



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103588678 A

(43) 申请公布日 2014. 02. 19

(21) 申请号 201310469894. 4

C07D 317/30 (2006. 01)

(22) 申请日 2009. 04. 20

C07F 7/18 (2006. 01)

(30) 优先权数据

A61K 31/277 (2006. 01)

61/046, 363 2008. 04. 18 US

A61K 31/357 (2006. 01)

(62) 分案原申请数据

A61K 31/695 (2006. 01)

200980123262. 4 2009. 04. 20

A61P 29/00 (2006. 01)

A61P 35/00 (2006. 01)

(71) 申请人 里亚塔医药公司

A61P 9/00 (2006. 01)

地址 美国得克萨斯州

A61P 9/10 (2006. 01)

A61P 9/12 (2006. 01)

(72) 发明人 埃里克·安德森 加里·L·波尔顿

A61P 9/04 (2006. 01)

黛博拉·A·弗格森 江昕

A61P 25/00 (2006. 01)

小罗伯特·M·克拉尔

A61P 3/10 (2006. 01)

帕特里克·M·奥布莱恩

A61P 19/02 (2006. 01)

麦琳·维斯尼克

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

有限公司 11262

代理人 陈建芳 阎斌斌

(51) Int. Cl.

C07C 255/46 (2006. 01)

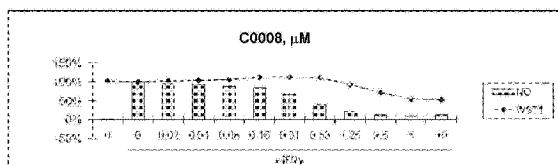
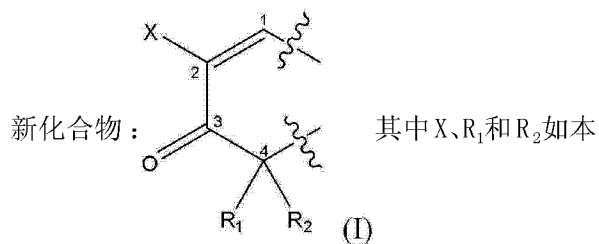
权利要求书2页 说明书102页 附图11页

(54) 发明名称

包含抗炎症药效团的化合物以及使用方法

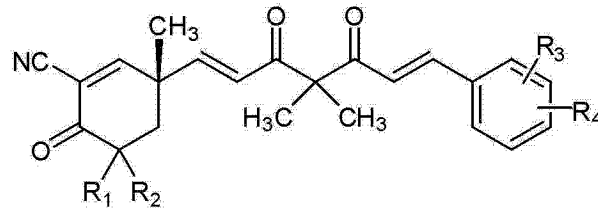
(57) 摘要

本发明提供包含下列式 (I) 抗炎症药效团的



发明中所定义。还提供包含此类化合物的药物组合物、试剂盒和制品、用于制造所述化合物的方法和中间体、以及使用所述化合物和组合物的方法。

1. 化合物,通过下式定义



其中：

R_1 和 R_2 每一个独立地是：

氢；或

烷基 ($C \leq 12$)、烯基 ($C \leq 12$)、炔基 ($C \leq 12$)、芳基 ($C \leq 12$)、芳烷基 ($C \leq 12$)、杂芳基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基 ($C \leq 12$)、酰基 ($C \leq 12$)、烷氧基 ($C \leq 12$)、芳氧基 ($C \leq 12$)、芳烷氧基 ($C \leq 12$)、杂芳氧基 ($C \leq 12$)、杂芳烷氧基 ($C \leq 12$)、酰氧基 ($C \leq 12$)、烷基氨基 ($C \leq 12$)、二烷基氨基 ($C \leq 12$)、芳基氨基 ($C \leq 12$)、芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、酰胺基 ($C \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式；或

R_1 和 R_2 结合在一起并且是烷二基 ($C \leq 12$)、烯二基 ($C \leq 12$)、炔二基 ($C \leq 12$) 或烯二基 ($C \leq 12$)；和

R_3 和 R_4 每一个独立地是：

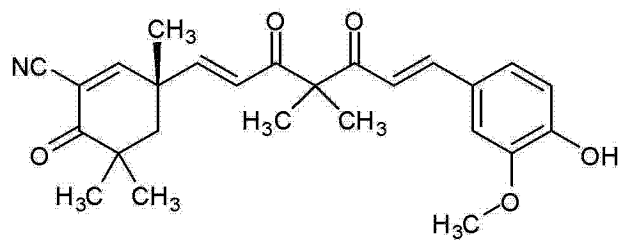
氢、羟基、卤素、氨基、羟基氨基、硝基、氰基、叠氮基或巯基；或

烷基 ($C \leq 12$)、烯基 ($C \leq 12$)、炔基 ($C \leq 12$)、芳基 ($C \leq 12$)、芳烷基 ($C \leq 12$)、杂芳基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基 ($C \leq 12$)、酰基 ($C \leq 12$)、烷氧基 ($C \leq 12$)、烯氧基 ($C \leq 12$)、炔氧基 ($C \leq 12$)、芳氧基 ($C \leq 12$)、芳烷氧基 ($C \leq 12$)、杂芳氧基 ($C \leq 12$)、杂芳烷氧基 ($C \leq 12$)、酰氧基 ($C \leq 12$)、烷基氨基 ($C \leq 12$)、二烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷氧基氨基 ($C \leq 12$)、烯基氨基 ($C \leq 12$)、炔基氨基 ($C \leq 12$)、芳基氨基 ($C \leq 12$)、芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、酰胺基 ($C \leq 12$)、烷基磺酰氨基 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷基 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷氧基 ($C \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式；

或其可药用盐、酯、水合物、溶剂化物、互变异构体、缩醛、缩酮、前体药物或旋光异构体。

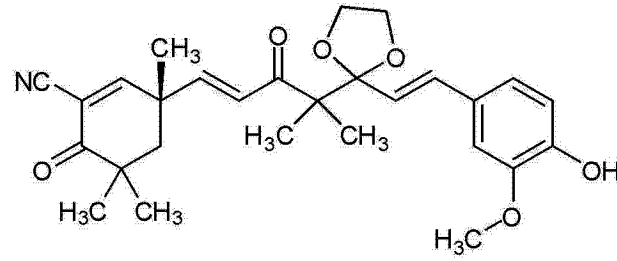
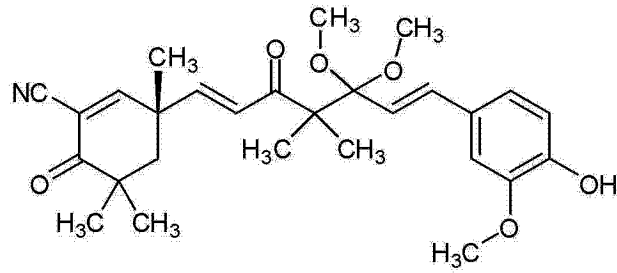
2. 权利要求 1 的化合物,其中 R_1 和 R_2 均是甲基。

3. 权利要求 1 的化合物,通过下式进一步定义：

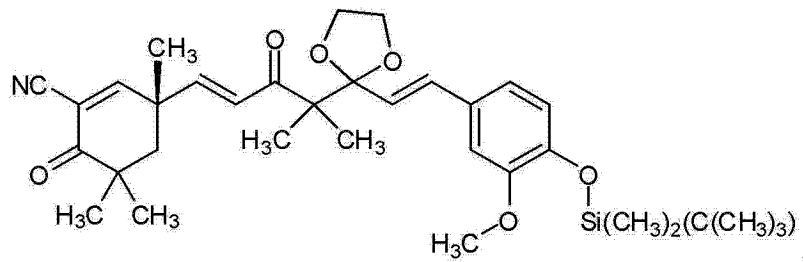


或其可药用盐、水合物、溶剂化物、互变异构体、或旋光异构体。

4. 权利要求 1 的化合物,进一步选自：



和



或其可药用盐、水合物、溶剂化物、互变异构体、或旋光异构体。

5. 药物组合物, 包含作为活性成分的根据权利要求 1-4 任一项的化合物和可药用载体。

包含抗炎症药效团的化合物以及使用方法

[0001] 本申请是申请日为 2009 年 4 月 20 日,发明名称为“包含抗炎症药效团的化合物以及使用方法”的中国专利申请号 200980123262.4 的分案申请。

背景技术

[0002] 本申请要求于 2008 年 4 月 18 日提出的美国临时申请号 61/046,363 的优先权,该申请的全部内容通过引用并入。

[0003] I. 技术领域

[0004] 本发明一般涉及生物学和医学领域。更加具体而言,其涉及用于治疗 and 预防疾病,如氧化应激和炎症相关的那些疾病的化合物和方法。

[0005] II. 相关技术描述

[0006] 许多严重的和顽固的人疾病与炎性过程失调有关,包括疾病例如癌症、动脉粥样硬化和糖尿病,传统上它们不被视为炎性病。类似地,自身免疫病例如风湿性关节炎、狼疮、银屑病和多发性硬化涉及受累组织中的炎性过程的不适当和慢性活化,这源于免疫系统中的自身对非自身识别和应答机制的功能障碍。在神经变性疾病,例如阿尔茨海默病和帕金森病中,神经损伤与小胶质细胞的活化和促炎蛋白例如可诱导一氧化氮合酶 (iNOS) 水平的提高相关。

[0007] 炎症的一个方面是炎症性前列腺素,例如前列腺素 E 的产生,前列腺素 E 的前体由 COX-2 产生。在发炎的组织中发现高水平的 COX-2。由此,已知 COX-2 的抑制减少了炎症的许多症状,并且许多重要的抗炎性药物(例如布洛芬和塞来昔布)通过抑制 COX-2 活性起作用。然而,最近的研究已经证明,一类环戊烯酮前列腺素(例如 15-脱氧前列腺素 J2,又名 PGJ2)在刺激炎症的消退中起作用。COX-2 还与环戊烯酮前列腺素的产生相关。因此,抑制 COX-2 可干扰炎症的完全消退,潜在地促进了活化免疫细胞在组织中的保留并且导致慢性的“smoldering”炎症。这种效果可能导致长时间阶段使用选择性 COX-2 抑制剂的患者中心血管病发病率增加。另一类重要的抗炎药皮质类固醇具有许多不良副作用并且常常不适于慢性使用。较新的基于蛋白质的药物,例如抗 TNF 单克隆抗体已经证明对于治疗某些自身免疫病如风湿性关节炎是有效的。然而,这些化合物必须通过注射施用,不是在所有的患者中有效并且可能具有严重的副作用。在许多严重形式的炎症中(例如脓毒症、急性胰腺炎),目前的药物是无效的。此外,当前可得到的药物不具有显著的抗氧化特性,并且不能有效减少与活性氧簇和相关分子如过氧亚硝酸盐过多产生相关的氧化应激。因此,急迫需要具有抗氧化和抗炎性特性的改善的治疗剂。

[0008] 已经证明合成的齐墩果酸三萜系化合物类似物是细胞炎性过程,例如在小鼠巨噬细胞中的可诱导一氧化氮合酶 (iNOS) 和 COX-2 被 IFN- γ 的诱导的抑制剂。见 Honda 等 (2000a); Honda 等 (2000b), 和 Honda 等 (2002), 它们全部通过参考并入本文。例如,其中之一 2-氰基-3,12-二氧齐墩果-1,9(11)-二烯-28-酸甲酯 (CDDO-Me) 当前在临床试验中用于多种炎症相关的病症,包括癌症和糖尿病肾病。已经证明合成的另一三萜系化合物衍生物——桦木酸——抑制细胞炎症过程,虽然这些化合物没有广泛地表征 (Honda

等, *Bioorg Med Chem Lett.* 2006 ;16(24) :6306-9)。这些合成的三萜系化合物分子的药理学是复杂的。已经证明来源于齐墩果酸的化合物影响多个蛋白质靶标的功能并且由此调整与氧化应激、细胞周期控制和炎症相关的若干个重要细胞信号途径的活性(例如 Dinkova-Kostova 等, *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2005 ;102(12) :4584-9 ;Ahmad 等, *J. Biol Chem.* 2006 ;281(47) :35764-9 ;Ahmad 等, *Cancer Res.* 2008 ;68(8) :2920-6 ;Liby 等, *Nat Rev Cancer.* 2007 ;7(5) :357-69)。虽然已经证明桦木酸衍生物具有相当的抗炎特性,但是与 OA 衍生的化合物相比还表现出在药理学上具有明显差异 (Liby 等, *Mol Cancer Ther* 2007 ;6(7))。此外,不确定的是与其它可能的原材料相比,目前采用的三萜系化合物原材料是否具有最佳特性。鉴于已知三萜系化合物衍生物的生物活性谱不同并且考虑到可以用具有强抗氧化和抗炎性效应的化合物治疗或预防的疾病的广泛多样性,以及在该多样疾病中所呈现的高程度的未满足的医学需求,希望合成用于治疗一种或多种指征的、可具有改善生物活性特征的具有多样结构的新化合物。

发明内容

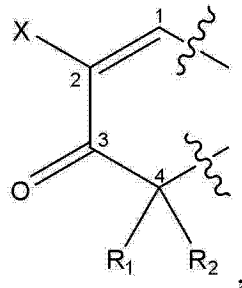
[0009] 本公开通过提供具有抗氧化和抗炎特性的新化合物、其制造方法和其使用方法,克服现有技术的局限性。

[0010] 在一些方案中,本公开提供化合物,包含:

[0011] a) 具有 2 至 8 个五和 / 或六元环的有机化合物基本骨架,前提条件是基本骨架不是 argentatin、桦木酸、羊毛甾烷、齐墩果酸、乳香酸、甘草亭酸、熊果酸或三环双烯酮的基本骨架;

[0012] b) 下式结构单位:

[0013]



[0014] 其中:

[0015] 标记为 1、2 和 3 的碳原子是五或六元环的部分;

[0016] X 是氰基或 $-C(O)R_a$, 其中 R_a 是:

[0017] 氢、羟基、卤素、氨基、羟基氨基、叠氨基或巯基;或

[0018] 烷基 ($C \leq 12$)、烯基 ($C \leq 12$)、炔基 ($C \leq 12$)、芳基 ($C \leq 12$)、芳烷基 ($C \leq 12$)、杂芳基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基 ($C \leq 12$)、烷氧基 ($C \leq 12$)、烯氧基 ($C \leq 12$)、炔氧基 ($C \leq 12$)、芳氧基 ($C \leq 12$)、芳烷氧基 ($C \leq 12$)、杂芳氧基 ($C \leq 12$)、杂芳烷氧基 ($C \leq 12$)、酰氧基 ($C \leq 12$)、烷基氨基 ($C \leq 12$)、二烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷氧基氨基 ($C \leq 12$)、烯基氨基 ($C \leq 12$)、炔基氨基 ($C \leq 12$)、芳基氨基 ($C \leq 12$)、芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷基磺酰氨基 ($C \leq 12$)、酰胺基 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷氧基 ($C \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式;和

[0019] R_1 和 R_2 每一个独立地是:

[0020] 氢 ;或

[0021] 烷基 ($C \leq 12$)、烯基 ($C \leq 12$)、炔基 ($C \leq 12$)、芳基 ($C \leq 12$)、芳烷基 ($C \leq 12$)、杂芳基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基 ($C \leq 12$)、酰基 ($C \leq 12$)、烷氧基 ($C \leq 12$)、芳氧基 ($C \leq 12$)、芳烷氧基 ($C \leq 12$)、杂芳氧基 ($C \leq 12$)、杂芳烷氧基 ($C \leq 12$)、酰氧基 ($C \leq 12$)、烷基氨基 ($C \leq 12$)、二烷基氨基 ($C \leq 12$)、芳基氨基 ($C \leq 12$)、芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、酰胺基 ($C \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式 ;或

[0022] R_1 和 R_2 结合在一起并且是烷二基 ($C \leq 12$)、烯二基 ($C \leq 12$)、炔二基 ($C \leq 12$) 或烯二基 ($C \leq 12$) ;和

[0023] c) 0 至 8 个化学基, 连接至除碳原子 1、2、3 或 4 之外的基本骨架碳原子, 其中每一化学基独立地是 :

[0024] 羟基、卤素、氧、氨基、羟基氨基、硝基、亚胺基、氰基、叠氨基、巯基或硫 ;或

[0025] 烷基 ($C \leq 12$)、烯基 ($C \leq 12$)、炔基 ($C \leq 12$)、芳基 ($C \leq 12$)、芳烷基 ($C \leq 12$)、杂芳基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基 ($C \leq 12$)、酰基 ($C \leq 12$)、亚烷基 ($C \leq 12$)、烷氧基 ($C \leq 12$)、烯氧基 ($C \leq 12$)、炔氧基 ($C \leq 12$)、芳氧基 ($C \leq 12$)、芳烷氧基 ($C \leq 12$)、杂芳氧基 ($C \leq 12$)、杂芳烷氧基 ($C \leq 12$)、酰氧基 ($C \leq 12$)、烷基氨基 ($C \leq 12$)、二烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷氧基氨基 ($C \leq 12$)、烯基氨基 ($C \leq 12$)、炔基氨基 ($C \leq 12$)、芳基氨基 ($C \leq 12$)、芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷基磺酰氨基 ($C \leq 12$)、酰胺基 ($C \leq 12$)、烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、烯基亚胺基 ($C \leq 12$)、炔基亚胺基 ($C \leq 12$)、芳基亚胺基 ($C \leq 12$)、芳烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、杂芳基亚胺基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、酰基亚胺基 ($C \leq 12$)、烷硫基 ($C \leq 12$)、烯硫基 ($C \leq 12$)、炔硫基 ($C \leq 12$)、芳硫基 ($C \leq 12$)、芳烷硫基 ($C \leq 12$)、杂芳硫基 ($C \leq 12$)、杂芳烷硫基 ($C \leq 12$)、酰硫基 ($C \leq 12$)、硫代酰基 ($C \leq 12$)、烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、烯基磺酰基 ($C \leq 12$)、炔基磺酰基 ($C \leq 12$)、芳基磺酰基 ($C \leq 12$)、芳烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、杂芳基磺酰基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、烷基铵 ($C \leq 12$)、烷基脒 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷基 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷氧基 ($C \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式 ;

