-NR^aR^a、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)OR^b、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)R^b、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)NR^aR^a、-(CH₂)_n-C(=O)NR^aR^a、被1-5个R⁵取代的-(CR_dR_d)_n-C₃₋₁₀碳环基和被1-5个R⁵取代的-(CR_dR_d)_n-4-至10-元杂环基；R^{3a}独立选自H和C₁₋₄烷基；R⁴独立选自H、卤素和被1-5个R¹⁰取代的-(CH₂)_n-4-6元杂环基；R⁵在每次出现时独立选自H、D、-(CH₂)_n-OR^b、=O、-(CH₂)_nNH₂、-(CH₂)_nCN、卤素、C₁₋₆烷基、-(CH₂)_n-C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-OR^b、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-4-至10-元杂环基和被0-5个R^e取代的-O-4-至10-元杂环基；R⁷独立选自H、卤素和被0-5个R^e取代的C₁₋₃烷基；R⁸选自H、OH、F、Cl、Br、C₁₋₄烷基、C₁₋₄烷氧基、CF₃、CN、C₃₋₆环烷基、芳基和5-至6-元杂环基；R¹⁰在每次出现时独立选自H、卤素、CN、NO₂、=O、C(=O)NR^aR^a、C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-OR^b、-(CH₂)_n-NR^aR^a、C(=NOH)NH₂、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、被0-5个R^e取代的芳基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₆环烷基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-O-4-至10-元杂环基；R^a在每次出现时独立选自H、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基和被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-杂

环基;或R^a和R^a与它们两者相连的氮原子一起形成被0-5个R^e取代的杂环;

R^b在每次出现时独立选自H、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基和被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-杂环基;

R^d在每次出现时独立选自H和被0-5个R^e取代的C₁₋₄烷基;

R^e在每次出现时独立选自F、Cl、Br、CN、NO₂、=O、被0-5个R^f取代的C₁₋₆烷基、C₂₋₆烯基、C₂₋₆炔基、-(CH₂)_n-C₃₋₆环烷基、-(CH₂)_n-芳基、-(CH₂)_n-杂环基、CO₂H、-(CH₂)_nOR^f、SR^f和-(CH₂)_nNR^fR^f;

R^f在每次出现时独立选自H、被F、Cl、Br任选取代的C₁₋₅烷基、C₃₋₆环烷基和苯基,或R^f和R^f与它们两者相连的氮原子一起形成被C₁₋₄烷基任选取代的杂环;

n在每次出现时是独立选自0、1、2、3和4的整数;

其中芳基为C₆-C₁₀单环或多环芳香碳氢环,并且

在R^a、R^b、R^e和R^f的定义中,杂环基或杂环为饱和的、部分不饱和的或完全不饱和的且包含碳原子和1个、2个、3个或4个独立选自由N、O和S组成的组的杂原子的4-、5-、6-或7-元单环或双环或者7-、8-、9-或10-元多环杂环。

2. 权利要求1的化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐,其中:

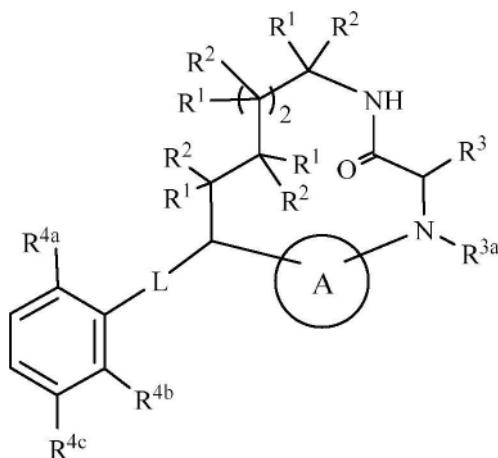
R¹和R²独立选自H和C₁₋₄烷基;

R³独立选自H、被1-5个R⁵取代的C₁₋₄烷基、-(CH₂)_n-NR^aR^a、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)OR^b、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)R^b、-NR^aC(=O)NR^aR^a、-C(=O)NR^aR^a、被1-5个R⁵取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基和被1-5个R⁵取代的-(CH₂)_n-4-至10-元杂环基;

R⁷独立选自H、卤素、和C₁₋₃烷基;

n在每次出现时是独立选自0、1、2、3和4的整数。

3. 权利要求2的化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐,所述化合物具有式(II):



(II)

其中:

R³独立选自-(CH₂)_n-NR^aR^a、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)OR^b、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)R^b、-NR^aC(=O)NR^aR^a、-C(=O)NR^aR^a;

R^{4a}为4-6元杂环基,其中所述杂环基被1-5个R¹⁰任选取代;

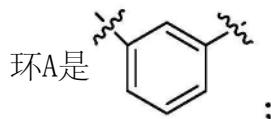
R^{4b} 独立选自H和卤素；

R^{4c} 独立选自H、F和Cl；

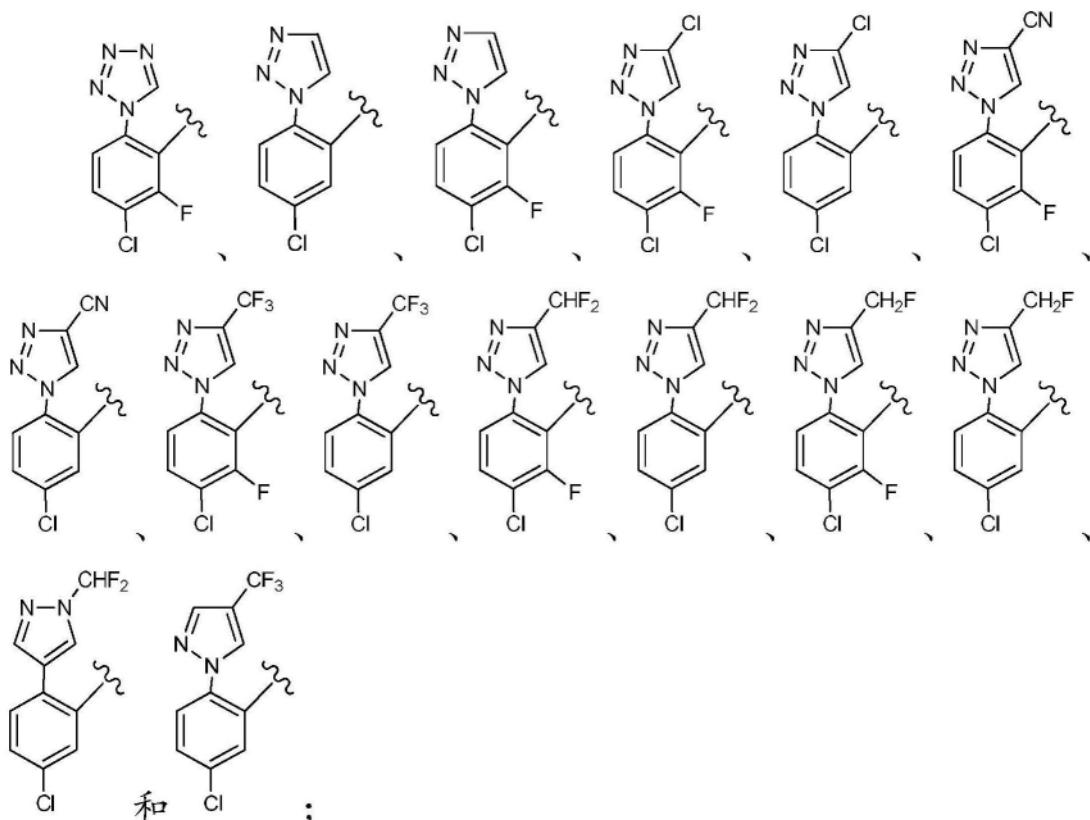
R^7 独立选自H和 C_{1-3} 烷基；

n在每次出现时是独立选自0、1、2、3和4的整数。

4. 权利要求3的化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐，其中：



R^3 独立选自 $-(CH_2)_n-NR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aC(=O)OR^b$ 、 $-NR^aC(=O)NR^aR^a$ 、 $-C(=O)NR^aR^a$ ；
 R^{3a} 是H；



R^5 在每次出现时独立选自H、 $-C(=O)OC_{1-4}$ 烷基、 OC_{1-4} 烷基；

R^a 在每次出现时独立选自H、被0-5个 R^e 取代的 C_{1-6} 烷基、被0-5个 R^e 取代的 C_{2-6} 烯基、被0-5个 R^e 取代的 C_{2-6} 炔基、被0-5个 R^e 取代的 $-(CH_2)_n-C_{3-10}$ 碳环基和被0-5个 R^e 取代的 $-(CH_2)_n$ -杂环基；

R^b 在每次出现时独立选自H、被0-5个 R^e 取代的 C_{1-6} 烷基、被0-5个 R^e 取代的 $-(CH_2)_n-C_{3-10}$ 碳环基和被0-5个 R^e 取代的 $-(CH_2)_n$ -杂环基；

R^e 在每次出现时独立选自F、Cl、Br、CN、 NO_2 、 $=O$ 、 C_{1-6} 烷基、卤代烷基、 $-(CH_2)_n-C_{3-6}$ 环烷

基、-(CH₂)_n-芳基、-(CH₂)_n-杂环基和CO₂H;和

n在每次出现时是独立选自0、1、2和3的整数。

5. 权利要求1的化合物,其选自:

N-{(3R,11S)-11-[4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基]-4-氧化-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]甲基}氨基甲酸甲基酯三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate);

N-{(3R,11S)-11-[4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基]-4-氧化-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]甲基}吡啶-3-甲酰胺三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate);

N-{2-[(3R,11S)-11-[4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基]-4-氧化-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]乙基}氨基甲酸叔丁基酯三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate);

(3R,11S)-3-(2-氨基乙基)-11-[4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基]-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-4-酮盐酸盐;

N-{2-[(3R,11S)-11-[4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基]-4-氧化-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]乙基}氨基甲酸甲基酯三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate);

N-{2-[(3R,11S)-11-[4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基]-4-氧化-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]乙基}-1-(二氟甲基)-1H-吡唑-3-甲酰胺三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate);

N-{2-[(3S,11S)-11-[4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基]-4-氧化-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]乙基}氨基甲酸甲基酯三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate);

N-{2-[(3S,11S)-11-[5-氯-1-(3-氯-2-氟苯基)-1H-吡唑-4-酰胺基]-4-氧化-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]乙基}氨基甲酸甲基酯三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate);

或其立体异构体、互变异构体,药学上可接受的盐或溶剂化物。

6. 权利要求1-5中任一项的化合物或其立体异构体、互变异构体或药学上可接受的盐在制备用于抑制因子XIa或血浆激肽释放酶的药物中的用途。

7. 权利要求1-5中任一项的化合物或其立体异构体、互变异构体或药学上可接受的盐在制备用于治疗血栓栓塞病症的药物中的用途。

8. 一种药物组合物,其包含一种或多种根据权利要求1-5中任一项所述的化合物和药学上可接受的载体或稀释剂。

9. 权利要求1-5中任一项所述的化合物或其立体异构体、互变异构体或药学上可接受的盐在制备用于治疗和/或预防血栓栓塞病症的药物中的用途,其中所述血栓栓塞病症选自动脉心血管血栓栓塞病症、静脉心血管血栓栓塞病症和心脏腔室或外周循环中的血栓栓塞病症。

10. 根据权利要求7所述的化合物或其立体异构体、互变异构体或药学上可接受的盐的

用途,其中所述血栓栓塞病症选自非稳定性心绞痛、急性冠状动脉综合征、心房纤维性颤动、心肌梗塞、短暂缺血性发作、中风、动脉粥样硬化、外周闭塞性动脉疾病、静脉血栓形成、血栓性静脉炎、动脉栓塞、脑栓塞、肾栓塞、肺栓塞和由其中血液暴露于促进血栓形成的人工表面的医学植入物、装置或手术所引起的血栓形成。

11.根据权利要求7所述的化合物或其立体异构体、互变异构体或药学上可接受的盐的用途,其中所述血栓栓塞病症选自深静脉血栓形成、冠状动脉血栓形成和脑动脉血栓形成。

携带非芳族P2'基团的因子XIA新大环

[0001] 本申请是申请号为201680044102.0的中国专利申请(申请日:2016年7月28日,发明名称:携带非芳族P2'基团的因子XIA新大环)的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请要求2015年7月29日提交的美国临时申请序号62/198188的优先权,其全部内容通过参照结合于此。

技术领域

[0004] 本发明总的说来涉及作为因子XIa和/或血浆激肽释放酶的抑制剂的新颖大环化合物及其类似物,含有它们的组合物,以及使用它们例如用于治疗或预防血栓栓塞(thromboembolic)病症,或用于治疗与糖尿病视网膜病变和糖尿病黄斑水肿相关的视网膜血管通透性的方法。

背景技术

[0005] 尽管有抗凝血剂例如华法林(warfarin)(COUMADIN[®])、肝素、低分子量肝素(LMWH)和合成五糖以及抗血小板剂例如阿司匹林和氯吡格雷(clopidogrel)(PLAVIX[®])可供利用,但血栓栓塞疾病仍为发达国家主要的死亡原因。口服抗凝血剂华法林抑制凝血因子VII、IX、X和凝血酶原(prothrombin)的转译后成熟,且已经证明在静脉和动脉血栓形成中均有效。然而,其使用因其治疗指数窄、治疗作用起效缓慢、众多饮食与药物相互作用且需要监测和剂量调整而受到限制。因此,发现并开发安全且有效的口服抗凝血剂用于预防和治疗大范围的血栓栓塞病症变得日益重要。

[0006] 一种方法为通过以抑制凝血因子XIa(FXIa)为目标来抑制凝血酶产生。因子XIa为参与调节体内由组织因子(TF)与因子VII(FVII)结合产生因子VIIa(FVIIa)而引发的凝血的血浆丝氨酸蛋白酶。所产生的TF:FVIIa复合物使因子IX(FIX)和因子X(FX)活化,引起因子Xa(FXa)的产生。所产生的FXa催化凝血酶原转化成少量凝血酶,然后此途径由组织因子途径抑制剂(TFPI)关闭。凝血过程随后进一步经由催化量的凝血酶使因子V、VIII和XI反馈活化而传播(Gailani,D.等人,Arterioscler.Thromb.Vasc.Biol.,27:2507-2513(2007))。所引起的凝血酶爆发使纤维蛋白原转化成纤维蛋白,该纤维蛋白聚合形成血凝块的结构骨架,且活化作为凝血关键细胞组分的血小板(Hoffman,M.,Blood Reviews,17:S1-S5(2003))。因此,因子XIa在传播此放大环中发挥关键作用,且因此为抗血栓形成疗法的有吸引力的目标。

[0007] 血浆前激肽释放酶为胰蛋白酶样丝氨酸蛋白酶的酶原并以35至50μg/mL存在于血浆中。基因结构类似于因子XI的基因结构。总体说来,血浆前激肽释放酶的氨基酸序列与因子XI具有58%同源性。血浆前激肽释放酶被认为在很多炎性病症中起作用。血浆前激肽释放酶的主要抑制剂为丝氨酸蛋白酶抑制蛋白C1酯酶抑制剂。在C1酯酶抑制剂中具有基因缺失的患者患有遗传性血管性水肿(HAE),其导致面部、手、咽喉、胃肠道和生殖器的间歇性肿胀。在急性发作期间形成的水疱含有高量血浆前激肽释放酶,其裂解释放导致血管通透性

提高的缓激肽的高分子量激肽原。采用大蛋白血浆激肽释放酶抑制剂的治疗已经示出通过预防导致血管通透性提高的缓激肽的释放而有效治疗HAE (A. Lehmann "Ecallantide (DX-88), a plasma kallikrein inhibitor for the treatment of hereditary angioedema and the prevention of blood loss in on-pump cardiothoracic surgery" Expert Opin.Biol.Ther.8,p1187-99)。

[0008] 血浆激肽释放酶-激肽系统在具有老年糖尿病黄斑水肿的患者中异常地多。目前已经发表了血管激肽释放酶促使糖尿病大鼠中视网膜血管功能障碍 (A.Clermont 等人 "Plasma kallikrein mediates retinal vascular dysfunction and induces retinal thickening in diabetic rats" Diabetes, 2011, 60, p1590-98)。此外, 血浆激肽释放酶抑制剂ASP-440的给药减缓了糖尿病大鼠中视网膜血管通透性和视网膜血流异常。因此, 血浆激肽释放酶抑制剂应该起到治疗作用以降低与糖尿病视网膜病变和糖尿病黄斑水肿相关的视网膜血管通透性。糖尿病的其他并发症例如脑出血、肾病、心肌病和神经病(其全部都与血浆激肽释放酶相关)也可能被认为是血浆激肽释放酶抑制剂的靶标。

[0009] 至今为止, 尚未批准小分子合成血浆激肽释放酶抑制剂用于医疗用途。大蛋白质血浆激肽释放酶抑制剂存在过敏反应的危险, 如Ecallantide已经报道的。因此, 仍然需要抑制血浆激肽释放酶的化合物, 其没有诱发过敏性反应并且为可口服的。此外, 已知领域中的分子的特征在于高极性和可电离胍或脒功能。熟知此类功能可能限制肠渗透并因此限制可口服性能。

发明概述

[0010] 本发明提供新颖的大环化合物、它们的类似物, 包括其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐或溶剂合物, 其可用作丝氨酸蛋白酶、尤其是因子XIa和/或血浆激肽释放酶的选择性抑制剂。

[0011] 本发明还提供制备本发明化合物的方法和中间体。

[0012] 本发明还提供包含药学上可接受的载体和至少一种本发明化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐或溶剂合物的药物组合物。

[0013] 本发明化合物可用于治疗和/或预防血栓栓塞病症。

[0014] 本发明化合物可以用于治疗与糖尿病视网膜病变和糖尿病黄斑水肿相关的视网膜血管渗透性。

[0015] 本发明化合物可用于治疗。

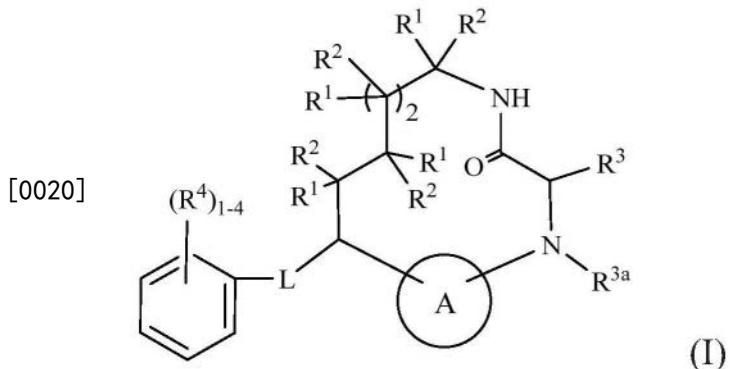
[0016] 本发明化合物可用于制备用于治疗和/或预防血栓栓塞病症的药物。

[0017] 本发明化合物可单独使用, 与本发明其它化合物组合使用, 或与一种或多种、优选一至两种其它药剂组合使用。

[0018] 本发明的这些及其它特征将在后续公开内容中展开阐述。

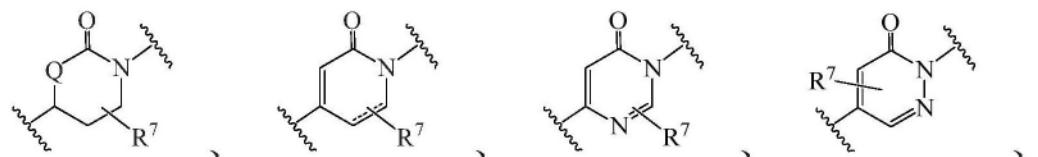
发明详述

[0019] 在第一方面, 本公开文本特别提供式(I)化合物:

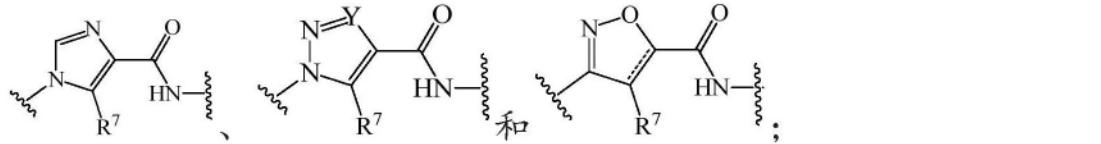


[0021] 或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐或溶剂合物，其中：

[0022] L独立选自



[0023]

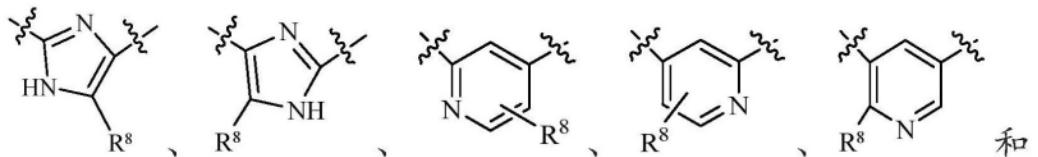


[0024] ----是任选的键；

[0025] Q独立选自O、NH和CH₂；

[0026] Y独立选自N和CR⁷；

[0027] 环A独立选自



[0028]



[0029] R¹和R²独立选自H、卤素、被0-4个R^e取代的C₁₋₄烷基、OR^b和被1-4个R⁶取代的C₃₋₅环烷基；

[0030] R³独立选自H、被1-5个R⁵取代的C₁₋₄烷基、被1-5个R⁵取代的C₂₋₄烯基、被1-5个R⁵取代的C₂₋₄炔基、CN、-(CH₂)_n-OR^b、-(CH₂)_n-NR^aR^a、-(CH₂)_n-C(=O)R^b、-(CH₂)_n-C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)OR^b、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)R^b、-(CH₂)_n-NR^aC(N-CN)NR^aR^a、-(CH₂)_n-NR^aC(NH)NR^aR^a、-(CH₂)_n-N=CR^bNR^aR^a、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)NR^aR^a、-(CH₂)_n-C(=O)NR^aR^a、-(CH₂)_n-NR^aC(=S)NR^aR^a、-(CH₂)_n-S(=O)_pR^c、-(CH₂)_n-S(=O)_pNR^aR^a、-(CH₂)_n-NR^aS(=O)_pNR^aR^a、-(CH₂)_n-NR^aS(=O)_pR^c、被1-5个R⁵取代的-(CR_dR_d)_n-C₃₋₁₀碳环基和被1-5个R⁵取代的-(CR_dR_d)_n-4-至10-元杂环基；任选地，所述碳环基和杂环基上的两个相邻的R³基可形成被1-5个R⁵取代的环；

- [0031] R^{3a} 独立选自H和C₁₋₄烷基；
- [0032] 备选地， R^{3a} 和 R^3 一起形成包含碳原子和1-3个选自选自O、NR^{3b}、S的杂原子的杂环，其中所述杂环被 R^{3c} 取代；
- [0033] R^{3b} 独立选自H、被1-5个R⁵取代的C₁₋₄烷基、--(CH₂)_n-C(=O)R^b、-(CH₂)_n-C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-C(=O)NR^aR^a、-(CH₂)_n-NHC(=O)OR^b、-(CH₂)_n-S(=O)_pR^c、-(CH₂)_n-S(=O)_pNR^aR^a、被1-5个R⁵取代的-(CR_dR_d)_n-C₃₋₁₀碳环基和被1-5个R⁵取代的-(CR_dR_d)_n-4-至10-元杂环基；
- [0034] R^{3c} 独立选自H、NO₂、=O、卤素、被1-5个R⁵取代的C₁₋₄烷基、被1-5个R⁵取代的C₂₋₄烯基、被1-5个R⁵取代的C₂₋₄炔基、CN、-(CH₂)_n-OR^b、-(CH₂)_n-NR^aR^a、-(CH₂)_n-C(=O)R^b、-(CH₂)_n-C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)OR^b、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)NR^aR^a、-(CH₂)_n-NR^aC(NH)NR^aR^a、-(CH₂)_n-N=CR^bNR^aR^a、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)NR^aR^a、-(CH₂)_n-NR^aC(=S)NR^aC(=O)R^b、-(CH₂)_n-S(=O)_pR^c、-(CH₂)_n-S(=O)_pNR^aR^a、-(CH₂)_n-NR^aS(=O)_pR^c、被1-5个R⁵取代的-(CR_dR_d)_n-C₃₋₁₀碳环基和被1-5个R⁵取代的-(CR_dR_d)_n-4-至10-元杂环基；
- [0035] R^4 独立选自H、卤素、CN、-(CH₂)_nNR^aR^a、被1-5个R¹⁰取代的C₁₋₆烷基、--(CH₂)_nOR^b、-(CH₂)_nC(=O)R^b、-(CH₂)_nC(=O)OR^b、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)OR^b、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)R^b、-(CH₂)_n-NR^aC(N-CN)NR^aR^a、-(CH₂)_n-NR^aC(NH)NR^aR^a、-(CH₂)_n-N=CR^bNR^aR^a、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)NR^aR^a、-(CH₂)_n-C(=O)NR^aR^a、-(CH₂)_n-NR^aC(=S)NR^aC(=O)R^b、-(CH₂)_n-S(=O)_pR^c、-(CH₂)_n-S(=O)_pNR^aR^a、-(CH₂)_n-NR^aS(=O)_pNR^aR^a、-(CH₂)_n-NR^aS(=O)_pR^c、被1-5个R¹⁰取代的-(CH₂)_n-芳基、被1-5个R¹⁰取代的-(CH₂)_n-C₃₋₆环烷基和被1-5个R¹⁰取代的-(CH₂)_n-4-6元杂环基；
- [0036] R^5 在每次出现时独立选自H、D、-(CH₂)_n-OR^b、=O、-(CH₂)_nNH₂、-(CH₂)_nCN、卤素、C₁₋₆烷基、-(CH₂)_n-C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-OR^b、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-4-至10-元杂环基和被0-5个R^e取代的-O-4-至10-元杂环基；
- [0037] R^6 独立选自H、OH、=O、-(CH₂)_nNH₂、-(CH₂)_nCN、卤素、C₁₋₆烷基、-(CH₂)_n-C(=O)OH、-(CH₂)_n-C(=O)OC₁₋₄烷基、-(CH₂)_n-OC₁₋₄烷基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-4-至10-元杂环和被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-4-至10-元杂环；
- [0038] R^7 独立选自H、CN、OR^b、卤素、NR^aR^a和被0-5个R^e取代的C₁₋₃烷基；
- [0039] R^8 独立选自H、OH、F、Cl、Br、C₁₋₄烷基、C₁₋₄烷氧基、CF₃、CN、C₃₋₆环烷基、芳基和5-至6-元杂环；
- [0040] R^{10} 在每次出现时独立选自H、卤素、CN、NO₂、=O、C(=O)NR^aR^a、C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-OR^b、-(CH₂)_n-NR^aR^a、C(=NOH)NH₂、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、被0-5个R^e取代的芳基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₆环烷基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-O-4-至10-元杂环基；
- [0041] R^a 在每次出现时独立选自H、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基和被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-杂环基；或R^a和R^a与它们两者相连的氮原子一起形成被0-5个R^e取代的杂环；
- [0042] R^b 在每次出现时独立选自H、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R_e取代的C₂₋₆炔基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基和被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-杂环基；
- [0043] R^c 在每次出现时独立选自被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被

0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、C₃₋₆碳环基和杂环基；

[0044] R^d在每次出现时独立选自H和被0-5个R^e取代的C₁₋₄烷基；

[0045] R^e在每次出现时独立选自F、Cl、Br、CN、NO₂、=O、被0-5个R^f取代的C₁₋₆烷基、C₂₋₆烯基、C₂₋₆炔基、-(CH₂)_n-C₃₋₆环烷基、-(CH₂)_n-芳基、-(CH₂)_n-杂环基、CO₂H、-(CH₂)_nOR^f、SR^f和-(CH₂)_nNR^fR^f；

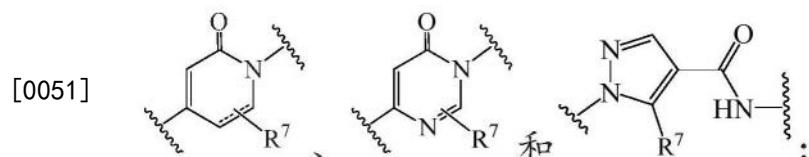
[0046] R^f在每次出现时独立选自H、被F、Cl、Br任选取代的C₁₋₅烷基、C₃₋₆环烷基和苯基，或R^f和R^f与它们两者相连的氮原子一起形成被C₁₋₄烷基任选取代的杂环；

[0047] n在每次出现时是独立选自0、1、2、3和4的整数；和

[0048] p在每次出现时是独立选自0、1和2的整数。

[0049] 在第二方面，本公开文本提供在第一方面范围内的式(I)化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐或溶剂合物，其中：

[0050] L独立选自



[0052] R¹和R²独立选自H、卤素、C₁₋₄烷基、OR^b和C₃₋₅环烷基；

[0053] R³独立选自H、被1-5个R⁵取代的C₁₋₄烷基、被1-5个R⁵取代的C₂₋₄烯基、被1-5个R⁵取代的C₂₋₄炔基、CN、-OR^b、-(CH₂)_n-NR^aR^a、-(CH₂)_n-C(=O)R^b、-(CH₂)_n-C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)OR^b、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)R^b、-NR^aC(=O)NR^aR^a、-C(=O)NR^aR^a、-NR^aC(=S)NR^aC(=O)R^b、-S(=O)_pR^c、-S(=O)_pNR^aR^a、-NR^aS(=O)_pNR^aR^a、-NR^aS(=O)_pR^c、被1-5个R⁵取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基和被1-5个R⁵取代的-(CH₂)_n-4-至10-元杂环基；任选地，所述碳环基和杂环基上的两个相邻的R³基可形成被1-5个R⁵取代的环；

[0054] R^{3a}独立选自H和C₁₋₄烷基；

[0055] 备选地，R^{3a}和R³一起形成包含碳原子和1-3个NR^{3b}的杂环，其中所述杂环被R^{3c}取代；

[0056] R^{3b}独立选自H、被1-5个R⁵取代的C₁₋₄烷基、-(CH₂)_n-C(=O)R^b、-(CH₂)_n-C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-C(=O)NR^aR^a、-(CH₂)_n-NHC(=O)OR^b、-(CH₂)_n-S(=O)_pR^c、-(CH₂)_n-S(=O)_pNR^aR^a、被1-5个R⁵取代的-(CR_dR_d)_n-C₃₋₁₀碳环基和被1-5个R⁵取代的-(CR_dR_d)_n-4-至10-元杂环基；

[0057] R^{3c}独立选自H、NO₂、=O、卤素和被1-5个R⁵取代的C₁₋₄烷基；

[0058] R⁴独立选自H、卤素、CN、被1-5个R¹⁰取代的C₁₋₆烷基、-OR^b、被1-5个R¹⁰取代的-(CH₂)_n-芳基、被1-5个R¹⁰取代的-(CH₂)_n-C₃₋₆环烷基和被1-5个R¹⁰取代的-(CH₂)_n-4-6元杂环基；

[0059] R⁵在每次出现时独立选自H、D、-(CH₂)_n-OR^b、=O、-(CH₂)_nNH₂、-(CH₂)_nCN、卤素、C₁₋₆烷基、-(CH₂)_n-C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-OR^b、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-4-至10-元杂环基和被0-5个R^e取代的-O-4-至10-元杂环基；

[0060] R⁷独立选自H、OR^b、卤素、NR^aR^a和C₁₋₃烷基；

[0061] R¹⁰在每次出现时独立选自H、卤素、CN、NO₂、=O、C(=O)NR^aR^a、C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-OR^b、-(CH₂)_n-NR^aR^a、C(=NOH)NH₂、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-

5个R^e取代的C₂₋₆炔基、被0-5个R^e取代的芳基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₆环烷基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-O-4-至10-元杂环基；

[0062] R^a在每次出现时独立选自H、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基和被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-杂环基；或R^a和R^a与它们两者相连的氮原子一起形成被0-5个R^e取代的杂环；

[0063] R^b在每次出现时独立选自H、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基和被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-杂环基；

[0064] R^c在每次出现时独立选自被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、C₃₋₆碳环基和杂环基；

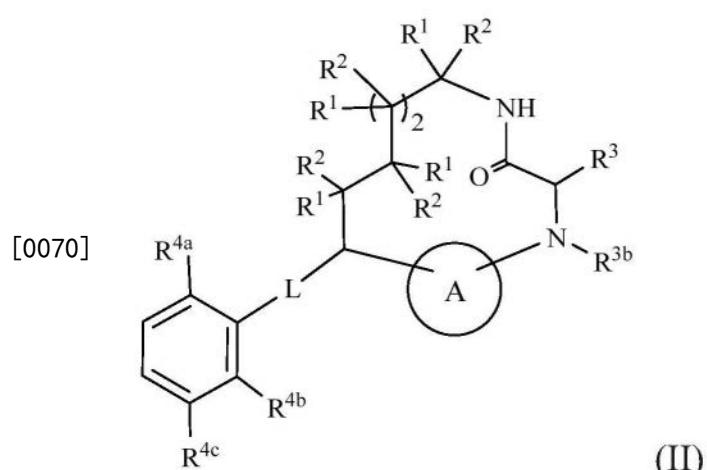
[0065] R^e在每次出现时独立选自F、Cl、Br、CN、NO₂、=O、被0-5个R^f取代的C₁₋₆烷基、C₂₋₆烯基、C₂₋₆炔基、-(CH₂)_n-C₃₋₆环烷基、-(CH₂)_n-芳基、-(CH₂)_n-杂环基、CO₂H、-(CH₂)_nOR^f、SR^f和-(CH₂)_nNR^fR^f；

[0066] R^f在每次出现时独立选自H、被F、Cl、Br任选取代的C₁₋₅烷基、C₃₋₆环烷基和苯基，或R^f和R^f与它们两者相连的氮原子一起形成被C₁₋₄烷基任选取代的杂环；

[0067] n在每次出现时是独立选自0、1、2、3和4的整数；和

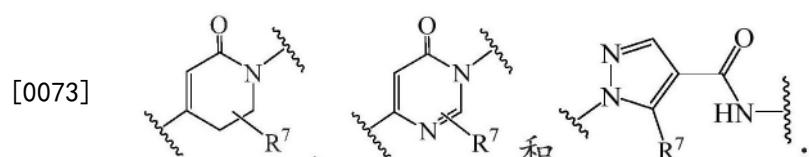
[0068] p在每次出现时是独立选自0、1和2的整数。

[0069] 在第三方面，本公开文本提供在第一或第二方面范围内的式(II)化合物：

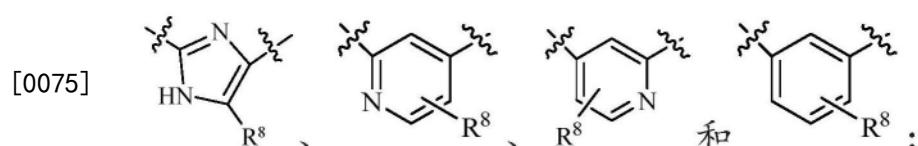


[0071] 或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐或溶剂合物，其中：

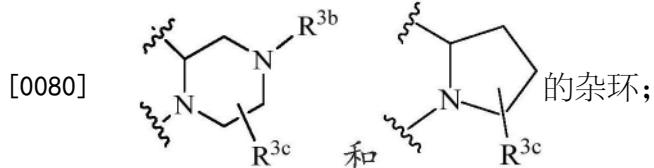
[0072] L独立选自



[0074] 环A独立选自



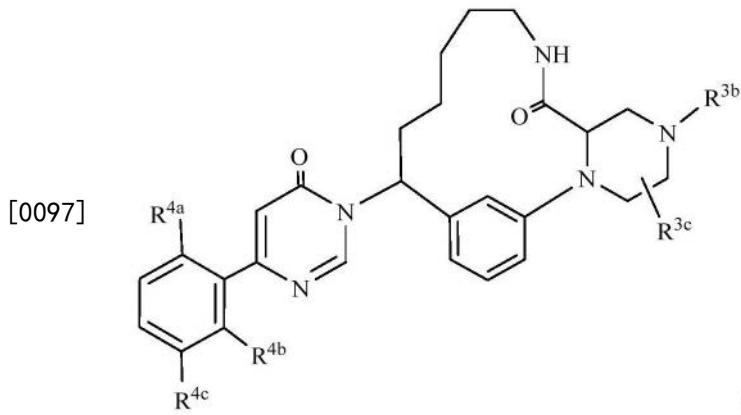
- [0076] R¹和R²独立选自H、卤素、C₁₋₄烷基和OH；
- [0077] R³独立选自-(CH₂)_n-NR^aR^a、-(CH₂)_n-C(=O)R^b、-(CH₂)_n-C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)OR^b、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)R^b、-NR^aC(=O)NR^aR^a、-C(=O)NR^aR^a；
- [0078] R^{3a}独立选自H和C₁₋₄烷基；
- [0079] 备选地，R^{3a}和R³一起形成选自



- [0081] R^{3b}独立选自H、被1-5个R⁵取代的C₁₋₄烷基、-(CH₂)_n-C(=O)R^b、-(CH₂)_n-C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-C(=O)NR^aR^a、-(CH₂)_n-NHC(=O)OR^b、-(CH₂)_n-S(=O)pR^c、-(CH₂)_n-S(=O)pNR^aR^a、被1-5个R⁵取代的-(CR_dR_d)_n-C₃₋₁₀碳环基和被1-5个R⁵取代的-(CR_dR_d)_n-4-至10-元杂环基；
- [0082] R^{3c}独立选自H、=O和被1-5个R⁵取代的C₁₋₄烷基；
- [0083] R^{4a}独立选自H、卤素、CN、OCH₃、OCF₃、CH₃、C(=O)CH₃、CHF₂、CF₃、CCH₃F₂、OCHF₂、芳基、C₃₋₆环烷基和4-6元杂环，其中所述芳基、环烷基和杂环被R¹⁰任选取代；
- [0084] R^{4b}独立选自H和卤素；
- [0085] R^{4c}独立选自H、F、Cl、甲基、乙基、异丙基和OCH₃；
- [0086] R⁵在每次出现时独立选自H、D、-(CH₂)_n-OR^b、=O、-(CH₂)_nNH₂、-(CH₂)_nCN、卤素、C₁₋₆烷基、-(CH₂)_n-C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-OR^b、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-4-至10-元杂环基和被0-5个R^e取代的-O-4-至10-元杂环基；
- [0087] R⁷独立选自H和C₁₋₃烷基；
- [0088] R¹⁰在每次出现时独立选自H、卤素、CN、NO₂、=O、C(=O)NR^aR^a、C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-OR^b、-(CH₂)_n-NR^aR^a、C(=NOH)NH₂、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、被0-5个R^e取代的芳基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₆环烷基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-O-4-至10-元杂环基；
- [0089] R^a在每次出现时独立选自H、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基和被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-杂环基；或R^a和R^a与它们两者相连的氮原子一起形成被0-5个R^e取代的杂环；
- [0090] R^b在每次出现时独立选自H、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R_e取代的C₂₋₆炔基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基和被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-杂环基；
- [0091] R^c在每次出现时独立选自被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、C₃₋₆碳环基和杂环基；
- [0092] R^e在每次出现时独立选自F、Cl、Br、CN、NO₂、=O、被0-5个R^f取代的C₁₋₆烷基、C₂₋₆烯基、C₂₋₆炔基、-(CH₂)_n-C₃₋₆环烷基、-(CH₂)_n-芳基、-(CH₂)_n-杂环基、CO₂H、-(CH₂)_nOR^f、SR^f和-(CH₂)_nNR^fR^f；
- [0093] R^f在每次出现时独立选自H、被F、Cl、Br任选取代的C₁₋₅烷基、C₃₋₆环烷基和苯基，或R^f和R^f与它们两者相连的氮原子一起形成被C₁₋₄烷基任选取代的杂环；
- [0094] n在每次出现时是独立选自0、1、2、3和4的整数；和

[0095] p在每次出现时是独立选自0、1和2的整数。

[0096] 在第四方面,本公开文本提供在第一、第二和第三方面中任一个范围内的式(III)化合物:

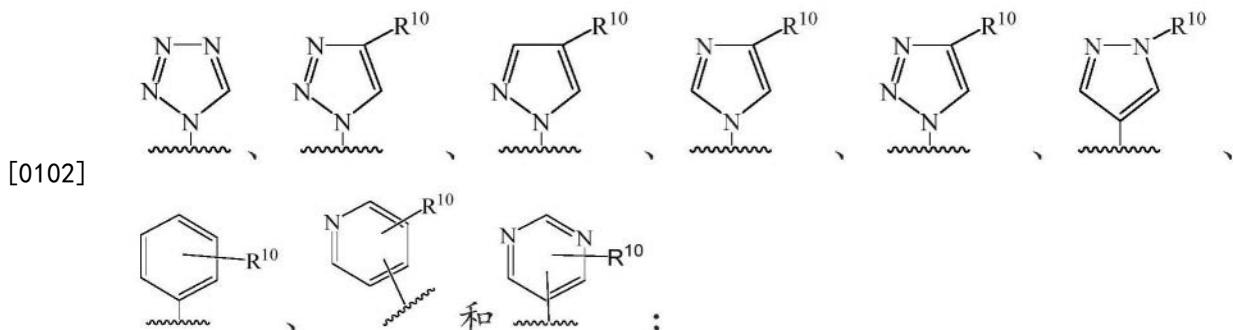


[0098] 或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐或溶剂合物,其中:

[0099] R^{3b} 独立选自H、 C_{1-4} 烷基、 $-(CH_2)_n-C(=O)R^b$ 、 $-(CH_2)_n-C(=O)OR^b$ 、 $-(CH_2)_n-C(=O)NR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-S(=O)_pR^c$ 、 $-S(=O)_pNR^aR^a$ 、被1-5个 R^5 取代的 $-(CH_2)_n-C_{3-10}$ 碳环基和被1-5个 R^5 取代的 $-(CR_dR_d)_n-4-$ 至10-元杂环基;

[0100] R^{3c} 独立选自H和=O;

[0101] R^{4a} 独立选自H、F、Cl、Br、CN、 OCH_3 、 OCF_3 、 CH_3 、 $C(=O)C_{1-4}$ 烷基、 $C(=O)OC_{1-4}$ 烷基、 CHF_2 、 CF_3 、 CCH_3F_2 、 $OCHF_2$ 、



[0103] R^{4b} 独立选自H和F;

[0104] R^{4c} 独立选自H、F、Cl、甲基、乙基、异丙基和 OCH_3 ;

[0105] R^{10} 在每次出现时独立选自H、F、Cl、Br、 $C(=O)NR^aR^a$ 、 $C(=O)OR^b$ 、 $-(CH_2)_n-OR^b$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aR^a$ 、被0-5个 R^e 取代的 C_{1-6} 烷基、被0-5个 R^e 取代的芳基、被0-5个 R^e 取代的 $-(CH_2)_n-C_{3-6}$ 环烷基、被0-5个 R^e 取代的 $-(CH_2)_n-4-$ 至10-元杂环基。

[0106] R^a 在每次出现时独立选自H、被0-5个 R^e 取代的 C_{1-6} 烷基、被0-5个 R^e 取代的 C_{2-6} 烯基、被0-5个 R^e 取代的 C_{2-6} 炔基、被0-5个 R^e 取代的 $-(CH_2)_n-C_{3-10}$ 碳环基和被0-5个 R^e 取代的 $-(CH_2)_n-$ 杂环基;

[0107] R^b 在每次出现时独立选自H、被0-5个 R^e 取代的 C_{1-6} 烷基、被0-5个 R^e 取代的 $-(CH_2)_n-C_{3-10}$ 碳环基和被0-5个 R^e 取代的 $-(CH_2)_n-$ 杂环基;

[0108] R^c 在每次出现时是被0-5个 R^e 取代的 C_{1-6} 烷基;

[0109] R^e 在每次出现时独立选自F、Cl、Br、CN、 NO_2 、=O、被0-5个 R^f 取代的 C_{1-6} 烷基、 C_{2-6} 烯

基、 C_{2-6} 炔基、 $-(CH_2)_n-C_{3-6}$ 环烷基、 $-(CH_2)_n$ -芳基、 $-(CH_2)_n$ -杂环基、 CO_2H 、 $-(CH_2)_nOR^f$ 、 SR^f 和 $(CH_2)_nNR^fR^f$ ；

[0110] R^f 在每次出现时独立选自 H、被 F、Cl、Br 任选取代的 C_{1-5} 烷基、 C_{3-6} 环烷基和苯基；

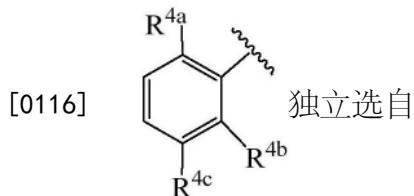
[0111] n 在每次出现时是独立选自 0、1、2、3 和 4 的整数；和

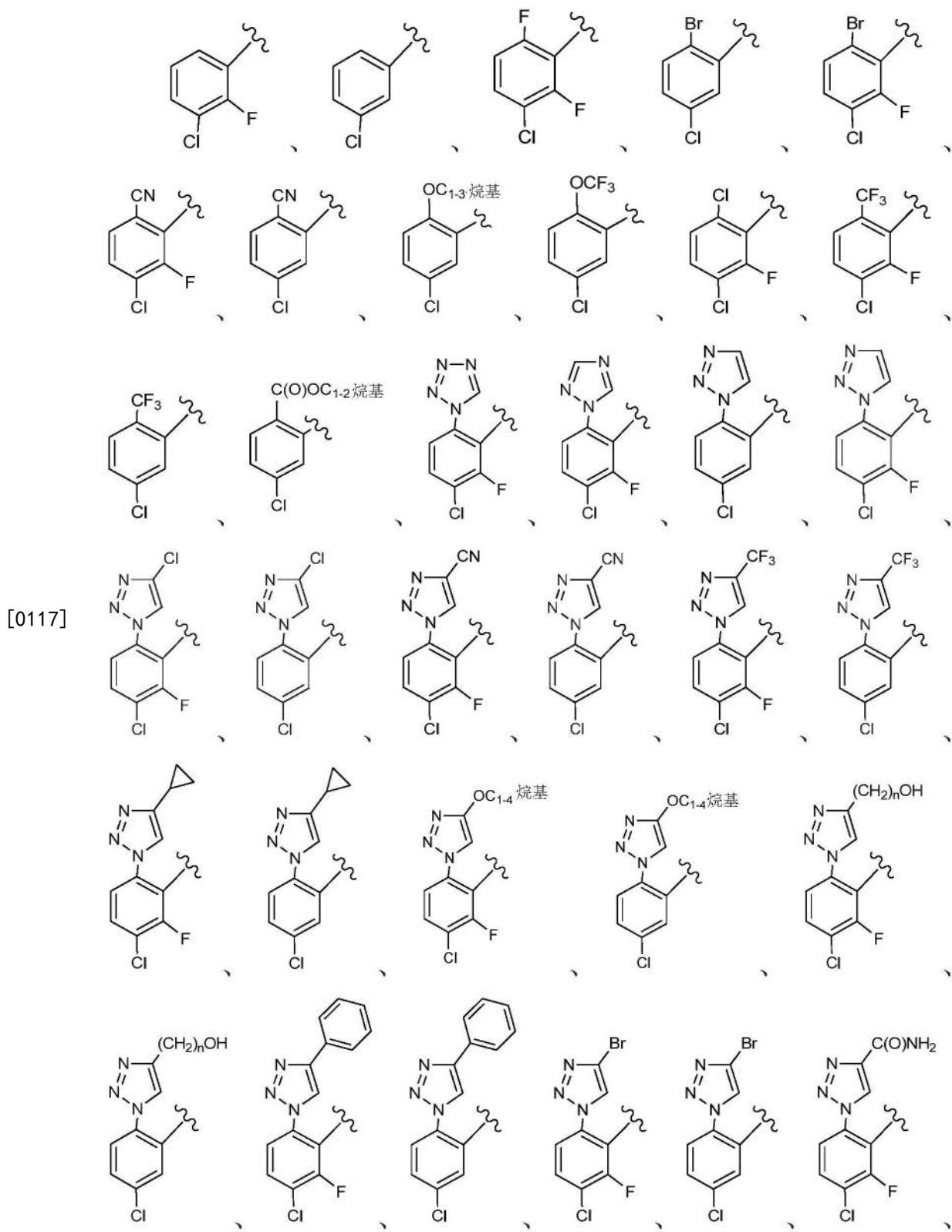
[0112] p 在每次出现时是独立选自 0、1 和 2 的整数。

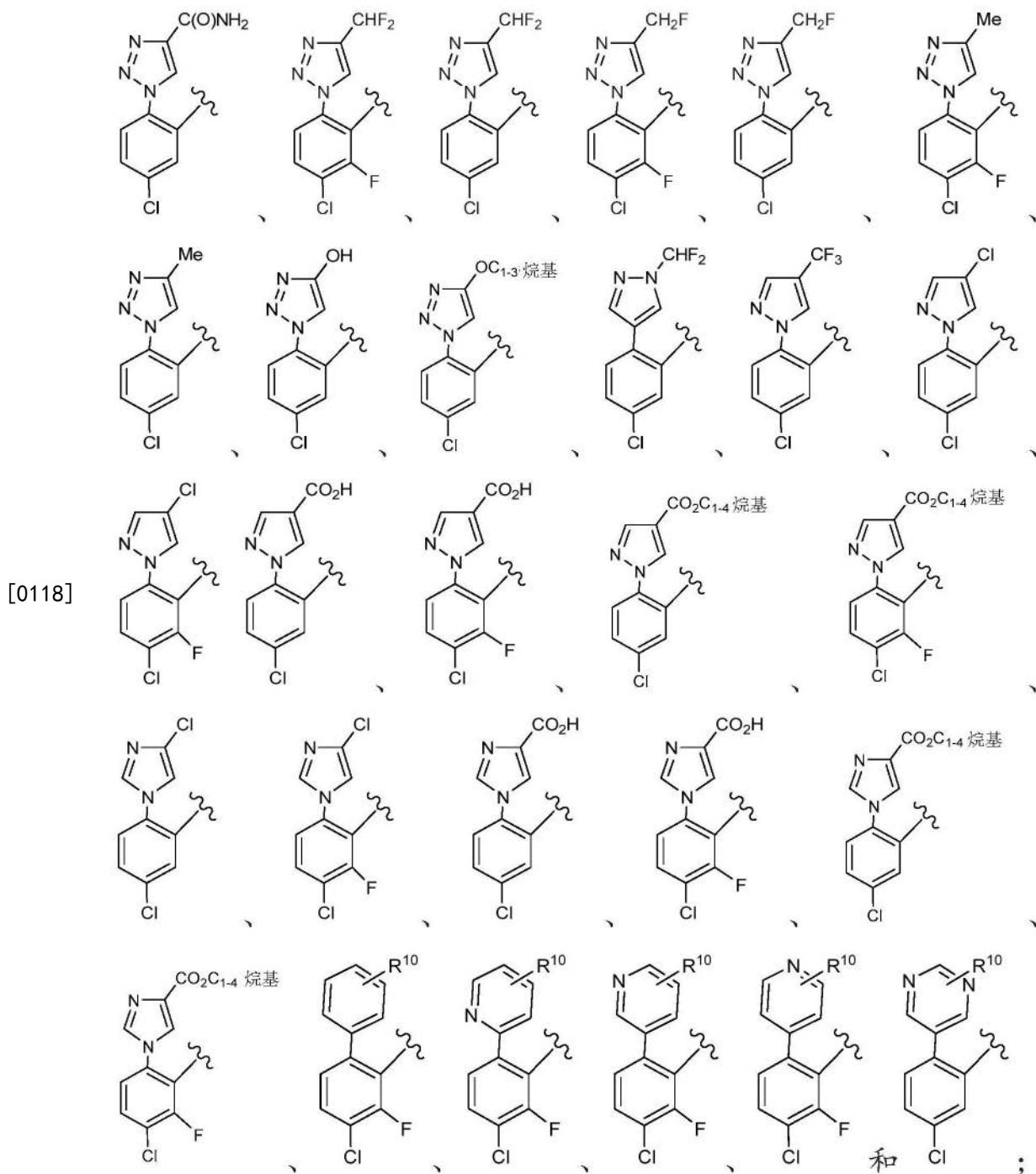
[0113] 在第五方面，本公开文本提供在第一、第二、第三和第四方面中任一个范围内的式 (III) 化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐或溶剂合物，其中：

[0114] R^{3b} 独立选自 H、 C_{1-4} 烷基、 $-C(=O)C_{1-4}$ 烷基、 $-(CH_2)_n-C(=O)OH$ 、 $-(CH_2)_n-C(=O)OC_{1-4}$ 烷基、 $-C(=O)NR^aR^a$ 和被 1-5 个 R^5 取代的 4- 至 5- 元杂环基；

[0115] R^{3c} 独立选自 H 和 =O；





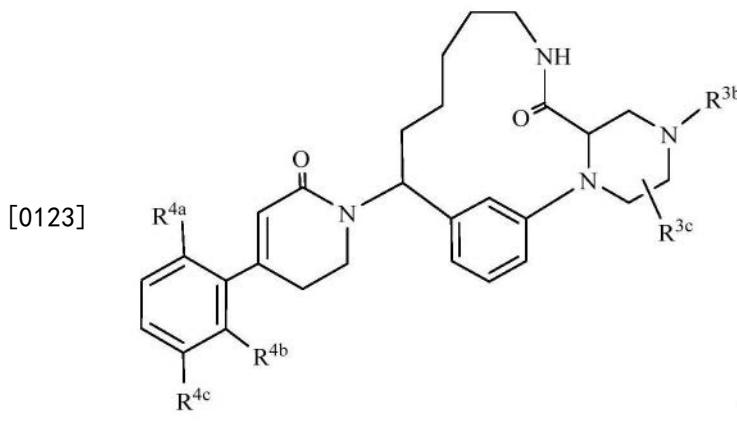


[0119] R^5 在每次出现时独立选自H、-C(=O)OC₁₋₄烷基、OC₁₋₄烷基；

[0120] R^{10} 在每次出现时独立选自H、F、Cl、Br、C(=O)NR^aR^a、C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-OR^b、-(CH₂)_n-NR^aR^a、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的芳基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₆环烷基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-0-4-至10-元杂环基；和

[0121] n在每次出现时是独立选自0、1、2和3的整数。

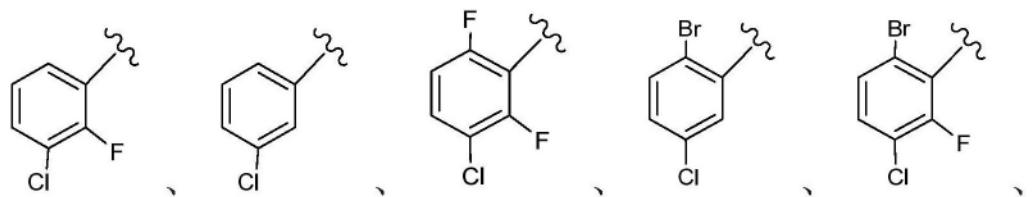
[0122] 在第六方面，本公开文本提供在第一、第二和第三方面中任一个范围内的式(IV)化合物：



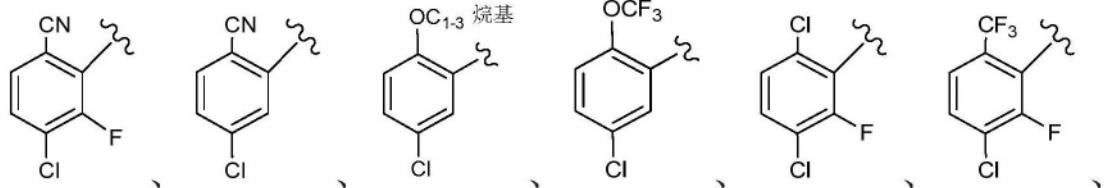
[0124] 或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐或溶剂合物，其中：

