



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0006742  
(43) 공개일자 2015년01월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.) <i>C12N 15/113</i> (2010.01) <i>A61K 31/7088</i> (2006.01) <i>A61K 48/00</i> (2006.01) <i>A61P 35/00</i> (2006.01)	(71) 출원인 (주)바이오니아 대전광역시 대덕구 문평서로 8-11 (문평동) 주식회사 사노피-아벤티스 코리아 서울특별시 서초구 반포대로 235 (반포동, 반포동 오피스빌딩1)
(21) 출원번호 10-2013-0080579	
(22) 출원일자 2013년07월09일	
심사청구일자 없음	
	(72) 발명자 <b>채제옥</b> 대전광역시 유성구 익스포로 448, 104동 201호 (전민동, 익스포아파트) <b>박한오</b> 대전광역시 유성구 익스포로 448, 208동 601호 (전민동, 익스포아파트) (뒷면에 계속)
	(74) 대리인 <b>이처영, 장제환</b>

전체 청구항 수 : 총 31 항

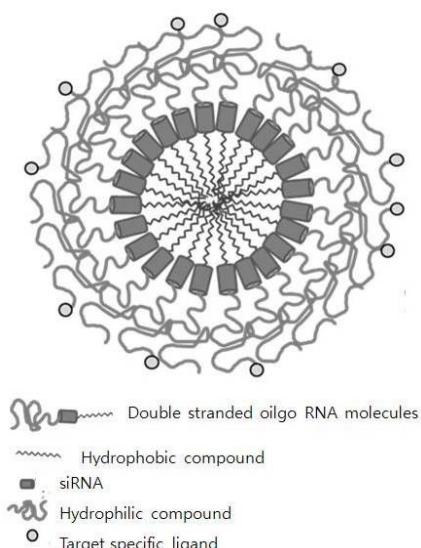
(54) 발명의 명칭 간암 연관 유전자 특이적 siRNA, 그러한 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체 및 이를 포함하는 암 예방 또는 치료용 조성물

### (57) 요약

본 발명은 간암 연관 유전자 특이적 siRNA 및 이를 포함하는 고효율 이중나선 올리고 RNA 구조체에 관한 것으로, 상기 이중나선 올리고 RNA 구조체는 세포 내로 효율적으로 전달되도록 하기 위하여 이중나선 RNA(siRNA)의 양 말단에 친수성 물질 및 소수성 물질을 단순 공유결합 또는 링커-매개(linker-mediated) 공유결합을 이용하여 접합된 형태의 구조를 가지며, 수용액에서 상기 이중나선 올리고 RNA 구조체들의 소수성 상호작용에 의해 나노입자 형태로 전환될 수 있다. 상기 이중나선 올리고 RNA 구조체에 포함된 siRNA는 간암 연관 유전자, 특히 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA인 것이 바람직하다.

또한 본 발명은 상기 이중나선 올리고 RNA 구조체의 제조방법 및 상기 이중나선 올리고 RNA 구조체를 포함하는 암, 특히 간암을 예방 또는 치료하기 위한 약제학적 조성물에 관한 것이다.

### 대표도 - 도1



(72) 발명자

**윤평오**

대전광역시 유성구 구즉로 25, 306동 1205호 (송강동, 송강그린아파트)

**한보람**

경기도 부천시 소사구 범안로95번길 32, 310동 1204호 (범박동, 부천범박힐스테이트3단지아파트)

**김한나**

전라북도 전주시 완산구 거마평로 109, 103동 130 2호 (효자동1가, 효자제일아파트)

**윤성일**

대전광역시 유성구 송강로42번길 61, 101동 1006호 (송강동, 송강청솔아파트)

**박준홍**

대전광역시 대덕구 한밭대로1003번길 25, 101동 1205호 (오정동, 평화로운아파트)

**고영호**

서울특별시 강서구 허준로 47, 206동 606호(가양동, 성지아파트)

**최기운**

경기도 용인시 처인구 백옥대로1402번길 15-11, 105동 503호 (유방동, 일봉빌라)

**정준수**

서울 동대문구 이문로32길 6-5, (이문동)

**김재은**

서울특별시 성북구 북악산로 844, 102동 503호 (돈암동, 브라운스톤 돈암 아파트)

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

서열번호 1 내지 서열번호 200에서 선택된 어느 하나의 서열을 포함하는 센스가닥(sense strand)과 이에 상보적 서열을 포함하는 안티센스 가닥을 포함하는 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

siRNA의 센스가닥 또는 안티센스 가닥은 19 내지 31개의 뉴클레오파이드로 이루어진 것을 특징으로 하는 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA.

### 청구항 3

제 1항에 있어서,

서열번호 1, 10, 13, 56, 99, 102, 180, 197, 199 및 200번으로 구성된 군에서 선택된 어느 하나의 서열을 포함하는 센스가닥과 이에 상보적 서열을 포함하는 안티센스 가닥을 포함하는 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA.

### 청구항 4

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

siRNA의 센스가닥 또는 안티센스 가닥은 하나 이상의 화학적 변형(chemical modification)을 포함하는 것을 특징으로 하는 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA.

### 청구항 5

제4항에 있어서,

상기 화학적 변형은

뉴클레오파이드 내 당 구조의 2' 탄소 위치에서 -OH기가  $\text{?CH}_3$ (메틸),  $-\text{OCH}_3$ (methoxy),  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{F}$ (불소),  $-\text{O}-2\text{-메톡시에틸}$   $-0\text{-프로필(propyl)}$ ,  $-0\text{-2-메틸티오에틸(methylthioethyl)}$ ,  $-0\text{-3-아미노프로필}$ ,  $-0\text{-3-디메틸아미노프로필}$ ,  $-0\text{-N-메틸아세트아미도}$  또는  $-0\text{-디메틸아미도옥시에틸로의 치환에 의한 변형}$ ;

뉴클레오파이드 내 당(sugar) 구조 내의 산소가 황으로 치환된 변형;

뉴클레오파이드결합의 포스포로티오에이트(phosphorothioate) 또는 보라노포스페이트(boranophosphate), 메틸포스포네이트(methyl phosphonate) 결합으로의 변형;

PNA(peptide nucleic acid), LNA(locked nucleic acid) 또는 UNA(unlocked nucleic acid) 형태로의 변형;

에서 선택된 하나 이상의 변형임을 특징으로 하는 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA.

### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

siRNA의 안티센스 가닥의 5' 말단에 하나 이상의 인산기(phosphate group(s))가 결합되어 있는 것을 특징으로 하는 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA.

### 청구항 7

하기 구조식 (1)의 구조를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체.

A-X-R-Y-B      구조식 (1)

상기 구조식 (1)에서 A는 친수성 물질, B는 소수성 물질, X 및 Y는 각각 독립적으로 단순 공유결합 또는 링커가

매개된 공유결합을 의미하며, R은 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA를 의미한다.

## 청구항 8

제7항에 있어서,

하기 구조식 (2)의 구조를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체.

A - X - S - Y - B

AS

## 구조식 (2)

상기 구조식 (2)에서, S는 제7항에 따른 siRNA의 센스가닥, AS는 앤티센스가닥을 의미하며, A, B, X 및 Y는 제7항에서의 정의와 동일하다.

청구항 9

## 제8항에 있어서

하기 구조식 (3)의 구조를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체.

$$A - X - 5' \quad S \quad 3' \quad - Y - B$$

83

### 구조식 (3)

상기 구조식 (3)에서, A, B, X, Y, S 및 AS는 제8항에서의 정의와 동일하며, 5' 및 3'은 siRNA 센스가닥의 5' 말단 및 3' 말단을 의미한다.

청구항 10

## 제7항 내지 제9항 중 어느 항에 있어서

Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA는 제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 siRNA임을 특징으로 하는 이중나선 옥리코 RNA 구조체

첨구학 11

제7항 내지 제10항 중 어느 항에 있어서

최수성 물질의 분자량은 200 내지 10 000 임을 틀깃으로 하는 이중나선 올리고 RNA 구조체

첨구학 12

제11항에 있어서.

친수성 물질은 폴리에틸렌 글리콜(PEG), 폴리비닐파롤리돈 및 폴리옥시솔린으로 구성된 군에서 선택되는 어느 하나 익을 특징으로 하는 이중나선 올리고 RNA 구조체.

청구항 13

제7항 내지 제10항 중 어느 항에 있어서

상기 속수성 물질의 분자량은 250 내지 1,000인 것을 틀질로 하는 이중나선 올리고 RNA 구조체

첨구학 14

### 제13항에 있어서

소수성 물질은 스테로이드(steroid) 유도체, 글리세라이드(glyceride) 유도체, 글리세롤 에테르(glycerol ether), 폴리프로필렌 글리콜(polypropylene glycol), C<sub>12</sub> 내지 C<sub>50</sub>의 불포화 또는 포화탄화수소(hydrocarbon), 디아실포스파티딜콜린(diacylphosphatidylcholine), 지방산(fatty acid), 인지질(phospholipid) 및 리포폴리아민(lipopolysaccharide)으로 구성된 군에서 선택되는 것을 특징으로 하는 이중나선 올리고 RNA 구조체.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 스테로이드(stEROid) 유도체는 콜레스테롤, 콜리스탄올, 콜산, 콜리스테릴포르메이트, 코테스타닐포르메이트 및 콜리스타닐아민으로 구성된 군에서 선택되는 것을 특징으로 하는 이중나선 올리고 RNA 구조체.

#### 청구항 16

제14항에 있어서,

상기 글리세라이드 유도체는 모노-, 디- 및 트리-글리세라이드에서 선택되는 것을 특징으로 하는 이중나선 올리고 RNA 구조체

#### 청구항 17

제7항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 X 및 Y로 표시되는 공유결합은 비분해성 결합 또는 분해성 결합인 것을 특징으로 하는 이중나선 올리고 RNA 구조체.

#### 청구항 18

제17항에 있어서,

상기 비분해성 결합은 아미드 결합 또는 인산화 결합인 것을 특징으로 하는 이중나선 올리고 RNA 구조체.

#### 청구항 19

제17항에 있어서,

상기 분해성 결합은 이황화 결합, 산분해성 결합, 에스테르 결합, 안하이드라이드 결합, 생분해성 결합 또는 효소 분해성 결합인 것을 특징으로 하는 이중나선 올리고 RNA 구조체.

#### 청구항 20

제7항 내지 16항 중 어느 한 항에 있어서,

친수성 물질에 수용체 매개 내포작용(receptor-mediated endocytosis, RME)을 통해 타겟 세포 내재화(internalization)를 증진시키는 수용체와 특이적으로 결합하는 특성을 가진 리간드(ligand)가 추가적으로 결합된 것을 특징으로 하는 이중나선 올리고 RNA 구조체.

#### 청구항 21

제20항에 있어서,

상기 리간드는 타겟 수용체 특이적 항체나 앱타미, 펩타이드, 엽산(folate), N-아세틸 갈락토사민(N-acetyl Galactosamine, NAG), 포도당(glucose) 및 만노스(mannose)로 구성된 군에서 선택되는 것을 특징으로 하는 이중나선 올리고 RNA 구조체.

#### 청구항 22

제7항 내지 제21항 중 어느 한 항에 따른 이중나선 올리고 RNA 구조체를 포함하는 나노입자(nanoparticle).

#### 청구항 23

제22항에 있어서,

서로 다른 서열을 포함하는 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체가 혼합되어 구성되는 것을 특징으로 하는 나노입자.

#### 청구항 24

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 siRNA, 제7항 내지 제21항 중 어느 한 항에 따른 이중나선 올리고 RNA 구조체, 또는 제22항 내지 제23항 중 어느 한 항에 따른 나노입자를 유효성분으로 포함하는 약학적 조성물.

**청구항 25**

제24항에 있어서,

암의 예방 또는 치료를 위한 약학적 조성물.

**청구항 26**

제25항에 있어서,

상기 암은 간암, 위암, 대장암, 췌장암, 전립선암, 유방암, 난소암, 신장암 및 폐암으로 이루어진 군에서 선택되는 것을 특징으로 하는 약학적 조성물.

**청구항 27**

제26항에 있어서,

상기 간암은 HCC(hepatocellular carcinoma) 임을 특징으로 하는 약학적 조성물.

**청구항 28**

제24항 내지 제27항 중 어느 한 항에 따른 조성물을 포함하는 동결건조된 형태의 제형.

**청구항 29**

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 따른 siRNA, 제7항 내지 제21항 중 어느 한 항에 따른 이중나선 올리고 RNA 구조체, 제22항 내지 제23항 중 어느 한 항에 따른 나노입자, 또는 제24항 내지 제28항에 따른 조성물 또는 제형을 예방 또는 치료를 요하는 개체에게 투여하는 것을 특징으로 하는 암의 예방 또는 치료 방법.

**청구항 30**

제29항에 있어서,

상기 암은 간암, 위암, 대장암, 췌장암, 전립선암, 유방암, 난소암, 신장암 및 폐암으로 이루어진 군에서 선택되는 것을 특징으로 하는 암의 예방 또는 치료 방법.

**청구항 31**

제30항에 있어서,

상기 간암은 HCC(hepatocellular carcinoma) 임을 특징으로 하는 암의 예방 또는 치료 방법.

**명세서****기술분야**

[0001] 본 발명은 간암 연관 유전자 특이적 siRNA 및 이를 포함하는 고효율 이중나선 올리고 RNA 구조체에 관한 것으로, 상기 이중나선 올리고 RNA 구조체는 세포 내로 효율적으로 전달되도록 하기 위하여 이중나선 RNA(siRNA)의 양 말단에 친수성 물질 및 소수성 물질을 단순 공유결합 또는 링커-매개(linker-mediated) 공유결합을 이용하여 접합된 형태의 구조를 가지며, 수용액에서 상기 이중나선 올리고 RNA 구조체들의 소수성 상호작용에 의해 나노입자 형태로 전환될 수 있다. 상기 이중나선 올리고 RNA 구조체에 포함된 siRNA는 간암 연관 유전자, 특히 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA인 것이 바람직하다.

[0002] 또한 본 발명은 상기 이중나선 올리고 RNA 구조체의 제조방법 및 상기 이중나선 올리고 RNA 구조체를 포함하는 암, 특히 간암을 예방 또는 치료하기 위한 약제학적 조성물에 관한 것이다.

**배경기술**

[0003] 유전자의 발현을 억제하는 기술은 질병치료를 위한 치료제 개발 및 표적 검증에서 중요한 도구이다. 이 기술 중, 간접 RNA(RNA interference, 이하 'RNAi'라고 한다)는 그 역할이 발견된 이후로, 다양한 종류의 포유동물 세포(mammalian cell)에서 서열 특이적 mRNA에 작용한다는 사실이 밝혀졌다 (Silence of the transcripts: RNA

interference in medicine. *J Mol Med* (2005) 83: 764-773. 긴 사슬의 RNA 이중가닥이 세포로 전달되면, 전달된 RNA 이중가닥은 Dicer라는 엔도뉴클라아제(endonuclease)에 의하여 21 내지 23개의 이중가닥(base pair, bp)으로 프로세싱된 짧은 간섭 RNA (small interfering RNA, 이하 ‘siRNA’라고 한다)로 변환되며, siRNA는 RISC(RNA-induced silencing complex)에 결합하여 가이드(안티센스) 가닥이 타겟 mRNA를 인식하여 분해하는 과정을 통해 타겟 유전자의 발현을 서열 특이적으로 저해한다 (NUCLEIC-ACID THERAPEUTICS: BASIC PRINCIPLES AND RECENT APPLICATIONS. *Nature Reviews Drug Discovery*. 2002. 1, 503-514).

[0004] 베르트랑(Bertrand) 연구진에 따르면 동일한 타겟 유전자에 대한 siRNA가 안티센스 올리고뉴클레오티드 (Antisense oligonucleotide, ASO)에 비하여 생체 내/외(*in vitro* 및 *in vivo*)에서 mRNA 발현의 저해효과가 뛰어나고, 해당 효과가 오랫동안 지속되는 효과를 포함하는 것으로 밝혀졌다(Comparison of antisense oligonucleotides and siRNAs in cell culture and *in vivo*. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 2002. 296: 1000-1004). 또한 siRNA의 작용 기작은 타겟 mRNA와 상보적으로 결합하여 서열 특이적으로 타겟 유전자의 발현을 조절하기 때문에, 기존의 항체 기반 의약품이나 화학물질 (small molecule drug)에 비하여 적용할 수 있는 대상이 획기적으로 확대될 수 있다는 장점을 가진다(Progress Towards *in Vivo* Use of siRNAs. *MOLECULAR THERAPY*. 2006 13(4):664-670).

[0005] siRNA의 뛰어난 효과 및 다양한 사용범위에도 불구하고, siRNA가 치료제로 개발되기 위해서는 체내에서의 siRNA의 안정성(stability) 개선과 세포 전달 효율 개선을 통해 siRNA가 타겟 세포에 효과적으로 전달되어야 한다 (Harnessing *in vivo* siRNA delivery for drug discovery and therapeutic development. *Drug Discov Today*. 2006 Jan; 11(1-2):67-73).

[0006] 상기 문제를 해결하기 위하여, 체내 안정성 개선을 위하여 siRNA의 일부 뉴클레오티드 또는 골격(backbone)을 핵산분해효소 저항성을 가지고 변형(modification)하거나 바이러스성 벡터(viral vector), 리포좀 또는 나노입자(nanoparticle) 등의 전달체의 이용 등에 대한 연구가 활발하게 시도되고 있다.

[0007] 아데노바이러스나 레트로바이러스 등의 바이러스성 벡터를 이용한 전달 시스템은 형질주입 효율(transfection efficiency)이 높지만, 면역원성(immunogenicity) 및 발암성(oncogenicity)이 높다. 반면에 나노입자를 포함하는 비바이러스성(non-viral) 전달 시스템은 바이러스성 전달 시스템에 비하여 세포전달효율은 낮은 편이지만, 생체 내(*in vivo*)에서의 안전성이 높고,, 타겟 특이적으로 전달이 가능하며, 내포되어 있는 RNAi 올리고뉴클레오티드를 세포 또는 조직으로 흡수(uptake) 및 내재화(internalization) 등의 개선된 전달 효과가 높을 뿐 아니라, 세포독성 및 면역 유발(immune stimulation)이 거의 없다는 장점을 가지고 있어, 현재는 바이러스성 전달 시스템에 비해 유력한 전달방법으로 평가되어지고 있다 (Nonviral delivery of synthetic siRNAs *in vivo*. *J Clin Invest.* 2007 December 3; 117(12): 3623-3632).

[0008] 상기 비바이러스성 전달 시스템 중에서 나노전달체(nanocarrier)를 이용하는 방법은 리포좀, 양이온 고분자 복합체 등의 다양한 고분자를 사용함으로써 나노입자를 형성하고, siRNA를 이러한 나노입자(nanoparticle), 즉 나노전달체(nanocarrier)에 담지하여 세포에 전달하는 형태를 가진다. 나노전달체를 이용하는 방법 중 주로 활용되는 방법은 고분자 나노입자(polymeric nanoparticle), 고분자 미셀(polymer micelle), 리포플렉스(lipoplex) 등이 있는데, 이 중에서 리포플렉스를 이용한 방법은 양이온성 지질로 구성되어 세포의 엔도솜(endosome)의 음이온성 지질과 상호작용하여 엔도솜의 탈 안정화 효과를 유발하여 세포 내로 전달하는 역할을 한다(Proc. Natl. Acad. Sci. 15; 93(21):11493-8, 1996).

[0009] 또한, siRNA 패신저(passenger; 센스(sense)) 가닥의 말단 부위에 화학물질 등을 연결하여 증진된 약동력학(pharmacokinetics)적 특징을 갖도록 하여 생체 내(*in vivo*)에서 높은 효율을 유도할 수 있다는 것이 알려져 있다(Nature 11; 432(7014):173-8, 2004). 이 때 siRNA 센스(sense; 패신저(passenger)) 또는 안티센스(antisense; 가이드(guide)) 가닥의 말단에 결합된 화학 물질의 성질에 따라 siRNA의 안정성이 달라진다. 예를 들어, 폴리에틸렌 글리콜(polyethylene glycol, PEG)과 같은 고분자 화합물이 접합된 형태의 siRNA는 양이온성 물질이 존재하는 조건에서 siRNA의 음이온성 인산기와 상호작용하여 복합체를 형성함으로써, 개선된 siRNA 안정성을 가진 전달체가 된다(J Control Release 129(2):107-16, 2008). 특히 고분자 복합체로 구성된 미셀(micelle)들은 약물 전달 운반체로 쓰이는 다른 시스템인, 미소구체(microsphere) 또는 나노입자(nanoparticle) 등에 비해 그 크기가 극히 작으면서도 분포가 매우 일정하고, 자발적으로 형성되는 구조이므로

제제의 품질 관리 및 재현성 확보가 용이하다는 장점이 있다.