[0026] 或其可药用盐、酯、水合物、溶剂化物、互变异构体、缩醛、缩酮、前体药物或旋光异构体。

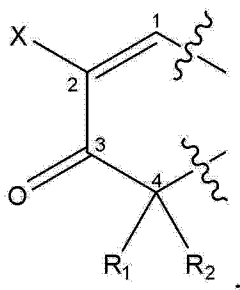
[0027] 在一些实施方案中, R_1 和 R_2 每一个独立地是氢、烷基 ($C \leq 8$) 或取代烷基 ($C \leq 8$)。在一些实施方案中, R_1 和 R_2 均是氢。在一些实施方案中, R_1 和 R_2 均是甲基。在一些实施方案中, R_1 和 R_2 均不是氢。在一些实施方案中, 有机化合物不是三萜系化合物。

[0028] 在一些方面中, 本公开提供化合物, 包含 :

[0029] a) 天然产物的基本骨架, 其具有 2 至 8 个环, 前提条件是天然产物不是 argentatin、桦木酸、羊毛甾烷、齐墩果酸或熊果酸 ;

[0030] b) 下式结构单位 :

[0031]



[0032] 其中：

[0033] 标记为 1、2 和 3 的碳原子是六元环的部分；

[0034] X 是氰基、氟烷基 ($C \leq 8$)、取代的、氟烷基 ($C \leq 8$)、或 $-C(O)R_a$ ，其中 R_a 是：

[0035] 氢、羟基、卤素、氨基、羟基氨基、叠氮基或巯基；或

[0036] 烷基 ($C \leq 12$)、烯基 ($C \leq 12$)、炔基 ($C \leq 12$)、芳基 ($C \leq 12$)、芳烷基 ($C \leq 12$)、杂芳基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基 ($C \leq 12$)、烷氧基 ($C \leq 12$)、烯氧基 ($C \leq 12$)、炔氧基 ($C \leq 12$)、芳氧基 ($C \leq 12$)、芳烷氧基 ($C \leq 12$)、杂芳氧基 ($C \leq 12$)、杂芳烷氧基 ($C \leq 12$)、酰氧基 ($C \leq 12$)、烷基氨基 ($C \leq 12$)、二烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷氧基氨基 ($C \leq 12$)、烯基氨基 ($C \leq 12$)、炔基氨基 ($C \leq 12$)、芳基氨基 ($C \leq 12$)、芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷基磺酰氨基 ($C \leq 12$)、酰胺基 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷氧基 ($C \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式；和

[0037] R_1 和 R_2 每一个独立地是：

[0038] 氢；或

[0039] 烷基 ($C \leq 12$)、烯基 ($C \leq 12$)、炔基 ($C \leq 12$)、芳基 ($C \leq 12$)、芳烷基 ($C \leq 12$)、杂芳基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基 ($C \leq 12$)、酰基 ($C \leq 12$)、烷氧基 ($C \leq 12$)、芳氧基 ($C \leq 12$)、芳烷氧基 ($C \leq 12$)、杂芳氧基 ($C \leq 12$)、杂芳烷氧基 ($C \leq 12$)、酰氧基 ($C \leq 12$)、烷基氨基 ($C \leq 12$)、二烷基氨基 ($C \leq 12$)、芳基氨基 ($C \leq 12$)、芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、酰胺基 ($C \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式；或

[0040] R_1 和 R_2 结合在一起并且是烷二基 ($C \leq 12$)、烯二基 ($C \leq 12$)、炔二基 ($C \leq 12$) 或烯二基 ($C \leq 12$)；和

[0041] C) 0 至 8 个化学基，连接至除碳原子 1、2、3 或 4 之外的基本骨架碳原子，其中每一化学基独立地是：

[0042] 羟基、卤素、氧、氨基、羟基氨基、硝基、亚胺基、氰基、叠氮基、巯基或硫；或

[0043] 烷基 ($C \leq 12$)、烯基 ($C \leq 12$)、炔基 ($C \leq 12$)、芳基 ($C \leq 12$)、芳烷基 ($C \leq 12$)、杂芳基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基 ($C \leq 12$)、酰基 ($C \leq 12$)、亚烷基 ($C \leq 12$)、烷氧基 ($C \leq 12$)、烯氧基 ($C \leq 12$)、炔氧基 ($C \leq 12$)、芳氧基 ($C \leq 12$)、芳烷氧基 ($C \leq 12$)、杂芳氧基 ($C \leq 12$)、杂芳烷氧基 ($C \leq 12$)、酰氧基 ($C \leq 12$)、烷基氨基 ($C \leq 12$)、二烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷氧基氨基 ($C \leq 12$)、烯基氨基 ($C \leq 12$)、炔基氨基 ($C \leq 12$)、芳基氨基 ($C \leq 12$)、芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷基磺酰氨基 ($C \leq 12$)、酰胺基 ($C \leq 12$)、烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、烯基亚胺基 ($C \leq 12$)、炔基亚胺基 ($C \leq 12$)、芳基亚胺基 ($C \leq 12$)、芳烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、杂芳基亚胺基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、酰基亚胺基 ($C \leq 12$)、烷硫基 ($C \leq 12$)、烯硫基 ($C \leq 12$)、炔硫基 ($C \leq 12$)、芳硫基 ($C \leq 12$)、芳烷硫基 ($C \leq 12$)、杂芳硫基 ($C \leq 12$)、杂芳烷硫基 ($C \leq 12$)、酰硫基 ($C \leq 12$)、硫代酰基 ($C \leq 12$)、烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、烯基磺酰基 ($C \leq 12$)、炔基磺酰基 ($C \leq 12$)、芳基磺酰基 ($C \leq 12$)、芳烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、杂芳基磺酰基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、烷基铵 ($C \leq 12$)、烷基硫 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷基 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷氧基 ($C \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式；

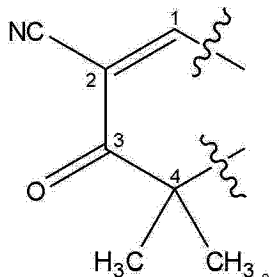
[0044] 或其可药用盐、酯、水合物、溶剂化物、互变异构体、缩醛、缩酮、前体药物或旋光异构体。

[0045] 在一些实施方案中， R_1 和 R_2 每一个独立地是氢、烷基 ($C \leq 8$) 或取代烷基 ($C \leq 8$)。在一些实施方案中， R_1 和 R_2 均是氢。在一些实施方案中， R_1 和 R_2 均是甲基。在一些实施方案中， R_1 和 R_2 均不是氢。在一些实施方案中，天然产物不是乳香酸或甘草亭酸。在一些实施方案

中,天然产物不是三萜系化合物。在一些实施方案中, X 是 $-\text{CN}$ 或 $-\text{C}(=\text{O})\text{NHS}(=\text{O})_2\text{CH}_3$ 。在一些实施方案中, X 是 $-\text{CN}$ 。在一些实施方案中, X 是氟烷基 ($\text{C} \leq 8$)。在一些实施方案中, X 是 $-\text{CF}_3$ 。

[0046] 在一些实施方案中,结构单位进一步定义为:

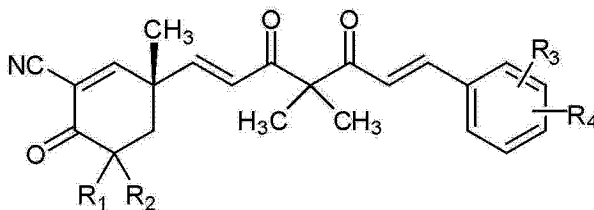
[0047]



[0048] 在一些实施方案中,天然产物的基本骨架具有 2 个环。在一些实施方案中,环通过单个原子链彼此相连。在一些实施方案中,单链的主链进一步包含至少一个碳-碳双键。

[0049] 在一些实施方案中,天然产物是姜黄色素。在一些实施方案中,化合物通过下式进一步定义:

[0050]



[0051] 其中:

[0052] R_1 和 R_2 每一个独立地是:

[0053] 氢;或

[0054] 烷基 ($\text{C} \leq 12$)、烯基 ($\text{C} \leq 12$)、炔基 ($\text{C} \leq 12$)、芳基 ($\text{C} \leq 12$)、芳烷基 ($\text{C} \leq 12$)、杂芳基 ($\text{C} \leq 12$)、杂芳烷基 ($\text{C} \leq 12$)、酰基 ($\text{C} \leq 12$)、烷氧基 ($\text{C} \leq 12$)、芳氧基 ($\text{C} \leq 12$)、芳烷氧基 ($\text{C} \leq 12$)、杂芳氧基 ($\text{C} \leq 12$)、杂芳烷氧基 ($\text{C} \leq 12$)、酰氧基 ($\text{C} \leq 12$)、烷基氨基 ($\text{C} \leq 12$)、二烷基氨基 ($\text{C} \leq 12$)、芳基氨基 ($\text{C} \leq 12$)、芳烷基氨基 ($\text{C} \leq 12$)、杂芳基氨基 ($\text{C} \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($\text{C} \leq 12$)、酰胺基 ($\text{C} \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式;或

[0055] R_1 和 R_2 结合在一起并且是烷二基 ($\text{C} \leq 12$)、烯二基 ($\text{C} \leq 12$)、炔二基 ($\text{C} \leq 12$) 或烯二基 ($\text{C} \leq 12$);和

[0056] R_3 和 R_4 每一个独立地是:

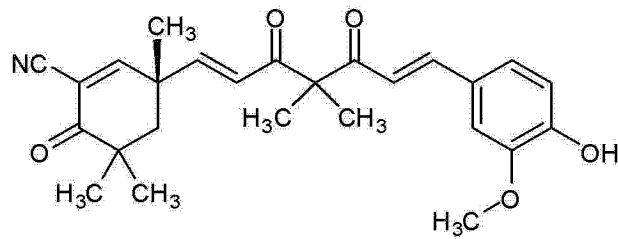
[0057] 氢、羟基、卤素、氨基、羟基氨基、硝基、氰基、叠氮基或巯基;或

[0058] 烷基 ($\text{C} \leq 12$)、烯基 ($\text{C} \leq 12$)、炔基 ($\text{C} \leq 12$)、芳基 ($\text{C} \leq 12$)、芳烷基 ($\text{C} \leq 12$)、杂芳基 ($\text{C} \leq 12$)、杂芳烷基 ($\text{C} \leq 12$)、酰基 ($\text{C} \leq 12$)、烷氧基 ($\text{C} \leq 12$)、烯氧基 ($\text{C} \leq 12$)、炔氧基 ($\text{C} \leq 12$)、芳氧基 ($\text{C} \leq 12$)、芳烷氧基 ($\text{C} \leq 12$)、杂芳氧基 ($\text{C} \leq 12$)、杂芳烷氧基 ($\text{C} \leq 12$)、酰氧基 ($\text{C} \leq 12$)、烷基氨基 ($\text{C} \leq 12$)、二烷基氨基 ($\text{C} \leq 12$)、烷氧基氨基 ($\text{C} \leq 12$)、烯基氨基 ($\text{C} \leq 12$)、炔基氨基 ($\text{C} \leq 12$)、芳基氨基 ($\text{C} \leq 12$)、芳烷基氨基 ($\text{C} \leq 12$)、杂芳基氨基 ($\text{C} \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($\text{C} \leq 12$)、酰胺基 ($\text{C} \leq 12$)、烷基磺酰氨基 ($\text{C} \leq 12$)、烷基甲硅烷基 ($\text{C} \leq 12$)、烷基甲硅烷氧基 ($\text{C} \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式;

[0059] 或其可药用盐、酯、水合物、溶剂化物、互变异构体、缩醛、缩酮、前体药物或旋光异构体。在一些变化中, R_1 和 R_2 均是甲基。

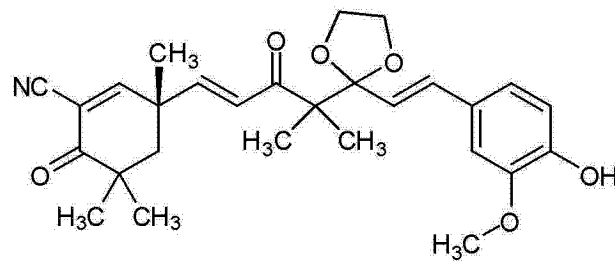
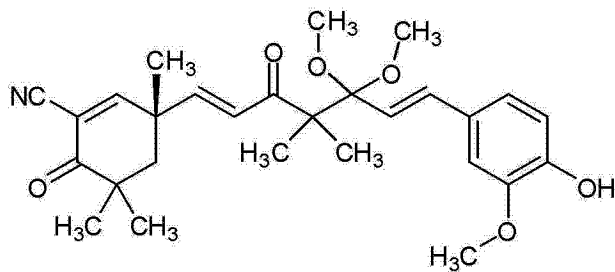
[0060] 例如,本公开提供:

[0061]

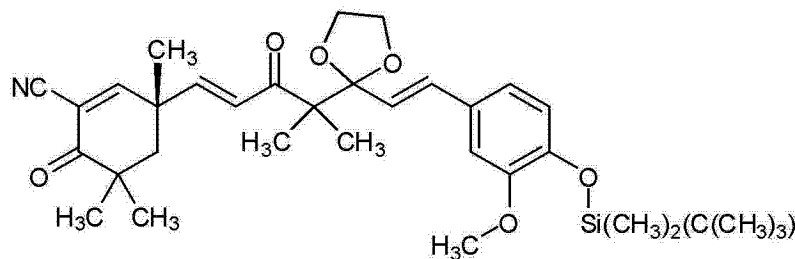


[0062] 或其可药用盐、水合物、溶剂化物、互变异构体、或旋光异构体。例如,本公开提供:

[0063]



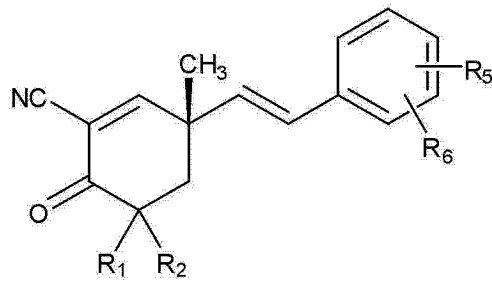
或



[0064] 或其可药用盐、水合物、溶剂化物、互变异构体、或旋光异构体。

[0065] 在一些实施方案中,天然产物是白藜芦醇。在一些实施方案中,化合物通过下式进一步定义:

[0066]



[0067] 其中：

[0068] R_1 和 R_2 每一个独立地是：

[0069] 氢；或

[0070] 烷基 ($C \leq 12$)、烯基 ($C \leq 12$)、炔基 ($C \leq 12$)、芳基 ($C \leq 12$)、芳烷基 ($C \leq 12$)、杂芳基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基 ($C \leq 12$)、酰基 ($C \leq 12$)、烷氧基 ($C \leq 12$)、芳氧基 ($C \leq 12$)、芳烷氧基 ($C \leq 12$)、杂芳氧基 ($C \leq 12$)、杂芳烷氧基 ($C \leq 12$)、酰氧基 ($C \leq 12$)、烷基氨基 ($C \leq 12$)、二烷基氨基 ($C \leq 12$)、芳基氨基 ($C \leq 12$)、芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、酰胺基 ($C \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式；或

[0071] R_1 和 R_2 结合在一起并且是烷二基 ($C \leq 12$)、烯二基 ($C \leq 12$)、炔二基 ($C \leq 12$) 或烯二基 ($C \leq 12$)；和

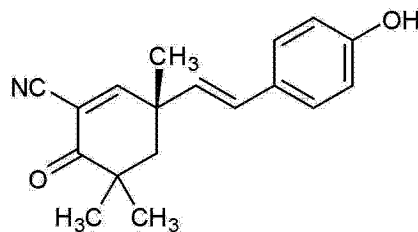
[0072] R_5 和 R_6 每一个独立地是：

[0073] 氢、羟基、卤素、氨基、羟基氨基、硝基、氰基、叠氨基或巯基；或

[0074] 烷基 ($C \leq 12$)、烯基 ($C \leq 12$)、炔基 ($C \leq 12$)、芳基 ($C \leq 12$)、芳烷基 ($C \leq 12$)、杂芳基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基 ($C \leq 12$)、酰基 ($C \leq 12$)、烷氧基 ($C \leq 12$)、烯氧基 ($C \leq 12$)、炔氧基 ($C \leq 12$)、芳氧基 ($C \leq 12$)、芳烷氧基 ($C \leq 12$)、杂芳氧基 ($C \leq 12$)、杂芳烷氧基 ($C \leq 12$)、酰氧基 ($C \leq 12$)、烷基氨基 ($C \leq 12$)、二烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷氧基氨基 ($C \leq 12$)、烯基氨基 ($C \leq 12$)、炔基氨基 ($C \leq 12$)、芳基氨基 ($C \leq 12$)、芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、酰胺基 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷基 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷氧基 ($C \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式；

[0075] 或其可药用盐、酯、水合物、溶剂化物、互变异构体、缩醛、缩酮、前体药物或旋光异构体。在一些实施方案中， R_1 和 R_2 均是甲基。例如，本公开提供：

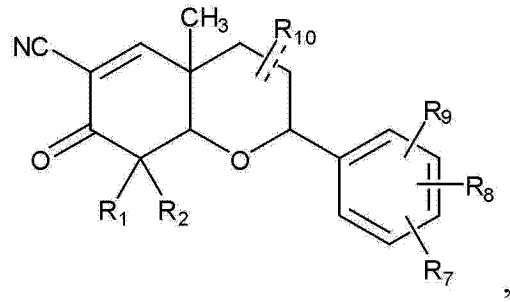
[0076]



[0077] 或其可药用盐、水合物、溶剂化物、互变异构体、或旋光异构体。

[0078] 在一些实施方案中，天然产物的基本骨架具有 3 个环。在一些实施方案中，天然产物是没食子儿茶酚。在一些实施方案中，化合物通过下式进一步定义：

[0079]