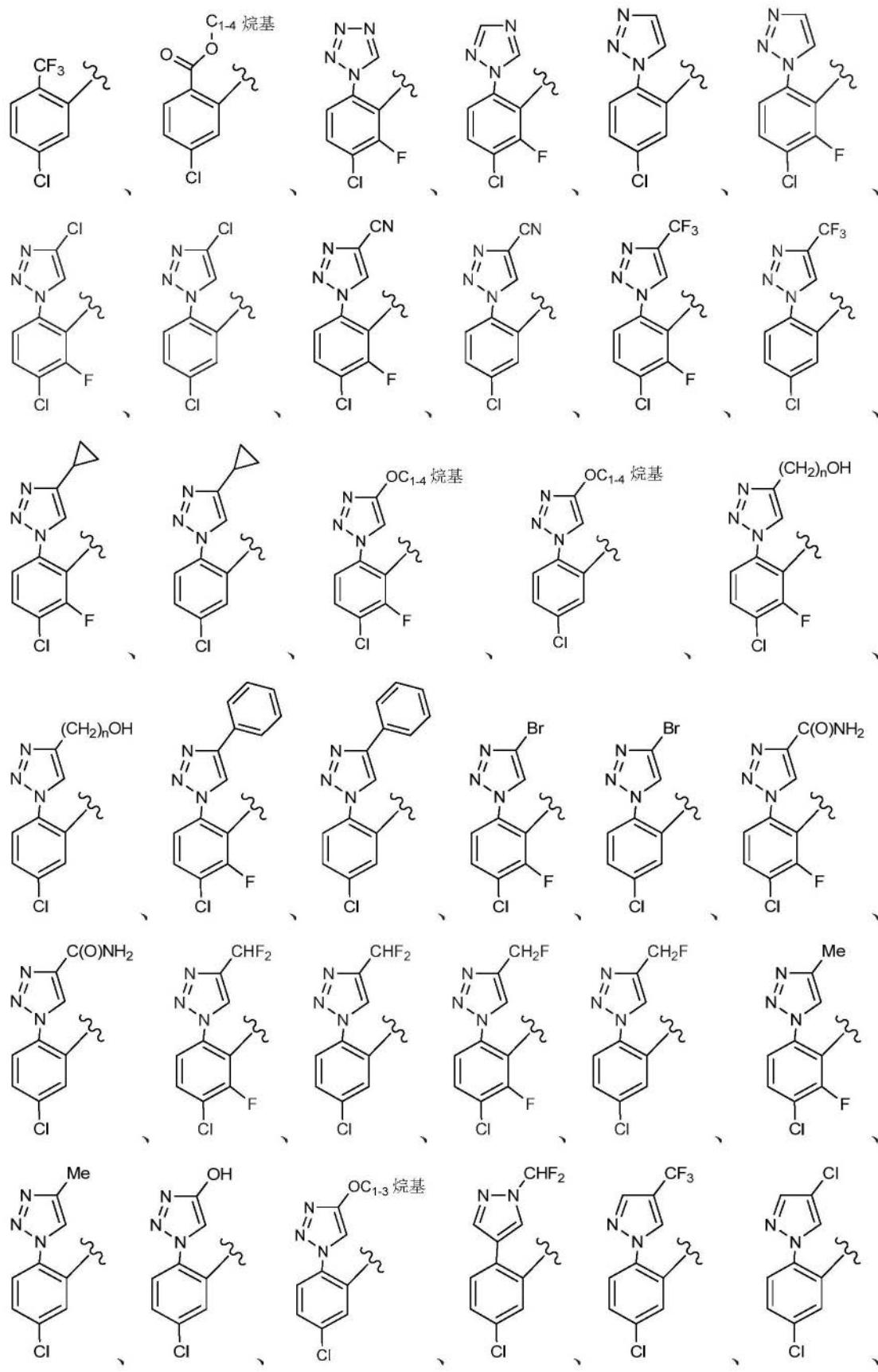
[0125] R^{3b} 独立选自 H 、 C_{1-4} 烷基、 $-C(=O)C_{1-4}$ 烷基、 $-CH_2^n-C(=O)OH$ 、 $-CH_2^n-C(=O)OC_{1-4}$ 烷基、 $-C(=O)NR^aR^a$ 和被 1-5 个 R^5 取代的 4-至 5-元杂环基；

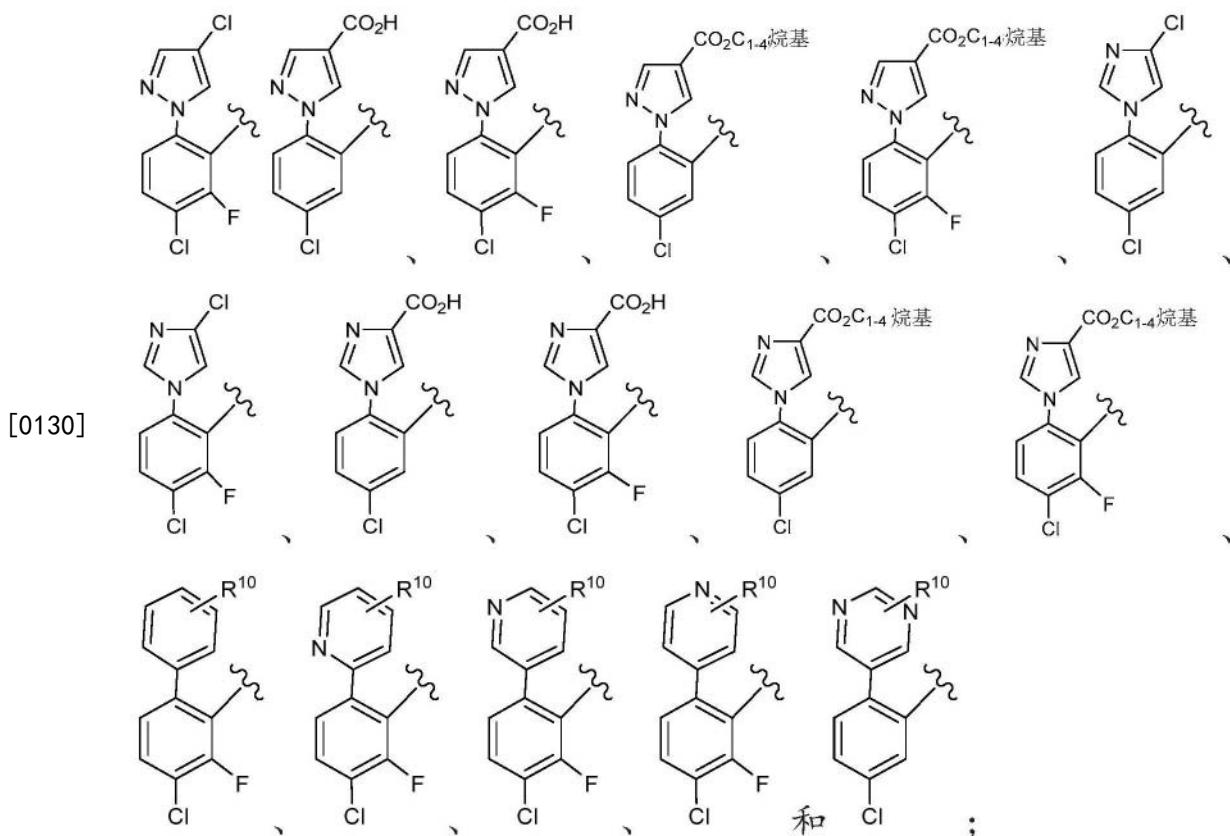
[0126] R^{3c} 独立选自 H 和 $=O$ ；



[0128]



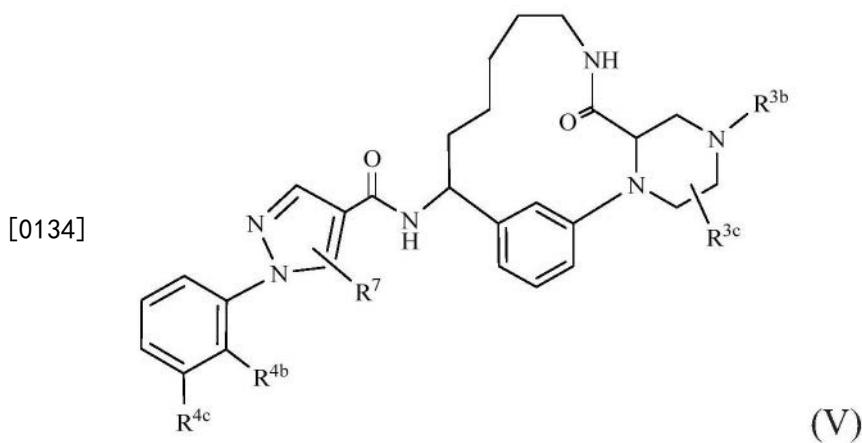




[0131] R^{10} 在每次出现时独立选自H、F、Cl、Br、C(=O)NR^aR^a、C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-OR^b、-(CH₂)_n-NR^aR^a、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的芳基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₆环烷基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-0-4-至10-元杂环基；和

[0132] n在每次出现时是独立选自0、1、2和3的整数。

[0133] 在第七方面，本公开文本提供在第一、第二和第三方面任一个范围内的式(V)化合物：



[0135] 或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐或溶剂合物，其中：

[0136] R^{3b}独立选自H、C₁₋₄烷基、-C(=O)C₁₋₄烷基、-(CH₂)_n-C(=O)OH、-(CH₂)_n-C(=O)OC₁₋₄烷基和被1-5个R⁵取代的-4-至5-元杂环基；

[0137] R^{3c}独立选自H和=O；

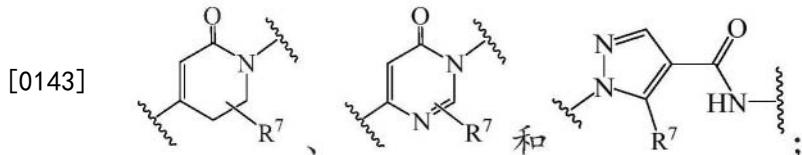
[0138] R^{4b}独立选自H和F；

[0139] R^{4c} 独立选自H、F、Cl、甲基、乙基、异丙基和 OCH_3 ; R^7 独立选自H和 C_{1-3} 烷基; 和

[0140] n在每次出现时是独立选自0、1、2和3的整数。

[0141] 在第八方面,本公开文本提供在第一、第二和第三方面中任一个范围内的式(III)化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐或溶剂合物,其中:

[0142] L独立选自

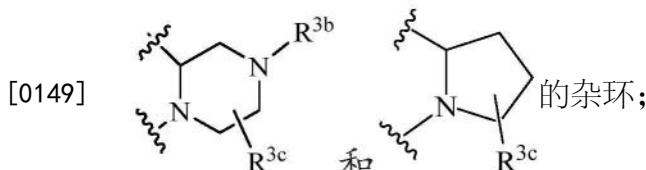


[0145] R^1 和 R^2 独立选自H、 C_{1-4} 烷基和OH;

[0146] R^3 独立选自- $(CH_2)_n-NR^aR^a$ 、- $(CH_2)_n-C(=O)R^b$ 、- $(CH_2)_n-C(=O)OR^b$ 、- $(CH_2)_n-NR^aC(=O)OR^b$ 、- $(CH_2)_n-NR^aC(=O)R^b$ 、- $NR^aC(=O)NR^aR^a$ 、- $C(=O)NR^aR^a$;

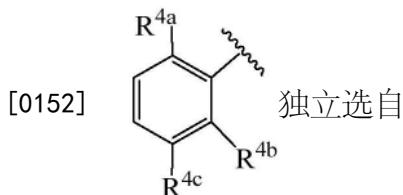
[0147] R^{3a} 是H;

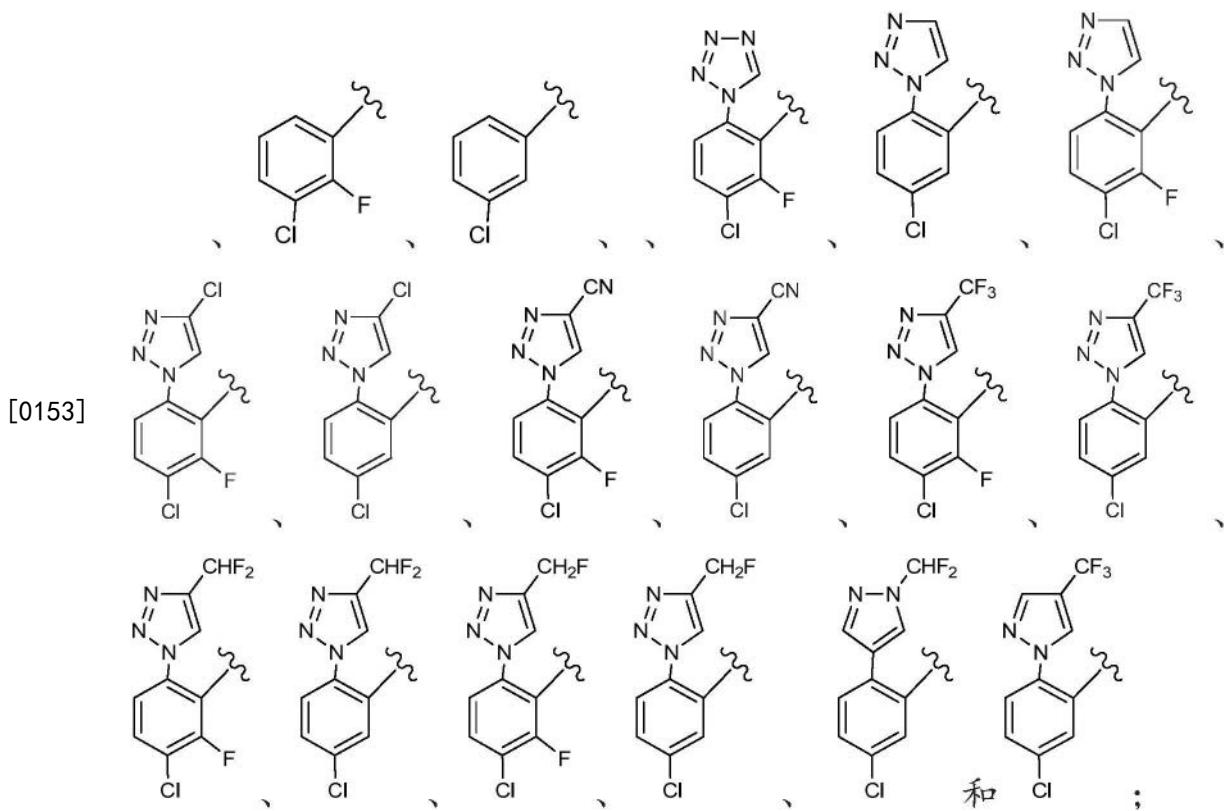
[0148] 备选地, R^{3a} 和 R^3 一起形成选自



[0150] R^{3b} 独立选自H、 C_{1-4} 烷基、- $C(=O)C_{1-4}$ 烷基、- $(CH_2)_n-C(=O)OH$ 、- $(CH_2)_n-C(=O)OC_{1-4}$ 烷基、- $C(=O)NR^aR^a$ 和被1-5个 R^5 取代的-4-至6-元杂环基;

[0151] R^{3c} 独立选自H和=O;





[0154] R^5 在每次出现时独立选自H、-C(=O)OC₁₋₄烷基,OC₁₋₄烷基;

[0155] R⁷独立选自H和C₁₋₃烷基；

[0156] R^a 在每次出现时独立选自H、被0-5个 R^e 取代的 C_{1-6} 烷基、被0-5个 R^e 取代的 C_{2-6} 烯基、被0-5个 R^e 取代的 C_{2-6} 炔基、被0-5个 R^e 取代的 $-(CH_2)_n-C_{3-10}$ 碳环基和被0-5个 R^e 取代的 $-(CH_2)_n-$ 杂环基；

[0157] R^b 在每次出现时独立选自H、被0-5个 R^e 取代的 C_{1-6} 烷基、被0-5个 R^e 取代的 $-(CH_2)_n-$ C_{3-10} 碳环基和被0-5个 R^e 取代的 $-(CH_2)_n-$ 杂环基；

[0158] R^e在每次出现时独立选自F、Cl、Br、CN、NO₂、=O、C₁₋₆烷基、卤代烷基、-(CH₂)_n-C₃₋₆环烷基、-(CH₂)_n-芳基、-(CH₂)_n-杂环基和CO₂H；和

[0159] n在每次出现时是独立选自0、1、2和3的整数。

[0160] 在第九方面，本发明提供一种选自例示性实施例的化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐或溶剂合物。

[0161] 在另一方面，本发明提供一种选自第八方面范围内化合物的任何亚组列表的化合物。

[0162] 在另一个实施方案中,使用本文公开的测定,本发明化合物具有因子XIA Ki值 \leqslant 10 μM ,优选地Ki值 \leqslant 1 μM ,更优选地Ki值 \leqslant 0.5 μM ,甚至更优选地Ki值 \leqslant 0.1 μM 。

[0163] 在另一个实施方案中,使用本文公开的测定,本发明化合物具有血浆激肽释放酶Ki值 $\leqslant 15\mu\text{M}$,优选地Ki值 $\leqslant 10\mu\text{M}$,更优选地Ki值 $\leqslant 1.0\mu\text{M}$,甚至更优选地Ki值 $\leqslant 0.5\mu\text{M}$ 。

[0164] II. 本发明的其它实施方案

[0165] 在另一实施方案中，本发明提供包含至少一种本发明化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐或溶剂合物的组合物。

[0166] 在另一实施方案中,本发明提供包含药学上可接受的载体和至少一种本发明化合

物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐或溶剂合物的药物组合物。

[0167] 在另一实施方案中,本发明提供药物组合物,其包含:药学上可接受的载体和治疗有效量的至少一种本发明化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐或溶剂合物。

[0168] 在另一实施方案中,本发明提供制备本发明化合物的方法。

[0169] 在另一实施方案中,本发明提供用于制备本发明化合物的中间体。

[0170] 在另一实施方案中,本发明提供另外包含一种或多种附加治疗剂的药物组合物。在一个优选实施方案中,本发明提供药物组合物,其中所述一种或多种附加治疗剂为抗血小板剂或其组合。优选所述一种或多种抗血小板剂为氯吡格雷(clopidogrel)和/或阿司匹林(aspirin)或其组合。

[0171] 在另一实施方案中,本发明提供治疗和/或预防血栓栓塞病症的方法,该方法包括向需要此类治疗和/或预防的患者给予治疗有效量的至少一种本发明化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐或溶剂合物。

[0172] 在另一实施方案中,本发明提供本发明化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐或溶剂合物,其用于治疗。

[0173] 在另一实施方案中,本发明提供本发明化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐或溶剂合物,其用于治疗和/或预防血栓栓塞病症的疗法中。

[0174] 在另一实施方案中,本发明还提供本发明化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐或溶剂合物的用途,其用于制备用于治疗和/或预防血栓栓塞病症的药物。

[0175] 在另一实施方案中,本发明提供治疗和/或预防血栓栓塞病症的方法,该方法包括:向有此需要的患者给予治疗有效量的第一和第二治疗剂,其中该第一治疗剂为本发明化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐或溶剂合物,且该第二治疗剂为至少一种选自因子Xa抑制剂例如阿哌沙班、利伐沙班、背曲西班、依度沙班、抗凝血剂、抗血小板剂、凝血酶抑制剂例如达比加群、溶血栓剂和纤维蛋白溶解剂的药剂。优选该第二治疗剂为至少一种选自以下的药剂:华法林、未分级肝素(unfractionated heparin)、低分子量肝素(low molecular weight heparin)、合成五醣、水蛭素(hirudin)、阿加曲班(argatroban)、阿司匹林、布洛芬(ibuprofen)、萘普生(naproxen)、舒林酸(sulindac)、吲哚美辛(indomethacin)、美芬纳特(mefenamate)、屈噁昔康(droxicam)、双氯芬酸(diclofenac)、磺吡酮(sulfinpyrazone)、吡罗昔康(piroxicam)、噻氯匹定(ticlopidine)、氯吡格雷、替罗非班(tiropiban)、埃替菲巴肽(eftifibatide)、阿昔单抗(abciximab)、美拉加群(melagatran)、去硫酸水蛭素(desulfatohirudin)、组织纤溶酶原活化剂(tissue纤溶酶ogen activator)、改性的组织纤溶酶原活化剂、阿尼普酶(anistreplase)、尿激酶(urokinase)和链激酶(streptokinase)。优选该第二治疗剂为至少一种抗血小板剂。优选所述一种或多种抗血小板剂为氯吡格雷和/或阿司匹林,或其组合。

[0176] 所述血栓栓塞病症包括动脉心血管血栓栓塞病症、静脉心血管血栓栓塞病症、动脉脑血管血栓栓塞病症和静脉脑血管血栓栓塞病症。血栓栓塞病症的实例包括但不限于不稳定型心绞痛(unstable angina)、急性冠状动脉综合征(acute coronary syndrome)、心房纤维性颤动(atrial fibrillation)、初发性心肌梗塞(first myocardial infarction)、复发性心肌梗塞(recurrent myocardial infarction)、缺血性猝死

(ischemic sudden death)、短暂缺血性发作(transient ischemic attack)、中风、动脉粥样硬化(atherosclerosis)、外周闭塞性动脉疾病(peripheral occlusive arterial disease)、静脉血栓形成(venous thrombosis)、深静脉血栓形成(deep vein thrombosis)、血栓性静脉炎(thrombophlebitis)、动脉栓塞(arterial embolism)、冠状动脉血栓形成(coronary arterial thrombosis)、脑动脉血栓形成(cerebral arterial thrombosis)、脑栓塞(cerebral embolism)、肾栓塞(kidney embolism)、肺栓塞(pulmonary embolism)和由其中血液暴露于促进血栓形成的人工表面的医学植入物、装置或手术所引起的血栓形成。

[0177] 在另一实施方案中,本发明提供治疗和/或预防炎性病症的方法,该方法包括:向需要此类治疗和/或预防的患者给予治疗有效量的至少一种本发明化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐或溶剂合物。炎性病症的实例包括但不限于脓毒症(sepsis)、急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome)和全身性炎性反应综合征(systemic inflammatory response syndrome)。

[0178] 在另一实施方案中,本发明提供用于预防其中涉及血浆激肽释放酶活性的疾病或病症的方法,包括向有此治疗和/或预防需要的患者给予治疗有效量的至少一种本发明的化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐、或溶剂合物。

[0179] 其中涉及血浆激肽释放酶活性的疾病或病症包括但不限于受损视敏度、糖尿病视网膜病变、糖尿病黄斑水肿、遗传性血管性水肿、糖尿病、胰腺炎、肾病、心肌病、神经病、炎性肠病、关节炎、炎症、感染性休克、低血压、癌症、成人呼吸窘迫综合征、弥散性血管内凝血、和心肺转流术手术(cardiopulmonary bypass surgery)。

[0180] 在另一实施方案中,本发明提供本发明化合物与一种或多种附加治疗剂在疗法中同时、分开或相继使用的联合制剂。

[0181] 在另一实施方案中,本发明提供本发明化合物与一种或多种附加治疗剂在治疗和/或预防血栓栓塞病症中同时、分开或相继使用的联合制剂。

[0182] 在不脱离本发明的精神或本质属性的情况下,本发明可以以其它特定形式实施。本发明涵盖本文中所述的本发明优选方面的所有组合。应了解,本发明的任何和所有实施方案均可与任何其它一种或多种实施方案结合在一起描述另外的实施方案。还应了解,实施方案的各个别要素为自身独立的实施方案。此外,实施方案的任何要素意欲与来自任何实施方案的任何和所有其它要素组合来描述另外的实施方案。

[0183] III. 化学

[0184] 在整篇说明书和所附权利要求中,指定化学式或名称将涵盖所有立体和光学异构体和存在此类异构体的其外消旋物。除非另外指出,否则所有手性(对映异构和非对映异构的)和外消旋形式均在本发明的范围内。化合物中还可存在C=C双键、C=N双键、环体系等诸如此类的多种几何异构体,且所有此类稳定异构体涵盖于本发明中。描述了本发明化合物的顺式和反式(或E-和Z-)几何异构体,且其可以以异构体混合物的形式或以单独的异构的形式分离。本发明化合物可以以光学活性或外消旋形式分离。光学活性形式可通过拆分外消旋形式或通过从光学活性起始物质合成来制备。认为制备本发明化合物所使用的所有方法和其中所制得的中间体为本发明的一部分。当制得对映异构或非对映异构产物时,它们可通过常规方法,例如通过色谱法或分步结晶分离。根据方法条件,本发明的最终产物以

游离(中性)或盐形式获得。这些最终产物的游离形式和盐均在本发明的范围内。必要时,化合物的一种形式可转化为另一形式。游离碱或酸可转化为盐;盐可转化为游离化合物或另一盐;本发明的异构化合物的混合物可分离成单个异构体。本发明化合物、其游离形式和盐可以以多重互变异构形式存在,其中氢原子换位至分子的其它部分且分子的原子之间的化学键随之而重排。应了解,所有互变异构形式(只要其可存在)包括在本发明中。

[0185] 术语“立体异构体”是指构成相同但它们原子的空间排列不同的异构体。对映异构体与非对映异构体为立体异构体的实例。术语“对映异构体”是指一对彼此互为镜像且不可重叠的分子物质中的一个。术语“非对映异构体”是指不为镜像的立体异构体。术语“外消旋物”或“外消旋混合物”是指由等摩尔量的两种对映异构物质构成的组合物,其中该组合物无光学活性。

[0186] 符号“R”和“S”表示一个或多个手性碳原子周围的取代基的构型。如本文所述的异构描述符“R”和“S”用于指示相对于核心分子的一种或多种原子构型且意欲如文献(IUPAC Recommendations 1996, Pure and Applied Chemistry, 68: 2193-2222 (1996))中所定义来使用。

[0187] 术语“手性”是指分子的使其不可能与其镜像叠加的结构特征。术语“纯手性”是指对映异构纯的状态。术语“光学活性”是指纯手性分子或手性分子的非外消旋混合物使偏振光平面旋转的程度。

[0188] 如本文中所使用,术语“烷基”或“亚烷基”意欲包括具有指定数目的碳原子的支链和直链饱和脂族烃基。例如,“C₁-C₁₀烷基”或“C₁₋₁₀烷基”(或亚烷基)意欲包括C₁、C₂、C₃、C₄、C₅、C₆、C₇、C₈、C₉和C₁₀烷基。另外,例如,“C₁-C₆烷基”或“C₁-C₆烷基”表示具有1至6个碳原子的烷基。烷基可未取代或被取代,其中至少一个氢被另一化学基团替代。实例烷基包括但不限于甲基(Me)、乙基(Et)、丙基(例如正丙基和异丙基)、丁基(例如正丁基、异丁基、叔丁基)和戊基(例如正戊基、异戊基、新戊基)。当使用“C₀烷基”或“C₀亚烷基”时,意欲表示直接键。

[0189] “炔基”或“亚炔基”意欲包括具有一个或多个(优选1至3个)碳碳三键的直链或支链构型的烃链,该碳碳三键可存在于沿链的任何稳定点处。例如,“C₂-C₆炔基”或“C₂₋₆炔基”(或亚炔基)意欲包括C₂、C₃、C₄、C₅和C₆炔基;例如乙炔基、丙炔基、丁炔基、戊炔基和己炔基。

[0190] 术语“烷氧基”或“烷基氧基”是指-0-烷基。“C₁-C₆烷氧基”或“C₁₋₆烷氧基”(或烷基氧基)意欲包括C₁、C₂、C₃、C₄、C₅和C₆烷氧基。实例烷氧基包括但不限于甲氧基、乙氧基、丙氧基(例如正丙氧基和异丙氧基)和叔丁氧基。类似地,“烷硫基”或“硫代烷氧基”表示具有经由硫桥连接的指定数目碳原子的如上文所定义的烷基;例如甲基-S-和乙基-S-。

[0191] “卤代(halo)”或“卤素(halogen)”包括氟、氯、溴和碘。“卤代烷基”意欲包括具有指定数目碳原子的被一个或多个卤素取代的支链和直链饱和脂族烃基。卤代烷基的实例包括但不限于氟甲基、二氟甲基、三氟甲基、三氯甲基、五氟乙基、五氯乙基、2,2,2-三氟乙基、七氟丙基和七氯丙基。卤代烷基的实例还包括“氟烷基”,其意欲包括具有指定数目碳原子的被一个或多个氟原子取代的支链和直链饱和脂族烃基。

[0192] “卤代烷氧基”或“卤代烷基氧基”表示具有经由氧桥连接的指定数目碳原子的如上文所定义的卤代烷基。例如,“C₁-C₆卤代烷氧基”或“C₁₋₆卤代烷氧基”意欲包括C₁、C₂、C₃、C₄、C₅和C₆卤代烷氧基。卤代烷氧基的实例包括但不限于三氟甲氧基、2,2,2-三氟乙氧基和五氟乙氧基。类似地,“卤代烷硫基”或“硫代的卤代烷氧基”表示具有经由硫桥连接的指定

数目碳原子的如上文所定义的卤代烷基；例如三氟甲基-S-和五氟乙基-S-。

[0193] 本文中使用的术语“氨基”是指-NH₂。

[0194] 本文中使用的术语“取代的氨基”是指具有后缀“氨基”的在下文中定义的术语，例如“芳基氨基”、“烷基氨基”、“芳基氨基”等。

[0195] 本文中使用的术语“烷氧基羰基”是指通过羰基与母体分子部分连接的烷氧基。

[0196] 本文中使用的术语“烷氧基羰基氨基”是指-NHR，其中R为烷氧基羰基。

[0197] 本文中使用的术语“烷基氨基”是指-NHR，其中R为烷基。

[0198] 本文中使用的术语“烷基羰基”是指通过羰基与母体分子部分连接的烷基。

[0199] 本文中使用的术语“烷基羰基氨基”是指-NHR，其中R为烷基羰基。

[0200] 本文中使用的术语“氨基磺酰基”是指-SP₂NH₂。

[0201] 本文中使用的术语“芳基烷基”是指被一个、两个或三个芳基取代的烷基。

[0202] 本文中使用的术语“芳基氨基”是指-NHR，其中R为芳基。

[0203] 本文中使用的术语“芳基羰基”是指通过羰基与母体分子部分连接的芳基。

[0204] 本文中使用的术语“芳基羰基氨基”是指-NHR，其中R为芳基羰基。

[0205] 本文中使用的术语“羰基”是指-C(=O)-。

[0206] 本文中使用的术语“氰基”是指-CN。

[0207] 本文中使用的术语“环烷基氨基”是指-NHR，其中R为环烷基。

[0208] 本文中使用的术语“环烷基羰基”是指通过羰基与母体分子部分连接的环烷基。

[0209] 本文中使用的术语“环烷基羰基氨基”是指-NHR，其中R为环烷基羰基。

[0210] 本文中使用的术语“环烷基氧基”是指通过氧原子与母体分子部分连接的环烷基。

[0211] 本文中使用的术语“二烷基氨基”是指NR₂，其中每个R为烷基。两个烷基相同或不同。

[0212] 本文中使用的术语“卤代烷氧基”是指通过氧原子与母体分子部分连接的卤代烷基。

[0213] 本文中使用的术语“卤代烷基”是指被一个、两个、三个或四个卤素原子取代的烷基。

[0214] 本文中使用的术语“卤代烷基氨基”是指-NHR，其中R为卤代烷基。

[0215] 术语“羰基”是指C(=O)。

[0216] 术语“羧基”是指C(=O)OH。

[0217] 本文中使用的术语“卤代烷基羰基”是指通过羰基与母体分子部分连接的卤代烷基。

[0218] 本文中使用的术语“卤代烷基羰基氨基”是指-NHR，其中R为卤代烷基羰基。

[0219] 术语“烷基羰基”是指与羰基键合烷基或取代烷基。

[0220] 本文中使用的术语“烷氧基羰基”是指通过羰基与母体分子部分连接的烷氧基。

[0221] 术语“羟基(羟基)”或“羟基(羟基1)”是指OH。

[0222] 术语“环烷基”是指环化烷基，其包括单环、双环或多环体系。“C₃-C₇环烷基”或“C₃₋₇环烷基”意欲包括C₃、C₄、C₅、C₆和C₇环烷基。实例环烷基包括但不限于环丙基、环丁基、环戊基、环己基和降冰片基(norbornyl)。支链环烷基(例如1-甲基环丙基和2-甲基环丙基)包括在“环烷基”的定义中。

[0223] 如本文中所使用，“碳环”或“碳环残基”意欲表示任何稳定的3-、4-、5-、6-、7-或8-元单环或双环或7-、8-、9-、10-、11-、12-或13-元双环或三环烃环，其中任一者可为饱和、部分不饱和、不饱和或芳族环。此类碳环的实例包括但不限于环丙基、环丁基、环丁烯基、环戊基、环戊烯基、环己基、环庚烯基、环庚基、环庚烯基、金刚烷基、环辛基、环辛烯基、环辛二烯基、[3.3.0]双环辛烷、[4.3.0]双环壬烷、[4.4.0]双环癸烷(十氢化萘)、[2.2.2]双环辛烷、芴基、苯基、萘基、1,2-二氢化茚基、金刚烷基、蒽基和四氢化萘基(1,2,3,4-四氢化萘)。如上所示，桥接环也包括在碳环的定义中(例如[2.2.2]双环辛烷)。除非另有说明，否则优选的碳环为环丙基、环丁基、环戊基、环己基、苯基和1,2-二氢化茚基。当使用术语“碳环”时，其意欲包括“芳基”。当一个或多个碳原子连接两个不相邻碳原子时，出现桥接环。优选的桥为一或两个碳原子。应注意，桥总是将单环转变成三环。当环经桥接时，关于该环所述的取代基还可存在于桥上。

[0224] 如本文中所使用，术语“双环碳环”或“双环碳环基”意欲表示含有两个稠合的环且由碳原子组成的稳定的9-或10-元碳环体系。在该两个稠合的环中，一个环为与第二环稠合的苯并环；且该第二环为饱和、部分不饱和或不饱和的5-或6-元碳环。双环碳环基可在产生稳定结构的任何碳原子处与其侧基连接。如果所得化合物稳定，则本文中所述的双环碳环基可在任何碳上经取代。双环碳环基的实例为(但不限于)萘基、1,2-二氢化萘基、1,2,3,4-四氢化萘基和1,2-二氢化茚基。

[0225] “芳基”是指单环或多环芳族烃，包含例如苯基、萘基和菲基。芳基部分为熟知的且描述于例如Hawley's Condensed Chemical Dictionary(第13版)，Lewis, R.J.编，J.Wiley&Sons, Inc., New York(1997)中。“C₆或C₁₀芳基”或“C₆₋₁₀芳基”是指苯基和萘基。除非另外指出，否则“芳基”、“C₆或C₁₀芳基”或“C₆₋₁₀芳基”或“芳族残基”可未取代或被1至5个基团、优选1至3个基团OH、OCH₃、Cl、F、Br、I、CN、NO₂、NH₂、N(CH₃)H、N(CH₃)₂、CF₃、OCF₃、C(=O)CH₃、SCH₃、S(=O)CH₃、S(=O)₂CH₃、CH₃、CH₂CH₃、CO₂H和CO₂CH₃取代。

[0226] 如本文所使用的术语“苄基”是指一个氢原子被苯基替代的甲基，其中所述苯基可任选被1至5个基团、优选1至3个基团，OH、OCH₃、Cl、F、Br、I、CN、NO₂、NH₂、N(CH₃)H、N(CH₃)₂、CF₃、OCF₃、C(=O)CH₃、SCH₃、S(=O)CH₃、S(=O)₂CH₃、CH₃、CH₂CH₃、CO₂H和CO₂CH₃取代。

[0227] 如本文所使用的术语“杂环”或“杂环基”意欲表示饱和、部分不饱和或完全不饱和且含有碳原子和1、2、3或4个独立地选自N、O和S的杂原子的稳定的3-、4-、5-、6-或7-元单环或双环或7-、8-、9-、10-、11-、12-、13-或14-元多环杂环；且包括其中任何以上所定义的杂环稠合于苯环的任何多环基团。氮和硫杂原子可任选被氧化(即，N→O和S(O)_p，其中p为0、1或2)。氮原子可被取代或未取代(即N或NR，其中R为H或为另一取代基，若有定义)。杂环可在产生稳定结构的任何杂原子或碳原子处与其侧基连接。若所得化合物为稳定的，则本文中所述的杂环可在碳或氮原子上被取代。杂环中的氮可任选被季化。优选的是，当杂环中S和O原子的总数超过1时，则这些杂原子彼此不相邻。优选杂环中S和O原子的总数不超过1。当使用术语“杂环”时，意欲包括杂芳基。

[0228] 杂环的实例包括但不限于吖啶基、氮杂环丁烷基、吖辛因基、苯并咪唑基、苯并呋喃基、苯并噻吩基(benzothiofuranyl)、苯并噻吩基(benzothiophenyl)、苯并噁唑基、苯并噁唑啉基、苯并噻唑基、苯并三唑基、苯并四唑基、苯并异噁唑基、苯并异噁唑基、苯并咪唑基、咔唑基、4aH-咔唑基、咔啉基、苯并二氢吡喃基、苯并吡喃基、噌啉基、十氢喹啉基、2H，

6H-1,5,2-二噻嗪基、二氢呋喃并[2,3-b]四氢呋喃、呋喃基、呋咱基、咪唑烷基、咪唑啉基、咪唑基、1H-吲唑基、咪唑并吡啶基、吲哚烯基(indolenyl)、二氢吲哚基、吲哚基、吲哚基、3H-吲哚基、靛红酰基(isatinoyl)、异苯并呋喃基、异苯并二氢吡喃基、异吲唑基、异二氢吲哚基、异吲哚基、异喹啉基、异噻唑基、异噻唑并吡啶基、异噁唑基、异噁唑并吡啶基、亚甲基二氧基苯基、吗啉基、1,5-二氮杂萘基、八氢异喹啉基、噁二唑基、1,2,3-噁二唑基、1,2,4-噁二唑基、1,2,5-噁二唑基、1,3,4-噁二唑基、噁唑烷基、噁唑基、噁唑并吡啶基、噁唑烷基萘嵌间二氮杂苯基(oxazolidinylperimidinyl)、羟吲哚基、嘧啶基、菲啶基、菲咯啉基、吩嗪基、吩噻嗪基、吩噁噻基(phenoxyathiinyl)、吩噁嗪基、酞嗪基(phthalazinyl)、哌嗪基、哌啶基、哌啶酮基、4-哌啶酮基、胡椒基(piperonyl)、蝶啶基、嘌呤基、吡喃基、吡嗪基、吡唑烷基、吡唑啉基、吡唑并吡啶基、吡唑基、哒嗪基、吡啶并噁唑基、吡啶并咪唑基、吡啶并噻唑基、吡啶基、嘧啶基、吡咯烷基、吡咯啉基、2H-吡咯基、吡咯基、喹唑啉基、喹啉基、4H-喹嗪基、喹喔啉基、奎宁环基、四唑基、四氢呋喃基、四氢异喹啉基、四氢喹啉基、6H-1,2,5-噻二嗪基、1,2,3-噻二唑基、1,2,4-噻二唑基、1,2,5-噻二唑基、1,3,4-噻二唑基、噻蒽基、噻唑基、噻吩基、噻唑并吡啶基、噻吩并噁唑基、噻吩并噁唑基、噻吩并咪唑基、噻吩基(thiophenyl)、三嗪基、1,2,3-三唑基、1,2,4-三唑基、1,2,5-三唑基、1,3,4-三唑基和呫吨基。还包括含有例如上述杂环的稠合环和螺化合物。

[0229] 5-至10-元杂环的实例包括但不限于吡啶基、呋喃基、噻吩基、吡咯基、吡唑基、吡嗪基、哌嗪基、哌啶基、咪唑基、咪唑烷基、吲哚基、四唑基、异噁唑基、吗啉基、噁唑基、噁二唑基、噁唑烷基、四氢呋喃基、噻二嗪基、噻二唑基、三嗪基、三唑基、苯并咪唑基、1H-吲唑基、苯并呋喃基、苯并噻吩基、苯并四唑基、苯并三唑基、苯并异噁唑基、苯并噁唑基、羟吲哚基、苯并噁唑啉基、苯并噻唑基、苯并异噻唑基、靛红酰基、异喹啉基、八氢异喹啉基、四氢异喹啉基、四氢喹啉基、异噁唑并吡啶基、喹唑啉基、异噻唑并吡啶基、噻唑并吡啶基、噁唑并吡啶基、咪唑并吡啶基和吡唑并吡啶基。

[0230] 5-至6-元杂环的实例包括但不限于吡啶基、呋喃基、噻吩基、吡咯基、吡唑基、吡嗪基、哌嗪基、哌啶基、咪唑基、咪唑烷基、吲哚基、四唑基、异噁唑基、吗啉基、噁唑基、噁二唑基、噁唑烷基、四氢呋喃基、噻二嗪基、噻二唑基、三嗪基和三唑基。还包括含有例如上述杂环的稠合环和螺化合物。

[0231] 如本文所使用的术语“双环杂环”或“双环杂环基”意欲表示含有两个稠合的环且由碳原子和1、2、3或4个独立地选自N、O和S的杂原子组成的稳定的9-或10-元杂环体系。在两个稠合的环中，一个环为5-或6-元单环芳族环，包括5-元杂芳基环、6-元杂芳基环或苯并环，各自稠合于第二环。该第二环为饱和、部分不饱和或不饱和的5-或6-元单环且包括5-元杂环、6-元杂环或碳环(前提是当第二环为碳环时，第一环不为苯并环)。

[0232] 双环杂环基可在产生稳定结构的任何杂原子或碳原子处与其侧基连接。若所得化合物稳定，则本文中所述的双环杂环基可在碳或氮原子上被取代。优选当杂环中S和O原子的总数超过1时，则这些杂原子彼此不相邻。优选杂环中S和O原子的总数不超过1。

[0233] 双环杂环基的实例为(但不限于)喹啉基、异喹啉基、酞嗪基、喹唑啉基、吲哚基、异吲哚基、二氢吲哚基、1H-吲唑基、苯并咪唑基、1,2,3,4-四氢喹啉基、1,2,3,4-四氢异喹啉基、5,6,7,8-四氢喹啉基、2,3-二氢-苯并呋喃基、苯并二氢吡喃基、1,2,3,4-四氢-喹喔啉基和1,2,3,4-四氢-喹唑啉基。

[0234] 如本文中所使用,术语“芳族杂环基”或“杂芳基”意欲表示包括至少一个杂原子环成员(例如硫、氧或氮)的稳定的单环和多环芳族烃。杂芳基包括但不限于吡啶基、嘧啶基、吡嗪基、哒嗪基、三嗪基、呋喃基、喹啉基、异喹啉基、噻吩基、咪唑基、噻唑基、吲哚基、吡咯基、噁唑基、苯并呋喃基、苯并噻吩基、苯并噻唑基、异噁唑基、吡唑基、三唑基、四唑基、吲唑基、1,2,4-噻二唑基、异噻唑基、嘌呤基、咔唑基、苯并咪唑基、二氢吲哚基、苯并二氧戊环基和苯并二噁烷。杂芳基可被取代或未取代。氮原子可被取代或未取代(即N或NR,其中R为H或另一取代基,若有定义)。氮和硫杂原子可任选被氧化(即,N→0和S(0)_p,其中p为0、1或2)。

[0235] 桥接环也包括在杂环的定义中。当一个或多个原子(即C、O、N或S)连接两个不相邻碳或氮原子时,出现桥接环。桥接环的实例包括但不限于一个碳原子、两个碳原子、一个氮原子、两个氮原子和碳-氨基团。应注意,桥总是将单环转变成三环。当环经桥接时,关于该环所述的取代基还可存在于桥上。

[0236] 术语“抗衡离子”用于表示带负电荷的物质,例如氯离子、溴离子、氢氧根、乙酸根和硫酸根。

[0237] 当在环结构中使用虚线标记的环时,其指示该环结构可为饱和、部分饱和或不饱和的。

[0238] 如本文中所提及,术语“(被)取代(的)”表示至少一个氢原子被非氢基团替代,条件是保持正常价数且取代作用产生稳定化合物。当取代基为酮基(即,=O)时,则原子上的2个氢被替代。酮基取代基不会出现在芳族部分上。当提及环体系(例如碳环或杂环)被羰基或双键取代时,意指羰基或双键为环的一部分(即在环内)。如本文中所使用,环双键为在两个相邻环原子之间所形成的双键(例如C=C、C=N或N=N)。

[0239] 在本发明化合物上存在氮原子(例如胺类)的情况下,其可通过用氧化剂(例如mCPBA和/或过氧化氢)处理而转化成N-氧化物,从而得到本发明的其它化合物。因此,认为所显示和要求保护的氮原子涵盖所显示的氮及其N-氧化物(N→O)衍生物。

[0240] 当任何变量在化合物的任何组成部分或式中出现多于一次时,其定义在每次出现时独立于其在所有其它情况下出现时的定义。因此,例如,如果基团显示被0-3个R基团取代,则所述基团可任选被至多3个R基团取代,且R在每次出现时独立地选自R的定义。此外,允许取代基和/或变量的组合,只要此类组合产生稳定化合物。

[0241] 当取代基的键显示与环中连接两个原子的键交叉时,则这样的取代基可键合于该环上的任何原子。当列出取代基而未指明此类取代基与指定式的化合物中其余部分键合时所利用的原子时,则这样的取代基可经由此类取代基中的任何原子键合。允许取代基和/或变量的组合,只要此类组合产生稳定化合物。

[0242] 词组“药学上可接受的”在本文中用于指在合理医学判断范围内、适于与人类和动物的组织接触使用而无过多毒性、刺激、过敏反应和/或其它问题或并发症,与合理效益/风险比相称的那些化合物、材料、组合物和/或剂型。

[0243] 如本文所使用,“药学上可接受的盐”是指所公开化合物的衍生物,其中母体化合物通过制成其酸盐或碱盐而改性。药学上可接受的盐的实例包括但不限于碱性基团(例如胺)的无机或有机酸盐;和酸性基团(例如羧酸)的碱盐或有机盐。药学上可接受的盐包括由例如无毒性的无机或有机酸形成的母体化合物的常规无毒盐或季铵盐。例如,此类常规无毒盐包括衍生自无机酸的那些,所述无机酸例如盐酸、氢溴酸、硫酸、氨碘酸、磷酸和硝酸;

和从有机酸制备的盐,所述有机酸例如乙酸、丙酸、琥珀酸、乙醇酸、硬脂酸、乳酸、苹果酸、酒石酸、柠檬酸、抗坏血酸、双羟萘酸、马来酸、羟基马来酸、苯基乙酸、谷氨酸、苯甲酸、水杨酸、对氨基苯磺酸、2-乙酰氧基苯甲酸、富马酸、甲苯磺酸、甲磺酸、乙二磺酸、乙二酸和羟乙基磺酸。

[0244] 本发明的药学上可接受的盐能够通过常规化学方法从含有碱性或酸性部分的母体化合物合成。一般而言,此类盐可通过使这些化合物的游离酸或游离碱形式与化学计量量的适当碱或酸在水或有机溶剂中或在两者的混合物中反应来制备;一般而言,非水性介质如乙醚(ether)、乙酸乙酯、乙醇、异丙醇或乙腈是优选的。适合盐的列表参见Remington's Pharmaceutical Sciences,第18版,Mack Publishing Company,Easton,PA(1990),其公开内容以引用的方式并入本文中。

[0245] 另外,式I化合物可具有前药形式。将在体内转化以提供生物活性剂(即式I化合物)的任何化合物为本发明范围和精神内的前药。各种形式的前药在本领域中为已知的。关于此类前药衍生物的实例,请参见:

[0246] a) Bundgaard,H.编,Design of Prodrugs,Elsevier(1985)和Widder,K.等人编,Methods in Enzymology,112:309-396,Academic Press(1985);

[0247] b) Bundgaard,H.,第5章,“Design and Application of Prodrugs,”A Textbook of Drug Design and Development,第113-191页,Krosgaard-Larsen,P.等人编,Harwood Academic Publishers(1991);

[0248] c) Bundgaard,H.,Adv.Drug Deliv.Rev.,8:1-38(1992);

[0249] d) Bundgaard,H.等人,J.Pharm.Sci.,77:285(1988);和

[0250] e) Kakeya,N.等人,Chem.Pharm.Bull.,32:692(1984)。

[0251] 含有羧基的化合物可形成因在体内水解产生式I化合物本身而用作前药的生理学上可水解的酯。由于水解在许多情况下主要在消化酶的影响下发生,因此此类前药优选经口给药。当酯本身有活性时,或在水解在血液中发生的那些情况下,可使用非经肠给药。式I化合物的生理学上可水解的酯的实例包括C₁₋₆烷基酯、C₁₋₆烷基苄基酯、4-甲氧基苄基酯、1,2-二氢化茚基酯、邻苯二甲酰基酯、甲氧基甲基酯、C₁₋₆烷酰氧基-C₁₋₆烷基酯(例如乙酰氧基甲基酯、新戊酰氧基甲基酯或丙酰氧基甲基酯)、C₁₋₆烷氧基羰基-C₁₋₆烷基酯(例如甲氧基羰基-氨基甲基酯或乙氧基羰基甲基酯)、甘氨酰氧基甲基酯、苯基甘氨酰氧基甲基酯、(5-甲基-2-氧代-1,3-二氧杂环戊烯-4-基)-甲基酯)和例如青霉素(penicillin)和头孢菌素(cephalosporin)技术中所用的其它公知的生理学上可水解的酯。此类酯可通过本领域中已知的常规技术制备。

[0252] 前药的制备在本领域中为已知的且描述于例如以下文献中:King,F.D.,编,Medicinal Chemistry:Principles and Practice,The Royal Society of Chemistry,Cambridge,UK(1994);Testa,B.等人,Hydrolysis in Drug and Prodrug Metabolism.Chemistry,Biochemistry and Enzymology,VCHA and Wiley-VCH,Zurich,Switzerland(2003);Wermuth,C.G.,编,The Practice of Medicinal Chemistry,Academic Press,San Diego,CA(1999)。

[0253] 本发明意欲包括本发明化合物中所存在的原子的所有同位素。同位素包括那些具有相同原子序数但质量数不同的原子。作为一般实例且非限制性的,氢的同位素包括氘和

氘。氘在其核中具有一个质子和一个中子，并具有普通氢质量的两倍。氘可由“²H”或“D”等符号表示。本文的术语“氘”本身或用于修饰化合物或基团，是指用氘原子替换一个或多个连接在碳上的氢原子。碳的同位素包括¹³C和¹⁴C。

[0254] 经同位素标记的本发明化合物通常可通过本领域技术人员已知的常规技术或通过与本文所述的那些类似的方法使用适当的经同位素标记的试剂替代所另外使用的未经标记的试剂来制备。此类化合物具有多种潜在用途，例如作为测定潜在药物化合物结合目标蛋白质或受体的能力的标准物和试剂，或用于使与体内或体外的生物受体结合的本发明化合物成像。

[0255] “稳定化合物”和“稳定结构”意欲指示化合物足够稳固以能够从反应混合物分离至适用纯度和配制成有效治疗剂。优选地，本发明化合物不含N-卤素、S(O)₂H或S(O)H基团。

[0256] 术语“溶剂合物”表示本发明化合物与一个或多个溶剂分子（有机或无机）的物理缔合。此物理缔合包括氢键结。在某些情况下，例如当一个或多个溶剂分子并入结晶固体的晶格中时，溶剂合物将能够分离。溶剂合物中的溶剂分子可以规则排列和/或无序排列而存在。溶剂合物可包含化学计量或非化学计量量的溶剂分子。“溶剂合物”涵盖溶液相和可分离的溶剂合物二者。例示性溶剂合物包括但不限于水合物、乙醇合物、甲醇合物和异丙醇合物。溶剂化方法在本领域内通常为已知的。

[0257] 如本文中所使用的缩写如以下所定义：“1×”是指一次；“2×”是指两次；“3×”是指三次；“°C”是指摄氏度；“eq”是指当量；“g”是指克；“mg”是指毫克；“L”是指升；“mL”是指毫升；“μL”是指微升；“N”是指当量浓度；“M”是指摩尔浓度；“mmol”是指毫摩尔；“min”是指分钟；“h”是指小时；“rt”是指室温；“RT”是指保留时间；“RBF”是指圆底烧瓶，“atm”是指大气压；“psi”是指磅/平方英寸；“conc.”是指浓的；“RCM”是指异位闭环反应，“sat”或“sat’d”是指饱和的；“SFC”是指超临界流体色谱法，“MW”是指分子量；“mp”是指熔点；“ee”是指对映体过量；“MS”或“Mass Spec”是指质谱；“ESI”是指电喷雾电离质谱；“HR”是指高分辨率；“HRMS”是指高分辨率质谱；“LCMS”是指液相色谱质谱；“HPLC”是指高压液相色谱；“RP HPLC”是指反相HPLC；“TLC”或“tlc”是指薄层色谱；“NMR”是指核磁共振光谱；“nOe”是指核奥氏效应(nuclear Overhauser effect)光谱；“¹H”是指质子；“δ”是指delta；“s”是指单峰；“d”是指双峰；“t”是指三重峰；“q”是指四重峰；“m”是指多重峰；“br”是指宽峰；“Hz”是指赫兹；和“α”、“β”、“R”、“S”、“E”和“Z”为本领域技术人员熟悉的立体化学符号。

[0258]	Me	甲基
[0259]	Et	乙基
[0260]	Pr	丙基
[0261]	i-Pr	异丙基
[0262]	Bu	丁基
[0263]	i-Bu	异丁基
[0264]	t-Bu	叔丁基
[0265]	Ph	苯基
[0266]	Bn	苄基
[0267]	Boc或BOC	叔丁氧基羰基
[0268]	Boc ₂ O	二碳酸二叔丁酯

[0269]	AcOH或HOAc	乙酸
[0270]	AlCl ₃	氯化铝
[0271]	AIBN	偶氮二异丁腈
[0272]	BBR ₃	三溴化硼
[0273]	BCl ₃	三氯化硼
[0274]	BEMP	2-叔丁基亚氨基-2-二乙基氨基-1,3-二甲基全氢-1,3,2-二氮杂膦
[0275]	BOP试剂	苯并三唑-1-基氧基三(二甲基氨基)磷六氟磷酸盐
[0276]	Burgess试剂	1-甲氧基-N-三乙铵基碘酰基-甲亚氨酸酯(methanimidate)
[0277]	Cbz	苄氧羰基
[0278]	DCM或CH ₂ Cl ₂	二氯甲烷
[0279]	CH ₃ CN或ACN	乙腈
[0280]	CDCl ₃	氘代氯仿
[0281]	CHCl ₃	氯仿
[0282]	mCPBA或m-CPBA	间氯过氧苯甲酸
[0283]	Cs ₂ CO ₃	碳酸铯
[0284]	Cu(OAc) ₂	乙酸铜(II)
[0285]	CuI	碘化铜(I)
[0286]	CuSO ₄	硫酸铜(II)
[0287]	Cy ₂ NMe	N-环己基-N-甲基环己胺
[0288]	DBU	1,8-二氮杂二环[5.4.0]十一碳-7-烯
[0289]	DCE	1,2二氯乙烷
[0290]	DEA	二乙胺
[0291]	Dess-Martin	1,1,1-三(乙酰氧基)-1,1-二氢-1,2-苯碘酰(beniziodoxol)-3-(1H)-酮
[0292]	DIC或DIPCDI	二异丙基碳二亚胺
[0293]	DIEA、DIPEA或	二异丙基乙胺
[0294]	Hunig氏碱	
[0295]	DMAP	4-二甲基氨基吡啶
[0296]	DME	1,2-二甲氧基乙烷
[0297]	DMF	二甲基甲酰胺
[0298]	DMSO	二甲亚砜
[0299]	cDNA	互补DNA
[0300]	Dppp	(R)-(+)-1,2-双(二苯基膦基)丙烷
[0301]	DuPhos	(+)-1,2-双((2S,5S)-2,5-二乙基磷杂环戊烷基(diethylphospholano))苯
[0302]	EDC	N-(3-二甲基氨基丙基)-N'-乙基碳二亚胺
[0303]	EDCI	N-(3-二甲基氨基丙基)-N'-乙基碳二亚胺盐酸盐
[0304]	EDTA	乙二胺四乙酸

[0305]	(S,S)-EtDuPhosRh(I)	(+)-1,2-双((2S,5S)-2,5-二乙基磷杂环戊烷基)苯(1,5-环辛二烯)铑(I)三氟甲磺酸盐
[0306]	Et ₃ N或TEA	三乙胺
[0307]	EtOAc	乙酸乙酯
[0308]	Et ₂ O	乙醚
[0309]	EtOH	乙醇
[0310]	GMF	玻璃微纤维滤纸
[0311]	Grubbs II	(1,3-双(2,4,6-三甲基苯基)-2-咪唑烷叉基)二氯(苯基亚甲基)(三环己基膦)钌
[0312]	HCl	盐酸
[0313]	HATU	0-(7-氮杂苯并三唑-1-基)-N,N,N',N'-四甲基脲鎓六氟磷酸盐
[0314]	HEPES	4-(2-羟基乙基)哌嗪(piperazine)-1-乙磺酸
[0315]	Hex	己烷
[0316]	HOt或HOBT	1-羟基苯并三唑
[0317]	H ₂ O ₂	过氧化氢
[0318]	H ₂ SO ₄	硫酸
[0319]	IBX	2-碘氧基苯甲酸
[0320]	InCl ₃	氯化铟(III)
[0321]	Jones试剂	CrO ₃ 在H ₂ SO ₄ 水溶液中,2M
[0322]	K ₂ CO ₃	碳酸钾
[0323]	K ₂ HPO ₄	磷酸氢二钾
[0324]	K ₃ PO ₄	磷酸三钾
[0325]	KOAc	乙酸钾
[0326]	K ₃ PO ₄	磷酸钾
[0327]	LAH	氢化铝锂
[0328]	LG	离去基团
[0329]	LiOH	氢氧化锂
[0330]	MeOH	甲醇
[0331]	MgSO ₄	硫酸镁
[0332]	MsOH或MSA	甲基磺酸
[0333]	NaCl	氯化钠
[0334]	NaH	氢化钠
[0335]	NaHCO ₃	碳酸氢钠
[0336]	Na ₂ CO ₃	碳酸钠
[0337]	NaOH	氢氧化钠
[0338]	Na ₂ SO ₃	亚硫酸钠
[0339]	Na ₂ SO ₄	硫酸钠
[0340]	NBS	N-溴代琥珀酰亚胺