[0010]

또한, siRNA의 세포 내 전달 효율성을 향상시키기 위해, siRNA에 생체 적합성 고분자인 친수성 물질(예를 들면, 폴리에틸렌 글리콜(polyethylene glycol, PEG))을 단순 공유결합 또는 링커-매개(linker-mediated) 공유결합으로 접합시킨 siRNA 접합체를 통해, siRNA의 안정성 확보 및 효율적인 세포막 투과성을 위한 기술이 개발되었다(대한민국 등록특허 제883471호). 하지만 siRNA의 화학적 변형 및 폴리에틸렌 글리콜(polyethylene glycol, PEG)을 접합시키는 것(PEGylation)만으로는 생체 내에서의 낮은 안정성과 타깃 장기로의 전달이 원활하지 못하다는 단점은 여전히 가진다. 이러한 단점을 해결하기 위하여 올리고뉴클레오티드, 특히 siRNA와 같은 이중나선 올리고 RNA에 친수성 및 소수성 물질이 결합된 이중나선 올리고 RNA 구조체가 개발되었는데, 상기 구조체는 소수성 물질의 소수성 상호작용에 의하여 SAMiRNA<sup>TM</sup>(self assembled micelle inhibitory RNA)라고 명명된 자가조립 나노입자를 형성하게 되는데(대한민국 등록 특허 제1224828호 참조), SAMiRNA<sup>TM</sup> 기술은 기존의 전달기술들에 비해 매우 사이즈가 작으면서도 균일한(homogenous) 나노입자를 수득할 수 있다는 장점을 가진다.

[0011]

한편, 우리나라에서는 인구 4명 중 1명이 암(사망원인 1위)으로 사망하고 있으며, 해마다 진단방법과 자료수집 방법의 발전과 인구의 고령화와 환경변화 등으로 인해 그 숫자가 현저히 증가하는 추세이다. 또한 세계적인 암 발생 및 암으로 인한 사망 역시 증가하는 추세에 있어 암 정복을 위한 예방, 진단 및 치료기술은 인류공통의 시급한 과제이다(BT 기술 동향 보고서, 주요 질환별 신약개발 동향, 생명공학정책연구센터, 2007, 총서 제 72권).

[0012]

암은 전세계적으로 가장 많은 사망자를 내는 질병 중 하나로, 혁신적인 암 치료제의 개발은 이에 대한 치료 시 발생되는 의료비를 절감할 수 있음과 동시에 고부가가치를 창출할 수 있다. 암의 치료는 수술, 방사선치료, 화학요법, 생물학적 치료로 구분되는데, 이 중에 화학요법은 화학물질로서 암 세포의 증식을 억제하거나 죽이는 치료법으로 항암제에 의하여 나타나는 독성은 상당부분 정상세포에서도 나타나기 때문에 일정 정도의 독성을 나타내며, 항암제가 효과를 나타내다가도 일정 기간의 사용 후에는 효과가 상실되는 내성이 발생하기 때문에 암세포에 선택적으로 작용하고 내성이 생기지 않는 항암제의 개발이 절실히다(암 정복의 현주소 Biowave 2004; 6(19)). 최근 암에 대한 분자유전정보의 확보를 통해 암의 분자적 특성을 표적으로 한 새로운 항암제의 개발이 진행되고 있으며, 암세포만이 가지고 있는 특징적인 분자적 표적(molecular target)을 겨냥하는 항암제들은 암 내성이 생기지 않는다는 보고도 있다. 따라서 암세포만 가지고 있는 특징적인 분자적 표적을 겨냥한 유전자 치료제의 개발을 통해 기존 항암제에 비하여 효과가 뛰어나고 부작용이 적은 치료제의 개발이 가능하다.

[0013]

RNA 간섭 현상을 이용하여 높은 특이성과 효율로 유전자 발현을 저해할 수 있음이 알려진 이후로 암에 대한 치료제로 다양한 유전자를 타겟으로 하는 siRNA들이 연구되고 있다. 이를 유전자는 종양유전자(oncogene)을 비롯하여 항-세포자살물질(anti-apoptotic molecule), 텔로마리즈(telomerase), 성장인자 수용체 유전자(growth factor receptor gene), 신호전달물질(signaling molecule) 등으로 암세포의 생존에 필요한 유전자의 발현을 저해시키거나 세포자살을 유도하는 것이 주된 방향이다(RNA interference in cancer. Biomolecular Engineering. 2006; 23:17?34).

[0014]

Gankyrin은 26S 프로테오좀(proteosome)의 조절복합체인 p28 유전자 산물로 p28<sup>GANK</sup>라고도 불리며, 종양 억제 유전자인 pRb(retinoblastoma protein)와 p53의 활성을 조절하는 세포 주기 조절인자로 종양단백질(oncoprotein)이다. Gankyrin이 과발현되면 pRb의 인산화(phosphorylation)가 증가하고, p16<sup>INK4a</sup>의 활성이 저해되어 세포분열 진행이 가속된다(Gene therapy strategies for hepatocellular carcinoma. Journal of biomedical science. 2006; 13(4):453-68). Gankyrin이 줄어들면 pRb의 인산화가 감소하고, caspase-8, 9 매개 세포자살이 증가하고 간암(hepatocellular carcinoma, HCC) 동물모델에서 종양성장억제가 관찰되었다(Use of adenovirus-delivered siRNA to target oncoprotein p28GANK in hepatocellular carcinoma. Gastroenterology. 2005; 128(7):2029-41).

[0015]

또한, BMI-1(B cell specific Molonet murine leukemia virus Insertion site 1)는 전사억제인자로 조혈모세포와 신경줄기세포를 조절하는 역할을 한다. BMI-1은 알려진 효소적 활성은 없지만, 염색질(chromatin)의 구조와 종양억제 단백질인 p16(ink4a)와 p14(Arf)의 전사활성(transcription activity)을 조절하는 PRC1 복합체(polycomb repressive complex-1)의 핵심 조절인자이다(BMI1 as a novel target for drug discovery in cancer. J Cell Biochem. 2011;112(10):2729-41). 정상세포에서 BMI-1 신호가 없으면 세포주기가 진행하여 세

포사멸이 억제되고 분열이 진행된다. 다양한 암에서 BMI-1이 과발현되는 것이 확인되었으며, BMI-1의 발현이 억제되면 *in vitro* 및 *in vivo* 상에서 세포 증식(proliferation), 콜로니 형성(colony formation), 전이(migration)이 뚜렷하게 저해되는 것이 관찰되었다(Effect of siRNA-mediated silencing of Bmi-1 gene expression on HeLa cells. *Cancer Science.* 2010; 101(2):379?386).

[0016] 상기 살핀 바와 같이 Gankyrin과 BMI-1의 암 치료제 타겟으로서의 가능성은 제시되어 있는 상황이지만, 아직까지 Gankyrin과 BMI-1에 대한 siRNA 치료제 및 이의 전달기술에 대한 기술개발은 미미한 상황으로, 특이적이며 고효율로 Gankyrin과 BMI-1의 발현을 저해할 수 있는 siRNA 치료제 및 이의 전달기술에 대한 시장의 수요는 매우 높은 상황이다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0017] 본 발명의 목적은 상기와 같은 기존의 문제점을 해결하고자, Gankyrin 또는 BMI-1에 특이적이면서 매우 높은 효율로 그 발현을 저해할 수 있는 신규 siRNA 및 이를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체, 그리고 그러한 이중나선 올리고 RNA 구조체의 제조방법을 제공하는 데 있다.

[0018] 또한, 본 발명의 다른 목적은 상기 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA 또는 그러한 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체를 유효성분으로 포함하는 암, 특히 간암 예방 또는 치료용 약제학적 조성물을 제공하는 것이다.

[0019] 본 발명의 또 다른 목적은 상기 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA 또는 그러한 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체를 이용하여 암을 예방 또는 치료하는 방법을 제공하는 것이다.

#### 과제의 해결 수단

[0020] 본 발명에서는 서열번호 1 내지 서열번호 200에서 선택된 어느 하나의 서열을 포함하는 센스가닥(sense strand)인 제1 올리고뉴클레오티드와 그에 상보적 서열을 포함하는 안티센스 가닥인 제2 올리고뉴클레오티드를 포함하는 간암 연관 유전자인 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA를 제공한다.

[0021] 본 발명에서의 “Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA(s)”는 Gankyrin 또는 BMI-1 단백질을 인코딩하는 유전자에 특이적인 siRNA(s)를 의미한다.

[0022] 또한, Gankyrin 또는 BMI-1에 대한 특이성이 유지되는 한, 상기 서열번호 1 내지 서열번호 200에 따른 서열을 포함하는 센스가닥 또는 이에 상보적인 안티센스 가닥에서, 하나 또는 2 이상의 염기가 치환, 결실, 또는 삽입된 서열을 포함하는 센스가닥 및 안티센스 가닥을 포함하는 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA도 본 발명의 권리범위에 포함되는 것임은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게는 자명한 것이다.

[0023] 상기 서열번호 1 내지 서열번호 100은 Gankyrin 특이적 siRNA의 센스가닥 서열이고, 서열번호 101 내지 서열번호 200은 BMI-1 특이적 siRNA의 센스가닥 서열이다.

[0024] 본 발명에 따른 siRNA는 바람직하게는 서열번호 1, 10, 13, 56 또는 99번에 따른 Gankyrin 특이적 siRNA의 센스가닥, 또는 서열번호 102, 180, 197, 199 또는 200번에 따른 BMI-1 특이적 siRNA의 센스가닥을 포함하며,

[0025] 더욱 바람직하게는 서열번호 1, 10, 또는 99번에 따른 Gankyrin 특이적 siRNA의 센스가닥, 또는 서열번호 102, 199 또는 200번에 따른 BMI-1 특이적 siRNA의 센스가닥을 포함하고,

[0026] 가장 바람직하게는 서열번호 1번에 따른 Gankyrin 특이적 siRNA의 센스가닥, 또는 서열번호 102번에 따른 BMI-1 특이적 siRNA의 센스가닥을 포함한다.

[0027] 본 발명에 따른 siRNA의 센스가닥 또는 안티센스 가닥은 19 내지 31개의 뉴클레오타이드로 이루어지는 것이 바람직하며, 상기 서열번호 1 내지 서열번호 200에서 선택된 어느 하나의 siRNA의 센스가닥 및 이에 상보적인 안티센스 가닥을 포함한다.

[0028] 본 발명에서 제공되는 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA는 해당 유전자를 암호화하는 mRNA와 상보적으로 결합할 수 있도록 설계된 염기서열을 가지므로, 해당 유전자의 발현을 효과적으로 억제할 수 있는 것이 특징이다. 또한, 상기 siRNA의 3' 말단에 하나 또는 두 개 이상의 비결합(unpaired)된 뉴클레오타이드를 포함하는 구조인

오버행(overhang)을 포함할 수 있으며,

또한, 상기 siRNA의 생체 내 안정성 향상을 위해, 핵산 분해효소 저항성 부여 및 비 특이적 면역반응 감소를 위한 다양한 변형(modification)을 포함할 수 있다 상기 siRNA를 구성하는 제1 또는 제2 오리고뉴클레오티드의 변형은 하나 이상의 뉴클레오티드 내 당 구조의 2' 탄소 위치에서 -OH기가  $-\text{CH}_3$ (메틸),  $-\text{OCH}_3$ (methoxy),  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{F}$ (불소),  $-\text{O}-2\text{-메톡시에틸}$   $-0\text{-프로필(propyl)}$ ,  $-\text{O}-2\text{-메틸티오에틸(methylthioethyl)}$ ,  $-\text{O}-3\text{-아미노프로필}$ ,  $-\text{O}-3\text{-디메틸아미노프로필}$ ,  $-\text{O}-\text{N}-\text{메틸아세트아미도}$  또는  $-\text{O}-\text{디메틸아미도옥시에틸로의 치환에 의한 변형};$  뉴클레오티드 내 당(sugar) 구조 내의 산소가 황으로 치환된 변형; 또는 뉴클레오티드결합의 포스포로티오에이트(phosphorothioate) 또는 보라노포스페이트(boranophosphate), 메틸포스포네이트(methyl phosphonate) 결합으로의 변형에서 선택된 하나 이상의 변형이 조합되어 사용될 수 있으며, PNA(peptide nucleic acid), LNA(locked nucleic acid) 또는 UNA(unlocked nucleic acid) 형태로의 변형도 사용이 가능하다(Ann. Rev. Med. 55, 61-65 2004; US 5,660,985; US 5,958,691; US 6,531,584; US 5,808,023; US 6,326,358; US 6,175,001; Bioorg. Med. Chem. Lett. 14:1139-1143, 2003; RNA, 9:1034-1048, 2003; Nucleic Acid Res. 31:589-595, 2003; Nucleic Acids Research, 38(17) 5761?5773, 2010; Nucleic Acids Research, 39(5) 1823?1832, 2011).

본 발명에서 제공되는 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA는 해당 유전자의 발현을 저하시킬 뿐만 아니라, 해당 단백질의 발현을 현저하게 저해시킨다. 또한, 암의 치료에 있어서 사용되는 암 특이적 RNAi와 전형적인 조합(combination)되는 치료방법인 방사선이나 화학요법의 감수성을 향상시키는 것으로 알려져 있으므로(The Potential RNAi-based Combination Therapeutics. Arch Pharm Res 34(1): 1-2, 2011), 본 발명의 Gankyrin 특이적 siRNA 또는 BMI-1 특이적 siRNA를 기존의 방사선 또는 화학요법과 병행 사용할 수 있다.

또한, 본 발명의 Gankyrin 특이적 siRNA 및 BMI-1 특이적 siRNA를 동시에 사용하는 경우, 해당 유전자들의 발현이 동시에 저해되어 암세포의 성장을 확연하게 저해할 수 있는 특징을 가진다.

본 발명의 다른 양태로서, 간암 연관 유전자, 특히 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA의 생체 내로의 효율적인 전달 및 안정성 향상을 위하여 siRNA의 양 말단에 친수성 물질 및 소수성 물질이 접합된 형태의 접합체를 제공한다.

상기와 같이 siRNA에 친수성 물질 및 소수성 물질이 결합된 siRNA 접합체의 경우 소수성 물질의 소수성 상호작용에 의하여 자기조립 나노입자를 형성하게 되는데(대한민국 특허 등록번호 제 1224828 호 참조), 이러한 나노입자는 체내로의 전달효율 및 체내에서의 안정성이 극히 우수할 뿐 아니라, 입자 크기가 매우 균일하여 QC(Quality control)이 용이하므로 약물로서의 제조 공정이 간단하다는 장점이 있다.

하나의 바람직한 구체예로서, 본 발명에 따른 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA를 포함하는 이중나선 오리고 RNA 구조체는 하기 구조식 (1)과 같은 구조를 포함하는 것이 바람직하다.

상기 구조식 (1)에서 A는 친수성 물질, B는 소수성 물질, X 및 Y는 각각 독립적으로 단순 공유결합 또는 링커가 매개된 공유결합을 의미하며, R은 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA를 나타낸다.

상기 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA는 Gankyrin 또는 BMI-1 특이성이 유지되는 한, siRNA의 안티센스가닥이 Gankyrin 또는 BMI-1 유전자의 결합 부위와 100% 염기서열이 상보적인 경우, 즉 완전 일치(perfect match)하는 것 뿐 아니라, 일부 염기서열이 일치하지 않는 경우, 즉 불완전 일치(mismatch)가 있는 것도 포함된다. 이러한 siRNA는 Gankyrin 또는 BMI-1 유전자의 mRNA 서열의 일부에 대하여 적어도 70% 이상, 보다 바람직하게는 80% 이상, 보다 더욱 바람직하게는 90% 이상, 더욱 바람직하게는 95% 이상, 가장 바람직하게는 100%의 상동성을 가지는 서열로 구성될 수 있다.

이러한 siRNA는 이중가닥 둔플렉스 또는 단일가닥 폴리뉴클레오티드일 수 있으며, 단일가닥 폴리뉴클레오티드로

서는 안티센스 올리고뉴클레오티드 또는 microRNA(miRNAs) 등이 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

보다 바람직하게는, 본 발명에 따른 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체는 하기 구조식 (2)의 구조를 가진다.

A-X-S-Y-B

## AS 구조식 (2)

상기 구조식 (2)에서 A, B, X 및 Y는 상기 구조식 (1)에서의 정의와 동일하며, S는 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA의 센스가닥, AS는 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA의 앤티센스 가닥을 의미한다.

보다 바람직하게는 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체는 하기 구조식 (3)의 구조를 가진다.

A - X - 5' S 3' - Y - B

AS

### 구조식 (3)

상기, 구조식 (1) 내지 구조식 (3)에서의 상기 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체의 안티센스 가닥의 5' 말단에 인산기(phosphate group)가 한 개 내지 세 개 결합될 수 있으며, siRNA 대신에 shRNA가 사용될 수도 있음은 본 발명의 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게는 자명한 것이다.

상기 구조식 (1) 내지 구조식 (3)에서의 친수성 물질은 문자량이 200 내지 10,000 인 양이온성 또는 비이온성 고분자 물질인 것이 바람직하며, 더욱 바람직하게는 1,000 내지 2,000인 비이온성 고분자 물질이다. 예를 들어, 친수성 고분자 물질로는 폴리에틸렌 글리콜, 폴리비닐파롤리돈, 폴리옥사졸린 등의 비이온성 친수성 고분자 화합물을 사용하는 것이 바람직하지만, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

상기 구조식 (1) 내지 구조식 (3)에서의 소수성 물질(B)은 소수성 상호작용을 통해 구조식(1)에 따른 올리고뉴클레오티드 구조체로 구성된 나노입자를 형성하는 역할을 수행한다. 상기 소수성 물질은 문자량이 250 내지 1,000인 것이 바람직하며, 스테로이드(steroid) 유도체, 글리세라이드(glyceride) 유도체, 글리세롤 에테르(glycerol ether), 폴리프로필렌 글리콜(polypropylene glycol), C<sub>12</sub> 내지 C<sub>50</sub>의 불포화 또는 포화 탄화수소(hydrocarbon), 디아실포스파티딜콜린 (diacylphosphatidylcholine), 지방산(fatty acid), 인지질(phospholipid), 리포폴리아민(lipopolyamine) 등이 사용될 수 있지만, 이에 제한되는 것은 아니며, 본 발명의 목적에 부합하는 것이라면 어떠한 소수성 물질도 사용 가능하다는 점은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게는 자명한 것이다.

상기 스테로이드(stEROID) 유도체는 콜레스테롤, 콜레스탄올, 콜산, 콜리스테릴포르메이트, 코테스타닐 포르메이트 및 콜리스타닐아민으로 이루어진 군에서 선택될 수 있으며, 상기 글리세라이드 유도체는 모노-, 디- 및 트리-글리세라이드 등에서 선택될 수 있는데 이때, 글리세라이드의 지방산은  $C_{12}$  내지  $C_{50}$ 의 불포화 또는 포화 지방산이 바람직하다.

특히, 상기 소수성 물질 중에서도 포화 또는 불포화 탄화수소나 콜레스테롤이 본 발명에 따른 올리고뉴클레오타이드 구조체의 핵심 단계에서 유의하게 결합시킬 수 있는 작정을 가지고 있다는 점에서 바람직하다.

상기 소수성 물질은 친수성 물질의 반대쪽 말단(distal end)에 결합되며, siRNA 의 센스가닥 또는 안티센스 가닥의 어느 위치에 결합되어도 무방하다.

[0051]

본 발명에 따른 구조식 (1) 내지 구조식 (3)에서의 친수성 물질 또는 소수성 물질과 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA는 단순 공유 결합 또는 링커가 매개된 공유결합(X 또는 Y)에 의해 결합된다. 상기 공유결합을 매개하는 링커는 친수성 물질, 또는 소수성 물질과 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA의 말단에서 공유결합하며, 필요에 따라 특정 환경에서 분해가 가능한 결합을 제공하는 한 특별히 한정되는 것은 아니다. 따라서, 상기 링커는 본 발명에 따른 이중나선 올리고 RNA 구조체의 제조과정 중 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA 및/또는 친수성 물질(또는 소수성 물질)을 활성화하기 위해 결합시키는 어떠한 화합물도 사용될 수 있다. 상기 공유결합은 비분해성 결합 또는 분해성 결합 중 어느 것이어도 무방하다. 이때, 비분해성 결합으로는 아미드 결합 또는 인산화 결합이 있고, 분해성 결합으로는 이황화 결합, 산분해성 결합, 에스테르 결합, 안하이드라이드 결합, 생분해성 결합 또는 효소 분해성 결합 등이 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0052]

또한, 상기 구조식 (1) 내지 구조식 (3)에서의 R(또는 S 및 AS)로 표시되는 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA는 Gankyrin 또는 BMI-1과 특이적으로 결합할 수 있는 특성을 지니는 siRNA라면 모두 제한없이 사용가능하며, 바람직하게는 본 발명에서는 서열번호 1 내지 서열번호 200에서 선택된 어느 하나의 서열을 포함하는 센스가닥(sense strand)과 그에 상보적 서열을 포함하는 안티센스 가닥으로 구성된다.

[0053]

본 발명에 따른 siRNA는 바람직하게는 서열번호 1, 10, 13, 56 또는 99번에 따른 Gankyrin 특이적 siRNA의 센스가닥, 또는 서열번호 102, 180, 197, 199 또는 200번에 따른 BMI-1 특이적 siRNA의 센스가닥을 포함하며, 더욱 바람직하게는 서열번호 1, 10 또는 99번에 따른 Gankyrin 특이적 siRNA의 센스가닥, 또는 서열번호 102, 199 또는 200번에 따른 BMI-1 특이적 siRNA의 센스가닥을 포함하고, 가장 바람직하게는 서열번호 1번에 따른 Gankyrin 특이적 siRNA의 센스가닥, 또는 서열번호 102번에 따른 BMI-1 특이적 siRNA의 센스가닥을 포함한다.