[0080] 其中：

[0081] R_1 和 R_2 每一个独立地是：

[0082] 氢；或

[0083] 烷基 ($C \leq 12$)、烯基 ($C \leq 12$)、炔基 ($C \leq 12$)、芳基 ($C \leq 12$)、芳烷基 ($C \leq 12$)、杂芳基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基 ($C \leq 12$)、酰基 ($C \leq 12$)、烷氧基 ($C \leq 12$)、芳氧基 ($C \leq 12$)、芳烷氧基 ($C \leq 12$)、杂芳氧基 ($C \leq 12$)、杂芳烷氧基 ($C \leq 12$)、酰氧基 ($C \leq 12$)、烷基氨基 ($C \leq 12$)、二烷基氨基 ($C \leq 12$)、芳基氨基 ($C \leq 12$)、芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、酰胺基 ($C \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式；或

[0084] R_1 和 R_2 结合在一起并且是烷二基 ($C \leq 12$)、烯二基 ($C \leq 12$)、烷二基 ($C \leq 12$) 或烯二基 ($C \leq 12$)；

[0085] R_7 、 R_8 和 R_9 每一个独立地是：

[0086] 氢、羟基、卤素、氨基、羟基氨基、硝基、氰基、叠氮基或巯基；或

[0087] 烷基 ($C \leq 12$)、烯基 ($C \leq 12$)、炔基 ($C \leq 12$)、芳基 ($C \leq 12$)、芳烷基 ($C \leq 12$)、杂芳基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基 ($C \leq 12$)、酰基 ($C \leq 12$)、烷氧基 ($C \leq 12$)、烯氧基 ($C \leq 12$)、炔氧基 ($C \leq 12$)、芳氧基 ($C \leq 12$)、芳烷氧基 ($C \leq 12$)、杂芳氧基 ($C \leq 12$)、杂芳烷氧基 ($C \leq 12$)、酰氧基 ($C \leq 12$)、烷基氨基 ($C \leq 12$)、二烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷氧基氨基 ($C \leq 12$)、烯基氨基 ($C \leq 12$)、炔基氨基 ($C \leq 12$)、芳基氨基 ($C \leq 12$)、芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、酰胺基 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷基 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷氧基 ($C \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式；和

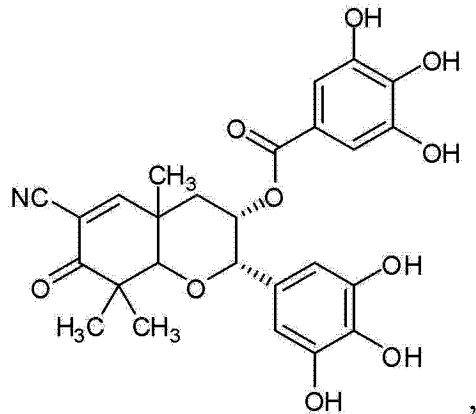
[0088] R_{10} 是：

[0089] 氢、羟基、卤素、氧、氨基、羟基氨基、硝基、亚胺基、氰基、叠氮基、巯基或硫；或

[0090] 烷基 ($C \leq 12$)、烯基 ($C \leq 12$)、炔基 ($C \leq 12$)、芳基 ($C \leq 12$)、芳烷基 ($C \leq 12$)、杂芳基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基 ($C \leq 12$)、酰基 ($C \leq 12$)、亚烷基 ($C \leq 12$)、烷氧基 ($C \leq 12$)、烯氧基 ($C \leq 12$)、炔氧基 ($C \leq 12$)、芳氧基 ($C \leq 12$)、芳烷氧基 ($C \leq 12$)、杂芳氧基 ($C \leq 12$)、杂芳烷氧基 ($C \leq 12$)、酰氧基 ($C \leq 12$)、烷基氨基 ($C \leq 12$)、二烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷氧基氨基 ($C \leq 12$)、烯基氨基 ($C \leq 12$)、炔基氨基 ($C \leq 12$)、芳基氨基 ($C \leq 12$)、芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷基磺酰氨基 ($C \leq 12$)、酰胺基 ($C \leq 12$)、烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、烯基亚胺基 ($C \leq 12$)、炔基亚胺基 ($C \leq 12$)、芳基亚胺基 ($C \leq 12$)、芳烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、杂芳基亚胺基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、酰基亚胺基 ($C \leq 12$)、烷硫基 ($C \leq 12$)、烯硫基 ($C \leq 12$)、炔硫基 ($C \leq 12$)、芳硫基 ($C \leq 12$)、芳烷硫基 ($C \leq 12$)、杂芳硫基 ($C \leq 12$)、杂芳烷硫基 ($C \leq 12$)、酰硫基 ($C \leq 12$)、硫代酰基 ($C \leq 12$)、烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、烯基磺酰基 ($C \leq 12$)、炔基磺酰基 ($C \leq 12$)、芳基磺酰基 ($C \leq 12$)、芳烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、杂芳基磺酰基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、烷基铵 ($C \leq 12$)、烷基硫 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷基 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷氧基 ($C \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式；

[0091] 或其可药用盐、酯、水合物、溶剂化物、互变异构体、缩醛、缩酮、前体药物或旋光异构体。在一些实施方案中， R_1 和 R_2 均是甲基。例如，本公开提供：

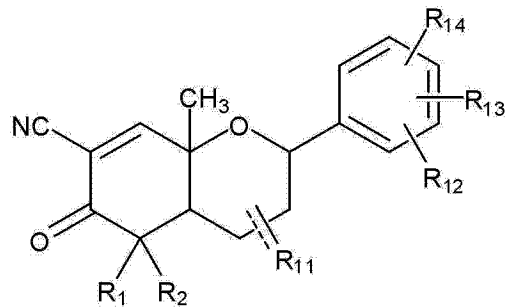
[0092]



[0093] 或其可药用盐、水合物、溶剂化物、互变异构体、或旋光异构体。

[0094] 在一些实施方案中，化合物通过下式进一步定义：

[0095]



[0096] 其中：

[0097] R_1 和 R_2 每一个独立地是：

[0098] 氢；或

[0099] 烷基 ($C \leq 12$)、烯基 ($C \leq 12$)、炔基 ($C \leq 12$)、芳基 ($C \leq 12$)、芳烷基 ($C \leq 12$)、杂芳基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基 ($C \leq 12$)、酰基 ($C \leq 12$)、烷氧基 ($C \leq 12$)、芳氧基 ($C \leq 12$)、芳烷氧基 ($C \leq 12$)、杂芳氧基 ($C \leq 12$)、杂芳烷氧基 ($C \leq 12$)、酰氧基 ($C \leq 12$)、烷基氨基 ($C \leq 12$)、二烷基氨基 ($C \leq 12$)、芳基氨基 ($C \leq 12$)、芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、酰胺基 ($C \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式；或

[0100] R_1 和 R_2 结合在一起并且是烷二基 ($C \leq 12$)、烯二基 ($C \leq 12$)、炔二基 ($C \leq 12$) 或烯二基 ($C \leq 12$)；

[0101] R_{11} 是：

[0102] 氢、羟基、卤素、氧、氨基、羟基氨基、硝基、亚胺基、氰基、叠氨基、巯基或硫；或

[0103] 烷基 ($C \leq 12$)、烯基 ($C \leq 12$)、炔基 ($C \leq 12$)、芳基 ($C \leq 12$)、芳烷基 ($C \leq 12$)、杂芳基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基 ($C \leq 12$)、酰基 ($C \leq 12$)、亚烷基 ($C \leq 12$)、烷氧基 ($C \leq 12$)、烯氧基 ($C \leq 12$)、炔氧基 ($C \leq 12$)、芳氧基 ($C \leq 12$)、芳烷氧基 ($C \leq 12$)、杂芳氧基 ($C \leq 12$)、杂芳烷氧基 ($C \leq 12$)、酰氧基 ($C \leq 12$)、烷基氨基 ($C \leq 12$)、二烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷氧基氨基 ($C \leq 12$)、烯基氨基 ($C \leq 12$)、炔基氨基 ($C \leq 12$)、芳基氨基 ($C \leq 12$)、芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷基磺酰氨基 ($C \leq 12$)、酰胺基 ($C \leq 12$)、

烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、烯基亚胺基 ($C \leq 12$)、炔基亚胺基 ($C \leq 12$)、芳基亚胺基 ($C \leq 12$)、芳烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、杂芳基亚胺基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、酰基亚胺基 ($C \leq 12$)、烷硫基 ($C \leq 12$)、烯硫基 ($C \leq 12$)、炔硫基 ($C \leq 12$)、芳硫基 ($C \leq 12$)、芳烷硫基 ($C \leq 12$)、杂芳硫基 ($C \leq 12$)、杂芳烷硫基 ($C \leq 12$)、酰硫基 ($C \leq 12$)、硫代酰基 ($C \leq 12$)、烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、烯基磺酰基 ($C \leq 12$)、炔基磺酰基 ($C \leq 12$)、芳基磺酰基 ($C \leq 12$)、芳烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、杂芳基磺酰基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、烷基铵 ($C \leq 12$)、烷基硫 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷基 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷氧基 ($C \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式；和

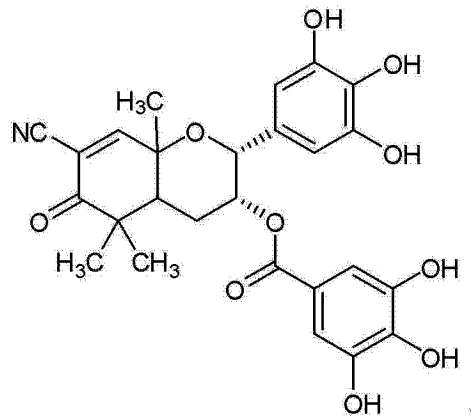
[0104] R_{12} 、 R_{13} 和 R_{14} 每一个独立地是：

[0105] 氢、羟基、卤素、氨基、羟基氨基、硝基、氰基、叠氨基或巯基；或

[0106] 烷基 ($C \leq 12$)、烯基 ($C \leq 12$)、炔基 ($C \leq 12$)、芳基 ($C \leq 12$)、芳烷基 ($C \leq 12$)、杂芳基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基 ($C \leq 12$)、酰基 ($C \leq 12$)、烷氧基 ($C \leq 12$)、烯氧基 ($C \leq 12$)、炔氧基 ($C \leq 12$)、芳氧基 ($C \leq 12$)、芳烷氧基 ($C \leq 12$)、杂芳氧基 ($C \leq 12$)、杂芳烷氧基 ($C \leq 12$)、酰氧基 ($C \leq 12$)、烷基氨基 ($C \leq 12$)、二烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷氧基氨基 ($C \leq 12$)、烯基氨基 ($C \leq 12$)、炔基氨基 ($C \leq 12$)、芳基氨基 ($C \leq 12$)、芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、酰胺基 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷基 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷氧基 ($C \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式；

[0107] 或其可药用盐、酯、水合物、溶剂化物、互变异构体、缩醛、缩酮、前体药物或旋光异构体。在一些实施方案中， R_1 和 R_2 均是甲基。例如，本公开提供：

[0108]

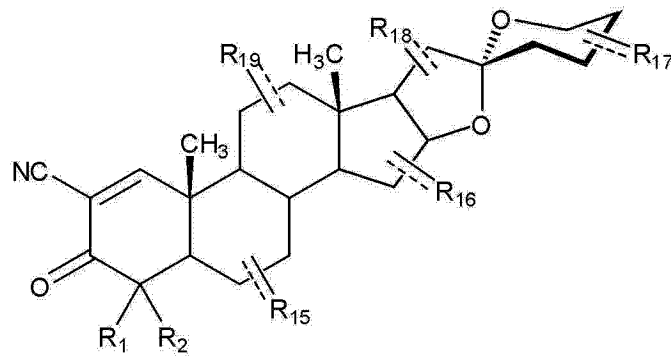


[0109] 或其可药用盐、水合物、溶剂化物、互变异构体、或旋光异构体。

[0110] 在一些实施方案中，天然产物的基本骨架具有 4 个环。在另外的实施方案中，天然产物的基本骨架具有 5 个环。在一些实施方案中，天然产物是南蛇藤醇。在进一步的实施方案中，天然产物的基本骨架具有 6 个环。在一些实施方案中，天然产物是核柯配基、剑麻皂素或菝葜皂甙元 (sarsapogenin)。

[0111] 在一些实施方案中，化合物通过下式进一步定义：

[0112]



[0113] 其中：

[0114] R_1 和 R_2 每一个独立地是：

[0115] 氢；或

[0116] 烷基 ($C \leq 12$)、烯基 ($C \leq 12$)、炔基 ($C \leq 12$)、芳基 ($C \leq 12$)、芳烷基 ($C \leq 12$)、杂芳基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基 ($C \leq 12$)、酰基 ($C \leq 12$)、烷氧基 ($C \leq 12$)、芳氧基 ($C \leq 12$)、芳烷氧基 ($C \leq 12$)、杂芳氧基 ($C \leq 12$)、杂芳烷氧基 ($C \leq 12$)、酰氧基 ($C \leq 12$)、烷基氨基 ($C \leq 12$)、二烷基氨基 ($C \leq 12$)、芳基氨基 ($C \leq 12$)、芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、酰胺基 ($C \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式；或

[0117] R_1 和 R_2 结合在一起并且是烷二基 ($C \leq 12$)、烯二基 ($C \leq 12$)、烷二基 ($C \leq 12$) 或烯二基 ($C \leq 12$)；和

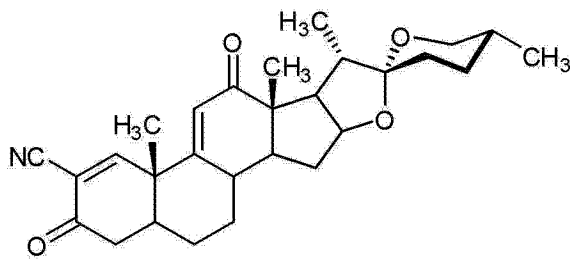
[0118] R_{15} 、 R_{16} 、 R_{17} 、 R_{18} 和 R_{19} 每一个独立地是：

[0119] 氢、羟基、卤素、氧、氨基、羟基氨基、硝基、亚胺基、氰基、叠氮基、巯基或硫；或

[0120] 烷基 ($C \leq 12$)、烯基 ($C \leq 12$)、炔基 ($C \leq 12$)、芳基 ($C \leq 12$)、芳烷基 ($C \leq 12$)、杂芳基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基 ($C \leq 12$)、酰基 ($C \leq 12$)、亚烷基 ($C \leq 12$)、烷氧基 ($C \leq 12$)、烯氧基 ($C \leq 12$)、炔氧基 ($C \leq 12$)、芳氧基 ($C \leq 12$)、芳烷氧基 ($C \leq 12$)、杂芳氧基 ($C \leq 12$)、杂芳烷氧基 ($C \leq 12$)、酰氧基 ($C \leq 12$)、烷基氨基 ($C \leq 12$)、二烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷氧基氨基 ($C \leq 12$)、烯基氨基 ($C \leq 12$)、炔基氨基 ($C \leq 12$)、芳基氨基 ($C \leq 12$)、芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷基磺酰氨基 ($C \leq 12$)、酰胺基 ($C \leq 12$)、烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、烯基亚胺基 ($C \leq 12$)、炔基亚胺基 ($C \leq 12$)、芳基亚胺基 ($C \leq 12$)、芳烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、杂芳基亚胺基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、酰基亚胺基 ($C \leq 12$)、烷硫基 ($C \leq 12$)、烯硫基 ($C \leq 12$)、炔硫基 ($C \leq 12$)、芳硫基 ($C \leq 12$)、芳烷硫基 ($C \leq 12$)、杂芳硫基 ($C \leq 12$)、杂芳烷硫基 ($C \leq 12$)、酰硫基 ($C \leq 12$)、硫代酰基 ($C \leq 12$)、烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、烯基磺酰基 ($C \leq 12$)、炔基磺酰基 ($C \leq 12$)、芳基磺酰基 ($C \leq 12$)、芳烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、杂芳基磺酰基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、烷基铵 ($C \leq 12$)、烷基脲 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷基 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷氧基 ($C \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式；

[0121] 或其可药用盐、酯、水合物、溶剂化物、互变异构体、缩醛、缩酮、前体药物或旋光异构体。在一些实施方案中， R_1 和 R_2 均是甲基。在一些实施方案中， R_{17} 是甲基。例如，本公开提供：

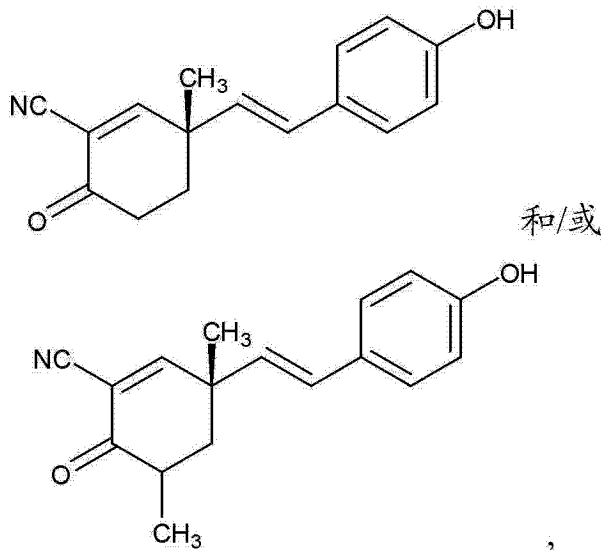
[0122]



[0123] 或其可药用盐、水合物、溶剂化物、互变异构体、或旋光异构体。

[0124] 在一些实施方案中,本公开提供:

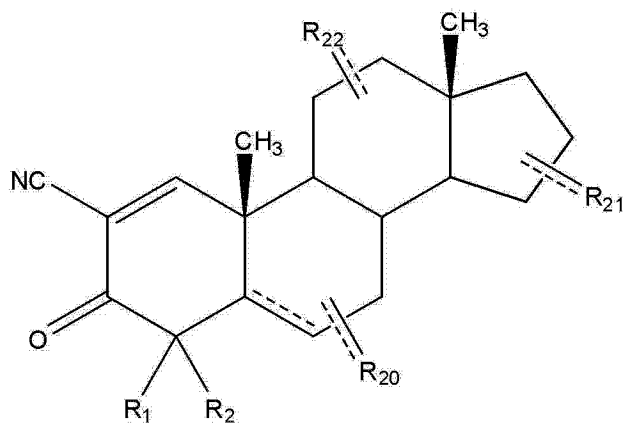
[0125]