[0341]	NCS	N-氯代琥珀酰亚胺
[0342]	NH ₃	氨
[0343]	NH ₄ Cl	氯化铵
[0344]	NH ₄ OH	氢氧化铵
[0345]	NH ₄ COOH	甲酸铵
[0346]	NMM	N-甲基吗啉
[0347]	OTf	三氟甲烷磺酸盐或三氟甲磺酸盐
[0348]	Pd ₂ (dba) ₃	三(二茂基丙酮)二钯(0)
[0349]	Pd(OAc) ₂	乙酸钯(II)
[0350]	Pd/C	碳载钯
[0351]	Pd(dppf)Cl ₂	[1,1'-双(二苯基膦基)二茂铁]二氯化钯(II)
[0352]	Ph ₃ PCl ₂	三苯基二氯化膦
[0353]	PG	保护基
[0354]	POCl ₃	三氯氧磷
[0355]	i-PrOH或IPA	异丙醇
[0356]	PS	聚苯乙烯
[0357]	rt	室温
[0358]	SEM-Cl	2-(三甲基甲硅烷基)乙氧基甲基氯
[0359]	SiO ₂	二氧化硅
[0360]	SnCl ₂	氯化锡(II)
[0361]	TBAI	四正丁基碘化铵
[0362]	TFA	三氟乙酸
[0363]	THF	四氢呋喃
[0364]	TMSCHN ₂	三甲基甲硅烷基重氮甲烷
[0365]	[®] T3P	丙烷膦酸酐
[0366]	TRIS	三(羟基甲基)氨基甲烷
[0367]	pTsOH	对甲苯磺酸。

[0368] 本发明化合物可以以有机合成领域的技术人员已知的多种方式制备，它们更详细描述于部分VI中。

[0369] IV. 生物学

[0370] 尽管凝血对调节生物体的止血是必要的，但其还牵涉于许多病理学病状中。在血栓形成中，血液凝块或血栓可能局部形成且阻塞循环，引起缺血和器官损伤。或者，在称为栓塞的过程中，凝块可能移动并随后截留于远程血管中，在此处，凝块再次引起缺血和器官损伤。由病理学血栓形成引起的疾病总称为血栓栓塞病症且包括急性冠状动脉综合征、非稳定性心绞痛、心肌梗塞、心腔内血栓形成(thrombosis in the cavity of the heart)、缺血性中风、深静脉血栓形成、外周闭塞性动脉疾病、短暂缺血性发作和肺栓塞。另外，血栓形成发生在与血液接触的人工表面上，包括导管、支架、人工心脏瓣膜和血液透析膜。

[0371] 一些条件促成发展血栓形成的风险。例如，血管壁变化、血液流量改变和血管腔隙的组成变化。这些风险因素总称为魏克氏三症(Virchow's triad)。(Colman, R.W. 等人, 编,

Hemostasis and Thrombosis, Basic Principles and Clinical Practice, 第5版, 第853页, Lippincott Williams&Wilkins (2006))。

[0372] 抗血栓剂通常给予因存在魏克氏三症中的一种或多种诱病风险因素而处于发展血栓栓塞疾病的风险中的患者, 来预防闭塞性血栓的形成(初级预防)。例如, 在矫形外科手术环境(例如髋和膝替换)下, 通常在外科手术之前给予抗血栓剂。抗血栓剂平衡血管流量变化(郁积)、潜在的外科手术血管壁损伤以及由于与外科手术有关的急性期反应所致的血液组成变化所施加的促血栓刺激。使用抗血栓剂进行初级预防的另一实例为对处于发展血栓性心血管疾病风险中的患者给予阿司匹林、血小板活化抑制剂。该环境中的公认风险因素包括年龄、男性性别、高血压、糖尿病、脂质变化和肥胖症。

[0373] 抗血栓剂还指定用于初次血栓发作之后的二级预防。例如, 具有因子V(还称为因子V Leiden)突变及其它风险因素(例如妊娠)的患者被给药抗凝血剂, 以预防静脉血栓形成复发。另一实例为对具有急性心肌梗塞或急性冠状动脉综合征病史的患者的二级预防心血管事件。在临床环境中, 可使用阿司匹林和氯吡格雷(或其它噻吩并吡啶类)的组合来预防二次血栓性事件。

[0374] 还给予抗血栓剂, 以在疾病病况已开始之后对其加以治疗(即阻止其发展)。例如, 用抗凝血剂(即肝素、华法林或LMWH)治疗呈现深静脉血栓形成的患者, 以预防静脉闭塞的进一步发展。这些药剂随时间还引起疾病病况消退, 因为促血栓因子和抗凝血/促纤维蛋白溶解途径之间的平衡变得有利于后者。有关动脉血管床的实例包括用阿司匹林和氯吡格雷治疗患有急性心肌梗塞或急性冠状动脉综合征的患者, 以预防血管闭塞进一步发展, 且最终引起血栓性闭塞消退。

[0375] 因此, 抗血栓剂广泛用于初级和二级预防(即防治或降低风险)血栓栓塞病症, 以及治疗已经存在的现有血栓过程。抑制凝血的药物或抗凝血剂为“预防和治疗血栓栓塞病症的关键药剂”(Hirsh, J. 等人, Blood, 105, 453-463 (2005))。

[0376] 引起凝血的另一方式为当血液暴露于人工表面时(例如血液透析、“体外循环(on-pump)”心血管外科手术、血管移植、细菌性脓毒症期间), 在细胞表面、细胞受体、细胞碎片、DNA、RNA和细胞外基质上发生。该过程还称为接触活化。因子XII的表面吸收引起因子XII分子的构象变化, 由此促进活化成蛋白水解活性因子XII分子(因子XIIa和因子XIIf)。因子XIIa(或XIIIf)具有多种目标蛋白质, 包括血浆前激肽释放酶(血浆pre激肽释放酶)和因子XI。活性血浆激肽释放酶进一步活化因子XII, 引起接触活化的放大。或者, 丝氨酸蛋白酶脯氨酰基羧基肽酶可活化细胞和基质表面上所形成的多蛋白质复合物中的与高分子量激肽原(激肽原)复合的血浆激肽释放酶(Shariat-Madar等人, Blood, 108:192-199 (2006))。接触活化为部分负责调节血栓形成和发炎的表面介导的过程, 且至少部分由纤维蛋白溶解、补体、激肽原/激肽及其它体液和细胞途径介导(用于回顾, Coleman, R., “Contact Activation Pathway”, Hemostasis and Thrombosis, 103-122页, Lippincott Williams&Wilkins (2001); Schmaier, A.H., “Contact Activation”, Thrombosis and Hemorrhage, 第105-128页 (1998))。接触活化系统对血栓栓塞疾病的生物学相关性得到因子XII缺乏小鼠的表型支持。更具体的, 因子XII缺乏小鼠在数个血栓形成模型以及中风模型中被保护以防止血栓性血管闭塞, 且XII缺乏小鼠的表型和XI缺乏小鼠相同(Renne等人, J. Exp. Med., 202:271-281 (2005); Kleinschmitz等人, J. Exp. Med., 203:513-518 (2006))。因子XI在因子

XIIa下游的事实结合XII和XI缺乏小鼠的表型相同表明,接触活化系统可能在体内因子XI活化中扮演重要角色。

[0377] 因子XI为胰蛋白酶样丝氨酸蛋白酶的酶原且以相对低的浓度存在于血浆中。内部R369-I370键处的蛋白水解活化产生重链(369个氨基酸)和轻链(238个氨基酸)。后者含有典型的胰蛋白酶样催化性三合物(triad)(H413、D464和S557)。据信,凝血酶对因子XI的活化发生在带负电的表面上,很可能发生在活化的血小板的表面上。血小板含有对活化的因子XI具有高亲和力(0.8nM)的特异性位点(130-500个/血小板)。活化后,因子XIa保持表面结合并将因子IX识别为其正常大分子底物(Galiani,D.,Trends Cardiovasc.Med.,10:198-204(2000))。

[0378] 除上述反馈活化机制外,凝血酶活化凝血酶活化的纤维蛋白溶解抑制剂(TAFI),其为分裂纤维蛋白上的C末端赖氨酸和精氨酸残基的血浆羧肽酶,从而降低纤维蛋白增强组织型纤维蛋白溶酶原活化因子(tPA)依赖性纤维蛋白溶酶原活化的能力。在针对FXIa的抗体存在下,凝块溶解可独立于血浆TAFI浓度更快速地发生(Bouma,B.N.等人,Thromb.Res.,101:329-354(2001))。因此,预期因子XIa的抑制剂为抗凝血剂和促纤维蛋白溶解剂。

[0379] 有关靶向因子XI的抗血栓栓塞作用的其它证据来源于缺乏因子XI的小鼠。已证明,完全fXI缺乏防止小鼠发生氯化铁(FeCl₃)诱发的颈动脉血栓形成(Rosen等人,Thromb.Haemost.,87:774-777(2002);Wang等人,J.Thromb.Haemost.,3:695-702(2005))。此外,因子XI缺乏拯救完全蛋白质C缺乏的产期致死表型(Chan等人,Amer.J.Pathology,158:469-479(2001))。此外,针对人类因子XI的狒狒交叉反应性功能阻断抗体防止狒狒发生动静脉短路血栓形成(arterial-venous shunt thrombosis)(Gruber等人,Blood,102:953-955(2003))。公布的美国专利公布号2004/0180855A1中还公开了因子XIa的小分子抑制剂的抗血栓作用的证据。总之,这些研究表明,靶向因子XI将降低发展血栓和血栓栓塞疾病的倾向。

[0380] 遗传证据指示因子XI不是正常内环境稳定所需的,暗示与竞争性抗血栓机制相比,因子XI机制的安全性概况更优。与A型血友病(因子VIII缺乏)或B型血友病(因子IX缺乏)相比,引起因子XI缺乏(C型血友病)的因子XI基因的突变仅导致主要特征在于手术后或创伤后出血的轻度至中度出血素质,而很少产生自发性出血。手术后出血大多数发生在具有高浓度内源性纤维蛋白溶解活性的组织(例如口腔和泌尿生殖系统)中。大多情况因外科手术前aPTT(固有系统)延长而偶然鉴别出,而无任何先前出血病史。

[0381] 将抑制XIa作为抗凝血疗法的安全性增加进一步得到如下事实支持:没有可检测因子XI蛋白质的因子XI基因敲除小鼠经历正常发育且具有正常寿命。未注意到自发性出血迹象。aPTT(固有系统)以基因剂量依赖性方式延长。有趣的是,即使在强烈刺激凝血系统(尾部横切(tail transection))之后,与野生型和杂合(heterozygous)同窝仔畜(litter mate)相比,出血时间没有显著延长(Gailani,D.,Frontiers in Bioscience,6:201-207(2001);Gailani,D.等人,凝血和纤维蛋白溶解,8:134-144(1997))。总之,这些观察结果表明,对因子XIa进行高水平的抑制应会良好耐受。这与利用排除因子XII以外的其它凝血因子进行的基因靶向实验形成对比。

[0382] 因子XI的体内活化可通过与C1抑制剂或α1抗胰蛋白酶形成复合物来测定。在50位

急性心肌梗塞(AMI)患者的研究中,约25%的患者的值高于复合物ELISA的正常范围上限。该研究可视为至少在具有AMI的患者子群中因子XI活化促使凝血酶形成的证据(Minnema, M.C.等人,Arterioscler.Thromb.Vasc.Biol.,20:2489-2493(2000))。第二研究建立冠状动脉硬化程度和因子XIa与 α 1抗胰蛋白酶复合之间的正相关性(Murakami,T.等人,Arterioscler.Thromb.Vasc.Biol.,15:1107-1113(1995))。在另一研究中,发现患者中因子XI含量高于90%与静脉血栓形成风险增加2.2倍相关联(Meijers,J.C.M.等人,N Engl.J.Med.,342:696-701(2000))。

[0383] 此外,优选在体外凝固检验中发现与已知丝氨酸蛋白酶抑制剂相比活性改进的新颖化合物,例如活化的部分促凝血酶原激酶时间(aPTT)或凝血酶原时间(PT)检验(关于aPTT和PT检验的描述,请参见Goodnight,S.H.等人,“Screening Tests of Hemostasis”, Disorders of Thrombosis and Hemostasis:A Clinical Guide,第2版,第41-51页,McGraw-Hill,New York(2001))。

[0384] 还合意且优选的是找到与已知丝氨酸蛋白酶抑制剂相比,在以下类别中的一种或多种中具有有利且改进特性的化合物,所述类别以实例给出且并不欲加以限制:(a)药物动力学性质,包括口服生物利用率、半衰期和清除率;(b)药物性质;(c)剂量需求;(d)降低血液浓度峰谷特性的因素;(e)增加受体处活性药物浓度的因素;(f)降低临床药物-药物相互作用倾向性的因素;(g)降低不利副作用的可能性的因素,包括相对其它生物目标的选择性;和(h)改进制备成本或可行性的因素。

[0385] 临床前研究证明小分子因子XIa抑制剂在动脉血栓形成的兔子和大鼠模型中在保持止血的剂量下具有明显的抗血栓作用。(Wong P.C.等人,American Heart Association Scientific Sessions,Abstract No.6118,2006年11月12-15日;Schumacher,W.等人,Journal of Thrombosis and Haemostasis,3(Suppl.1):P1228(2005);Schumacher,W.A.等人,European Journal of Pharmacology,167-174(2007))。此外,观察到在体外由特异性XIa抑制剂带来的aPTT延长是在我们血栓形成模型中功效的良好预测因子。因此,体外aPTT测试可用作体内功效的替代。

[0386] 如本文所使用的术语“患者”涵盖所有哺乳动物物种。

[0387] 如本文所使用的“治疗”涵盖治疗哺乳动物、尤其人类的疾病病况,且包括:(a)抑制疾病病况,即阻止其发展;和/(b)减轻疾病病况,即引起疾病病况消退。

[0388] 如本文所使用的“预防(prophylaxis)”是通过给予患者治疗有效量的至少一种本发明化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐或溶剂合物来保护性治疗疾病病况,以降低和/或最小化疾病病况的风险和/或降低疾病病况复发的风险。可基于已知与一般群体相比增加患临床疾病病况的风险的因素,选择用于预防性疗法的患者。对于预防性治疗,临床疾病病况的情况可表现或可尚未表现。“预防”治疗可分为(a)初级预防(primary prevention)和(b)二级预防(secondary prevention)。初级预防定义为治疗尚未呈现临床疾病病况的患者以降低或最小化疾病病况的风险,而二级预防定义为最小化或降低相同或类似临床疾病病况的复发或二次发生的风险。

[0389] 如本文所使用的“预防(prevention)”涵盖预防性治疗哺乳动物(尤其人类)的亚临床疾病病况,旨在降低发生临床疾病病况的可能性。基于已知与一般群体相比增加患临床疾病病况的风险的因素,选择用于预防性疗法的患者。

[0390] 如本文所使用的“风险降低”涵盖降低发展临床疾病病况的发病率的疗法。因而，初级和二级预防疗法为风险降低的实例。

[0391] “治疗有效量”意欲包括本发明化合物在单独或组合给予时有效抑制因子XIa和/或血浆激肽释放酶和/或预防或治疗本文所列的病症的量。当应用于组合时，该术语是指产生预防性或治疗性效果的活性成分的组合量，无论是连续或同时组合给予。

[0392] 如本文中所使用，术语“血栓形成”是指血栓的形成或存在；可能引起缺血的血管内凝固或由血管供给的组织的梗塞。如本文中所使用，术语“栓塞”是指由被血流带至沉积位置的凝块或外来物质所引起的动脉突发性阻塞。如本文中所使用，术语“血栓栓塞”是指由被血流自初始位置运载而堵塞另一血管的血栓性物质所引起的血管阻塞。术语“血栓栓塞病症”指“血栓”和“栓塞”病症（如上文所定义）。

[0393] 如本文所使用，术语“血栓栓塞病症”包括动脉心血管血栓栓塞病症、静脉心血管或脑血管血栓栓塞病症和心脏腔室或外周循环中的血栓栓塞病症。如本文中所使用，术语“血栓栓塞病症”还包括选自（但不限于）以下的特定病症：非稳定性心绞痛或其它急性冠状动脉综合征、心房纤维性颤动、初发性或复发性心肌梗塞、缺血性猝死、短暂缺血性发作、中风、动脉粥样硬化、外周闭塞性动脉疾病、静脉血栓形成、深静脉血栓形成、血栓性静脉炎、动脉栓塞、冠状动脉血栓形成、脑动脉血栓形成、脑栓塞、肾栓塞、肺栓塞和由其中血液暴露于促进血栓形成的人工表面的医学植入物、装置或手术所引起的血栓形成。医学植入物或装置包括但不限于：修复瓣膜、人工瓣膜、留置导管（indwelling catheter）、支架、血液充氧器、支路（shunt）、血管接口、心室辅助装置和人工心脏或心脏腔室和血管移植植物。手术包括但不限于：心肺分流术、经皮冠状动脉介入术（percutaneous coronary intervention）和血液透析。在另一实施方案中，术语“血栓栓塞病症”包括急性冠状动脉综合征、中风、深静脉血栓形成和肺栓塞。

[0394] 在另一实施方案中，本发明提供治疗血栓栓塞病症的方法，其中所述血栓栓塞病症选自非稳定性心绞痛、急性冠状动脉综合征、心房纤维性颤动、心肌梗塞、短暂缺血性发作、中风、动脉粥样硬化、外周闭塞性动脉疾病、静脉血栓形成、深静脉血栓形成、血栓性静脉炎、动脉栓塞、冠状动脉血栓形成、脑动脉血栓形成、脑栓塞、肾栓塞、肺栓塞和由其中血液暴露于促进血栓形成的人工表面的医学植入物、装置或手术所引起的血栓形成。在另一实施方案中，本发明提供治疗血栓栓塞病症的方法，其中所述血栓栓塞病症选自急性冠状动脉综合征、中风、静脉血栓形成、心房纤维性颤动以及由医学植入物和装置所引起的血栓形成。

[0395] 在另一实施方案中，本发明提供初级预防血栓栓塞病症的方法，其中所述血栓栓塞病症选自非稳定性心绞痛、急性冠状动脉综合征、心房纤维性颤动、心肌梗塞、缺血性猝死、短暂缺血性发作、中风、动脉粥样硬化、外周闭塞性动脉疾病、静脉血栓形成、深静脉血栓形成、血栓性静脉炎、动脉栓塞、冠状动脉血栓形成、脑动脉血栓形成、脑栓塞、肾栓塞、肺栓塞和由其中血液暴露于促进血栓形成的人工表面的医学植入物、装置或手术所引起的血栓形成。在另一实施方案中，本发明提供初级预防血栓栓塞病症的方法，其中所述血栓栓塞病症选自急性冠状动脉综合征、中风、静脉血栓形成以及由医学植入物和装置所引起的血栓形成。

[0396] 在另一实施方案中，本发明提供二级预防血栓栓塞病症的方法，其中所述血栓栓

塞病症选自非稳定性心绞痛、急性冠状动脉综合征、心房纤维性颤动、复发性心肌梗塞、短暂缺血性发作、中风、动脉粥样硬化、外周闭塞性动脉疾病、静脉血栓形成、深静脉血栓形成、血栓性静脉炎、动脉栓塞、冠状动脉血栓形成、脑动脉血栓形成、脑栓塞、肾栓塞、肺栓塞和由其中血液暴露于促进血栓形成的人工表面的医学植入物、装置或手术所引起的血栓形成。在另一实施方案中，本发明提供二级预防血栓栓塞病症的方法，其中所述血栓栓塞病症选自急性冠状动脉综合征、中风、心房纤维性颤动和静脉血栓形成。

[0397] 如本文中所使用，术语“中风”是指由颈总动脉 (carotid communis)、颈内动脉 (carotid intima) 或脑内动脉中的闭塞性血栓形成所引起的栓塞性中风或动脉硬化性血栓形成中风 (atherothrombotic stroke)。

[0398] 应注意，血栓形成包括血管闭塞（例如在分流术后）和再闭塞（例如在经皮经腔冠状动脉血管成形术期间或之后）。血栓栓塞病症可由包括但不限于以下的病状引起：动脉粥样硬化、外科手术或外科手术并发症、长期固定、动脉纤维性颤动、先天性血栓形成倾向 (congenital thrombophilia)、癌症、糖尿病、药物或激素的作用和妊娠并发症。

[0399] 血栓栓塞病症通常与患有动脉粥样硬化的患者相关联。动脉粥样硬化的风险因素包括但不限于男性性别、年龄、高血压、脂质病症和糖尿病。动脉粥样硬化的风险因素同时为动脉粥样硬化并发症（即血栓栓塞病症）的风险因素。

[0400] 类似地，动脉纤维性颤动通常与血栓栓塞病症相关联。动脉纤维性颤动和继发的血栓栓塞病症的风险因素包括心血管疾病、风湿性心脏病、非风湿性二尖瓣病、高血压心血管疾病、慢性肺病和多种混杂心脏异常以及甲状腺毒症。

[0401] 糖尿病通常与动脉粥样硬化和血栓栓塞病症相关联。更常见的2型的风险因素包括但不限于家族史、肥胖症、身体不活动性、种族/人种、先前受损的空腹血糖或葡萄糖耐量测试、妊娠期糖尿病病史或分娩“巨型儿 (big baby)”、高血压、低HDL胆固醇和多囊卵巢综合征。

[0402] 先天性血栓形成倾向的风险因素包括凝血因子功能突变增加或抗凝血剂或纤维蛋白溶解途径中的功能突变损失。

[0403] 已发现血栓形成与多种肿瘤类型相关联，例如胰腺癌、乳腺癌、脑肿瘤、肺癌、卵巢癌、前列腺癌、胃肠恶性疾病和何杰金氏 (Hodgkins) 或非何杰金氏 (non-Hodgkins) 淋巴瘤。最近研究表明，患血栓形成的患者中癌症的发生率反映一般群体中特定癌症类型的发生率 (Levitian, N. 等人, Medicine (Baltimore), 78 (5) : 285-291 (1999); Levine M. 等人, N Engl J Med., 334 (11) : 677-681 (1996); Blom, J.W. 等人, JAMA, 293 (6) : 715-722 (2005))。因此，男性中与血栓形成相关的最常见的癌症为前列腺癌、结肠直肠癌、脑癌和肺癌，而在女性中为乳腺癌、卵巢癌和肺癌。在癌症患者中所观察到的静脉血栓栓塞 (VTE) 率是显著的。不同肿瘤类型之间不同的VTE率很可能与患者群体的选择有关。处于血栓形成风险的癌症患者可能具有任何或所有以下风险因素：(i) 癌症阶段（即，存在转移），(ii) 存在中央静脉导管，(iii) 外科手术和抗癌疗法，包括化学疗法和(iv) 激素和抗血管生成药物。因此，常见的临床实践为给予晚期肿瘤患者肝素或低分子肝素以预防血栓栓塞病症。已有多种低分子肝素制剂经FDA批准用于这些适应症。

[0404] 当考虑预防医学癌症患者的VTE时，存在三种主要的临床情形：(i) 患者卧床不起持续一段较长时间；(ii) 非卧床患者正接受化学疗法或辐射；和(iii) 患者中存在中央静脉

导管。未分级肝素(UFH)和低分子量肝素(LMWH)对接受手术的癌症患者而言为有效的抗血栓剂(Mismetti,P.等人,British Journal of Surgery.,88:913-930(2001))。

[0405] A.体外测定

[0406] 本发明化合物作为凝血因子XIa、VIIa、IXa、Xa、XIIa、血浆激肽释放酶、胰凝乳蛋白酶、胰蛋白酶或凝血酶的抑制剂的功效可分别使用相关经纯化的丝氨酸蛋白酶和适当的合成底物来测定。相关丝氨酸蛋白酶的发色或荧光底物的水解速率可在没有和有本发明化合物两种情况下测定。底物的水解导致pNA(对硝基苯胺)的释放,所述pNA通过以分光光度法测定405nm下吸光度的增加来监测,或释放AMC(氨基甲基香豆素),所述AMC通过以分光荧光法测定在460nm下发射(其中在380nm下激发)的增加来监测。在抑制剂存在下吸光度或荧光变化的速率减小表明酶抑制。此类方法为本领域技术人员所已知。该检验的结果表述为抑制常数K_i。

[0407] 因子XIa测定在含有145mM NaCl、5mM KC1和0.1% PEG 8000(聚乙二醇;JT Baker或Fisher Scientific)的50mM HEPES缓冲液(pH 7.4)中进行。测定使用最终浓度为25-200pM的经纯化的人类因子XIa(Haematologic Technologies)和浓度为0.0002-0.001M的合成底物S-2366(pyroGlu-Pro-Arg-pNA;CHROMOGENIX[®]或AnaSpec)进行。

[0408] 因子VIIa测定在含有0.1% PEG 8000的0.005M氯化钙、0.15M氯化钠、0.05M HEPES缓冲液(pH 7.5)中进行。测定使用最终检验浓度为0.5-10nM的经纯化的人类因子VIIa(Haematologic Technologies)或重组人类因子VIIa(Novo Nordisk)、浓度为10-40nM的重组可溶性组织因子和浓度为0.001-0.0075M的合成底物H-D-Ile-Pro-Arg-pNA(S-2288;CHROMOGENIX[®]或BMPM-2;AnaSpec)进行。

[0409] 因子IXa测定在0.005M氯化钙、0.1M氯化钠、0.0000001M Refludan(Berlex)、0.05M TRIS碱和0.5% PEG 8000(pH 7.4)中进行。添加Refludan以抑制人类因子IXa的商业制剂中的少量凝血酶。测定使用最终检验浓度为20-100nM的经纯化的人类因子IXa(Haematologic Technologies)和浓度为0.0004-0.0005M的合成底物PCIXA2100-B(CenterChem)或Pefafluor IXa 3688(H-D-Leu-Ph'Gly-Arg-AMC;CenterChem)进行。

[0410] 因子Xa测定在含有0.2M氯化钠和0.5% PEG 8000的0.1M磷酸钠缓冲液(pH 7.5)中进行。测定利用最终检验浓度为150-1000pM的经纯化的人类因子Xa(Haematologic Technologies)和浓度为0.0002-0.00035M的合成底物S-2222(Bz-Ile-Glu(γ -OMe,50%)-Gly-Arg-pNA;CHROMOGENIX[®])进行。

[0411] 因子XIIa测定在含有0.145M NaCl、0.05M KC1和0.1% PEG 8000的0.05M HEPES缓冲液(pH 7.4)中进行。测定利用最终浓度为4nM的经纯化的人类因子XIIa(American Diagnostica)和浓度为0.00015M的合成底物SPECTROZYME[®]#312(H-D-CHT-Gly-L-Arg-pNA.2AcOH;American Diagnostica)进行。

[0412] 血浆激肽释放酶测定在含有0.1-0.2M氯化钠和0.5% PEG 8000的0.1M磷酸钠缓冲液(pH 7.5)中进行。测定利用最终检验浓度为200pM的经纯化的人类血浆激肽释放酶(Enzyme Research Laboratories)和浓度为0.00008-0.0004M的合成底物S-2302(H-(D)-Pro-Phe-Arg-pNA;CHROMOGENIX[®])进行。

[0413] 凝血酶测定在含有0.2M氯化钠和0.5% PEG 8000的0.1M磷酸钠缓冲液(pH 7.5)中

进行。测定利用最终检验浓度为200-250pM的经纯化的人类 α 凝血酶(Haematologic Technologies或Enzyme Research Laboratories)和浓度为0.0002-0.0004M的合成底物S-2366(pyroGlu-Pro-Arg-pNA;CHROMOGENIX®或AnaSpec)进行。

[0414] 各蛋白酶水解底物的米氏常数(Michaelis constant)K_m在25°C或37°C下在不存在抑制剂下测定。K_i值通过使蛋白酶与底物在抑制剂存在下反应来测定。使得反应进行20-180分钟(取决于蛋白酶),并测定速度(吸光度或荧光随时间变化的速率)。使用以下关系式来计算K_i值:

[0415] $(V_{max} * S) / (K_m + S)$

[0416] $(v_o - v_s) / v_s = I / (K_i * (1 + S / K_m))$, 用于具有一个结合位点的竞争性抑制剂;或

[0417] $v_s / v_o = A + ((B - A) / (1 + (IC_{50} / (I)^n)))$; 和

[0418] $K_i = IC_{50} / (1 + S / K_m)$, 用于竞争性抑制剂

[0419] 其中:

[0420] v_o为抑制剂不存在下的对照的速度;

[0421] v_s为在抑制剂存在下的速度;

[0422] V_{max}为最大反应速度;

[0423] I为抑制剂的浓度;

[0424] A为保留的最小活性(通常锁定为零);

[0425] B为保留的最大活性(通常锁定为1.0);

[0426] n为希尔系数(Hill coefficient),可能的抑制剂结合位点的数目和协同性的量度;

[0427] IC₅₀为在检验条件下产生50%抑制的抑制剂浓度;

[0428] K_i为酶:抑制剂复合物的解离常数;

[0429] S为底物浓度;且

[0430] K_m为底物的米氏常数。

[0431] 化合物的选择性可通过获取指定蛋白酶的K_i值与所研究蛋白酶的K_i值的比率来评估(即,对FXIa相对于蛋白酶P的选择性=蛋白酶P的K_i/FXIa的K_i)。认为选择性比率>20的化合物是选择性的。

[0432] 本发明化合物作为凝血抑制剂的功效可利用标准或修改的凝固检验来测定。在抑制剂存在下血浆凝固时间的增加指示了抗凝血作用。相对凝固时间为抑制剂存在下的凝固时间除以抑制剂不存在下的凝固时间。该测定的结果可表示为IC1.5×或IC2×,分别是相对于抑制剂不存在下的凝固时间使凝固时间增加至1.5倍或2倍所需的抑制剂浓度。利用涵盖IC1.5×或IC2×的抑制剂浓度,从相对凝固时间对抑制剂浓度曲线图由线性内插法得知IC1.5×或IC2×。

[0433] 利用含柠檬酸盐的正常人类血浆以及从多个实验室动物物种(例如大鼠或兔子)获得的血浆测定凝固时间。将化合物稀释于血浆中,以10mM DMSO储备溶液开始。DMSO的最终浓度小于2%。在自动化凝血分析仪(Sysmex,Dade-Behring,Illinois)中进行血浆凝固检验。类似地,可测定给药本发明化合物的实验室动物物种或人类的凝固时间。

[0434] 活化的部分促凝血酶原激酶时间(aPTT)利用ACTIN®FSL(Dade-Behring,Illinois)遵循药品说明书中的指导测定。使血浆(0.05mL)升温至37°C维持1分钟。向血浆

中添加FSL (ACTIN®FSL ((0.05mL) 并培育另外2至5分钟。向反应中添加氯化钙(25mM, 0.05mL)以引发凝血。凝固时间为从添加氯化钙的时刻起直至检测到凝固的时间,以秒计。

[0435] 凝血酶原时间(PT)利用促凝血酶原激酶(Thromboplastin C Plus或Innovin®, Dade-Behring, Illinois)遵循药品说明书中的指导测定。使血浆(0.05mL)升温至37°C维持1分钟。向血浆中添加促凝血酶原激酶(0.1mL)以引发凝血。凝固时间为从添加促凝血酶原激酶的时刻起直至检测到凝固的时间,以秒计。

[0436] 胰凝乳蛋白酶测定在50mM HEPES缓冲液中进行,该缓冲液pH 7.4,并包含145mM NaCl、5mM KC1和0.1% PEG 8000(聚乙二醇部分; JT Baker或Fisher Scientific)。测定的进行使用:纯化人胰凝乳蛋白酶,终浓度为0.2-2nM(CalbioChem);和合成底物S-2586(甲氨基-琥珀酰基-Arg-Pro-Tyr-pNA; Chromogenix),浓度为0.0005-0.005M。

[0437] 胰蛋白酶测定在0.1M磷酸钠缓冲液中进行,该缓冲液pH为7.5,并包含0.2M氯化钠和0.5% PEG 8000。测定的进行使用:纯化人胰蛋白酶(Sigma),终测定浓度为0.1-1nM;和合成底物S-2222(Bz-Ile-Glu(gamma-OMe, 50%) -Gly-Arg-pNA; Chromogenix),浓度为0.0005-0.005M。

[0438] 在上述因子XIa测定中测试下文所公开的例示性实施例,并发现具有因子XIa抑制活性。观察到因子XIa抑制活性(Ki值)范围为≤1.5μM(1500nM)。

[0439] 下文公开的例示性实施例在上文描述的血浆激肽释放酶测定中测试,被发现具有血浆激肽释放酶抑制活性。观察到血浆激肽释放酶抑制活性(Ki值)≤15μM(15000nM)的范围。

[0440] 体内测定

[0441] 本发明化合物作为抗血栓剂的有效性可使用相关的体内血栓形成模型测定,包括体内电诱导的颈动脉血栓形成模型和体内兔动静脉短路血栓形成模型。

[0442] a. 体内电诱导的颈动脉血栓形成(ECAT)模型

[0443] 兔ECAT模型由Wong等(J. Pharmacol. Exp. Ther., 295:212-218(2000))描述,可用于该研究。雄性新西兰白兔用氯胺酮(50mg/kg+50mg/kg/h IM)和甲苯噻嗪(10mg/kg+10mg/kg/h IM)麻醉。这些麻醉剂视需要补充。将电磁流量探针置于分离的颈动脉区段上以监测血流量。在血栓形成开始之前或之后给予测试剂或溶媒(i.v.、i.p.、s.c.或口服)。血栓形成开始之前的药物处理用于模拟测试剂预防和降低血栓形成风险的能力,而开始之后的给药用于模拟治疗已存在的血栓形成病的能力。血栓形成的诱导通过以4mA电刺激颈动脉3min,使用外部不锈钢双极电极。在90分钟期间内连续测量颈动脉血流量以监测血栓诱导的闭塞。90分钟内的总颈动脉血流量通过梯形法则计算。90分钟内的平均颈动脉流量然后通过将90分钟内的总颈动脉血流量转变成总对照颈动脉血流量的百分比来确定,后者在已持续保持对照血流量90分钟时得到。化合物的ED₅₀(将90分钟内的平均颈动脉血流量增加至对照的50%的剂量)的估算通过非线性最小乘方回归程序,使用Hill S形E_{max}公式(DeltaGraph; SPSS Inc., Chicago, IL)。

[0444] b. 体内兔动静脉(AV)短路血栓形成模型

[0445] 兔AV短路模型由Wong等(Wong, P. C. 等, J. Pharmacol. Exp. Ther. 292:351-357(2000))描述,可用于该研究。雄性新西兰白兔用氯胺酮(50mg/kg+50mg/kg/h IM)和甲苯噻嗪(10mg/kg+10mg/kg/h IM)麻醉。这些麻醉剂视需要补充。分离股动脉、颈静脉和股静脉并

插入导管。将填充盐水的AV短路装置连接于股动脉和股静脉套管之间。AV短路装置由聚乙烯装管的外件(长度=8cm;内部直径=7.9mm)和装管的内件(长度=2.5cm;内部直径=4.8mm)组成。AV短路还包含8-cm长2-0丝线(Ethicon, Somerville, NJ)。血液从股动脉经AV-短路流入股静脉。流动血液暴露于丝线诱导明显的血栓形成。四十分钟之后,将短路断开连接,对覆盖有血栓的丝线称重。在打开AV短路之前会给予测试剂或溶媒(i.v.、i.p.、s.c.或口服)。测定各治疗组的血栓形成的百分比抑制。 ID_{50} 值(产生50%的血栓形成抑制的剂量)的估算通过非线性最小乘方回归程序,使用Hill S形E_{max}公式(DeltaGraph; SPSS Inc., Chicago, IL)。

[0446] 这些化合物的抗炎作用可在伊文思蓝染料外渗测定中使用C1-酯酶抑制剂缺陷小鼠证实。在该模型中,对小鼠给予本发明化合物,伊文思蓝染料经尾静脉注射和蓝染料的外渗通过分光光度法手段从组织提取物测定。

[0447] 本发明化合物减少或预防系统性炎症反应综合征的能力,例如在体外循环(on-pump)心血管程序期间观察的,可在体外灌注系统中测试,或通过在较大的哺乳动物(包括狗和狒狒)中的体外循环手术程序测试。用于评估本发明化合物益处的读出值包括例如减少的血小板损失、减少的血小板/白细胞复合体、血浆中减少的嗜中性粒细胞弹性蛋白酶水平、减少的补体因子活化和减少的接触活化蛋白(血浆激肽释放酶、因子XII、因子XI、高分子量激肽原、C1-酯酶抑制剂)活化和/或消耗。

[0448] 本发明化合物也可用作另外的丝氨酸蛋白酶的抑制剂,上述酶特别是人凝血酶、人血浆激肽释放酶和人纤维蛋白溶酶。由于它们的抑制作用,这些化合物显示用于预防或治疗生理学反应,包括凝血、纤维蛋白溶解、血压调节和炎症和前述酶类催化的伤口愈合。具体地,所述化合物具有作为用于治疗由前述丝氨酸蛋白酶的凝血酶活性升高引起的疾病(例如心肌梗塞)的药物和作为在为诊断和其他商业目的将血液处理成血浆中用作抗凝血剂的试剂的效用性。

[0449] V. 药物组合物、制剂和组合

[0450] 本发明化合物可以以例如片剂、胶囊(其各自包括持续释放或按时释放的制剂)、丸剂、粉剂、颗粒剂、酏剂、酊剂、混悬液、糖浆和乳液的口服剂型来给药。它们还可以以静脉内(推注或输注)、腹膜内、皮下或肌肉内形式来给药,其所有均使用医药领域普通技术人员所已知的剂型。它们可单独给药,但一般将连同基于所选给药途径和标准医药实践所选择的药物载体一起给药。

[0451] 术语“药物组合物”表示包含本发明化合物以及至少一种其它药学上可接受的载体的组合物。“药学上可接受的载体”是指用于将生物活性剂递送至动物、尤其是哺乳动物的本领域普遍接受的介质,其包括(即)佐剂、赋形剂或媒介物,例如稀释剂、防腐剂、填充剂、流动调节剂、崩解剂、润湿剂、乳化剂、悬浮剂、甜味剂、调味剂、芳香剂、抗细菌剂、抗真菌剂、润滑剂和分散剂,取决于给药模式和剂型的性质。根据完全处于本领域普通技术人员的技能范围内的许多因素来配制药学上可接受的载体。这些因素包括但不限于:所配制活性剂的类型和性质;含药剂的组合物所给予的个体;组合物的预定给药途径和所靶向的治疗适应症。药学上可接受的载体包括水性和非水性液体介质二者,以及多种固体和半固体剂型。此类载体除活性剂以外还可包括多种不同成分和添加剂,此类其它成分出于本领域普通技术人员所公知的多种原因(例如使活性剂稳定、粘结剂等)而包括在制剂中。适合的

药学上可接受的载体的描述及其选择中所涉及的因素参见多种可容易获得的资源中,例如 Remington's Pharmaceutical Sciences, 第18版(1990)。

[0452] 当然,本发明化合物的给药方案将视已知因素而变,例如特定药剂的药物动力学特征及其给药模式和途径;接受者的物种、年龄、性别、健康情况、医学状况和体重;症状的性质和程度;并行治疗的种类;治疗频率;给药途径;患者的肾脏和肝脏功能;和期望效果。医师或兽医可确定和规定预防、逆转或阻止血栓栓塞病症发展所需的药物的有效量。

[0453] 作为一般指导,当用于指定效果时,各活性成分的日口服剂量范围为约0.001至约1000毫克/千克体重、优选为约0.01至约100毫克/千克体重/日,且最优选为约0.1至约20毫克/千克/日。静脉内给药时,在恒定速率输注期间,最优选剂量范围为约0.001至约10毫克/千克/分钟。本发明化合物可以以单次日剂量来给药,或总日剂量可以以每日两次、三次或四次的分剂量给药。

[0454] 本发明化合物还可通过非经肠给药(例如静脉内、动脉内、肌肉内或皮下)来给药。当静脉内或动脉内给药时,剂量可连续或间歇给予。此外,制剂可经开发用于肌肉内和皮下递送以便确保活性药物成分逐渐释放。在一个实施方案中,所述药物组合物为固体制剂,例如喷雾干燥的组合物,其可以原样使用或医师或患者在使用之前向其中添加溶剂和/或稀释剂。

[0455] 本发明化合物可以以鼻内形式经由局部使用适当的鼻内媒介物或经由透皮途径使用透皮皮肤贴片来给药。当以透皮递送系统的形式给药时,剂量给药在整个给药方案中当然将为连续而非间歇性的。

[0456] 化合物通常与针对预定给药形式(例如口服片剂、胶囊、酏剂和糖浆)和与常规药物实践相一致而适当选择的适宜的药物稀释剂、赋形剂或载体(在本文中总称为药物载体)混合给药。

[0457] 例如,对于以片剂或胶囊形式经口给药,活性药物组分可与以下口服、无毒、药学上可接受的惰性载体组合:乳糖、淀粉、蔗糖、葡萄糖、甲基纤维素、硬脂酸镁、磷酸二钙、硫酸钙、甘露糖醇、山梨糖醇等;对于以液体形式经口给药,口服药物组分可与以下任何口服、无毒、药学上可接受的惰性载体组合:乙醇、甘油、水等。此外,在合意或必要时,还可将适宜的粘结剂、润滑剂、崩解剂和着色剂并入混合物中。适合的粘结剂包括淀粉;明胶;天然糖,例如葡萄糖或 β -乳糖;玉米甜味剂;天然和合成胶,例如阿拉伯胶(acacia)、黄蓍胶(tragacanth)或海藻酸钠;羧甲基纤维素;聚乙二醇;蜡;等。这些剂型中所使用的润滑剂包括油酸钠、硬脂酸钠、硬脂酸镁、苯甲酸钠、乙酸钠、氯化钠等。崩解剂包括但不限于淀粉、甲基纤维素、琼脂、膨润土、黄原胶等。

[0458] 本发明化合物还可以以脂质体递送系统的形式来给药,例如单层小囊泡、单层大囊泡和多层囊泡。脂质体可由多种磷脂例如胆固醇、硬脂酰胺(stearylamine)或磷脂酰胆碱形成。

[0459] 本发明化合物还可与作为可靶向药物载体的可溶性聚合物结合。此类聚合物可包括聚乙烯吡咯烷酮、吡喃共聚物、聚羟丙基甲基丙烯酰胺-苯酚、聚羟乙基天冬酰胺苯酚或聚氧化乙烯-经棕榈酰基残基取代的聚赖氨酸。此外,本发明化合物可与例如以下用于实现药物控制释放的一类可生物降解的聚合物结合:聚乳酸、聚乙醇酸、聚乳酸和聚乙醇酸的共聚物、聚 ϵ -己内酯、聚羟基丁酸、聚原酸酯、聚缩醛、聚二氢吡喃、聚氰基丙烯酸酯和水凝胶

的交联或两性嵌段共聚物。固体分散体也称为固态分散体。在一些实施方案中，本文中所述的任何化合物都配制成为喷雾干燥的分散体(SDD)。SDD为在聚合物基质中药物的单相非晶分子分散体。其为通过溶解药物和聚合物在溶剂(例如丙酮、甲醇等)中并喷雾干燥该溶液制备的固溶体。该溶剂快速从液滴蒸发，该液滴使以非晶形式捕获药物的聚合物和药物混合物快速凝固成非晶分子分散体。

[0460] 适于给药的剂型(药物组合物)每剂量单位可含有约1毫克至约1000毫克活性成分。在这些药物组合物中，活性成分的存在量一般为以组合物的总重量计约0.1-95重量%。

[0461] 明胶胶囊可含有活性成分和粉状载体，例如乳糖、淀粉、纤维素衍生物、硬脂酸镁、硬脂酸等。可使用类似稀释剂来制造压制片剂。片剂和胶囊都可制造为持续释放产品以提供药物在数小时时期的连续释放。压制片剂可经糖衣包覆或薄膜包覆以掩盖任何令人不快的味道且保护片剂免受大气影响，或经肠溶衣包覆以使其在胃肠道中选择性崩解。

[0462] 用于经口给药的液体剂型可含有着色剂和调味剂以增加患者接受度。

[0463] 一般而言，水、适当的油、生理盐水、水性右旋糖(葡萄糖)和相关糖溶液和二醇(例如丙二醇或聚乙二醇)为用于非经肠溶液的适合载体。用于非经肠给药的溶液优选含有活性成分的水溶性盐、适合的稳定剂，且必要时含有缓冲物质。单独或组合的抗氧化剂，例如亚硫酸氢钠、亚硫酸钠或抗坏血酸为适合的稳定剂。还使用柠檬酸及其盐和EDTA钠盐。另外，非经肠溶液可含有防腐剂，例如苯扎氯铵(benzalkonium chloride)、对羟基苯甲酸甲酯或对羟基苯甲酸丙酯和氯丁醇。

[0464] 适合的药物载体描述于Remington's Pharmaceutical Sciences, Mack Publishing Company(本领域中的标准参考著作)中。

[0465] 在将本发明化合物与其它抗凝血剂组合的情况下，例如日剂量可为约0.1至约100毫克本发明化合物和约0.1至约100毫克每千克患者体重。对于片剂剂型，本发明化合物的存在量一般可为每剂量单位约5至约300毫克，且第二抗凝血剂的量为每剂量单位约1至约500毫克。

[0466] 在本发明化合物与抗血小板剂组合给药的情况下，作为一般指导，通常日剂量可为每千克患者体重约0.01至约300毫克本发明化合物和约50至约150毫克抗血小板剂，优选为约0.1至约4毫克本发明化合物和约1至约3毫克抗血小板剂。

[0467] 在本发明化合物与血栓溶解剂组合给药的情况下，通常日剂量可为每千克患者体重约0.1至约100毫克本发明化合物，且在血栓溶解剂的情况下，当和本发明化合物一起给药时，单独给药时的血栓溶解剂的常用剂量可减少约50-80%。

[0468] 特别地，当以单一剂量单位的形式提供时，组合的活性成分之间存在化学相互作用的可能性。出于此原因，当本发明化合物与第二治疗剂组合在单一剂量单位中时，它们经配制以使得尽管将活性成分组合在单一剂量单位中，但活性成分之间的物理接触被最小化(即，减少)。例如，一种活性成分可用肠衣包覆。通过使活性成分之一经肠衣包覆，有可能不仅使组合的活性成分之间的接触最小化，而且还可能控制这些组分之一在胃肠道中的释放，以使得这些组分之一不在胃中释放而是在肠中释放。活性成分之一还可用影响整个胃肠道中的持续释放且还用来使组合的活性成分之间的物理接触最小的材料包覆。此外，持续释放的组分可另外经肠衣包覆以使得此组分的释放仅在肠中发生。又一方法将涉及组合产品的制剂，其中一种组分用持续和/或肠内释放聚合物包覆，且其它组分还用聚合物(例

如低粘度级羟丙基甲基纤维素 (HPMC) 或本领域中已知的其它适当物质) 包覆以进一步隔开活性组分。聚合物包覆用来形成与其它组分的相互作用的另外的屏障。

[0469] 使本发明的组合产品的组分(无论是以单一剂型给药还是以分开形式但以相同方式同时给药)之间的接触最小化的这些以及其它方式对本领域技术人员而言根据本发明公开将显而易见。

[0470] 在另一实施方案中,本发明提供药物组合物,其进一步包含选自以下的一种或多种附加治疗剂:钾通道开启剂、钾通道阻断剂、钙通道阻断剂、钠氢交换子抑制剂、抗心律不齐剂、抗动脉粥样硬化剂、抗凝血剂、抗血栓剂、凝血酶原溶解剂、纤维蛋白原拮抗剂、利尿剂、抗高血压剂、腺苷三磷酸酶(ATPase)抑制剂、盐皮质激素受体拮抗剂、磷酸二酯酶抑制剂、抗糖尿病剂、消炎剂、抗氧化剂、血管生成调节剂、抗骨质疏松剂、激素替代治疗剂、激素受体调节剂、口服避孕剂、抗肥胖剂、抗抑郁剂、抗焦虑剂、抗精神病剂、抗增生剂、抗肿瘤剂、抗溃疡和胃食道逆流病剂、生长激素剂和/或生长激素促分泌素、甲状腺模拟剂、抗感染剂、抗病毒剂、抗细菌剂、抗真菌剂、胆固醇/脂质降低剂和脂质分布治疗剂和模拟缺血预处理和/或心肌顿抑(myocardial stunning)的药剂,或其组合。

[0471] 在另一实施方案中,本发明提供药物组合物,其进一步包含选自以下的一种或多种附加治疗剂:抗心律不齐剂、抗高血压剂、抗凝血剂、抗血小板剂、凝血酶抑制剂、血栓溶解剂、纤维蛋白溶解剂、钙通道阻断剂、钾通道阻断剂、胆固醇/脂质降低剂,或其组合。

[0472] 在另一实施方案中,本发明提供药物组合物,其进一步包含选自以下的一种或多种附加治疗剂:华法林(warfarin)、未分级肝素、低分子量肝素、合成五糖、水蛭素、阿加曲班(argatroban)、阿司匹林、布洛芬(ibuprofen)、萘普生(naproxen)、舒林酸(sulindac)、吲哚美辛(indomethacin)、甲灭酸盐(mefenamate)、双嘧达莫(dipyridamol)、屈噻昔康(droxicam)、双氯芬酸(diclofenac)、磺吡酮(sulfinpyrazone)、吡罗昔康(pirosxicam)、噻氯匹定(ticlopidine)、氯吡格雷(clopidogrel)、替罗非班(tirofiban)、埃替非巴肽(epitifibatide)、阿昔单抗(abciximab)、美拉加群(melagatran)、希美加群(ximelagatran)、二硫酸水蛭素(disulfatohirudin)、组织纤溶酶原活化剂、改性的组织纤溶酶原活化剂、阿尼普酶(anistreplase)、尿激酶和链激酶,或其组合。

[0473] 在另一实施方案中,本发明提供药物组合物,其中附加治疗剂为抗高血压药剂,选自ACE抑制剂、AT-1受体拮抗剂、 β -肾上腺素能受体拮抗剂、ETA受体拮抗剂、双重ETA/AT-1受体拮抗剂、肾素抑制剂(阿利吉仑(alliskerin))和血管肽酶抑制剂;抗心律不齐剂,选自I_{Kur}抑制剂;抗凝血剂,选自凝血酶抑制剂、抗凝血酶III活化剂、肝素辅因子II活化剂、其它因子XIa抑制剂、其它激肽释放酶抑制剂、纤维蛋白溶酶原活化剂抑制剂(PAI-1)拮抗剂、凝血酶活化性纤维蛋白溶解抑制剂(TAFI)抑制剂、因子VIIa抑制剂、因子IXa抑制剂和因子Xa抑制剂;或抗血小板剂,选自GPIIb/IIIa阻断剂、GP I_b/IX阻断剂、蛋白酶活化的受体1(PAR-1)拮抗剂、蛋白酶活化的受体4(PAR-4)拮抗剂、前列腺素E2受体EP3拮抗剂、胶原蛋白受体拮抗剂、磷酸二酯酶-III抑制剂、P2Y₁受体拮抗剂、P2Y₁₂拮抗剂、血栓烷(thromboxane)受体拮抗剂、环加氧酶-1抑制剂和阿司匹林;或其组合。

[0474] 在另一实施方案中,本发明提供药物组合物,其中一种或多种附加治疗剂为抗血小板剂或其组合。

[0475] 在另一实施方案中,本发明提供药物组合物,其中附加治疗剂为抗血小板剂氯吡

格雷。

[0476] 本发明化合物可单独给药或与一种或多种附加治疗剂组合给药。“组合给药”或“组合疗法”表示将本发明化合物和一种或多种附加治疗剂共同给予所治疗的哺乳动物。当组合给药时，各组分可同时或以任意次序在不同时间点相继给药。因此，各组分可分开但在时间上充分接近地给药以提供期望的治疗效果。

[0477] 可与本发明化合物组合给药的化合物包括但不限于抗凝血剂、抗凝血酶剂、抗血小板剂、纤维蛋白溶解剂、降血脂剂、抗高血压剂和抗缺血剂。

[0478] 可与本发明化合物组合使用的其它抗凝血剂(或凝血抑制剂)包括华法林、肝素(未分级肝素或任何可商购获得的低分子量肝素,例如LOVENOX[®])、合成五糖、直接作用凝血酶抑制剂(包括水蛭素和阿加曲班),以及其它因子VIIa抑制剂、因子IXa抑制剂、因子Xa抑制剂(例如ARIXTRA[®]、阿哌沙班(apixaban)、利伐沙班(rivaroxaban)、LY-517717、DU-176b、DX-9065a和WO 98/57951、WO 03/026652、WO 01/047919和WO 00/076970中所公开的那些)、因子XIa抑制剂和本领域中已知的活化的TAFI和PAI-1的抑制剂。

[0479] 如本文中所使用,术语抗血小板剂(或血小板抑制剂)表示抑制血小板功能的药剂,例如通过抑制血小板凝集、粘着或粒状内含物分泌。此类药剂包括但不限于各种已知的非甾体抗炎药(NSAID),例如对乙酰氨基酚(acetaminophen)、阿司匹林、可待因(codeine)、双氯芬酸、屈噁昔康、芬太尼(fentanyl)、布洛芬、吲哚美辛、酮咯酸(ketorolac)、甲灭酸盐、吗啡(morphine)、萘普生、非那西汀(phacetin)、吡罗昔康、舒芬太尼(sufentanyl)、磺吡酮、舒林酸,及其药学上可接受的盐或前药。在NSAID中,阿司匹林(乙酰水杨酸或ASA)和吡罗昔康是优选的。其它适合的血小板抑制剂包括糖蛋白IIb/IIIa拮抗剂(例如替罗非班、埃替非巴肽、阿昔单抗和依替巴肽(integrelin))、血栓烷-A2-受体拮抗剂(例如伊非曲班(ifetroban))、血栓烷-A-合成酶抑制剂、磷酸二酯酶-III(PDE-III)抑制剂(例如双嘧达莫、西洛他唑(cilostazol))和PDE-V抑制剂(例如西地那非(sildenafil))、蛋白酶活化的受体1(PAR-1)拮抗剂(例如E-5555、SCH-530348、SCH-203099、SCH-529153和SCH-205831),及其药学上可接受的盐或前药。

[0480] 适合在有或没有阿司匹林下与本发明化合物组合使用的抗血小板剂的其它实例为ADP(二磷酸腺苷)受体拮抗剂,优选为嘌呤型受体P2Y₁和P2Y₁₂的拮抗剂,其中P2Y₁₂甚至是更优选的。优选的P2Y₁₂受体拮抗剂包括氯吡格雷(clopidogrel)、噻氯匹定、普拉格雷(prasugrel)、替卡格雷(ticagrelor)和坎格雷洛(cangrelor)及其药学上可接受的盐或前药。噻氯匹定和氯吡格雷也是优选的化合物,因为已知它们在使用中比阿司匹林对胃-肠道的作用更加温和。氯吡格雷为甚至更优选的药剂。

[0481] 优选实例为本发明化合物、阿司匹林和另一抗血小板剂的三重组合。所述抗血小板剂优选为氯吡格雷或普拉格雷,更优选为氯吡格雷。

[0482] 如本文中所使用,术语凝血酶抑制剂(或抗凝血酶剂)表示丝氨酸蛋白酶凝血酶的抑制剂。通过抑制凝血酶,各种凝血酶介导的过程,例如凝血酶介导的血小板活化(即例如血小板凝集和/或血小板颗粒内含物(包括血清素)的分泌)和/或纤维蛋白形成受到干扰。许多凝血酶抑制剂是本领域技术人员已知的且预期这些抑制剂与本发明化合物组合使用。此类抑制剂包括但不限于硼精氨酸衍生物、硼肽(boropeptide)、肝素、水蛭素、阿加曲班、达比加群(dabigatran)、AZD-0837和WO 98/37075和WO 02/044145中所公开的那些,及其药

学上可接受的盐和前药。硼精氨酸衍生物和硼肽包括硼酸的N-乙酰基和肽衍生物，例如赖氨酸、鸟氨酸、精氨酸、高精氨酸及其相应异硫脲鎓类似物的C末端a-氨基硼酸衍生物。如本文中所使用，术语水蛭素包括在本文中称作水蛭肽(hirulog)的水蛭素的适合衍生物或类似物(例如二硫酸水蛭素)。

[0483] 如本文中所使用，术语血栓溶解(或纤维蛋白溶解)剂(或血栓溶解剂或纤维蛋白溶解剂)表示溶解血凝块(血栓)的药剂。此类药剂包括组织纤溶酶原活化剂(TPA,天然或重组)及其改性形式、阿尼普酶(anistreplase)、尿激酶、链激酶、替奈普酶(tenecteplase)(TNK)、兰替普酶(lanoteplase)(nPA)、因子VIIa抑制剂、凝血酶抑制剂、因子IXa、Xa和XIa的抑制剂、PAI-I抑制剂(即组织纤溶酶原活化剂抑制剂的钝化剂)、活化的TAFI的抑制剂、 α -2-抗纤维蛋白溶酶抑制剂和甲氧苯甲酰化的(anisoylated)纤溶酶原链激酶活化剂复合物，包括其药学上可接受的盐或前药。如本文中所使用，术语阿尼普酶是指甲氧苯甲酰化的纤溶酶原链激酶活化剂复合物，如例如欧洲专利申请No.028,489中所述，该申请的公开内容以引用的方式并入本文中。如本文中所使用，术语尿激酶意欲表示双链和单链尿激酶，后者在本文中还称作尿激酶原。