[0054]

한편, 종양(tumor)의 조직은 매우 견고하여 정상 조직에 비하여 확산 제한(diffusion-limitation)을 갖는데, 이러한 확산 제한은 종양 성장에 필요한 영양분, 산소 및 이산화탄소 같은 노폐물의 이동에 악영향을 주기 때문에, 혈관신생(angiogenesis)을 통해 주변에 혈관을 형성함으로써 확산 제한을 극복한다. 혈관신생을 통해 형성된 종양 조직 내 혈관은 종양의 종류에 따라 100 nm 내지 2 um 가량의 틈을 가진 헐거운 혈관 구조(leaky and defective blood vessel)를 가진다. 따라서 나노입자는 정상조직의 조직화된 모세 혈관에 비하여 헐거운 혈관 구조를 포함하는 암 조직의 모세혈관 내피(capillary endothelium)를 잘 통과하게 되어 혈액 내 순환 과정 중에 종양 간질(tumor interstitium)에 접근이 용이해지고, 또한 종양 조직 안에는 림프관(lymphatic drainage)이 없어 약물이 축적되는 결과를 나타내는데, 이를 EPR(enhanced permeation and retention) 효과라고 한다. 나노입자가 이러한 효과에 의해 종양 조직 특이적으로 잘 전달되는 것을 수동적 타겟팅(passive targeting)이라고 한다(Nanoparticles for drug delivery in cancer treatment. Urol. Oncol. 2008 Jan-Feb; 26(1):57-64). 능동적 타겟팅(active targeting)은 표적물질(targeting moiety)이 나노입자에 결합된 경우로, 나노입자를 타겟 조직에서의 축적을 증진(preferential accumulation)시키거나, 타겟 세포 안으로 나노입자가 전달되는 내재화(internalization)를 개선하는 것이 보고되었다 (Does a targeting ligand influence nanoparticle tumor localization or uptake Trends Biotechnol. 2008 Oct; 26(10):552-8. Epub 2008 Aug 21). 능동적 타겟팅은 타겟 세포 표면 특이적 또는 과 발현되어있는 탄수화물(carbohydrate), 수용체(receptor), 항원(antigen)와 결합할 수 있는 능력을 가진 물질(타겟팅 모이어티, targeting moiety)을 이용한다(Nanotechnology in cancer therapeutics: bioconjugated nanoparticles for drug delivery. Mol Cancer Ther 2006; 5(8): 1909-1917).

[0055]

따라서 본 발명에 따른 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체 및 이로부터 형성된 나노입자에 타겟팅 모이어티가 구비된다면, 효율적으로 타겟 세포로의 전달을 촉진하여, 비교적 낮은 농도의 투여량으로도 타겟 세포로 전달되어 높은 타겟 유전자 발현 조절 기능을 나타낼 수 있으며, 타 장기 및 세포로의 비 특이적 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA의 전달을 방지할 수 있다.

[0056]

이에 따라 본 발명은 상기 구조식 (1) 내지 구조식 (3)에 따른 구조체에 리간드(L), 특히 수용체 매개 내포작용(receptor-mediated endocytosis, RME)을 통해 타겟 세포 내재화(internalization)를 증진시키는 수용체와 특이적으로 결합하는 특성을 가진 리간드(ligand)가 추가적으로 결합된 이중나선 올리고 RNA, 구조체를 제공하며, 구조식 (1)에 따른 이중나선 올리고 RNA 구조체에 리간드가 결합된 형태는 하기 구조식 (4)와 같은 구조를 가진다.

[0057]  $(L_i-Z)-A-X-R-Y-B$  구조식 (4)

[0058] 상기 구조식 (4)에서, A, B, X 및 Y는 상기 구조식 (1) 내지 구조식 (3)에서의 정의와 동일하며, L은 수용체 매개 내포작용(receptor-mediated endocytosis, RME)을 통해 타겟 세포 내재화(internalization)를 증진시키는 수용체와 특이적으로 결합하는 특성을 가진 리간드를 의미하며, i는 1 내지 5의 정수, 바람직하게는 1 내지 3의 정수를 의미한다.

[0059] 상기 구조식 (4)에서의 리간드는 바람직하게는 타겟세포 특이적으로 세포내재화 (internalization)을 증진시키는 RME 특성을 가진 타겟 수용체 특이적 항체나 앱타미, 웹타이드; 또는 엽산(Folate, 일반적으로 folate와 folic acid는 서로 교차 사용되고 있으며, 본 발명에서의 엽산은 자연 상태 또는 인체에서 활성화 상태인 folate를 의미한다), N-아세틸 갈락토사민(N-acetyl Galactosamine, NAG) 등의 헥소아민(hexosamine), 포도당(glucose), 만노스(mannose)를 비롯한 당이나 탄수화물(carbohydrate) 등의 화학물질 등에서 선택될 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0060] 본 발명의 또 다른 양태로서, 본 발명은 상기 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체를 제조하는 방법을 제공한다.

[0061] 본 발명에 따른 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체를 제조하는 과정은 예를 들어,

[0062] (1) 고형지지체(solid support)를 기반으로 친수성 물질을 결합 시키는 단계;

[0063] (2) 상기 친수성 물질이 결합된 고형지지체를 기반으로 RNA 단일가닥을 합성하는 단계;

[0064] (3) 상기 RNA 단일가닥 5' 말단에 소수성 물질을 공유결합 시키는 단계;

[0065] (4) 상기 RNA 단일가닥의 서열과 상보적인 서열의 RNA 단일가닥을 합성하는 단계;

[0066] (5) 합성이 완료되면 고형지지체로부터 RNA-고분자 구조체 및 RNA 단일 가닥을 분리 정제하는 단계;

[0067] (6) 제조된 RNA-고분자 구조체와 상보적인 서열의 RNA 단일가닥의 어닐링을 통해 이중나선 올리고 RNA 구조체를 제조하는 단계;

[0068] 를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0069] 본 발명에서의 고형지지체(solid support)는 Controlled Pore Glass(CPG)가 바람직하지만 이에 한정되는 것은 아니며, CPG인 경우 직경은 40~180  $\mu\text{m}$ 인 것이 바람직하며, 500Å~3000Å의 공극 크기를 가지는 것이 바람직하다. 상기 단계 (5) 이후, 제조가 완료 되면 정제된 RNA-고분자 구조체 및 RNA 단일가닥은 MALDI-TOF 질량분석기로 분자량을 측정하여 목적하는 RNA-고분자 구조체 및 RNA 단일가닥이 제조되었는지를 확인할 수 있다. 상기 제조방법에 있어서 (2) 단계에서 합성된 RNA 단일가닥의 서열과 상보적인 서열의 RNA 단일가닥을 합성하는 단계 (4)는 (1) 단계 이전 또는 (1) 단계 내지 (5) 단계 중 어느 한 과정 중에 수행되어도 무방하다.

[0070] 또한, (2) 단계에서 합성된 RNA 단일가닥과 상보적 서열을 포함하는 RNA 단일가닥은 5' 말단에 인산기가 결합된 형태로 이용된 것을 특징으로 하는 제조방법도 될 수 있다.

[0071] 한편, 본 발명의 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체에 추가적으로 리간드가 결합된 이중나선 올리고 RNA 구조체의 제조방법을 제공한다.

[0072] 리간드가 결합된 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA를 포함하는 올리고 RNA 구조체를 제조하는 방법은 예를 들어,

[0073] 기능기가 결합되어 있는 고형지지체에 친수성 물질을 결합시키는 단계;

- [0074] 기능기-친수성 물질이 결합되어있는 고형지지체를 기반으로 RNA 단일가닥을 합성하는 단계;
- [0075] 상기 RNA 단일가닥의 5' 말단에 소수성 물질을 공유결합 시키는 과정으로 합성하는 단계;
- [0076] 상기 RNA 단일가닥의 서열과 상보적인 서열의 RNA 단일 가닥을 합성하는 단계;
- [0077] 합성이 완료되면 고형지지체로부터 기능기-RNA-고분자 구조체 및 상보적인 서열의 RNA 단일가닥을 분리하는 단계;
- [0078] 상기 기능기를 이용하여 친수성 물질 말단에 리간드를 결합하여 리간드-RNA-고분자 구조체 단일가닥을 제조하는 단계;
- [0079] 제조된 리간드-RNA-고분자 구조체와 상보적인 서열의 RNA 단일가닥의 어닐링을 통해 리간드-이중나선 올리고 RNA 구조체를 제조하는 단계;
- [0080] 를 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0081] 상기 (6)단계 이후, 제조가 완료되면 리간드-RNA-고분자 구조체 및 상보적인 서열의 RNA 단일가닥을 분리 정제 한 뒤 MALDI-TOF 질량 분석기로 분자량을 측정하여 목적하는 리간드-RNA-고분자 구조체 및 상보적인 RNA가 제조되었는지를 확인 할 수 있다. 제조된 리간드-RNA-고분자 구조체와 상보적인 서열의 RNA 단일가닥의 어닐링을 통해 리간드-이중나선 올리고 RNA 구조체를 제조할 수 있다. 상기 제조방법에 있어서 (3) 단계에서 합성된 RNA 단일가닥의 서열과 상보적인 서열의 RNA 단일가닥을 합성하는 단계 (4)는 독립적인 합성과정으로서 (1) 단계 이전 또는 (1) 단계 내지 (6) 단계 중 어느 한 과정 중에 수행되어도 무방하다.
- [0082] 본 발명의 또 다른 양태로서, Gankyrin 및/또는 BMI-1 특이적 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체를 포함하는 나노입자를 제공한다.
- [0083] 이미 앞서 설명한 바와 같이 Gankyrin 및/또는 BMI-1 특이적 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체는 소수성 및 친수성 물질을 모두 포함하고 있는 양친매성이며, 친수성 부분은 체내에 존재하는 물 분자들과 수소 결합 등의 상호작용을 통해 친화력을 가지고 있어 바깥쪽으로 향하게 되고, 소수성 물질들은 그들 간의 소수성 상호작용(hydrophobic interaction)을 통해 안쪽으로 향하게 되어 열역학적으로 안정한 나노입자를 형성하게 된다. 즉, 나노입자의 중심에 소수성 물질이 위치하게 되고, Gankyrin 및/또는 BMI-1 특이적 siRNA 의 바깥쪽 방향에 친수성 물질이 위치하여 Gankyrin 및/또는 BMI-1 특이적 siRNA를 보호하는 형태의 나노입자를 형성한다. 이렇게 형성된 나노입자는 Gankyrin 및/또는 BMI-1 특이적 siRNA의 세포 내 전달 향상 및 siRNA 효능을 향상시킨다.
- [0084] 본 발명에 따른 나노입자는 동일한 서열을 가지는 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체만으로 형성될 수도 있고, 서로 다른 서열을 포함하는 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체로 구성될 수도 있음을 특징으로 하는데, 본 발명에서의 서로 다른 서열을 포함하는 siRNA는 다른 타겟 유전자, 예를 들어 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA일 수도 있고, 동일한 타겟 유전자 특이성을 가지면서 그 서열이 다른 경우도 포함되는 것으로 해석된다.
- [0085] 또한, Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA 이외에 다른 암 특이적 타겟 유전자 특이적 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체가 본 발명에 따른 나노입자에 포함될 수도 있다.
- [0086] 또한, 본 발명은 또 다른 양태로서, Gankyrin 및/또는 BMI-1 특이적 siRNA, 이를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체 및/또는 상기 이중나선 올리고 RNA 구조체로 이루어진 나노입자를 포함하는 암 예방 또는 치료용 조성물을 제공한다.
- [0087] 본 발명에 따른 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA, 이를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체 및/또는 상기 이중나선 올리고 RNA 구조체로 이루어진 나노입자를 유효성분으로 포함하는 조성물은 암세포의 증식 및 암세포의 사멸을 유도하여 암의 예방 또는 치료효과를 나타낸다. 따라서 본 발명에 따른 Gankyrin 및/또는 BMI-1 특이적 siRNA 및 이를 포함하는 조성물은 해당 유전자가 과발현되는 것으로 보고된 간암을 비롯하여 위암, 폐암, 췌장암, 대장암, 유방암, 전립선암, 난소암 및 신장암을 비롯한 다양한 암의 예방 또는 치료에 효과가 있다.
- [0088] 특히, 본 발명에 따른 이중나선 올리고 RNA 구조체를 포함하는 암 예방 또는 치료용 조성물에는

- [0089] 서열번호 1 내지 서열번호 100에서 선택된 어느 하나의 서열, 바람직하게는 서열번호 1, 10, 13, 56 및 99번에 따른 서열에서 선택된 어느 하나의 서열, 더욱 바람직하게는 서열번호 1, 10 또는 99번에 따른 서열, 가장 바람직하게는 서열번호 1번에 따른 서열을 포함하는 센스가닥 및 이와 상보적인 서열을 포함하는 앤티센스 가닥을 포함하는 Gankyrin 특이적 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체 또는
- [0090] 서열번호 101 내지 서열번호 200에서 선택된 어느 하나의 서열, 바람직하게는 서열번호 102, 180, 197, 199 및 200번에서 선택된 어느 하나의 서열, 더욱 바람직하게는 서열번호 102, 199 또는 200번에 따른 서열, 가장 바람직하게는 서열번호 102의 서열을 포함하는 센스가닥 및 이와 상보적인 서열을 포함하는 앤티센스 가닥을 포함하는 BMI-1 특이적 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체가 포함될 수도 있고,
- [0091] 상기 Gankyrin 특이적 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체 및 BMI-1 특이적 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체가 혼합된 형태로 포함될 수도 있다.
- [0092] 또한, Gankyrin이나 BMI-1 이외의 다른 암 특이적 타겟 유전자에 특이적인 siRNA가 또는 이를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체가 본 발명에 따른 조성물에 추가적으로 포함될 수 있다.
- [0093] 상기와 같이 Gankyrin 특이적 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체 및 BMI-1 특이적 siRNA, 또는 상기 Gankyrin 특이적 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체 및 BMI-1 특이적 siRNA와 함께, 추가적으로 다른 암 특이적 타겟 유전자에 특이적 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체를 모두 포함하는 암 예방 또는 치료용 조성물을 이용할 경우, 혼히 암 치료에 이용되는 병용 요법(combination therapy)과 같이 상승적인 효과를 거둘 수 있다.
- [0094] 본 발명에 따른 조성물이 예방 또는 치료할 수 있는 암은 간암, 위암, 대장암, 췌장암, 전립선암, 유방암, 난소암, 신장암 및 폐암 등을 예시할 수 있지만, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0095] 또한, 본 발명에 따른 이중나선 올리고 RNA 구조체로 이루어진 나노입자를 포함하는 암 예방 또는 치료용 조성물에 포함되는 나노입자도 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체에서 선택된 어느 하나의 구조체로만 순수하게 구성될 수도 있고, Gankyrin 특이적 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체 및 BMI-1 특이적 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체가 혼합된 형태로 구성될 수도 있다.
- [0096] 본 발명의 조성물에는 상기의 유효성분 이외에 추가로 약제학적으로 허용 가능한 담체를 1종 이상 포함하여 제조할 수 있다. 약제학적으로 허용 가능한 담체는 본 발명의 유효성분과 양립 가능하여야 하며, 식염수, 멸균수, 링거액, 완충 식염수, 텍스트로즈 용액, 말토덱스트린 용액, 글리세롤, 에탄올 및 이들 성분 중 한 성분 또는 둘 이상의 성분을 혼합하여 사용할 수 있고, 필요에 따라 항산화제, 완충액, 정균제 등 다른 통상의 첨가제를 첨가할 수 있다. 또한 희석제, 분산제, 계면활성제, 결합제 및 윤활제를 부가적으로 첨가하여 수용액, 혼탁액, 유탁액 등과 같은 주사용 제형으로 제제화 할 수 있다. 특히, 동결건조(Iyophilized)된 형태의 제형으로 제제화하여 제공하는 것이 바람직하다. 동결건조 제형 제조를 위해서 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상적으로 알려져 있는 방법이 사용될 수 있으며, 동결건조를 위한 안정화제가 추가될 수도 있다. 더 나아가 당 분야의 적정한 방법으로 또는 레밍顿 약학 과학(Remington's pharmaceutical Science, Mack Publishing company, Easton PA)에 개시되어 있는 방법을 이용하여 각 질병에 따라 또는 성분에 따라 바람직하게 제제화 할 수 있다.
- [0097] 본 발명의 조성물에 포함되는 유효성분 등의 함량 및 투여방법은 통상의 환자의 증후와 질병의 심각도에 기초하여 본 기술분야의 통상의 전문가가 결정할 수 있다. 또한 산제, 정제, 캡슐제, 액제, 주사제, 연고제, 시럽제 등의 다양한 형태로 제제화 할 수 있으며 단위-투여량 또는 다-투여량 용기, 예를 들면 밀봉된 앰플 및 병 등으로 제공될 수도 있다.
- [0098] 본 발명의 조성물은 경구 또는 비경구 투여가 가능하다. 본 발명에 따른 조성물의 투여경로는 이들로 한정되는 것은 아니지만, 예를 들면, 구강, 정맥 내, 근육 내, 동맥 내, 골수 내, 경막 내, 심장 내, 경피, 피하, 복강 내, 장관, 설하 또는 국소 투여가 가능하다. 본 발명에 따른 조성물의 투여량은 환자의 체중, 연령, 성별, 건강 상태, 식이, 투여시간, 방법, 배설율 또는 질병의 중증도 등에 따라 그 범위가 다양하며, 본 기술분야의 통상의 전문가가 용이하게 결정할 수 있다. 또한, 임상 투여를 위해 공지의 기술을 이용하여 본 발명의 조성물을 적합한 제형으로 제제화할 수 있다.
- [0099] 본 발명에서는 본 발명에 따른 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA, 상기 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA

구조체, 이를 포함하는 조성물 또는 나노입자를 암의 예방 또는 치료를 위한 약제의 제조에 이용하는 용도를 제공한다.

[0100] 또한, 본 발명은 본 발명에 따른 이중나선 올리고 RNA 구조체, 이를 포함하는 조성물 또는 나노입자를 예방 또는 치료를 필요로 하는 환자에게 투여하는 것을 포함하는 암의 예방 및 치료방법을 제공한다.

### 발명의 효과

[0101] 본 발명에 따른 Gankyrin 및/또는 BMI-1 특이적 siRNA, 이를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체를 포함하는 암 치료용 조성물은 부작용 없이 높은 효율로 Gankyrin 및/또는 BMI-1의 발현을 억제하여 암, 특히 간암 치료효과를 거둘 수 있으므로, 현재 적절한 치료제가 없는 간암의 치료에 매우 유용하게 사용될 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0102] 도 1은 본 발명에 따른 이중나선 올리고 RNA 구조체로 구성된 나노입자의 모식도.

도 2는 본 발명에 따른 서열번호 1, 102 또는 201번의 서열을 센스가닥으로 포함하는 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체로 이루어진 나노입자의 크기(size) 및 PDI(polydispersity index)의 측정 그래프로, SAMiRNA-Gank는 서열번호 1번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체로 이루어진 나노입자; SAMiRNA-BMI는 서열번호 102번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체로 이루어진 나노입자; SAMiRNA-Gank+BMI는 서열번호 1 및 서열번호 102번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체로 이루어진 나노입자를 나타냄.

도 3는 본 발명의 서열번호 1 내지 100번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA의 1nM 농도로 형질전환시킨 후, 확인된 타겟 유전자(target gene) 발현 저해량 그래프.

도 4는 본 발명의 서열번호 1 내지 100번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA의 0.2nM 농도로 형질전환시킨 후, 확인된 타겟 유전자 발현 저해량 그래프.

도 5는 본 발명의 서열번호 101 내지 200번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA의 1nM 농도로 형질전환시킨 후, 확인된 타겟 유전자 발현 저해량 그래프.

도 6는 본 발명의 서열번호 101 내지 200번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA의 0.2nM 농도로 형질전환시킨 후, 확인된 타겟 유전자 발현 저해량 그래프.

도 7은 본 발명의 서열번호 1, 10, 12, 35, 56, 61, 81, 88, 99번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA를 두 종의 간암세포에 저농도로 처리하여 타겟 유전자의 발현 저해량을 확인한 그래프.

A. Hep3B 세포주

B. Huh-7 세포주

도 8은 본 발명의 서열번호 102, 124, 125, 180, 183, 193, 197, 198, 199, 200번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA를 두 종의 간암세포에 저농도로 처리하여 타겟 유전자의 발현 저해량을 확인한 그래프

A : Hep3B 세포주

B : Huh-7 세포주

도 9는 본 발명의 서열번호 1, 102번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA의 IC50(inhibition concentration 50%)를 확인한 그래프.

A : 서열번호 1번을 센스가닥으로 가지는 siRNA의 IC50

B : 서열번호 102번 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA의 IC50.

도 10은 본 발명의 서열번호 1, 102, 201번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA를 두 종의 암세포에 형질전환시켜 해당 siRNA에 의한 콜로니 형성 분석(colony forming assay, CFA)을 통해 콜로니 형성 억제를 확인한 사진.

A. 서열번호 1번을 센스가닥으로 가지는 siRNA의 콜로니 형성분석

B. 서열번호 102번을 센스가닥으로 가지는 siRNA의 콜로니 형성분석.

도 11은 본 발명의 서열번호 1, 102, 201번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA를 동시형질전환(co-transfection)시 타겟 유전자의 발현 저해를 확인한 그래프.