[0126] 或其可药用盐、水合物、溶剂化物、互变异构体、或旋光异构体。

[0127] 在一个方面中,本公开提供下式化合物:

[0128]



[0129] 其中:

[0130] R₁ 和 R₂ 每一个独立地是:

[0131] 氢;或

[0132] 烷基 (C_{≤12})、烯基 (C_{≤12})、炔基 (C_{≤12})、芳基 (C_{≤12})、芳烷基 (C_{≤12})、杂芳基 (C_{≤12})、杂芳烷基 (C_{≤12})、酰基 (C_{≤12})、烷氧基 (C_{≤12})、芳氧基 (C_{≤12})、芳烷氧基 (C_{≤12})、杂芳氧基 (C_{≤12})、杂芳烷氧基 (C_{≤12})、酰氧基 (C_{≤12})、烷基氨基 (C_{≤12})、二烷基氨基 (C_{≤12})、芳基氨基 (C_{≤12})、芳烷基氨基

基 ($C \leq 12$)、杂芳基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、酰胺基 ($C \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式 ;或

[0133] R_1 和 R_2 结合在一起并且是烷二基 ($C \leq 12$)、烯二基 ($C \leq 12$)、炔二基 ($C \leq 12$) 或烯二基 ($C \leq 12$) ;和

[0134] R_{20} 、 R_{21} 和 R_{22} 每一个独立地是 :

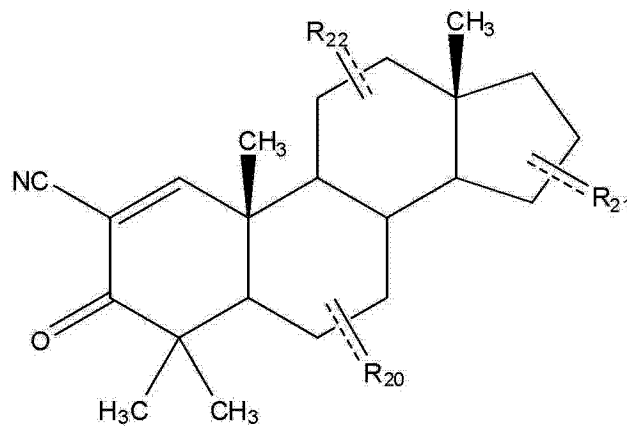
[0135] 氢、羟基、卤素、氧、氨基、羟基氨基、硝基、亚胺基、氰基、叠氮基、巯基或硫 ;或

[0136] 烷基 ($C \leq 12$)、烯基 ($C \leq 12$)、炔基 ($C \leq 12$)、芳基 ($C \leq 12$)、芳烷基 ($C \leq 12$)、杂芳基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基 ($C \leq 12$)、酰基 ($C \leq 12$)、亚烷基 ($C \leq 12$)、烷氧基 ($C \leq 12$)、烯氧基 ($C \leq 12$)、炔氧基 ($C \leq 12$)、芳氧基 ($C \leq 12$)、芳烷氧基 ($C \leq 12$)、杂芳氧基 ($C \leq 12$)、杂芳烷氧基 ($C \leq 12$)、酰氧基 ($C \leq 12$)、烷基氨基 ($C \leq 12$)、二烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷氧基氨基 ($C \leq 12$)、烯基氨基 ($C \leq 12$)、炔基氨基 ($C \leq 12$)、芳基氨基 ($C \leq 12$)、芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷基磺酰氨基 ($C \leq 12$)、酰胺基 ($C \leq 12$)、烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、烯基亚胺基 ($C \leq 12$)、炔基亚胺基 ($C \leq 12$)、芳基亚胺基 ($C \leq 12$)、芳烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、杂芳基亚胺基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、酰基亚胺基 ($C \leq 12$)、烷硫基 ($C \leq 12$)、烯硫基 ($C \leq 12$)、炔硫基 ($C \leq 12$)、芳硫基 ($C \leq 12$)、芳烷硫基 ($C \leq 12$)、杂芳硫基 ($C \leq 12$)、杂芳烷硫基 ($C \leq 12$)、酰硫基 ($C \leq 12$)、硫代酰基 ($C \leq 12$)、烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、烯基磺酰基 ($C \leq 12$)、炔基磺酰基 ($C \leq 12$)、芳基磺酰基 ($C \leq 12$)、芳烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、杂芳基磺酰基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、烷基铵 ($C \leq 12$)、烷基硫 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷基 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷氧基 ($C \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式 ;

[0137] 或其可药用盐、酯、水合物、溶剂化物、互变异构体、缩醛、缩酮、前体药物或旋光异构体。在一些实施方案中, R_1 和 R_2 均是氢。在另外的实施方案中, R_1 和 R_2 不是氢。在又一个实施方案中, R_1 和 R_2 均是甲基。

[0138] 在一些实施方案中, 化合物进一步定义为 :

[0139]



[0140] 其中 R_{20} 、 R_{21} 和 R_{22} 每一个独立地是 :

[0141] 氢、羟基、卤素、氧、氨基、羟基氨基、硝基、亚胺基、氰基、叠氮基、巯基或硫 ;或

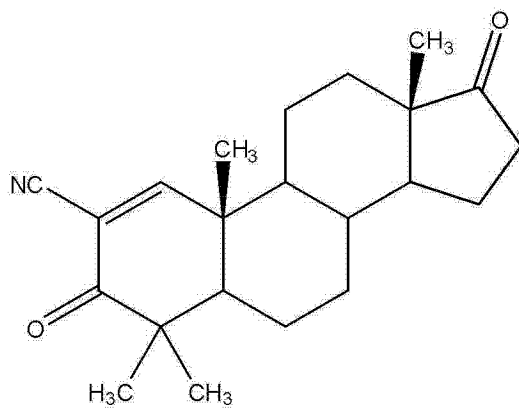
[0142] 烷基 ($C \leq 12$)、烯基 ($C \leq 12$)、炔基 ($C \leq 12$)、芳基 ($C \leq 12$)、芳烷基 ($C \leq 12$)、杂芳基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基 ($C \leq 12$)、酰基 ($C \leq 12$)、亚烷基 ($C \leq 12$)、烷氧基 ($C \leq 12$)、烯氧基 ($C \leq 12$)、炔氧基 ($C \leq 12$)、芳氧基 ($C \leq 12$)、芳烷氧基 ($C \leq 12$)、杂芳氧基 ($C \leq 12$)、杂芳烷氧基 ($C \leq 12$)、酰氧基 ($C \leq 12$)、烷基氨基 ($C \leq 12$)、二烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷氧基氨基 ($C \leq 12$)、烯基氨基 ($C \leq 12$)、炔基氨基 ($C \leq 12$)、芳基氨基 ($C \leq 12$)、芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷基磺酰氨基 ($C \leq 12$)、酰胺基 ($C \leq 12$)、烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、烯基亚胺基 ($C \leq 12$)、炔基亚胺基 ($C \leq 12$)、芳基亚胺基 ($C \leq 12$)、芳烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、杂芳基亚胺基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、酰基亚胺基 ($C \leq 12$)、烷硫基 ($C \leq 12$)、烯硫基 ($C \leq 12$)、炔硫基 ($C \leq 12$)、芳硫基 ($C \leq 12$)、芳烷硫基 ($C \leq 12$)、杂芳硫基 ($C \leq 12$)、杂芳烷硫基 ($C \leq 12$)、酰硫基 ($C \leq 12$)、硫代酰基 ($C \leq 12$)、烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、烯基磺酰基 ($C \leq 12$)、炔基磺酰基 ($C \leq 12$)、芳基磺酰基 ($C \leq 12$)、芳烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、杂芳基磺酰基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、烷基铵 ($C \leq 12$)、烷基硫 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷基 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷氧基 ($C \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式 ;

基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷基磺酰氨基 ($C \leq 12$)、酰胺基 ($C \leq 12$)、烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、烯基亚胺基 ($C \leq 12$)、炔基亚胺基 ($C \leq 12$)、芳基亚胺基 ($C \leq 12$)、芳烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、杂芳基亚胺基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、酰基亚胺基 ($C \leq 12$)、烷硫基 ($C \leq 12$)、烯硫基 ($C \leq 12$)、炔硫基 ($C \leq 12$)、芳硫基 ($C \leq 12$)、芳烷基硫基 ($C \leq 12$)、杂芳硫基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基硫基 ($C \leq 12$)、酰硫基 ($C \leq 12$)、硫代酰基 ($C \leq 12$)、烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、烯基磺酰基 ($C \leq 12$)、炔基磺酰基 ($C \leq 12$)、芳基磺酰基 ($C \leq 12$)、芳烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、杂芳基磺酰基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、烷基铵 ($C \leq 12$)、烷基硫 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷基 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷氧基 ($C \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式；

[0143] 或其可药用盐、酯、水合物、溶剂化物、互变异构体、缩醛、缩酮、前体药物或旋光异构体。

[0144] 例如，本公开提供：

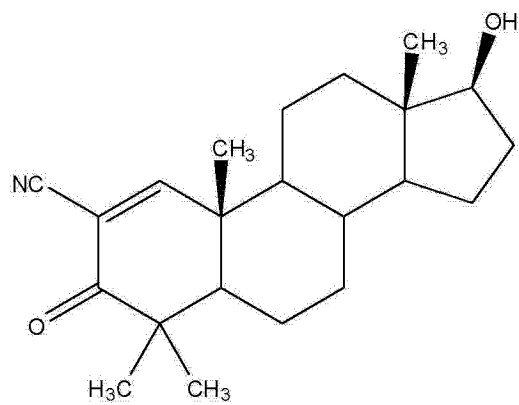
[0145]



[0146] 或其可药用盐、水合物、溶剂化物、互变异构体、或旋光异构体。

[0147] 例如，本公开提供：

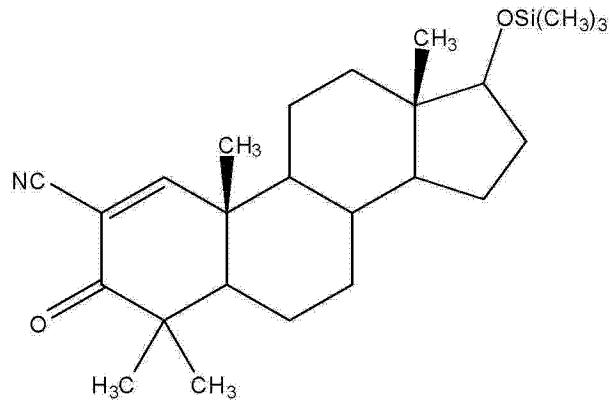
[0148]



[0149] 或其可药用盐、水合物、溶剂化物、互变异构体、或旋光异构体。

[0150] 例如，本公开提供：

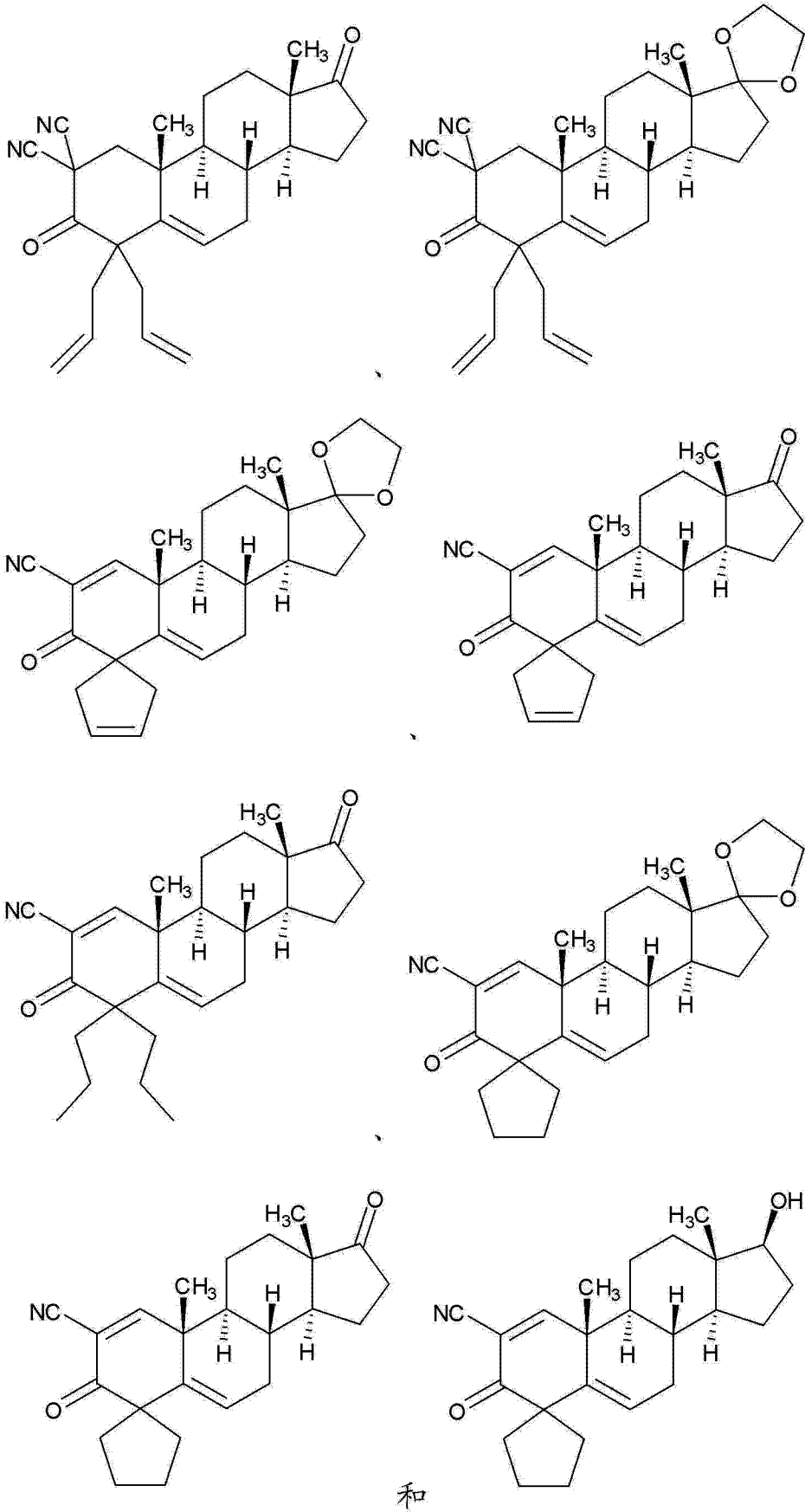
[0151]



[0152] 或其可药用盐、水合物、溶剂化物、互变异构体、或旋光异构体。

[0153] 在一些实施方案中，本公开提供选自下列的化合物：

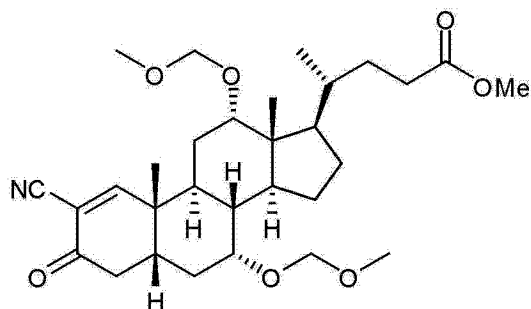
[0154]



[0155] 或其可药用盐、水合物、溶剂化物、互变异构体、或旋光异构体。

[0156] 在一些变化中,本公开提供:

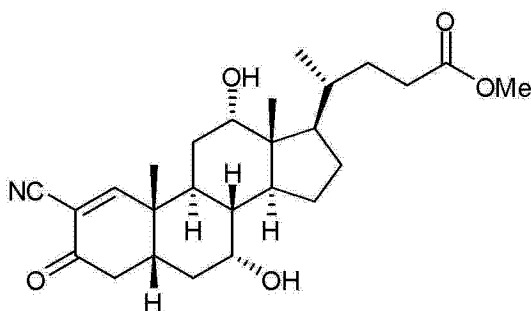
[0157]



[0158] 或其可药用盐、水合物、溶剂化物、互变异构体、或旋光异构体。

[0159] 在一些变化中,本公开提供:

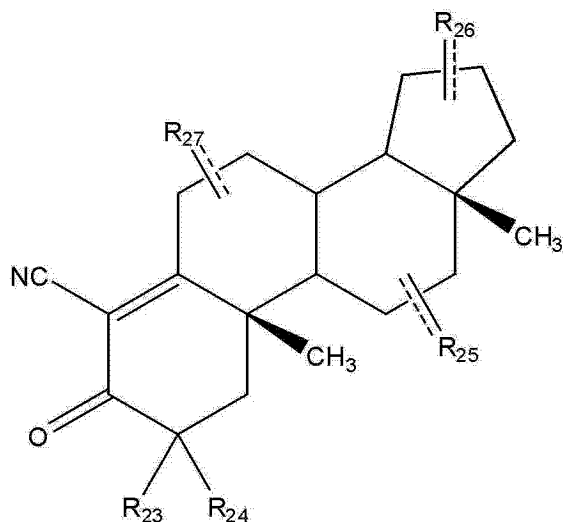
[0160]



[0161] 或其可药用盐、水合物、溶剂化物、互变异构体、或旋光异构体。

[0162] 在另一个方面中,本公开提供下式化合物:

[0163]



[0164] 其中:

[0165] R₂₃ 和 R₂₄ 每一个独立地是:[0166] 或氢、烷基 (C_{≤8}) 或取代烷基 (C_{≤8});或[0167] R₂₃ 和 R₂₄ 结合在一起并且是烷二基 (C_{≤12})、烯二基 (C_{≤12})、烷二基 (C_{≤12}) 或烯二基 (C_{≤12});[0168] R₂₅, R₂₆ 和 R₂₇ 每一个独立地是:

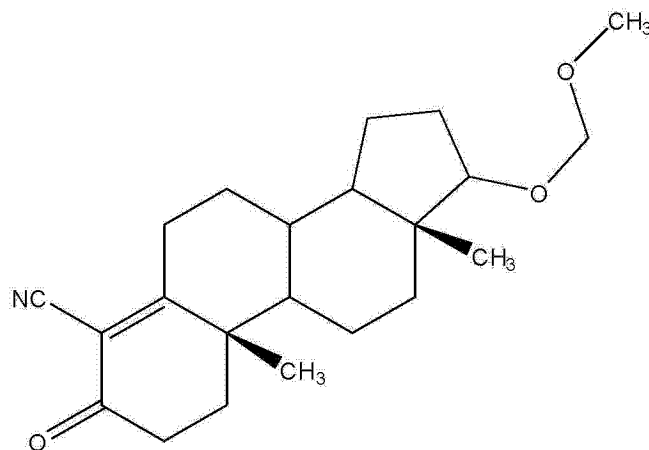
[0169] 氢、羟基、卤素、氧、氨基、羟基氨基、硝基、亚胺基、氰基、叠氨基、巯基或硫;或

[0170] 烷基 ($C \leq 12$)、烯基 ($C \leq 12$)、炔基 ($C \leq 12$)、芳基 ($C \leq 12$)、芳烷基 ($C \leq 12$)、杂芳基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基 ($C \leq 12$)、酰基 ($C \leq 12$)、亚烷基 ($C \leq 12$)、烷氧基 ($C \leq 12$)、烯氧基 ($C \leq 12$)、炔氧基 ($C \leq 12$)、芳氧基 ($C \leq 12$)、芳烷氧基 ($C \leq 12$)、杂芳氧基 ($C \leq 12$)、杂芳烷氧基 ($C \leq 12$)、酰氧基 ($C \leq 12$)、烷基氨基 ($C \leq 12$)、二烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷氧基氨基 ($C \leq 12$)、烯基氨基 ($C \leq 12$)、炔基氨基 ($C \leq 12$)、芳基氨基 ($C \leq 12$)、芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳基氨基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基氨基 ($C \leq 12$)、烷基磺酰氨基 ($C \leq 12$)、酰胺基 ($C \leq 12$)、烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、烯基亚胺基 ($C \leq 12$)、炔基亚胺基 ($C \leq 12$)、芳基亚胺基 ($C \leq 12$)、芳烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、杂芳基亚胺基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基亚胺基 ($C \leq 12$)、酰基亚胺基 ($C \leq 12$)、烷硫基 ($C \leq 12$)、烯硫基 ($C \leq 12$)、炔硫基 ($C \leq 12$)、芳硫基 ($C \leq 12$)、芳烷基硫基 ($C \leq 12$)、杂芳硫基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基硫基 ($C \leq 12$)、酰硫基 ($C \leq 12$)、硫代酰基 ($C \leq 12$)、烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、烯基磺酰基 ($C \leq 12$)、炔基磺酰基 ($C \leq 12$)、芳基磺酰基 ($C \leq 12$)、芳烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、杂芳基磺酰基 ($C \leq 12$)、杂芳烷基磺酰基 ($C \leq 12$)、烷基铵 ($C \leq 12$)、烷基硫 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷基 ($C \leq 12$)、烷基甲硅烷氧基 ($C \leq 12$)、或这些基团中任一种的取代形式；

[0171] 或其可药用盐、酯、水合物、溶剂化物、互变异构体、缩醛、缩酮、前体药物或旋光异构体。

[0172] 例如，本公开提供：

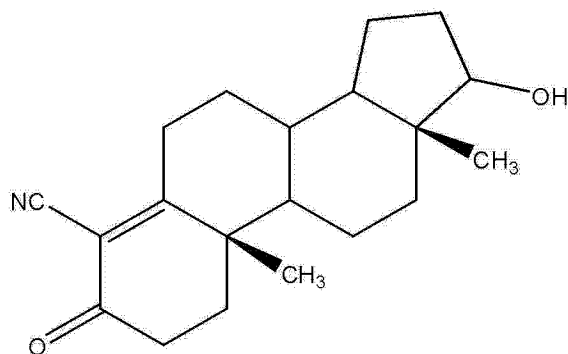
[0173]



[0174] 或其可药用盐、水合物、溶剂化物、互变异构体、或旋光异构体。

[0175] 例如，本公开提供：

[0176]



[0177] 或其可药用盐、水合物、溶剂化物、互变异构体、或旋光异构体。

[0178] 在一些实施方案中，本公开提供选自下列的化合物：

[0179] (S)-3-((1E, 6E)-7-(4-羟基-3-甲氧基苯基)-4, 4-二甲基-3, 5-二氧庚-1, 6-二烯基)-3, 5, 5-三甲基-6-氧环己-1-烯腈,

[0180] (S)-3-((1E, 6E)-7-(4-羟基-3-甲氧基苯基)-5, 5-二甲氧基-4, 4-二甲基-3-氧庚-1, 6-二烯基)-3, 5, 5-三甲基-6-氧环己-1-烯腈,

[0181] (S)-3-((E)-4-(2-(4-羟基-3-甲氧基苯基)-1, 3-二氧戊环-2-基)-4-甲基-3-氧戊-1-烯基)-3, 5, 5-三甲基-6-氧环己-1-烯腈,

[0182] (S)-3-((E)-4-(2-(4-(叔丁基二甲基甲硅烷氧基)-3-甲氧基苯基)-1, 3-二氧戊环-2-基)-4-甲基-3-氧戊-1-烯基)-3, 5, 5-三甲基-6-氧环己-1-烯腈,

[0183] (S, E)-3-(4-羟基苯基)-3, 5, 5-三甲基-6-氧环己-1-烯腈,

[0184] (2S, 3S)-6-氰基-4a, 8, 8-三甲基-7-氧-2-(3, 4, 5-三羟基苯基)-3, 4, 4a, 7, 8, 8a-六氢-2H-色烯-3-基-3, 4, 5-三羟基苯甲酸酯, 和

[0185] (2R, 3R)-7-氰基-5, 5, 8a-三甲基-6-氧-2-(3, 4, 5-三羟基苯基)-3, 4, 4a, 5, 6, 8a-六氢-2H-色烯-3-基-3, 4, 5-三羟基苯甲酸酯。

[0186] 在一些实施方案中, 本公开提供选自下列的化合物:

[0187] (S, E)-3-(4-羟基苯基)-3-甲基-6-氧环己-1-烯腈, 和

[0188] (3S)-3-(4-羟基苯基)-3, 5-二甲基-6-氧环己-1-烯腈。

[0189] 在一些实施方案中, 本公开提供选自下列的化合物:

[0190] (10S, 13S)-4, 4, 10, 13-四甲基-3, 17-二氧-4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17-十四氢-3H-环戊烯并[a]菲-2-腈,

[0191] (10S, 13S, 17S)-17-羟基-4, 4, 10, 13-四甲基-3-氧-4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17-十四氢-3H-环戊烯并[a]菲-2-腈, 和

[0192] (10S, 13S)-4, 4, 10, 13-四甲基-3-氧-17-(三甲基甲硅烷氧基)-4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17-十四氢-3H-环戊烯并[a]菲-2-腈。

[0193] 在一些实施方案中, 本公开提供选自下列的化合物:

[0194] (10S, 13R)-17-(甲氧基甲氧基)-10, 13-二甲基-3-氧-2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17-十四氢-1H-环戊烯并[a]菲-4-腈, 和

[0195] (10S, 13R)-17-羟基-10, 13-二甲基-3-氧-2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17-十四氢-1H-环戊烯并[a]菲-4-腈。

[0196] 在一些实施方案中, 本公开的化合物是可药用盐形式。在另外的实施方案中, 本公开的化合物不是可药用盐形式。

[0197] 在一些实施方案中, 本公开的化合物可以是上面结构式的酯。酯可以, 例如, 源于结构式中羟基和生物素羧基的缩合反应。

[0198] 在一些实施方案中, 本公开的化合物可以作为立体异构体混合物存在。在另外的实施方案中, 本公开的化合物作为单一立体异构体存在。

[0199] 在一些实施方案中, 本公开的化合物可以是作为巨噬细胞中 IFN- γ -诱导的一氧化二氮 (NO) 产生的抑制剂, 例如, 具有小于 0.2 μ M 的 IC₅₀ 值。

[0200] 本公开的其它一般方面考虑包含作为活性成分的本公开的化合物和可药用载体的药物组合物。组合物可适合通过例如选自下列的途径施用: 经口、脂肪内、动脉内、关节内、颅内、真皮内、病灶内、肌内、鼻内、眼内、心包内、腹膜内、胸膜内、前列腺内、直肠内、鞘

内、气管内、瘤内、脐内、阴道内、静脉内、囊泡内、玻璃体内、经脂质体、局部地、经黏膜、经口、肠胃外、经直肠、结膜下、皮下、舌下、经局部、经颊、经皮、经阴道、在乳剂内、在脂质组合体内、通过导管、通过灌洗、通过连续灌注、通过灌注、通过吸入、通过注射、通过局部递送、通过局部输注、直接浸浴靶细胞、或其任何组合。在特定的实施方案中，组合物可以配制成用于口服递送。在特定的实施方案中，组合物配制成硬胶囊或软胶囊、片剂、糖浆剂、混悬剂、扁囊剂或酞剂。在某些实施方案中，软胶囊是明胶胶囊。某些组合物可以包含保护涂层，例如配制成用于口服递送的那些组合物。某些组合物还包含延缓吸收的试剂，例如配制成用于口服递送的那些组合物。某些组合物还可以包含增加溶解度或者分散性的试剂，例如配制成用于口服递送的那些组合物。某些组合物可包含本公开的化合物，其中化合物分散于脂质体、水和油乳剂或油和水乳剂中。

[0201] 本公开的又一一般方面考虑治疗方法，包括向受试者施用药物有效量的本公开化合物。受试者可以是，例如人。这些方法或本公开的任何其它方法还可以包括鉴定需要治疗的受试者。

[0202] 本公开的另一方法考虑了治疗受试者中癌症的方法，包括向受试者施用药物有效量的本公开化合物。癌症可以是任何类型的癌症，例如癌、肉瘤、淋巴瘤、白血病、黑素瘤、间皮瘤、多发性骨髓瘤或精原细胞瘤。其它类型的癌症包括膀胱、血液、骨、脑、乳腺、中枢神经系统、结肠、子宫内膜、食道、泌尿生殖道、头、喉、肝、肺、颈、卵巢、胰腺、前列腺、脾、小肠、大肠、胃或睾丸的癌症。在这些方法或任何其它方法中，受试者可以是灵长类动物。该方法或者任何其它方法还可以包含鉴定需要治疗的受试者。受试者可以具有癌症的家族史或者病史。在某些实施方案中，受试者具有癌症的症状。本发明的化合物可以通过本文所述的任何方法施用，例如局部地。在某些实施方案中，化合物通过直接的瘤内注射或者通过注射入肿瘤脉管系统内施用。在某些实施方案中，化合物可以全身性施用。在某些实施方案中，化合物可以静脉内、动脉内、肌内、腹膜内、皮下或经口施用。

[0203] 在关于治疗受试者中癌症的方法的某些实施方案中，所述方法包括向受试者施用药物有效量的本公开化合物，药物有效量是 0.1-1000mg/kg。在某些实施方案中，药物有效量以单次剂量 / 天施用。在某些实施方案中，药物有效量以两次或两次以上剂量 / 天施用。化合物可以在例如通过在离体清除过程中接触肿瘤细胞而施用。治疗方法可以包括下列方法中的任何一种或多种：a) 在肿瘤细胞中诱导细胞毒性；b) 杀死肿瘤细胞；c) 诱导肿瘤细胞的凋亡；d) 诱导肿瘤细胞的分化；或 e) 抑制肿瘤细胞的生长。肿瘤细胞可以是任何类型的肿瘤细胞，例如白血病细胞。其它类型的细胞包括，例如，膀胱癌细胞、乳腺癌细胞、肺癌细胞、结肠癌细胞、前列腺癌细胞、肝癌细胞、胰癌细胞、胃癌细胞、睾丸癌细胞、脑癌细胞、卵巢癌细胞、淋巴瘤细胞、皮肤癌细胞、脑癌细胞、骨癌细胞或软组织癌细胞。

[0204] 本公开还考虑了组合治疗疗法。例如，关于治疗受试者内癌症的方法，所述方法包括向受试者施用药物有效量的本公开化合物，方法还可以包括选自下列的治疗：施用药物有效量的第二药物、放射疗法、基因疗法和手术。此类方法还可以包含 (1) 在肿瘤细胞与第二药物接触之前使肿瘤细胞与化合物接触，(2) 在肿瘤细胞与化合物接触之前使肿瘤细胞与第二药物接触，或 (3) 同时使肿瘤细胞与化合物和第二药物接触。在某些实施方案中，第二药物可以是抗生素、抗炎药、抗肿瘤药、抗增生药、抗病毒药、免疫调节药或免疫抑制药。第二药物可以是烷基化剂、雄激素受体调节剂、细胞骨架破坏剂、雌激素受体调节剂、组蛋

白-去乙酰化酶抑制剂、HMG-CoA 还原酶抑制剂、异戊二烯基-蛋白质转移酶抑制剂、类视黄醇受体调节剂、拓扑异构酶抑制剂、或酪氨酸激酶抑制剂。在某些实施方案中,第二药物是 5- 氮杂胞苷、5- 氟尿嘧啶、9- 顺式-视黄酸、放线菌素 D、阿利维 A 酸 (alitretinoin)、全反式视黄酸、安那霉素、阿西替尼、belinostat、贝伐单抗、蓓萨罗丁、博舒替尼、白消安、卡培他滨、碳铂、卡莫司汀、CD437、西地尼布、西妥昔单抗、苯丁酸氮芥、顺铂、环磷酰胺、阿糖胞苷、达卡巴嗪、达沙替尼、柔红霉素、地西他滨、多西他塞、多拉司他汀 (dolastatin)-10、去氧氟尿苷、阿霉素、阿霉素、表柔比星、埃罗替尼、表鬼臼毒素、表鬼臼毒素、吉非替尼、吉西他滨、吉妥单抗、奥唑米星、六甲密胺、伊达比星、异环磷酰胺、伊马替尼、伊立替康、异维甲酸、伊沙匹隆、拉帕替尼、LBH589、罗莫司丁、氮芥、美法仑、巯嘌呤、甲氨蝶呤、丝裂霉素、米托蒽醌、MS-275、来那替尼、尼罗替尼、亚硝基脲、草酸铂、紫杉醇、普卡霉素、丙卡巴肼、司马沙尼、司莫司汀、丁酸钠、苯乙酸钠、链脲佐菌素、辛二酰苯胺异羟肟酸、舒尼替尼、他莫昔芬、替尼泊苷、噻替派 (thiopeta)、硫鸟嘌呤、拓扑替康、TRAIL、曲妥珠单抗、维甲酸、曲古抑菌素 A、丙戊酸、戊柔比星、凡德他尼、长春碱、长春新碱、长春地辛或长春瑞滨。

[0205] 还考虑了治疗或预防受试者中具有炎性成分的疾病的方法,所述方法包括向受试者施用药物有效量的本公开化合物。疾病可以是例如,狼疮或风湿性关节炎。疾病可以是炎症性肠病,例如克隆病或溃疡性结肠炎。具有炎性成分的疾病可以是心血管病。具有炎性成分的疾病可以是糖尿病,例如 1 型或 2 型糖尿病。本公开的化合物还可以用于治疗糖尿病相关的并发症。此类并发症是本领域众所周知的并且包括,例如,肥胖、高血压、动脉粥样硬化、冠心病、中风、外周血管病、高血压、肾病、神经病、肌坏死、视网膜病变和代谢综合征 (X 综合征)。具有炎性成分的疾病可以是皮肤疾病,例如银屑病、痤疮或特应性皮炎。本公开的化合物在治疗此类皮肤疾病的方法中的施用可以是例如局部或者口服。

[0206] 具有炎性成分的疾病可以是代谢综合征 (X 综合征)。具有该综合征的患者表征为具有选择下列 5 中症状中的三种或更多种症状:(1) 腹部肥胖;(2) 高甘油三酯血症;(3) 低的高密度脂蛋白胆固醇 (HDL);(4) 高的血压;和 (5) 升高的空腹血糖,如果患者还患有糖尿病,这可能在 2 型糖尿病的特征性范围内。这些症状中的每一种定义在 the Third Report of the National Cholesterol Education Program Expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III, or ATP III), National Institutes of Health, 2001, NIH Publication No. 01-3670 中,其通过参考并入本文。具有代谢综合征的患者,不论其是否具有或发展成显性糖尿病,具有发展成上面所列的、伴随 2 型糖尿病发生的大血管和微血管并发症的增加了的危险,例如动脉粥样硬化和冠心病。

[0207] 本公开的另一一般方法涉及治疗或预防受试者中心血管病的方法,包括向受试者施用药物有效量的本公开化合物。心血管病可以是,例如,动脉粥样硬化、心肌病、先天性心脏病、充血性心力衰竭、心肌炎、风湿性心脏病、瓣膜病、冠状动脉病、心内膜炎或心肌梗死。对于此类方法还考虑组合治疗。例如,此类方法还可以包括施用药物有效量的第二药物。第二药物可以是,例如,降胆固醇药、降血脂药、钙通道阻滞剂、降压药或 HMG-CoA 还原酶抑制剂。第二药物的非限定性实例包括氨氯地平、阿司匹林、依泽替米贝、非洛地平、拉西地平、乐卡地平、尼卡地平、硝苯地平、尼莫地平、尼索地平或尼群地平。第二药物的另外的非限定性实例包括阿替洛尔、布新洛尔、卡维地洛、可乐定、多沙唑嗪、吡啶拉明、拉贝洛尔、甲基多

巴、美托洛尔、纳多洛尔、氧烯洛尔、酚苄明、酚妥拉明、吡啶洛尔、哌唑嗪、普萘洛尔、特拉唑嗪、噻吗洛尔或妥拉唑啉。第二药物可以是,例如他汀类,例如托伐他汀、西立伐他汀、氟伐他汀、洛伐他汀、美伐他汀、匹伐他汀、普伐他汀、瑞舒伐他汀或辛伐他汀。