[0484] 与本发明化合物组合使用的适合的胆固醇/脂质降低剂和脂质分布治疗剂的实例包括HMG-CoA还原酶抑制剂(例如普伐他汀(pravastatin)、洛伐他汀(lovastatin)、辛伐他汀(simvastatin)、氟伐他汀(fluvastatin)、阿托伐他汀(atorvastatin)、罗苏伐他汀/rosuvastatin)及其它他汀(statin))、低密度脂蛋白(LDL)受体活性调节剂(例如HOE-402、PCSK9抑制剂)、胆酸多价螯合剂(例如考来烯胺(cholestyramine)和考来替泊(colestipol))、烟碱酸或其衍生物(例如NIASPAN[®])、GPR109B(烟碱酸受体)调节剂、非诺贝酸(fenofibric acid)衍生物(例如吉非贝齐(gemfibrozil)、氯贝特(clofibrate)、非诺贝特(fenofibrate)和苯扎贝特(benzafibrate))及其它过氧化物酶体增殖物活化的受体(PPAR) α 调节剂、PPAR δ 调节剂(例如GW-501516)、PPAR γ 调节剂(例如罗格列酮(rosiglitazone))、具有调节PPAR α 、PPAR γ 和PPAR δ 的各种组合的活性的多重功能的化合物、普罗布考(probucol)或其衍生物(例如AGI-1067)、胆固醇吸收抑制剂和/或尼曼-皮克(Niemann-Pick)C1样转运体抑制剂(例如依泽替米贝(ezetimibe))、胆固醇酯转移蛋白抑制剂(例如CP-529414)、角鲨烯合成酶抑制剂和/或角鲨烯环氧酶抑制剂或其混合物、酰基辅酶A:胆固醇基酰基转移酶(ACAT)1抑制剂、ACAT2抑制剂、双重ACAT1/2抑制剂、回肠胆酸转运抑制剂(或顶端钠共依赖性胆酸转运抑制剂)、微粒体甘油三酯转移蛋白抑制剂、肝脏-X-受体(LXR) α 调节剂、LXR β 调节剂、LXR双重 α / β 调节剂、FXR调节剂、 ω 3脂肪酸(例如3-PUFA)、植物甾醇(stanol)和/或植物甾醇的脂肪酸酯(例如用于BENECOL[®]人造黄油中的二氢谷甾醇酯)、内皮脂肪酶抑制剂、和活化逆胆固醇转运的HDL功能模拟剂(例如apoAI衍生物或apoAI肽模拟剂)。

[0485] 本发明化合物还可用作标准或参考化合物，例如作为在涉及抑制凝血酶、因子VIIa、IXa、Xa、XIa和/或血浆激肽释放酶的测试或检验中的质量标准或对照。此类化合物可在商业试剂盒中提供，例如用于涉及凝血酶、因子VIIa、IXa、Xa、XIa和/或血浆激肽释放酶的医药研究。XIa. 例如，本发明化合物可在检验中用作参考物以将其已知活性与具有未知活性的化合物作比较。尤其当测试化合物是参考化合物的衍生物时，这将使实验者确保检验适当进行且提供用于比较的基础。当开发新的检验或方案时，可使用本发明化合物以测

试其功效。

[0486] 本发明化合物还可用于涉及凝血酶、因子VIIa、IXa、Xa、XIa和/或血浆激肽释放酶的诊断检验中。例如，在未知样品中凝血酶、因子VIIa、IXa、Xa、XIa和/或血浆激肽释放酶的存在可通过将相关发色底物(例如对于因子XIa而言使用S2366)添加至一系列含有测试样品和任选的本发明化合物之一的溶液中来测定。若在含有测试样品的溶液中观测到pNA产生，但在本发明化合物存在下未观测到，则推断存在因子XIa。

[0487] 针对目标蛋白酶的 K_i 值小于或等于 $0.001\mu M$ 且针对其它蛋白酶的 K_i 值大于或等于 $0.1\mu M$ 的极有效且具选择性的本发明化合物还可用于涉及定量血清样品中的凝血酶、因子VIIa、IXa、Xa、XIa和/或血浆激肽释放酶的诊断检验中。例如，血清样品中因子XIa的量可通过在相关发色底物S2366存在下用本发明的有效且因子XIa抑制剂小心滴定蛋白酶活性来测定。

[0488] 本发明还涵盖制品。如本文中所使用，制品意欲包括但不限于试剂盒和包装。本发明的制品包含：(a)第一容器；(b)位于该第一容器内的药物组合物，其中该组合物包含：第一治疗剂，其包含：本发明化合物或其药学上可接受的盐形式；和(c)声明该药物组合物可用于治疗血栓栓塞和/或炎性病症(如先前所定义)的药品说明书。在另一实施方案中，药品说明书声明该药物组合物可与第二治疗剂组合(如先前所定义)使用以治疗血栓栓塞和/或炎性病症。所述制品可进一步包含：(d)第二容器，其中组分(a)和(b)位于该第二容器内且组分(c)位于该第二容器内部或外部。位于第一和第二容器内表示各个容器将物品容纳在其边界内。

[0489] 第一容器为用于容纳药物组合物的容器。此容器可用于制造、储存、运送和/或个别/成批出售。第一容器意欲包括瓶、广口瓶、小瓶、烧瓶、注射器、管(例如用于乳膏制剂)或任何其它用于制造、容纳、储存或分配药物产品的容器。

[0490] 第二容器为用于容纳第一容器和任选的药品说明书的容器。第二容器的实例包括但不限于盒子(例如纸板或塑料的)、板条箱、纸板箱、袋子(例如纸袋或塑料袋)、小袋(pouch)和包(sack)。药品说明书可经由胶带、胶水、钉或其它附着方法物理附着于第一容器外部，或可将其放置于第二容器内部而不借助于任何物理方式附着于第一容器。或者，药品说明书位于第二容器外部。当位于第二容器外部时，优选药品说明书经由胶带、胶水、钉或其它附着方法物理附着。或者，其可与第二容器外部相邻或接触而非物理附着。

[0491] 药品说明书为陈述与位于第一容器内的药物组合物相关的信息的标记、标签、标志等。所陈述的信息通常由管理制品欲出售地区的管理机构(例如美国食品和药物管理局(United States Food and Drug Administration))来确定。优选地，药品说明书具体陈述药物组合物已经批准可用的适应症。药品说明书可由任何材料制成，人可读取其中或其上所含的信息。优选地，药品说明书为上面已形成(例如打印或施涂)所需信息的可打印材料(例如纸张、塑料、纸板、箔片、背粘性纸张或塑料等)。

[0492] 本发明的其它特征将在描述以下例示性实施方案的过程中变得显而易见，所述例示性实施方案出于说明本发明而给出，而不意欲限制本发明。以下实施例已使用本文中所公开的方法来制备、分离和表征。

[0493] VI.通用合成，包括方案

[0494] 本发明化合物可通过有机化学领域技术人员可获得的多种方法合成(Maffrand,

J.P.等人,Heterocycles,16(1):35-37(1981))。下面描述用于制备本发明化合物的通用合成方案。这些方案是说明性的,并不意在限制本领域技术人员可用来制备本文所公开化合物的可能的技术。制备本发明化合物的不同方法对本领域技术人员来说是显而易见的。此外,合成中的各步骤可以以可交替的顺序进行以得到一种或多种目标化合物。

[0495] 在下文所述的中间体和实施例部分给出由通用方案中所述的方法制备的本发明化合物的实施例。纯手性实施例的制备可通过本领域技术人员已知的技术实施。例如,可通过手性相制备型HPLC分离外消旋产物来制备纯手性化合物。或者,可通过已知得到对映异构富集产物的方法制备实施例化合物。这些包括但不限于,将手性助剂官能团引入用来控制转化的非对映立体选择性的外消旋中间体,在裂解手性助剂后提供对映富集的产物。

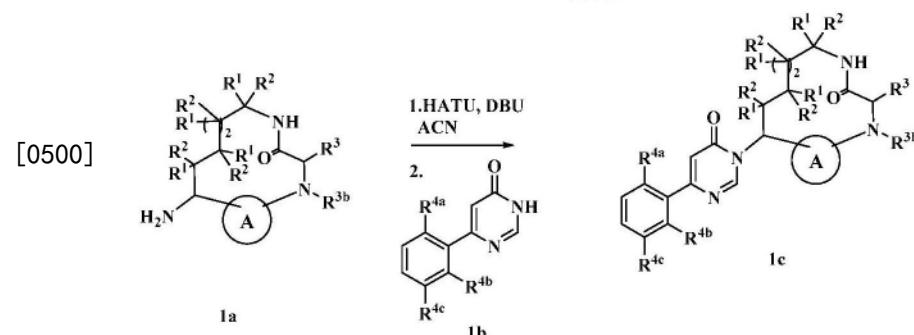
[0496] 可以有机合成领域技术人员已知的多种方式制备本发明化合物。可以使用下文所述的方法和合成有机化学领域中已知的合成方法或通过本领域技术人员理解的其变体合成本发明化合物。优选方法包括但不限于下文所述的那些。反应在适合用于和适合进行转换的试剂和材料的溶剂或溶剂混合物中进行。有机合成领域技术人员理解为在分子上存在的官能团应该与计划的转换一致。有时需要判断从而改变合成步骤的顺序或选择一个特定工艺方案替代另一个从而获得本发明的期望化合物。

[0497] 还理解为在计划本领域中任何合成路线中的另一主要考虑为用于保护在本发明中所述化合物中存在的反应性官能团的保护基的明智选择。描述对于受训从业者而言的很多替代选择的权威解释为Greene等人(Protective Groups in Organic Synthesis,第四版,Wiley-Interscience(2006))。

[0498] 通用方案

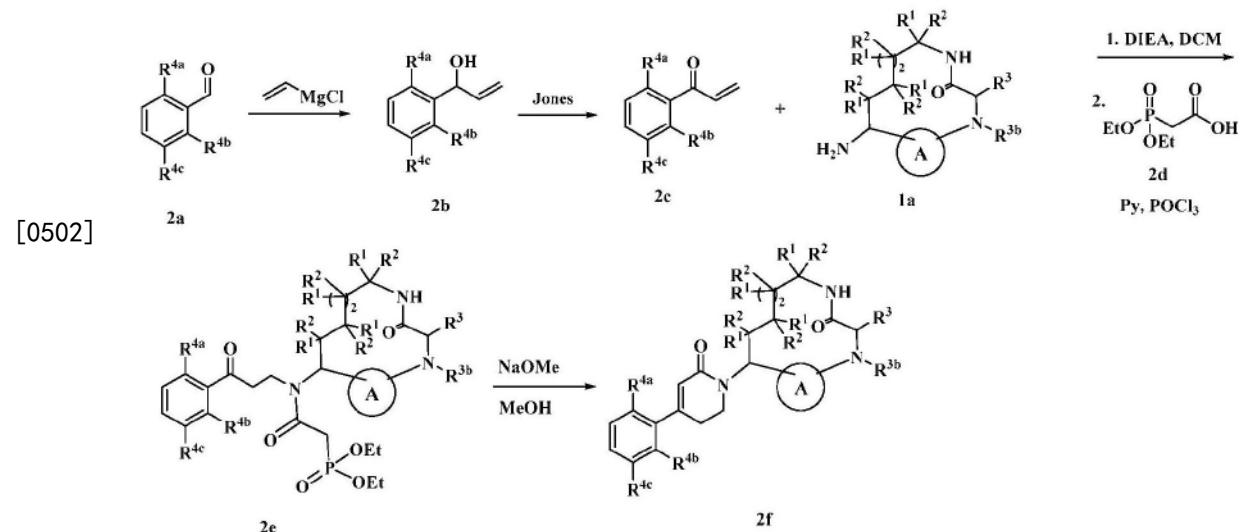
[0499] 本发明的代表性嘧啶酮化合物1c可如方案1中描述地制备。使用由Xiao(Organic Letters,11:1421(2009))描述的改良程序,合适取代的嘧啶-4-醇衍生物1b可与适当取代的大环胺1a在HATU和DBU存在下在溶剂例如CH₃CN中偶联以提供嘧啶酮化合物1c。

方案1



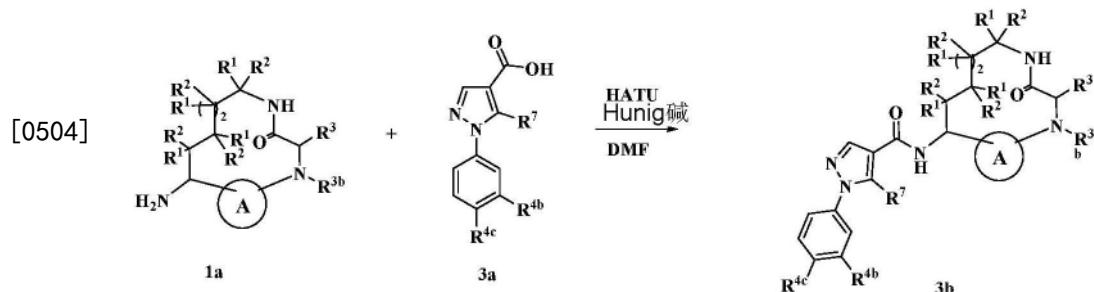
[0501] 本发明的代表性二氢吡啶酮化合物2f可如方案2中所示地制备。从醛2a出发,乙烯基Grignard加成(产生烯丙基醇2b)之后氧化,得到乙烯基酮2c。适当取代的大环胺1a的Michael加成后用2d酰化,得到化合物2e,其在用碱环化时提供二氢吡啶酮2f。

方案2



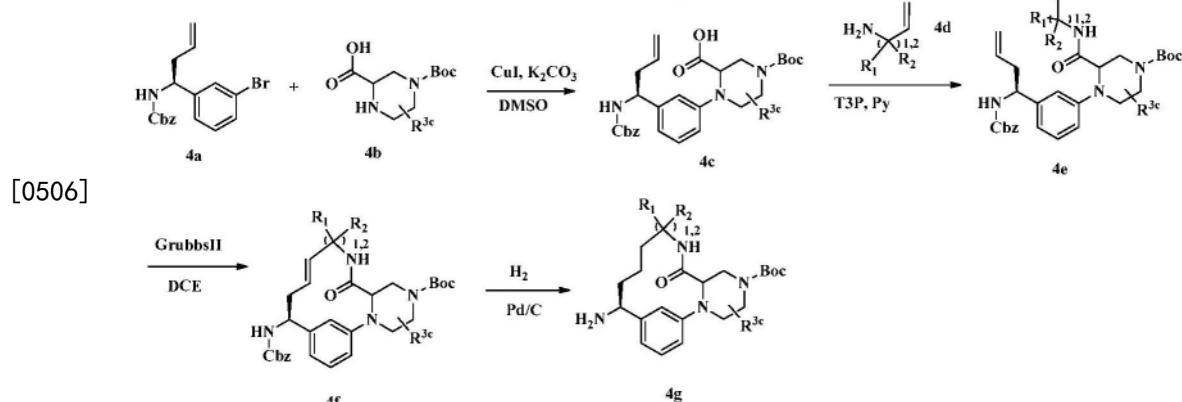
[0503] 本发明的代表性唑化合物3b可如方案3所示,通过使用HATU和Hunig碱在DMF中将中间体3a和适当取代的大环胺1a偶联来制备。

方案3



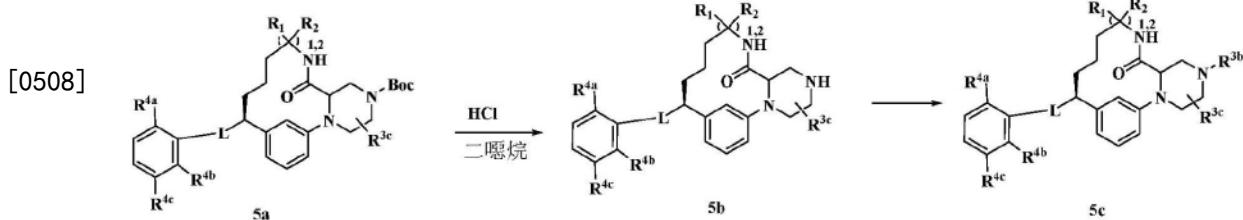
[0505] 本发明的代表性大环胺4g可如方案4所示地制备。从4a出发,使用碘化铜(I)和K₂CO₃在DMSO中与4b偶联以得到4c。使用T3P将4c与4d偶联得到4e,其经历GrubbsII条件以形成大环4f。然后可在氢化条件下除去双键和Cbz保护基以得到大环胺4g。

方案4



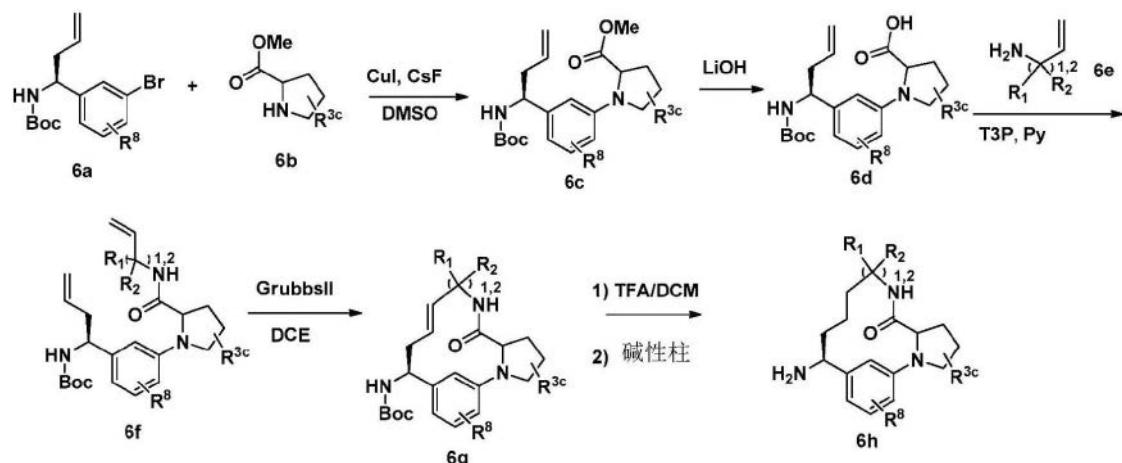
[0507] 在一些情形中,携带保护基例如Boc的大环胺先使用方案1-3偶联以得到5a。然后使用二噁烷中的HCl除去Boc基以得到5b。然后安置各种R^{3b}基以得到5c。

方案5



[0509] 本发明的代表性大环胺6h可如方案6所示地制备。从6a出发，使用碘化铜(I)和CsF在DMSO中与6b偶联以得到6c。6c的碱性水解得到6d。使用T3P将6d与6e偶联得到6f，其经历GrubbsII反应条件以形成大环6g。然后可在氢化、之后酸性条件下除去双键和Boc保护基，接着游离碱化以得到大环胺6h。

方案6



[0510]

[0511] 通过正相色谱法或反相色谱法进行中间体和最终产物的纯化。使用采用梯度的己烷和EtOAc、DCM和MeOH洗脱的预堆积的SiO₂柱进行正相色谱法，除非另外指明。使用采用梯度的溶剂A(90%水, 10% MeOH, 0.1% TFA)和溶剂B(10%水, 90% MeOH, 0.1% TFA, UV 220nm)或梯度的溶剂A(90%水, 10% ACN, 0.1% TFA)和溶剂B(10%水, 90% ACN, 0.1% TFA, UV 220nm)或梯度的溶剂A(98%水, 2% ACN, 0.05% TFA)和溶剂B(98% ACN, 2%水, 0.05% TFA, UV 220nm) (或) Sunfire Prep C18 OBD 5u 30x100mm, 25分钟梯度0-100% B.A=H₂O/ACN/TFA 90:10:0.1.B=ACN/H₂O/TFA 90:10:0.1的C18柱进行反相制备型HPLC。

[0512] 除非另作说明，否则通过反相分析型HPLC进行最终产品的分析。

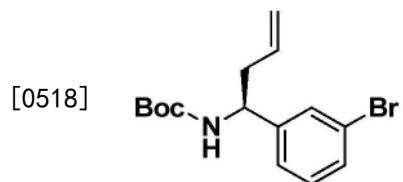
[0513] 方法A:Waters SunFire柱(3.5μm C18, 3.0x150mm)。使用梯度洗脱:(0.5mL/min)10-100%溶剂B 12分钟,然后100%溶剂B 3分钟。溶剂A为(95%水、5%乙腈、0.05%TFA),溶剂B为(5%水、95%乙腈、0.05%TFA,UV 254nm)。

[0514] 方法B:Waters Acquity UPLC BEH C18, 2.1×50mm, 1.7-μm颗粒;移动相A:含10mM乙酸铵的5:95乙腈:水;移动相B:含10mM乙酸铵的95:5乙腈:水;温度:50°C;梯度:0-100% B, 经3分钟,然后在100% B保持0.75-分钟;流量:1.11mL/min。

[0515] 方法C:Waters Acquity UPLC BEH C18, 2.1×50mm, 1.7-μm颗粒;移动相A:含0.1%TFA的5:95乙腈:水;移动相B:含0.1%TFA的95:5乙腈:水;温度:50°C;梯度:0-100% B, 经3分钟,然后以100% B保持0.75-分钟;流量:1.11mL/min。

[0516] 方法X:Phenomenex Luna 3u C18柱(2.0x50mm)。使用梯度洗脱:(0.8mL/min)0-100%溶剂B 4分钟,然后100%溶剂B 2分钟。溶剂A为(90%水、10%MeOH、0.1%TFA),溶剂B为(10%水、90%MeOH、0.1%TFA,UV 220nm)。

[0517] 中间体1,制备N-[(1S)-1-(3-溴苯基)丁-3-烯-1-基]氨基甲酸叔丁基酯。



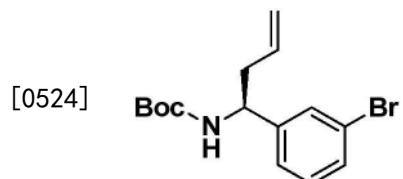
[0519] 1A.制备(R)-N-[(1E)-(3-溴苯基)亚甲基]-2-甲基丙烷-2-亚磺酰胺。

[0520] 向3-溴苯甲醛(7.8g,42.2mmol)加入(R)-2-甲基丙烷-2-亚磺酰胺(5.11g,42.2mmol)、 Cs_2CO_3 (20.60g,63.2mmol)的DCM(211ml)溶液,将所得反应混合物搅拌5天。然后用盐水(50ml)和DCM(50ml)分配反应混合物。水层用DCM(2x50ml)萃取。合并的有机层用盐水(25ml)洗涤、干燥(Na_2SO_4)、过滤和浓缩。通过正相色谱使用己烷和EtOAc作为洗脱液纯化得到(R)-N-[(1E)-(3-溴苯基)亚甲基]-2-甲基丙烷-2-亚磺酰胺(11.8g,97%),作为琥珀油状物。 ^1H NMR(400MHz, CDCl_3) δ 8.53(s,1H), 8.02(t,J=1.8Hz,1H), 7.74(dt,J=7.7,1.2Hz,1H), 7.64(ddd,J=8.0,2.0,1.0Hz,1H), 7.36(t,J=7.8Hz,1H), 1.34-1.22(m,9H)。MS(ESI)m/z:290(M+H)⁺。

[0521] 1B.制备(R)-N-[(1S)-1-(3-溴苯基)丁-3-烯-1-基]-2-甲基丙烷-2-亚磺酰胺。

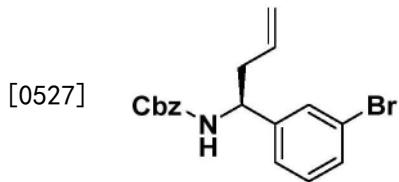
[0522] 向3颈瓶中冷却至0°C的(R)-N-[(1E)-(3-溴苯基)亚甲基]-2-甲基丙烷-2-亚磺酰胺(11.8g,40.9mmol)的THF(190ml)溶液加入烯丙基溴(3.90ml,45.0mmol)和In(6.58g,57.3mmol)。在rt搅拌18h之后,将反应物加热至50°C持续6h,然后在rt搅拌18h。将反应混合物通过Celite®过滤,滤液用水(100ml)猝灭。厚的透明凝胶状材料形成于水层。有机物用EtOAc(4x75ml)萃取。合并的有机层用盐水洗涤、用 MgSO_4 干燥、过滤和浓缩,得到(R)-N-[(1S)-1-(3-溴苯基)丁-3-烯-1-基]-2-甲基丙烷-2-亚磺酰胺,作为透明油状物(9.6g,71%)。 ^1H NMR(400MHz, CDCl_3) δ 7.48(t,J=1.8Hz,1H), 7.41(dt,J=7.6,1.6Hz,1H), 7.26-7.18(m,2H), 5.79-5.66(m,1H), 5.23-5.16(m,2H), 4.46(ddd,J=8.1,5.6,2.0Hz,1H), 3.69(s,1H), 2.63-2.53(m,1H), 2.53-2.40(m,1H), 1.23-1.19(m,9H)。

[0523] 1C.制备N-[(1S)-1-(3-溴苯基)丁-3-烯-1-基]氨基甲酸叔丁基酯。



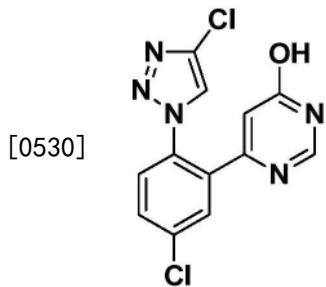
[0525] 向(R)-N-[(1S)-1-(3-溴苯基)丁-3-烯-1-基]-2-甲基丙烷-2-亚磺酰胺(9.6g,29.1mmol)的MeOH(300ml)溶液加入浓HCl(4ml)。在3h之后,将反应物浓缩,并将残余物溶解于DCM(300ml),冷却至0°C,然后加入TEA(16.20ml,116mmol)和Boc₂O(6.75ml,29.1mmol)的DCM(20ml)溶液。在18h之后,加入另外的Boc₂O(1g),并将反应物搅拌4h。反应用水(100ml)猝灭,并用DCM(3x50ml)萃取。合并的有机层用盐水(50ml)洗涤、干燥(Na_2SO_4)、过滤和浓缩。通过正相色谱使用己烷和EtOAc作为洗脱液纯化得到N-[(1S)-1-(3-溴苯基)丁-3-烯-1-基]氨基甲酸叔丁基酯(7.3g,77%),作为白色固体物。MS(ESI)m/z:326.08(M+H)⁺。

[0526] 中间体2.制备(S)- (1-(3-溴苯基)丁-3-烯-1-基)氨基甲酸苄基酯。

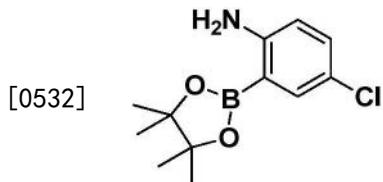


[0528] 向圆底烧瓶加入(S)- (1-(3-溴苯基)丁-3-烯-1-基)氨基甲酸叔丁基酯(5g, 15.33mmol)、二噁烷(10mL)和4N HCl(7.66mL, 30.7mmol)的二噁烷溶液。在rt搅拌反应物过夜。将反应物浓缩并干燥。向残余物加入CH₂Cl₂(30mL)、Hunig碱(8.03mL, 46.0mmol)和Cbz-CI(2.188mL, 15.33mmol)。将反应物在rt搅拌2小时。然后将反应物用CH₂Cl₂(50ml)稀释和用水(50ml)和盐水(50ml)洗涤。有机层经MgSO₄干燥、过滤和浓缩。残余物使用ISCO体系(0-100% EtOAc/Hex梯度)纯化,得到(S)- (1-(3-溴苯基)丁-3-烯-1-基)氨基甲酸苄基酯(5.03g, 13.96mmol, 91% 收率),作为白色固体物。MS (ESI) m/z: 360.0 (M+H)⁺. ¹H NMR (400MHz, CDCl₃) δ 7.48-7.30 (m, 7H), 7.22 (d, J=5.0Hz, 2H), 5.67 (ddt, J=17.1, 10.1, 7.0Hz, 1H), 5.21-5.05 (m, 5H), 4.79 (br.s., 1H), 2.65-2.39 (m, 2H)。

[0529] 中间体5.制备6-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]嘧啶-4-醇。

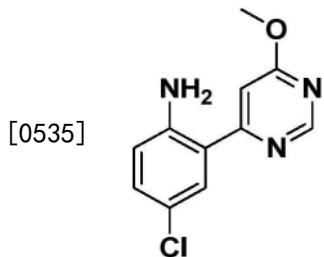


[0531] 5A.制备4-氯-2-(四甲基-1,3,2-二氧杂戊硼烷-2-基)苯胺。



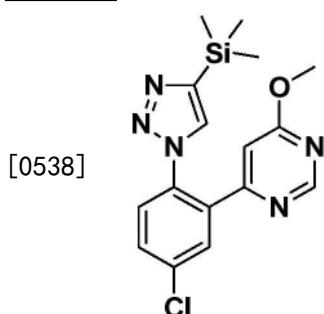
[0533] 在20mL微波小瓶中加入2-溴-4-氯苯胺(3g, 14.53mmol)、4,4,5,5-四甲基-2-(四甲基-1,3,2-二氧杂戊硼烷-2-基)-1,3,2-二氧杂戊硼烷(5.53g, 21.80mmol)、K0Ac(3.66g, 37.3mmol)、Pd(dppf)Cl₂-CH₂Cl₂加合物(0.32g, 0.44mmol)和DMSO(9mL)。将所得混悬液用N₂吹洗、盖帽和在80°C加热22h。将反应物冷却至rt。加入水以溶解盐,然后过滤反应物。将残留固体悬浮于DCM,并过滤不溶性固体。将滤液浓缩,然后通过正相色谱纯化,得到4-氯-2-(四甲基-1,3,2-二氧杂戊硼烷-2-基)苯胺(3.15g, 86% 收率),作为白色固体状物。MS (ESI) m/z: 172.3 (M-C₆H₁₀+H)⁺. ¹H NMR (400MHz, CDCl₃) δ 7.54 (d, J=2.6Hz, 1H), 7.13 (dd, J=8.8, 2.6Hz, 1H), 6.52 (d, J=8.6Hz, 1H), 4.72 (br.s., 2H), 1.34 (s, 12H)。

[0534] 5B.制备4-氯-2-(6-甲氧基嘧啶-4-基)苯胺。



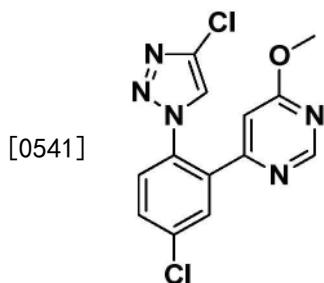
[0536] 对含有4-氯-6-甲氧基嘧啶(3.13g, 21.62mmol)、4-氯-2-(四甲基-1,3,2-二氧杂戊硼烷-2-基)苯胺(7.31g, 21.62mmol)、 Na_2CO_3 (2.29g, 21.62mmol)、DME(86ml)、EtOH(10.81ml)和水(10.81ml)的RBF装配冷凝器。混合物用Ar吹洗数分钟,然后加入Pd(dppf) $\text{Cl}_2\text{-CH}_2\text{Cl}_2$ 加合物(1.77g, 2.16mmol)。将反应物在90°C加热5h。将反应物冷却至rt、用水稀释和萃取用EtOAc。有机层用盐水洗涤、浓缩和通过正相色谱纯化,得到4-氯-2-(6-甲氧基嘧啶-4-基)苯胺(2.86g, 56.1%收率),作为黄色固体状物。MS (ESI) m/z: 236.0 ($\text{M}+\text{H}$)⁺. ¹H NMR (500MHz, CDCl_3) δ 8.78 (d, $J=1.1\text{Hz}$, 1H), 7.49 (d, $J=2.5\text{Hz}$, 1H), 7.15 (dd, $J=8.8, 2.5\text{Hz}$, 1H), 6.99 (d, $J=1.1\text{Hz}$, 1H), 6.67 (d, $J=8.8\text{Hz}$, 1H), 5.89 (br. s., 2H), 4.03 (s, 3H)。

[0537] 5C. 制备4-[5-氯-2-[4-(三甲基甲硅烷基)-1H-1,2,3-三唑-1-基]苯基]-6-甲氧基嘧啶。



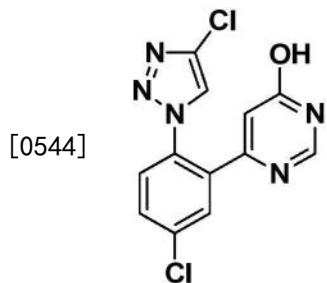
[0539] 向0°C的4-氯-2-(6-甲氧基嘧啶-4-基)苯胺(1.5g, 6.36mmol)的ACN(90ml)溶液加入3-甲基丁腈(1.28ml, 9.55mmol),接着逐滴加入TMSN₃(1.26ml, 9.55mmol)。观察到气体逸出。在10分钟之后,除去冰浴和使反应物升温至rt。在1h之后,加入乙炔基三甲基硅烷(2.72ml, 19.09mmol)和Cu₂O(0.09g, 0.64mmol)和将反应物再搅拌1h。将反应物在EtOAc和sat NH₄Cl中分配,并分离各层。有机层用盐水洗涤、经MgSO₄干燥、过滤和浓缩。通过正相色谱纯化得到4-[5-氯-2-[4-(三甲基甲硅烷基)-1H-1,2,3-三唑-1-基]苯基]-6-甲氧基嘧啶(2.13g, 5.92mmol, 93%收率),作为黄色固体状物。MS (ESI) m/z: 360.3 ($\text{M}+\text{H}$)⁺. ¹H NMR (400MHz, CDCl_3) δ 8.71 (d, $J=1.1\text{Hz}$, 1H), 7.82 (d, $J=2.2\text{Hz}$, 1H), 7.61-7.56 (m, 1H), 7.54-7.48 (m, 2H), 6.20 (d, $J=1.1\text{Hz}$, 1H), 3.92 (s, 3H), 0.32-0.28 (m, 9H)。

[0540] 5D. 制备4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-甲氧基嘧啶。



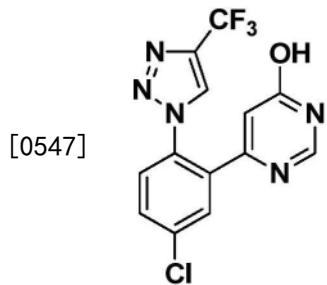
[0542] 向4-[5-氯-2-[4-(三甲基甲硅烷基)-1H-],2,3-三唑-1-基]苯基]-6-甲氧基嘧啶(1.56g, 4.33mmol)的ACN(28.9ml)溶液加入NCS(2.03g, 15.17mmol)和硅胶(6.51g, 108mmol)。将反应物在80°C搅拌1h。然后将反应物过滤以除去硅胶和用EtOAc洗涤收集的硅胶。滤液用水(2x)、盐水洗涤和浓缩。通过正相色谱纯化得到4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-甲氧基嘧啶(0.90g, 64.5%收率),作为黄色泡沫状物。MS (ESI) m/z: 322.3 (M+H)⁺。¹H NMR (400MHz, CDCl₃) δ 8.70 (d, J=1.1Hz, 1H), 7.75 (d, J=2.4Hz, 1H), 7.66-7.55 (m, 2H), 7.50 (d, J=8.6Hz, 1H), 6.52 (d, J=0.9Hz, 1H), 3.98 (s, 3H)。

[0543] 5E. 制备6-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]嘧啶-4-醇。

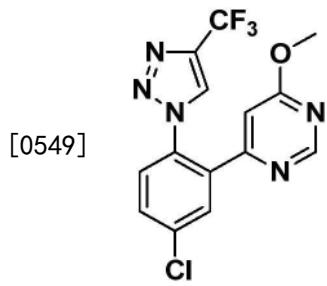


[0545] 向4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-甲氧基嘧啶(900mg, 2.79mmol)的AcOH(6ml)溶液加入48%aq HBr(3ml, 26.5mmol)。将混合物在85°C搅拌1h。将反应物浓缩至干,然后在EtOAc和饱和NaHCO₃水溶液之间分配。分离混合物和水层用EtOAc(2x)萃取。合并有机层、浓缩,然后残余物通过正相色谱纯化,得到白色固体。将该固体悬浮于Et₂O、过滤和用Et₂O洗涤,得到6-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]嘧啶-4-醇(610mg, 70.9%收率),作为白色固体状物。MS (ESI) m/z: 308.3 (M+H)⁺。¹H NMR (400MHz, CDCl₃) δ 7.96 (s, 1H), 7.74-7.67 (m, 2H), 7.62 (dd, J=8.5, 2.3Hz, 1H), 7.47 (d, J=8.4Hz, 1H), 6.44 (d, J=0.9Hz, 1H)。

[0546] 中间体6. 制备6-[5-氯-2-[4-(三氟甲基)-1H-1,2,3-三唑-1-基]苯基]嘧啶-4-醇。



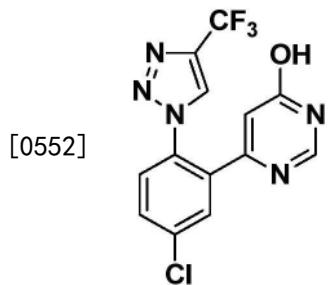
[0548] 6A. 制备4-[5-氯-2-[4-(三氟甲基)-1H-1,2,3-三唑-1-基]苯基]-6-甲氧基嘧啶。



[0550] 向0°C的4-氯-2-(6-甲氧基嘧啶-4-基)苯胺(1.0g, 4.24mmol)的ACN(60.6ml)溶液加入3-甲基丁腈(0.86ml, 6.36mmol),接着逐滴加入TMSN₃(0.84ml, 6.36mmol)。观察到气体

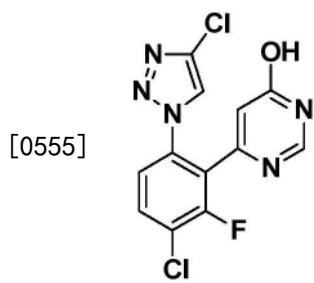
逸出。在10分钟之后,除去冰浴和使反应物升温至rt。在2h之后,加入Cu₂O(61mg,0.42mmol),接着在5分钟时间内缓慢鼓泡3,3,3-三氟丙-1-炔气体。在另外的10分钟之后,将反应物在DCM和sat NH₄Cl之间分配,然后分离各层。有机层用盐水洗涤、经MgSO₄干燥、过滤和浓缩。通过正相色谱纯化得到4-{5-氯-2-[4-(三氟甲基)-1H-1,2,3-三唑-1-基]苯基}-6-甲氧基嘧啶(1.46g,97%收率),作为黄色固体状物。MS (ESI) m/z: 356.1 (M+H)⁺。¹H NMR (400MHz, CDCl₃) δ 8.62 (d, J=1.1Hz, 1H), 8.00 (d, J=0.7Hz, 1H), 7.75 (d, J=2.4Hz, 1H), 7.66-7.60 (m, 1H), 7.52 (d, J=8.6Hz, 1H), 6.60 (d, J=1.1Hz, 1H), 3.98 (s, 3H)。¹⁹F NMR (376MHz, CDCl₃) δ -61.10 (s)。

[0551] 6B. 制备6-{5-氯-2-[4-(三氟甲基)-1H-1,2,3-三唑-1-基]苯基}嘧啶-4-醇。



[0553] 向4-{5-氯-2-[4-(三氟甲基)-1H-1,2,3-三唑-1-基]苯基}-6-甲氧基嘧啶(1.46g,4.10mmol)的AcOH(10ml)溶液加入48%aq HBr(5ml,44.2mmol)。将混合物在85°C搅拌1h。将反应物浓缩至干,然后在EtOAc和sat NaHCO₃之间分配。分离各层和水层用EtOAc(2x)萃取。合并有机层和用sat NaHCO₃、盐水洗涤、经MgSO₄干燥、过滤和在减压下除去溶剂直到一些固体开始形成。所得混悬液用Et₂O研磨。过滤固体和用Et₂O洗涤,得到6-{5-氯-2-[4-(三氟甲基)-1H-1,2,3-三唑-1-基]苯基}嘧啶-4-醇(1g,71.3%收率),作为浅黄色固体状物。MS (ESI) m/z: 342.0 (M+H)⁺。¹H NMR (400MHz, CD₃OD) δ 8.83 (d, J=0.7Hz, 1H), 7.99 (d, J=0.9Hz, 1H), 7.87 (d, J=2.2Hz, 1H), 7.79-7.72 (m, 1H), 7.70-7.62 (m, 1H), 6.45 (d, J=0.9Hz, 1H)。¹⁹F NMR (376MHz, CD₃OD) δ -62.61 (s)。

[0554] 中间体7. 制备6-(3-氯-6-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)-2-氟苯基)嘧啶-4-醇。



[0556] 7A. 制备N-(4-氯-3-氟苯基)-2,2,2-三氟乙酰胺。

[0557] 在N₂下向-10°C的4-氯-3-氟苯胺(10.67g,73.3mmol)和Na₂CO₃(24.5g,125mmol)的Et₂O(300mL)悬浮液逐滴加入TFAA(12.23mL,88mmol)。使混合物升温至rt,然后搅拌18h。反应混合物用己烷(300mL)稀释和过滤。滤液用冰水、10%aq NaHCO₃和盐水洗涤,经Na₂SO₄干燥和浓缩。获得浅黄色固体状物作为N-(4-氯-3-氟苯基)-2,2,2-三氟乙酰胺(17g,96%收率)。MS (ESI) m/z: 242.1 (M+H)⁺。

[0558] 7B. 制备(6-氨基-3-氯-2-氟苯基)硼酸。

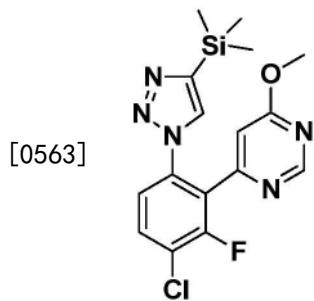
[0559] 向冷却的(-78°C)N-(4-氯-3-氟苯基)-2,2,2-三氟乙酰胺(5g,20.70mmol)的THF

(69.0ml) 澄清无色溶液在15分钟内逐滴加入2.5M BuLi的己烷(16.56ml, 41.4mmol) 溶液, 保持内部温度低于-60°C。将所得的澄清黄色溶液在-78°C搅拌10分钟, 然后使反应物在1h内升温至-50°C。将所得的澄清棕色溶液冷却至-78°C, 然后逐滴加入B(0-iPr)₃(10.51ml, 45.5mmol)。将反应物在-78°C搅拌10分钟, 然后除去冰浴和使反应物升温至rt。将所得的橙色悬浮液在rt搅拌2h, 然后在冰浴中冷却和用1N HCl(40ml)猝灭。反应混合物升温至40°C持续1h, 然后冷却至rt。将反应物用EtOAc稀释并分离各层。有机层用盐水洗涤和浓缩。通过正相色谱纯化得到(6-氨基-3-氯-2-氟苯基)硼酸(3g, 76.6%收率)。MS (ESI) m/z: 190.1 (M+H)⁺。

[0560] 7C. 制备4-氯-3-氟-2-(6-甲氧基嘧啶-4-基)苯胺。

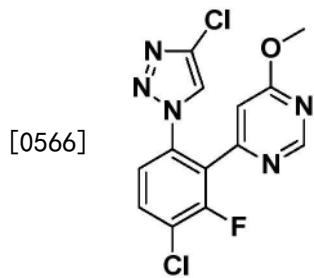
[0561] 反应在350ml压力瓶中完成。将4-氯-6-甲氧基嘧啶(1.784g, 12.34mmol)、(6-氨基-3-氯-2-氟苯基)硼酸(3.3g, 12.34mmol)的甲苯(25ml)和EtOH(25ml)溶液用N₂吹洗数分钟。加入DIEA(4.31ml, 24.68mmol), 接着加入Pd(Ph₃P)₄(1.426g, 1.234mmol)。将烧瓶盖帽和将反应物在120°C加热2h, 然后冷却至rt和浓缩。通过正相色谱纯化得到4-氯-3-氟-2-(6-甲氧基嘧啶-4-基)苯胺(2g, 45.2%收率), 作为黄色固体状物。MS (ESI) m/z: 254.0 (M+H)⁺。

[0562] 7D. 制备4-(3-氯-2-氟-6-(4-(三甲基甲硅烷基)-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基)-6-甲氧基嘧啶。



[0564] 向冷却的(0°C)4-氯-3-氟-2-(6-甲氧基嘧啶-4-基)苯胺(2.1g, 8.28mmol)的ACN(118ml)澄清黄色溶液加入亚硝酸异戊酯(1.67ml, 12.42mmol), 接着逐滴加入TMSN₃(1.63ml, 12.42mmol)。在10分钟之后, 除去冷浴和使反应物升温至rt。在2h之后, 加入乙炔基三甲基硅烷(3.54ml, 24.84mmol)和Cu₂O(0.118g, 0.83mmol)和将反应物在rt搅拌1.5h。然后将反应物用EtOAc稀释和用sat NH₄Cl、盐水洗涤、经MgSO₄干燥、过滤和浓缩, 得到棕色油状物。通过正相色谱纯化得到4-(3-氯-2-氟-6-(4-(三甲基甲硅烷基)-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基)-6-甲氧基嘧啶(2.71g, 87%收率), 作为棕色固体状物。MS (ESI) m/z: 378.1 (M+H)⁺。

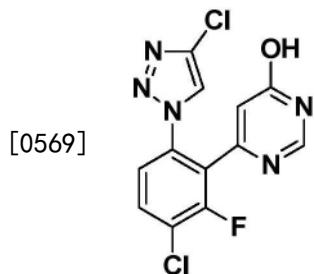
[0565] 7E. 制备4-(3-氯-6-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)-2-氟苯基)-6-甲氧基嘧啶。



[0567] 在装配有搅拌棒和冷凝器的RBF中加入4-(3-氯-2-氟-6-(4-(三甲基甲硅烷基)-

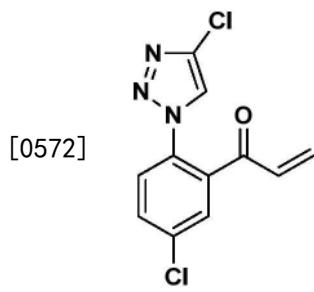
1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基)-6-甲氧基嘧啶(2.71g,7.17mmol)、NCS(3.35g,25.1mmol)和硅胶(10.77g,179mmol),接着加入ACN(47.8ml)。将反应物在80°C加热1h,然后冷却至rt。将反应物过滤和将滤液浓缩。将残余物重新溶解于EtOAc和用sat NaHCO₃、水、盐水洗涤和浓缩。通过正相色谱纯化得到4-(3-氯-6-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)-2-氟苯基)-6-甲氧基嘧啶(1.05g,43.0%收率),作为黄色固体状物。MS (ESI) m/z: 340.0 (M+H)⁺。¹H NMR (400MHz, CDCl₃) δ 8.68 (d, J=0.7Hz, 1H), 7.71-7.62 (m, 2H), 7.37 (dd, J=8.6, 1.8Hz, 1H), 6.84 (s, 1H), 4.02 (s, 3H)。

[0568] 7F. 制备6-(3-氯-6-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)-2-氟苯基)嘧啶-4-醇。



[0570] 将4-(3-氯-6-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)-2-氟苯基)-6-甲氧基嘧啶(1.05g,3.09mmol)的HOAc(15.43ml)澄清黄色溶液和48%aq HBr(17.46ml,154mmol)升温至65°C持续3h,然后冷却至rt和浓缩。将黄色胶状物悬浮于EtOAc和用sat NaHCO₃(2x)、盐水洗涤、经Na₂SO₄干燥、过滤和浓缩。向残余物加入Et₂O(10ml)和将所得悬浮液超声处理、然后过滤。将固体用Et₂O(2ml)冲洗,抽吸下风干,得到6-(3-氯-6-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)-2-氟苯基)嘧啶-4-醇(0.79g,78%收率),作为白色固体状物。MS (ESI) m/z: 326.3 (M+H)⁺。¹H NMR (400MHz, CD₃OD) δ 8.35 (s, 1H), 8.08 (d, J=0.7Hz, 1H), 7.85 (dd, J=8.7, 7.6Hz, 1H), 7.54 (dd, J=8.6, 1.5Hz, 1H), 6.57 (s, 1H)。

[0571] 中间体8. 制备1-(5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基)丙-2-烯-1-酮。



[0573] 8A. 制备2-叠氮基-5-氯苯甲醛。

[0574] 将5-氯-2-氟苯甲醛(1.38g,8.70mmol)和叠氮化钠(0.58g,8.92mmol)的DMF(4mL)溶液在55°C搅拌8h,然后冷却至rt。将反应混合物用二乙醚和水稀释,然后用1N HCl酸化至pH 4。将醚层用水(3x)、接着用盐水(3x)洗涤,然后经MgSO₄干燥和过滤。然后真空下浓缩有机层,得到1.47g的2-叠氮基-5-氯苯甲醛(93%),作为浅黄色固体状物。¹H NMR (400MHz, CDCl₃) δ 10.30 (s, 1H), 7.86 (d, J=2.6Hz, 1H), 7.58 (dd, J=8.7, 2.5Hz, 1H), 7.24 (d, J=8.6Hz, 1H)

[0575] 8B. 制备5-氯-2-(4-(三丁基甲锡烷基)-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯甲醛。

[0576] 将2-叠氮基-5-氯苯甲醛(386mg,2.126mmol)和三丁基甲锡烷基乙炔(0.646mL,2.126mmol)的甲苯(5mL)溶液在100°C加热5h,之后冷却至rt。在5h之后,将反应混合物浓缩

和直接使用正相色谱纯化,得到495mg的5-氯-2-(4-(三丁基甲锡烷基)-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯甲醛(43%),作为浅黄色油状物。MS (ESI) m/z: 498.1 (M+H)+。

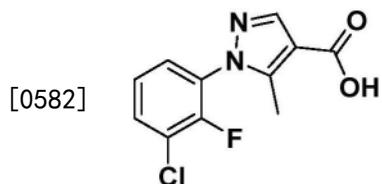
[0577] 8C. 制备5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯甲醛。

[0578] 向5-氯-2-(4-(三丁基甲锡烷基)-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯甲醛(459mg,0.924mmol)的ACN(5mL)溶液加入N-氯琥珀酰亚胺(185mg,1.386mmol),然后将反应物在60°C加热15h。在15h之后,将反应混合物浓缩和直接使用正相色谱纯化,得到117mg的5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯甲醛(52%),作为白色固体状物。MS (ESI) m/z: 242.0 (M+H, 氯同位素峰)+。

[0579] 8D. 制备1-(5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基)丙-2-烯-1-酮。

[0580] 1-(5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基)丙-2-烯-1-酮的制备使用与用于制备中间体1类似的程序,通过将3-氯-2,6-二氟苯甲醛替换为5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯甲醛。MS (ESI) m/z: 268.3 (M+H)+。¹H NMR (400MHz, CDCl₃) δ 7.71-7.66 (m, 1H), 7.62-7.52 (m, 2H), 7.44 (d, J=8.4Hz, 1H), 6.29 (dd, J=17.6, 10.6Hz, 1H), 5.98-5.79 (m, 2H)。

[0581] 中间体11。制备1-(3-氯-2-氟苯基)-5-甲基-1H-吡唑-4-甲酸。



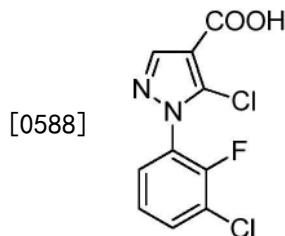
[0583] 11A. 制备1-(3-氯-2-氟苯基)-5-甲基-1H-吡唑-4-甲酸乙基酯。

[0584] 将2-((二甲基氨基)亚甲基)-3-氧代丁酸乙基酯(0.517g,2.79mmol)、(3-氯-2-氟苯基)盐酸肼(0.500g,2.54mmol)的EtOH(2.54mL)和TEA(0.707mL,5.08mmol)溶液在rt搅拌。在10分钟之后,将反应混合物浓缩和通过硅胶色谱纯化。获得了期需产物1-(3-氯-2-氟苯基)-5-甲基-1H-吡唑-4-甲酸乙基酯(200mg,28%),作为乳白色固体状物。MS (ESI) m/z: 283.1 (M+H)+。

[0585] 中间体11。制备1-(3-氯-2-氟苯基)-5-甲基-1H-吡唑-4-甲酸。

[0586] 向1-(3-氯-2-氟苯基)-5-甲基-1H-吡唑-4-甲酸乙基酯(50mg,0.177mmol)的MeOH(0.884mL)溶液加入1N NaOH(水性)(1.061mL,1.061mmol)和将反应物在50°C的密封小瓶中搅拌3h。然后将反应混合物冷却至rt和浓缩。然后将残余物在1N HCl和EtOAc之间分配。分离各层和水层用EtOAc萃取。合并有机层、用盐水洗涤和浓缩,得到中间体25,作为乳白色固体状物(48mg,107%)。MS (ESI) m/z: 255.0 (M+H)+。

[0587] 中间体13制备5-氯-1-(3-氯-2-氟苯基)-1H-吡唑-4-甲酸。



[0589] 13A. 制备5-氨基-1-(3-氯-2-氟苯基)-1H-吡唑-4-甲酸乙基酯。

[0590] 室温向(3-氯-2-氟苯基)盐酸肼(0.67g,3.40mmol)、(E)-2-氰基-3-乙氧基丙烯酸

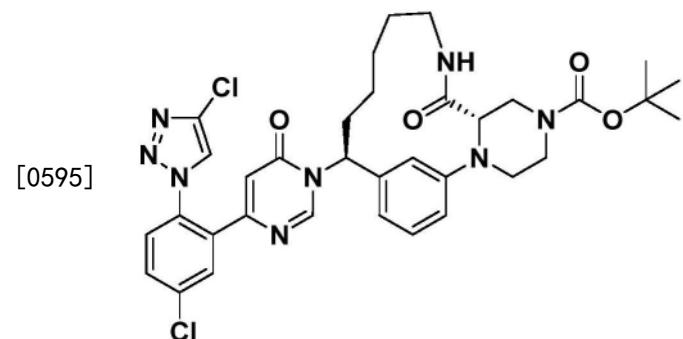
乙基酯(0.633g, 3.72mmol)和乙酸钠(0.586g, 7.12mmol)的混合物加入AcOH和H₂O, 形成浆料。将反应混合物继续在室温搅拌0.25h, 然后在100°C加热过夜。在过夜搅拌之后, 反应混合物用H₂O (200mL) 猥灭和分离微带黄色的棕色固体。将固体过滤和用H₂O充分洗涤。将残余物重新溶解于DCM、干燥和蒸发至棕色固体状物, 作为期需产物(0.76g, 78%)。MS (ESI) m/z: 284.2 (M+H)⁺。¹H NMR (400MHz, CDCl₃) δ 7.76 (s, 1H), 7.51-7.29 (m, 2H), 7.27-7.03 (m, 1H), 5.30-5.06 (m, 2H), 4.24 (q, J=7.2Hz, 2H), 1.38-1.04 (m, 3H) ppm。

[0591] 13B。向乙腈(7mL)加入丁腈(0.381mL, 3.25mmol), 接着加入CuCl₂ (0.437g, 3.25mmol)。在搅拌吡唑0.5h之后, 通过注射器逐滴加入5-氨基-1-(3-氯-2-氟苯基)-1H-吡唑-4-甲酸乙基酯(0.615g, 2.168mmol)的乙腈(3mL)溶液。将反应混合物随后在rt搅拌2h。用水(100mL) 猥灭和用EtOAc(2x100mL)萃取有机物, 干燥(MgSO₄) 和蒸发至黄色油状物。通过40g硅胶ISCO柱纯化和用Hex/EtOAc洗脱。纯产物在大约20% EtOAc洗脱。浓缩至微带黄色的棕色油状物(0.61g, 93%)。LCMS m/z 303.0 (M+H)。

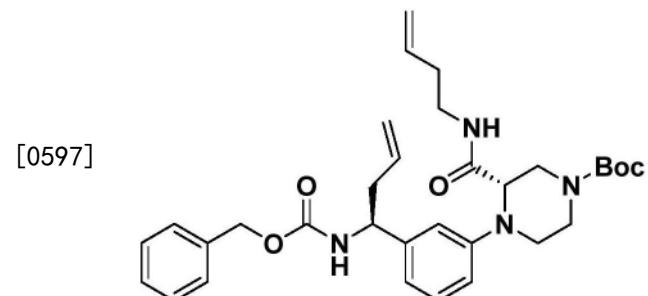
[0592] 13. 制备5-氯-1-(3-氯-2-氟苯基)-1H-吡唑-4-甲酸。

[0593] 将中间体13B (0.61g, 2.01mmol) 溶解于THF (10mL) 和向该溶液依次加入LiOH (0.2g) 和甲醇(5mL) 和水(7mL)。将反应混合物在rt搅拌2h。用dil HCl (1N, 100mL) 猥灭和用EtOAc (2x100mL) 萃取有机物, 干燥和蒸发至白色固体状物。通过prep HPLC纯化, 得到期需产物, 作为白色固体状物(0.26g, 46%)。LCMs m/z = 275.1 (M+H)。¹H NMR (400MHz, 氯仿-d) δ 8.24 (s, 1H), 7.53-7.46 (m, 1H), 7.41-7.36 (m, 1H), 7.23-7.19 (m, 1H)。

[0594] 实施例1. 制备 (7S,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-8-氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯。