도 12은 본 발명의 서열번호 1, 102, 201번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA를 동시형질전환(co-transfection)시 나타나는 세포 생존률(cell viability) 감소를 확인한 그래프

도 13은 본 발명의 서열번호 102 및 201번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA를 포함하는 이중나선 RNA 구조체를 포함하는 나노입자의 간암모델 미정맥 투여에 따른 타겟 유전자 발현저해를 확인한 그래프로, 마지막 투여 후 48시간이 경과한 시점의 종양조직에서 서열번호 201번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA를 포함하는 이중나선 RNA 구조체를 포함하는 나노입자가 투여된 대조군 대비 서열번호 102번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA를 포함하는 이중나선 RNA 구조체를 포함하는 나노입자가 투여된 실험군에서 발현되는 타겟 유전자의 mRNA 양을 확인한 그래프로, x축의 각 숫자는 개체를 나타냄.

도 14은 본 발명의 서열번호 1, 102, 201번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA를 포함하는 이중나선 RNA 구조체를 포함하는 나노입자의 간암모델 미정맥투여에 따른 간암성장억제 효과를 확인한 그래프로, 나노입자 투여에 따른 간암성장억제정도를 혈청 내 AFP 수치를 확인함. DPBS는 용매인 DPBS만을 투여한 대조군; 201은 서열번호 201번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA를 포함하는 나노입자를 5mg/kg body weight로 투여한 대조군; 1은 서열번호 1번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA를 포함하는 나노입자를 5mg/kg body weight로 투여한 실험군; 102는 서열번호 102번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA를 포함하는 나노입자를 5mg/kg body weight로 투여한 실험군; 1+102는 동량의 서열번호 1번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체와 서열번호 102번의 서열을 센스가닥으로 포함하는 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체로 이루어진 나노입자를 5mg/kg body weight(각 서열당 처리된 이중나선 올리고 RNA 구조체의 양은 2.5mg/kg body weight씩임)로 투여한 실험군; sorafenib은 양성대조군을 의미함.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0103]

이하, 실시예를 통하여 본 발명을 보다 상세히 설명하고자 한다. 이를 실시예는 오로지 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이를 실시예에 의해 제한되지 않는다는 것은 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 자명한 것이다.

[0104]

### 실시예 1. Gankyrin 및 BMI-1의 목표 염기서열 디자인 및 siRNA의 제조

[0105]

Gankyrin 유전자의 mRNA 서열(NM\_002814) 또는 BMI-1 유전자의 mRNA 서열 (NM\_005180)에 결합할 수 있는 목표 염기서열(센스가닥)을 유전자별로 100종씩 디자인하고, 상기 목표 염기서열의 상보적 서열인 안티센스 가닥의 siRNA를 제조하였다. 우선, 바이오니아(주)에서 개발된 유전자 디자인 프로그램(Turbo si-Designer)을 사용하여, 해당 유전자들의 mRNA 서열에서 siRNA가 결합할 수 있는 목표 염기서열을 디자인하였다. 본 발명의 간암 연관 유전자에 대한 siRNA는 19개의 뉴클레오티드로 구성된 센스 가닥과 이에 상보적인 안티센스 가닥으로 구성된 이중가닥 구조이다. 또한 어떠한 유전자의 발현을 저해하지 않는 서열의 siRNA인 siCONT(서열번호 201)을 제조하였다. 상기 siRNA는  $\beta$ -시아노에틸 포스포라미다이트( $\beta$ -cyanoethyl phosphoramidite)를 이용하여 RNA 골격 구조를 이루는 포스포디에스터 결합을 연결하여 제조하였다 (Nucleic Acids Research, 12:4539-4557, 1984). 구체적으로, RNA 합성기(384 Synthesizer, Bioneer, 한국)를 사용하여, 뉴클레오티드가 부착된 고형 지지체 상에서, 차단제거(deblocking), 결합(coupling), 산화(oxidation) 및 캐핑(capping)으로 이루어지는 일련의 과정을 반복하여 원하는 길이의 RNA를 포함하는 반응물을 수득하였다. 상기 반응물을 Daisogel C18(Daiso, Japan) 칼럼이 장착된 HPLC LC918(Japan Analytical Industry, Japan)로 RNA를 분리 및 정제하고 이를 MALDI-TOF 질량 분석기(Shimadzu, Japan)를 이용하여 목표 염기서열과 부합하는지 확인하였다. 이후, 센스와 안티센스 RNA가닥을 결합시켜 목적하는 이중가닥 siRNA(서열번호 1 내지 201)을 제조하였다 (표 1 참조).

### 표 1

본 발명에 따른 siRNA의 센스가닥 서열

SEQ ID No.	Target Gene	Sequence	
1	Gankyrin	CUGUGAGAUUGUUCUACU	

2	Gankyrin	CUGUACUCCCUUACAUUAU
3	Gankyrin	CGGCUGUUUUGACUGGCGU
4	Gankyrin	GGCCGGGAUGAGAUUGUAA
5	Gankyrin	GUGUCUAACCUAUGGUUCU
6	Gankyrin	GUGGCCUGGUUUAAUACU
7	Gankyrin	CGCUGUCAUGUUACUGGAA
8	Gankyrin	CGCGCGACAAGUAGUUGCU
9	Gankyrin	GCUGGGACAGCGAAUAGGA
10	Gankyrin	GUUACUUGUUCGAAGCUUA
11	Gankyrin	GAAACAGAACAGCUCCAAU
12	Gankyrin	CCUUCUGGGAAAAGGUGCU
13	Gankyrin	CCAGAUGUUUCUAUGUGGA
14	Gankyrin	CCGGGAUGAGAUUGUAAAA
15	Gankyrin	GAGAGUGGAAGAAGCAAAA
16	Gankyrin	AGCCCUUCUGGGAAAAGGU
17	Gankyrin	AGGUGCUCAGUGAAUGCU
18	Gankyrin	AGUUGGAUGGUGUGUCUUA
19	Gankyrin	GUUAAACAGCUUGGAUUA
20	Gankyrin	GAGAGUAUUCUGGCCGAUA
21	Gankyrin	GUGGAAGGUAAAACAGCUU
22	Gankyrin	CUAAUUCUGUGGCUGUUGU
23	Gankyrin	GAGUAUUCUGGCCGAUAAA
24	Gankyrin	CCCAAGGAGCAAGUAAA
25	Gankyrin	CCCUCCCAUGUACCUUAU
26	Gankyrin	GGAUUGGUGUGCUCUAAA
27	Gankyrin	UUCUGCCAGAUGUUUCUAU
28	Gankyrin	GCUCGGCGACAAGUAGU
29	Gankyrin	GGUGUGUGCUAACCUAAU
30	Gankyrin	UGGAUUCUGUAUUGUUCU
31	Gankyrin	GAAUGAUAAAGACGAUGCA
32	Gankyrin	GCUCAAGUGAAUGCUGUCA
33	Gankyrin	CGAAAAACAGGCAUGAGAU
34	Gankyrin	GAGAUUGUUUCACUGUUGU
35	Gankyrin	GCAACAAGCUAGUUGUUCU
36	Gankyrin	CUGUCAUGUUAUCUGGAAGG
37	Gankyrin	AGAUGCUAAGGACCAUUAU
38	Gankyrin	CAGGUUGGUCUCCUUCA
39	Gankyrin	GCUUACAGCUUGUUUCC
40	Gankyrin	CUGAGUUACUUGUUCGAAG
41	Gankyrin	ACUUGGGAGUGCCAGUGAAU
42	Gankyrin	AGCCCAUUAUACCUAUGUAU
43	Gankyrin	CCAUUAUGAGGCUACAGCA
44	Gankyrin	GGUGGAAGGUAAAACAGCU
45	Gankyrin	CAUCUAGAAUGAUGAAGU
46	Gankyrin	GUGGUCCUACAAACUAUAGU
47	Gankyrin	GUGCACAAGACAUCUA
48	Gankyrin	GUUCUACUGUUGUCGUUA
49	Gankyrin	GUUGGAUGGUGUGCUCUAA
50	Gankyrin	CAGGACAGCAGAACUGCAU
51	Gankyrin	AAACAUAGCCCACAUACCU
52	Gankyrin	CAGGCCUACGCCAACGUU
53	Gankyrin	CUGGGUUUAAUACUAGA
54	Gankyrin	CGAACGUACAGCUUGUUU
55	Gankyrin	GUGUCAUCCUGUAUUGAAA
56	Gankyrin	AGACGAUGCAGGUUGGUUC
57	Gankyrin	UUCUAUGUGGAUUCUGUAA
58	Gankyrin	CUCCAAUAGCAACAAGCUA
59	Gankyrin	GCUACUAGAACUGACCAGG

60	Gankyrin	CCUCCCAUGUACCUUAUAU
61	Gankyrin	GUUCCUCCAUACAGUUAAA
62	Gankyrin	GUGUGUGUCUAACCUAUG
63	Gankyrin	UGUAUGUUCUCCAUACA
64	Gankyrin	GUCCUACAAACUAUGUAU
65	Gankyrin	GAUAACUGUUGAGAUUGU
66	Gankyrin	GUUUUGAUGGGUUGUUUA
67	Gankyrin	CAGUGAUGAUAAAGACGA
68	Gankyrin	GUAUUCUGGCCGAUAAAUC
69	Gankyrin	GCUCUAACGGCUGUUUGA
70	Gankyrin	GUUGCUGGGACAGCGAAAU
71	Gankyrin	GAUAAAUCCCUGGUACUA
72	Gankyrin	GCCGGGAUGAGAUUGUAAA
73	Gankyrin	GGCUGUACUCCCUACAUU
74	Gankyrin	GUCCAAGGAGCAAGUAUU
75	Gankyrin	GAGAAUGGUGGAAGGUUA
76	Gankyrin	GGUAAAACAGCUUGGAAUU
77	Gankyrin	CCCAGUGUCCUACAAACUA
78	Gankyrin	CCAGUGUCCUACAAACUA
79	Gankyrin	CCUCCAUACAGUAAAACA
80	Gankyrin	CGCCAAACGUUUCUGUUUU
81	Gankyrin	ACCUAUAGGUUCUGCAACCU
82	Gankyrin	UCAAGAGAAUGGUGGAAGG
83	Gankyrin	AUCCAGAUGCUAAGGACCA
84	Gankyrin	CACUCAGGCCUACGCCAA
85	Gankyrin	UCACUCAGGCCUACGCCAA
86	Gankyrin	CUGUUGUCGUUAUUCUUC
87	Gankyrin	GGGUGUGUGCUAACCUAA
88	Gankyrin	CGAUAAAUCCCUGGUACU
89	Gankyrin	GUCAUCAAAUAGGUGUA
90	Gankyrin	GGCAUGAGAUCGCUGUCAU
91	Gankyrin	GGGCUAAUCCAGAUGCUAA
92	Gankyrin	CCAGAUCCUAAGGACCAUU
93	Gankyrin	GCCUGGGUUUAUACUCAA
94	Gankyrin	GGGUUUUAUACUCAAGAGA
95	Gankyrin	CCCUCUCUGAAACAGAACAA
96	Gankyrin	CCAAUAGCAACAAGCUAGU
97	Gankyrin	GUAUGUUGUGUUGUUGUCC
98	Gankyrin	CGAUGCAGGUUGGUCCU
99	Gankyrin	AGGAAGUUUAAAAGUACCU
100	Gankyrin	GGCUGUUUUGACUGGCCUA
101	BMI1	GUGUGUCAUCACCCAUC
102	BMI1	GAAAGUUUCUCAGAAGUAA
103	BMI1	UGUCUACAUUCCUUCUGUA
104	BMI1	GAAUUCUUUGACCAGAACAA
105	BMI1	CAUUGAUGCCACAACCAAUA
106	BMI1	GAAAUAACCAACCGAAA
107	BMI1	CACAAGACCAGACCAUCAC
108	BMI1	CAGAGAGAUGGACUGACAA
109	BMI1	GGGUACUUCAUUGAUGCCA
110	BMI1	CCAGACCACUACUGAAUAU
111	BMI1	GAGCUUCUACAGGUUUUU
112	BMI1	GUCUACAUUCCUUCUGUA
113	BMI1	CCUGGAGACCAGCAAGUAU
114	BMI1	CUUUUUCUCUGUGUAGGA
115	BMI1	GUCACUGUGAAUACGAU
116	BMI1	GUCGAACUUGGUGUGU
117	BMI1	CAGAGUUCGACCUACUUGU

118	BMI1	GACUGACAAAUGCUGGAGA
119	BMI1	CCAGAUUGAUGUCAGUUAU
120	BMI1	CUCCAAGAUAUUGUAUACA
121	BMI1	CAGGGCUUUUCAAAAUGA
122	BMI1	GUUAUUUGUGAGGGUGUUU
123	BMI1	CUGGUUGAUACCUGAGACU
124	BMI1	CGAGAAUCAAGAUACUGA
125	BMI1	CCACUACUGAAUUAAGGU
126	BMI1	GUCAGAUAAAACUCUCCAA
127	BMI1	CCAACGGAAAGAAUUAUGCA
128	BMI1	CAACCAACGGAAAGAAUUAU
129	BMI1	GGUCAGAUAAAACUCUCCA
130	BMI1	GACAUAAAGCAUUGGGCCAU
131	BMI1	GUACUCUGCAGUGGACAU
132	BMI1	GAGCAAGCAUGUUGAUUU
133	BMI1	GCUUGGCUCGCAUUCAUU
134	BMI1	GACUGUGAUGCACUUAAGA
135	BMI1	GGUCCACUUCCAUUGAAAU
136	BMI1	CGACCUACUUGUAAAAGAA
137	BMI1	CUCACAUUCCAGUACAU
138	BMI1	CCAGCAGGUUGCUAAAAGA
139	BMI1	ACAAGACCAGACCACUACU
140	BMI1	ACAUGUGACUAUCGUCCAA
141	BMI1	AGUACUCUGCAGUGGACAU
142	BMI1	GUGGUAUAGCAGUAUUUU
143	BMI1	GAGAAGGAUGGUCCACUU
144	BMI1	CUGUAGAAAACAAGUGCUU
145	BMI1	GUAAGAAUCAGAUGGCAU
146	BMI1	GCCAUAUGACCUUCGAAAU
147	BMI1	CGGGUACUACCGUUUAUUU
148	BMI1	GGUGGUAUAGCAGUAUUU
149	BMI1	UAGAGCAAGCAUGUUGAAU
150	BMI1	CAUUAUGCUUGUUGUACAA
151	BMI1	CACCAAUCUUCUUUJGCCA
152	BMI1	GUGUGUGUCAUCACCCAU
153	BMI1	GCCACACCAUAUAGAAU
154	BMI1	CAGCAAGUAUUGUCCUAAU
155	BMI1	GUAUGAGGAGGAACCUUA
156	BMI1	CCUCGAAAUCAUCAUGUAA
157	BMI1	GGUUCGACCUUUGCAGAU
158	BMI1	GCAAUUGGCACAUUUUCU
159	BMI1	CCCAUUGUAAGUGUUGUU
160	BMI1	UCUAUGUAGCCAUGUCACU
161	BMI1	UGCUCUUGGUUGAACUUGGU
162	BMI1	CACAACCAUAUAGAAUGU
163	BMI1	CUGUGAAUACGAUUCUU
164	BMI1	GUAUUGGUCAUUUUGUGAU
165	BMI1	CUGCAGCUCGCUUCAAGAU
166	BMI1	CAGAUUGGAUGCGAAAGUA
167	BMI1	CAGCGGUACCACCAAUCU
168	BMI1	CUGACAAAUGCUGGAGAAC
169	BMI1	CGAACAAACGAGAAUCAAGA
170	BMI1	CAUGUAUGAGGAGGAACCU
171	BMI1	CUAAUGGAAUUGCCUACA
172	BMI1	GGUUGAUACCUGAGACUGU
173	BMI1	GACAUAAACAGGAAACAGUA
174	BMI1	GAGCCUUGCUUACCAGCAA
175	BMI1	CCUUCUCUGCUAUGUCUGA

176	BMI1	GGUCGAACUUGGUGUGUGU	
177	BMI1	CGAACUUGGUGUGUUCA	
178	BMI1	GUCUGCAAAGAACGACAA	
179	BMI1	CAGUACUAUGAAUGGAAACC	
180	BMI1	CAGAUGGCAUUAUGCUUGU	
181	BMI1	GCUCGCAUCAUUUUCUGC	
182	BMI1	CCCGCAGAAUAAAACCGAU	
183	BMI1	AGAUGGACUACAUGUGAUA	
184	BMI1	UCUGCAAAAGAACGACAAU	
185	BMI1	CUGAAAACGUGUAIUUGUU	
186	BMI1	GGUUAUUGACAUAAACAGGA	
187	BMI1	GGAAUAUGCCUUCUCUGCU	
188	BMI1	CUGCCAUGGCUCUAAUGA	
189	BMI1	CAGCAGGUUGCUAAAAGAA	
190	BMI1	GAUGGACUACAUGUGAUAC	
191	BMI1	UAGUAUAGAGGGCAGAGAU	
192	BMI1	UUCAUUGAUGGCCACACCA	
193	BMI1	ACCAGCAAGUAUUGCUUA	
194	BMI1	AGAACUGGAAAGUGACUCU	
195	BMI1	ACUAUCGUCCAUUUGCUU	
196	BMI1	UCUGUUCCAUUAGAACCAA	
197	BMI1	GUAAAUAUGGACAUACCUAA	
198	BMI1	GCUGCUCUUUCGGGAUUU	
199	BMI1	GAACAGAUUGGAUCGGAAA	
200	BMI1	CAUGUGACUACGUCAAU	
201	siCONT (negative control siRNA)	CUUACGCGUGAGUACUUCGA	

#### 실시예 2. 이중나선 오리고 RNA 구조체(SAMirRNA LP)의 제조

본 발명에서 제조한 이중나선 울리고 RNA 구조체(SAM:iRNA LP)는 하기 구조식 (5)과 같은 구조를 가진다.

C<sub>24</sub>-5' -S-3' -PEG

AS 구조식 (5)

상기 구조식 (5)에서, S는 siRNA의 센스가닥; AS는 siRNA의 안티센스 가닥; PEG는 친수성 물질로 폴리에틸렌 글리콜(polyethylene glycol); C<sub>24</sub>는 소수성 물질로 이황화결합(disulfide)이 포함된 테트라도코산(tetradocosane); 5' 및 3'은 이중나선 올리고 RNA 막단의 방향성을 의미한다.

상기 구조식 (5)에서의 siRNA의 센스가닥은 기존 특허(대한민국 공개 특허 공보 10-2012-0119212호)의 실시예 1에 기재된 방법에 따라 제조된 3' 폴리에틸렌글리콜(polyethylene glycol, PEG, Mn=2,000)-CPG를 지지체로 하여 앞서 언급한 방식대로  $\beta$ -시아노에틸포스포아미다이트를 이용하여 RNA 골격구조를 이루는 포스포디에스터 결합을 연결해가는 방법을 통해 3' 말단 부위에 폴리에틸렌 글리콜이 결합된 센스가닥을 포함하는 올리고 RNA-친수성 물질 구조체를 합성한 뒤, 이황화 결합이 포함되어있는 테트라도코산을 5' 말단에 결합하여 원하는 RNA-고분자 구조체의 센스가닥을 제조하였다. 상기 가닥과 어닐링을 수행할 안티센스 가닥의 경우, 앞서 언급한 반응을 통해 센스가닥과 상보적인 서열의 안티센스 가닥을 제조하였다.

합성이 완료되면 60°C의 온탕기(water bath)에서 28%(v/v) 암모니아(ammonia)를 처리하여 합성된 RNA 단일가닥과 RNA-고분자 구조체를 CPG로부터 떼어낸 뒤, 탈보호(deprotection) 반응을 통해 보호잔기를 제거하였다. 보호잔기가 제거된 RNA 단일가닥 및 RNA-고분자 구조체는 70°C의 오븐에서 엔-메틸파리돌(N-methylpyrrolidone),

트리에틸아민(triethylamine) 및 트리에틸아민트리하이드로플로라이드 (triethylaminetrihydrofluoride)를 부피비 10:3:4의 비율로 처리하여 2' TBDMS(tert-butyldimethylsilyl)를 제거하였다.

[0114] 상기 반응물을 Daisogel C18(Daiso, Japan) 칼럼이 장착된 HPLC LC918(Japan Analytical Industry, Japan)로 RNA를 분리 및 정제하고 이를 MALDI-TOF 질량 분석기(Shimadzu, Japan)를 이용하여 목표 염기서열과 부합하는지 확인하였다. 이후, 각각의 이중나선 올리고 RNA 구조체를 제조하기 위하여 센스가닥과 안티센스 가닥을 동량 혼합하여 1X 어닐링 버퍼(30 mM HEPES, 100 mM 칼륨 아세테이트(Potassium acetate), 2 mM 마그네슘 아세테이트(Magnesium acetate), pH 7.0~7.5)에 넣고, 90 °C 항온수조에서 3분 반응시킨 후 다시 37 °C에서 반응시켜, 서열번호 1번, 102번 및 201번을 siRNA의 센스가닥으로 가지는 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 RNA 구조체(이하, 각각 SAMiRNALP-Gank, SAMiRNALP-BMI, SAMiRNALP-CONT라 함)를 각각 제조하였다. 제조된 이중나선 올리고 RNA 구조체는 전기영동을 통하여 어닐링 되었음을 확인하였다.

#### 실시예 3. 이중나선 올리고 RNA 구조체(SAMiRNA LP)로 이루어진 나노입자 (SAMiRNA)의 제조 및 크기 측정

[0116] 상기 실시예 2에서 제조된 이중나선 올리고 RNA 구조체(SAMiRNA LP)는 이중나선 올리고 RNA의 말단에 결합된 소수성 물질 간의 소수성 상호작용에 의하여 나노입자, 즉 미셀(micelle)을 형성하게 된다(도 1 참조).