[0208] 还考虑了治疗或预防受试者中神经变性疾病的方法,包括向受试者施用药物有效量的本公开化合物。神经变性疾病可以例如选自帕金森病、阿尔茨海默病、多发性硬化(MS)、亨廷顿病和肌萎缩性侧索硬化症。在特定的实施方案中,神经变性疾病是阿尔茨海默病。在特定的实施方案中,神经变性疾病是MS,例如原发进展型、复发-缓和型继发进展型或进展复发型MS。受试者可以是例如灵长类动物。受试者可以是人。

[0209] 在治疗或预防受试者中神经变性疾病的方法的特别的实施方案中,所述方法包括向受试者施用药物有效量的本公开化合物,所述治疗抑制受试者脑或脊髓中神经元的脱髓鞘。在某些实施方案中,治疗抑制炎症性脱髓鞘。在某些实施方案中,治疗抑制受试者脑或脊髓中神经元轴突的横断。在某些实施方案中,治疗抑制受试者脑或脊髓中神经突的横断。在某些实施方案中,治疗抑制受试者脑或脊髓中的神经元凋亡。在某些实施方案中,治疗刺激受试者脑或脊髓中神经元轴突的髓鞘再生。在某些实施方案中,治疗恢复MS发作后丧失的功能。在某些实施方案中,治疗预防新的MS发作。在某些实施方案中,治疗预防源于MS发作的残疾。

[0210] 本公开的一个一般方面考虑了治疗或预防受试者中特征在于iNOS基因过表达的病症的方法,所述方法包括向受试者施用药物有效量的本公开化合物。

[0211] 本公开的另一一般方面考虑了抑制受试者细胞中IFN- γ -诱导的一氧化氮产生的方法,包括向所述受试者施用药物有效量的本公开的化合物。

[0212] 本公开的又一一般方法考虑了治疗或预防受试者中特征在于COX-2基因过表达的病症的方法,包括向受试者施用药物有效量的本公开化合物。

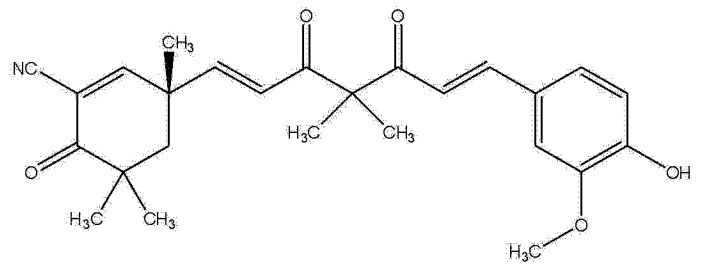
[0213] 还考虑了治疗受试者中肾/肾脏疾病(RKD)的方法,包括向受试者施用药物有效量的本公开化合物。见美国专利申请12/352,473,其整体性通过参考并入本文。RKD可以源自,例如,毒性损伤。毒性损伤可以源自,例如,显像剂或药物。药物可以是例如化学治疗剂。在某些实施方案中,RKD可以源自缺血/再灌注损伤。在某些实施方案中,RKD源自糖尿病或高血压。RKD可以源自自身免疫病。RKD可以进一步定义为慢性RKD或急性RKD。

[0214] 在治疗受试者中肾/肾脏疾病(RKD)的某些方法中,所述方法包括向受试者施用药物有效量的本公开化合物,受试者已经经历或者正在经历透析。在某些实施方案中,受试者已经经历肾移植或者是经历肾移植的候选者。受试者可以是灵长类动物。灵长类动物可以是人。该方法或者任何其它方法中的受试者可以是例如牛、马、狗、猫、猪、小鼠、大鼠或豚鼠。

[0215] 本公开还考虑了用于改善受试者肾小球滤过率或肌酐清除率的方法,包括向受试者施用药物有效量的本公开化合物。

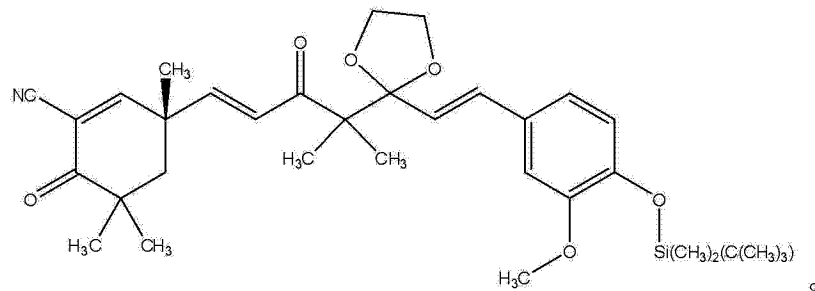
[0216] 还考虑了本公开化合物的合成方法。例如,某些实施方案考虑了制造第一化合物的方法,其中第一化合物如下:

[0217]



[0218] 包括将下式化合物与酸反应：

[0219]



[0220] 本发明还考虑了试剂盒，例如包含下列的试剂盒：本公开的化合物；和说明书，所述说明书包含选自下列的一种或一种以上形式的信息：指示待施用化合物的疾病状态、化合物的储存信息、剂量信息和关于如何施用化合物的说明。试剂盒可以包含多剂量形式的本公开化合物。

[0221] 在一些实施方案中，本公开化合物可以用于预防和治疗其病理学涉及氧化应激、炎症和炎症信号传导途径失调的疾病和紊乱。在具体实施方案中，本发明的化合物可用于治疗表征为受累组织中可诱导一氧化氮合酶 (iNOS)、可诱导环加氧酶 (COX-2) 或两者过表达；活性氧类别 (ROS) 或活性氮类别 (RNS) 例如超氧化物、过氧化氢、一氧化氮或过氧亚硝基盐的高水平产生；或炎症性细胞因子或其它炎症相关蛋白质例如 TNF α 、IL-6、IL-1、IL-8、ICAM-1、VCAM-1 和 VEGF 的过度产生的疾病和紊乱。在一些实施方案中，此类疾病或紊乱可以涉及某些细胞的不良增殖，如在癌症（例如实体瘤、白血病、骨髓瘤、淋巴瘤和其它癌症）、纤维化相关的器官衰竭或过度的瘢痕增生的情况下。其它此类疾病包括（但不限于）自身免疫病诸如狼疮、风湿性关节炎、幼年型糖尿病、多发性硬化、银屑病和克罗恩病；心血管病，例如动脉粥样硬化、心力衰竭、心肌梗死、急性冠脉综合征、血管手术后再狭窄、高血压和脉管炎；神经变性或神经肌肉疾病例如阿尔茨海默病、帕金森病、亨廷顿病、ALS 和肌营养不良；神经障碍例如癫痫和张力失常；神经精神病例如重性抑郁症、双向性精神障碍、外伤后应激障碍、精神分裂症、神经性食欲缺乏、ADHD 和孤独症谱系障碍；视网膜疾病例如黄斑变性、糖尿病视网膜病变、青光眼和视网膜炎；慢性和急性疼痛综合征，包括炎症性疼痛和神经性疼痛；听力减退和耳鸣；糖尿病和糖尿病并发症，包括代谢综合征、糖尿病肾病、糖尿病神经病和糖尿病性溃疡；呼吸性疾病例如哮喘、慢性阻塞性肺疾病、急性呼吸窘迫综合征和囊性纤维化；炎症性肠病；骨质疏松症、骨性关节炎和其他的骨和软骨变性疾病；急性或慢性器官衰竭包括肾衰竭、肝衰竭（包括肝硬化和肝炎）和胰腺炎；血栓性或出血性中风相关的缺血 - 再灌注损伤、蛛网膜下腔出血、脑血管痉挛、心肌梗死、休克或创伤；器官或组织移植并发症，包括急性或慢性移植失败或排斥和移植物抗宿主病；皮肤疾病，包括特应性皮炎和痤疮；脓毒病和脓毒性休克；感染相关的严重炎症，包括流行感冒

相关的呼吸道炎症和上呼吸道感染；与癌症治疗，包括放射疗法或化学疗法相关的粘膜炎；和重度烧伤。

[0222] 根据下面的详细描述，本公开的其它目标、特征和优点将变得显而易见。然而，应当理解，详细描述和指出本发明具体实施方案的具体实施例仅以例证方式给出，因为对于本领域技术人员而言，根据该详细描述处于本发明精神和范围内的多种改变和修改会变得显而易见。请注意，只因为特定化合物归于一特定通式并不意味着它不能归于另一通式。

附图说明

[0223] 下列附图构成了本说明书的部分，并且包含附图是为了进一步例证本公开的某些方面。通过参照这些附图之一结合本文所给出的特定实施方案的详细描述可以更好地理解发明。

[0224] 图 1-16 和 20-24。NO 产生的抑制。RAW264.7 巨噬细胞以 DMSO 或不同浓度药物 (μM) 预处理 2 小时，然后以 IFN γ 处理 24 小时。使用 Griess 试剂系统测定培养基中的 NO 浓度；使用 WST-1 试剂测定细胞生存力。

[0225] 图 17-18。iNOS mRNA 诱导的阻抑。RAW264.7 小鼠巨噬细胞用化合物以所示的浓度预处理 2 小时，然后用 10ng/ml IFN γ 刺激另外的 2 小时。通过 qPCR 定量 iNOS 的 mRNA 水平并以相对于经媒介物处理的 IFN γ 刺激样品的数值显示，其中经媒介物处理的 IFN γ 刺激样品被标准化为值 1。数值是一式两份且每份具有三个复孔的 PCR 反应的平均值。

[0226] 图 19。RAW264.7 小鼠巨噬细胞中 iNOS Western 印迹。RAW264.7 细胞以所示的化合物预处理 2 小时，然后用 10ng/ml IFN γ 刺激另外的 24 小时。通过免疫印迹测定 iNOS 蛋白质水平。肌动蛋白用作上样对照。

[0227] 例证性实施方案的描述

[0228] 本文所公开的是例如具有抗氧化和抗炎性特性的新化合物、其制造方法和其使用方法，包括用于治疗和 / 或预防疾病的方法。

[0229] I. 定义


[0230] “基本骨架”定义为：(1) 形成有机化合物（例如天然或非天然产物）的两个环中每一个环的主链的原子和 σ -键，当天然产物以二维结构式绘制时两个环彼此离得最远，前提条件是两个环经完全由碳-碳键（例如单键、双键、三键、芳香族键或非芳香族键）构成的一个主链彼此连接；和 (2) 连接 (1) 中所定义两个环的任何主链的原子和 σ -键。

[0231] 如本文所使用，“氢”意思是指 -H；“羟基”意思是指 -OH；“氧”意思是指 = O；“卤素”意思是独立地指 -F、-Cl、-Br 或 -I；“氨基”意思是指 -NH₂（见下面对于包含术语氨基的基团，例如烷氨基的定义）；“羟氨基”意思是指 -NHOH；“硝基”意思是指 -NO₂；亚氨基意思是指 = NH（见下面对于包含术语亚氨基的基团，例如烷氨基的定义）；“氰基”意思是指 -CN；“叠氨基”意思是指 -N₃；“巯基”意思是指 -SH；“硫”意思是指 = S；“磺酰胺基”意思是指 -NHS(O)₂-（见下面对于包含术语磺酰胺基的基团例如烷基磺酰胺基的定义）；“磺酰”意思是指 -S(O)₂-（见下面对于包含术语磺酰的基团，例如烷基磺酰的定义）；和“甲硅烷基”意思是指 -SiH₃（见下面对于包含术语甲硅烷基的基团，例如烷基甲硅烷基的定义）。

[0232] 对于下面的基团，下列的括弧下标进一步定义如下：“(C_n)”定义为基团中碳原子的确切数量 (n)。“(C ≤ n)”定义为基团中可以存在的碳原子的最大数量 (n)，照这样碳原

子最小数量至少是一,但除此之外可以是对于所述基团的尽可能小的数量。例如应当理解基团“烯基_(c≤8)”中碳原子的最小数量是2。例如,“烷氧基_(c≤10)”命名为具有从1至10个碳原子(例如1、2、3、4、5、6、7、8、9或10,或者可从其中导出的任何范围(例如3-10个碳原子))的那些烷氧基。(C_{n-n'})定义了基团中碳原子的最小值(n)和最大值(n')。类似地,“烷基_(c2-10)”命名为具有从2至10个碳原子(例如2、3、4、5、6、7、8、9或10,或者可从其中导出的任何范围(例如3-10个碳原子))的那些烷基。

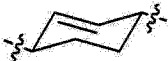
[0233] 术语“烷基”,当在无“取代”修饰中使用指具有作为连接点的饱和碳原子的非芳香族单价基,其为线性的或分支的、环状的、有环或无环的结构、无碳-碳双键或三键,并且无碳和氢之外的其他原子。基团-CH₃(Me)、-CH₂CH₃(Et)、-CH₂CH₂CH₃(n-Pr)、-CH(CH₃)₂(i-so-Pr)、-CH(CH₂)₂(环丙基)、-CH₂CH₂CH₂CH₃(n-Bu)、-CH(CH₃)CH₂CH₃(仲丁基)、-CH₂CH(CH₃)₂(异丁基)、-C(CH₃)₃(叔丁基)、-CH₂C(CH₃)₃(新戊基)、环丁基、环戊基、环己基和环己基甲基是烷基的非限定性实例。术语“取代烷基”指具有作为连接点的饱和碳原子的非芳香族单价基,其为线性的或分支的、环状的、有环或无环的结构、无碳-碳双键或三键,并且至少一个原子独立地选自N、O、F、Cl、Br、I、Si、P和S。下列基团是取代烷基的非限定性实例:-CH₂OH、-CH₂Cl、-CH₂Br、-CH₂SH、-CF₃、-CH₂CN、-CH₂C(O)H、-CH₂C(O)OH、-CH₂C(O)OCH₃、-CH₂C(O)NH₂、-CH₂C(O)NHCH₃、-CH₂C(O)CH₃、-CH₂OCH₃、-CH₂OCH₂CF₃、-CH₂OC(O)CH₃、-CH₂NH₂、-CH₂NHCH₃、-CH₂N(CH₃)₂、-CH₂CH₂Cl、-CH₂CH₂OH、-CH₂CF₃、-CH₂CH₂OC(O)CH₃、-CH₂CH₂NHCO₂C(CH₃)₃和-CH₂Si(CH₃)₃。

[0234] 术语“烷二基”,当不与修饰语“取代”一起使用时指非芳香族二价基,其中烷二基以两个σ-键连接,具有与作为连接点的一个或两个饱和碳原子,其为线性的或分支的、环状的、循环或非循环有环或无环的结构,无碳-碳双键或三键,并且无碳和氢之外的其它原子。基团-CH₂-(亚甲基)、-CH₂CH₂-、-CH₂C(CH₃)₂CH₂-、-CH₂CH₂CH₂-和是烷二基

的非限定性实例。术语“取代烷二基”指非芳香族单价基,其中烷二基以两个σ-键联机连接,具有作为连接点的一个或两个饱和碳原子,其为线性的或分支的、环状的、循环或非循环有环或无环的结构,无碳-碳双键或三键,并且至少一个原子独立地选自N、O、F、Cl、Br、I、Si、P和S。下列基团是取代烷二基的非限定性实例:-CH(F)-、-CF₂-、-CH(Cl)-、-CH(OH)-、-CH(OCH₃)-和-CH₂CH(Cl)-。

[0235] 术语“烯基”,当不与修饰语“取代”一起使用时指具有作为连接点的非芳香族碳原子的单价基,其为线性的或分支的、环状的、有环或无环的结构,至少一个非芳香族碳-碳双键,无碳-碳三键,并且无碳和氢之外的其它原子。烯基的非限定性实例包括:-CH=CH₂(乙烯基)、-CH=CHCH₃、-CH=CHCH₂CH₃、-CH₂CH=CH₂(烯丙基)、-CH₂CH=CHCH₃和-CH=CH-C₆H₅。术语“取代烯基”指具有作为连接点的非芳香族碳原子的单价基,具有至少一个非芳香族碳-碳双键,无碳-碳三键,线性的或分支的、环状的、有环或无环的结构,并且至少一个原子独立地选自N、O、F、Cl、Br、I、Si、P和S。基团-CH=CHF、-CH=CHCl和-CH=CHBr是取代烯基的非限定性实例。

[0236] 术语“烯二基”,当不与修饰语“取代”一起使用时,指非芳香族二价基,其中烯二基以两个σ-键连接,具有作为连接点的两个碳原子,为线性的或分支的、环状的、有环或无环的结构,至少一个非芳香族碳-碳双键,无碳-碳三键,并且无碳和氢之外的其它原子。基

团 $-\text{CH}=\text{CH}-$ 、 $-\text{CH}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}=\text{CHCH}_2-$ 和  是烯二基的非限定性实例。

术语“取代烯二基”指非芳香族二价基，其中烯二基以两个 σ -键连接，具有作为连接点的两个碳原子，为线性的或分支的、环状的、有环或无环的结构，至少一个非芳香族碳-碳双键，无碳-碳三键，并且至少一个原子独立地选自 N、O、F、Cl、Br、I、Si、P 和 S。下列基团是取代烯二基的非限定性实例： $-\text{CF}=\text{CH}-$ 、 $-\text{C}(\text{OH})=\text{CH}-$ 和 $-\text{CH}_2\text{CH}=\text{C}(\text{Cl})-$ 。

[0237] 术语“炔基”，当不与修饰语“取代”一起使用时指具有作为连接点的非芳香族碳原子的单价基，具有线性的或分支的、环状的、有环或无环的结构，至少一个碳-碳三键，并且无碳和氢之外的其它原子。基团 $-\text{C}\equiv\text{CH}$ 、 $-\text{C}\equiv\text{CCH}_3$ 、 $-\text{C}\equiv\text{CC}_6\text{H}_5$ 和 $-\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{CCH}_3$ 是炔基的非限定性实例。术语“取代炔基”指具有作为连接点的非芳香族碳原子的单价基，并且具有至少一个碳-碳三键，为线性的或分支的、环状的、有环或无环的结构，并且至少一个原子独立地选自 N、O、F、Cl、Br、I、Si、P 和 S。基团 $-\text{C}\equiv\text{CSi}(\text{CH}_3)_3$ 是取代炔基的非限定性实例。