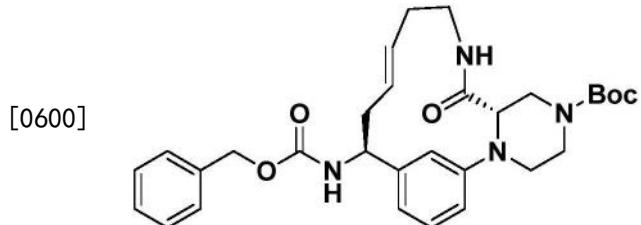
[0596] 1A. 制备 (S)-4-(3-((S)-1-(((苄基氨基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基)-3-(丁-3-烯-1-基氨基甲酰基)哌嗪-1-甲酸叔丁基酯。



[0598] 向密闭管加入如在中间体2(S)-(1-(3-溴苯基)丁-3-烯-1-基)氨基甲酸苄基酯中所述制备的N-[(1S)-1-(3-溴苯基)丁-3-烯-1-基]氨基甲酸叔丁基酯(0.8g, 2.221mmol)、

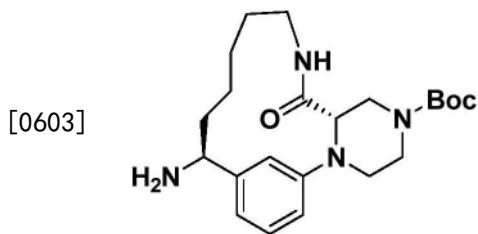
(S)-4-(叔丁氧基羰基)哌嗪-2-甲酸(0.562g, 2.443mmol)、 K_2CO_3 (0.921g, 6.66mmol)和DMSO(2.22mL)。反应物用Ar吹洗,然后加入CuI(0.021g, 0.111mmol)。将反应物密闭和在110°C搅拌过夜。将反应物在水(40mL)和EtOAc(50mL)之间分配。分离有机层,用饱和 NH_4Cl 水溶液(40mL)、水(40mL)和盐水(40mL)洗涤。分离各层和有机层经 $MgSO_4$ 干燥、过滤和浓缩,得到粗(S)-1-(3-((S)-1-(((苄基氧基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基)-4-(叔丁氧基羰基)哌嗪-2-甲酸,作为淡绿色胶状物。然后向该粗材料加入EtOAc(5mL)、丁-3-烯-1-胺(112mg, 1.57mmol)和吡啶(0.254mL, 3.14mmol),接着加入2,4,6-三丙基-1,3,5,2,4,6-三氧杂三磷杂己烷-2,4,6-三氧化物(1g, 1.570mmol)。在rt搅拌反应物过夜。将反应物用EtOAc(30mL)稀释和反应物用饱和 $NaHCO_3$ 水溶液(20mL)、水(30mL)和盐水(30mL)洗涤。分离有机层、经 $MgSO_4$ 干燥、过滤和浓缩。残余物使用ISCO体系(0-100% EtOAc/Hex梯度)纯化,得到(S)-4-(3-((S)-1-(((苄基氧基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基)-3-(丁-3-烯-1-基氨基甲酰基)哌嗪-1-甲酸叔丁基酯(180mg, 0.320mmol, 20.4%收率),作为白色固体物。(ESI) m/z: 563.4 ($M+H$)⁺。¹H NMR (400MHz, $CDCl_3$) δ 7.36 (br.s., 4H), 7.27-7.23 (m, 1H), 6.85 (d, $J=7.7Hz$, 1H), 6.73 (d, $J=6.2Hz$, 2H), 6.65 (br.s., 1H), 5.78-5.54 (m, 2H), 5.21-5.06 (m, 5H), 5.03-4.92 (m, 2H), 4.76 (br.s., 1H), 4.23-4.10 (m, 1H), 3.99 (br.s., 1H), 3.78-3.64 (m, 2H), 3.55 (ddd, $J=13.0, 9.7, 3.6Hz$, 1H), 3.49-3.42 (m, 1H), 3.41-3.23 (m, 3H), 2.62-2.44 (m, 2H), 2.24-2.09 (m, 2H), 1.52-1.48 (m, 9H)。

[0599] 1B. 制备 (7S,12E,15S)-15-{[(苄基氧基)羰基]氨基}-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[4.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),12,16,18-四烯-5-甲酸叔丁基酯。



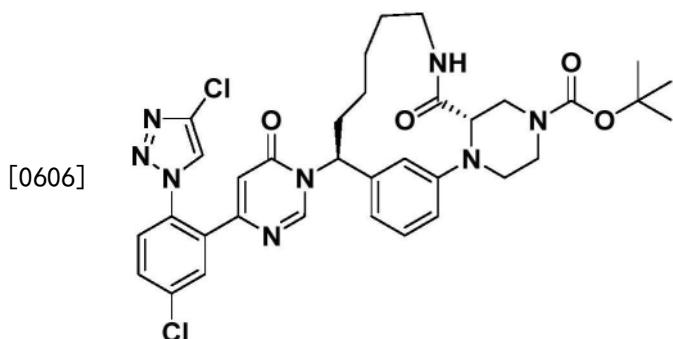
[0601] 向RBF加入(S)-4-(3-((S)-1-(((苄基氧基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基)-3-(丁-3-烯-1-基氨基甲酰基)哌嗪-1-甲酸叔丁基酯(170mg, 0.302mmol)和DCE(40mL)。反应物用Ar吹洗5分钟,然后加入Grubbs II(103mg, 0.121mmol)和将反应物在50°C在Ar下搅拌5h。将反应物浓缩和使用ISCO体系(0-100% EtOAc/Hex梯度)纯化,得到(7S,12E,15S)-15-{[(苄基氧基)羰基]氨基}-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[4.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),12,16,18-四烯-5-甲酸叔丁基酯(150mg, 0.281mmol, 93%收率),作为浅色固体状物。(ESI) m/z: 535.3 ($M+H$)⁺。¹H NMR (400MHz, $CDCl_3$) δ 7.43-7.32 (m, 5H), 7.30-7.27 (m, 4H), 6.90-6.82 (m, 2H), 6.60 (s, 1H), 6.04 (br.s., 1H), 5.58-5.47 (m, 1H), 5.29 (br.s., 1H), 4.95-4.83 (m, 1H), 4.79 (br.s., 1H), 4.04 (t, $J=4.5Hz$, 1H), 3.74 (d, $J=5.5Hz$, 1H), 3.62 (br.s., 2H), 3.41-3.25 (m, 3H), 3.05 (br.s., 1H), 2.54 (br.s., 1H), 2.45 (br.s., 2H), 2.20-2.05 (m, 1H), 1.50 (s, 9H)。

[0602] 1C. 制备 (7S,15S)-15-氨基-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[4.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯。



[0604] 向3-颈RBF加入(7S,12E,15S)-15-{[(苄基氨基)羰基]氨基}-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),12,16,18-四烯-5-甲酸叔丁基酯(150mg,0.281mmol)、EtOH(5mL)和Pd/C(59.7mg,0.056mmol)。将反应物在氢气球(hydrogen balloon)下搅拌2h。然后将反应物小心地通过Celite过滤。浓缩滤液,得到(7S,15S)-15-氨基-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯(110mg,0.286mmol,99%收率),作为浅色固体状物。(ESI)m/z:403.2(M+H)⁺。

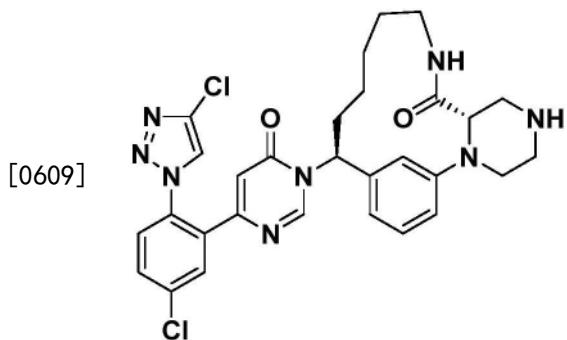
[0605] 实施例1.制备(7S,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯。



[0607] 向RBF加入如在中间体5(6-(5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基)嘧啶-4-醇)中所述制备的6-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]嘧啶-4-醇(97mg,0.314mmol)、ACN(5mL)、HATU(141mg,0.371mmol)和DBU(0.065mL,0.429mmol)。悬浮液在加入DBU之后转变成溶液。将反应物在rt搅拌10分钟。然后加入(7S,15S)-15-氨基-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯(115mg,0.286mmol)和在rt搅拌反应物过夜。反应物使用RPprep-HPLC纯化,得到(7S,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯(115mg,0.166mmol,58.0%收率),作为米黄色固体状物。(ESI)m/z:693.3(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CDCl₃)δ8.22(br.s.,1H),7.70(s,1H),7.68(d,J=2.2Hz,1H),7.61(dd,J=8.5,2.3Hz,1H),7.46(d,J=8.4Hz,1H),7.37-7.31(m,1H),7.04(d,J=9.5Hz,1H),6.95(d,J=7.5Hz,1H),6.85(br.s.,1H),6.53(br.s.,1H),6.44(s,1H),5.78(dd,J=12.1,3.1Hz,1H),4.02(br.s.,2H),3.87(d,J=13.2Hz,2H),3.68-3.59(m,2H),3.56-3.47(m,2H),3.35(br.s.,1H),1.98(dd,J=8.0,4.7Hz,1H),1.92-1.78(m,1H),1.50(s,11H),1.43(d,J=6.4Hz,3H),1.11(br.s.,1H)。分析型HPLC(方法X)RT=3.788min,纯度=96%。因子XIA Ki=955nM,血浆激肽释放酶Ki=3473nM。

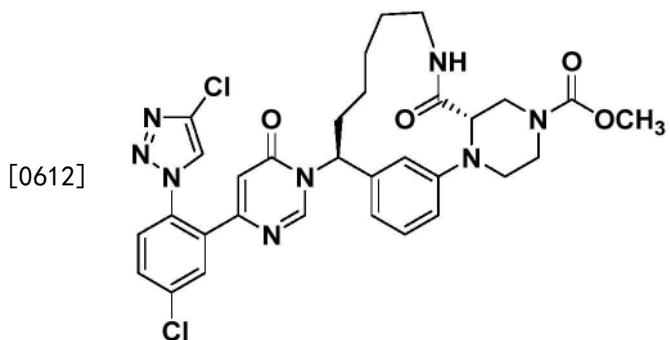
[0608] 实施例2.制备(7S,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-

8-酮盐酸盐。



[0610] 向RBF加入(7S,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯(110mg,0.159mmol)、二噁烷(1mL)和4N HCl的二噁烷(0.145mL,4.76mmol)溶液。将反应物在rt搅拌30分钟。将反应物浓缩,得到(7S,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-8-酮盐酸盐(85mg,0.125mmol,79%收率),作为米黄色固体状物。(ESI)m/z:593.3(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CD₃OD)δ8.76(d,J=19.1Hz,1H),8.40-8.36(m,1H),7.91-7.87(m,1H),7.78-7.75(m,1H),7.70-7.66(m,1H),7.45-7.39(m,1H),7.24-7.18(m,2H),6.94(d,J=7.5Hz,1H),6.41(s,1H),5.60(d,J=12.3Hz,1H),4.37-4.28(m,1H),3.85-3.74(m,2H),3.72-3.66(m,2H),3.63-3.38(m,5H),2.78-2.67(m,1H),2.42-2.26(m,1H),2.15-2.05(m,1H),1.68-1.56(m,1H),1.49(br.s.,2H),1.01(dt,J=13.8,7.0Hz,1H)。分析型HPLC(方法X)RT=2.880min,纯度=95%。因子XIA Ki=542nM,血浆激肽释放酶Ki=7292nM。

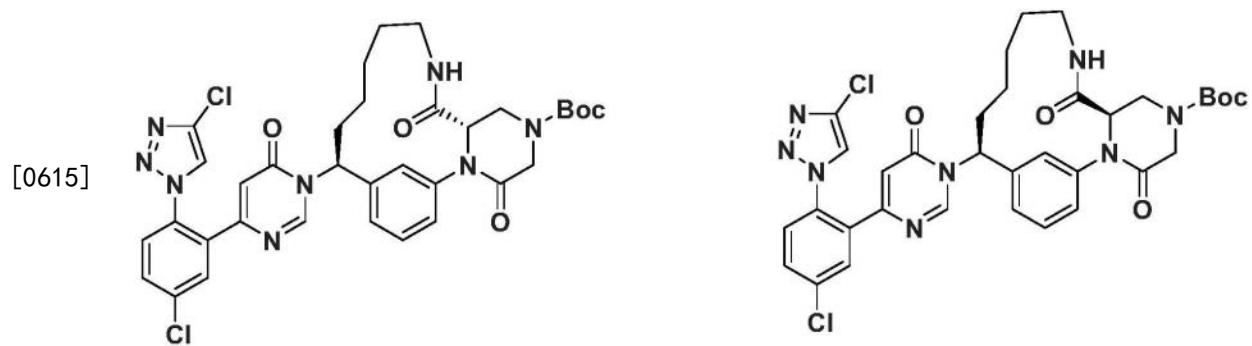
[0611] 实施例3.制备(7S,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸甲基酯。



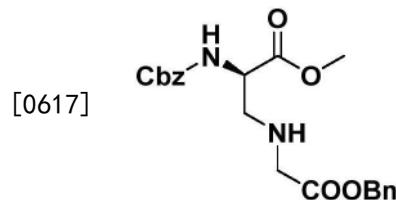
[0613] 向RBF加入(7S,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-8-酮盐酸盐(13mg,0.021mmol)、Et₃N(14.38μl,0.103mmol)、THF(0.5mL)和氯甲酸甲酯(methyl carbon0Chloride) (2.145mg,0.023mmol)。将反应物在rt搅拌10分钟。将反应物浓缩,然后溶解于MeOH和使用RP Prep-HPLC纯化,得到(7S,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸甲基酯(10.7mg,0.016mmol,76%收率),

作为米黄色固体状物。(ESI) $m/z: 651.2 (M+H)^+$ 。 1H NMR (500MHz, DMSO-d₆) δ 8.71 (s, 1H), 8.46 (s, 1H), 8.04 (d, $J=8.2$ Hz, 1H), 7.89 (d, $J=2.4$ Hz, 1H), 7.81 (dd, $J=8.4, 2.3$ Hz, 1H), 7.75-7.70 (m, 1H), 7.21-7.16 (m, 1H), 7.01 (s, 1H), 6.93 (d, $J=8.5$ Hz, 1H), 6.72 (d, $J=7.6$ Hz, 1H), 6.44 (s, 1H), 5.71 (dd, $J=12.8, 3.4$ Hz, 1H), 4.24 (br.s., 1H), 3.84 (dd, $J=13.3, 4.4$ Hz, 1H), 3.77-3.72 (m, 1H), 3.68 (dd, $J=13.4, 4.0$ Hz, 1H), 3.61 (br.s., 3H), 3.55-3.49 (m, 1H), 2.93 (d, $J=13.1$ Hz, 1H), 2.63 (d, $J=13.7$ Hz, 2H), 1.62 (br.s., 1H), 1.53 (br.s., 3H), 1.31-1.12 (m, 5H)。分析型HPLC(方法C) RT=1.689min, 纯度=95%。因子XIA Ki=643nM, 血浆激肽释放酶Ki=4111nM。

[0614] 实施例4和5. 制备 (7S,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-3,8-二氧代-2,5,9-三氮杂三环[4.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯和(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-3,8-二氧代-2,5,9-三氮杂三环[4.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯。

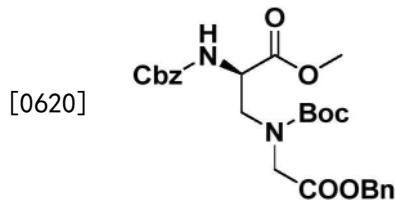


[0616] 4A. 制备 (R)-3-((2-(苄基氨基)-2-氧代乙基)氨基)-2-(((苄基氨基)羰基)氨基)丙酸甲基酯。



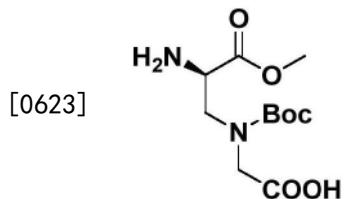
[0618] 向RBF加入(R)-3-氨基-2-(((苄基氨基)羰基)氨基)丙酸(2.6g, 10.91mmol)和MeOH(50mL)。将反应物冷却至0°C。然后在10分钟内逐滴加入SOC_l₂(5.58mL, 76mmol)和使反应物缓慢升温至rt和在rt搅拌过夜。将反应物浓缩, 得到(R)-3-氨基-2-(((苄基氨基)羰基)氨基)丙酸甲基酯盐酸盐(3.15g, 10.91mmol, 100%收率), 作为白色固体物。然后向该固体状物加入THF(40mL)和Hunig碱(5.72mL, 32.7mmol)。将溶液在rt搅拌10分钟, 然后加入2-溴乙酸苄酯(3.46mL, 21.82mmol)。将反应物在rt搅拌4h。将反应物在水(40ml)和EtOAc(60ml)之间分配。分离有机层, 用水(2x40ml)和盐水(2x 40ml)洗涤、经MgSO₄干燥、过滤和浓缩。残余物使用ISCO体系(0-100% EtOAc/Hex梯度)纯化, 得到(R)-3-((2-(苄基氨基)-2-氧代乙基)氨基)-2-(((苄基氨基)羰基)氨基)丙酸甲基酯(1.92g, 4.79mmol, 43.9%收率), 作为透明油状物。(ESI) $m/z: 401.1 (M+H)^+$ 。 1H NMR (500MHz, CDCl₃) δ 7.43-7.33 (m, 10H), 5.78 (d, $J=7.2$ Hz, 1H), 5.20-5.13 (m, 4H), 4.56-4.39 (m, 1H), 3.77 (s, 3H), 3.50-3.39 (m, 2H), 3.15 (dd, $J=12.4, 4.7$ Hz, 1H), 3.00 (dd, $J=12.5, 4.3$ Hz, 1H)。

[0619] 4B. 制备 (R)-3-((2-(苄基氨基)-2-氧代乙基)(叔丁氧基羰基)氨基)-2-(((苄基氨基)羰基)氨基)丙酸甲基酯。



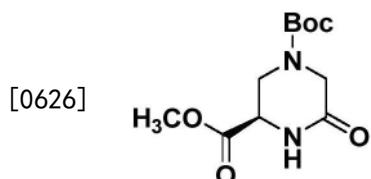
[0621] 向RBF加入(R)-3-((2-(苄基氨基)-2-氧代乙基)氨基)-2-(((苄基氨基)羰基)氨基)丙酸甲基酯(3.19g, 7.97mmol)、THF(40mL)、Hunig碱(4.17mL, 23.90mmol), 接着加入BOC-酐(3.70mL, 15.93mmol)。在rt搅拌反应物过夜。反应物在EtOAc(50ml)和水(40ml)分配。分离有机层, 用水(40ml)和盐水(40ml)洗涤、经MgSO₄干燥、过滤和浓缩。残余物使用ISCO体系(0-60% EtOAc/Hex梯度)纯化, 得到(R)-3-((2-(苄基氨基)-2-氧代乙基)(叔丁氧基羰基)氨基)-2-(((苄基氨基)羰基)氨基)丙酸甲基酯(2.25g, 4.50mmol, 56.4%收率), 作为透明油状物。(ESI)m/z: 501.1 (M+H)⁺。¹H NMR(500MHz, CDCl₃) δ 7.44-7.30 (m, 10H), 6.17-5.69 (m, 1H), 5.23-5.05 (m, 4H), 4.64-4.42 (m, 1H), 4.00-3.91 (m, 2H), 3.87-3.79 (m, 1H), 3.77-3.52 (m, 4H), 1.49-1.35 (m, 9H)。

[0622] 4C. 制备 (R)-2-((2-氨基-3-甲氧基-3-氧代丙基)(叔丁氧基羰基)氨基)乙酸。



[0624] 向3颈RBF加入(R)-3-((2-(苄基氨基)-2-氧代乙基)(叔丁氧基羰基)氨基)-2-(((苄基氨基)羰基)氨基)丙酸甲基酯(2.25g, 4.50mmol)、EtOH(30mL)和Pd/C(0.024g, 0.225mmol)。将反应物在氢气氛(气球)下搅拌2h。将反应物小心地过滤和浓缩滤液, 得到(R)-2-((2-氨基-3-甲氧基-3-氧代丙基)(叔丁氧基羰基)氨基)乙酸(850mg, 3.08mmol, 68.4%收率), 作为白色固体物。(ESI)m/z: 277.2 (M+H)⁺。¹H NMR(400MHz, CD₃PD) δ 4.34 (dd, J=9.7, 4.4Hz, 1H), 3.91 (dd, J=14.9, 4.3Hz, 1H), 3.87-3.85 (m, 3H), 3.83-3.72 (m, 1H), 3.70-3.60 (m, 1H), 1.51-1.41 (m, 9H)。

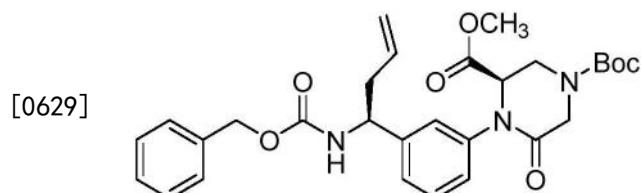
[0625] 4D. 制备 (R)-5-氧代哌嗪-1,3-二甲酸1-叔丁基3-甲基酯。



[0627] 向RBF加入(R)-2-((2-氨基-3-甲氧基-3-氧代丙基)(叔丁氧基羰基)氨基)乙酸(850mg, 3.08mmol)和CH₂Cl₂(100mL)。将反应物冷却至0°C和加入DCC(952mg, 4.61mmol)。将反应物在冰-水浴中搅拌4h, 然后加入Et₃N(0.858mL, 6.15mmol)至反应物和将反应物在周末于rt搅拌。浓缩反应物和将残余物在EtOAc(50ml)搅拌。将悬浮液过滤和浓缩滤液。残余物使用ISCO体系(0-100% EtOAc/Hex梯度)纯化, 得到(R)-5-氧代哌嗪-1,3-二甲酸1-叔丁基3-甲基酯(700mg, 2.71mmol, 88%收率), 作为白色固体物。¹H NMR(400MHz, CDCl₃) δ 6.43

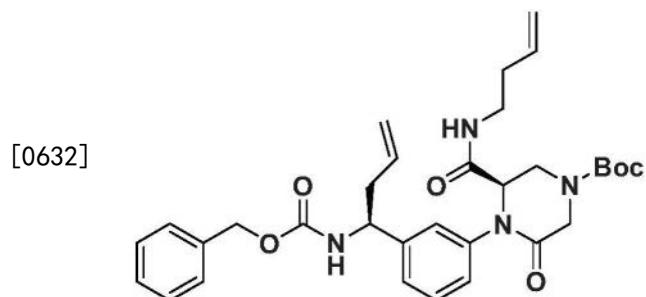
(br.s., 1H), 4.30-4.00 (m, 4H), 3.90-3.80 (m, 3H), 3.70 (d, $J=7.5\text{Hz}$, 1H), 1.53-1.44 (m, 9H)。

[0628] 4E. 制备 (R)-4-(3-((S)-1-(((苄基氨基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基)-5-氧代哌嗪-1,3-二甲酸1-叔丁基3-甲基酯。



[0630] 向RBF加入N-[$(1S)$ -1-(3-溴苯基)丁-3-烯-1-基]氨基甲酸叔丁基酯(0.65g, 1.804mmol)、(R)-5-氧代哌嗪-1,3-二甲酸1-叔丁基3-甲基酯(0.699g, 2.71mmol)、CsF (1.370g, 9.02mmol)、THF (3.61ml) 和N,N'-二甲基乙二胺(0.039ml, 0.361mmol)。反应物用Ar吹洗, 然后加入CuI (0.034g, 0.180mmol) 和将反应物盖帽和在rt搅拌2天。反应物在EtOAc (40ml) 和水 (20ml) 之间分配。分离有机层, 用饱和NH₄Cl水溶液 (30ml)、水 (30ml) 和盐水 (30ml) 洗涤、经MgSO₄干燥、过滤和浓缩。残余物使用ISCO体系 (0-100% EtOAc/Hex梯度) 纯化, 得到(R)-4-(3-((S)-1-(((苄基氨基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基)-5-氧代哌嗪-1,3-二甲酸1-叔丁基3-甲基酯(280mg, 0.521mmol, 28.9%收率), 作为白色固体物。(ESI)m/z: 538.2 ($M+H$)⁺。¹H NMR (400MHz, CDCl₃) δ 7.46-7.29 (m, 6H), 7.25 (d, $J=7.5\text{Hz}$, 1H), 7.19 (d, $J=7.3\text{Hz}$, 2H), 5.79-5.61 (m, 1H), 5.20-5.02 (m, 5H), 4.83 (br.s., 1H), 4.62 (d, $J=18.0\text{Hz}$, 2H), 4.38 (br.s., 1H), 4.02 (d, $J=18.7\text{Hz}$, 1H), 3.77-3.69 (m, 3H), 3.53 (d, $J=10.3\text{Hz}$, 1H), 2.65-2.43 (m, 2H), 1.50 (s, 9H)。

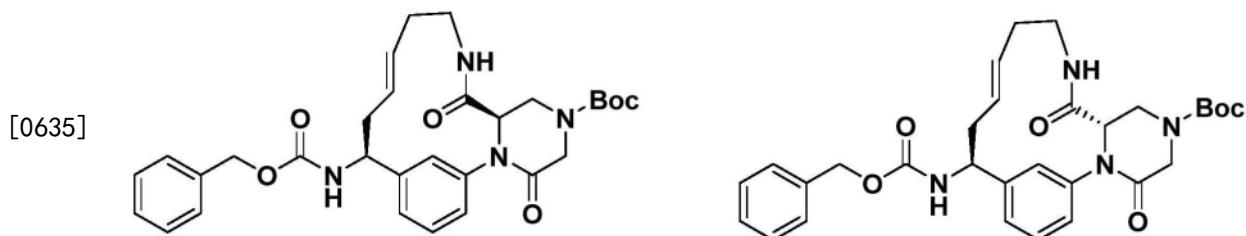
[0631] 4F. 制备 (R)-4-(3-((S)-1-(((苄基氨基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基)-3-(丁-3-烯-1-基氨基甲酰基)-5-氧代哌嗪-1-甲酸叔丁基酯。



[0633] 向RBF加入(R)-4-(3-((S)-1-(((苄基氨基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基)-5-氧代哌嗪-1,3-二甲酸1-叔丁基3-甲基酯(280mg, 0.521mmol)和THF (5mL)。然后将LiOH · H₂O (22.95mg, 0.547mmol)的水 (1mL) 溶液加入至反应物和将反应物在rt搅拌2h。将反应物浓缩, 得到(R)-1-(3-((S)-1-(((苄基氨基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基)-4-(叔丁氧基羰基)-6-氧代哌嗪-2-甲酸(270mg, 0.516mmol, 99%收率), 作为锂盐。向该材料加入(R)-1-(3-((S)-1-(((苄基氨基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基)-4-(叔丁氧基羰基)-6-氧代哌嗪-2-甲酸(270mg, 0.516mmol)、THF (5mL)、Hunig碱(0.270mL, 1.547mmol)、丁-3-烯-1-胺(73.4mg, 1.031mmol)和HATU (392mg, 1.031mmol)。将反应物在rt搅拌4h。反应物在EtOAc (50ml) 和水 (30ml) 之间分配。分离有机层, 用水 (30mL) 和盐水 (30ml) 洗涤、经MgSO₄干燥、过滤和浓缩。残余物使用ISCO体系 (0-100% EtOAc/Hex梯度) 纯化, 得到(R)-4-(3-((S)-1-

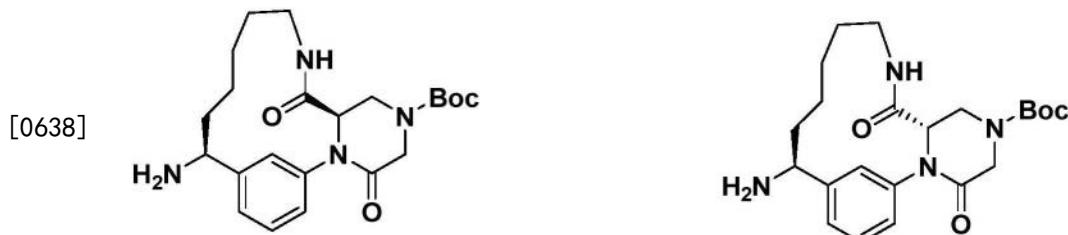
(((苄基氨基)羧基)氨基)丁-3-烯-1-基苯基)-3-(丁-3-烯-1-基氨基甲酰基)-5-氧代哌嗪-1-甲酸叔丁基酯(280mg,0.486mmol,94%收率),作为白色固体物。(ESI)m/z:577.3(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CDCl₃)δ7.44-7.32(m,5H),7.25-7.11(m,3H),5.79-5.58(m,2H),5.24-5.04(m,6H),4.80(br.s.,1H),4.64-4.35(m,2H),4.32-4.16(m,1H),4.09(d,J=17.8Hz,1H),3.61(d,J=13.4Hz,1H),3.30(br.s.,2H),2.68-2.42(m,2H),2.27-2.10(m,2H),1.57-1.45(m,10H)。

[0634] 4G.制备(7R,12E,15S)-15-{[(苄基氨基)羧基]氨基}-3,8-二氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),12,16,18-四烯-5-甲酸叔丁基酯和(7S,12E,15S)-15-{[(苄基氨基)羧基]氨基}-3,8-二氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),12,16,18-四烯-5-甲酸叔丁基酯。



[0636] 向RBF加入(R)-4-(3-(S)-1-((苄基氨基)羧基)丁-3-烯-1-基)苯基)-3-(丁-3-烯-1-基氨基甲酰基)-5-氧代哌嗪-1-甲酸叔丁基酯(275mg,0.477mmol)和DCE(50mL)。反应物用Ar吹洗5分钟,然后加入Grubbs II(121mg,0.143mmol)和将反应物在50°C在Ar下搅拌2h。浓缩反应物和使用ISCO体系(0-100%EtOAc/Hex梯度)纯化,得到(7R,12E,15S)-15-{[(苄基氨基)羧基]氨基}-3,8-二氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),12,16,18-四烯-5-甲酸叔丁基酯和(7S,12E,15S)-15-{[(苄基氨基)羧基]氨基}-3,8-二氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),12,16,18-四烯-5-甲酸叔丁基酯的混合物(200mg,0.365mmol,76%收率),作为浅色固体状物。(ESI)m/z:549.1(M+H)⁺。

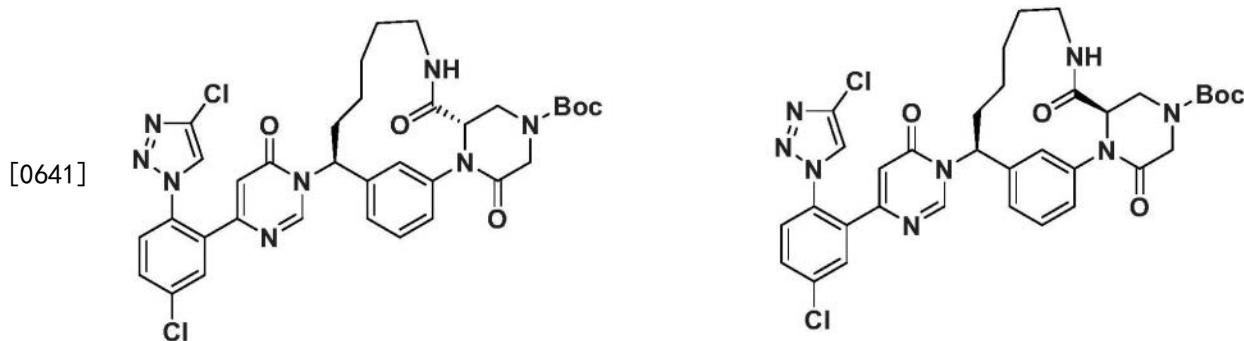
[0637] 4H.制备(7R,15S)-15-氨基-3,8-二氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯和(7S,15S)-15-氨基-3,8-二氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯。



[0639] 向2-颈RBF加入(7R,12E,15S)-15-{[(苄基氨基)羧基]氨基}-3,8-二氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),12,16,18-四烯-5-甲酸叔丁基酯和(7S,12E,15S)-15-{[(苄基氨基)羧基]氨基}-3,8-二氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),12,16,18-四烯-5-甲酸叔丁基酯的混合物(190mg,0.346mmol)、EtOH(10mL)和Pd/C(73.7mg,0.069mmol)。将反应物在氢气氛(气球)下搅拌2h。将反应物小心地通过Celite过滤和浓缩滤液,得到(7R,15S)-15-氨基-3,8-二氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十

碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯和(7S,15S)-15-氨基-3,8-二氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯的混合物(140mg,0.336mmol,97%收率),作为米黄色固体状物。(ESI)m/z:417.4(M+H)⁺。

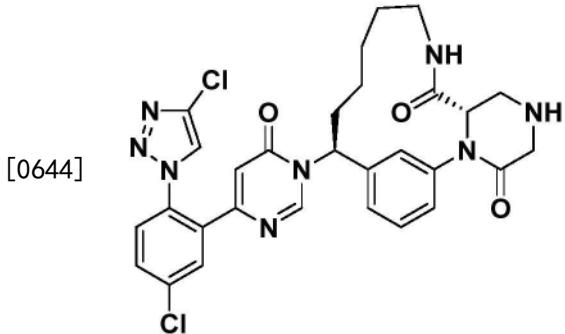
[0640] 实施例4和5.制备(7S,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-3,8-二氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯和(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-3,8-二氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯。



[0642] 向RBF加入6-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]嘧啶-4-醇(110mg,0.357mmol)、ACN(3ml)、HATU(160mg,0.421mmol)和DBU(73.3μl,0.486mmol)。悬浮液在加入DBU之后转变成溶液。将反应物在rt搅拌10分钟。然后加入(7R,15S)-15-氨基-3,8-二氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯和(7S,15S)-15-氨基-3,8-二氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯的混合物(135mg,0.324mmol)和在rt搅拌反应物过夜。反应物使用RP prep-HPLC纯化。分离两种非对映异构体。首先洗脱出的峰(具有较短的保留时间)是(7S,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-3,8-二氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯(62mg,0.083mmol,25.7%收率)。(ESI)m/z:707.3(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CD₃OD)δ8.52(s,1H),8.33(s,1H),8.07(d,J=7.3Hz,1H),7.88(d,J=2.2Hz,1H),7.78-7.72(m,1H),7.69-7.64(m,1H),7.54-7.48(m,1H),7.39-7.32(m,2H),7.23(d,J=7.0Hz,1H),6.45(s,1H),5.72(dd,J=11.7,3.3Hz,1H),4.66-4.44(m,1H),4.33-4.01(m,3H),3.91-3.83(m,1H),3.67(d,J=11.0Hz,1H),2.91(br.s.,1H),2.31-2.19(m,1H),2.18-2.05(m,1H),1.63(d,J=10.3Hz,1H),1.51(br.s.,9H),1.43-1.34(m,4H),1.13(br.s.,1H)。分析型HPLC(方法X)RT=3.563min,纯度=95%。因子XIA Ki=9020nM,血浆激肽释放酶Ki=3136nM。其次洗脱的峰(具有较长的保留时间)是(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-3,8-二氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯(62mg,0.083mmol,25.7%收率)。(ESI)m/z:707.2(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CD₃OD)δ8.42-8.30(m,3H),7.89-7.85(m,1H),7.76-7.70(m,1H),7.64(d,J=8.4Hz,1H),7.53-7.48(m,1H),7.43(s,1H),7.40-7.36(m,1H),7.33(d,J=7.5Hz,1H),6.38(d,J=0.4Hz,1H),5.85(dd,J=12.4,3.0Hz,1H),4.69-4.44(m,1H),4.31-3.99(m,3H),3.93-3.78(m,1H),3.64(br.s.,1H),2.88(br.s.,1H),2.47(dt,J=13.0,6.6Hz,1H),1.90(dd,J=13.4,3.1Hz,2H),1.51(br.s.,10H),1.44-1.38(m,1H),1.33(d,J=

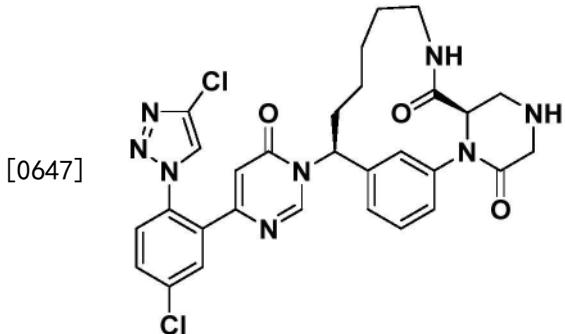
7.0Hz,3H)。分析型HPLC(方法X)RT=3.633min,纯度=95%。因子XIA Ki=276nM,血浆激肽释放酶Ki=6001nM。

[0643] 实施例6.制备(7S,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-3,8-二酮盐酸盐。



[0645] 向RBF加入如在实施例4中所述制备的(7S,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-3,8-二氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯(62mg,0.088mmol)和MeOH(0.5mL),接着加入4N HCl的二噁烷(0.266mL,8.76mmol)溶液。将反应物在rt搅拌15分钟。将反应物浓缩,得到(7S,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-3,8-二酮盐酸盐(40mg,0.059mmol,67.3%收率),作为乳白色固体状物。(ESI)m/z:607.2(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CD₃OD)δ8.71(s,1H),8.40-8.32(m,1H),8.19(d,J=7.9Hz,1H),7.88(d,J=2.4Hz,1H),7.79-7.73(m,1H),7.71-7.65(m,1H),7.63-7.53(m,1H),7.44-7.29(m,3H),6.41(s,1H),5.64(dd,J=12.3,3.5Hz,1H),4.49(br.s.,1H),4.24-4.04(m,2H),3.89(d,J=3.5Hz,2H),3.76-3.59(m,3H),2.83(d,J=13.9Hz,1H),2.36-2.12(m,2H),1.66-1.51(m,1H),1.47-1.42(m,1H),1.14-1.01(m,1H),0.71-0.48(m,1H)。分析型HPLC(方法X)RT=2.735分钟,纯度=95%。因子XIA Ki=6004nM,血浆激肽释放酶Ki=13020nM。

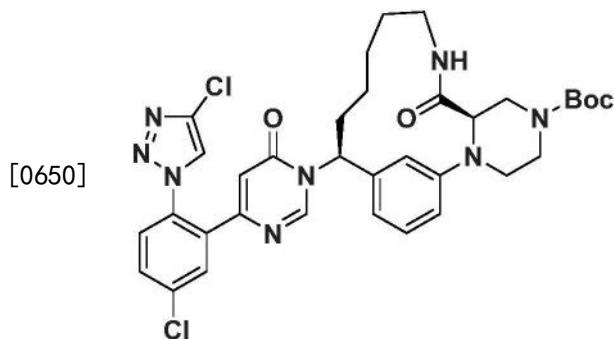
[0646] 实施例7.制备(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-3,8-二酮盐酸盐。



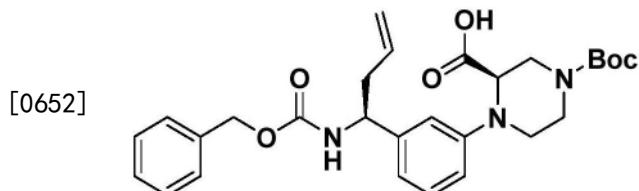
[0648] 向RBF加入如在实施例5中所述制备的(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-3,8-二氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯(62mg,0.088mmol)和MeOH

(0.5mL),接着加入4N HCl的二噁烷(0.266mL,8.76mmol)溶液。将反应物在rt搅拌15分钟。将反应物浓缩,得到(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-3,8-二酮盐酸盐(40mg,0.059mmol,67.3%收率),作为乳白色固体状物。(ESI)m/z:607.2(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CD₃OD)δ8.65-8.54(m,1H),8.40(s,1H),8.34(s,1H),7.86(d,J=2.2Hz,1H),7.77-7.70(m,1H),7.67-7.61(m,1H),7.60-7.54(m,1H),7.52-7.46(m,2H),7.41(d,J=8.1Hz,1H),6.36(s,1H),5.84(dd,J=12.3,2.6Hz,1H),4.46-4.40(m,1H),4.22-4.09(m,2H),3.92-3.87(m,2H),3.80-3.57(m,9H),2.74-2.57(m,2H),2.02-1.83(m,2H),1.68-1.55(m,2H),1.35-1.30(m,1H),1.05-0.91(m,1H)。分析型HPLC(方法X)RT=2.806min,纯度=95%。因子XIA Ki=97nM,血浆激肽释放酶Ki=4780nM。

[0649] 实施例8.制备(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-8-氧化代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯。

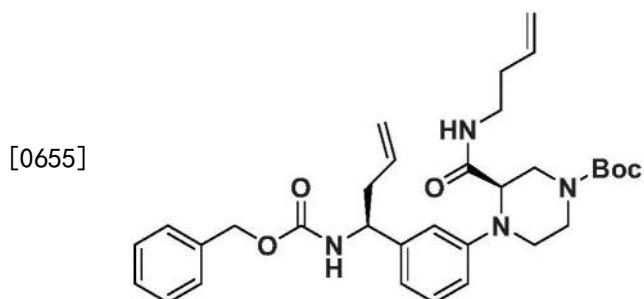


[0651] 8A.制备(R)-1-(3-((S)-1-(((苄基氨基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基)-4-(叔丁氧基羰基)哌嗪-2-甲酸。



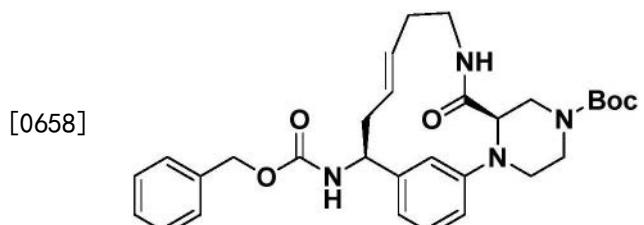
[0653] 向密闭管加入如在中间体2中所述制备的N-[(1S)-1-(3-溴苯基)丁-3-烯-1-基]氨基甲酸叔丁基酯(1g,2.78mmol)、(R)-4-(叔丁氧基羰基)哌嗪-2-甲酸(0.767g,3.33mmol)、K₂CO₃(1.151g,8.33mmol)和DMSO(2.78mL)。反应物用Ar吹洗,然后加入CuI(0.026g,0.139mmol)。将反应物密闭和在110°C搅拌30h。将反应物在水(40mL)和EtOAc(50mL)之间分配。分离有机层,用饱和NH₄Cl水溶液(40mL)、水(40mL)和盐水(40mL)洗涤、经MgSO₄干燥、过滤和浓缩,得到粗混合物,作为浅绿色胶状物。残余物使用ISCO体系(0-100% EtOAc/Hex梯度)纯化,得到(R)-1-(3-((S)-1-(((苄基氨基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基)-4-(叔丁氧基羰基)哌嗪-2-甲酸(400mg,0.785mmol,28.3%收率),作为白色固体物。(ESI)m/z:510.2(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CDCl₃)δ7.43-7.30(m,5H),7.23(d,J=7.0Hz,1H),6.87-6.71(m,3H),5.68(br.s.,1H),5.19-4.99(m,5H),4.76(br.s.,1H),4.66-4.33(m,2H),4.16-3.99(m,1H),3.59-3.47(m,1H),3.39(br.s.,2H),3.16(br.s.,1H),2.54(br.s.,2H),1.48(s,9H)。

[0654] 8B. 制备 (R)-4-(3-((S)-1-(((苄基氧基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基)-3-(丁-3-烯-1-基氨基甲酰基)哌嗪-1-甲酸叔丁基酯。



[0656] 向RBF加入(R)-1-(3-((S)-1-(((苄基氧基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基)-4-(叔丁氧基羰基)哌嗪-2-甲酸(220mg, 0.432mmol)、THF(5mL)、Hunig碱(0.226mL, 1.295mmol)、丁-3-烯-1-胺(61.4mg, 0.864mmol)和HATU(328mg, 0.863mmol)。将反应物在rt搅拌3h。反应物在EtOAc(50mL)和水(30mL)之间分配。分离有机层,用水(30mL)和盐水(30mL)洗涤、经MgSO₄干燥、过滤和浓缩。残余物使用ISCO体系(0-100% EtOAc/Hex梯度)纯化,得到(R)-4-(3-((S)-1-(((苄基氧基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基)-3-(丁-3-烯-1-基氨基甲酰基)哌嗪-1-甲酸叔丁基酯(220mg, 0.391mmol, 91%收率),作为白色固体物。(ESI)m/z:563.3(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz, CDCl₃)δ7.36(br.s., 4H), 7.27-7.23(m, 1H), 6.85(d, J=7.5Hz, 1H), 6.79-6.70(m, 2H), 6.62(br.s., 1H), 5.78-5.49(m, 2H), 5.22-5.03(m, 5H), 5.03-4.90(m, 2H), 4.77(d, J=5.5Hz, 1H), 4.13(dd, J=13.4, 4.4Hz, 1H), 3.99(br.s., 1H), 3.72(d, J=12.8Hz, 2H), 3.60-3.22(m, 5H), 2.62-2.45(m, 2H), 2.24-2.06(m, 2H), 1.50(s, 9H), 1.34-1.24(m, 1H)。

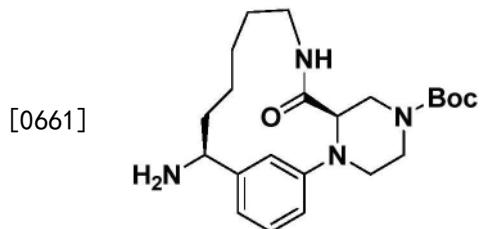
[0657] 8C. 制备 (7R,12E,15S)-15-{[(苄基氧基)羰基]氨基}-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[4.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),12,16,18-四烯-5-甲酸叔丁基酯。



[0659] 向RBF加入(R)-4-(3-((S)-1-(((苄基氧基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基)-3-(丁-3-烯-1-基氨基甲酰基)哌嗪-1-甲酸叔丁基酯(220mg, 0.391mmol)和DCE(40mL)。反应物用Ar吹洗5分钟,然后加入Grubbs II(66.4mg, 0.078mmol)和将反应物在50°C在Ar下搅拌5h。浓缩反应物和使用ISCO体系(0-100% EtOAc/Hex梯度)纯化,得到(7R,12E,15S)-15-{[(苄基氧基)羰基]氨基}-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[4.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),12,16,18-四烯-5-甲酸叔丁基酯(170mg, 0.318mmol, 81%收率),作为浅色固体状物。(ESI)m/z:535.3(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz, CDCl₃)δ7.44-7.30(m, 6H), 6.85(dd, J=8.3, 1.9Hz, 1H), 6.81(d, J=7.0Hz, 1H), 6.51(br.s., 1H), 5.95(br.s., 1H), 5.47-5.35(m, 1H), 5.28(br.s., 1H), 5.16-5.07(m, 2H), 4.86(dt, J=14.3, 7.2Hz, 1H), 4.66(br.s., 1H), 4.25-4.10(m, 1H), 4.05(br.s., 1H), 3.76(br.s., 1H), 3.62(br.s., 2H), 3.53(d, J=8.1Hz, 1H), 3.44-3.36(m, 1H), 3.33(br.s., 1H), 2.88(br.s., 1H), 2.66-2.50(m, 2H), 2.21-2.12(m, 1H), 2.08(dd, J=

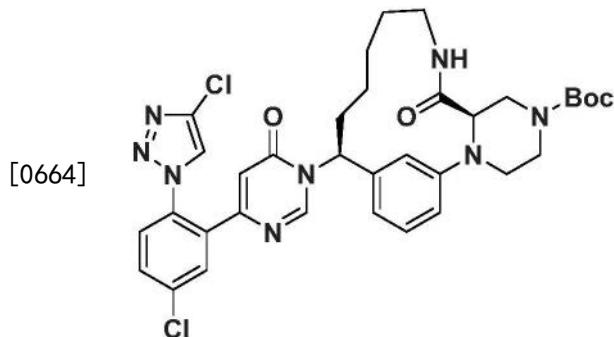
13.9, 4.8Hz, 1H) , 1.51 (s, 9H)。

[0660] 8D。制备 (7R,15S)-15-氨基-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯。



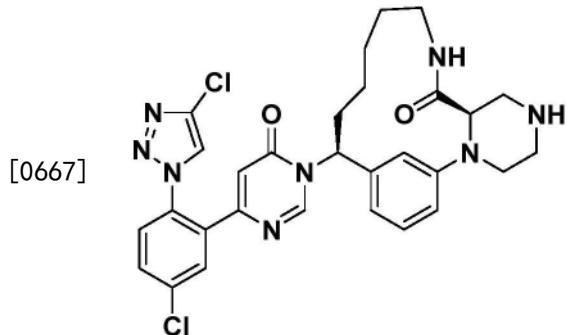
[0662] 向2-颈RBF加入(7R,12E,15S)-15-{[(苄基氧基)羰基]氨基}-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),12,16,18-四烯-5-甲酸叔丁基酯(165mg,0.309mmol)、EtOH(10mL)和Pd/C(65.7mg,0.062mmol)。将反应物在氢气氛(气球)下搅拌2h。将反应物小心地通过Celite过滤和浓缩滤液,得到(7R,15S)-15-氨基-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯(120mg,0.298mmol,97%收率),作为米黄色固体状物。(ESI)m/z:403.2(M+H)⁺。

[0663] 实施例8。制备 (7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯。



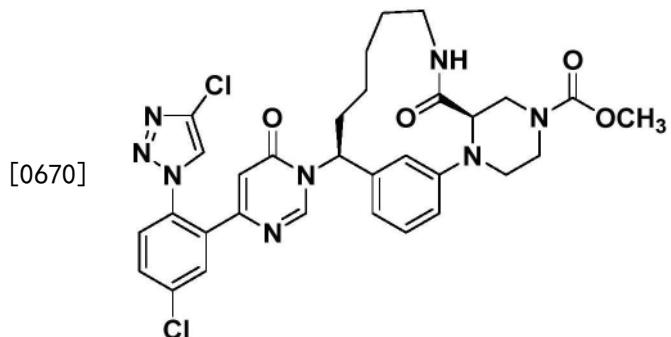
[0665] 向RBF加入如在中间体5中所述制备的6-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]嘧啶-4-醇、ACN(5mL)、HATU(147mg,0.388mmol)和DBU(0.067mL,0.447mmol)。悬浮液在加入DBU之后转变成溶液。将反应物在rt搅拌10分钟。然后加入(7R,15S)-15-氨基-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯(120mg,0.298mmol)和在rt搅拌反应物过夜。反应物使用RPprep-HPLC纯化,得到(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯(50mg,0.068mmol,22.97%收率),作为米黄色固体状物。(ESI)m/z:693.3(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz, CD₃OD) δ 8.71-8.65 (m, 1H) , 8.35 (s, 1H) , 8.25 (d, J=6.8Hz, 1H) , 7.90 (d, J=2.2Hz, 1H) , 7.79-7.72 (m, 1H) , 7.69-7.65 (m, 1H) , 7.31 (t, J=7.8Hz, 1H) , 7.09-6.99 (m, 2H) , 6.57 (d, J=7.3Hz, 1H) , 6.44-6.37 (m, 1H) , 5.70 (dd, J=13.0, 2.6Hz, 1H) , 4.17 (t, J=5.0Hz, 1H) , 3.89-3.52 (m, 6H) , 3.23 (br.s., 1H) , 2.93 (d, J=13.2Hz, 1H) , 2.40-2.24 (m, 1H) , 2.03-1.89 (m, 1H) , 1.88-1.73 (m, 2H) , 1.66-1.54 (m, 1H) , 1.49 (s, 9H) , 1.38-1.29 (m, 1H) , 1.26-1.18 (m, 1H) , 1.12 (d, J=12.3Hz, 1H) 。分析型HPLC(方法X)RT=3.758min, 纯度=95%。因子XIA Ki=21nM, 血浆激肽释放酶Ki=1087nM。

[0666] 实施例9。制备 (7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-8-酮盐酸盐。



[0668] 向RBF加入如在实施例8中所述制备的 (7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-8-氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯(50mg,0.072mmol)、MeOH(0.5mL)、二噁烷(1mL)和4N HCl的二噁烷(1.802mL,7.21mmol)溶液。将反应物在rt搅拌15分钟。将反应物浓缩,得到 (7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-8-酮盐酸盐(40mg,0.062mmol,85%收率),作为米黄色固体状物。(ESI)m/z:593.2(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CD₃OD)δ8.81-8.74(m,1H),8.42-8.36(m,1H),7.93-7.84(m,2H),7.80-7.72(m,1H),7.69-7.59(m,1H),7.44-7.34(m,1H),7.22-7.13(m,2H),7.04(d,J=7.7Hz,1H),6.45(s,1H),5.68(dd,J=12.8,2.9Hz,1H),4.26(t,J=3.9Hz,1H),3.93-3.81(m,1H),3.79-3.56(m,5H),3.44-3.38(m,1H),2.66-2.47(m,2H),2.05-1.87(m,1H),1.68-1.49(m,2H),1.48-1.36(m,2H),1.05(dd,J=8.0,3.9Hz,1H),0.97-0.83(m,1H)。分析型HPLC(方法X)RT=2.883 min,纯度=97%。因子XIA Ki=11nM,血浆激肽释放酶Ki=1821nM。

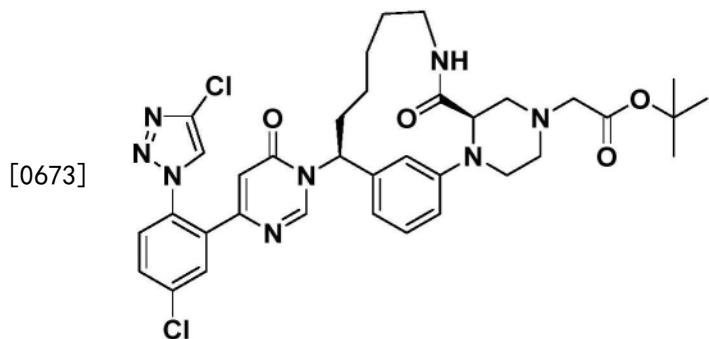
[0669] 实施例10。制备 (7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-8-氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸甲基酯。



[0671] 向RBF加入如在实施例9中所述制备的 (7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-8-酮盐酸盐(12mg,0.019mmol)、THF(0.5mL)、Et₃N(0.013mL,0.095mmol)和氯甲酸甲酯(1.800mg,0.019mmol)。将反应物在rt搅拌2h。反应物使用RPprep-HPLC纯化,得到 (7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-

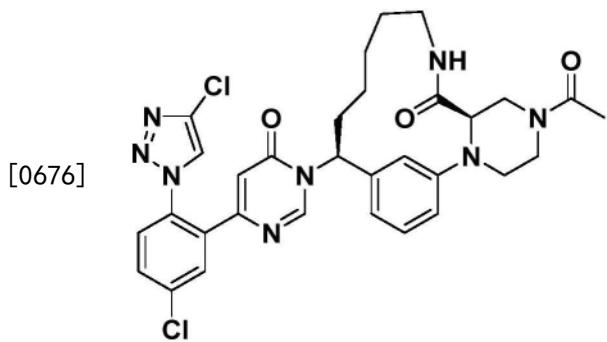
氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-8-氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸甲基酯(6mg,8.75μmol,45.9%收率),作为米黄色固体状物。(ESI)m/z:651.2(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CD₃OD)δ8.69(s,1H),8.37-8.34(m,1H),7.89(d,J=2.4Hz,1H),7.77-7.73(m,1H),7.69-7.65(m,1H),7.31(t,J=7.9Hz,1H),7.08-6.99(m,2H),6.59(d,J=7.7Hz,1H),6.42(d,J=0.7Hz,1H),5.70(dd,J=13.0,2.6Hz,1H),4.18(br.s.,1H),3.91(dd,J=13.6,4.2Hz,1H),3.77-3.69(m,6H),3.63-3.56(m,1H),3.55-3.45(m,1H),3.27-3.16(m,1H),2.97-2.84(m,1H),2.39-2.24(m,1H),2.00-1.90(m,1H),1.85-1.72(m,2H),1.62-1.53(m,1H),1.38-1.27(m,1H),1.22(t,J=12.0Hz,1H),1.13(t,J=12.3Hz,1H)。分析型HPLC(方法A)RT=7.666min,纯度=95%。因子XIA Ki=5nM,血浆激肽释放酶Ki=862nM。

[0672] 实施例11。制备2-[(7R' 15S) -15- {4- [5- 氯- 2- (4- 氯- 1H- 1,2,3- 三唑- 1- 基) 苯基] -6- 氧代- 1,6- 二氢嘧啶- 1- 基} -8- 氧代- 2,5,9- 三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-基1乙酸叔丁基酯三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate)。