[0117] SAMiRNALP-Gank, SAMiRNALP-BMI, SAMiRNALP-CONT로 이루어진 나노입자 크기 PDI(polydispersity index) 분석을 통해 해당 SAMiRNALP로 구성된 나노입자(SAMiRNA)의 형성을 확인하였다.

#### 실시예3-1. 나노입자의 제조

[0119] 상기 SAMiRNALP-Gank를 1.5 mL DPBS(Dulbecco's Phosphate Buffered Saline)에 50 µg/mL의 농도로 녹인 뒤, -75°C, 5mTorr 조건에서 48시간 동안 동결건조를 통해 나노입자 파우더를 제조한 뒤, 용매인 DPBS에 녹여 균질화된 나노입자를 제조하였다. SAMiRNA-Gank+BMI의 경우 상기 SAMiRNALP-Gank와 SAMiRNA-BMI를 각각 0.75 mL DPBS(Dulbecco's Phosphate Buffered Saline)에 50 µg/mL의 농도로 녹인 뒤, -75°C, 5mTorr 조건에서 48시간 동안 동결건조를 통해 나노입자 파우더를 제조한 뒤, 용매인 DPBS에 녹여 균질화된 나노입자를 제조하여, 두 물질을 섞어서 서열번호 1과 서열번호 102번을 센스가닥으로 가지는 siRNA를 포함하는 나노입자를 제조하였다.

#### 실시예 3-2. 나노입자의 크기 및 다분산지수(polydispersity index, 이하 'PDI'라 한다) 측정

[0121] 제타-전위 측정기(zeta-potential measurement)를 통하여 상기 나노입자의 크기를 측정하였다. 실시예 3-1에서 제조된 균질화된 나노입자는 제타-전위 측정기(Nano-ZS, MALVERN, 영국)로 크기를 측정하였는데, 물질에 대한 굴절률(Refractive index)은 1.459, 흡수율(Absorption index)은 0.001로 하고, 용매인 DPBS의 온도 25 °C 및 그에 따른 점도(viscosity)는 1.0200 및 굴절률은 1.335의 값을 입력하여 측정하였다. 1회 측정은 15 번 반복으로 구성된 크기 측정으로 이루어졌고, 이를 6 회 반복하였다. 상기 SAMiRNALP-BMI, SAMiRNALP-Gank+BMI도 동일한 방법으로 측정하였다.

[0122] SAMiRNALP-Gank로 구성된 나노입자(SAMiRNA-Gank)의 경우 약 83 nm의 크기(size)와 0.24의 PDI 값을 가지고, SAMiRNALP-BMI로 구성된 나노입자(SAMiRNA-BMI)의 경우 80 nm의 크기와 0.22의 PDI를 포함하는 것이 확인되었다. SAMiRNALP-Gank+BMI로 구성된 나노입자(SAMiRNA-Gank+BMI)의 경우 약 85 nm의 크기와 0.26의 PDI 값을 포함하는 것이 확인되었다 (도 2 참조). (도 2 참조). PDI 값이 낮을수록 해당 입자가 고르게 분포하고 있음을 나타내는 수치로, 본 발명의 나노입자는 매우 균일한 크기로 형성됨을 알 수 있었다

#### 실시예 4. 인간 간암세포(Hep3B) 세포주에서 siRNA를 이용한 타겟 유전자의 발현 억제 확인.

[0124] 상기 실시예 1에서 제조된 서열번호 1번 내지 201번을 센스가닥으로 가지는 siRNA를 이용하여 인간 간암세포주(Hep3B)를 형질전환시키고, 상기 형질전환된 간암세포주(Hep3B)에서 타겟 유전자의 발현 양상을 분석하였다.

#### 실시예 4-1. 인간 간암세포주의 배양

[0126] 미합중국 종균협회(American Type Culture Collection, ATCC)로부터 입수한 인간 간암세포(Hep3B) 세포주를 EMEM (Eagle's Minimum Essential Medium) 배양배지(GIBCO/Invitrogen, USA, 10%(v/v) 우태아 혈청, 페니실린 100 units/ml 및 스트렙토마이신 100  $\mu$ g/ml)에서 37 °C, 5%(v/v) CO<sub>2</sub>의 조건 하에 배양하였다.

#### 실시예4-2. 인간 간암 세포주에서 목표 siRNA 의 형질주입(transfection)

[0127] 상기 실시예 4-1에서 배양된  $1 \times 10^5$  Hep3B 세포주를 37°C에서 5 %(v/v) CO<sub>2</sub>의 조건하에 12-웰 플레이트에서 18시간 동안 EMEM에서 배양한 뒤, 배지를 제거한 후 각 웰당 500 $\mu$ l의 Opti-MEM 배지(GIBCO, 미국)를 분주하였다.

[0128] 한편, 리포펙타민 RNAi 맥스(Lipofectamine™ RNAi Max, Invitrogen, 미국) 1.5 $\mu$ l와 Opti-MEM 배지 248.5 $\mu$ l을 혼합하여 혼합액을 제조하였고, 실온에서 5분간 반응시킨 다음, 상기 실시예 1에서 제조한 각각의 서열번호 1 내지 201번을 센스가닥으로 가지는 siRNA (1pmole/ $\mu$ l) 0.2 또는 1 $\mu$ l를 Opti-MEM 배지 230 $\mu$ l에 첨가하여 최종 농도가 0.2 nM 또는 1 nM인 siRNA 용액을 제조하였다. 상기 리포펙타민 RNAi 맥스 (Lipofectamine™ RNAi Max) 혼합액과 siRNA 용액을 혼합하여 실온에서 20분간 반응시켜 형질주입용 용액을 제조하였다.

[0129] 그 후, Opti-MEM이 분주된 종양세포주의 각 웰에 형질주입용 용액을 각각 500 $\mu$ l씩 분주하고 6시간 동안 배양한 후, Opti-MEM 배지를 제거하였다. 여기에 EMEM 배양배지 1ml씩 분주한 다음 24 시간 동안 37°C에서 5%(v/v) CO<sub>2</sub>의 조건 하에서 배양하였다.

#### 실시예4-3. 타겟 유전자 mRNA의 정량분석

[0130] 상기 실시예 4-2에서 형질주입된 세포주로부터 전체 RNA를 추출하여 cDNA를 제조한 뒤, 실시간 PCR(real-time PCR)을 이용하여 타겟 유전자의 mRNA 발현량을 상대정량 하였다.

#### 실시예4-3-1. 형질주입된 세포로부터 RNA 분리 및 cDNA 제조

[0131] RNA 추출 키트(AccuPrep Cell total RNA extraction kit, BIONEER, 한국)를 이용하여, 상기 실시예 4-2에서 형질주입된 세포주로부터 전체 RNA를 추출하고, 추출된 RNA는 RNA 역전사 효소(AccuPower CycleScript RT Premix/dT20, Bioneer, 한국)를 이용하여, 하기와 같은 방법으로 cDNA를 제조하였다. 구체적으로, 0.25ml 에펜도르프 튜브에 담겨있는 AccuPower CycleScript RT Premix/dT20(Bioneer, 한국)에 한 튜브 당 추출된 1 $\mu$ g 씩의 RNA를 넣고 총 부피가 20 $\mu$ l가 되도록 DEPC(diethyl pyrocarbonate) 처리된 증류수를 첨가하였다. 이를 유전자 증폭기(MyGenie™ 96 Gradient Thermal Block, BIONEER, 한국)로 30°C에서 1분 동안 RNA와 프라이머를 혼성화하고, 52°C에서 4분간 cDNA를 제조하는 두 과정을 6번 반복한 뒤, 95°C에서 5분 동안 효소를 불활성화 시켜 증폭 반응을 종료하였다.

#### 실시예4-3-2. 타겟 유전자 mRNA의 상대정량 분석

[0132] 상기 실시예 4-3-1에서 제조된 cDNA를 주형으로 하여 실시간 PCR을 통해 간암 연관 유전자 mRNA의 상대적인 양을 하기와 같은 방법으로 정량하였다. 96-웰 플레이트의 각 웰에 상기 실시예 4-3-1에서 제조된 cDNA를 증류수로 5배 희석하고, 타겟유전자 mRNA 발현량 분석을 위해서 희석된 cDNA 3 $\mu$ l와 2× GreenStar™ PCR master mix(BIONEER, 한국)를 10 $\mu$ l, 증류수 6 $\mu$ l, Gankyrin qPCR 프라이머(F, R 각각 10pmole/ $\mu$ l, BIONEER, 한국, 표 2 참조)을 1 $\mu$ l 넣어 혼합액을 만들었다. 한편, 타겟유전자 mRNA의 발현량을 정규화하기 위해 하우스키핑 유전자 (housekeeping gene, 이하 HK 유전자)인 GAPDH(Glyceraldehyde 3-phosphate dehydrogenase)를 표준 유전자로 하였다. 상기 혼합액이 담긴 96-웰 플레이트를 Exicycler™96 Real-Time Quantitative Thermal Block(BIONEER, 한국)을 이용하여 하기와 같은 반응을 수행하였다: 95°C에서 15분간 반응하여 효소의 활성화 및 cDNA의 이차구조를 없엔 뒤, 94 °C에서 30초 변성(denaturing), 58°C에서 30초 어닐링(annealing), 72°C에서 30초 연장(extension), SYBR 그린 스캔(SYBR green scan)의 4개의 과정을 42 회 반복 수행하고, 72°C에서 3분간 최종 연장을 수행한 뒤, 55°C에서 1분간 온도를 유지하고, 55°C에서 95°C까지 멜팅 커브(melting curve)를 분석하였다. PCR이 종료된 후, 각각 수득한 타겟유전자의 Ct(threshold cycle)값은 GAPDH 유전자를 통해 보정된 타겟유전자의 Ct 값을 구한 뒤, 유전자 발현저해를 일으키지 않는 컨트롤 서열의 siRNA(siCONT)가 처리된 실험군을 대조

군으로 하여  $\Delta Ct$  값의 차이를 구했다. 상기  $\Delta Ct$  값과 계산식  $2(-\Delta Ct) \times 100$ 을 이용하여 Gankyrin 특이적 siRNA(서열번호 1 내지 서열번호 100을 센스가닥으로 가짐)가 처리된 세포의 타겟 유전자의 발현량을 상대정량하였다(도 3, 4). 또한 BMI-1 특이적 siRNA(서열번호 101 내지 200번을 센스가닥으로 가짐)가 처리된 실험군은 상기 방법과 동일한 방법으로 BMI-1 qPCR 프라이머와 GAPDH qPCR 프라이머를 이용하여 타겟 유전자의 mRNA를 상대적 정량하였다(도 5, 6). 고효율의 siRNA를 선별하기 위하여 0.2 nM과 1nM 농도에서 각 유전자에 대한 mRNA 발현양이 공통적으로 높게 감소된 siRNA를 선택하였다(서열번호 1, 10, 13, 56, 99, 102, 180, 197, 199, 200 번의 서열을 센스가닥으로 가짐).

## 표 2

qPCR primer 서열정보(F, Forward primer, R, Reverse primer)

name	Sequence	SEQ ID NO.
GAPDH-F	GGTGAAGGTCGGAGTCACG	202
GAPDH-R	ACCATGTTGAGGTCAATGAAGG	203
Gankyrin-F	AGCAGCCAAGGGTAACCTGA	204
Gankyrin-R	CACTTGCAGGGGTGTCTTTT	205
BMI1-F	TCATCCTCTGCTGATGCTG	206
BMI1-R	CCGATCCAATCTGTTCTGGT	207

**[0138] 실시예 5. 인간 간암세포(Hep3B, Huh-7) 세포주에서 고효율의 siRNA 선정 및 IC50(inhibition concentration 50%) 측정.**

상기 실시예 4-3-2에서 선정된 서열번호 서열번호 1, 10, 13, 56, 99, 102, 180, 197, 199, 200 및 201번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA를 이용하여 인간간암세포(Hep3B, Huh-7)를 형질전환시키고, 상기 형질전환된 간암세포(Hep3B, huh-7) 세포주에서 타겟 유전자의 발현 양상을 분석하여 고효율의 siRNA를 선정하고, 가장 효율이 높은 siRNA의 IC50를 측정하여 siRNA 성능을 확인하였다.

**[0140] 실시예 5-1. 인간 간암세포주의 배양**

미합중국 종균협회(American Type Culture Collection, ATCC)로부터 입수한 인간 간암세포(Hep3B) 세포주는 실시예 4-1과 동일한 조건에서 배양하였다.

한국세포주은행(Korean cell line bank, KCLB)로부터 입수한 인간 간암세포(Huh-7) 세포주를 RPMI-1640 배지(GIBCO/Invitrogen, USA, 10%(v/v) 우태아 혈청, 페니실린 100 units/ml 및 스트렙토마이신 100  $\mu$ g/ml)에서 37 °C, 5%(v/v) CO<sub>2</sub>의 조건 하에 배양하였다.

**[0143] 실시예5-2. 인간 간암 세포주에서 목표 siRNA 의 형질주입(transfection)**

상기 실시예 5-1에서 배양된 Hep3B 세포주는 4-2와 동일한 조건에서 배양한 뒤, 리포펙타민 RNAi 맥스 (Lipofectamine™ RNAi Max, Invitrogen, 미국) 1.5  $\mu$ l와 Opti-MEM 배지 248.5  $\mu$ l를 혼합하여 혼합액을 제조하였고, 실온에서 5분간 반응시킨 다음, 상기 실시예 1에서 제조한 각각의 서열번호 1, 10, 13, 56, 99, 201 번을 센스가닥으로 가지는 siRNA 및 선행문현의 siRNA(Gank\_Ref, GGGCAGCAGCCAAGGGUAA, SEQ ID NO.208, US 2008/0071075 A1, Dharmacon) (1pmole/ $\mu$ l) 0.04, 0.2 또는 1  $\mu$ l를 Opti-MEM 배지 230  $\mu$ l에 첨가하여 최종 농도가 0.04, 0.2 또는 1 nM인 siRNA 용액을 제조하였다. 상기 실시예 1에서 제조한 각각의 서열번호 102, 180, 197, 199, 200, 201번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA 및 선행문현의 siRNA(BMI\_Ref, CGTGTATTGTTCGTTACCT, SEQ ID NO.209, Cancer Sci. 2010 Feb;101(2):379-86) (1 pmole/ $\mu$ l) 0.008, 0.04 또는 0.2  $\mu$ l를 Opti-MEM 배지 230  $\mu$ l에 첨가하여 최종 농도가 0.008, 0.04 nM 또는 0.2 nM인 siRNA 용액을 제조하였다. 상기 리포펙타민 RNAi 맥스 (Lipofectamine™ RNAi Max) 혼합액과 siRNA 용액을 혼합하여 실온에서 20분간 반응시켜 형질주입용 용액을 제조하였다

또한, 상기 실시예 5-1에서 배양된  $1 \times 10^5$  Huh-7 세포주를 37°C에서 5 %(v/v) CO<sub>2</sub>의 조건 하에 12-웰 플레이트

에서 18시간 동안 RPMI-1640 배양 배지에서 배양한 뒤, 배지를 제거한 후 각 웰당  $500\mu\text{l}$ 의 Opti-MEM 배지 (GIBCO, 미국)에 분주하였다. 한편, 리포펙타민 RNAi 맥스(Lipofectamine™ RNAi Max, Invitrogen, 미국)  $1.5\mu\text{l}$ 와 Opti-MEM 배지  $248.5\mu\text{l}$ 를 혼합하여 혼합액을 제조하였고, 실온에서 5분간 반응시킨 다음, 상기 실시예 1에서 제조한 각각의 서열번호 1, 10, 13, 56, 99, 201번을 센스가닥으로 가지는 siRNA 및 선행문헌(Gank\_Ref)의 siRNA ( $1\text{pmole}/\mu\text{l}$ )  $0.04, 0.2$  또는  $1\mu\text{l}$ 를 Opti-MEM 배지  $230\mu\text{l}$ 에 첨가하여 최종 농도가  $0.04, 0.2$  또는  $1\text{nM}$ 인 siRNA 용액을 제조하였다.

[0146] 상기 실시예 1에서 제조한 각각의 서열번호 102, 180, 197, 199, 200, 201번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA 및 선행문헌의 siRNA (BMI\_ref, Cancer Sci. 2010 Feb;101(2):379-86) ( $1\text{pmole}/\mu\text{l}$ )  $0.008, 0.04$  또는  $0.2\mu\text{l}$ 를 Opti-MEM 배지  $230\mu\text{l}$ 에 첨가하여 최종 농도가  $0.008, 0.04\text{ nM}$  또는  $0.2\text{ nM}$ 인 siRNA 용액을 제조하였다. 상기 리포펙타민 RNAi 맥스 (Lipofectamine™ RNAi Max) 혼합액과 siRNA 용액을 혼합하여 실온에서 20분간 반응시켜 형질주입용 용액을 제조하였다.

[0147] 그 후, Opti-MEM이 분주된 종양세포주를 포함하는 각 웰에 형질주입용 용액을 각각  $500\mu\text{l}$ 씩 분주하고 6시간 동안 배양한 후, Opti-MEM 배지를 제거하였다. 여기에 RPMI 1640 배양배지  $1\text{ml}$ 씩 분주한 다음 24시간 동안  $37^\circ\text{C}$ 에서  $5\%(v/v)$   $\text{CO}_2$ 의 조건 하에서 배양하였다.

#### 실시예5-3. 타겟 유전자 mRNA의 절량분석

[0148] 상기 실시예 5-2에서 형질주입된 세포주로부터 전체 RNA를 추출하여 cDNA를 제조한 뒤, 실시간 PCR(real-time PCR)을 이용하여 실시예 4-3과 동일한 방법으로 타겟 유전자의 mRNA 발현량을 상대정량 하였다(도 7, 8). 두 종의 간암세포에서 타겟 유전자 발현 저해량 관찰을 통해 각 siRNA의 효능을 명확하게 확인할 수 있었으며, 서열 번호 1, 10, 13, 102, 197 및 199번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA는 매우 낮은 농도에서도 비교적 높은 타겟 유전자 발현 저해를 나타나는 것을 확인하였다..

#### 실시예5-4. IC50 측정

[0149] 상기 실시예 5-3에서 확인된 고효율의 siRNA 중 각 유전자에 대하여 한 종씩 선정하여 IC50의 확인을 통해, 해당 siRNA의 성능을 확인하였다. 상기 실시예 5-1에서 배양된 Hep3B 세포주는 4-2와 동일한 조건에서 배양한 뒤, 리포펙타민 RNAi 맥스(Lipofectamine™ RNAi Max, Invitrogen, 미국)  $1.5\mu\text{l}$ 와 Opti-MEM 배지  $248.5\mu\text{l}$ 를 혼합하여 혼합액을 제조하였고, 실온에서 5분간 반응시킨 다음, 상기 실시예 1에서 제조한 각각의 서열번호 1, 102 및 201번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA ( $0.01\text{ pmole}/\mu\text{l}$ )  $0.8, 4\mu\text{l}$  또는 1, 102 및 201번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA ( $1\text{ pmole}/\mu\text{l}$ )  $0.2, 1$  또는  $5\mu\text{l}$ 를 Opti-MEM 배지  $230\mu\text{l}$ 에 첨가하여 최종 농도가  $8\text{ pM}, 40\text{pM}, 0.2\text{nM}, 1\text{ nM}$  또는  $5\text{nM}$ 인 siRNA 용액을 제조하였다. 상기 리포펙타민 RNAi 맥스 (Lipofectamine™ RNAi Max) 혼합액과 siRNA 용액을 혼합하여 실온에서 20분간 반응시켜 형질주입용 용액을 제조하였다

[0150] 또한, 상기 실시예 5-1에서 배양된  $1 \times 10^5$  Huh-7 세포주를  $37^\circ\text{C}$ 에서  $5\%(v/v)$   $\text{CO}_2$ 의 조건하에 12-웰 플레이트에서 18시간 동안 RPMI-1640 배지에서 배양한 뒤, 배지를 제거한 후 각 웰당  $500\mu\text{l}$ 의 Opti-MEM 배지 (GIBCO, 미국)를 분주하였다. 한편, 리포펙타민 RNAi 맥스(Lipofectamine™ RNAi Max, Invitrogen, 미국)  $1.5\mu\text{l}$ 와 Opti-MEM 배지  $248.5\mu\text{l}$ 를 혼합하여 혼합액을 제조하였고, 실온에서 5분간 반응시킨 다음, 상기 실시예 1에서 제조한 각각의 서열번호 1, 102 및 201번 siRNA ( $0.01\text{ pmole}/\mu\text{l}$ )  $0.8, 4\mu\text{l}$  또는 1, 102 및 201번을 센스가닥으로 가지는 siRNA ( $1\text{ pmole}/\mu\text{l}$ )  $0.2, 1$  또는  $5\mu\text{l}$ 를 Opti-MEM 배지  $230\mu\text{l}$ 에 첨가하여 최종 농도가  $8\text{ pM}, 40\text{pM}, 0.2\text{nM}, 1\text{ nM}$  또는  $5\text{nM}$ 인 siRNA 용액을 제조하였다. 상기 리포펙타민 RNAi 맥스 (Lipofectamine™ RNAi Max) 혼합액과 siRNA 용액을 혼합하여 실온에서 20분간 반응시켜 형질주입용 용액을 제조하였다.