[0238] 术语“炔二基”，当不与修饰语“取代”一起使用时指非芳香族二价基，其中炔二基以两个 σ -键连接，具有作为连接点的两个碳原子，具有线性的或分支的、环状的、有环或无环的结构，至少一个碳-碳三键，并且无碳和氢之外的其它原子。基团 $-\text{C}\equiv\text{C}-$ 、 $-\text{C}\equiv\text{CCH}_2-$ 和 $-\text{C}\equiv\text{CCH}(\text{CH}_3)-$ 是炔二基的非限定性实例。术语“取代炔二基”指非芳香族二价基，其中炔二基以两个 σ -键连接，具有作为连接点的两个碳原子，具有线性的或分支的、环状的、有环或无环的结构，至少一个碳-碳三键，并且至少一个原子独立地选自 N、O、F、Cl、Br、I、Si、P 和 S。基团 $-\text{C}\equiv\text{CCFH}-$ 和 $-\text{C}\equiv\text{CHCH}(\text{Cl})-$ 是取代炔二基的非限定性实例。

[0239] 术语“芳基”，当不与修饰语“取代”一起使用时，指具有作为连接点的芳香族碳原子的单价基，所述碳原子形成六元芳环结构的部分，其中环原子全部是碳，并且其中单价基不包含碳和氢之外的其它原子。芳基的非限定性实例包括苯基 (Ph)、甲基苯基、(二甲基)苯基、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{CH}_3$ (乙基苯基)、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ (丙基苯基)、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}(\text{CH}_2)_2$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ (甲基乙基苯基)、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}=\text{CH}_2$ (乙烯基苯基)、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}=\text{CHCH}_3$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{C}\equiv\text{CH}$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{C}\equiv\text{CCH}_3$ 、萘基和从联苯衍生的单价基。术语“取代芳基”指具有作为连接点的芳香族碳原子的单价基，所述碳原子构成六元芳环结构的部分，其中环原子全部是碳，并且其中单价基还具有至少一个独立地选自 N、O、F、Cl、Br、I、Si、P 和 S 的原子。取代芳基的非限定性实例包括基团： $-\text{C}_6\text{H}_4\text{F}$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{Br}$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{I}$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{OCH}_3$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{OCH}_2\text{CH}_3$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{OC}(\text{O})\text{CH}_3$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}_2$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{NHCH}_3$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{N}(\text{CH}_3)_2$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{OH}$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{OC}(\text{O})\text{CH}_3$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{NH}_2$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{CF}_3$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{CN}$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{CHO}$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{C}(\text{O})\text{CH}_3$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{C}(\text{O})\text{C}_6\text{H}_5$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{CO}_2\text{H}$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{CO}_2\text{CH}_3$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{CONH}_2$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{CONHCH}_3$ 和 $-\text{C}_6\text{H}_4\text{CON}(\text{CH}_3)_2$ 。

[0240] 术语“芳二基 (arenyldiyl)”，当不与修饰语“取代”一起使用时，指二价基，其中芳二基以两个 σ -键连接，具有作为连接点的两个芳香族碳原子，所述碳原子构成一个或一个以上六元芳环结构的部分，其中环原子全部是碳，并且其中单价基不包含碳和氢之外的其它原子。芳二基的非限定性实例包括：

[0241]

其中术语烷二基和杂芳基每一个以与上面所提供的定义相一致的方式使用。芳烷基的非限定性实例是：吡啶基甲基和噻吩基甲基。当术语“杂芳烷基”与“取代”修饰语一起使用时，烷二基和杂芳基中任一个或两者被取代。

[0249] 术语“酰基”，当不与修饰语“取代”一起使用时，指具有作为连节点的羰基碳原子的单价基，还具有线性的或分支的、环状的、有环或无环的结构，除了羰基的氧原子之外不具有除碳或氢之外的原子。基团 $-\text{CHO}$ 、 $-\text{C}(\text{O})\text{CH}_3$ (乙酰基, Ac)、 $-\text{C}(\text{O})\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $-\text{C}(\text{O})\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $-\text{C}(\text{O})\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ 、 $-\text{C}(\text{O})\text{CH}(\text{CH}_2)_2$ 、 $-\text{C}(\text{O})\text{C}_6\text{H}_5$ 、 $-\text{C}(\text{O})\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_3$ 、 $-\text{C}(\text{O})\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $-\text{COC}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_2$ 和 $-\text{C}(\text{O})\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$ 是酰基的非限定性实例。因此，术语“酰基”包含，但不限于时常称作“烷基羰基”和“芳基羰基”的基团。术语“取代酰基”指具有作为连接点的羰基碳原子的单价基，还具有线性的或分支的、环状的、有环或无环的结构，除了羰基氧之外，还具有至少一个独立地选自 N、O、F、Cl、Br、I、Si、P 和 S 的原子。基团 $-\text{C}(\text{O})\text{CH}_2\text{CF}_3$ 、 $-\text{CO}_2\text{H}$ (羧基)、 $-\text{CO}_2\text{CH}_3$ (甲基羧基)、 $-\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $-\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $-\text{CO}_2\text{C}_6\text{H}_5$ 、 $-\text{CO}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ 、 $-\text{CO}_2\text{CH}(\text{CH}_2)_2$ 、 $-\text{C}(\text{O})\text{NH}_2$ (氨基甲酰基)、 $-\text{C}(\text{O})\text{NHCH}_3$ 、 $-\text{C}(\text{O})\text{NHCH}_2\text{CH}_3$ 、 $-\text{CONHCH}(\text{CH}_3)_2$ 、 $-\text{CONHCH}(\text{CH}_2)_2$ 、 $-\text{CON}(\text{CH}_3)_2$ 、 $-\text{CONHCH}_2\text{CF}_3$ 、 $-\text{CO}-$ 吡啶基、 $-\text{CO}-$ 咪唑基和 $-\text{C}(\text{O})\text{N}_3$ 是取代酰基的非限定性实例。术语“取代酰基”包含，但不限于“杂芳基羰基”。

[0250] 术语“亚烷基”，当不与修饰语“取代”一起使用时，指二价基 $=\text{CRR}'$ ，其中亚烷基以一个 σ -键和一个 π -键连接，其中 R 和 R' 独立地是氢、烷基，或者 R 和 R' 一起代表烷二基。亚烷基的非限定性实例包括： $=\text{CH}_2$ 、 $=\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)$ 和 $=\text{C}(\text{CH}_3)_2$ 。术语“取代亚烷基”指基团 $=\text{CRR}'$ ，其中亚烷基以一个 σ -键和一个 π -键连接，其中 R 和 R' 独立地是氢、烷基、取代烷基，或者 R 和 R' 一起代表取代烷二基，前提条件是 R 和 R' 中任一个是取代烷基或 R 和 R' 一起代表取代烷二基。

[0251] 术语“烷氧基”，当不与修饰语“取代”一起使用时，指基团 $-\text{OR}$ ，其中 R 是烷基，如上面对该术语的定义那样。烷氧基的非限定性实例包括： $-\text{OCH}_3$ 、 $-\text{OCH}_2\text{CH}_3$ 、 $-\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $-\text{OCH}(\text{CH}_3)_2$ 、 $-\text{OCH}(\text{CH}_2)_2$ 、 $-\text{O}-$ 环戊基和 $-\text{O}-$ 环己基。术语“取代烷氧基”指基团 $-\text{OR}$ ，其中 R 是取代烷基，如上面对该术语的定义那样。例如， $-\text{OCH}_2\text{CF}_3$ 是取代烷氧基。

[0252] 类似地，术语“烯氧基”、“炔氧基”、“芳氧基”、“芳烷氧基”、“杂芳氧基”、“杂芳烷氧基”和“酰氧基”，当不与修饰语“取代”一起使用时，指定义为 $-\text{OR}$ 的基团，其中 R 分别是烯基、炔基、芳基、芳烷基、杂芳基、杂芳烷基和酰基，如上面对那些术语的定义那样。当术语烯氧基、炔氧基、芳氧基、芳烷氧基和酰氧基中任何基团通过“取代”修饰时，其指基团 $-\text{OR}$ ，其中 R 分别是取代烯基、炔基、芳基、芳烷基、杂芳基、杂芳烷基和酰基。

[0253] 术语“烷氨基”，当不与修饰语“取代”一起使用时，指基团 $-\text{NHR}$ ，其中 R 是烷基，如上面对该术语的定义那样。烷氨基的非限定性实例包括： $-\text{NHCH}_3$ 、 $-\text{NHCH}_2\text{CH}_3$ 、 $-\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $-\text{NHCH}(\text{CH}_3)_2$ 、 $-\text{NHCH}(\text{CH}_2)_2$ 、 $-\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $-\text{NHCH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $-\text{NHCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ 、 $-\text{NHC}(\text{CH}_3)_3$ 、 $-\text{NH}-$ 环戊基和 $-\text{NH}-$ 环己基。术语“取代烷氨基”指基团 $-\text{NHR}$ ，其中 R 是取代烷基，如上面对该术语的定义那样。例如， $-\text{NHCH}_2\text{CF}_3$ 是取代烷氨基。

[0254] 术语“二烷氨基”，当不与修饰语“取代”一起使用时，指基团 $-\text{NRR}'$ ，其中 R 和 R' 可以是相同的或不同的烷基，或者 R 和 R' 可以一起代表具有两个或者两个以上饱和碳原子并且其中至少两个饱和碳原子连接至氮原子的烷二基。二烷氨基的非限定性实例包括： $-\text{NHC}(\text{CH}_3)_3$ 、 $-\text{N}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$ 、 $-\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_3)_2$ 、N- 比咯烷基和 N- 哌啶基。术语“取代二烷氨

基”指基团 $-NRR'$ ，其中 R 和 R' 可以是相同的或不同的取代烷基，R 或 R' 之一是烷基并且另一个是取代烷基，或者 R 和 R' 可以一起代表具有两个或者两个以上饱和碳原子并且其中至少两个饱和碳原子连接至氮原子的取代烷二基。

[0255] 术语“烷氧基氨基”、“烯基氨基”、“炔基氨基”、“芳基氨基”、“芳烷基氨基”、“杂芳基氨基”、“杂芳烷基氨基”和“烷基磺酰氨基”，当不与修饰语“取代”一起使用时，指定义为 $-NHR$ 的基团，其中 R 分别是烷氧基、烯基、炔基、芳基、芳烷基、杂芳基、杂芳烷基和烷基磺酰基，如上面对那些术语的定义那样。芳基氨基的非限定性实例是 $-NHC_6H_5$ 。当术语烷氧基氨基、烯基氨基、炔基氨基、芳基氨基、芳烷基氨基、杂芳基氨基、杂芳烷基氨基和烷基磺酰氨基中任何基团通过“取代”修饰时，其指基团 $-NHR$ ，其中 R 分别是取代烷氧基、烯基、炔基、芳基、芳烷基、杂芳基、杂芳烷基和烷基磺酰基。

[0256] 术语“酰胺基”（酰基氨基），当不与修饰语“取代”一起使用时，指基团 $-NHR$ ，其中 R 是酰基，如上面对该术语的定义那样。酰基氨基的非限定性实例是 $-NHC(O)CH_3$ 。当术语酰胺基与“取代”修饰语一起使用时，指定义为 $-NHR$ 的基团，其中 R 是取代酰基，如上面对该术语的定义那样。基团 $-NHC(O)OCH_3$ 和 $-NHC(O)NHCH_3$ 是取代酰胺基的非限定性实例。

[0257] 术语“烷基亚氨基”，当不与修饰语“取代”一起使用时，指基团 $=NR$ ，其中烷基亚氨基以一个 σ -键和一个 π -键连接，其中 R 是烷基，如上面对该术语的定义那样。烷基亚氨基的非限定性实例包括： $=NCH_3$ 、 $=NCH_2CH_3$ 和 $=N$ -环己基。术语“取代烷基亚氨基”指基团 $=NR$ ，其中烷基亚氨基以一个 σ -键和一个 π -键连接，其中 R 是取代烷基，如上面对该术语的定义那样。例如， $=NCH_2CF_3$ 是取代烷基亚氨基。

[0258] 类似地，术语“烯基亚氨基”、“炔基亚氨基”、“芳基亚氨基”、“芳烷基亚氨基”、“杂芳基亚氨基”、“杂芳烷基亚氨基”和“酰基亚氨基”，当不与修饰语“取代”一起使用时，指定义为 $=NR$ 的基团，其中烷基亚氨基以一个 σ -键和一个 π -键连接，其中 R 分别是烯基、炔基、芳基、芳烷基、杂芳基、杂芳烷基和酰基，如上面对那些术语的定义那样。当术语烯基亚氨基、炔基亚氨基、芳基亚氨基、芳烷基亚氨基和酰基亚氨基中任何基团通过“取代”修饰时，其指基团 $=NR$ ，其中烷基亚氨基以一个 σ -键和一个 π -键连接，其中 R 分别是取代烯基、炔基、芳基、芳烷基、杂芳基、杂芳烷基和酰基。

[0259] 术语“氟烷基”，当不与修饰语“取代”一起使用时，指烷基，如上面对该术语的定义那样，其中一个或一个以上的氟已经被氢取代。基团 $-CH_2F$ 、 $-CF_3$ 和 $-CH_2CF_3$ 是氟烷基的非限定性实例。术语“取代氟烷基”指具有作为连接点的饱和碳原子的非芳香族单价基，其具有线性的或分支的、环状的、有环或无环的结构，至少一个氟原子，无碳-碳双键或三键，并且至少一个原子独立地选自 N、O、Cl、Br、I、Si、P 和 S。下列基团是取代氟烷基的非限定性实例： $-CFHOH$ 。

[0260] 术语“烷硫基”，当不与修饰语“取代”一起使用时，指基团 $-SR$ ，其中 R 是烷基，如上面对该术语的定义那样。烷硫基的非限定性实例包括： $-SCH_3$ 、 $-SCH_2CH_3$ 、 $-SCH_2CH_2CH_3$ 、 $-SCH(CH_3)_2$ 、 $-SCH(CH_2)_2$ 、 $-S$ -环戊基和 $-S$ -环己基。术语“取代烷硫基”指基团 $-SR$ ，其中 R 是取代烷基，如上面对该术语的定义那样。例如， $-SCH_2CF_3$ 是取代烷硫基。

[0261] 类似地，术语“烯硫基”、“炔硫基”、“芳硫基”、“芳烷基硫基”、“杂芳硫基”、“杂芳烷基硫基”和“酰硫基”，当不与修饰语“取代”一起使用时，指定义为 $-SR$ 的基团，其中 R 分别是烯基、炔基、芳基、芳烷基、杂芳基、杂芳烷基和酰基，如上面对那些术语的定义那样。当术语烯

硫基、炔硫基、芳硫基、芳烷硫基、杂芳硫基、杂芳烷硫基和酰硫基中任何基团通过“取代”修饰时,其指基团 $-SR$, 其中 R 分别是取代烯基、炔基、芳基、芳烷基、杂芳基、杂芳烷基和酰基。

[0262] 术语“硫代酰基”,当不与修饰语“取代”一起使用时,指具有作为连接点的硫代羰基的碳原子的单价基,还具有线性的或分支的、环状的、有环或无环的结构,除了羰基硫原子之外不具有除碳或氢之外的额外原子。基团 $-CHS$ 、 $-C(S)CH_3$ 、 $-C(S)CH_2CH_3$ 、 $-C(S)CH_2CH_2CH_3$ 、 $-C(S)CH(CH_3)_2$ 、 $-C(S)CH(CH_2)_2$ 、 $-C(S)C_6H_5$ 、 $-C(S)C_6H_4CH_3$ 、 $-C(S)C_6H_4CH_2CH_3$ 、 $-C(S)C_6H_3(CH_3)_2$ 和 $-C(S)CH_2C_6H_5$ 是硫代酰基的非限定性实例。因此术语“硫代酰基”包括但不限于时常被称为“烷基硫代羰基”和“芳基硫代羰基”的基团。术语“取代硫代酰基”指具有作为连接点的碳原子的原子团,其中碳原子是硫代羰基的部分,还具有线性的或分支的、环状的、有环或无环的结构,除了羰基硫原子之外,还具有至少一个独立地选自 N、O、F、Cl、Br、I、Si、P 和 S 的原子。基团 $-C(S)CH_2CF_3$ 、 $-C(S)O_2H$ 、 $-C(S)OCH_3$ 、 $-C(S)OCH_2CH_3$ 、 $-C(S)OCH_2CH_2CH_3$ 、 $-C(S)OC_6H_5$ 、 $-C(S)OCH(CH_3)_2$ 、 $-C(S)OCH(CH_2)_2$ 、 $-C(S)NH_2$ 和 $-C(S)NHCH_3$ 是取代硫代酰基的非限定性实例。术语“取代硫代酰基”包括但不限于“杂芳基硫代羰基”。

[0263] 术语“烷基磺酰基”,当不与修饰语“取代”一起使用时,指基团 $-S(O)_2R$, 其中 R 是烷基,如上面对该术语的定义那样。烷基磺酰基的非限定性实例包括: $-S(O)_2CH_3$ 、 $-S(O)_2CH_2CH_3$ 、 $-S(O)_2CH_2CH_2CH_3$ 、 $-S(O)_2CH(CH_3)_2$ 、 $-S(O)_2CH(CH_2)_2$ 、 $-S(O)_2$ -环戊基和 $-S(O)_2$ -环己基。术语“取代烷基磺酰基”指基团 $-S(O)_2R$, 其中 R 是取代烷基,如上面对该术语的定义那样。例如, $-S(O)_2CH_2CF_3$ 是取代烷基磺酰基。