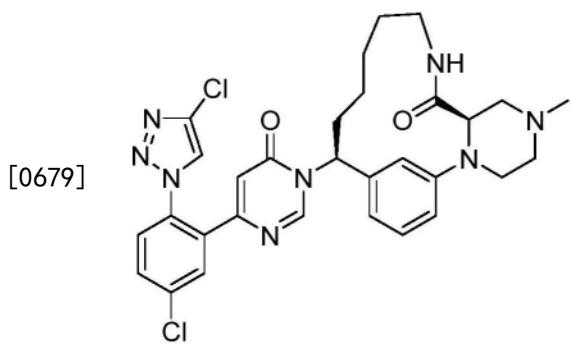
[0674] 向RBF加入如在实施例9中所述制备的(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-8-酮盐酸盐(18mg,0.029mmol)、K₂CO₃(19.74mg,0.143mmol)、THF(0.5mL)和2-溴乙酸叔丁酯(6.69mg,0.034mmol)。将反应物在rt搅拌5h。然后加入Et₃N(30uL)和DMF(0.3mL)和在rt搅拌反应物过夜。反应物使用RP prep-HPLC纯化,得到2-[(7R,15S) -15- {4- [5- 氯- 2- (4- 氯- 1H- 1,2,3- 三唑- 1- 基) 苯基] -6- 氧代- 1,6- 二氢嘧啶- 1- 基} -8- 氧代- 2,5,9- 三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-基]乙酸叔丁基酯三氟甲基乙酸酯(14mg,0.017mmol,57.8%收率),作为白色固体物。(ESI)m/z:707.2(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CD₃OD)δ8.73(s,1H),8.40(s,1H),7.96(br.s.,1H),7.87(d,J=2.4Hz,1H),7.77-7.71(m,1H),7.67-7.61(m,1H),7.42-7.35(m,1H),7.22-7.15(m,2H),7.10(d,J=7.3Hz,1H),6.47(s,1H),5.67(dd,J=12.8,2.6Hz,1H),4.29(t,J=3.4Hz,1H),4.04-3.94(m,1H),3.86(d,J=9.0Hz,1H),3.74(d,J=11.9Hz,1H),3.67(dd,J=12.2,3.2Hz,2H),3.58-3.47(m,1H),3.42-3.36(m,1H),2.67-2.46(m,2H),1.92(t,J=11.0Hz,1H),1.66-1.49(m,12H),1.34(d,J=7.5Hz,1H),1.01(d,J=8.1Hz,1H),0.71(br.s.,1H)。分析型HPLC(方法A)RT=6.613min,纯度=97%。因子XIA Ki=11nM,血浆激肽释放酶Ki=460nM。

[0675] 实施例12。制备(7R,15S)-5-乙酰基-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-8-酮。



[0677] 向RBF加入如在实施例9中所述制备的(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-8-酮盐酸盐(12mg,0.019mmol)、THF(0.5mL)、Et₃N(0.013mL,0.095mmol)和乙酰氯(1.495mg,0.019mmol)。将反应物在rt搅拌2h。反应物使用RP prep-HPLC系统纯化,得到(7R,15S)-5-乙酰基-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-8-酮(6mg,8.97μmol,47.1%收率),作为白色固体物。(ESI)m/z:635.2(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CD₃OD)δ8.73-8.60(m,1H),8.35(s,1H),7.89(s,1H),7.77-7.73(m,1H),7.68(s,1H),7.36-7.27(m,1H),7.09-6.99(m,2H),6.64-6.52(m,1H),6.44-6.38(m,1H),5.75-5.66(m,1H),4.28-4.14(m,1H),4.03-3.56(m,6H),3.55-3.44(m,1H),3.02-2.82(m,1H),2.38-2.23(m,1H),2.15(d,J=8.8Hz,3H),2.01-1.89(m,1H),1.87-1.73(m,2H),1.65-1.51(m,1H),1.43-1.05(m,3H)。分析型HPLC(方法A)RT=6.898min,纯度=95%。因子XIA Ki=6nM,血浆激肽释放酶Ki=1053nM。

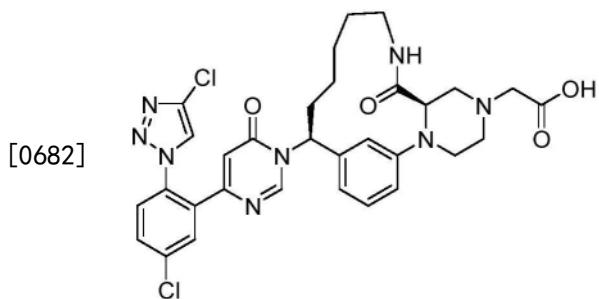
[0678] 实施例13。制备(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-5-甲基-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-8-酮三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetae)。



[0680] 向RBF加入如在实施例9中所述制备的(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-8-酮盐酸盐(12mg,0.019mmol)、DCM(0.5mL)、AcOH(5.45μl,0.095mmol)、多聚甲醛(5.72mg,0.190mmol)和三乙酰氧基硼氢化钠(6.06mg,0.029mmol)。在rt搅拌反应物过夜。HPLC显示起始原料仍有剩余,所以加入另外量的多聚甲醛(5.72mg,0.190mmol)和三乙酰氧基硼氢化钠(6.06mg,0.029mmol)和将反应物在rt搅拌另外的5h。浓缩反应混合物和使用RPPrep-HPLC纯化,得到(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-5-甲基-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]

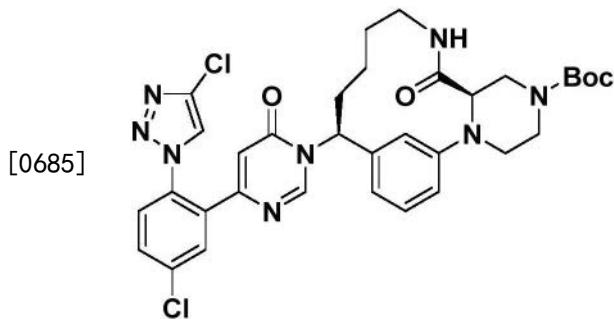
二十碳-1(20),16,18-三烯-8-酮三氟甲基乙酸酯(6.5mg,8.83 μ mol,46.3%收率),作为白色固体物。(ESI)m/z:607.2(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CD₃OD)δ8.72(s,1H),8.40-8.38(m,1H),7.90-7.85(m,1H),7.78-7.73(m,1H),7.68-7.63(m,1H),7.43-7.36(m,1H),7.21-7.14(m,2H),7.09(br.s.,1H),6.45(s,1H),5.67(dd,J=12.8,2.9Hz,1H),4.29(br.s.,1H),4.02-3.47(m,6H),3.38(br.s.,1H),3.01(s,3H),2.71-2.38(m,2H),1.95(d,J=11.2Hz,1H),1.69-1.23(m,4H),1.04(br.s.,1H),0.76-0.51(m,1H)。分析型HPLC(方法A)RT=5.256min,纯度=98%。因子XIA Ki=10nM,血浆激肽释放酶Ki=441nM。

[0681] 实施例14。制备2-[^(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-8-氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-基]乙酸三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate)。

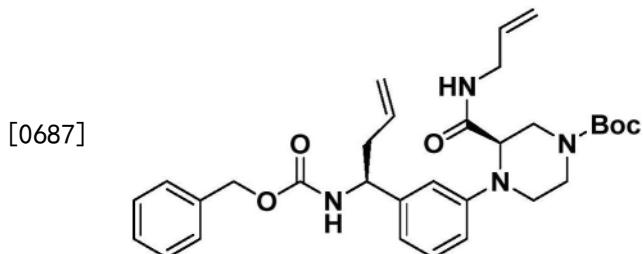


[0683] 向RBF加入如在实施例11中所述制备的2-[^(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-8-氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-基]乙酸叔丁基酯三氟甲基乙酸酯(14mg,0.020mmol)、CH₂Cl₂(0.2mL)和TFA(0.152mL,1.978mmol)。在rt搅拌反应物过夜。浓缩反应物和残余物使用RP prep-HPLC纯化,得到2-[^(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-8-氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-基]乙酸三氟甲基乙酸酯(8mg,9.93 μ mol,50.2%收率),作为白色固体物。(ESI)m/z:651.2(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CD₃OD)δ8.72(s,1H),8.39-8.37(m,1H),7.99-7.90(m,1H),7.87(d,J=2.4Hz,1H),7.77-7.73(m,1H),7.67-7.63(m,1H),7.43-7.37(m,1H),7.21-7.16(m,2H),7.11(d,J=7.5Hz,1H),6.46(d,J=0.7Hz,1H),5.68(dd,J=12.8,2.9Hz,1H),4.30(t,J=3.5Hz,1H),4.18(d,J=2.0Hz,2H),4.04-3.96(m,1H),3.88(d,J=11.7Hz,1H),3.78(d,J=12.1Hz,1H),3.72(dd,J=12.3,3.5Hz,1H),3.69-3.63(m,1H),3.60-3.52(m,1H),3.42-3.36(m,1H),2.65-2.50(m,2H),1.97-1.89(m,1H),1.68-1.49(m,3H),1.37(br.s.,1H),1.11-0.95(m,1H),0.74(br.s.,1H)。分析型HPLC(方法A)RT=5.321min,纯度=95%。因子XIA Ki=5nM,血浆激肽释放酶Ki=107nM。

[0684] 实施例15。制备^(7R,14S)-14-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-8-氧代-2,5,9-三氮杂三环[13.3.1.0^{2,7}]十九碳-1(19),15,17-三烯-5-甲酸叔丁基酯三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate)。

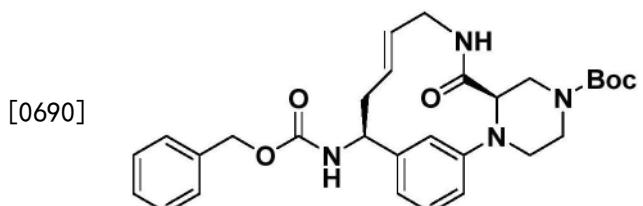


[0686] 实施例15A。制备(R)-3-(烯丙基氨基甲酰基)-4-(3-((S)-1-(((苄基氧基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基哌嗪-1-甲酸叔丁基酯。



[0688] 向RBF加入如在实施例8A中所述制备的(R)-1-(3-((S)-1-(((苄基氧基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基-4-(叔丁氧基羰基)哌嗪-2-甲酸(220mg,0.432mmol)、THF(3mL)、Et₃N(0.120mL,0.863mmol)、丙-2-烯-1-胺(49.3mg,0.863mmol)和HATU(328mg,0.863mmol)。将反应物在rt搅拌3h。反应物在EtOAc(50ml)和水(30ml)之间分配。分离有机层,用水(30mL)和盐水(30ml)洗涤、经MgSO₄干燥、过滤和浓缩。残余物使用ISCO体系(0-100%EtOAc/Hex梯度)纯化,得到(R)-3-(烯丙基氨基甲酰基)-4-(3-((S)-1-(((苄基氧基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基哌嗪-1-甲酸叔丁基酯(170mg,0.310mmol,71.8%收率),作为白色固体物。(ESI)m/z:549.3(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CDCl₃)δ7.36(br.s.,5H),7.30-7.24(m,1H),6.86(d,J=7.7Hz,1H),6.77(d,J=6.6Hz,2H),6.66(br.s.,1H),5.77-5.58(m,2H),5.24-4.92(m,7H),4.76(br.s.,1H),4.14(dd,J=13.3,4.5Hz,1H),4.03(br.s.,1H),3.85(t,J=5.2Hz,2H),3.80-3.67(m,2H),3.60-3.45(m,2H),3.42-3.30(m,1H),2.59-2.42(m,2H),1.52-1.46(m,9H),1.36-1.30(m,1H)。

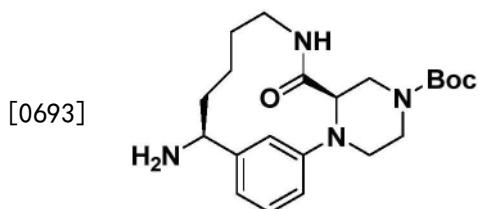
[0689] 实施例15B。制备(7R,11E,14S)-14-{[(苄基氧基)羰基]氨基}-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[13.3.1.0^{2,7}]十九碳-1(19),11,15,17-四烯-5-甲酸叔丁基酯。



[0691] 向RBF加入如在实施例15A中所述制备的(R)-3-(烯丙基氨基甲酰基)-4-(3-((S)-1-(((苄基氧基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基哌嗪-1-甲酸叔丁基酯(150mg,0.273mmol)和DCE(30mL)。反应物用Ar吹洗5分钟,然后加入Grubbs II(46.4mg,0.055mmol)和将反应物在50°C在Ar下搅拌5h。浓缩反应物和使用ISCO体系(0-100%EtOAc/Hex梯度)纯化,得到(7R,11E,14S)-14-{[(苄基氧基)羰基]氨基}-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[13.3.1.0^{2,7}]十九碳-1(19),11,15,17-四烯-5-甲酸叔丁基酯(55mg,0.106mmol,38.6%收

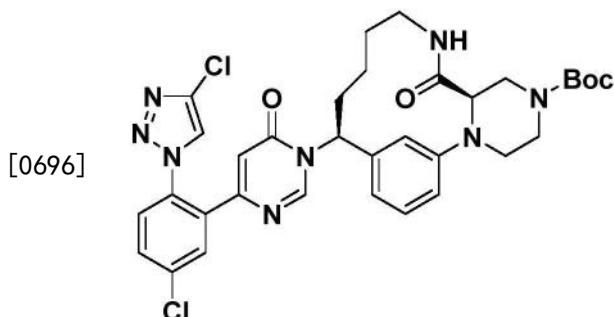
率),作为浅色固体状物。(ESI) m/z: 521.2 (M+H)⁺。¹H NMR (400MHz, CD₃OD) δ 7.51-7.21 (m, 5H), 7.13-6.93 (m, 2H), 6.87-6.72 (m, 1H), 6.58 (br. s., 1H), 5.83-5.63 (m, 1H), 5.17-4.94 (m, 2H), 4.70 (dd, J=16.1, 8.6Hz, 2H), 4.08 (d, J=13.2Hz, 1H), 4.03-3.90 (m, 1H), 3.66-3.40 (m, 3H), 3.02-2.91 (m, 1H), 2.52-2.27 (m, 2H), 2.18 (d, J=19.1Hz, 1H), 1.57-1.37 (m, 9H)。

[0692] 实施例15C。制备 (7R,14S)-14-氨基-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[13.3.1.0^{2,7}]十九碳-1(19),15,17-三烯-5-甲酸叔丁基酯。



[0694] 向3-颈RBF加入如在实施例15B中所述制备的 (7R,11E,14S)-14-{[(苄基氨基)羰基]氨基}-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[13.3.1.0^{2,7}]十九碳-1(19),11,15,17-四烯-5-甲酸叔丁基酯(53mg, 0.102mmol)、EtOH(5mL)和Pd/C(10.83mg, 10.18μmol)。将反应物在氢气氛(气球)下搅拌3h。将反应物小心地通过Celite过滤。浓缩滤液,得到 (7R,14S)-14-氨基-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[13.3.1.0^{2,7}]十九碳-1(19),15,17-三烯-5-甲酸叔丁基酯(25mg, 0.064mmol, 63.2% 收率),作为乳白色固体状物。(ESI) m/z: 389.2 (M+H)⁺。

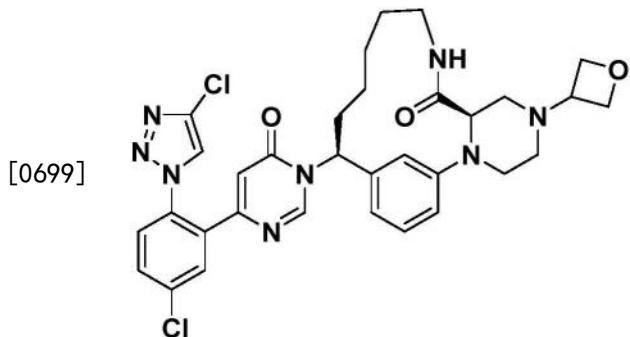
[0695] 实施例15。制备 (7R,14S)-14-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[13.3.1.0^{2,7}]十九碳-1(19),15,17-三烯-5-甲酸叔丁基酯三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate)。



[0697] 向RBF加入如在中间体5中所述制备的6-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]嘧啶-4-醇(21.81mg, 0.071mmol)、ACN(1mL)、HATU(31.8mg, 0.084mmol)和DBU(0.015mL, 0.097mmol)。悬浮液在加入DBU之后转变成溶液。将反应物在rt搅拌10分钟。然后加入 (7R,14S)-14-氨基-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[13.3.1.0^{2,7}]十九碳-1(19),15,17-三烯-5-甲酸叔丁基酯(25mg, 0.064mmol) 和在rt搅拌反应物过夜。反应物使用RP prep-HPLC纯化, 得到 (7R,14S)-14-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[13.3.1.0^{2,7}]十九碳-1(19),15,17-三烯-5-甲酸叔丁基酯三氟甲基乙酸酯(12mg, 0.014mmol, 22.32% 收率),作为米黄色固体状物。(ESI) m/z: 679.2 (M+H)⁺。¹H NMR (400MHz, CD₃OD) δ 8.48 (s, 1H), 8.38-8.35 (m, 1H), 7.89 (d, J=2.2Hz, 1H), 7.78-7.73 (m, 1H), 7.68-7.63 (m, 1H), 7.36-7.28 (m, 1H), 7.19 (br. s., 1H), 7.10 (dd, J=8.3, 2.1Hz, 1H), 6.63 (d, J=7.5Hz, 1H), 6.44 (s, 1H), 5.70 (dd, J=11.8, 3.2Hz, 1H),

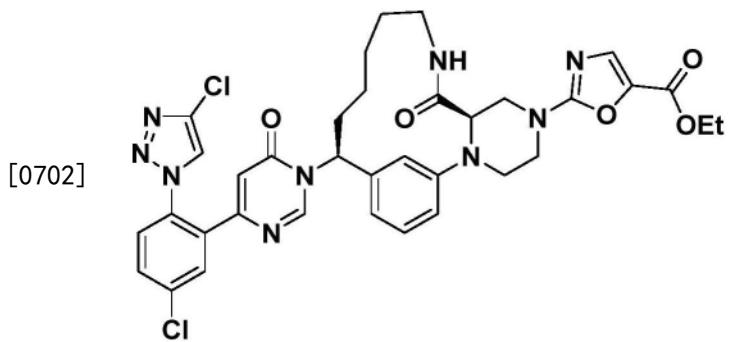
4.10-3.97 (m, 1H), 3.91 (d, $J=10.8\text{Hz}$, 1H), 3.81 (dd, $J=8.5, 3.6\text{Hz}$, 1H), 3.70-3.55 (m, 2H), 3.52-3.42 (m, 2H), 3.13 (d, $J=9.0\text{Hz}$, 1H), 2.89 (d, $J=12.5\text{Hz}$, 1H), 2.14-2.06 (m, 1H), 2.02-1.94 (m, 1H), 1.60-1.54 (m, 1H), 1.50 (s, 9H), 1.45-1.29 (m, 3H)。分析型HPLC(方法A)RT=12.616min, 纯度=95%。因子XIA Ki=492nM, 血浆激肽释放酶Ki=3432nM。

[0698] 实施例16。制备 (7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-5-(氧杂环丁烷-3-基)-2,5,9-三氮杂三环[4.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-8-酮三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate)。



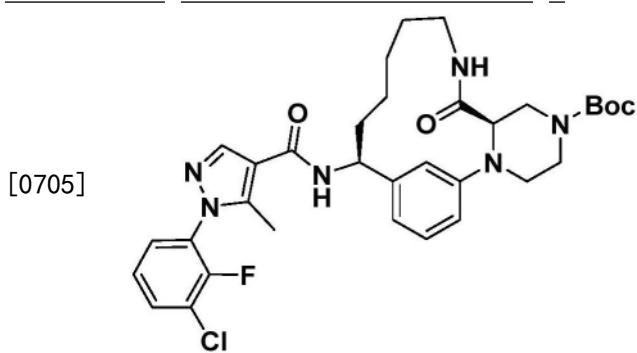
[0700] 向RBF加入如在实施例9中所述制备的(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5,9-三氮杂三环[4.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-8-酮盐酸盐(10mg, 0.016mmol)、DCM(0.5mL)、AcOH(4.54μl, 0.079mmol)、氧杂环丁烷-3-酮(11.44mg, 0.159mmol)和三乙酰氧基硼氢化钠(33.6mg, 0.159mmol)。在rt搅拌反应物过夜。浓缩反应混合物和残余物使用RPprep-HPLC纯化, 得到(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-5-(氧杂环丁烷-3-基)-2,5,9-三氮杂三环[4.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-8-酮三氟甲基乙酸酯(6.5mg, 8.09μmol, 50.9%收率), 作为白色固体物。(ESI)m/z: 649.2 (M+H)⁺。¹H NMR(400MHz, CD₃OD) 88.74-8.65 (m, 1H), 8.40-8.31 (m, 1H), 8.03 (br.s., 1H), 7.91-7.84 (m, 1H), 7.79-7.72 (m, 1H), 7.70-7.61 (m, 1H), 7.43-7.33 (m, 1H), 7.23-7.11 (m, 2H), 7.04-6.94 (m, 1H), 6.46-6.39 (m, 1H), 5.68 (dd, $J=12.9, 3.0\text{Hz}$, 1H), 4.99-4.90 (m, 2H), 4.89-4.82 (m, 4H), 4.56-4.47 (m, 1H), 4.34-4.25 (m, 1H), 3.93-3.78 (m, 1H), 3.67-3.56 (m, 2H), 3.55-3.47 (m, 1H), 3.45-3.38 (m, 1H), 2.80-2.63 (m, 1H), 2.58-2.43 (m, 1H), 1.96 (dd, $J=12.7, 10.0\text{Hz}$, 1H), 1.69-1.46 (m, 3H), 1.42-1.30 (m, 1H), 1.09 (br.s., 2H)。分析型HPLC(方法A)RT=8.049min, 纯度=95%。因子XIA Ki=13nM, 血浆激肽释放酶Ki=528nM。

[0701] 实施例17。制备2-[(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-8-氧代-2,5,9-三氮杂三环[4.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-基]-1,3-噁唑-5-甲酸乙基酯三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate)。



[0703] 向RBF加入如在实施例9中所述制备的(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-8-酮盐酸盐(12mg,0.019mmol)、DMF(0.2mL)、Et₃N(0.013mL,0.095mmol)和2-氯噁唑-5-甲酸乙酯(6.69mg,0.038mmol)。将反应物在80℃搅拌过夜。反应物使用RP prep-HPLC纯化,得到2-[(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-8-氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-基]-1,3-噁唑-5-甲酸乙基酯三氟甲基乙酸酯(5mg,5.61μmol,29.5%收率),作为浅棕色固体状物。(ESI)m/z:732.2(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CD₃OD)δ8.69(s,1H),8.36(s,1H),8.31(d,J=8.1Hz,1H),7.90(d,J=2.2Hz,1H),7.77-7.73(m,1H),7.69-7.65(m,1H),7.64-7.59(m,1H),7.32(t,J=7.8Hz,1H),7.12-7.03(m,2H),6.62(d,J=7.7Hz,1H),6.42(s,1H),5.71(dd,J=13.0,2.4Hz,1H),4.33(q,J=7.2Hz,3H),4.29-4.23(m,1H),4.09-4.01(m,1H),3.97-3.82(m,3H),3.73-3.63(m,1H),3.55-3.44(m,1H),2.94-2.84(m,1H),2.38-2.27(m,1H),2.00-1.90(m,1H),1.84-1.71(m,2H),1.63-1.54(m,1H),1.36(t,J=7.2Hz,5H),1.23(d,J=6.8Hz,1H),1.12(d,J=12.3Hz,1H)。分析型HPLC(方法A)RT=12.214min,纯度=95%。因子XIA Ki=16nM,血浆激肽释放酶Ki=1218nM。

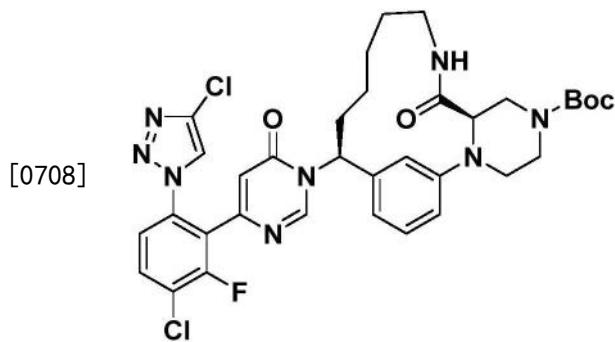
[0704] 实施例18。制备(7R,15S)-15-[1-(3-氯-2-氟苯基)-5-甲基-1H-吡唑-4-酰胺基]-8-氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate)。



[0706] 向RBF加入如在实施例8D中所述制备的(7R,15S)-15-氨基-8-氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯(17mg,0.036mmol)、如在中间体11中所述制备的1-(3-氯-2-氟苯基)-5-甲基-1H-吡唑-4-甲酸(9.10mg,0.036mmol)、HATU(20.39mg,0.054mmol)、Hunig碱(0.031mL,0.179mmol)和DMF(0.5mL)。将反应物在rt搅拌1h。将反应物用MeOH和数滴水稀释和使用RP prep-HPLC系统纯化。浓缩期需产物,得到(7R,15S)-15-[1-(3-氯-2-氟苯基)-5-甲基-1H-吡唑-4-酰胺基]-8-氧代-2,5,9-三氮杂三

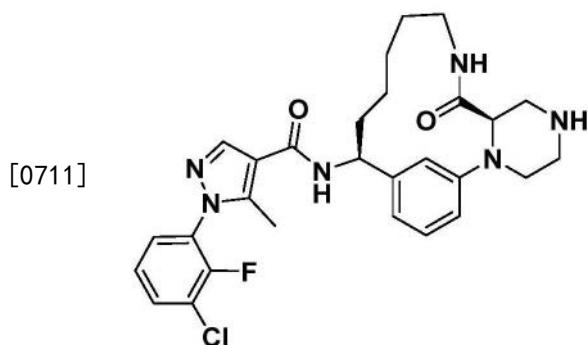
环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯三氟甲基乙酸酯(15mg,0.019mmol,53.5%收率),作为乳白色固体状物。(ESI)m/z:639.2(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CD₃OD)δ88.30(d,J=6.8Hz,1H),8.25(s,1H),7.73(ddd,J=8.3,6.7,1.8Hz,1H),7.48(ddd,J=8.1,6.5,1.7Hz,1H),7.44-7.30(m,2H),7.12-6.99(m,3H),5.01(dd,J=10.6,5.3Hz,1H),4.21(dd,J=7.5,4.0Hz,1H),3.68-3.57(m,3H),3.56-3.44(m,2H),3.24(br.s.,1H),2.90(d,J=13.6Hz,1H),2.39(d,J=0.9Hz,3H),1.89(td,J=9.7,5.0Hz,2H),1.84-1.68(m,2H),1.59-1.52(m,1H),1.50(s,10H),1.26-1.11(m,2H),1.02-0.86(m,1H)。分析型HPLC(方法X)RT=3.770min,纯度=95%。因子XIA Ki=3314nM,血浆激肽释放酶Ki=3827nM。

[0707] 实施例19。制备(7R,15S)-15-{4-[3-氯-6-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)-2-氟苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate)。



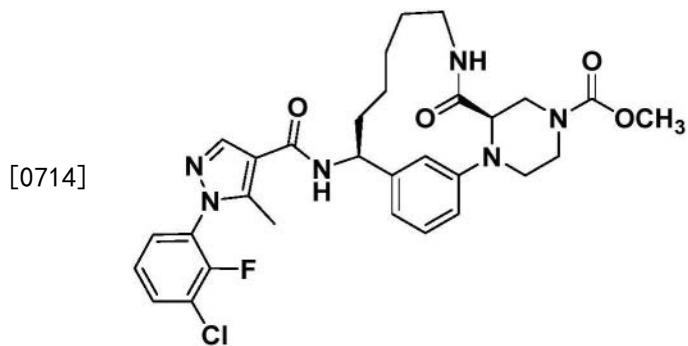
[0709] 以与实施例1中所述程序类似的方式制备(7R,15S)-15-{4-[3-氯-6-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)-2-氟苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-(20),16,18-三烯-5-甲酸酯三氟甲基乙酸酯(4mg,4.51μmol,22.67%收率),通过将(6-(5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基)嘧啶-4-醇)替换为如在中间体7中所述制备的6-(3-氯-6-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)-2-氟苯基)嘧啶-4-醇。(ESI)m/z:711.6(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CD₃OD)δ88.69(s,1H),8.34(s,1H),8.25(d,J=6.6Hz,1H),7.91-7.85(m,1H),7.58(dd,J=8.6,1.3Hz,1H),7.32(t,J=7.9Hz,1H),7.07-6.97(m,2H),6.63(s,1H),6.51(d,J=7.5Hz,1H),5.71(dd,J=13.0,2.6Hz,1H),4.17(br.s.,1H),3.94-3.49(m,8H),2.94(d,J=11.9Hz,1H),2.34-2.25(m,1H),1.97(t,J=11.8Hz,1H),1.87-1.76(m,2H),1.63-1.56(m,1H),1.49(s,9H),1.37-1.08(m,4H)。分析型HPLC(方法A)RT=12.844min,纯度=95%。因子XIA Ki=5nM,血浆激肽释放酶Ki=345nM。

[0710] 实施例20。制备1-(3-氯-2-氟苯基)-5-甲基-N-[(7R,15S)-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-15-基]-1H-吡唑-4-甲酰胺盐酸盐。



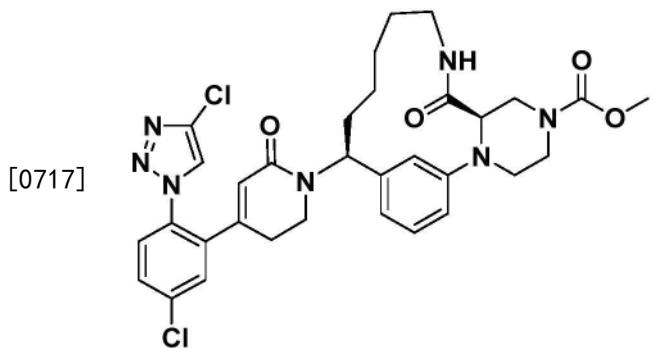
[0712] 向RBF加入如在实施例18中所述制备的(7R,15S)-15-[1-(3-氯-2-氟苯基)-5-甲基-1H-吡唑-4-酰胺基]-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[4.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯三氟甲基乙酸酯(13mg,0.020mmol)和4N HCl的二噁烷(0.254mL,1.017mmol)溶液。将反应物在rt搅拌1h。将反应物浓缩,得到1-(3-氯-2-氟苯基)-5-甲基-N-[(7R,15S)-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[4.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-15-基]-1H-吡唑-4-甲酰胺盐酸盐(10mg,0.017mmol,81%收率),作为白色固体物。(ESI)m/z:539.2(M+H)⁺。分析型HPLC(方法A)RT=7.801min,纯度=95%。因子XIA Ki=1306nM,血浆激肽释放酶Ki=2550nM。

[0713] 实施例21。制备(7R,15S)-15-[1-(3-氯-2-氟苯基)-5-甲基-1H-吡唑-4-酰胺基]-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[4.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸甲基酯三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate)。

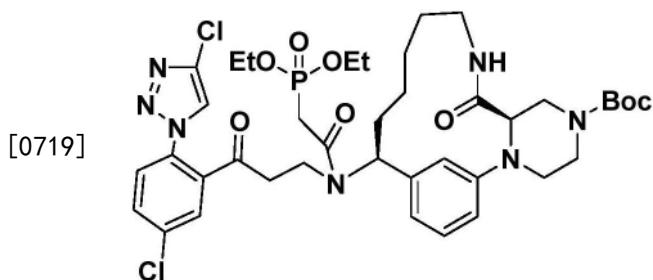


[0715] 向RBF加入如在实施例20中所述制备的1-(3-氯-2-氟苯基)-5-甲基-N-[(7R,15S)-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[4.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-15-基]-1H-吡唑-4-甲酰胺盐酸盐(15mg,0.025mmol)、Et₃N(0.017mL,0.123mmol)和THF(0.5mL),接着加入氯甲酸甲酯(2.278μl,0.029mmol)。将反应物在rt搅拌10分钟。将反应物用MeOH稀释和使用RP Prep-HPLC纯化,得到(7R,15S)-15-[1-(3-氯-2-氟苯基)-5-甲基-1H-吡唑-4-酰胺基]-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[4.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸酯三氟甲基乙酸酯(5mg,6.61μmol,27.0%收率),作为乳白色固体状物。(ESI)m/z:597.2(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CDCl₃)δ8.44-8.37(m,1H),8.31(br.s.,1H),7.90-7.76(m,2H),7.60-7.42(m,3H),7.25-7.09(m,3H),5.22-5.09(m,2H),4.32-4.14(m,2H),4.01-3.94(m,1H),3.93-3.87(m,3H),3.83-3.62(m,4H),3.28(d,J=8.6Hz,1H),3.09(br.s.,1H),2.63-2.53(m,3H),2.09-1.82(m,4H),1.68(br.s.,1H),1.33(br.s.,2H),1.09(d,J=11.2Hz,1H)。分析型HPLC(方法A)RT=11.019min,纯度=94%。因子XIA Ki=1059nM,血浆激肽释放酶Ki=9168nM。

[0716] 实施例22。制备(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,2,3,6-四氢吡啶-1-基}-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[4.3.1.0²⁷]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸甲基酯三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate)。

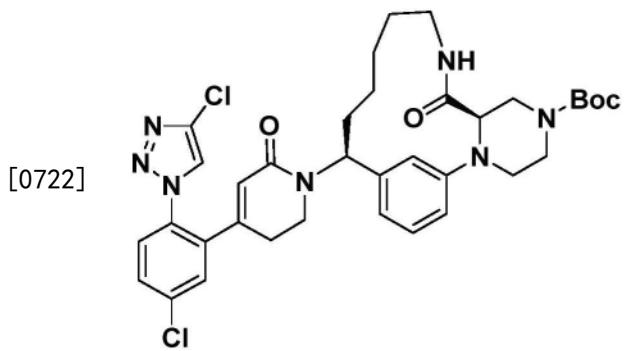


[0718] 22A. 制备 (7R,15S)-15-(N-{3-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-3-氧代丙基}-2-(二乙氧基磷酰基)乙酰胺基)-8-氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯。



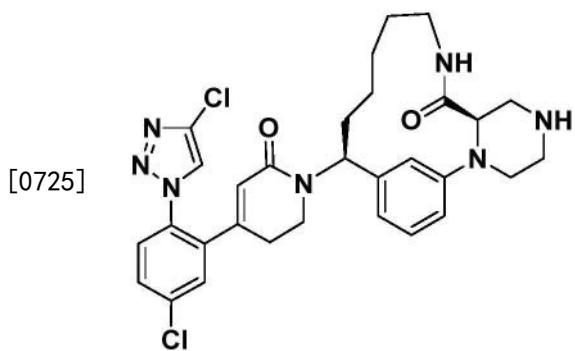
[0720] 向RBF加入如在实施例8D中所述制备的(7R,15S)-15-氨基-8-氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯(15mg,0.032mmol)、DCM(1.5mL)和DIEA(0.039mL,0.221mmol),接着加入在中间体8中制备的1-(5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基)丙-2-烯-1-酮、1-(5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基)丙-2-烯-1-酮(8.46mg,0.032mmol)。将反应物在rt搅拌50分钟。然后将反应物冷却至0℃和加入吡啶(0.013mL,0.158mmol),接着加入2-(二乙氧基磷酰基)乙酸(18.56mg,0.095mmol)。然后逐滴加入POCl₃(5.88μl,0.063mmol)和将反应物在0℃搅拌10分钟。然后将反应物用CH₂Cl₂(15ml)稀释和用饱和NaHCO₃水溶液(10ml)洗涤。分离有机层,用水(10ml)和盐水(10ml)洗涤、经MgSO₄干燥、过滤和浓缩。残余物使用ISCO体系(0-30%MeOH/CH₂Cl₂梯度)纯化,得到(7R,15S)-15-(N-{3-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-3-氧代丙基}-2-(二乙氧基磷酰基)乙酰胺基)-8-氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯(25mg,0.029mmol,93%收率),作为浅棕色固体状物。(ESI)m/z:848.3(M+H)⁺。

[0721] 22B. 制备 (7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,2,3,6-四氢吡啶-1-基}-8-氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯三氟甲基乙酸酯。



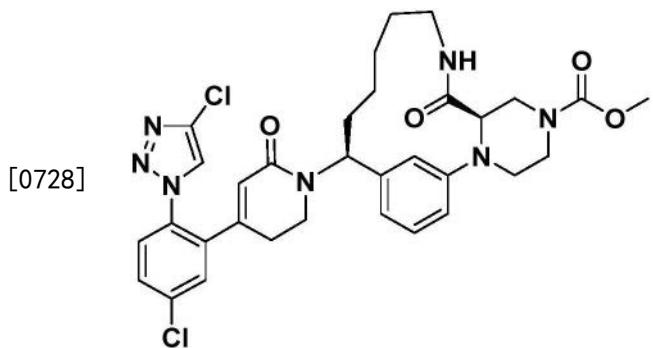
[0723] 向RBF加入(7R,15S)-15-{N-[3-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-3-氧代丙基}-2-(二乙氧基磷酰基)乙酰胺基)-8-氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯(28mg,0.033mmol)和MeOH(0.5mL)。将反应物冷却至0°C,然后加入NaOMe(21.39mg,0.099mmol)和将反应物在0°C搅拌30分钟。然后将反应物用1N HC1(0.066mL,0.066mmol)中和。将反应物用MeOH稀释和使用RP Prep-HPLC纯化,得到(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,2,3,6-四氢吡啶-1-基}-8-氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯三氟甲基乙酸酯(15mg,0.019mmol,56.2%收率),作为棕色膜状物。(ESI)m/z:694.7(M+H)⁺。

[0724] 22C.制备(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,2,3,6-四氢吡啶-1-基}-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-8-酮盐酸盐。



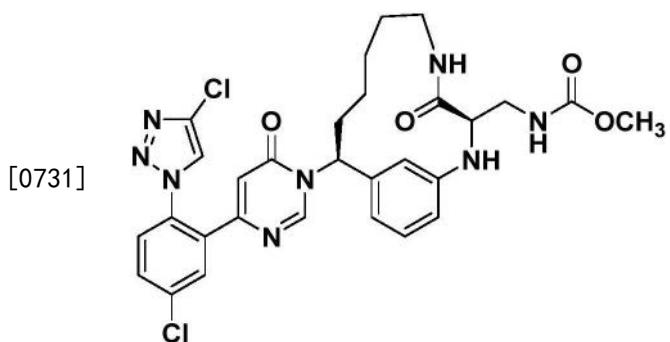
[0726] 向RBF加入(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,2,3,6-四氢吡啶-1-基}-8-氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯三氟甲基乙酸酯(15mg,0.019mmol)和4N HC1的二噁烷(0.232mL,0.927mmol)和MeOH(0.2mL)溶液。将反应物在rt搅拌1h。将反应物浓缩,得到(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,2,3,6-四氢吡啶-1-基}-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-8-酮盐酸盐(10mg,0.016mmol,85%收率),作为米黄色固体状物。(ESI)m/z:594.2(M+H)⁺。

[0727] 实施例22.制备(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,2,3,6-四氢吡啶-1-基}-8-氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸甲基酯三氟甲基乙酸酯。

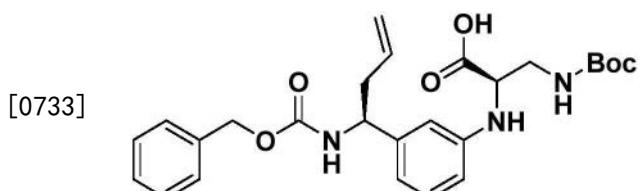


[0729] 向RBF加入(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,2,3,6-四氢吡啶-1-基}-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-8-酮盐酸盐(15mg,0.022mmol)、THF(0.5mL)、Et₃N(0.016mL,0.112mmol),接着加入氯甲酸甲酯(2.61μl,0.034mmol)。将反应物在rt搅拌10分钟。将反应物用MeOH稀释和使用RP Prep-HPLC纯化,得到(7R,15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,2,3,6-四氢吡啶-1-基}-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸甲基酯三氟甲基乙酸酯(5mg,6.39μmol,28.4%收率),作为白色固体物。(ESI)m/z:652.2(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CD₃OD)δ8.49-8.44(m,1H),8.22(d,J=4.8Hz,1H),7.69-7.57(m,3H),7.34-7.27(m,1H),7.04(d,J=8.1Hz,1H),6.97(s,1H),6.93(d,J=7.5Hz,1H),5.80(s,1H),5.40(dd,J=12.3,3.1Hz,1H),4.07(br.s.,1H),3.94(dd,J=13.5,4.1Hz,1H),3.76-3.68(m,8H),3.57(dd,J=11.4,4.0Hz,1H),3.43(d,J=12.3Hz,1H),3.19(ddd,J=11.7,7.3,4.1Hz,1H),2.93-2.77(m,1H),2.37-2.22(m,2H),2.16-2.04(m,1H),1.79-1.50(m,4H),1.35-1.25(m,1H),1.23-1.12(m,1H),1.09-0.93(m,1H)。分析型HPLC(方法A)RT=11.641min,纯度=98%。因子XIA Ki=5nM,血浆激肽释放酶Ki=189nM。

[0730] 实施例23。制备N-[(3R,11S)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-4-氧化-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]甲基氨基甲酸甲基酯三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate)。



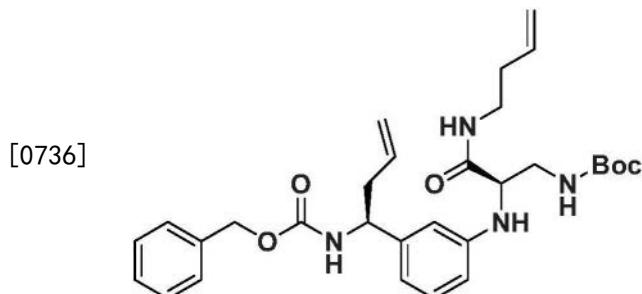
[0732] 23A. 制备(R)-2-((3-((S)-1-(((苄基氧基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基)氨基)-3-((叔丁氧基羰基)氨基)丙酸。



[0734] 向密闭管加入中间体2(S)-(1-(3-溴苯基)丁-3-烯-1-基)氨基甲酸苄基酯(1,

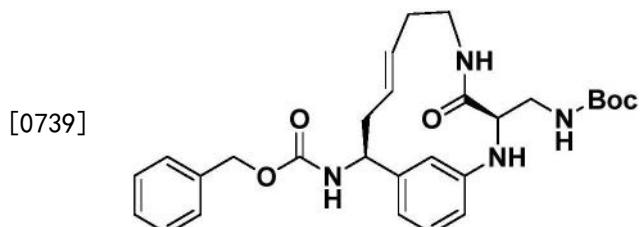
2.78mmol)、(R)-2-氨基-3-((叔丁氧基羰基)氨基)丙酸(680mg,3.33mmol)、K₂CO₃(1151mg,8.33mmol)和DMSO(5552μl)。反应物用Ar吹洗,然后加入CuI(26.4mg,0.139mmol)。将反应物密闭和在110°C搅拌30h。将反应物在水(40ml)和EtOAc(50ml)之间分配。分离有机层,用饱和NH₄Cl水溶液(40ml)、水(40ml)和盐水(40ml)洗涤、经MgSO₄干燥、过滤和浓缩,得到(R)-2-((3-((S)-1-(((苄基氧基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基)氨基)-3-((叔丁氧基羰基)氨基)丙酸(800mg,1.654mmol,59.6%收率),作为浅绿色胶状物。(ESI)m/z:484.1(M+H)⁺。

[0735] 23B.制备N-[(1S)-1-(3-{[(1R)-1-[(丁-3-烯-1-基)氨基甲酰基]-2-{[(叔丁氧基)羰基]氨基}乙基}氨基]苯基)丁-3-烯-1-基]氨基甲酸苄基酯。



[0737] 向RBF加入(R)-2-((3-((S)-1-(((苄基氧基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基)氨基)-3-((叔丁氧基羰基)氨基)丙酸(800mg,1.654mmol)、THF(15mL)、Hunig碱(0.867mL,4.96mmol)、丁-3-烯-1-胺(235mg,3.31mmol)和HATU(1258mg,3.31mmol)。将反应物在rt搅拌3h。反应物在EtOAc(50ml)和水(30ml)之间分配。分离有机层,用水(30mL)和盐水(30ml)洗涤、经MgSO₄干燥、过滤和浓缩。残余物使用ISCO体系(0-100%EtOAc/Hex梯度)纯化,得到N-[(1S)-1-(3-{[(1R)-1-[(丁-3-烯-1-基)氨基甲酰基]-2-{[(叔丁氧基)羰基]氨基}乙基}氨基]苯基)丁-3-烯-1-基]氨基甲酸苄基酯(440mg,0.820mmol,49.6%收率),作为白色固体物。(ESI)m/z:537.3(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,DMSO-d₆)δ7.97(d,J=5.3Hz,1H),7.71(d,J=8.8Hz,1H),7.42-7.24(m,5H),7.03(t,J=7.8Hz,1H),6.87(t,J=5.8Hz,1H),6.59(d,J=7.5Hz,1H),6.51(s,1H),6.37(d,J=7.7Hz,1H),5.82-5.64(m,2H),5.60(d,J=6.4Hz,1H),5.13-4.86(m,6H),4.55-4.34(m,1H),3.83-3.61(m,1H),3.32-3.26(m,1H),3.25-2.99(m,3H),2.44-2.25(m,2H),2.19-2.01(m,2H),1.43-1.32(m,9H)。

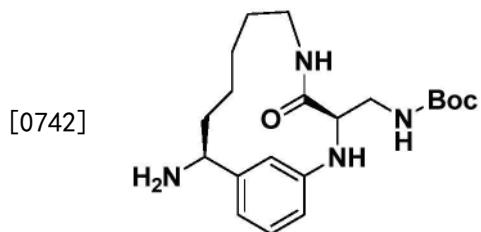
[0738] 23C.制备N-[(3R,8E,11S)-3-({[(叔丁氧基)羰基]氨基}甲基)-4-氧化-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),8,12,14-四烯-11-基]氨基甲酸苄基酯。



[0740] 向RBF加入N-[(1S)-1-(3-{[(1R)-1-[(丁-3-烯-1-基)氨基甲酰基]-2-{[(叔丁氧基)羰基]氨基}乙基}氨基]苯基)丁-3-烯-1-基]氨基甲酸苄基酯(385mg,0.717mmol)、pTsOH·H₂O(136mg,0.717mmol)和DCE(70mL)。反应物用Ar吹洗15分钟,然后加入Grubbs II(122mg,0.143mmol)和将反应物在50°C在Ar下搅拌5h。冷却反应物和加入饱和NaHCO₃水溶液(20ml)和将反应物在rt搅拌15分钟。分离反应混合物。有机层用水(30mL)和盐水(30ml)

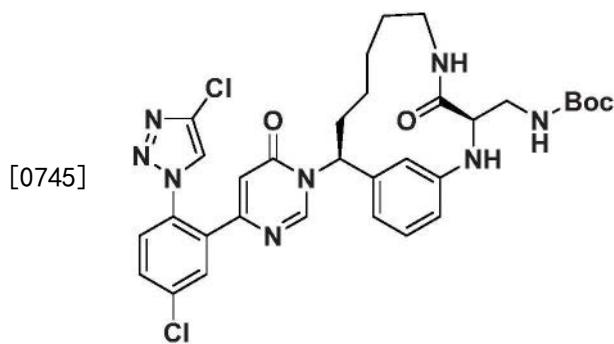
洗涤、经MgSO₄干燥、过滤和浓缩。残余物使用ISCO体系(0-10%CH₂C₁₂/MeOH梯度)纯化,得到产物。残余物然后用CH₂C₁₂(10ml)/MeOH(10ml)/EtOAc(5ml)/庚烷(15ml)氟化。通过过滤收集固体,得到N-[(3R,8E,11S)-3-({[(叔丁氧基)羰基]氨基}甲基)-4-氧化-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),8,12,14-四烯-11-基]氨基甲酸苄基酯(135mg,0.265mmol,37.0%收率),作为浅色固体状物。(ESI)m/z:509.3(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CDCl₃)δ7.38(br.s.,5H),7.16(t,J=7.8Hz,1H),6.70(br.s.,1H),6.64(br.s.,1H),6.59(d,J=7.5Hz,1H),6.15(br.s.,1H),5.56(br.s.,1H),5.44(br.s.,1H),5.23(br.s.,1H),5.12(s,2H),5.05-4.92(m,2H),4.59(br.s.,1H),3.83(br.s.,1H),3.72-3.64(m,3H),2.90-2.79(m,1H),2.75-2.64(m,2H),2.14-2.05(m,1H),1.98(q,J=11.3Hz,1H),1.48(s,9H)。

[0741] 23D. 制备N-[(3R,11S)-11-氨基-4-氧化-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]甲基]氨基甲酸叔丁基酯。



[0743] 向2-颈RBF加入N-[(3R,8E,11S)-3-({[(叔丁氧基)羰基]氨基}甲基)-4-氧化-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),8,12,14-四烯-11-基]氨基甲酸苄基酯(135mg,0.265mmol)、EtOH(10mL)和Pd/C(56.5mg,0.053mmol)。将反应物在氢气氛(气球)下搅拌6h。将反应物小心地通过Celite过滤和浓缩滤液,得到N-[(3R,11S)-11-氨基-4-氧化-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]甲基]氨基甲酸叔丁基酯(99mg,0.263mmol,99%收率),作为米黄色固体状物。(ESI)m/z:377.2(M+H)⁺。

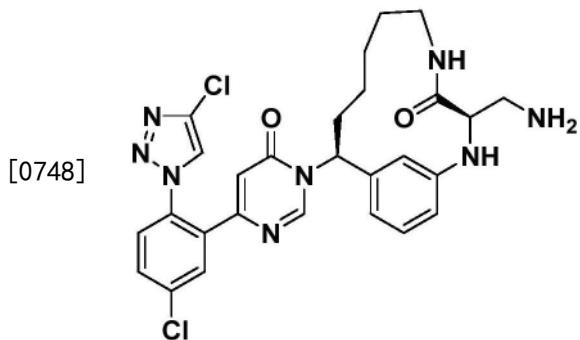
[0744] 23E. 制备N-[(3R,11S)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-4-氧化-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]甲基]氨基甲酸叔丁基酯。



[0746] 以与实施例1中所述程序类似的方式制备N-[(3R,11S)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-4-氧化-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]甲基]氨基甲酸叔丁基酯(75mg,0.112mmol,42.7%收率),通过将(7S,15S)-15-氨基-8-氧化-2,5,9-三氮杂三环[4.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯替换为N-[(3R,11S)-11-氨基-4-氧化-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]甲基]氨基甲酸叔丁基酯。(ESI)m/z:667.2(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CD₃OD)δ8.64(s,1H),8.36(s,1H),7.90(d,J=2.2Hz,1H),7.78-7.72

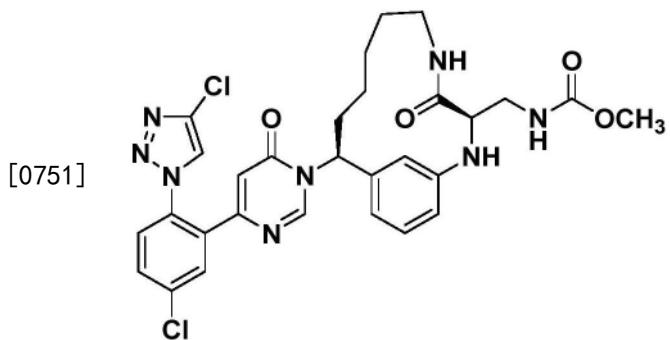
(m, 1H), 7.69-7.66 (m, 1H), 7.13 (t, J=7.8Hz, 1H), 6.75-6.65 (m, 2H), 6.44 (s, 1H), 6.27 (d, J=7.7Hz, 1H), 5.69 (dd, J=13.0, 2.9Hz, 1H), 4.14 (t, J=6.5Hz, 1H), 3.61-3.37 (m, 4H), 3.00 (dt, J=13.8, 4.5Hz, 1H), 2.25 (t, J=12.2Hz, 1H), 2.00-1.80 (m, 3H), 1.64-1.54 (m, 1H), 1.48 (s, 9H), 1.26-1.15 (m, 2H)。

[0747] 23F。制备 (3R,11S)-3-(氨基甲基)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-4-酮盐酸盐。



[0749] 向RBF加入(3R,11S)-3-(氨基甲基)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-4-酮盐酸盐(15mg, 0.022mmol)、MeOH(0.2mL)和4N HCl的二噁烷(0.034mL, 1.123mmol)溶液。将反应物在rt搅拌30分钟。将反应物浓缩,得到(3R,11S)-3-(氨基甲基)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-4-酮三盐酸盐(15mg, 0.022mmol, 99%收率),作为白色固体物。(ESI)m/z:567.2(M+H)⁺。

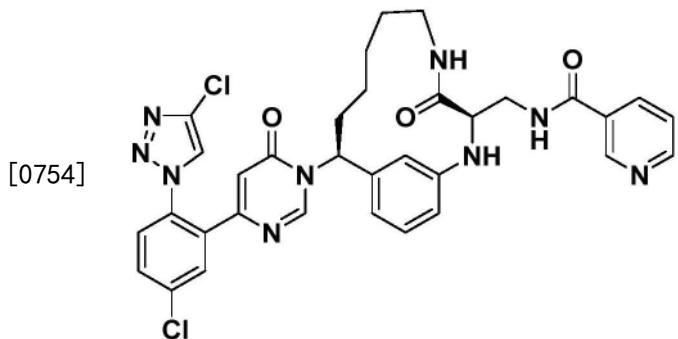
[0750] 实施例23。制备N-[(3R,11S)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-4-氧化-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]甲基]氨基甲酸甲基酯三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate)。



[0752] 向RBF加入(3R,11S)-3-(氨基甲基)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-4-酮盐酸盐(9.5mg, 0.014mmol)、THF(0.3mL)、Et₃N(9.78μl, 0.070mmol)和氯甲酸甲酯(1.087μl, 0.014mmol)。将反应物在rt搅拌10分钟。反应物使用RP prep-HPLC纯化,得到N-[(3R,11S)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-4-氧化-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]甲基]氨基甲酸甲基酯三氟甲基乙酸酯(2mg, 2.60μmol, 18.50%收率),作为白色固体物。(ESI)m/z:

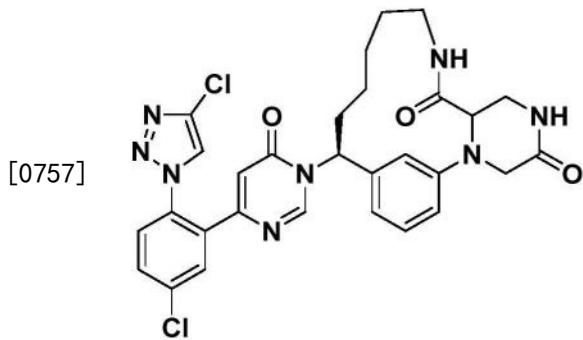
625.2 (M+H)⁺。¹H NMR (400MHz, CD₃OD) δ 8.64 (s, 1H), 8.35 (d, J=0.7Hz, 1H), 7.91-7.87 (m, 1H), 7.79-7.73 (m, 1H), 7.69-7.65 (m, 1H), 7.13 (t, J=7.7Hz, 1H), 6.73-6.67 (m, 2H), 6.43 (s, 1H), 6.29 (d, J=7.7Hz, 1H), 5.69 (dd, J=12.9, 2.5Hz, 1H), 4.17 (t, J=6.4Hz, 1H), 3.69 (s, 3H), 3.56-3.46 (m, 3H), 3.00 (d, J=13.4Hz, 1H), 2.30-2.19 (m, 1H), 1.99-1.77 (m, 3H), 1.64-1.54 (m, 1H), 1.38-1.35 (m, 1H), 1.23-1.12 (m, 2H)。分析型HPLC (方法A) RT=10.784min, 纯度=96%。因子XIA Ki=27nM, 血浆激肽释放酶Ki=2715nM。

[0753] 实施例24。制备N-[(3R,11S)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-4-氧化-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]甲基}吡啶-3-甲酰胺三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate)。

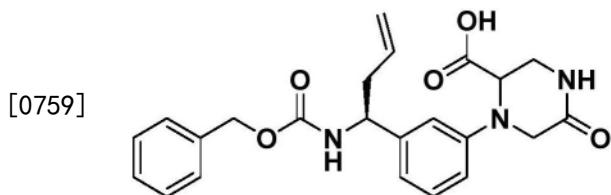


[0755] 向RBF加入(3R,11S)-3-(氨基甲基)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-4-酮盐酸盐(9.5mg, 0.014mmol)、烟酸(1.728mg, 0.014mmol)、THF(0.5mL)、Et₃N(9.78 μl, 0.070mmol)和HATU(5.34mg, 0.014mmol)。将反应物在rt搅拌1h。反应物使用RPprep-HPLC纯化, 得到N-[(3R,11S)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-4-氧化-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]甲基}吡啶-3-甲酰胺三氟甲基乙酸酯(8mg, 7.93μmol, 56.5%收率), 作为乳白色固体状物。(ESI)m/z: 672.1 (M+H)⁺。¹H NMR (400MHz, CD₃OD) δ 9.11 (br.s., 1H), 8.81 (d, J=4.2Hz, 1H), 8.64 (s, 1H), 8.52 (d, J=8.4Hz, 1H), 8.39 (d, J=5.5Hz, 1H), 8.35 (s, 1H), 7.94-7.87 (m, 1H), 7.82-7.72 (m, 2H), 7.70-7.62 (m, 1H), 7.14 (t, J=7.8Hz, 1H), 6.79-6.69 (m, 2H), 6.42 (s, 1H), 6.32 (d, J=7.5Hz, 1H), 5.68 (d, J=10.8Hz, 1H), 4.35 (t, J=6.4Hz, 1H), 3.90-3.76 (m, 2H), 3.54 (br.s., 1H), 3.01 (d, J=13.2Hz, 1H), 2.25 (t, J=10.1Hz, 1H), 1.98-1.91 (m, 1H), 1.83 (br.s., 2H), 1.59 (d, J=4.4Hz, 1H), 1.40-1.10 (m, 4H)。分析型HPLC(方法A)RT=8.844min, 纯度=98%。因子XIA Ki=62nM, 血浆激肽释放酶Ki=5203nM。