[0151] 그 후, Opti-MEM이 분주된 종양세포주의 각 웰에 형질주입용 용액을 각각  $500\mu\text{l}$ 씩 분주하고 6시간 동안 배양한 후, Opti-MEM 배지를 제거하였다. 여기에 RPMI 1640 배양배지  $1\text{ml}$ 씩 분주한 다음 24시간 동안  $37^\circ\text{C}$ 에서  $5\%(v/v)$   $\text{CO}_2$ 의 조건 하에서 배양하였다.

[0152] 형질주입된 세포주로부터 전체 RNA를 추출하여 cDNA를 제조한 뒤, 실시간 PCR(real-time PCR)을 이용하여 실시예 4-3과 동일한 방법으로 타겟 유전자의 mRNA 발현량을 상대정량 하였다(도 9). 서열번호 1번을 센스가닥으로

가지는 siRNA의 IC50는 Hep3B 세포주에서 40~200pM사이로 관찰되었으며, Huh-7 세포주에서 8~40pM 사이로 관찰되었고, 서열번호 102번을 센스가닥으로 가지는 siRNA의 IC50는 Hep3B와 Huh-7 세포주에서 모두 8~40pM로 관찰되어 본 발명에서 선정된 siRNA의 고효율을 재확인 하였다.

**[0155] 실시예 6. 콜로니 형성 분석 (colony forming assay)을 통한 Gankyrin 특이적 siRNA 또는 BMI-1 특이적 siRNA의 억제능 확인**

in vitro상에서 단일세포(single cell)가 콜로니 형성 분석(colony forming assay)을 통해 세포의 암화(transformation)를 측정하는 방법은 반정량적(semi-quantitative)이고, 암세포가 보유하고 있는 세포의 접촉에 의한 세포 성장 억제의 상실(loss of contact inhibition) 및 고정-비의존적(anchorage independent)인 표현형적 특성에 기인한다. 상기 분석방법은 암세포에 특정 항암물질을 처리한 경우, in vitro상에서 해당 물질에 의한 암세포의 생존을 확인하는 용도로 사용이 된다(Clonogenic assay of cells in vitro. Nat Protoc. 2006;1(5):2315-9.).

상기 실시예 5-4에서 선정된 고효율의 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA에 의해 암세포의 콜로니 형성(colony forming) 저해 정도를 확인하기 위해 콜로니 형성 분석(colony forming assay, CFA)를 수행하였다. 상기 실시예 5-1에서 배양된 Hep3B 와 Huh7 cell 을 직경 35 mm인 페트리디쉬(petri-dish)에 각각  $1 \times 10^4$ 으로 접종한 후, 20시간이 경과하였을 때 실시예 5-4와 동일한 방법으로 5nM 또는 20nM의 농도로 형질전환하였다. 형질전환된 세포들은 3일마다 배양배지를 교환하여주었고, 형질전환 후 10일 또는 14일이 경과한 날에 Diff Quik(Sysmex, Japan)을 통해 염색하여 콜로니 형성정도를 비교하였다(도 10). 서열번호 1번 및 102번은 서열번호 201번을 센스가닥으로 가지는 siRNA로 처리된 경우, 대조군에 비하여 농도 의존적으로 매우 낮은 정도의 colony가 형성됨을 확인할 수 있었다.

**[0158] 실시예 7. Gankyrin 특이적 siRNA와 BMI-1 특이적 siRNA의 조합에 의한 타겟 유전자의 발현 저해 및 세포성장 저해 확인**

상기 실시예 5-4에서 확인된 고효율의 siRNA인 서열번호 1번과 102번의 서열을 센스가닥으로 가지는 siRNA의 조합을 IC50 이상의 농도인 5, 20 nM 로 형질전환시켜 두 유전자의 발현이 동시에 저해되는 경우의 타겟 유전자의 발현저해정도와 세포 성장 저해 효과의 시너지를 확인하였다.

**[0160] 실시예 7-1. 인간 간암 세포주에서 목표 siRNA 의 형질주입(transfection)**

상기 실시예 5-1에서 배양된  $1 \times 10^5$  Huh-7 세포주를 37°C에서 5 %(v/v) CO<sub>2</sub>의 조건하에 12-웰 플레이트에서 18시간 동안 RPMI-1640 배양 배지에서 배양한 뒤, 배지를 제거한 후 각 웰당 500 $\mu$ l의 Opti-MEM 배지(GIBCO, 미국)를 분주하였다. 한편, 리포펙타민 RNAi 맥스(Lipofectamine™ RNAi Max, Invitrogen, 미국) 1.5 $\mu$ l와 Opti-MEM 배지 248.5 $\mu$ l를 혼합하여 혼합액을 제조하였고, 실온에서 5분간 반응시킨 다음, 상기 실시예 1에서 제조한 각각의 서열번호 1, 102 및 201번을 센스가닥으로 가지는 siRNA (1 pmole/ $\mu$ l) 5  $\mu$ l 를 Opti-MEM 배지 230 $\mu$ l에 첨가하여 최종 농도가 각각 5 nM 인 siRNA 용액을 제조하였다. 상기 리포펙타민 RNAi 맥스 (Lipofectamine™ RNAi Max) 혼합액과 siRNA 용액을 혼합하여 실온에서 20분간 반응시켜 형질주입용 용액을 제조하였다.

그 후, Opti-MEM이 분주된 종양세포주의 각 웰에 형질주입용 용액을 각각 500 $\mu$ l 씩 분주하고 6시간 동안 배양한 후, Opti-MEM 배지를 제거하였다. 여기에 RPMI 1640 배양배지 1ml씩 분주한 다음 24시간 동안 37°C에서 5%(v/v) CO<sub>2</sub>의 조건 하에서 배양하였다.

**[0163] 실시예7-2. Gankyrin 특이적 siRNA와 BMI-1 특이적 siRNA의 조합에 의한 타겟 유전자 mRNA의 정량분석**

상기 실시예 7-1에서 형질주입된 세포주로부터 전체 RNA를 추출하여 cDNA를 제조한 뒤, 실시간 PCR(real-time PCR)을 이용하여 실시예 4-3과 동일한 방법으로 타겟 유전자의 mRNA 발현량을 상대정량 하였다(도 11). 인간 간암세포 Huh-7세포주에서 타겟 유전자 발현 저해량 관찰을 통해 동시에 처리된 siRNA에 의한 타겟 유전자의 발현 저해를 확인할 수 있었으며, 특히, 서열번호 1번과 102번을 센스가닥으로 가지는 siRNA로 함께 처리된 경우에도

타겟 유전자들의 발현 저해가 동시에 이루어 지는 것을 관찰할 수 있었다.

**[0165] 실시예 7-3. Gankyrin 특이적 siRNA와 BMI-1 특이적 siRNA의 조합에 의한 세포 성장저해 확인**

Gankyrin 특이적 siRNA와 BMI-1 특이적 siRNA의 조합에 의한 타겟 유전자의 발현저해를 통해 세포 성장 저해 확인을 수행하였다.

상기 실시예 4-1에서 배양된 Hep3B 세포주는 4-2와 동일한 조건으로 배양한 뒤, 배지를 제거한 후 각 웰당 500  $\mu$ l의 Opti-MEM 배지(GIBCO, 미국)를 분주하였다. 한편, 리포펙타민 RNAi 맥스(Lipofectamine<sup>TM</sup> RNAi Max, Invitrogen, 미국) 1.5  $\mu$ l와 Opti-MEM 배지 248.5  $\mu$ l를 혼합하여 혼합액을 제조하였고, 실온에서 5분간 반응시킨 다음, 상기 실시예 1에서 제조한 각각의 서열번호 1, 102 및 201번을 센스가닥으로 가지는 siRNA (1 pmole/ $\mu$ l) 5 또는 20  $\mu$ l 를 Opti-MEM 배지 230  $\mu$ l에 첨가하여 최종 농도가 각각 5 또는 20 nM 인 siRNA 용액을 제조하였다. 상기 리포펙타민 RNAi 맥스 (Lipofectamine<sup>TM</sup> RNAi Max) 혼합액과 siRNA 용액을 혼합하여 실온에서 20분간 반응시켜 형질주입용 용액을 제조하였다.

그 후, Opti-MEM이 분주된 종양세포주의 각 웰에 형질주입용 용액을 각각 500  $\mu$ l씩 분주하고 6시간 동안 배양한 후, Opti-MEM 배지를 제거하였다. 여기에 RPMI 1640 배양배지 1ml씩 분주한 다음 72 시간동안 37°C에서 5%(v/v) CO<sub>2</sub>의 조건 하에서 배양하였다.

[0169] 세포수 확인을 통해 서열번호 201번을 센스가닥으로 가지는 siRNA가 처리된 실험군과 대비하여 세포생존력(cell viability)를 확인하였다(도 12). 서열번호 1번과 102번을 센스가닥으로 가지는 siRNA로 함께 처리한 경우 농도 의존적으로 세포생존력이 감소함을 확인할 수 있었으며, 이는 하나의 유전자의 발현을 억제하였을 때 나타나는 성장억제 효과보다 더 뛰어난 것으로 확인되었다.

**[0170] 실시예 8. 동물모델에서 Gankyrin 및/또는 BMI-1 특이적 siRNA를 포함하는 나노입자의 타겟 유전자 발현 저해 및 간암 성장 저해 확인**

[0171] *in vivo* 상에서 선정된 Gankyrin 또는 BMI-1 특이적 siRNA의 효과를 확인하기 위하여, 이중나선 올리고 RNA 구조체로 이루어진 나노입자를 제조한 후, 마우스 간암 모델에 투여하여 타겟 유전자 발현 저해 및 간암 성장 억제를 확인하였다.

**[0172] 실시예 8-1. 마우스 간암 모델(orthotropic liver cancer model)의 제조**

상기 실시예 4-1에서 배양된 인간 간암세포 Hep3B 세포주  $2 \times 10^6$  cell 를 누드마우스(Balb/c nude mice)에 간 장기(좌간엽)에 이식하여 간암모델을 확립 후, 간암 발생 혈청내 marker인  $\alpha$ -Fetoprotein (AFP) 양을 측정하여 종양세포가 형성됨을 확인하였다. 혈청 내 AFP 수치가 1,000ng/ml 정도가 되었을 때, AFP양에 따라 실험군을 군당 5마리씩 편성하였다.

**[0174] 실시예 8-2. 이중나선 올리고 고분자 구조체로 이루어진 나노입자(SAMiRNA)에 의한 타겟 유전자의 발현 저해**

[0175] 상기 실시예 2에서 합성된 서열번호 102 및 201번을 센스가닥으로 가지는 siRNA 서열을 포함하는 이중나선 올리고 고분자 구조체(SAMiRNA LP)를 상기 실시예 3-1의 방법으로 균질한 나노입자를 제조하였다. 대조군은 서열번호 201번을 센스가닥으로 가지는 siRNA 서열을 포함하는 나노입자 (SAMiRNA-CONT), 실험군은 서열번호 102번을 센스가닥으로 가지는 siRNA 서열을 포함하는 나노입자(SAMiRNA-BMI)로 설정하였다. 상기 나노입자는 5mg/kg body weight로 투여되며, 투여액량은 100  $\mu$ l in DPBS, 1ml 주사기(0.25mm x 8mm, 31Gauge, BD328820, USA)를 이용하여 2회 반복으로 상기 실시예 8-1에서 제조된 마우스 간암 모델에 미정맥 투여(intravenous injection) 하였으며, 신뢰도를 높이기 위해 블라인드 테스트(Blind test)로 진행하였다. 마지막 투여 후 48시간이 경과한 시점에서 쥐의 간암 조직을 분리하였다. 상기 분리된 암조직으로부터 전체 RNA를 추출하여 cDNA를 제조한 뒤, 실시간 PCR(real-time PCR)을 이용하여 실시예 4-3과 동일한 방법으로 타겟 유전자의 mRNA 발현량을 상대정량 하였다(도 13). 한 개체에서 발현 저해가 낮게 나타나긴 했지만, 그 개체를 제외하고 평균 70% 가량 타겟 유전자인 BMI-1의 발현이 저해됨을 확인하였으며, 최대 80% 가량 타겟 유전자의 발현이 저해된 개체도 확인(개체 #2),

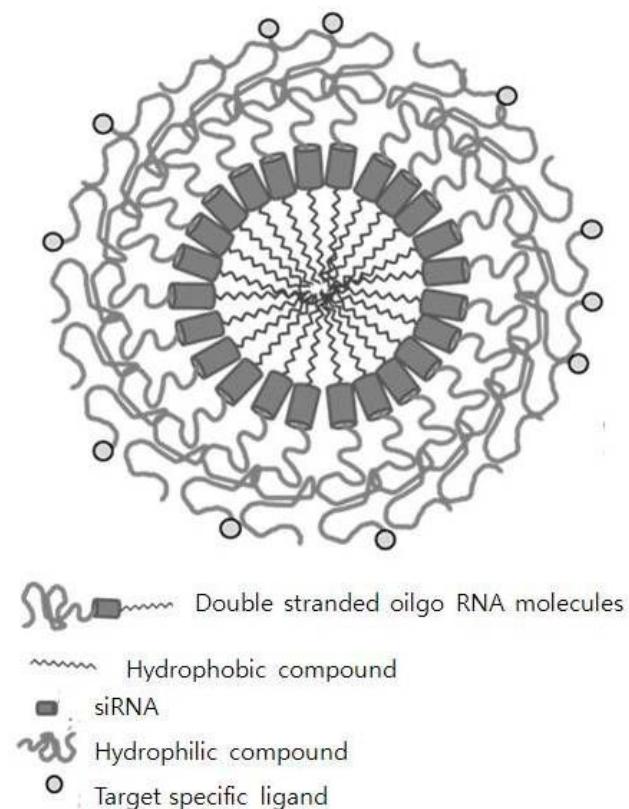
4, 5)되어, 본 발명에 따른 이중나선 올리고 고분자 구조체로 이루어진 나노입자의 in vivo상 뛰어난 타겟 유전자 발현 저해 효과를 확인하였다.

#### [0176] 실시예 8-3. 이중나선 올리고 고분자 구조체로 이루어진 나노입자(SAMiRNA)에 의한 간암 성장 저해 확인

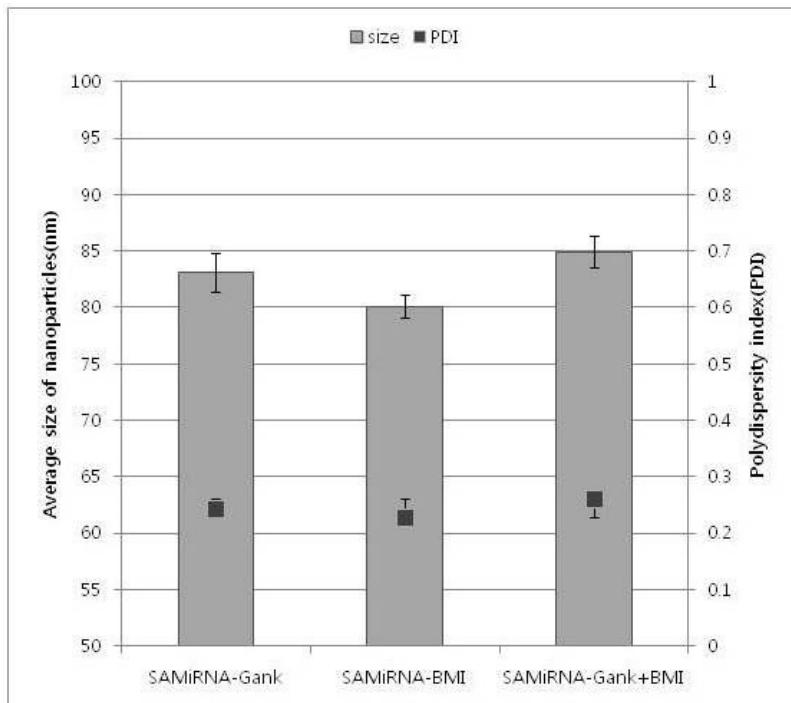
[0177] 상기 실시예 2에서 합성된 서열번호 1, 102 및 201번을 센스가닥으로 가지는 siRNA 서열을 포함하는 이중나선 올리고 고분자 구조체(SAMiRNA LP)를 상기 실시예 3-1의 방법으로 균질한 나노입자를 제조하였다. 음성대조군은 용매인 DPBS, 서열번호 201번을 센스가닥으로 가지는 siRNA 서열을 포함하는 나노입자 (SAMiRNA-CONT), 실험군은 서열번호 1번을 센스가닥으로 가지는 siRNA 서열을 포함하는 나노입자 (SAMiRNA-Gank), 서열번호 102번을 센스가닥으로 가지는 siRNA 서열을 포함하는 나노입자(SAMiRNA-BMI) 및 서열번호 1번과 102번을 센스가닥으로 가지는 siRNA 서열을 포함하는 이중나선 올리고 고분자 구조체를 동량 섞어서 제조된 나노입자(SAMiRNA-Gank+BMI), 양성대조군으로 인산화효소 억제제인 sorafenib로 설정하였다. 상기 나노입자는 5mg/kg body weight로 제조되어, 투여액량은 100 $\mu$ l in DPBS, 1ml 주사기(0.25mm x 8mm, 31Gauge, BD328820, USA)를 이용하여 2주간 14회 반복으로 상기 실시예 8-1에서 제조된 마우스 간암 모델에 미경맥 투여(intravenous injection) 하였으며, 신뢰도를 높이기 위해 블라인드 테스트(Blind test)로 진행하였다. 양성대조군인 sorafenib은 30mg/kg body weight의 양으로 2주간 14회 반복으로 상기 실시예 8-1에서 제조된 마우스 간암모델에 경구 투여 (per oral administration)하였다. 첫 투여 후 2, 6, 10, 14일이 경과한 시점에서 혈액내 AFP 수치를 측정하여 암의 성장 정도를 확인하였다(도 14). Gankyrin 유전자 특이적 siRNA 또는 BMI-1 특이적 siRNA를 포함하는 나노입자가 투여된 실험군은 대조군에 비하여 혈액 내 AFP 수치가 20%~30% 가량 감소되는 결과를 나타내었으며, Gankyrin과 BMI-1 특이적 siRNA가 함께 포함되어있는 나노입자가 투여된 실험군은 첫 투여 후 10일이 경과한 시점에서 양성 대조군보다 AFP수치가 약간 낮게 관찰되었으며, 14일이 경과한 시점에서 AFP수치가 음성대조군에 비하여 40%가량 감소되는 결과를 나타내어 상기 Gankyrin 및/또는 BMI-1 특이적 siRNA를 포함하는 이중나선 올리고 고분자 구조체로 이루어진 나노입자의 뛰어난 항암효능을 확인할 수 있었다.