[0756] 实施例25。制备(15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-4,8-二酮。

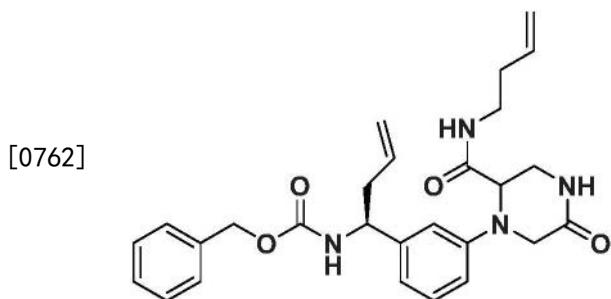


[0758] 25A。制备1-((S)-1-(((苄基氨基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基-5-氧化哌嗪-2-甲酸。



[0760] 向密闭管加入如在中间体2(S)-(1-(3-溴苯基)丁-3-烯-1-基)氨基甲酸苄基酯中制备的N-[(1S)-1-(3-溴苯基)丁-3-烯-1-基]氨基甲酸叔丁基酯(0.92g, 2.55mmol)、5-氧化哌嗪-2-甲酸(0.442g, 3.06mmol)和K₂CO₃(1.059g, 7.66mmol)和DMSO(5.11ml)。反应物用Ar吹洗,然后加入CuI(24mg, 0.13mmol)。将反应物密闭和在110°C搅拌48h。将反应物在水(40ml)和EtOAc(50ml)之间分配。分离水层和用1N HC1处理直到pH小于4。然后水层用EtOAc(2x30ml)萃取。合并的有机层用盐水洗涤(30ml)、经MgSO₄干燥、过滤和浓缩,得到1-((S)-1-(((苄基氨基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基-5-氧化哌嗪-2-甲酸(300mg, 0.708mmol, 27.7%收率),作为浅绿色油状物。(ESI)m/z:424.5(M+H)⁺。

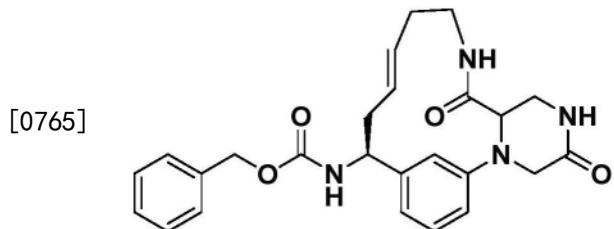
[0761] 25B。制备((1S)-1-(3-(2-(丁-3-烯-1-基氨基甲酰基)-5-氧化哌嗪-1-基)苯基)丁-3-烯-1-基)氨基甲酸苄基酯。



[0763] 向RBF加入1-((S)-1-(((苄基氨基)羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)苯基-5-氧化哌嗪-2-甲酸(300mg, 0.708mmol)、THF(15mL)、Hunig碱(0.371mL, 2.125mmol)、丁-3-烯-1-胺(235mg, 3.31mmol)和HATU(539mg, 1.417mmol)。将反应物在rt搅拌3.5h。反应物在EtOAc(50ml)和水(30ml)之间分配。分离有机层,用水(30mL)和盐水(30ml)洗涤、经MgSO₄干燥、过滤和浓缩。残余物使用ISCO体系(0-100% EtOAc/Hex梯度)纯化,得到((1S)-1-(3-(2-(丁-3-烯-1-基氨基甲酰基)-5-氧化哌嗪-1-基)苯基)丁-3-烯-1-基)氨基甲酸苄基酯(30mg, 0.063mmol, 8.89%收率),作为白色固体物。(ESI)m/z:477.2(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz, CDCl₃) δ 7.37(br.s., 5H), 7.31-7.26(m, 1H), 6.86(d, J=7.5Hz, 1H), 6.72(br.s., 1H), 6.65(dd, J=8.4, 2.4Hz, 1H), 6.60(br.s., 1H), 6.24(br.s., 1H), 5.78-5.58(m, 2H), 5.37(br.s., 1H),

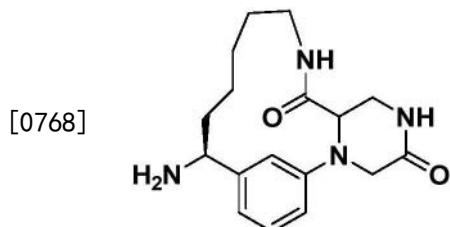
5.22-4.88(m,7H),4.78(d,J=4.4Hz,1H),4.21(dd,J=4.0,2.0Hz,1H),4.09-3.90(m,3H),3.64(d,J=9.5Hz,1H),3.34(d,J=5.9Hz,2H),2.53(br.s.,2H),2.21(br.s.,2H)。

[0764] 25C。制备N-[(12E,15S)-4,8-二氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-(20),12,16,18-四烯-15-基]氨基甲酸苄基酯。



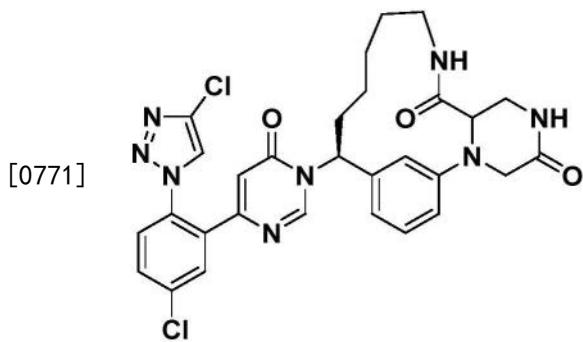
[0766] 向RBF加入((1S)-1-(3-(2-(丁-3-烯-1-基氨基甲酰基)-5-氧代哌嗪-1-基)苯基)丁-3-烯-1-基)氨基甲酸苄基酯(30mg,0.063mmol)和DCE(7mL)。反应物用Ar吹洗5分钟,然后加入Grubbs II(10.69mg,0.013mmol)和将反应物在50°C在Ar下搅拌2.5h。浓缩反应物和使用ISCO体系(0-100%EtOAc/Hex梯度)纯化,得到N-[(12E,15S)-4,8-二氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-(20),12,16,18-四烯-15-基]氨基甲酸苄基酯(25mg,0.056mmol,89%收率),作为浅色固体状物。(ESI)m/z:477.2(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CDCl₃)δ7.38-7.20(m,6H),6.73(br.s.,1H),6.65-6.47(m,2H),6.32(br.s.,1H),6.18(br.s.,1H),5.52(br.s.,2H),5.07-4.88(m,3H),4.81(br.s.,1H),4.23(br.s.,1H),4.04(br.s.,1H),3.96-3.81(m,2H),3.56(br.s.,2H),2.77(d,J=12.3Hz,1H),2.67(d,J=12.3Hz,1H),2.51(d,J=9.9Hz,1H),2.21-1.96(m,2H)。

[0767] 25D。制备(15S)-15-氨基-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-4,8-二酮。



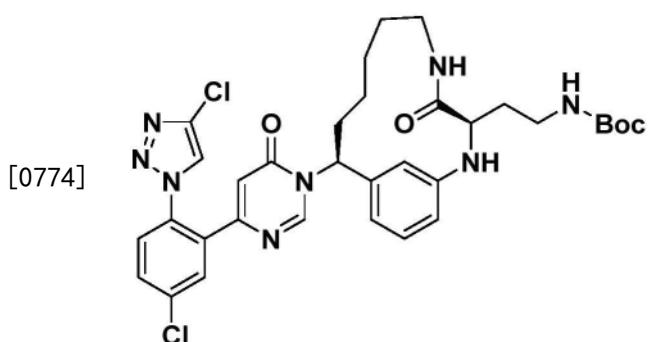
[0769] 向3-颈RBF加入N-[(12E,15S)-4,8-二氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-(20),12,16,18-四烯-15-基]氨基甲酸苄基酯(25mg,0.056mmol)、EtOH(3mL)和Pd/C(11.86mg,0.011mmol)。将反应物在氢气氛(气球)下搅拌1h。将反应物小心地过滤和浓缩滤液,得到(15S)-15-氨基-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-4,8-二酮(10mg,0.032mmol,56.7%收率),作为米黄色固体状物。(ESI)m/z:317.2(M+H)⁺。

[0770] 实施例25。制备(15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-4,8-二酮。



[0772] 以与实施例1中所述程序类似的方式制备(15S)-15-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-4,8-二酮三氟甲基乙酸酯(4mg,5.27μmol,16.66%收率),通过将(7S,15S)-15-氨基-8-氧代-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-5-甲酸叔丁基酯替换为(15S)-15-氨基-2,5,9-三氮杂三环[14.3.1.0^{2,7}]二十碳-1(20),16,18-三烯-4,8-二酮。(ESI)m/z:607.2(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CD₃OD)δ8.32-8.30(m,1H),8.24(s,1H),7.86-7.83(m,1H),7.75-7.71(m,1H),7.65-7.61(m,1H),7.33(t,J=7.8Hz,1H),6.96-6.89(m,2H),6.79(d,J=7.7Hz,1H),6.44(d,J=0.4Hz,1H),5.82(dd,J=12.4,3.2Hz,1H),4.42(t,J=4.0Hz,1H),4.21-4.07(m,2H),3.88-3.72(m,2H),3.22-3.11(m,1H),2.51(dt,J=13.0,6.5Hz,1H),1.90-1.72(m,2H),1.57(dd,J=12.5,6.2Hz,1H),1.50-1.42(m,2H),1.41-1.32(m,2H),1.18-0.92(m,1H)。分析型HPLC(方法A)RT=10.106min,纯度=95%。因子XIA Ki=51nM,血浆激肽释放酶Ki=6748nM。

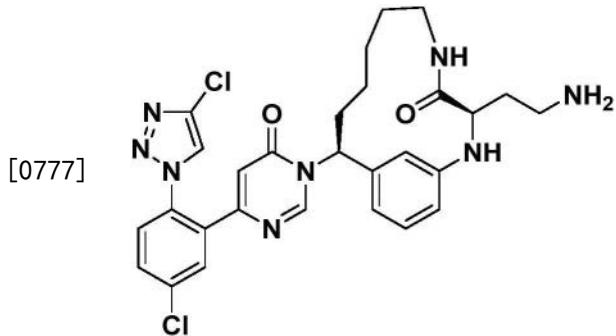
[0773] 实施例26。制备N-{2-[(3R,11S)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-4-氧代-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]乙基}氨基甲酸叔丁基酯三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate)。



[0775] 以与实施例23E中所述程序类似的方式制备N-{2-[(3R,11S)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-4-氧代-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]乙基}氨基甲酸叔丁基酯三氟甲基乙酸酯(45mg,0.053mmol),通过将(R)-2-氨基-3-((叔丁氧基羰基)氨基)丙酸替换为(R)-2-氨基-4-((叔丁氧基羰基)氨基)丁酸。(ESI)m/z:681.3(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CD₃OD)δ8.65(s,1H),8.35(s,1H),8.31-8.25(m,1H),7.90(d,J=2.2Hz,1H),7.78-7.73(m,1H),7.70-7.66(m,1H),7.13(t,J=7.8Hz,1H),6.78-6.70(m,2H),6.43(s,1H),6.31(d,J=7.7Hz,1H),5.70(dd,J=13.0,2.9Hz,1H),4.08(t,J=7.2Hz,1H),3.61-3.46(m,1H),3.29-3.19(m,2H),2.98(d,J=11.4Hz,1H),2.27(t,J=12.7Hz,1H),2.00-1.81(m,6H),1.69-1.55(m,

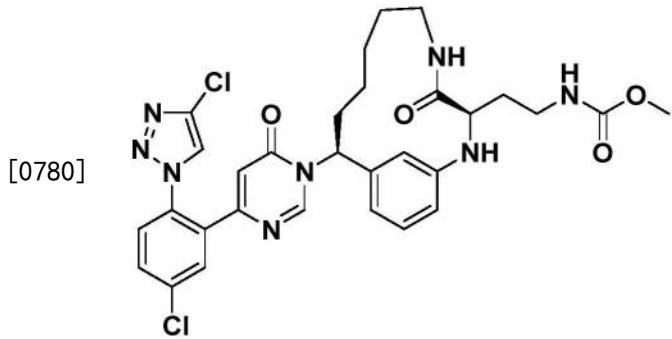
1H), 1.48(s, 9H), 1.25-1.14(m, 1H)。分析型HPLC(方法X) RT=3.831min, 纯度=95%。因子XIA Ki=24nM, 血浆激肽释放酶Kj=430nM。

[0776] 实施例27。制备(3R,11S)-3-(2-氨基乙基)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16), 12,14-三烯-4-酮盐酸盐。



[0778] 向RBF加入N-{2-[(3R,11S)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-4-氧代-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16), 12,14-三烯-3-基]乙基}氨基甲酸叔丁基酯三氟甲基乙酸酯(45mg, 0.066mmol)和4N HC1的二噁烷(0.825mL, 3.30mmol)溶液。将反应物在rt搅拌15分钟。将反应物浓缩, 得到(3R,11S)-3-(2-氨基乙基)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16), 12,14-三烯-4-酮盐酸盐(45mg, 0.061mmol, 93%收率), 作为乳白色固体状物。(ESI) m/z: 581.4 (M+H)⁺。分析型HPLC(方法X) RT=3.145min, 纯度=95%。因子XIA Ki=871nM, 血浆激肽释放酶Ki=14030nM。

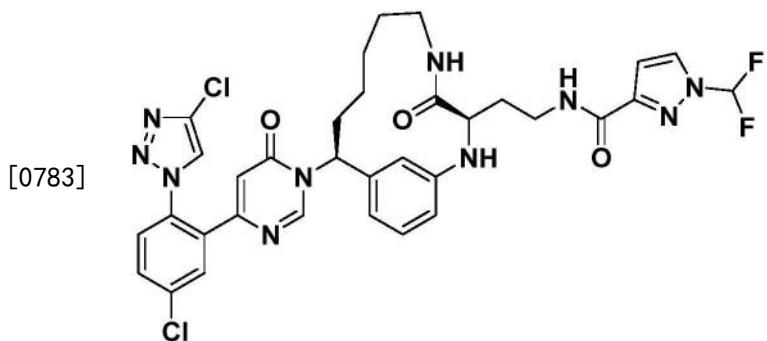
[0779] 实施例28。制备N-{2-[(3R,11S)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-4-氧代-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16), 12,14-三烯-3-基]乙基}氨基甲酸甲基酯三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate)。



[0781] 以与实施例23中所述程序类似的方式制备N-{2-[(3R,11S)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-4-氧代-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16), 12,14-三烯-3-基]乙基}氨基甲酸甲基酯三氟甲基乙酸酯(8.5mg, 10.72μmol, 74.0%收率), 通过将(3R,11S)-3-(氨基甲基)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16), 12,14-三烯-4-酮盐酸盐替换为如在实施例27中所述制备的(3R,11S)-3-(2-氨基乙基)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16), 12,14-三烯-4-酮盐酸盐。(ESI) m/z: 639.2 (M+H)⁺.¹H

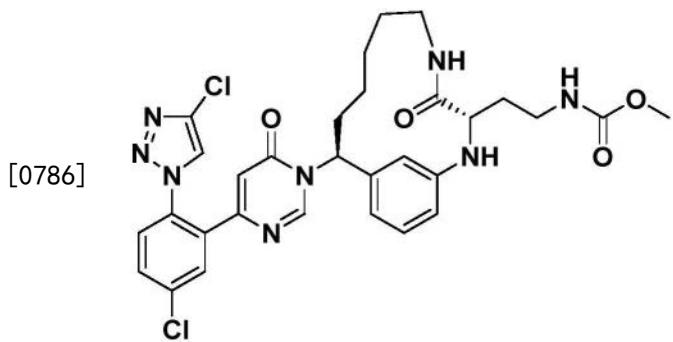
NMR (400MHz, CD₃OD) δ 8.65 (s, 1H), 8.35 (s, 1H), 7.89 (d, J=2.4Hz, 1H), 7.77-7.73 (m, 1H), 7.69-7.65 (m, 1H), 7.20 (t, J=7.8Hz, 1H), 6.88-6.80 (m, 2H), 6.49 (d, J=7.5Hz, 1H), 6.43-6.37 (m, 1H), 5.69 (dd, J=12.8, 2.9Hz, 1H), 4.11 (t, J=7.2Hz, 1H), 3.68 (s, 3H), 3.59-3.47 (m, 1H), 3.32-3.23 (m, 2H), 2.99-2.87 (m, 1H), 2.31 (td, J=12.4, 4.1Hz, 1H), 2.04-1.92 (m, 3H), 1.84-1.70 (m, 2H), 1.68-1.59 (m, 1H), 1.41-1.32 (m, 1H), 1.27-1.13 (m, 2H)。分析型HPLC(方法A) RT=10.956min, 纯度=95%。因子XIA Ki=5nM, 血浆激肽释放酶Ki=83nM。

[0782] 实施例29。制备N- {2- [(3R,11S)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-4-氧代-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]乙基}-1-(二氟甲基)-1H-吡唑-3-甲酰胺三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate)。



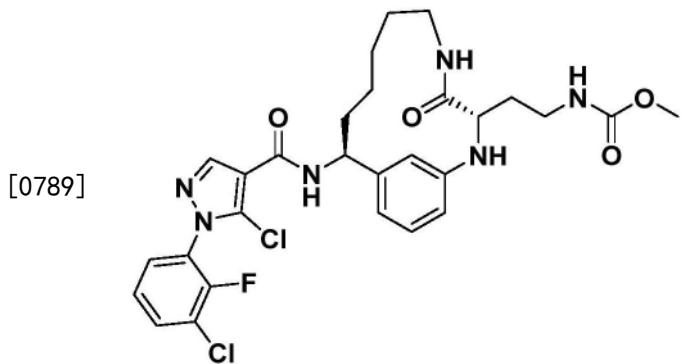
[0784] 向RBF加入(3R,11S)-3-(2-氨基乙基)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-4-酮盐酸盐(9.5mg, 0.014mmol)、1-(二氟甲基)-1H-吡唑-3-甲酸(2.229mg, 0.014mmol)、THF(0.5mL)、Et₃N(9.58μl, 0.069mmol)和HATU(5.23mg, 0.014mmol)。将反应物在rt搅拌1h。反应物使用RP prep-HPLC纯化, 得到N- {2- [(3R,11S)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-4-氧代-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]乙基}-1-(二氟甲基)-1H-吡唑-3-甲酰胺三氟甲基乙酸酯(6mg, 6.79μmol, 49.4%收率), 作为乳白色固体状物。(ESI) m/z: 725.2 (M+H)⁺。¹H NMR (400MHz, CD₃OD) δ 8.64 (s, 1H), 8.34 (s, 1H), 8.18-8.14 (m, 1H), 7.89 (d, J=2.2Hz, 1H), 7.78-7.73 (m, 1H), 7.69-7.65 (m, 1H), 7.60-7.58 (m, 1H), 7.15 (t, J=7.8Hz, 1H), 6.95 (d, J=2.6Hz, 1H), 6.80-6.74 (m, 2H), 6.42 (s, 1H), 6.35 (d, J=7.7Hz, 1H), 5.69 (dd, J=13.0, 2.6Hz, 1H), 4.15 (t, J=7.0Hz, 1H), 3.68-3.49 (m, 3H), 2.99-2.91 (m, 1H), 2.34-2.22 (m, 1H), 2.17-2.02 (m, 2H), 1.97-1.78 (m, 3H), 1.64-1.53 (m, 1H), 1.39-1.30 (m, 1H), 1.27-1.11 (m, 2H)。分析型HPLC(方法X) RT=3.515min, 纯度=95%。因子XIA Ki=5nM, 血浆激肽释放酶Ki=49nM。

[0785] 实施例30。制备N- {2- [(3S,11S)-11-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-4-氧代-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]乙基}氨基甲酸甲基酯三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate)。

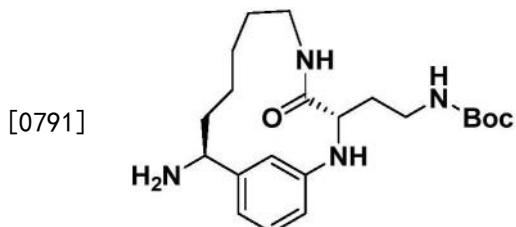


[0787] 以与实施例28中所述程序类似的方式制备N- {2- [(3S,11S) -11- {4- [5- 氯- 2- (4- 氯- 1H- 1,2,3- 三唑- 1- 基) 苯基] -6- 氧代- 1,6- 二氢嘧啶- 1- 基} -4- 氧代- 2,5- 二氮杂双环 [10.3.1] 十六碳- 1(16) ,12,14- 三烯- 3- 基] 乙基} 氨基甲酸甲基酯三氟甲基乙酸酯 (6.5mg, 8.11 μ mol) , 通过将 (R) -2- 氨基- 4- ((叔丁氧基羰基) 氨基) 丁酸替换为 (S) -2- 氨基- 4- ((叔丁氧基羰基) 氨基) 丁酸。 (ESI) m/z: 639.4 (M+H)⁺。¹H NMR (400MHz, CD₃OD) δ 88.36-8.32 (m, 2H) , 8.19 (dd, J=7.8, 2.8Hz, 1H) , 7.85 (d, J=2.2Hz, 1H) , 7.75-7.71 (m, 1H) , 7.66-7.61 (m, 1H) , 7.24-7.15 (m, 1H) , 6.91 (d, J=8.1Hz, 1H) , 6.84 (br. s., 1H) , 6.78-6.71 (m, 1H) , 6.41 (d, J=0.7Hz, 1H) , 5.73 (dd, J=12.4, 3.2Hz, 1H) , 3.96 (t, J=6.9Hz, 1H) , 3.70-3.64 (m, 3H) , 3.40-3.27 (m, 3H) , 3.23-3.09 (m, 1H) , 2.44 (dt, J=12.9, 6.4Hz, 1H) , 2.02 (ddt, J=17.6, 13.8, 6.9Hz, 2H) , 1.95-1.83 (m, 1H) , 1.80-1.64 (m, 1H) , 1.62-1.50 (m, 1H) , 1.45 (quin, J=6.6Hz, 2H) , 1.31-1.12 (m, 2H) 。分析型HPLC (方法A) RT=9.937min, 纯度=94%。因子XIA Ki=515nM, 血浆激肽释放酶Ki=5682nM。

[0788] 实施例31。制备N- {2- [(3S,11S) -11- [5- 氯- 1- (3- 氯- 2- 氟苯基) -1H- 吡唑- 4- 酰胺基] -4- 氧代- 2,5- 二氮杂双环 [10.3.1] 十六碳- 1(16) ,12,14- 三烯- 3- 基] 乙基} 氨基甲酸甲基酯三氟甲基乙酸酯 (trifluoromethylacetate) 。



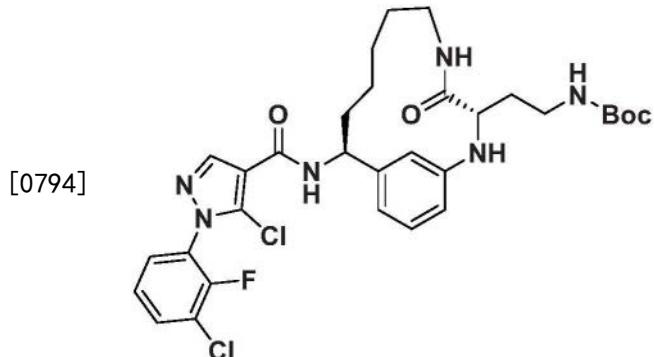
[0790] 31A. 制备N- {2- [(3S,11S) -11- 氨基- 4- 氧代- 2,5- 二氮杂双环 [10.3.1] 十六碳- 1(16) ,12,14- 三烯- 3- 基] 乙基} 氨基甲酸叔丁基酯。



[0792] 以与实施例23D中所述程序类似的方式制备N- {2- [(3S,11S) -11- 氨基- 4- 氧代- 2,5- 二氮杂双环 [10.3.1] 十六碳- 1(16) ,12,14- 三烯- 3- 基] 乙基} 氨基甲酸叔丁基酯 (95mg,

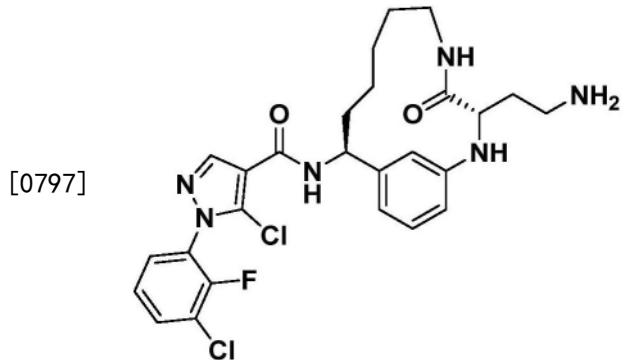
0.182mmol),通过将(R)-2-氨基-3-((叔丁氧基羰基)氨基)丙酸替换为(S)-2-氨基-4-((叔丁氧基羰基)氨基)丁酸。(ESI)m/z:391.2(M+H)⁺。

[0793] 31B。制备N-{2-[(3S,11S)-11-[5-氯-1-(3-氯-2-氟苯基)-1H-吡唑-4-酰胺基]-4-氧代-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]乙基}氨基甲酸叔丁基酯三氟甲基乙酸酯。



[0795] 向RBF加入N-{2-[(3S,11S)-11-[5-氯-1-(3-氯-2-氟苯基)-1H-吡唑-4-酰胺基]-4-氧代-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]乙基}氨基甲酸叔丁基酯(13mg,0.033mmol)、中间体13(9.16mg,0.033mmol)、HATU(18.99mg,0.050mmol)、Hunig碱(0.012mL,0.067mmol)和DMF(0.5mL)。将反应物在rt搅拌16h。将反应物用MeOH和数滴水稀释和使用RP prep-HPLC系统纯化。浓缩期需峰,得到N-{2-[(3S,11S)-11-[5-氯-1-(3-氯-2-氟苯基)-1H-吡唑-4-酰胺基]-4-氧代-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]乙基}氨基甲酸叔丁基酯三氟甲基乙酸酯(17mg,0.022mmol,67.1%收率),作为乳白色固体状物。(ESI)m/z:669.4(M+Na)⁺。

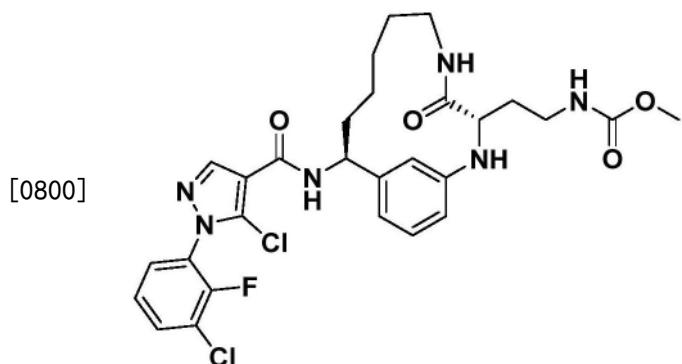
[0796] 31C。制备N-[(3S,11S)-3-(2-氨基乙基)-4-氧代-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-11-基]-5-氯-1-(3-氯-2-氟苯基)-1H-吡唑-4-甲酰胺盐酸盐。



[0798] 向RBF加入N-{2-[(3S,11S)-11-[5-氯-1-(3-氯-2-氟苯基)-1H-吡唑-4-酰胺基]-4-氧代-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]乙基}氨基甲酸叔丁基酯三氟甲基乙酸酯(17mg,0.026mmol)、二噁烷(0.5mL)和HCl(0.656mL,2.63mmol)。将反应物在rt搅拌15分钟。将反应物浓缩,得到N-[(3S,11S)-3-(2-氨基乙基)-4-氧代-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-11-基]-5-氯-1-(3-氯-2-氟苯基)-1H-吡唑-4-甲酰胺三盐酸盐(17mg,0.026mmol,99%收率),作为乳白色固体状物。(ESI)m/z:547.1(M+H)⁺。

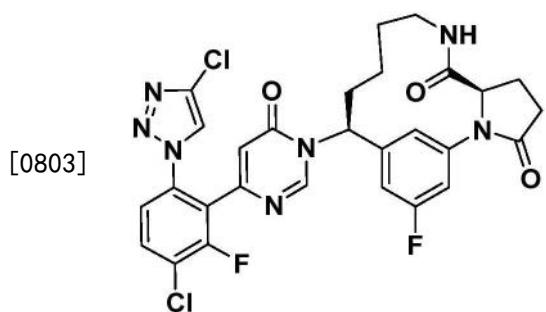
[0799] 实施例31。制备N-{2-[(3S,11S)-11-[5-氯-1-(3-氯-2-氟苯基)-1H-吡唑-4-酰胺

基]-4-氧代-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]乙基}氨基甲酸甲基酯三氟甲基乙酸酯(trifluoromethylacetate)。

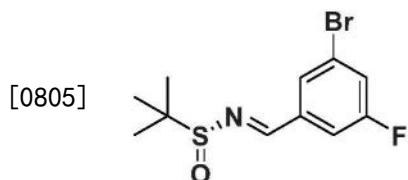


[0801] 向RBF加入N-[(3S,11S)-3-(2-氨基乙基)-4-氧代-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-11-基]-5-氯-1-(3-氯-2-氟苯基)-1H-吡唑-4-甲酰胺盐酸盐(17mg,0.026mmol)、THF(0.5mL)、Et₃N(0.018mL,0.129mmol)和接着加入氯甲酸甲酯(2.005μl,0.026mmol)。将反应物在rt搅拌10分钟。反应物使用RP prep-HPLC纯化,得到N-{2-[(3S,11S)-11-[5-氯-1-(3-氯-2-氟苯基)-1H-吡唑-4-酰胺基]-4-氧代-2,5-二氮杂双环[10.3.1]十六碳-1(16),12,14-三烯-3-基]乙基}氨基甲酸甲基酯三氟甲基乙酸酯(7mg,9.24μmol,35.7%收率),作为白色固体物。(ESI)m/z:605.4(M+H)⁺。¹H NMR(400MHz,CD₃OD)δ8.24(s,1H),7.94(d,J=3.5Hz,1H),7.77(ddd,J=8.2,6.8,1.5Hz,1H),7.52(ddd,J=8.0,6.5,1.8Hz,1H),7.46-7.35(m,2H),7.23-7.10(m,2H),6.98(br.s.,1H),4.90(d,J=4.6Hz,1H),3.94(t,J=7.0Hz,1H),3.67(s,3H),3.41-3.26(m,3H),3.09(d,J=10.3Hz,1H),2.20-2.02(m,3H),1.99-1.83(m,1H),1.54(br.s.,1H),1.41(d,J=4.6Hz,1H),1.38-1.31(m,2H),0.83-0.69(m,1H),0.59(d,J=6.6Hz,1H)。分析型HPLC(方法A)RT=6.516min,纯度=95%。因子XIA Ki=1834nM,血浆激肽释放酶Ki=9494nM。

[0802] 实施例32。制备(6R,13S)-13-{4-[3-氯-6-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)-2-氟苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-16-氟-2,8-二氮杂三环[12.3.1.0^{2,6}]十八碳-1(18),14,16-三烯-3,7-二酮



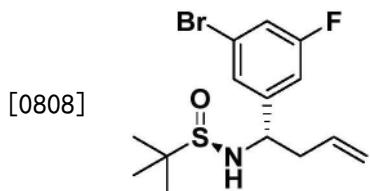
[0804] 32A. 制备(R)-N-[(1E)-(3-溴-5-氟苯基)亚甲基]-2-甲基丙烷-2-亚磺酰胺。



[0806] 向溶解于DCM(200ml)的3-溴-5-氟苯甲醛(25g,123mol)加入(R)-2-甲基丙烷-2-

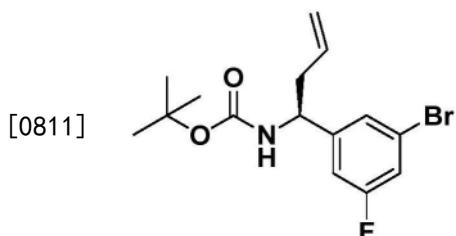
亚磺酰胺 (14.96g, 123mol) 和 Cs_2CO_3 (40.2g, 123mol)。反应混合物在 rt 搅拌过夜。在此时间之后, 将反应混合物过滤和浓缩, 得到黄色油状物。黄色油状物使用 120g 硅胶 ISCO 柱纯化, 用己烷和 EtOAc 洗脱, 得到 (R)-N-[(1E)-(3-溴-5-氟苯基) 亚甲基]-2-甲基丙烷-2-亚磺酰胺 (35g, 93%) , 作为黄色油状物。 ^1H NMR (500MHz, DMSO-d6) δ 8.58-8.55 (m, 1H), 8.05-7.98 (m, 1H), 7.84-7.76 (m, 2H), 1.20 (s, 9H)。LCMS m/z 306.1 (M+H)。

[0807] 32B. 制备 (R)-N-[(1S)-1-(3-溴-5-氟苯基) 丁-3-烯-1-基]-2-甲基丙烷-2-亚磺酰胺。



[0809] 将 N-[(1E)-(3-溴-5-氟苯基) 亚甲基]-2,2-二甲基丙酰胺 (35g, 114mol) 溶解于大的 3 颈 RBF 中的 THF (500ml) 和用 Ar 冲洗。溶液冷却至 0°C, 加入 In 粉末 (18.4g, 160mol) , 接着逐滴加入烯丙基溴 (15.2g, 126mol)。将反应物在 0°C 搅拌 2h, 然后除去冰浴和反应混合物在 rt 搅拌过夜。反应物用水 (2L) 猥灭和凝胶状材料通过 Celite® 过滤。真空浓缩滤液至油状块。将粗材料溶解于水 (2L) 和有机物用 EtOAc (4x200ml) 萃取、经 MgSO_4 干燥、过滤和浓缩, 得到油状物。油状液通过硅胶 ISCO 柱纯化和用 DCM/MeOH 洗脱, 得到 (R)-N-[(1S)-1-(3-溴-5-氟苯基) 丁-3-烯-1-基]-2-甲基丙烷-2-亚磺酰胺 (34.9g, 88% 收率) , 作为半固体块状物。LCMS m/z 348.2 (M+H)。 ^1H NMR (500MHz, DMSO-d6) δ 7.44-7.38 (m, 2H), 7.26-7.20 (m, 1H), 5.79-5.65 (m, 1H), 5.46-5.42 (m, 1H), 5.04-4.98 (m, 2H), 4.41-4.34 (m, 1H), 2.69-2.59 (m, 1H), 2.49-2.43 (m, 1H), 1.09 (s, 9H)

[0810] 32C. 制备 N-[(1S)-1-(3-溴-5-氟苯基) 丁-3-烯-1-基]氨基甲酸叔丁基酯。



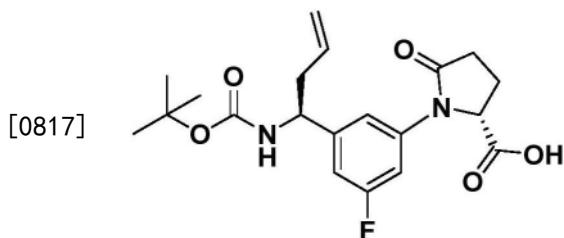
[0812] 向冷却的 (R)-N-[(1S)-1-(3-溴-5-氟苯基) 丁-3-烯-1-基]-2-甲基丙烷-2-亚磺酰胺 (21.9g, 100mol) 溶解于 MeOH (100ml) 的 0°C 溶液逐滴加入浓 HCl (50ml) , 然后在 0°C 搅拌 48h。在此时间之后, 浓缩反应混合物, 得到白色固体块状物。残余物溶解于水 (1000ml) 和有机物用 EtOAc (2x200ml) 萃取、经 MgSO_4 干燥、过滤和浓缩至棕色油状物 (11.5g)。水层用 NaOH 碱化和有机物用 EtOAc (2x300ml) 萃取、经 MgSO_4 干燥、过滤和浓缩至棕色油状物 (18g)。合并的油状物溶解于 DCM (500ml) 和向其中加入 Boc_2O (22g) , 接着加入 TEA (15ml) 和反应混合物在 rt 搅拌过夜。将反应混合物真空浓缩和通过用己烷和 EtOAc 洗脱的 330g 硅胶 ISCO 柱纯化, 得到白色固体状物。白色固体状物用己烷研磨和沉淀物通过过滤收集, 得到 N-[(1S)-1-(3-溴-5-氟苯基) 丁-3-烯-1-基]氨基甲酸酯 (29.5g, 87% 收率)。

[0813] 32D. 制备 (2R)-1-[3-[(1S)-1-[(叔丁氧基) 羰基]氨基]丁-3-烯-1-基]-5-氟苯基]-5-氧代吡咯烷-2-甲酸甲基酯。



[0815] 将 (S) - (1 - (3 - 溴 - 5 - 氟苯基) 丁 - 3 - 烯 - 1 - 基) 氨基甲酸叔丁基酯 (0.5g, 1.453mmol)、(R) - 5 - 氧代吡咯烷 - 2 - 甲酸甲基酯 (0.250g, 1.743mmol)、CsF (0.552g, 3.63mmol)、N,N' - 二甲基乙二胺 (0.016ml, 0.145mmol) 在 THF (2.91ml) 中的混合物用 Ar 脱气。加入 CuI (0.014g, 0.073mmol) 和将反应物搅拌 72h。混合物用 EtOAc 稀释和用饱和 NH₄Cl 水溶液猝灭。水层用 EtOAc (2x) 萃取。合并的有机层用盐水洗涤、干燥 (Na₂SO₄)、过滤和浓缩。粗残余物用硅胶色谱纯化，洗脱使用己烷中的 0 - 100% EtOAc。浓缩合并的流分，得到 366mg (62%) 白色固体状物。LCMS m/z 351.4 (M+H-叔丁基)⁺. ¹H NMR (400MHz, CHCl₃-d) δ 7.36 - 7.29 (m, 1H), 7.12 (s, 1H), 6.79 (dt, J = 9.0, 1.7Hz, 1H), 5.64 (ddt, J = 17.1, 10.2, 7.0Hz, 1H), 5.17 - 5.07 (m, 2H), 4.86 (br.s., 1H), 4.76 - 4.65 (m, 2H), 3.77 - 3.73 (m, 3H), 2.76 (dt, J = 16.7, 9.5Hz, 1H), 2.62 - 2.55 (m, 1H), 2.53 - 2.42 (m, 3H), 2.18 (ddt, J = 12.6, 9.6, 2.8Hz, 1H), 1.48 (br.s., 9H)。

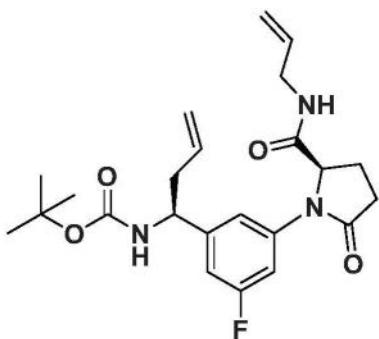
[0816] 32E. 制备 (2R) - 1 - {3 - [(1S) - 1 - {[(叔丁氧基) 羰基] 氨基} 丁 - 3 - 烯 - 1 - 基] - 5 - 氟苯基} - 5 - 氧代吡咯烷 - 2 - 甲酸。



[0818] 向冷却至 0°C 的 (R) - 1 - (3 - ((S) - 1 - ((叔丁氧基羰基) 氨基) 丁 - 3 - 烯 - 1 - 基) - 5 - 氟苯基) - 5 - 氧代吡咯烷 - 2 - 甲酸甲基酯 (0.366g, 0.900mmol) 的 THF (5ml) / 水 (2ml) 溶液加入 LiOH · H₂O (0.151g, 3.60mmol)。在 2h 之后，反应物用 1N HCl (5ml) 和 EtOAc (30ml) 分配。水层用 EtOAc (2x20ml) 萃取。合并的有机层用盐水 (15ml) 洗涤和干燥 (MgSO₄)。过滤和浓缩得到 0.35g (99%) 白色固体状物。LCMS m/z 337.4 (M+H-叔丁基)⁺. ¹H NMR (400MHz, CHCl₃-d) δ 7.02 - 6.83 (m, 1H), 6.74 (br.s., 2H), 5.72 - 5.54 (m, 1H), 5.06 (d, J = 11.0Hz, 2H), 4.77 (br.s., 1H), 2.91 - 2.72 (m, 1H), 2.62 - 2.47 (m, 2H), 2.41 (br.s., 2H), 2.29 (br.s., 1H), 1.51 - 1.25 (m, 9H)

[0819] 32F. 制备 N - [(1S) - 1 - {3 - 氟 - 5 - [(5R) - 2 - 氧代 - 5 - [(丙 - 2 - 烯 - 1 - 基) 氨基甲酰基] 吡咯烷 - 1 - 基] 苯基} 丁 - 3 - 烯 - 1 - 基] 氨基甲酸叔丁基酯。

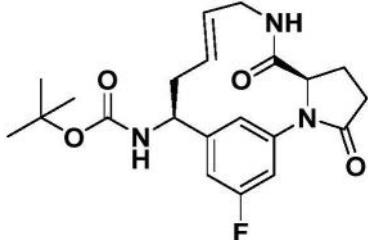
[0820]



[0821] 向冷却至0°C的(R)-1-(S)-1-((叔丁氧基羰基)氨基)丁-3-烯-1-基)-5-氟苯基)-5-氧化吡咯烷-2-甲酸(0.357g, 0.910mmol)的DCM(5ml)溶液加入丙-2-烯-1-胺(0.052g, 0.910mmol)、吡啶(0.368ml, 4.55mmol)和POCl₃(0.085ml, 0.910mmol)。在30分钟之后, 反应物用饱和NaHCO₃水溶液(5ml)猝灭和用EtOAc(3x10ml)萃取。合并的有机层用盐水(5ml)洗涤和干燥(MgSO₄)。粗残余物用硅胶色谱纯化, 洗脱用己烷中的0-100%EtOAc。浓缩合并的流分, 得到248mg(63%)白色固体状物。LCMS m/z 376.4(M+H-叔丁基)⁺。

[0822] 32G. 制备N-[(6R,10E,13S)-16-氟-3,7-二氧化-2,8-二氮杂三环[12.3.1.0^{2,6}]十八碳-1(18),10,14,16-四烯-13-基]氨基甲酸叔丁基酯。

[0823]



[0824] 向用Ar脱气的N-[(1S)-1-{3-氟-5-[(5R)-2-氧化-5-[(丙-2-烯-1-基)氨基甲酰基]吡咯烷-1-基]苯基}丁-3-烯-1-基]氨基甲酸叔丁基酯的DCE(37ml)溶液加入Grubbs II(0.102g, 0.121mmol)和将反应物加热至40°C。在48h之后, 浓缩反应物和残余物用硅胶色谱纯化, 洗脱用DCM/0-10%MeOH。材料通过反相HPLC再纯化, 得到6mg(4.9%)白色固体状物。LCMS m/z 348.3(M+H-叔丁基)。¹H NMR(400MHz, CDCl₃-d) δ 7.83(br.s., 1H), 6.83(d, J=8.6Hz, 1H), 6.29(br.s., 1H), 5.84(br.s., 1H), 5.74(dt, J=15.4, 7.6Hz, 1H), 5.13(br.s., 1H), 4.91(br.s., 1H), 4.62(br.s., 1H), 4.44(br.s., 1H), 3.78(br.s., 1H), 3.61(br.s., 1H), 2.80-2.59(m, 2H), 2.50(d, J=7.0Hz, 2H), 2.21-2.12(m, 1H), 2.05(br.s., 1H), 1.56-1.20(m, 9H)。

[0825] 32F. 制备(6R,13S)-13-氨基-16-氟-2,8-二氮杂三环[12.3.1.0^{2,6}]十八碳-1(18),14,16-三烯-3,7-二酮。

[0826]



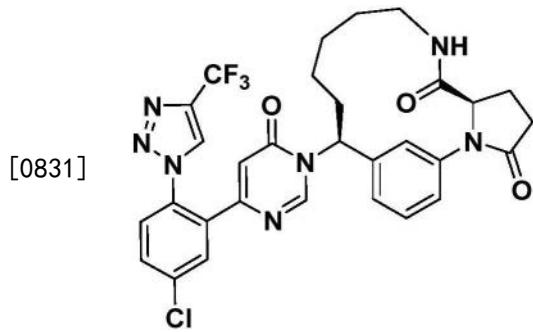
[0827] 将N-[(6R,10E,13S)-16-氟-3,7-二氧化-2,8-二氮杂三环[12.3.1.0^{2,6}]十八碳-1(18),10,14,16-四烯-13-基]氨基甲酸叔丁基酯(6mg, 0.015mmol)的EtOH(5ml)溶液在PtO₂

(3mg) 存在下置于55psi的氢气气下。在5h之后,将反应混合物过滤和浓缩滤液。将减少的产物在50% TFA/DCM (2ml) 中去保护。在24h之后,将反应混合物浓缩至干和使产物溶于DCM/MeOH,通过碱性柱过滤和浓缩滤液,得到(4mg, 88%) 游离碱。LCMS m/z 306.08 ($M+H$)⁺。

[0828] 实施例32。制备 ((6R,13S)-13-{4-[3-氯-6-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)-2-氟苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-16-氟-2,8-二氮杂三环[12.3.1.0^{2,6}]十八碳-1(18), 14,16-三烯-3,7-二酮。

[0829] 向小瓶中的在中间体7中制备的6-(3-氯-6-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)-2-氟苯基) 嘧啶-4-醇、6-(3-氯-6-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)-2-氟苯基) 嘧啶-4-醇(4.27mg, 0.013mmol) 和HATU(6.48mg, 0.017mmol) 加入DBU(2.96μl, 0.020mmol) 的AcN(0.2ml) 溶液。在30分钟之后,加入(6R,13S)-13-氨基-16-氟-2,8-二氮杂三环[12.3.1.0^{2,6}]十八碳-1(18), 14,16-三烯-3,7-二酮(0.004g, 0.013mmol) 与DMF(0.2ml) 和将反应物搅拌24h。将反应混合物过滤和通过反相HPLC纯化,得到(6R,13S)-13-{4-[3-氯-6-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)-2-氟苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-16-氟-2,8-二氮杂三环[12.3.1.0^{2,6}]十八碳-1(18), 14,16-三烯-3,7-二酮(1.8mgs, 21%)。LCMS m/z 614.4 ($M+H$)⁺. ¹H NMR (500MHz, DMSO-d₆) δ 8.73 (d, J=7.3Hz, 1H), 8.70 (s, 1H), 8.65 (s, 1H), 8.01 (t, J=8.1Hz, 1H), 7.77-7.64 (m, 2H), 7.19-7.09 (m, 1H), 6.68 (s, 1H), 6.46 (d, J=9.2Hz, 1H), 5.57 (d, J=10.4Hz, 1H), 4.87 (t, J=7.5Hz, 1H), 2.72-2.60 (m, 3H), 2.36-2.25 (m, 2H), 2.10 (br.s., 1H), 2.03-1.97 (m, 1H), 1.55-1.44 (m, 2H), 1.20 (br.s., 1H), 1.05 (d, J=6.1Hz, 2H)。分析型HPLC (方法C) RT=1.475分钟, 纯度=96%; 因子XIA Ki=77.5nM, 血浆激肽释放酶Ki 5304nM。

[0830] 实施例33 (6R,14S)-14-{4-[5-氯-2-[4-(三氟甲基)-1H-1,2,3-三唑-1-基]苯基]-6-氧化-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,8-二氮杂三环[13.3.1.0^{2,6}]十九碳-1(19), 15,17-三烯-3,7-二酮。



[0832] 33A. 制备 (6R,14S)-14-氨基-2,8-二氮杂三环[13.3.1.0^{2,6}]十九碳-1(19), 15, 17-三烯-3,7-二酮。



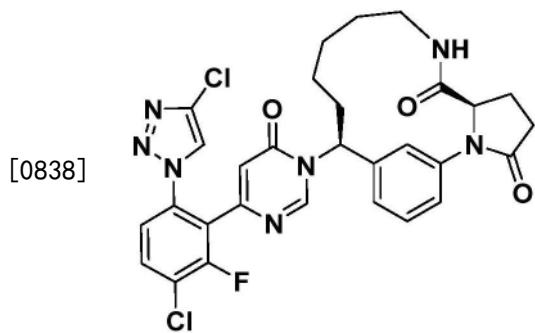
[0834] 以与(6R,13S)-13-氨基-16-氟-2,8-二氮杂三环[12.3.1.0^{2,6}]十八碳-1(18), 14, 16-三烯-3,7-二酮类似的方式制备 (6R,14S)-14-氨基-2,8-二氮杂三环[13.3.1.0^{2,6}]十九

碳-1(19),15,17-三烯-3,7-二酮,通过用(S)-[1-(3-溴苯基)丁-3-烯-1-基]氨基甲酸叔丁基酯、如在中间体1中所述制备的N-[[(1S)-1-(3-溴苯基)丁-3-烯-1-基]氨基甲酸叔丁基酯替代(S)-[1-(3-溴-5-氟苯基)丁-3-烯-1-基]氨基甲酸叔丁基酯和用丁-3-烯-1-胺替代丙-2-烯-1-胺,得到(41mg,50%),作为深色固体状物。LCMS m/z302.08 (M+H)⁺。

[0835] 实施例33.制备(6R,14S)-14-(4-{5-氯-2-[4-(三氟甲基)-1H-1,2,3-三唑-1-基]苯基}-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基)-2,8-二氮杂三环[13.3.1.0^{2,6}]十九碳-1(19),15,17-三烯-3,7-二酮。

[0836] 向小瓶中的如中间体6中所述制备的6-{5-氯-2-[4-(三氟甲基)-1H-1,2,3-三唑-1-基]苯基}嘧啶-4-醇(0.018g,0.053mmol)和HATU(0.026g,0.069mmol)加入DBU(0.012ml,0.080mmol)的AcN(0.4ml)溶液。在30分钟之后,加入(6R,14S)-14-氨基-2,8-二氮杂三环[13.3.1.0^{2,6}]十九碳-1(19),15,17-三烯-3,7-二酮(0.016g,0.053mmol)的DMF(0.2ml)溶液。在24h之后,将反应混合物通过反相HPLC纯化和冷冻干燥,得到(7.8mg,22%)白色固体状物。LCMS (ESI) m/z:626.08 (M+H). ¹H NMR (400MHz, CD₃OD-d₄) δ 7.97-7.89 (m, 2H), 7.82-7.76 (m, 1H), 7.75-7.69 (m, 1H), 7.40 (t, J=8.0Hz, 1H), 7.21-7.15 (m, 1H), 6.99-6.87 (m, 1H), 6.52-6.44 (m, 1H), 5.74 (dd, J=13.2, 3.1Hz, 1H), 5.02-4.94 (m, 1H), 3.68-3.54 (m, 1H), 2.93-2.84 (m, 1H), 2.77-2.68 (m, 2H), 2.55-2.42 (m, 2H), 2.38-2.33 (m, 2H), 2.21-2.11 (m, 1H), 2.03-1.92 (m, 2H), 1.89-1.79 (m, 2H), 1.72-1.64 (m, 1H), 1.45-1.32 (m, 2H), 1.14-1.05 (m, 1H)。分析型HPLC(方法A) RT=8.18min, 纯度=95%; 因子XIA Ki=12nM, 血浆激肽释放酶Ki319.2nM。

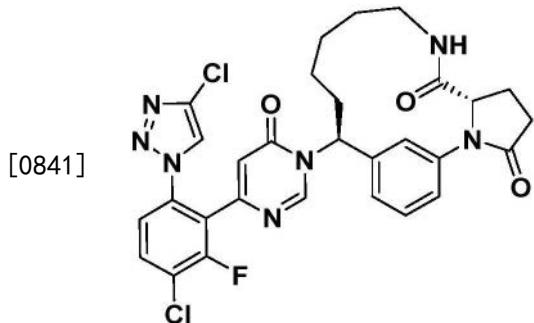
[0837] 实施例34.制备(6R,14S)-14-{4-[3-氯-6-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)-2-氟苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,8-二氮杂三环[13.3.1.0^{2,6}]十九碳-1(19),15,17-三烯-3,7-二酮。



[0839] 以与(6R,14S)-14-(4-{5-氯-2-[4-(三氟甲基)-1H-1,2,3-三唑-1-基]苯基}-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基)-2,8-二氮杂三环[13.3.1.0^{2,6}]十九碳-1(19),15,17-三烯-3,7-二酮类似的方式制备(6R,14S)-14-{4-[3-氯-6-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)-2-氟苯基]-6-氧代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,8-二氮杂三环[13.3.1.0^{2,6}]十九碳-1(19),15,17-三烯-3,7-二酮(10.9mg,28%),用6-(3-氯-6-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)-2-氟苯基)嘧啶-4-醇替代6-{5-氯-2-[4-(三氟甲基)-1H-1,2,3-三唑-1-基]苯基}嘧啶-4-醇。LCMS (ESI) m/z:610.3 (M+H). ¹H NMR (500MHz, CD₃OD) δ 88.68 (s, 1H), 8.43-8.29 (m, 1H), 7.95 (dd, J=8.1, 1.5Hz, 1H), 7.87 (dd, J=8.7, 7.6Hz, 1H), 7.63-7.55 (m, 1H), 7.44 (t, J=8.0Hz, 1H), 7.18 (s, 1H), 6.87 (d, J=7.7Hz, 1H), 6.62 (s, 1H), 5.75 (dd, J=13.1, 2.9Hz, 1H), 4.95 (t, J=7.4Hz, 1H), 3.80 (s, 1H), 3.69-3.57 (m, 1H), 2.89 (dt, J=13.8, 4.2Hz, 1H), 2.77-2.64 (m,

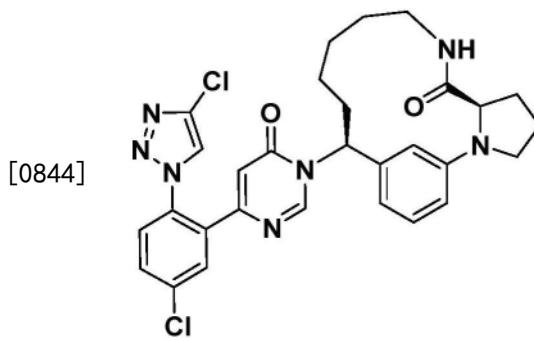
2H), 2.52-2.41(m, 1H), 2.41-2.34(m, 1H), 2.23-2.09(m, 1H), 2.00-1.93(m, 1H), 1.86-1.75(m, 2H), 1.71-1.61(m, 1H), 1.49-1.28(m, 2H), 1.08(d, J=12.7Hz, 1H)。分析型HPLC(方法C)RT=1.53min, 纯度=100%; 因子XIA Ki=6nM, 血浆激肽释放酶Ki 133.5nM。

[0840] 实施例35. 制备 (6S,14S)-14-{4-[3-氯-6-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)-2-氟苯基]-6-氧化代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,8-二氮杂三环[13.3.1.0^{2,6}]十九碳-1(19),15,17-三烯-3,7-二酮。



[0842] 以与 (6R,14S)-14-{4-[3-氯-6-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)-2-氟苯基]-6-氧化代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,8-二氮杂三环[13.3.1.0^{2,6}]十九碳-1(19),15,17-三烯-3,7-二酮类似的方式制备 (6S,14S)-14-{4-[3-氯-6-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)-2-氟苯基]-6-氧化代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,8-二氮杂三环[13.3.1.0^{2,6}]十九碳-1(19),15,17-三烯-3,7-二酮(14mg, 27.9%), 用(S)-5-氧化代吡咯烷-2-甲酸乙基酯替代(R)-5-氧化代吡咯烷-2-甲酸乙基酯。LCMS (ESI) m/z: 610.08 (M+H). ¹H NMR (400MHz, CD₃OD) δ 8.42-8.34(m, 1H), 8.34-8.28(m, 2H), 8.09(dd, J=8.3, 1.2Hz, 1H), 7.93-7.82(m, 1H), 7.60-7.53(m, 1H), 7.44(t, J=8.0Hz, 1H), 7.22(s, 1H), 7.14(d, J=7.7Hz, 1H), 6.69-6.60(m, 1H), 5.81(dd, J=12.4, 3.4Hz, 1H), 3.69-3.55(m, 1H), 3.52-3.45(m, 1H), 3.10-2.97(m, 1H), 2.86-2.71(m, 1H), 2.71-2.59(m, 1H), 2.53-2.43(m, 2H), 2.21-2.11(m, 1H), 2.01-1.92(m, 1H), 1.75-1.61(m, 2H), 1.41-1.33(m, 3H)。分析型HPLC(方法A)RT=7.54min, 纯度=97%; 因子XIA Ki=5168nM, 血浆激肽释放酶Ki 11,140nM。

[0843] 实施例36. 制备 (6R,14S)-14-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,8-二氮杂三环[13.3.1.0^{2,6}]十九碳-1(19),15,17-三烯-7-酮。

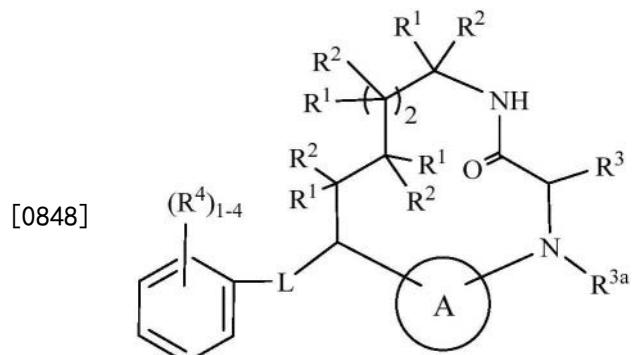


[0845] 以与 (6R,14S)-14-{4-[5-氯-2-[4-(三氟甲基)-1H-1,2,3-三唑-1-基]苯基]-6-氧化代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,8-二氮杂三环[13.3.1.0^{2,6}]十九碳-1(19),15,17-三烯-3,7-二酮类似的方式制备 (6R,14S)-14-{4-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]-6-氧化代-1,6-二氢嘧啶-1-基}-2,8-二氮杂三环[13.3.1.0^{2,6}]十九碳-1(19),15,17-三烯-7-酮。

酮(5.1mg,8%)，用 K_2CO_3 替代 CsF ，用(R)-吡咯烷-2-甲酸替代(R)-5-氧代吡咯烷-2-甲酸甲基酯和用在中间体5中制备的6-[5-氯-2-(4-氯-1H-1,2,3-三唑-1-基)苯基]嘧啶-4-醇替代6-{5-氯-2-[4-(三氟甲基)-1H-1,2,3-三唑-1-基]苯基}嘧啶-4-醇。LCMS (ESI) m/z: 578.3 (M+H). ^{+1}H NMR (400MHz, CD₃OD) δ 8.59 (s, 1H), 8.36 (s, 1H), 8.24 (d, J=4.8Hz, 1H), 7.93-7.89 (m, 1H), 7.80-7.75 (m, 1H), 7.72-7.67 (m, 1H), 7.21 (t, J=7.9Hz, 1H), 6.69-6.60 (m, 2H), 6.45 (d, J=0.9Hz, 1H), 6.18 (d, J=7.9Hz, 1H), 5.73 (dd, J=12.5, 2.6Hz, 1H), 4.37 (dd, J=8.4, 4.8Hz, 1H), 3.66-3.52 (m, 2H), 3.50-3.42 (m, 1H), 3.13-3.02 (m, 1H), 2.47-2.37 (m, 1H), 2.28-2.16 (m, 2H), 2.11-2.03 (m, 2H), 1.96-1.84 (m, 2H), 1.61 (dd, J=9.8, 5.6Hz, 1H), 1.41-1.25 (m, 3H)。分析型HPLC(方法A) RT=8.89min, 纯度=95%；因子XIA Ki = 8nM, 血浆激肽释放酶Ki 133.2nM。

[0846] 综上所述,本申请包括但不限于以下各项:

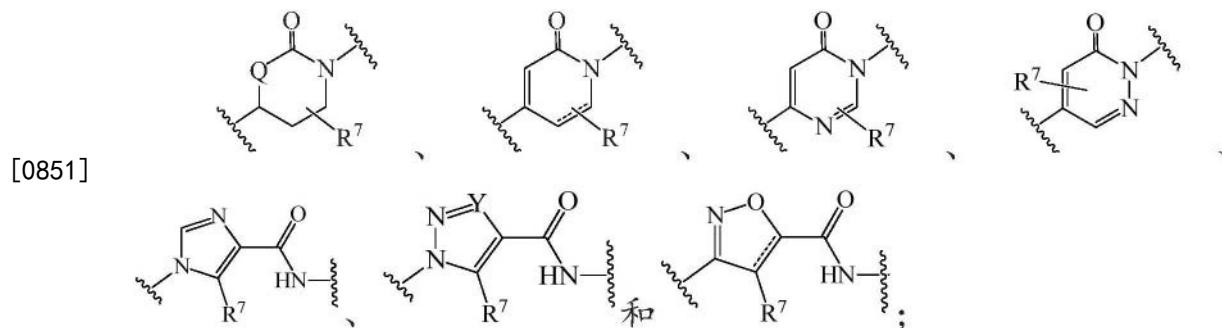
[0847] 1.式(I)化合物:



(I)

[0849] 或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐,其中:

[0850] L独立选自

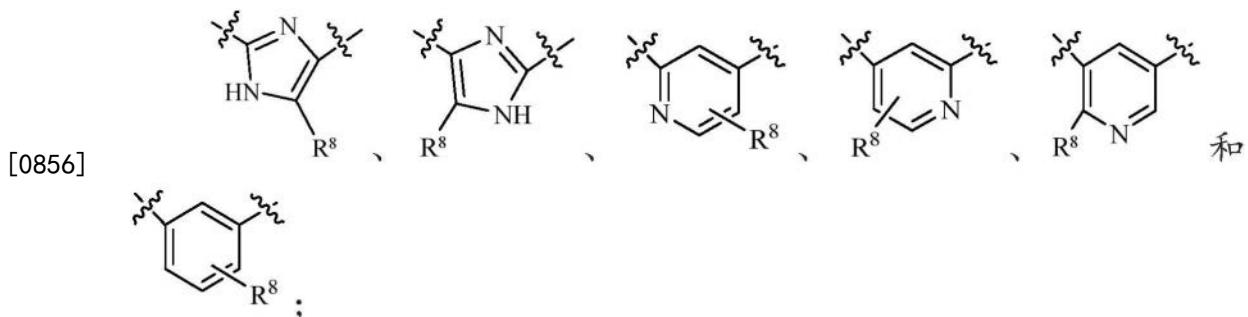


[0852] ----是任选的键;

[0853] Q独立选自O、NH和CH₂;

[0854] Y独立选自N和CR⁷;

[0855] 环A独立选自



[0857] R^1 和 R^2 独立选自H、卤素、被0-4个 R^e 取代的 C_{1-4} 烷基、 OR^b 和被1-4个 R^6 取代的 C_{3-5} 环烷基；

[0858] R^3 独立选自H、被1-5个 R^5 取代的 C_{1-4} 烷基、被1-5个 R^5 取代的 C_{2-4} 烯基、被1-5个 R^5 取代的 C_{2-4} 炔基、 CN 、 $-(CH_2)_n-OR^b$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-C(=O)R^b$ 、 $-(CH_2)_n-C(=O)OR^b$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aC(=O)OR^b$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aC(=O)R^b$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aC(N-CN)NR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aC(NH)NR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-N=CR^bNR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aC(=O)NR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-C(=O)NR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aC(=S)NR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-S(=O)_pR^c$ 、 $-(CH_2)_n-S(=O)_pNR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aS(=O)_pNR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aS(=O)_pR^c$ 、被1-5个 R^5 取代的 $-(CR_dR_d)_n-C_{3-10}$ 碳环基和被1-5个 R^5 取代的 $-(CR_dR_d)_n-4-至10-元杂环基$ ；任选地，所述碳环基和杂环基上的两个相邻的 R^3 基可形成被1-5个 R^5 取代的环；

[0859] R^{3a} 独立选自H和 C_{1-4} 烷基；

[0860] 备选地， R^{3a} 和 R^3 一起形成包含碳原子和1-3个选自选自O、 NR^{3b} 、S的杂原子的杂环，其中所述杂环被 R^{3c} 取代；

[0861] R^{3b} 独立选自H、被1-5个 R^5 取代的 C_{1-4} 烷基、 $-(CH_2)_n-C(=O)R^b$ 、 $-(CH_2)_n-C(=O)OR^b$ 、 $-(CH_2)_n-C(=O)NR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-NHC(=O)OR^b$ 、 $-(CH_2)_n-S(=O)_pR^c$ 、 $-(CH_2)_n-S(=O)_pNR^aR^a$ 、被1-5个 R^5 取代的 $-(CR_dR_d)_n-C_{3-10}$ 碳环基和被1-5个 R^5 取代的 $-(CR_dR_d)_n-4-至10-元杂环基$ ；

[0862] R^{3c} 独立选自H、 NO_2 、=O、卤素、被1-5个 R^5 取代的 C_{1-4} 烷基、被1-5个 R^5 取代的 C_{2-4} 烯基、被1-5个 R^5 取代的 C_{2-4} 炔基、 CN 、 $-(CH_2)_n-OR^b$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-C(=O)R^b$ 、 $-(CH_2)_n-C(=O)OR^b$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aC(=O)OR^b$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aC(=O)R^b$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aC(N-CN)NR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aC(NH)NR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-N=CR^bNR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aC(=O)NR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-C(=O)NR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aC(=S)NR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-S(=O)_pR^c$ 、 $-(CH_2)_n-S(=O)_pNR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aS(=O)_pNR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aS(=O)_pR^c$ 、被1-5个 R^5 取代的 $-(CR_dR_d)_n-C_{3-10}$ 碳环基和被1-5个 R^5 取代的 $-(CR_dR_d)_n-4-至10-元杂环基$ ；

[0863] R^4 独立选自H、卤素、 CN 、 $-(CH_2)_nNR^aR^a$ 、被1-5个 R^{10} 取代的 C_{1-6} 烷基、 $-(CH_2)_nOR^b$ 、 $-(CH_2)_nC(=O)R^b$ 、 $-(CH_2)_nC(=O)OR^b$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aC(=O)OR^b$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aC(=O)R^b$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aC(N-CN)NR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aC(NH)NR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-N=CR^bNR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aC(=O)NR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-C(=O)NR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aC(=S)NR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-S(=O)_pR^c$ 、 $-(CH_2)_n-S(=O)_pNR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aS(=O)_pNR^aR^a$ 、 $-(CH_2)_n-NR^aS(=O)_pR^c$ 、被1-5个 R^{10} 取代的 $-(CH_2)_n-芳基$ 、被1-5个 R^{10} 取代的 $-(CH_2)_n-C_{3-6}$ 环烷基和被1-5个 R^{10} 取代的 $-(CH_2)_n-4-6$ 元杂环基；

[0864] R^5 在每次出现时独立选自H、D、 $-(CH_2)_n-OR^b$ 、=O、 $-(CH_2)_nNH_2$ 、 $-(CH_2)_nCN$ 、卤素、 C_{1-6} 烷基、 $-(CH_2)_n-C(=O)OR^b$ 、 $-(CH_2)_n-OR^b$ 、被0-5个 R^e 取代的 $-(CH_2)_n-C_{3-10}$ 碳环基、被0-5个 R^e 取代的 $-(CH_2)_n-4-至10-元杂环基$ 和被0-5个 R^e 取代的 $-O-4-至10-元杂环基$ ；

[0865] R⁶独立选自H、OH、=O、-(CH₂)_nNH₂、-(CH₂)_nCN、卤素、C₁₋₆烷基、-(CH₂)_n-C(=O)OH、-(CH₂)_n-C(=O)OC₁₋₄烷基、-(CH₂)_n-OC₁₋₄烷基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-4-至10-元杂环和被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-4-至10-元杂环；

[0866] R⁷独立选自H、CN、OR^b、卤素、NR^aR^a和被0-5个R^e取代的C₁₋₃烷基；

[0867] R⁸独立选自H、OH、F、Cl、Br、C₁₋₄烷基、C₁₋₄烷氧基、CF₃、CN、C₃₋₆环烷基、芳基和5-至6-元杂环；

[0868] R¹⁰在每次出现时独立选自H、卤素、CN、NO₂、=O、C(=O)NR^aR^a、C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-OR^b、-(CH₂)_n-NR^aR^a、C(=NOH)NH₂、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、被0-5个R^e取代的芳基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₆环烷基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-0-4-至10-元杂环基；

[0869] R^a在每次出现时独立选自H、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基和被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-杂环基；或R^a和R^a与它们两者相连的氮原子一起形成被0-5个R^e取代的杂环；

[0870] R^b在每次出现时独立选自H、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基和被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-杂环基；

[0871] R^c在每次出现时独立选自被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、C₃₋₆碳环基和杂环基；

[0872] R^d在每次出现时独立选自H和被0-5个R^e取代的C₁₋₄烷基；

[0873] R^e在每次出现时独立选自F、Cl、Br、CN、NO₂、=O、被0-5个R^f取代的C₁₋₆烷基、C₂₋₆烯基、C₂₋₆炔基、-(CH₂)_n-C₃₋₆环烷基、-(CH₂)_n-芳基、-(CH₂)_n-杂环基、CO₂H、-(CH₂)_nOR^f、SR^f和-(CH₂)_nNR^fR^f；

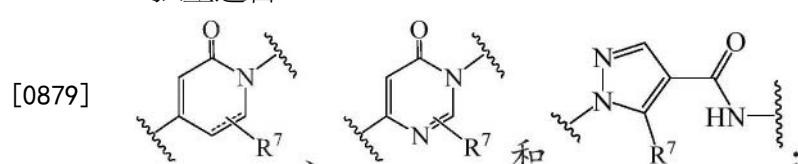
[0874] R^f在每次出现时独立选自H、被F、Cl、Br任选取代的C₁₋₅烷基、C₃₋₆环烷基和苯基，或R^f和R^f与它们两者相连的氮原子一起形成被C₁₋₄烷基任选取代的杂环；

[0875] n在每次出现时是独立选自0、1、2、3和4的整数；和

[0876] p在每次出现时是独立选自0、1和2的整数。

[0877] 2.项1的化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐，其中：

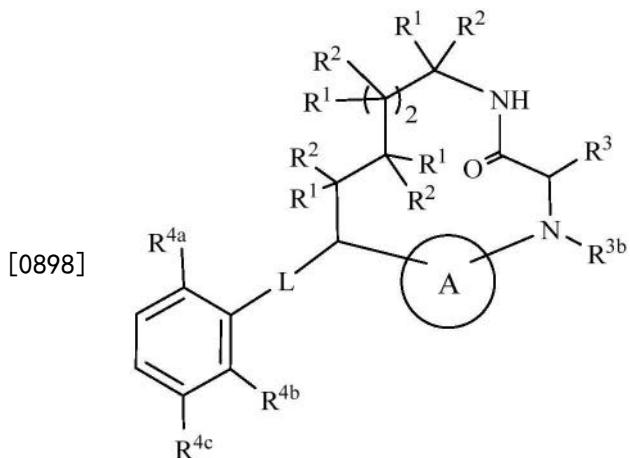
[0878] L独立选自



[0880] R¹和R²独立选自H、卤素、C₁₋₄烷基、OR^b和C₃₋₅环烷基；

[0881] R³独立选自H、被1-5个R⁵取代的C₁₋₄烷基、被1-5个R⁵取代的C₂₋₄烯基、被1-5个R⁵取代的C₂₋₄炔基、CN、-OR^b、-(CH₂)_n-NR^aR^a、-(CH₂)_n-C(=O)R^b、-(CH₂)_n-C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)OR^b、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)R^b、-NR^aC(=O)NR^aR^a、-C(=O)NR^aR^a、-NR^aC(=S)NR^aC(=O)R^b、-S(=O)_pR^c、-S(=O)_pNR^aR^a、-NR^aS(=O)_pNR^aR^a、-NR^aS(=O)_pR^c、被1-5个R⁵取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基和被1-5个R⁵取代的-(CH₂)_n-4-至10-元杂环基；任选地，所述碳环基和杂环基上的两个相邻的R³基可形成被1-5个R⁵取代的环；

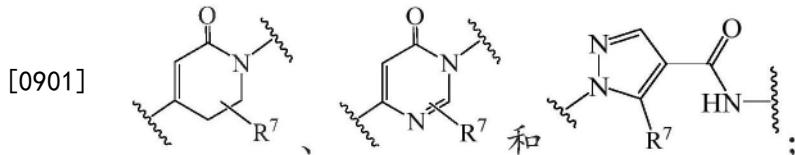
- [0882] R^{3a} 独立选自H和C₁₋₄烷基；
- [0883] 备选地， R^{3a} 和R³一起形成包含碳原子和1-3个NR^{3b}的杂环，其中所述杂环被R^{3c}取代；
- [0884] R^{3b}独立选自H、被1-5个R⁵取代的C₁₋₄烷基、-(CH₂)_n-C(=O)R^b、-(CH₂)_n-C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-C(=O)NR^aR^a、-(CH₂)_n-NHC(=O)OR^b、-(CH₂)_n-S(=O)_pR^c、-(CH₂)_n-S(=O)_pNR^aR^a、被1-5个R⁵取代的-(CR_dR_d)_n-C₃₋₁₀碳环基和被1-5个R⁵取代的-(CR_dR_d)_n-4-至10-元杂环基；
- [0885] R^{3c}独立选自H、NO₂、=O、卤素和被1-5个R⁵取代的C₁₋₄烷基；
- [0886] R⁴独立选自H、卤素、CN、被1-5个R¹⁰取代的C₁₋₆烷基、-OR^b、被1-5个R¹⁰取代的-(CH₂)_n-芳基、被1-5个R¹⁰取代的-(CH₂)_n-C₃₋₆环烷基和被1-5个R¹⁰取代的-(CH₂)_n-4-6元杂环基；
- [0887] R⁵在每次出现时独立选自H、D、-(CH₂)_n-OR^b、=O、-(CH₂)_nNH₂、-(CH₂)_nCN、卤素、C₁₋₆烷基、-(CH₂)_n-C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-OR^b、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-4-至10-元杂环基和被0-5个R^e取代的-O-4-至10-元杂环基；
- [0888] R⁷独立选自H、OR^b、卤素、NR^aR^a和C₁₋₃烷基；
- [0889] R¹⁰在每次出现时独立选自H、卤素、CN、NO₂、=O、C(=O)NR^aR^a、C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-OR^b、-(CH₂)_n-NR^aR^a、C(=NOH)NH₂、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、被0-5个R^e取代的芳基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₆环烷基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-O-4-至10-元杂环基；
- [0890] R^a在每次出现时独立选自H、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基和被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-杂环基；或R^a和R^a与它们两者相连的氮原子一起形成被0-5个R^e取代的杂环；
- [0891] R^b在每次出现时独立选自H、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R_e取代的C₂₋₆炔基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基和被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-杂环基；
- [0892] R^c在每次出现时独立选自被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、C₃₋₆碳环基和杂环基；
- [0893] R^e在每次出现时独立选自F、Cl、Br、CN、NO₂、=O、被0-5个R^f取代的C₁₋₆烷基、C₂₋₆烯基、C₂₋₆炔基、-(CH₂)_n-C₃₋₆环烷基、-(CH₂)_n-芳基、-(CH₂)_n-杂环基、CO₂H、-(CH₂)_nOR^f、SR^f和-(CH₂)_nNR^fR^f；
- [0894] R^f在每次出现时独立选自H、被F、Cl、Br任选取代的C₁₋₅烷基、C₃₋₆环烷基和苯基，或R^f和R^f与它们两者相连的氮原子一起形成被C₁₋₄烷基任选取代的杂环；
- [0895] n在每次出现时是独立选自0、1、2、3和4的整数；和
- [0896] p在每次出现时是独立选自0、1和2的整数。
- [0897] 3.项2的化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐，所述化合物具有式(II)：



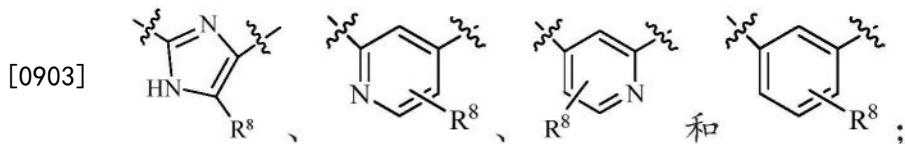
(II)

[0899] 其中：

[0900] L独立选自



[0902] 环A独立选自

[0904] R¹和R²独立选自H、卤素、C₁₋₄烷基和OH；[0905] R³独立选自-(CH₂)_n-NR^aR^a、-(CH₂)_n-C(=O)R^b、-(CH₂)_n-C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)OR^b、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)R^b、-NR^aC(=O)NR^aR^a、-C(=O)NR^aR^a；[0906] R^{3a}独立选自H和C₁₋₄烷基；[0908] R^{3b}独立选自H、被1-5个R⁵取代的C₁₋₄烷基、-(CH₂)_n-C(=O)R^b、-(CH₂)_n-C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-C(=O)NR^aR^a、-(CH₂)_n-NHC(=O)OR^b、-(CH₂)_n-S(=O)pR^c、-(CH₂)_n-S(=O)pNR^aR^a、被1-5个R⁵取代的-(CR_dR_d)_n-C₃₋₁₀碳环基和被1-5个R⁵取代的-(CR_dR_d)_n-4-至10-元杂环基；[0909] R^{3c}独立选自H、=O和被1-5个R⁵取代的C₁₋₄烷基；[0910] R^{4a}独立选自H、卤素、CN、OCH₃、OCF₃、CH₃、C(=O)CH₃、CHF₂、CF₃、CCH₃F₂、OCHF₂、芳基、C₃₋₆环烷基和4-6元杂环，其中所述芳基、环烷基和杂环被R¹⁰任选取代；[0911] R^{4b}独立选自H和卤素；[0912] R^{4c}独立选自H、F、Cl、甲基、乙基、异丙基和OCH₃；[0913] R⁵在每次出现时独立选自H、D、-(CH₂)_n-OR^b、=O、-(CH₂)_nNH₂、-(CH₂)_nCN、卤素、C₁₋₆烷基、-(CH₂)_n-C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-OR^b、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基、被0-5个R^e取

代的- $(\text{CH}_2)_n$ -4-至10-元杂环基和被0-5个R^e取代的-0-4-至10-元杂环基；

[0914] R⁷独立选自H和C₁₋₃烷基；

[0915] R¹⁰在每次出现时独立选自H、卤素、CN、NO₂、=O、C(=O)NR^aR^a、C(=O)OR^b、- $(\text{CH}_2)_n$ -OR^b、- $(\text{CH}_2)_n$ -NR^aR^a、C(=NOH)NH₂、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、被0-5个R^e取代的芳基、被0-5个R^e取代的- $(\text{CH}_2)_n$ -C₃₋₆环烷基、被0-5个R^e取代的- $(\text{CH}_2)_n$ -0-4-至10-元杂环基；

[0916] R^a在每次出现时独立选自H、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、被0-5个R^e取代的- $(\text{CH}_2)_n$ -C₃₋₁₀碳环基和被0-5个R^e取代的- $(\text{CH}_2)_n$ -杂环基；或R^a和R^a与它们两者相连的氮原子一起形成被0-5个R^e取代的杂环；

[0917] R^b在每次出现时独立选自H、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、被0-5个R^e取代的- $(\text{CH}_2)_n$ -C₃₋₁₀碳环基和被0-5个R^e取代的- $(\text{CH}_2)_n$ -杂环基；

[0918] R^c在每次出现时独立选自被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、C₃₋₆碳环基和杂环基；

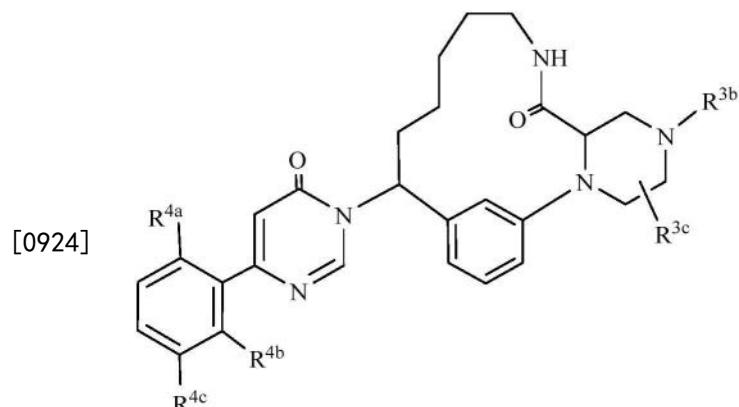
[0919] R^e在每次出现时独立选自F、Cl、Br、CN、NO₂、=O、被0-5个R^f取代的C₁₋₆烷基、C₂₋₆烯基、C₂₋₆炔基、- $(\text{CH}_2)_n$ -C₃₋₆环烷基、- $(\text{CH}_2)_n$ -芳基、- $(\text{CH}_2)_n$ -杂环基、CO₂H、- $(\text{CH}_2)_n$ OR^f、SR^f和- $(\text{CH}_2)_n$ NR^fR^f；

[0920] R^f在每次出现时独立选自H、被F、Cl、Br任选取代的C₁₋₅烷基、C₃₋₆环烷基和苯基，或R^f和R^f与它们两者相连的氮原子一起形成被C₁₋₄烷基任选取代的杂环；

[0921] n在每次出现时是独立选自0、1、2、3和4的整数；和

[0922] p在每次出现时是独立选自0、1和2的整数。

[0923] 4. 项3的化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐，所述化合物具有式(III)：



(III)

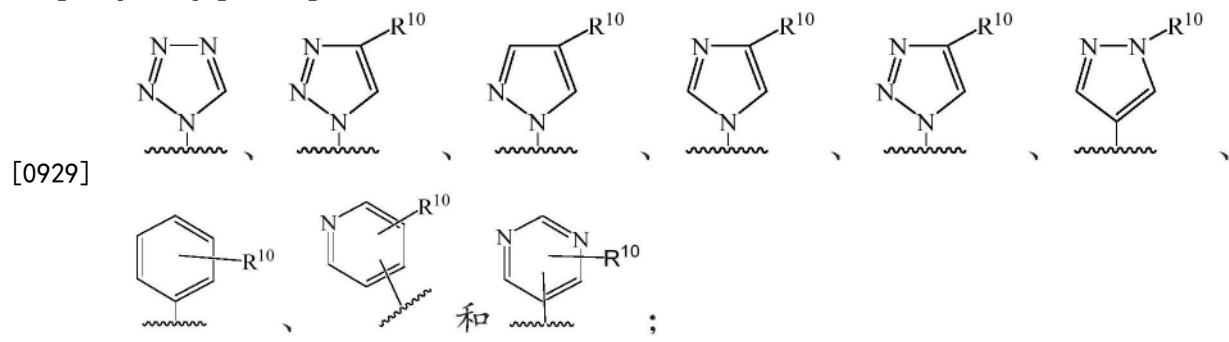
[0925] 其中：

[0926] R^{3b}独立选自H、C₁₋₄烷基、- $(\text{CH}_2)_n$ -C(=O)R^b、- $(\text{CH}_2)_n$ -C(=O)OR^b、- $(\text{CH}_2)_n$ -C(=O)NR^aR^a、- $(\text{CH}_2)_n$ -S(=O)_pR^c、-S(=O)_pNR^aR^a、被1-5个R⁵取代的- $(\text{CH}_2)_n$ -C₃₋₁₀碳环基和被1-5个R⁵取代的- $(\text{CR}_d\text{R}_d)_n$ -4-至10-元杂环基；

[0927] R^{3c}独立选自H和=O；

[0928] R^{4a}独立选自H、F、Cl、Br、CN、OCH₃、OCF₃、CH₃、C(=O)C₁₋₄烷基、C(=O)OC₁₋₄烷基、

CHF₂、CF₃、CCH₃F₂、OCHF₂、



[0930] R^{4b}独立选自H和F;

[0931] R^{4c}独立选自H、F、Cl、甲基、乙基、异丙基和OCH₃;

[0932] R¹⁰在每次出现时独立选自H、F、Cl、Br、C(=O)NR^aR^a、C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-OR^b、-(CH₂)_n-NR^aR^a、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的芳基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₆环烷基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-0-4-至10-元杂环基。

[0933] R^a在每次出现时独立选自H、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基和被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-杂环基;

[0934] R^b在每次出现时独立选自H、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基和被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-杂环基:

[0935] R^c在每次出现时是被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基;

[0936] R^e在每次出现时独立选自F、Cl、Br、CN、NO₂、=O、被0-5个R^f取代的C₁₋₆烷基、C₂₋₆烯基、C₂₋₆炔基、-(CH₂)_n-C₃₋₆环烷基、-(CH₂)_n-芳基、-(CH₂)_n-杂环基、CO₂H、-(CH₂)_nOR^f、SR^f和-(CH₂)_nNR^fR^f;

[0937] R^f在每次出现时独立选自H、被F、Cl、Br任选取代的C₁₋₅烷基、C₃₋₆环烷基和苯基;

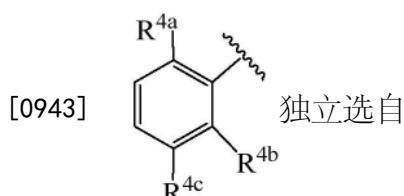
[0938] n在每次出现时是独立选自0、1、2、3和4的整数;和

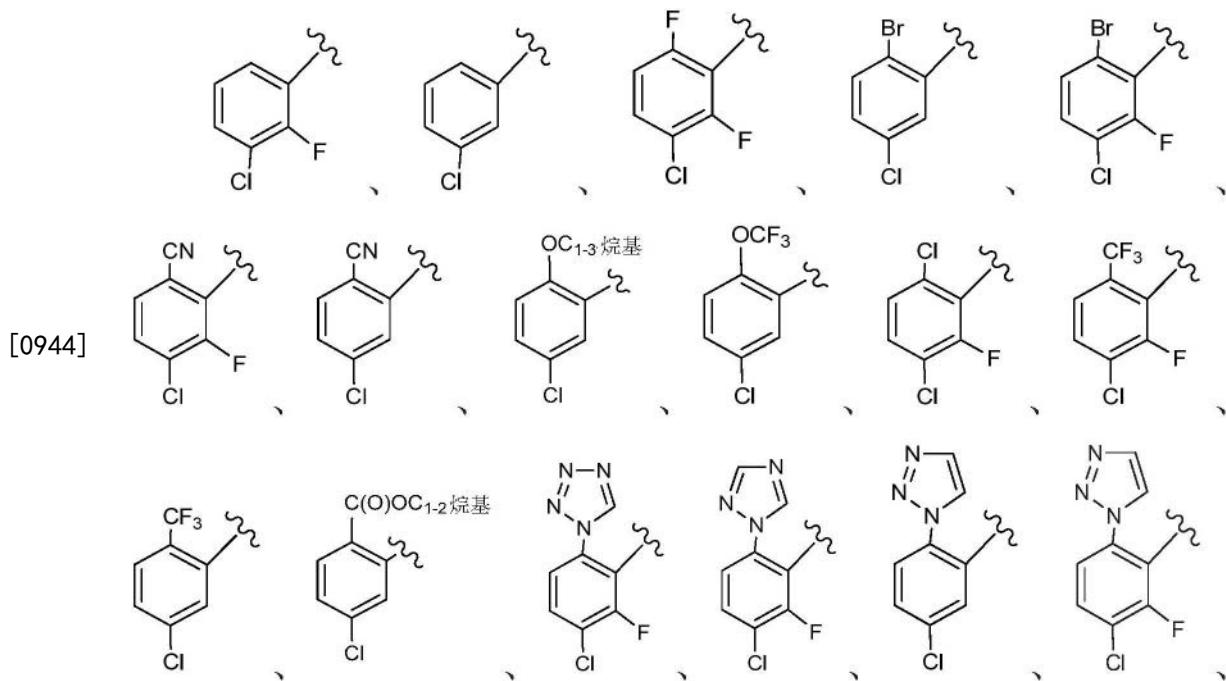
[0939] p在每次出现时是独立选自0、1和2的整数。

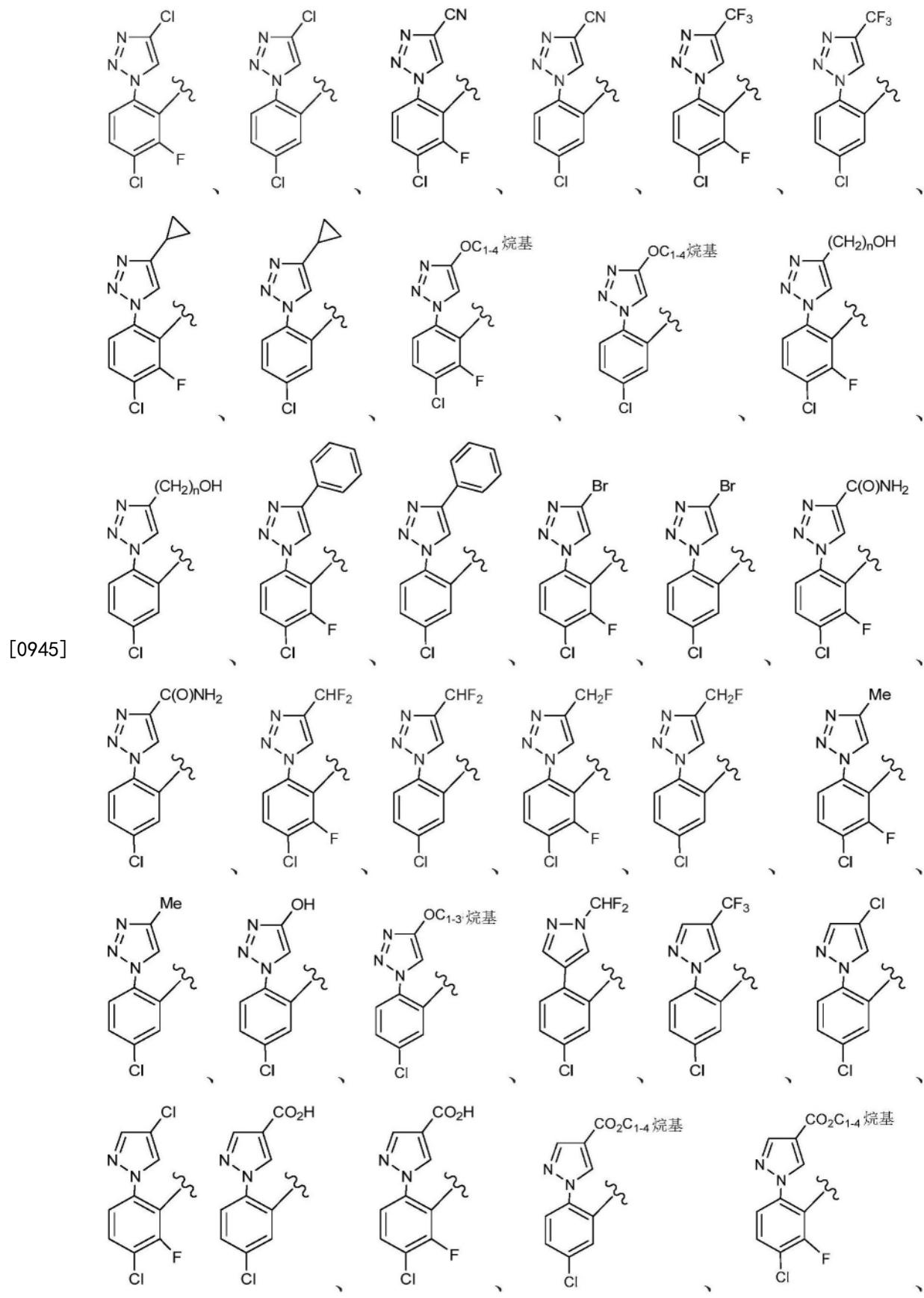
[0940] 5.项4的化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐,其中:

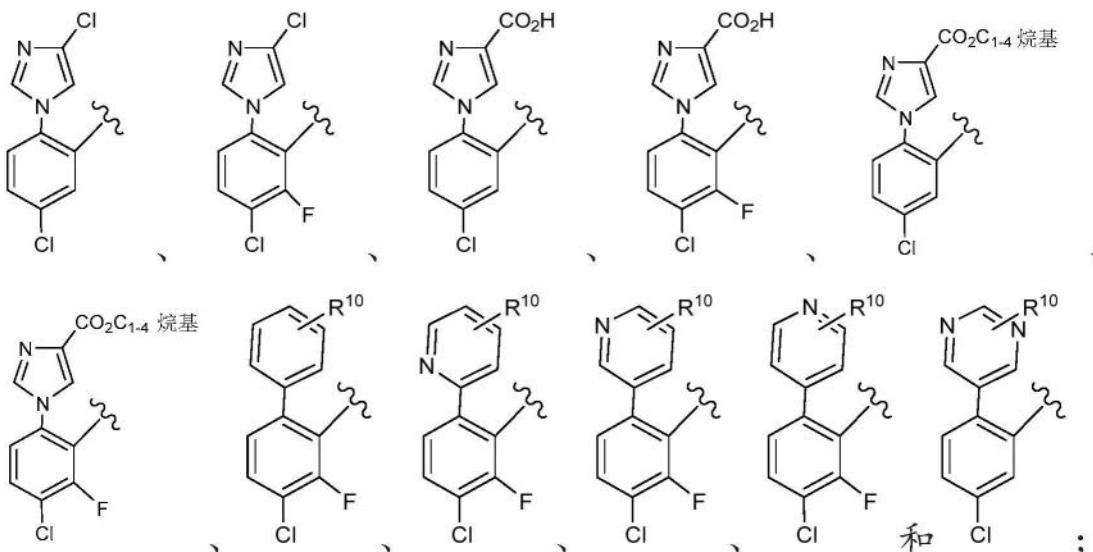
[0941] R^{3b}独立选自H、C₁₋₄烷基、-C(=O)C₁₋₄烷基、-(CH₂)_n-C(=O)OH、-(CH₂)_n-C(=O)OC₁₋₄烷基、-C(=O)NR^aR^a和被1-5个R⁵取代的-4-至5-元杂环基;

[0942] R^{3c}独立选自H和=O;







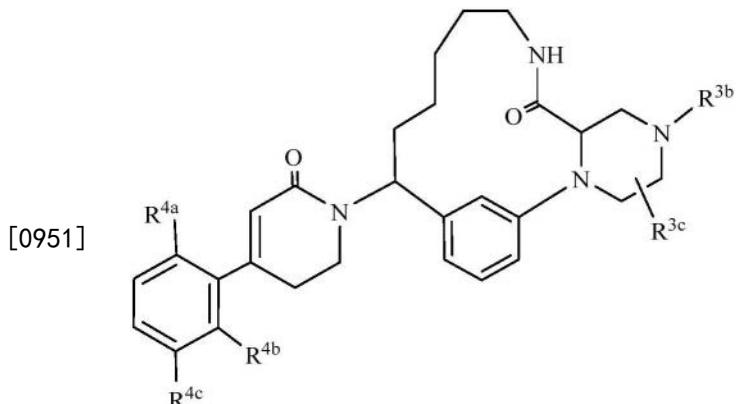


[0947] R^5 在每次出现时独立选自H、 $-C(=O)OC_{1-4}$ 烷基、 OC_{1-4} 烷基；

[0948] R^{10} 在每次出现时独立选自H、F、Cl、Br、 $C(=O)NR^aR^a$ 、 $C(=O)OR^b$ 、 $-CH_2-n-OR^b$ 、 $-CH_2-n-NR^aR^a$ 、被0-5个 R^e 取代的 C_{1-6} 烷基、被0-5个 R^e 取代的芳基、被0-5个 R^e 取代的 $-CH_2-n-C_{3-6}$ 环烷基、被0-5个 R^e 取代的 $-CH_2-n-O-4-$ 至10-元杂环基；和

[0949] n在每次出现时是独立选自0、1、2和3的整数。

[0950] 6.项3的化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐，所述化合物具有式(IV)：

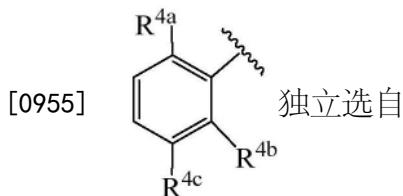


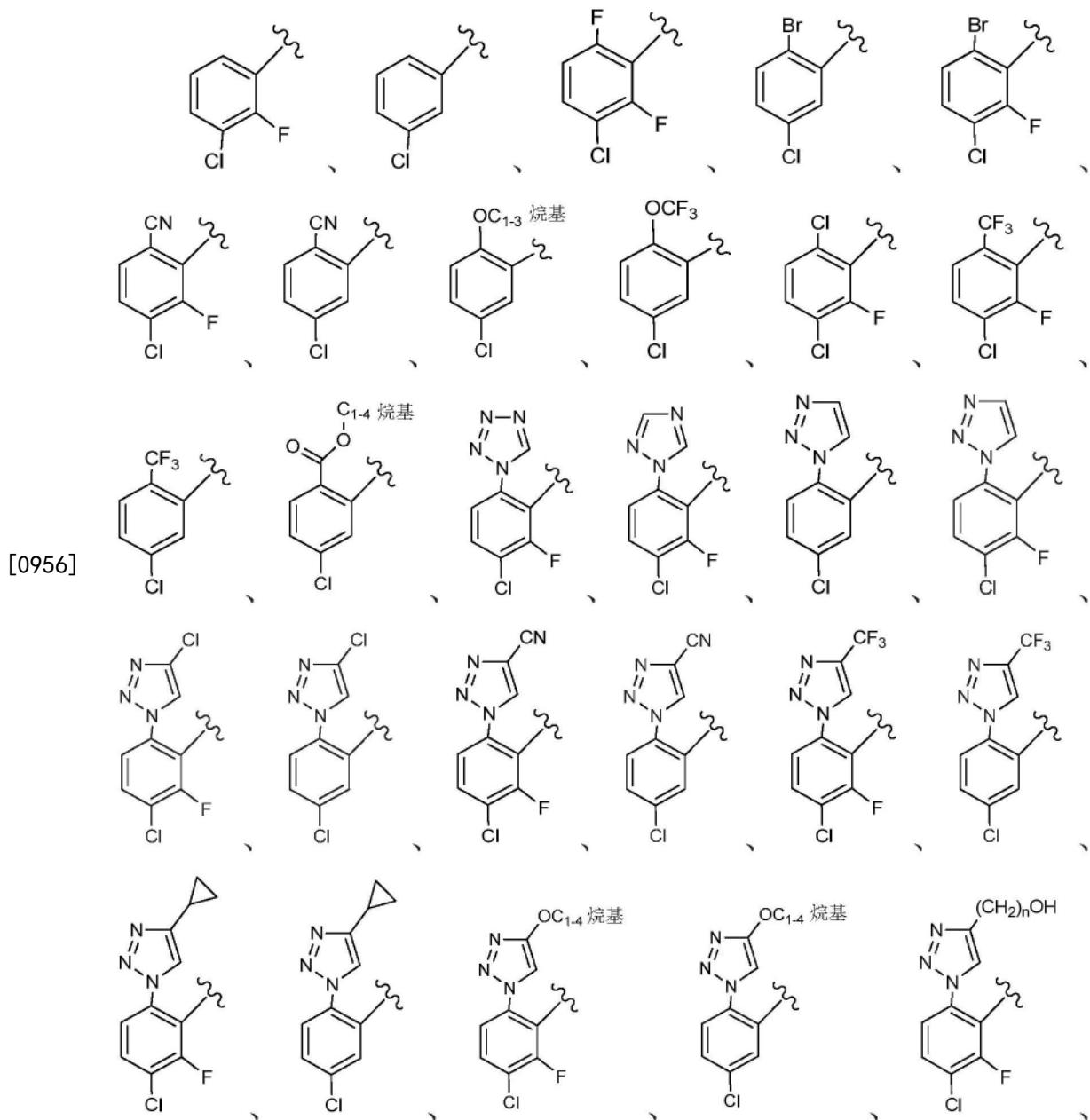
(IV)

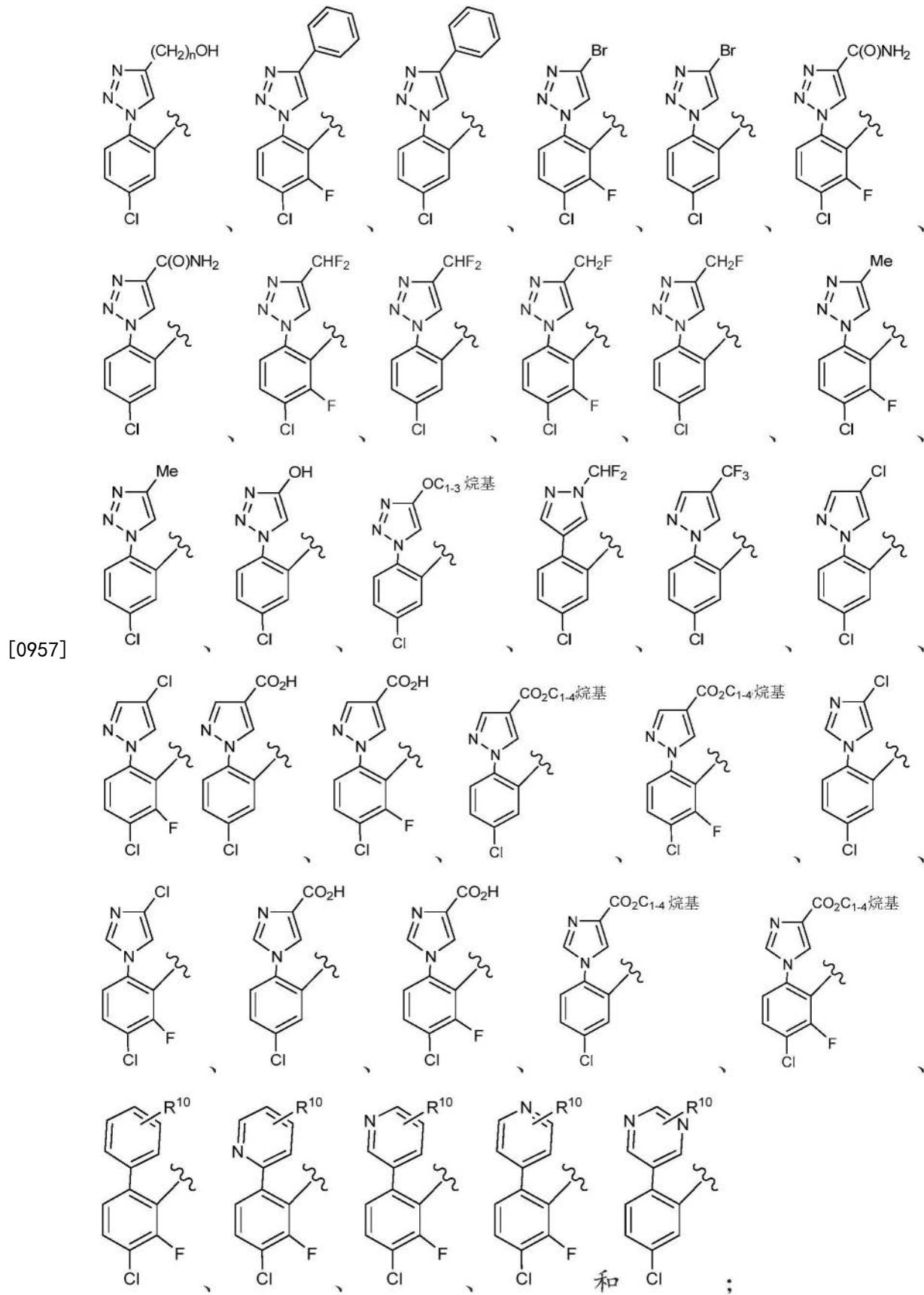
[0952] 其中：

[0953] R^{3b} 独立选自H、 C_{1-4} 烷基、 $-C(=O)C_{1-4}$ 烷基、 $-CH_2-n-C(=O)OH$ 、 $-CH_2-n-C(=O)OC_{1-4}$ 烷基、 $-C(=O)NR^aR^a$ 和被1-5个 R^5 取代的-4-至5-元杂环基；

[0954] R^{3c} 独立选自H和=O；



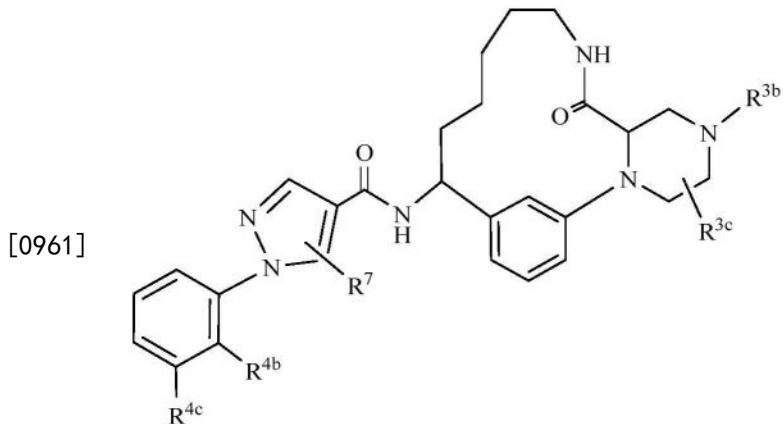




[0958] R^{10} 在每次出现时独立选自 H 、 F 、 $C1$ 、 Br 、 $C(=O)NR^aR^a$ 、 $C(=O)OR^b$ 、 $-(CH_2)_nOR^b$ 、 $-(CH_2)_nNR^aR^a$ 、被0-5个 R^e 取代的 C_{1-6} 烷基、被0-5个 R^e 取代的芳基、被0-5个 R^e 取代的 $-(CH_2)_n-$ 环烷基、被0-5个 R^e 取代的 $-(CH_2)_n-0-4-$ 至10-元杂环基；和

[0959] n在每次出现时是独立选自0、1、2和3的整数。

[0960] 7.项3的化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐,所述化合物具有式(V) :



(V)

[0962] 其中:

[0963] R^{3b}独立选自H、C₁₋₄烷基、-C(=O)C₁₋₄烷基、-(CH₂)_n-C(=O)OH、-(CH₂)_n-C(=O)OC₁₋₄烷基和被1-5个R⁵取代的-4-至5-元杂环基;

[0964] R^{3c}独立选自H和=O;

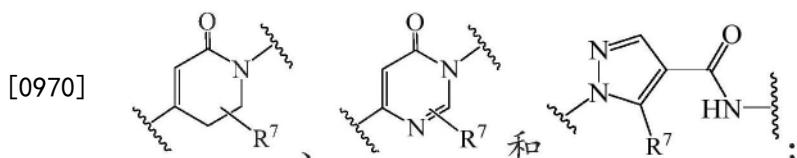
[0965] R^{4b}独立选自H和F;

[0966] R^{4c}独立选自H、F、Cl、甲基、乙基、异丙基和OCH₃;R⁷独立选自H和C₁₋₃烷基;和

[0967] n在每次出现时是独立选自0、1、2和3的整数。

[0968] 8.项3的化合物或其立体异构体、互变异构体、药学上可接受的盐,其中:

[0969] L独立选自

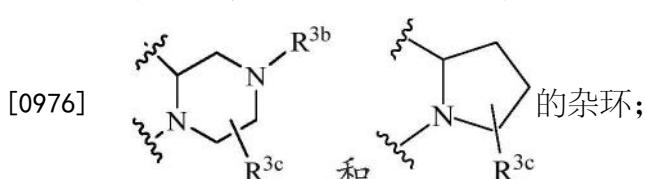


[0972] R¹和R²独立选自H、C₁₋₄烷基和OH;

[0973] R³独立选自-(CH₂)_n-NR^aR^a、-(CH₂)_n-C(=O)R^b、-(CH₂)_n-C(=O)OR^b、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)OR^b、-(CH₂)_n-NR^aC(=O)R^b、-NR^aC(=O)NR^aR^a、-C(=O)NR^aR^a;

[0974] R^{3a}是H;

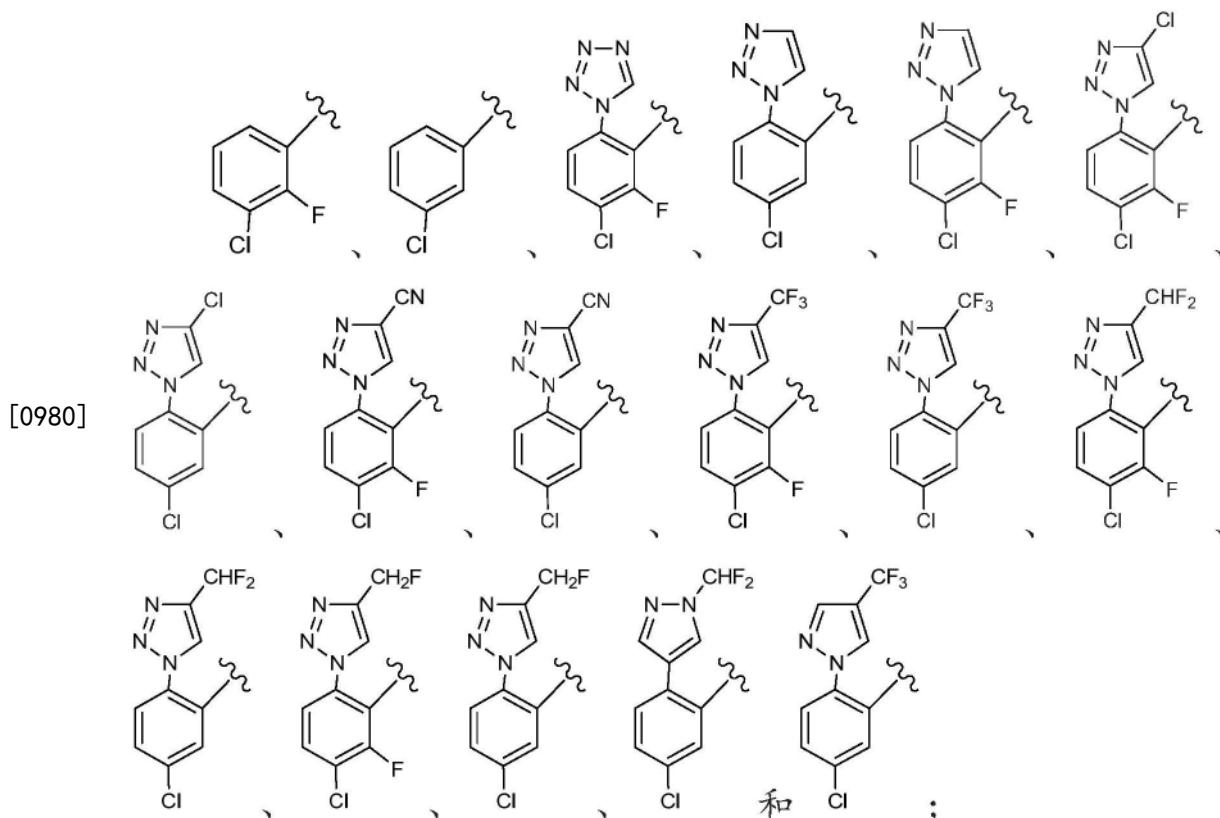
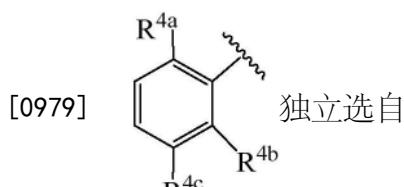
[0975] 备选地,R^{3a}和R³一起形成选自



[0977] R^{3b}独立选自H、C₁₋₄烷基、-C(=O)C₁₋₄烷基、-(CH₂)_n-C(=O)OH、-(CH₂)_n-C(=O)OC₁₋₄

烷基、 $-C(=O)NR^aR^a$ 和被1-5个R⁵取代的-4-至6-元杂环基；

[0978] R^{3c}独立选自H和=O；



[0981] R⁵在每次出现时独立选自H、 $-C(=O)OC_{1-4}$ 烷基、 OC_{1-4} 烷基；

[0982] R⁷独立选自H和C₁₋₃烷基；

[0983] R^a在每次出现时独立选自H、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆烯基、被0-5个R^e取代的C₂₋₆炔基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基和被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-杂环基；

[0984] R^b在每次出现时独立选自H、被0-5个R^e取代的C₁₋₆烷基、被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-C₃₋₁₀碳环基和被0-5个R^e取代的-(CH₂)_n-杂环基；

[0985] R^e在每次出现时独立选自F、Cl、Br、CN、NO₂、=O、C₁₋₆烷基、卤代烷基、-(CH₂)_n-C₃₋₆环烷基、-(CH₂)_n-芳基、-(CH₂)_n-杂环基和CO₂H；和

[0986] n在每次出现时是独立选自0、1、2和3的整数。

[0987] 9.项1-8中任一项的化合物或其立体异构体、互变异构体或药学上可接受的盐，其用于治疗血栓栓塞病症。

[0988] 10.一种药物组合物，其包含一种或多种根据项1-8中任一项所述的化合物和药学上可接受的载体或稀释剂。

[0989] 11.一种治疗和/或预防血栓栓塞病症的方法，其包括向有需要的患者给予治疗有

效量的项1-8中任一项所述的化合物或其立体异构体、互变异构体或药学上可接受的盐，其中所述血栓栓塞病症选自动脉心血管血栓栓塞病症、静脉心血管血栓栓塞病症和心脏腔室或外周循环中的血栓栓塞病症。

[0990] 12. 根据项11所述的方法，其中所述血栓栓塞病症选自非稳定性心绞痛、急性冠状动脉综合征、心房纤维性颤动、心肌梗塞、短暂缺血性发作、中风、动脉粥样硬化、外周闭塞性动脉疾病、静脉血栓形成、深静脉血栓形成、血栓性静脉炎、动脉栓塞、冠状动脉血栓形成、脑动脉血栓形成、脑栓塞、肾栓塞、肺栓塞和由其中血液暴露于促进血栓形成的人工表面的医学植入物、装置或手术所引起的血栓形成。

[0991] 13. 项1-8中任一项所述的化合物或其立体异构体、互变异构体或药学上可接受的盐在制备用于治疗血栓栓塞病症的药物中的用途。