#### 도면

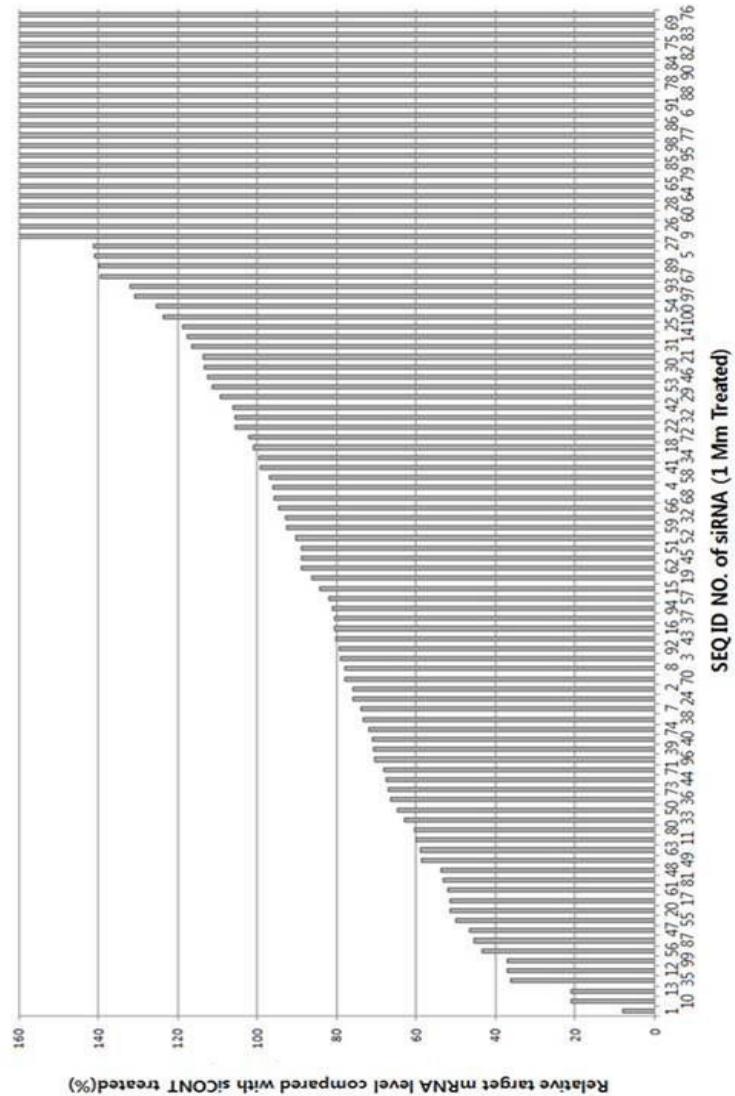
##### 도면1



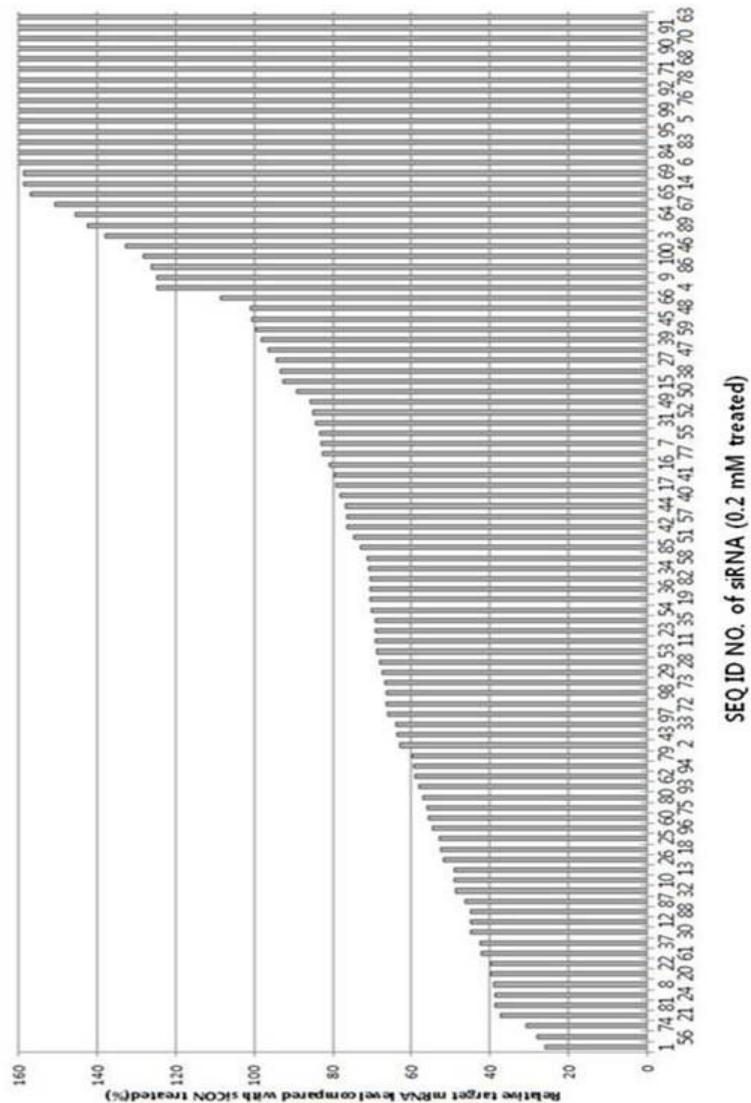
## 도면2



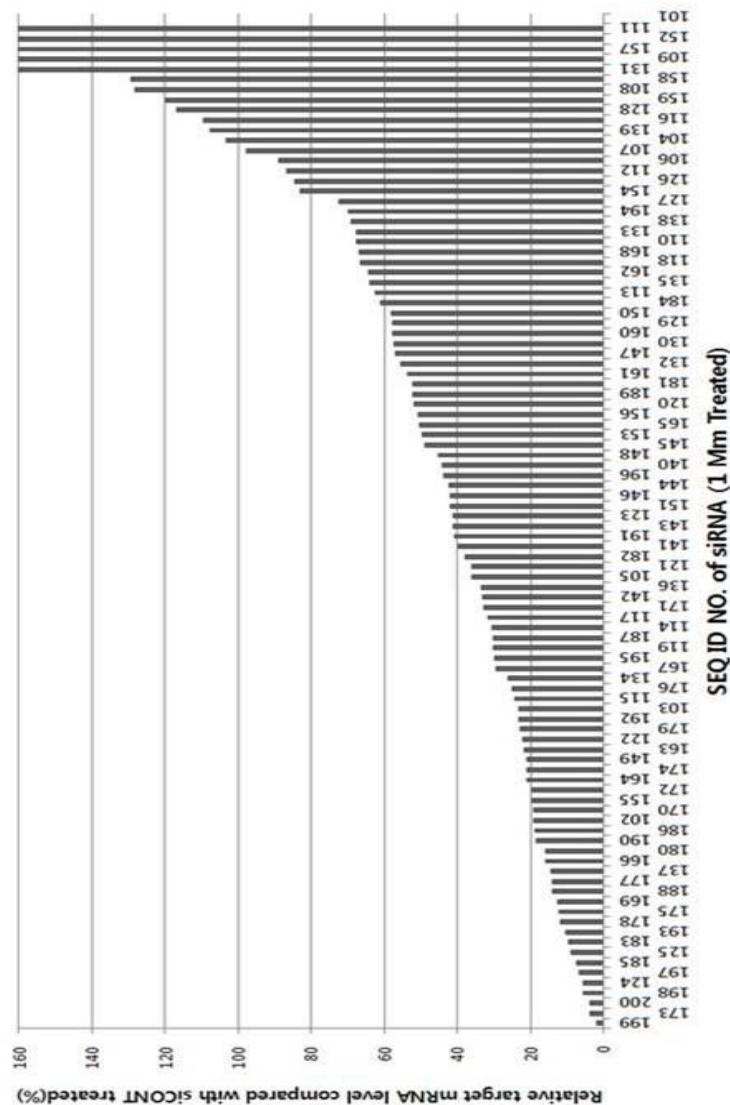
## 도면3



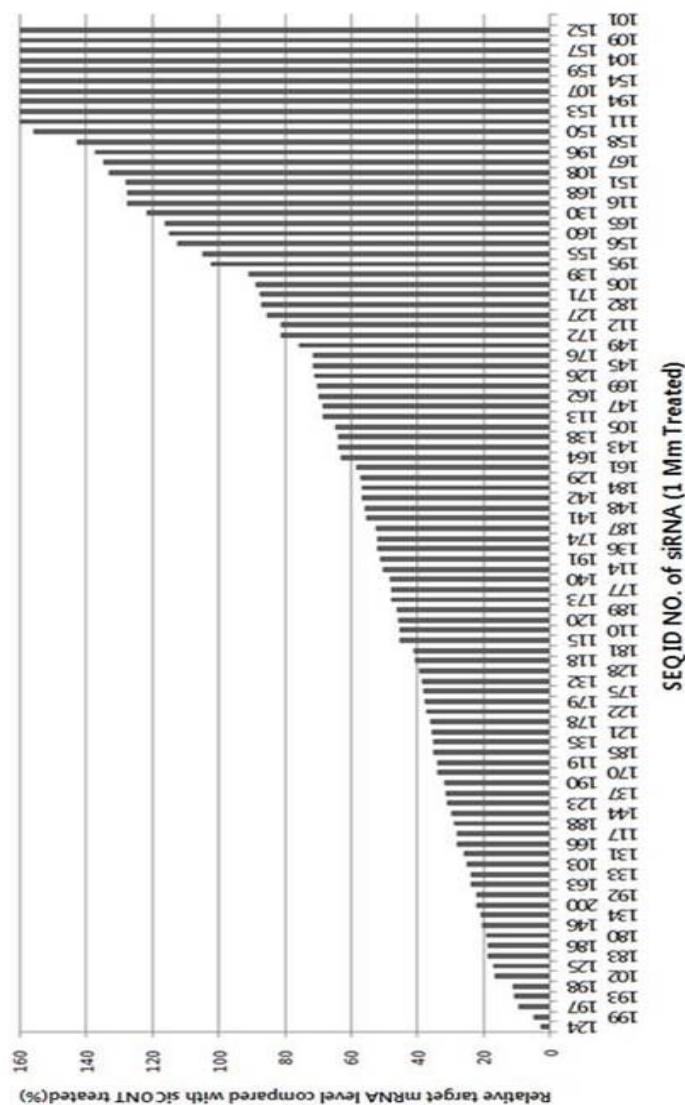
## 도면4



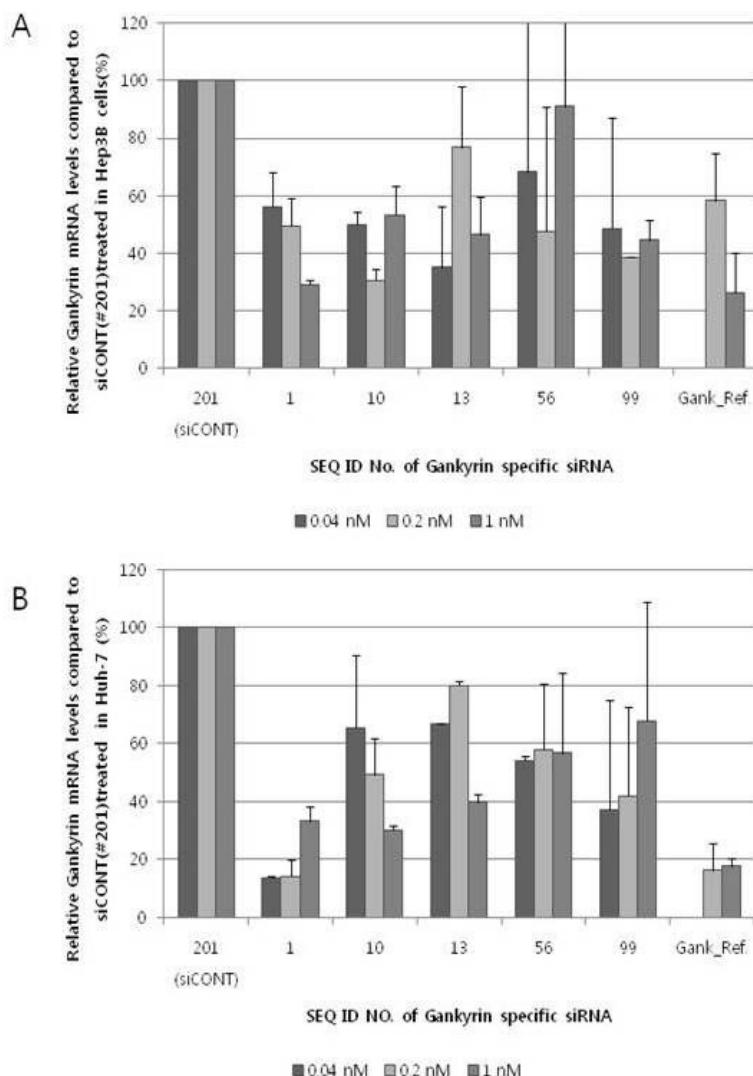
## 도면5



## 도면 6

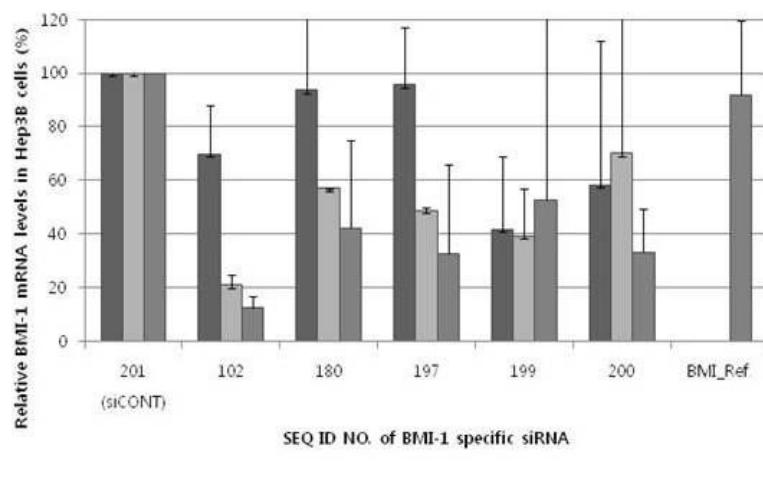


## 도면7

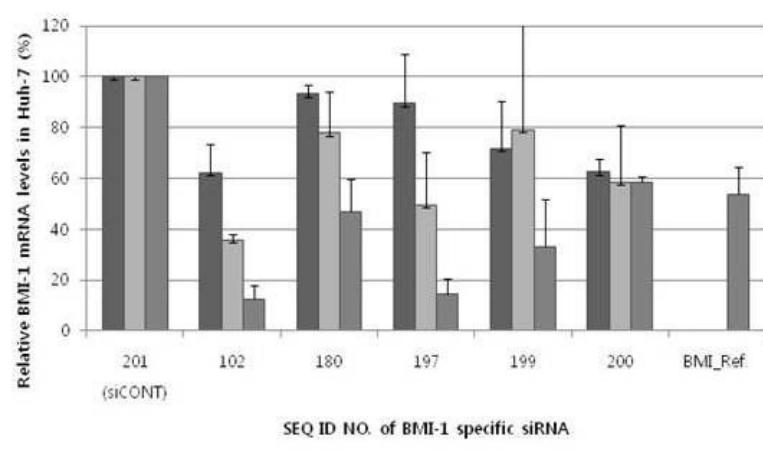


## 도면8

A

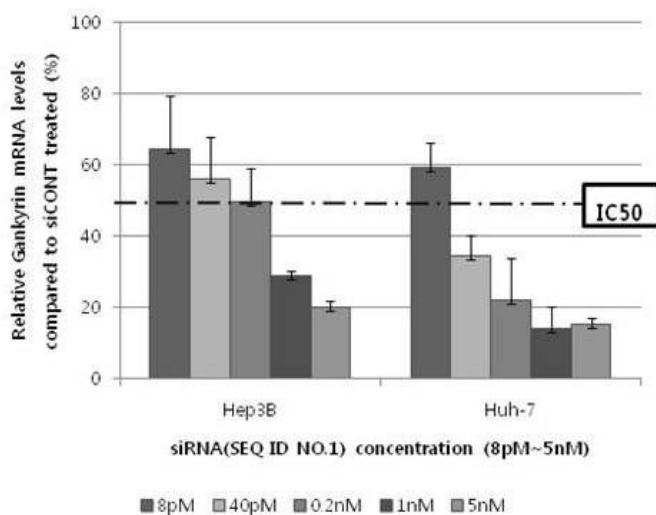


B

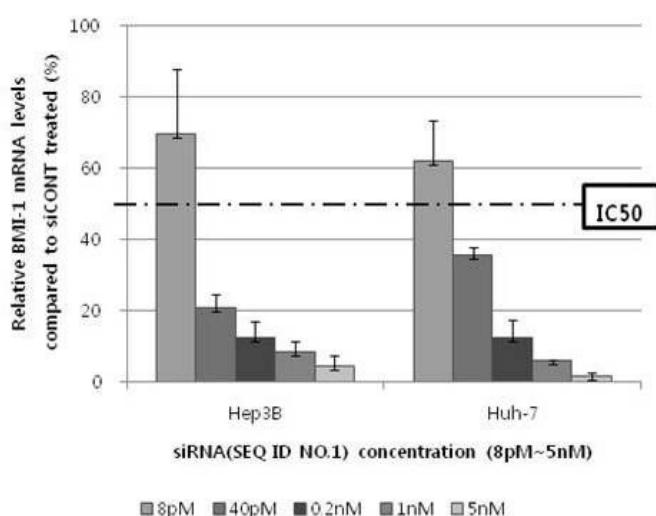


## 도면9

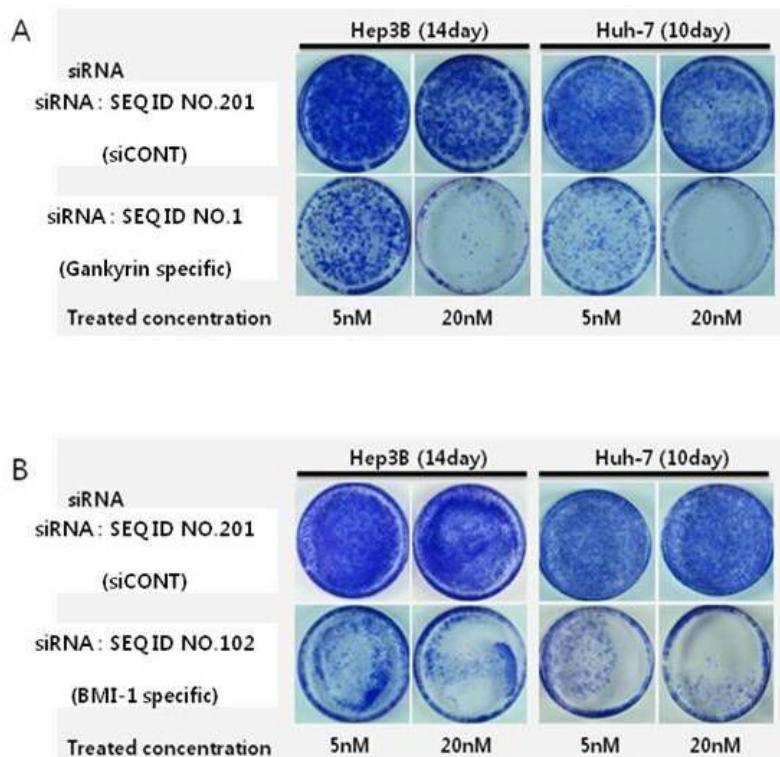
A



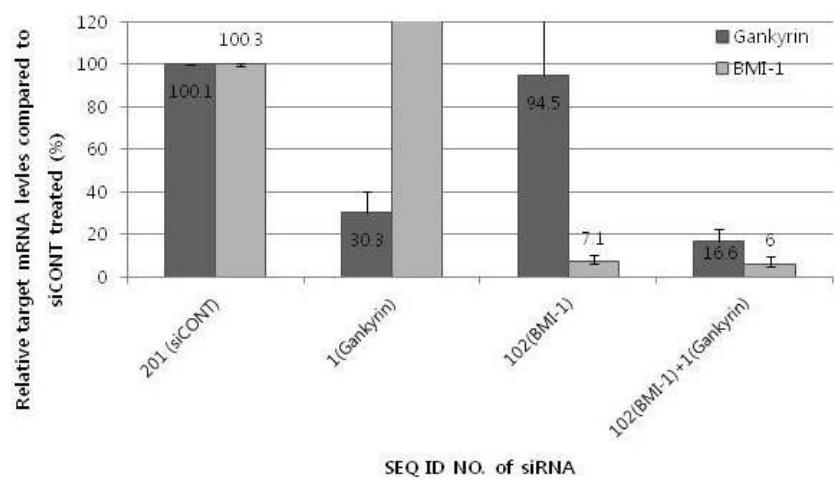
B



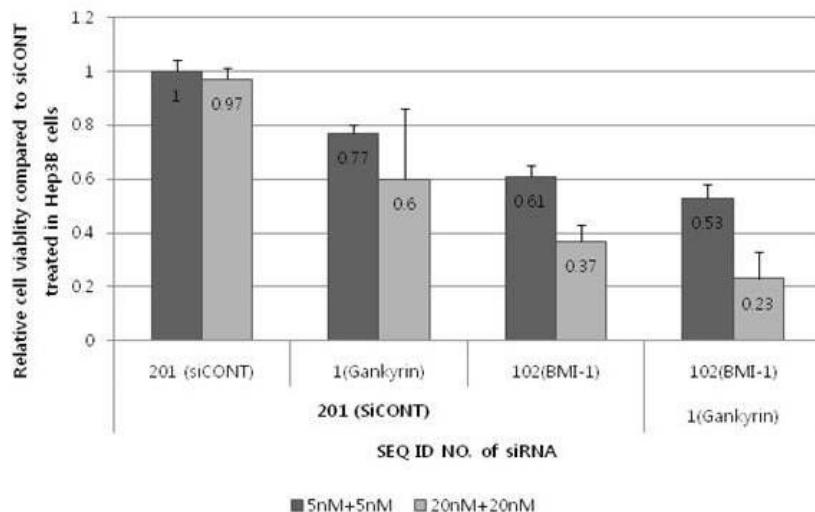
## 도면10



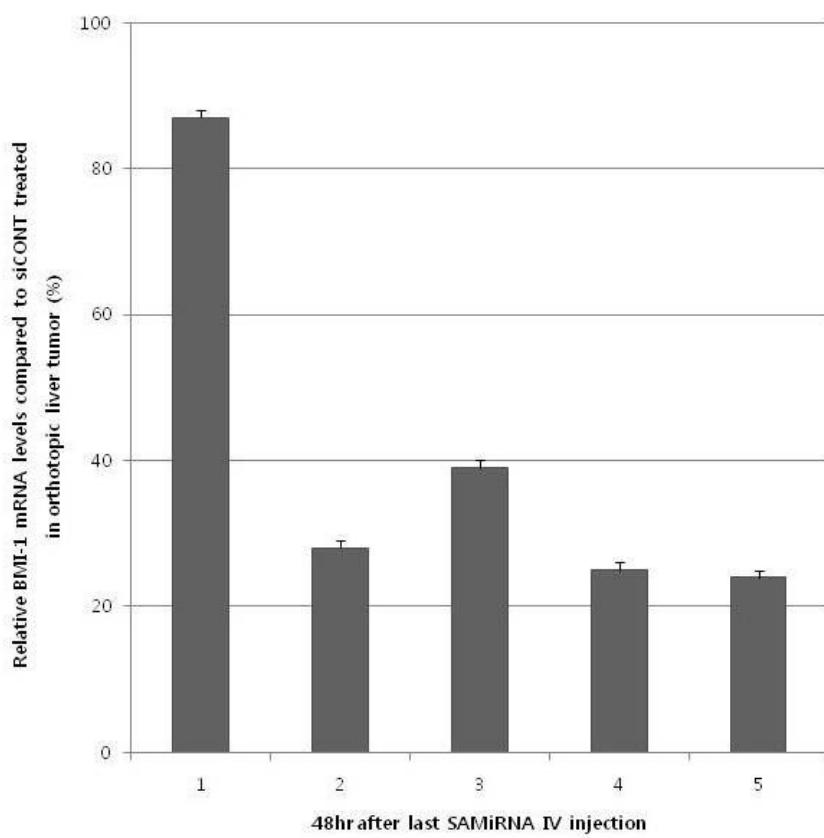
## 도면11



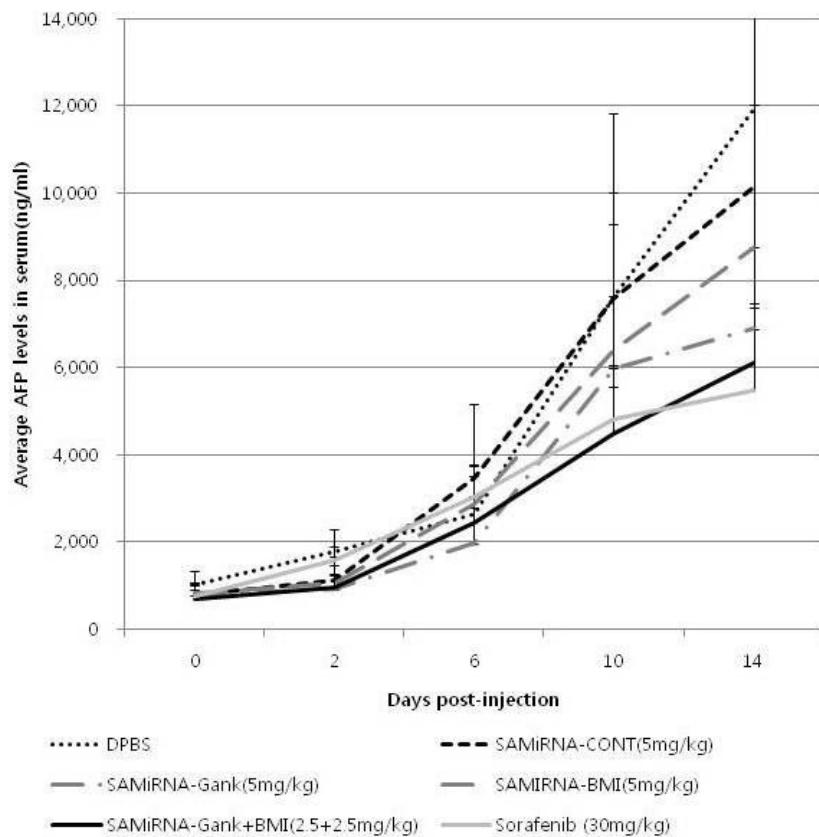
도면12



도면13



## 도면14



## 서 롤 목 록

- <110> BIONEER CORPORATION
- <120> Liver cancer related genes-specific siRNA, double-stranded oligo RNA molecules comprising the siRNA, and composition for the prevention or treatment of cancer comprising the same
- <130> P13-B156
- <160> 209
- <170> Kopatent In 2.0
- <210> 1
- <211> 19
- <212> RNA
- <213> Artificial Sequence
- <220><223> Gankyrin
- <400> 1
- cuguugagau uguucuacu 19
- <210> 2

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> Gankyrin

<400> 2

cuguugagau uguucuacu

19

<210> 3

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> Gankyrin

<400> 3

cggcuguuuu gacuggcgu

19

<210> 4

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> Gankyrin

<400> 4

ggccgggaug agauuguaa

19

<210> 5

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> Gankyrin

<400> 5

gugucuaacc uaauggucu

19

<210> 6

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> Gankyrin

<400> 6

guggccuggg	uuuaauacu	19
<210>	7	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	7	
cgcugucaug	uuacuggaa	19
<210>	8	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	8	
cgcgcgacaa	guaguugcu	19
<210>	9	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	9	
gcuggggacag	cgaaaugga	19
<210>	10	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	10	
guuacuuguu	cgaagcuua	19
<210>	11	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	

<220><223>	Gankyrin	
<400>	11	
gaaacagaac	agcuccaaau	19
<210>	12	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	12	
ccuucuggga	aaaggugcu	19
<210>	13	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	13	
ccagauuuu	cuaugugga	19
<210>	14	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	14	
ccgggaugag	auuguaaaa	19
<210>	15	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	15	
gagaguggaa	gaagcaaaa	19
<210>	16	
<211>	19	
<212>	RNA	

<213> Artificial Sequence	
<220><223> Gankyrin	
<400> 16	
agcccuucug ggaaaagggu	19
<210> 17	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> Gankyrin	
<400> 17	
aggugcucaa gugaaugcu	19
<210> 18	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> Gankyrin	
<400> 18	
aguuggaugg ugugcucua	19
<210> 19	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> Gankyrin	
<400> 19	
guuaaacagc uuggauuuua	19
<210> 20	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> Gankyrin	
<400> 20	
gagaguauuc uggccgaua	19
<210> 21	

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> Gankyrin

<400> 21

guggaaggguu aaacagcuu

19

<210> 22

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> Gankyrin

<400> 22

cuaauucugu ggcugugu

19

<210> 23

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> Gankyrin

<400> 23

gaguauucug gccgauaaa

19

<210> 24

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> Gankyrin

<400> 24

cccaaggagc aaguauuuu

19

<210> 25

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> Gankyrin

<400> 25

cccuccccaug	uaccuuaua	19
<210>	26	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	26	
ggauggugug	cucuaaaaau	19
<210>	27	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	27	
uucugccaga	uguuucuau	19
<210>	28	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	28	
gcucgcgcga	caaguaguu	19
<210>	29	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	29	
gguguguguc	uaaccuaau	19
<210>	30	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	

<220><223>	Gankyrin	
<400>	30	
uggauucugu	aauguuccu	19
<210>	31	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	31	
gaaugauaaa	gacgaugca	19
<210>	32	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	32	
gcucaaguga	augcugucu	19
<210>	33	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	33	
cgaaaaacag	gcaugagau	19
<210>	34	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	34	
gagauuguuc	uacuguugu	19
<210>	35	
<211>	19	

<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	35	
gcaacaagcu aguuguucu		19
<210>	36	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	36	
cugucauguu acuggaagg		19
<210>	37	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	37	
agaugcuaag gaccauuau		19
<210>	38	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	38	
cagguugguc uccucuuca		19
<210>	39	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	39	
gcuuacagcu uguuuucca		19
<210>	40	

<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	40	
cugaguuacu uguucgaag		19
<210>	41	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	41	
acuuggagug ccagugaa		19
<210>	42	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	42	
agcccauaua ccuaugua		19
<210>	43	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	43	
ccauuaugag gcuacagca		19
<210>	44	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	44	

gguggaagggu uaaacagcu	19
<210> 45	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> Gankyrin	
<400> 45	
caucuaugaa ugaugaagu	19
<210> 46	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> Gankyrin	
<400> 46	
guguccuaca aacuaaugu	19
<210> 47	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> Gankyrin	
<400> 47	
gugcacaaga caucaucua	19
<210> 48	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> Gankyrin	
<400> 48	
guucuacugu uguguaaua	19
<210> 49	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> Gankyrin	

&lt;400&gt; 49

guuggauggu gugcucuua

19

&lt;210&gt; 50

&lt;211&gt; 19

&lt;212&gt; RNA

&lt;213&gt; Artificial Sequence

&lt;220&gt;&lt;223&gt; Gankyrin

&lt;400&gt; 50

caggacagca gaacugcau

19

&lt;210&gt; 51

&lt;211&gt; 19

&lt;212&gt; RNA

&lt;213&gt; Artificial Sequence

&lt;220&gt;&lt;223&gt; Gankyrin

&lt;400&gt; 51

aacaaauagcc cauauaccc

19

&lt;210&gt; 52

&lt;211&gt; 19

&lt;212&gt; RNA

&lt;213&gt; Artificial Sequence

&lt;220&gt;&lt;223&gt; Gankyrin

&lt;400&gt; 52

caggccuacg ccaaacguu

19

&lt;210&gt; 53

&lt;211&gt; 19

&lt;212&gt; RNA

&lt;213&gt; Artificial Sequence

&lt;220&gt;&lt;223&gt; Gankyrin

&lt;400&gt; 53

cugguuuuaa uacucaaga

19

&lt;210&gt; 54

&lt;211&gt; 19

&lt;212&gt; RNA

<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	54	
cgaagcuuac agcuuguuu		19
<210>	55	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	55	
gugucauccu guauugaaa		19
<210>	56	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	56	
agacgaugca gguuggcu		19
<210>	57	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	57	
uucuaugugg auucuguaa		19
<210>	58	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	58	
cuccaaauagc aacaagcua		19
<210>	59	

<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	59	
gcuacuagaa cugaccagg		19
<210>	60	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	60	
ccucccaugu accuuauau		19
<210>	61	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	61	
guuccuccau acaguuaaa		19
<210>	62	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	62	
gugugugucu aaccuaaug		19
<210>	63	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	63	
uguaauguuc cuccauaca		19

<210>	64	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	64	
guccuacaaa cuaauguau		19
<210>	65	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	65	
gaauaacugu ugagauugu		19
<210>	66	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	66	
guuuuugaug gguuguuua		19
<210>	67	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	67	
cagugaauga uaaagacga		19
<210>	68	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	

<400>	68	
guauucuggc cgauaauc		19
<210>	69	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	69	
gcucuaacgg cuguuuga		19
<210>	70	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	70	
guugcuggga cagcgaaau		19
<210>	71	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	71	
gauaaaucc uggcuacua		19
<210>	72	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	72	
gccgggauga gauuguaaa		19
<210>	73	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	

<220><223>	Gankyrin	
<400>	73	
ggcuguacuc	ccuuacauu	19
<210>	74	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	74	
gccccaaagg	gcaaguauu	19
<210>	75	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	75	
gagaauggug	gaagguaaa	19
<210>	76	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	76	
gguuaaacag	cuuggauuu	19
<210>	77	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	77	
cccagugucc	uacaaacua	19
<210>	78	
<211>	19	

<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	78	
ccaguguccu acaaacuaa		19
<210>	79	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	79	
ccuccauaca guuaaaaca		19
<210>	80	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	80	
cgccaaacgu uucuguuuu		19
<210>	81	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	81	
accuaauggu cugcaaccu		19
<210>	82	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	82	
ucaagagaau gguggaagg		19

<210>	83	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	83	
	auccagaugc uaaggacca	19
<210>	84	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	84	
	cacucaggcc uacgccaaa	19
<210>	85	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	85	
	ucacucaggc cuacgccaa	19
<210>	86	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	86	
	cuguugucgu auauuucuuc	19
<210>	87	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	87	

gggugugugu cuaaccuaa	19
<210> 88	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> Gankyrin	
<400> 88	
cgauaaaucc cuggcuacu	19
<210> 89	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> Gankyrin	
<400> 89	
gucaaucaaa auggcugua	19
<210> 90	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> Gankyrin	
<400> 90	
ggcaugagau cgcugucau	19
<210> 91	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> Gankyrin	
<400> 91	
gggcuaaucc agauggcuaa	19
<210> 92	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	

<220><223>	Gankyrin	
<400>	92	
ccagaugcua aggaccaau		19
<210>	93	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	93	
gccuggguuu aauacucaa		19
<210>	94	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	94	
ggguuuuaua cucaagaga		19
<210>	95	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	95	
ccucucuga aacagaaca		19
<210>	96	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin	
<400>	96	
ccaauagcaa caagcuagu		19
<210>	97	
<211>	19	
<212>	RNA	

<213> Artificial Sequence

<220><223> Gankyrin

<400> 97

guauuguugug uuguugucc

19

<210> 98

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> Gankyrin

<400> 98

cgaugcaggu uggucuccu

19

<210> 99

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> Gankyrin

<400> 99

aggaaguuuu aaaguaccu

19

<210> 100

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> Gankyrin

<400> 100

ggcuguuuuug acuggcguu

19

<210> 101

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> BMI1

<400> 101

guguguucau cacccauca

19

<210> 102

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> BMI1

<400> 102

gaaaguuuucu cagaaguua

19

<210> 103

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> BMI1

<400> 103

ugucuacauu ccuucugua

19

<210> 104

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> BMI1

<400> 104

gaauucuuug accagaaca

19

<210> 105

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> BMI1

<400> 105

cauugaugcc acaaccaua

19

<210> 106

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> BMI1

<400> 106

gaaaauucaac	caacggaaa	19
<210>	107	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	107	
cacaagagcca	gaccacuac	19
<210>	108	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	108	
cagagagau	gacugacaa	19
<210>	109	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	109	
ggguacuuca	uugaugccaa	19
<210>	110	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	110	
ccagaccacu	acugaaauau	19
<210>	111	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	

<220><223>	BMI1	
<400>	111	
gagcuucuac agguauuuu		19
<210>	112	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	112	
gucuacauuc cuucuguaa		19
<210>	113	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	113	
ccuggagacc agcaagauu		19
<210>	114	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	114	
cuuuuucucu guguuagga		19
<210>	115	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	115	
gucacuguga auaacgauu		19
<210>	116	
<211>	19	

<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	116	
gucgaacuug gugugugu		19
<210>	117	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	117	
cagaguucga ccuacuugu		19
<210>	118	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	118	
gacugacaaa ugcuggaga		19
<210>	119	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	119	
ccagauugau gucaugau		19
<210>	120	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	120	
cuccaagaua uuguauaca		19
<210>	121	

<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	121	
cagggcuuuu caaaaauga		19
<210>	122	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	122	
guuauuugug agguguuu		19
<210>	123	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	123	
cugguugaua ccugagacu		19
<210>	124	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	124	
cgagaaucaa gaucacuga		19
<210>	125	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	125	

ccacuacuga auauaaggua	19
<210> 126	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> BMI1	
<400> 126	
gucagauaaa acucuccaa	19
<210> 127	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> BMI1	
<400> 127	
ccaacggaaa gaauauggca	19
<210> 128	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> BMI1	
<400> 128	
caaccaacgg aaagaauau	19
<210> 129	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> BMI1	
<400> 129	
ggucagauaa aacucuccaa	19
<210> 130	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> BMI1	

&lt;400&gt; 130

gacauaagca uugggccau

19

&lt;210&gt; 131

&lt;211&gt; 19

&lt;212&gt; RNA

&lt;213&gt; Artificial Sequence

&lt;220&gt;&lt;223&gt; BMI1

&lt;400&gt; 131

guacucugca guggacaua

19

&lt;210&gt; 132

&lt;211&gt; 19

&lt;212&gt; RNA

&lt;213&gt; Artificial Sequence

&lt;220&gt;&lt;223&gt; BMI1

&lt;400&gt; 132

gagcaagcau guugaauuu

19

&lt;210&gt; 133

&lt;211&gt; 19

&lt;212&gt; RNA

&lt;213&gt; Artificial Sequence

&lt;220&gt;&lt;223&gt; BMI1

&lt;400&gt; 133

gcuuggcucg cauucauuu

19

&lt;210&gt; 134

&lt;211&gt; 19

&lt;212&gt; RNA

&lt;213&gt; Artificial Sequence

&lt;220&gt;&lt;223&gt; BMI1

&lt;400&gt; 134

gacugugaua cacuuaaga

19

&lt;210&gt; 135

&lt;211&gt; 19

&lt;212&gt; RNA

<213> Artificial Sequence	
<220><223> BMI1	
<400> 135	
gguccacuuc cauugaaau	19
<210> 136	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> BMI1	
<400> 136	
cgaccuacuu guaaaagaa	19
<210> 137	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> BMI1	
<400> 137	
cucacauuuuc caguacuau	19
<210> 138	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> BMI1	
<400> 138	
ccagcagguu gcuaaaaga	19
<210> 139	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> BMI1	
<400> 139	
acaagaccag accacuacu	19
<210> 140	

<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	140	
acaugugacu aucguccaa		19
<210>	141	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	141	
aguacucugc aguggacau		19
<210>	142	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	142	
gugguauagc aguaauuuu		19
<210>	143	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	143	
gagaaggaau gguccacuu		19
<210>	144	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	144	
cuguagaaaa caagugcuu		19

<210>	145	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	145	
guaagaaauca gauggcauu		19
<210>	146	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	146	
gcccaauagac cucgaaaaau		19
<210>	147	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	147	
cggguacuac cguuuauuu		19
<210>	148	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	148	
ggugguauag caguaauuu		19
<210>	149	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	

<400>	149	
uagagcaagc auguugaau		19
<210>	150	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	150	
cauuaugcuu guuguacaa		19
<210>	151	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	151	
caccaaucuu cuuuugcua		19
<210>	152	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	152	
guguguguuc aucacccau		19
<210>	153	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	153	
gccacaacca uaaauagaau		19
<210>	154	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	

<220><223>	BMI1	
<400>	154	
cagcaaguau uguccuauu		19
<210>	155	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	155	
guauagaggag gaaccuuua		19
<210>	156	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	156	
ccucgaaaaau caucaguau		19
<210>	157	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	157	
gguucgaccu uugcagaua		19
<210>	158	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	158	
gcaauuggca caucuuucu		19
<210>	159	
<211>	19	

<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	159	
cccauuguaa guguuguuu		19
<210>	160	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	160	
ucuauguagc caugucacu		19
<210>	161	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	161	
ugcuuugguc gaacuuggu		19
<210>	162	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	162	
cacaaccaua auagaaugu		19
<210>	163	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	163	
cugugaauaa cgauuucuu		19

<210>	164	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	164	
guauuguccu auuugugau		19
<210>	165	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	165	
cugcagcucg cuucaagau		19
<210>	166	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	166	
cagauuggau cggaaagua		19
<210>	167	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	167	
cagcgguaac caccaaucu		19
<210>	168	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	168	

cugacaaauug	cuggagaac	19
<210>	169	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	169	
cgaacaacgaa	gaaaucaaga	19
<210>	170	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	170	
cauguauagag	gaggaaccu	19
<210>	171	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	171	
cuaauggaua	uugccuaca	19
<210>	172	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	172	
gguugauacc	ugagacugu	19
<210>	173	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	

<220><223>	BMI1	
<400>	173	
gacauaacag gaaacagua		19
<210>	174	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	174	
gagccuugcu uaccagcaa		19
<210>	175	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	175	
ccuucucugc uaugucuga		19
<210>	176	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	176	
ggucgaacuu ggugugugu		19
<210>	177	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	177	
cgaacuuggu guguguuca		19
<210>	178	
<211>	19	
<212>	RNA	

<213> Artificial Sequence

<220><223> BMI1

<400> 178

gucugcaaaa gaagcacaa

19

<210> 179

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> BMI1

<400> 179

caguacuaug aauggaacc

19

<210> 180

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> BMI1

<400> 180

cagaaggcau uaugcuugu

19

<210> 181

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> BMI1

<400> 181

gcucgcauuc auuuucugc

19

<210> 182

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> BMI1

<400> 182

cccgcagaau aaaaccgau

19

<210> 183

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> BMI1

<400> 183

agauggacua caugugaua

19

<210> 184

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> BMI1

<400> 184

ucugcaaaag aagcacaaau

19

<210> 185

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> BMI1

<400> 185

cuguaaaacg uguauuguu

19

<210> 186

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> BMI1

<400> 186

gguaauaugac auaacaggaa

19

<210> 187

<211> 19

<212> RNA

<213> Artificial Sequence

<220><223> BMI1

<400> 187

ggaauauggcc	uucucugcu	19
<210>	188	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	188	
cugccaaugg	cucuaaug	19
<210>	189	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	189	
cagcaggug	cuaaaagaa	19
<210>	190	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	190	
gaugacauac	augugauac	19
<210>	191	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	191	
uaguauagaga	ggcagagau	19
<210>	192	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	

<220><223>	BMI1	
<400>	192	
uucauugaug	ccacaacca	19
<210>	193	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	193	
accagcaagu	auuguccua	19
<210>	194	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	194	
agaacuggaa	agugacucu	19
<210>	195	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	195	
acuaaucgucc	aauuugcuu	19
<210>	196	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	196	
ucuguuccau	uagaagcaa	19
<210>	197	
<211>	19	

<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	197	
guaaaaugga cauaccuaa		19
<210>	198	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	198	
gcugcucuuu ccgggauuu		19
<210>	199	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	199	
gaacagauug gaucggaaa		19
<210>	200	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1	
<400>	200	
caugugacua ucguccaau		19
<210>	201	
<211>	19	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	siCONT	
<400>	201	
cuaacgcuga guacuucga		19
<210>	202	

<211>	20	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	GAPDH-F	
<400>	202	
ggtaagggtc ggagtcaacg		20
<210>	203	
<211>	25	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	GAPDH-R	
<400>	203	
accatgtagt tgaggtcaat gaagg		25
<210>	204	
<211>	20	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin-F	
<400>	204	
agcagccaag ggttaacttga		20
<210>	205	
<211>	20	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	Gankyrin-R	
<400>	205	
cacttgcagg ggtgtcttt		20
<210>	206	
<211>	20	
<212>	RNA	
<213>	Artificial Sequence	
<220><223>	BMI1-F	
<400>	206	

tcatccttct gctgatgctg	20
<210> 207	
<211> 20	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> BMI1-R	
<400> 207	
ccgatccat ctgttctgg	20
<210> 208	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> Gank_ref	
<400> 208	
gggcagcagc caaggguaa	19
<210> 209	
<211> 19	
<212> RNA	
<213> Artificial Sequence	
<220><223> BMI_ref	
<400> 209	
cgtgtattgt tcgttacct	19