[0264] 类似地,术语“烯基磺酰基”、“炔基磺酰基”、“芳基磺酰基”、“芳烷基磺酰基”、“杂芳基磺酰基”和“杂芳烷基磺酰基”,当不与修饰语“取代”一起使用时,指定义为 $-S(O)_2R$ 的基团,其中 R 分别是烯基、炔基、芳基、芳烷基、杂芳基和杂芳烷基,如上面对那些术语的定义那样。当术语烯基磺酰基、炔基磺酰基、芳基磺酰基、芳烷基磺酰基、杂芳基磺酰基和杂芳烷基磺酰基中任何基团通过“取代”修饰时,其指基团 $-S(O)_2R$, 其中 R 分别是取代的烯基、炔基、芳基、芳烷基、杂芳基和杂芳烷基。







[0265] 术语“烷基铵”,当不与修饰语“取代”一起使用时,定义为 $-NH_2R^+$ 、 $-NHRR'^+$ 或 $-NRR'R''^+$ 的基团,其中 R、R' 和 R'' 是相同或者不同的烷基,或者 R、R' 和 R'' 中任意两个的任何组合可以一起代表烷二基。烷基铵阳离子的非限定性实例包括: $-NH_2(CH_3)^+$ 、 $-NH_2(CH_2CH_3)^+$ 、 $-NH_2(CH_2CH_2CH_3)^+$ 、 $-NH(CH_3)_2^+$ 、 $-NH(CH_2CH_3)_2^+$ 、 $-NH(CH_2CH_2CH_3)_2^+$ 、 $-N(CH_3)_3^+$ 、 $-N(CH_3)(CH_2CH_3)^+$ 、 $-N(CH_3)_2(CH_2CH_3)^+$ 、 $-NH_2C(CH_3)_3^+$ 、 $-NH(环戊基)^+$ 和 $-NH_2(环己基)^+$ 。术语“取代烷基铵”指 $-NH_2R^+$ 、 $-NHRR'^+$ 或 $-NRR'R''^+$, 其中 R、R' 和 R'' 中至少一个是取代烷基或者 R、R' 和 R'' 中的两个可以一起代表取代烷二基。当 R、R' 和 R'' 中超过一个是取代烷基时,它们可以是相同的或者不同的。既不是取代烷基也不是取代烷二基的 R、R' 和 R'' 中的任何一个或者是烷基,或者相同或者不同,或者可以一起代表具有两个或者两个以上碳原子的烷二基,其中至少两个碳原子连接至公式中所示的氮原子。

[0266] 术语“烷基巯”,当不与修饰语“取代”一起使用时,指基团 $-SRR'^+$, 其中 R 和 R' 可以是相同的或不同的烷基,或者 R 和 R' 可以一起代表烷二基。烷基巯基的非限定性实例包括: $-SH(CH_3)^+$ 、 $-SH(CH_2CH_3)^+$ 、 $-SH(CH_2CH_2CH_3)^+$ 、 $-S(CH_3)_2^+$ 、 $-S(CH_2CH_3)_2^+$ 、 $-S(CH_2CH_2CH_3)_2^+$ 、 $-SH(环戊基)^+$ 和 $-SH(环己基)^+$ 。术语“取代烷基巯”指基团 $-SRR'^+$, 其中 R 和 R' 可以是相同的或不同的取代烷基, R 或 R' 之一是烷基并且另一个是取代烷基,或者 R 和 R' 可以一

起代表取代烷二基。例如, $-\text{SH}(\text{CH}_2\text{CF}_3)^+$ 是取代烷基磺基。

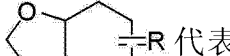
[0267] 术语“烷基甲硅烷基”, 当不与修饰语“取代”一起使用时, 指定义为 $-\text{SiH}_2\text{R}$ 、 $-\text{SiHRR}'$ 或 $-\text{SiRR}'\text{R}''$ 的单价基, 其中 R 、 R' 和 R'' 可以是相同的或不同的烷基, 或者 R 、 R' 和 R'' 中两个的任何组合可以一起代表烷二基。基团 $-\text{SiH}_2\text{CH}_3$ 、 $-\text{SiH}(\text{CH}_3)_2$ 、 $-\text{Si}(\text{CH}_3)_3$ 和 $-\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{CH}_3)_3$ 是非取代烷基甲硅烷基的非限定性实例。术语“取代烷基甲硅烷基”指 $-\text{SiH}_2\text{R}$ 、 $-\text{SiHRR}'$ 或 $-\text{SiRR}'\text{R}''$, 其中 R 、 R' 和 R'' 中至少一个是取代烷基或 R 、 R' 和 R'' 中的两个可以一起代表取代烷二基。当 R 、 R' 和 R'' 中多于一个是取代烷基时, 它们可以是相同的或者不同的。既不是取代烷基也不是取代烷二基的 R 、 R' 和 R'' 中的任何基团可以是烷基, 或者相同或者不同, 或者可以一起代表具有两个或者两个以上饱和碳原子的烷二基, 其中至少两个碳原子连接至硅原子。

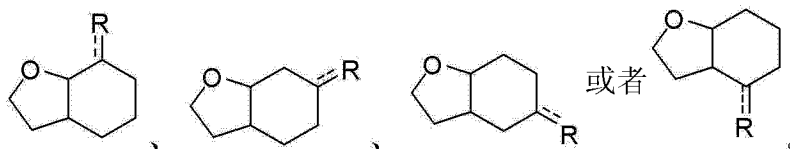
[0268] 此外, 构成本公开的化合物的原子旨在包括此类原子的所有同位素形式。同位素, 如本文所使用, 包括具有相同原子数但质量数不同的那些原子。通过一般实例并且不限于其, 氢的同位素包括氕和氘, 并且碳的同位素包括 ^{13}C 和 ^{14}C 。类似地, 考虑了本公开化合物的一个或者多于一个的碳原子可以由一个或者多个硅原子替代。此外, 考虑了本公开化合物的一个或者多于一个的氧原子可以由一个或者多个硫或硒原子替代。

[0269] 具有以虚线化学键表示的化学式的化合物旨在包括任选具有零个、一个或者多于一个双键的化学式。因此, 例如, 结构  包括结构 、、、 和 。

[0270] 如本领域技术人员将会理解的那样, 没有一个此类的环原子形成多于一个双键的部分。

[0271] 在该申请中所示的结构的原子上任何未定义化合价隐含地代表与原子键合的氢原子。

[0272] 显示具有不连接的“R”基的环结构表明, 在该环上的任何隐含氢原子可以以 R 基取代。以二价 R 基 (例如氧代、亚氨基、硫代、亚烷基等) 为例, 连接至该环的一个原子的任意对的隐含氢原子可以以该 R 基取代。该概念例证如下:  代表



[0273] 如本文所使用, “手性助剂”指能够影响反应立体选择性的可去除的手性基团。本领域技术人员熟悉此类化合物, 并且许多此类化合物可以商业性获得。

[0274] 当词“一”或者“一种(个)”在权利要求和/或说明书中与术语“包含”结合使用时意思是“一”, 但其还具有含义“一或多”、“至少一”和“一或一以上”。

[0275] 在本申请通篇中, 术语“大约”用于指数值包括仪器、用来测定数值的方法的固有误差变动, 或者研究受试者当中存在的变动。

[0276] 术语“包含”、“具有”和“包括”是开放性系动词。一个或更多个这些动词的任何形式或时态, 例如“包含”、“包含着”、“具有”、“具有着”、“包括”和“包括着”都是开放性的。例如, “包含”、“具有”或“具有”一个或更多个步骤的任何方法不限于拥有仅仅这些一个或

更多个步骤,并且还涵盖其它未列的步骤。

[0277] 如在说明书和 / 或权利要求书中所使用的术语“有效的”意思是指足以实现想要的、期望的或预期的结果。

[0278] 术语“水合物”当用作化合物的修饰词使用时意思是指,化合物具有小于一个(例如半水合物)、一个(例如一水合物)或者多于一个(例如二水合物)水分子与每一化学物分子,例如固体形式的化合物结合。

[0279] 如本文所使用,术语“ IC_{50} ”指达到最大反应 50% 的抑制剂量。

[0280] 第一化合物的“同分异构体”是单独的化合物,其中每一分子包含与第一化合物相同的组成原子,但是这些原子在三维空间中的构型不同。

[0281] 如本文所使用,术语“患者”或“受试者”指活的哺乳动物生物体,例如人、猴子、牛、绵羊、山羊、狗、猫、小鼠、大鼠、豚鼠或者其转基因种类。在某些实施方案中,患者或受试者是灵长类动物。人受试者的非限定性实例是成人、少年、婴儿和胎儿。

[0282] “可药用”意思是指其在制备药物组合物中是有用的,其通常是安全的,无毒的,在生物学上和和其它方面不是不期望的,并且包括对于兽医用途以及人药物用途可接受的那些。

[0283] “可药用盐”意思是指如上面所定义的可药用的并且具有所希望的药理学活性的本公开化合物的盐。此类盐包括与无机酸例如盐酸、氢溴酸、硫酸、硝酸、磷酸等等形成的酸加成盐;或者与有机酸例如 1,2-乙二磺酸、2-羟基乙磺酸、2-萘磺酸、3-苯丙酸、4,4'-亚甲基双(3-羟基-2-烯-1-羧酸)、4-甲基二环[2.2.2]辛-2-烯-1-羧酸、乙酸、脂肪族一羧酸和二羧酸、脂肪族硫酸、芳香族硫酸、苯磺酸、苯甲酸、樟脑磺酸、碳酸、肉桂酸、柠檬酸、环戊基丙酸、乙磺酸、富马酸、葡庚糖酸、葡萄糖酸、谷氨酸、乙醇酸、庚酸、己酸、羟基萘甲酸、乳酸、十二烷基硫酸、马来酸、苹果酸、丙二酸、扁桃酸、甲磺酸、粘康酸、o-(4-羟基苯甲酰)苯甲酸、草酸、对氯苯磺酸、苯基取代链烷酸、丙酸、对甲基苯磺酸、丙酮酸、水杨酸、硬脂酸、琥珀酸、酒石酸、叔丁基乙酸、三甲基乙酸等等形成的酸加成盐。可药用盐还包括碱加成盐,其可以在所存在酸质子能够与无机或有机碱反应时形成。可接受的无机碱包括氢氧化钠、碳酸钠、氢氧化钾、氢氧化铝和氢氧化钙。可接受的有机碱包括乙醇胺、二乙醇胺、三乙醇胺、氨丁三醇、N-甲基葡萄糖胺等等。应当认识到,形成本发明任何盐的部分的特定阴离子或阳离子是不重要的,只要盐作为一个整体是可药用的即可。可药用盐及其制备和使用方法的额外的实例存在于 Handbook of Pharmaceutical Salts: Properties, and Use (2002) 中。

[0284] 如本文所使用,“主要的一种对映体”意思是指化合物包含至少约 85% 的一种对映体,或者更优选至少约 90% 的一种对映体,或者甚至更优选至少约 95% 的一种对映体,或者最优选至少约 99% 的一种对映体。类似地,短语“基本上无其它旋光异构体”意思是指组合物包含至多约 15% 的另一对映体或非对映体,更优选至多约 10% 的另一对映体或非对映体,甚至更优选至多约 5% 的另一对映体或非对映体,并且最优选至多约 1% 的另一对映体或非对映体。

[0285] “预防”或“预防着”包括:(1) 抑制处于疾病危险中和 / 或易感疾病但还没有经历或者表现出疾病的任何或全部病理学或证候学的受试者或患者中疾病的发作,和 / 或 (2) 减缓处于疾病危险中和 / 或易感疾病但还没有经历或者表现出疾病的任何或全部病理学

或证候学的受试者或患者中疾病病理学或证候学的发作。

[0286] “前体药物”意思是指体内代谢性转变成本公开抑制剂的化合物。前体药物自身也可以具有或者不具有针对特定靶蛋白质的活性。例如,包含羟基的化合物可以作为酯施用,酯在体内通过水解作用转变成羟基化合物。可以在体内转变成羟基化合物的适宜的酯包括乙酸酯、柠檬酸酯、乳酸酯、磷酸酯、酒石酸酯、丙二酸酯、草酸酯、水杨酸酯、丙酸酯、琥珀酸酯、延胡索酸酯、马来酸酯、亚甲基-双-β-羟基萘甲酸酯、龙胆酸酯、羟乙基磺酸酯、二对甲基苯甲酰酒石酸酯、甲磺酸酯、乙磺酸酯、苯磺酸酯、对甲苯磺酸酯、环己基氨基磺酸酯、奎尼酸酯、氨基酸酯等等。类似地,包含胺基的化合物可以作为在体内通过水解作用转变成胺化合物的酰胺施用。

[0287] 术语“饱和的”,当指原子时意思是指原子与其它原子的连接仅通过单键方式。

[0288] “立体异构体”或“旋光异构体”是给定化合物的同分异构体,其中相同的原子与相同的其它原子键合,但是那些原子在三维空间中的构型不同。“对映体”是给定化合物的立体异构体,它们彼此是镜像,像左手和右手一样。“非对映体”是给定化合物的立体异构体,其不是对映体。

[0289] 本发明考虑了,对于立体化学尚未定义的任何手性立体中心或轴,手性的立体中心或轴可以以其 R 型、S 型、或作为 R 和 S 型的混合物包括外消旋和非外消旋混合物存在。

[0290] “体内转变成氢的取代基”意思是指通过酶学或化学手段,包括但不限于水解作用和氢解作用转变成氢原子的任何基团。实例包括酰基、具有氧羰基的基团、氨基酸残基、肽残基、邻硝基苯基亚磺酰基 (sulfonyl)、三甲基甲硅烷基、四氢吡喃基、二苯基氧磷基 (phosphinyl)、亚氨基上的羟基或烷氧基取代基等等。酰基的实例包括甲酰基、乙酰基、三氟乙酰基等等。具有氧羰基的基团的实例包括乙氧羰基、叔丁氧羰基 ($-C(O)OC(CH_3)_3$)、苄氧基羰基、对甲氧基苄氧基羰基、乙烯基氧羰基、β-(对甲基苯磺酰基)乙氧羰基等等。适宜的氨基酸残基包括但不限于 Gly(甘氨酸)、Ala(丙氨酸)、Arg(精氨酸)、Asn(天冬酰胺)、Asp(天冬氨酸)、Cys(半胱氨酸)、Glu(谷氨酸)、His(组氨酸)、Ile(异亮氨酸)、Leu(亮氨酸)、Lys(赖氨酸)、Met(甲硫氨酸)、Phe(苯丙氨酸)、Pro(脯氨酸)、Ser(丝氨酸)、Thr(苏氨酸)、Trp(色氨酸)、Tyr(酪氨酸)、Val(缬氨酸)、Nva(正缬氨酸)、Hse(高丝氨酸)、4-Hyp(4-羟基脯氨酸)、5-Hyl(5-羟基赖氨酸)、Orn(鸟氨酸)和 β-Ala 残基。适宜的氨基酸残基实例还包括以保护基保护的氨基酸残基。适宜的保护基的实例包括在肽合成中有代表性地采用的那些,包括酰基(例如甲酰基和乙酰基)、芳基甲基氧羰基(例如苄氧基羰基和对硝基苄氧基羰基)、叔丁氧羰基 ($-C(O)OC(CH_3)_3$) 等等。适宜的肽残基包括包含 2 至 5 个并且任选氨基酸残基的肽残基。这些氨基酸或肽的残基可以以 D 型、L 型或其混合物的立体化学构型存在。此外,氨基酸或肽残基可以具有不对称的碳原子。具有不对称的碳原子的适宜氨基酸残基的实例包括 Ala、Leu、Phe、Trp、Nva、Val、Met、Ser、Lys、Thr 和 Tyr 残基。具有不对称碳原子的肽残基的实例包括具有一个或多于一个含不对称碳原子的组成氨基酸残基的肽残基。适宜氨基酸保护基的实例包括在肽合成中有代表性地采用的那些,包括酰基(例如甲酰基和乙酰基)、芳基甲基氧羰基(例如苄氧基羰基和对硝基苄氧基羰基)、叔丁氧羰基 ($-C(O)OC(CH_3)_3$) 等等。“体内转变成氢”的取代基的其它实例包括可还原性消除的可氢解基团。可还原性消除的可氢解基团的适宜实例包括但不限于芳基磺酰基(例如邻甲苯磺酰基);以苯基或苄氧基取代的甲基(例如苄基、三苯甲基和苄氧基甲

基);芳基甲氧基羰基(例如苄氧基羰基和邻甲氧基苄氧基羰基);和卤素乙氧羰基(例如 β , β , β -三氯乙氧羰基和 β -碘代乙氧羰基)。

[0291] “治疗有效量”或“药物有效量”意思是指当为了治疗疾病而施用至受试者或者患者时足以实现疾病的此类治疗的量。

[0292] “治疗”或“治疗着”包括(1)抑制经历或表现出疾病病理学或证候学的受试者或患者中的疾病(例如阻止病理学和/或证候学的进一步发展),(2)改善经历或表现出疾病病理学或证候学的受试者或患者中的疾病(例如逆转病理学和/或证候学),和/或(3)引起经历或表现出疾病病理学或证候学的受试者或患者中的疾病的可测量的减退。

[0293] 如本文所使用,术语“水可溶性的”意思是指化合物以至少0.010摩尔/升的程度溶解于水中或者根据文献知识归类于可溶性的。

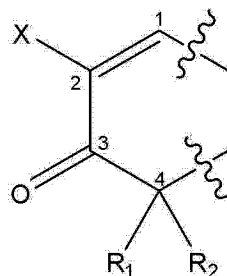
[0294] 在本文中使用的其它缩写如下:DMSO,二甲基亚砷;NO,一氧化氮;iNOS,可诱导一氧化氮合酶;COX-2,环加氧酶-2;NGF,神经生长因子;IBMX,异丁基甲基黄嘌呤;FBS,胎牛血清;GPDH,甘油3-磷酸脱氢酶;RXR,类视黄醇X受体;TGF- β ,转化生长因子- β ;IFN γ 或IFN- γ ,干扰素- γ ;LPS,细菌内毒素脂多糖;TNF α 或TNF- α ,肿瘤坏死因子- α ;IL-1 β ,白细胞介素-1 β ;GAPDH,3-磷酸甘油醛脱氢酶;MTT,3-[4,5-二甲基噻唑基-2-基]-2,5-二苯基四氮唑溴化物;TCA,三氯乙酸;HO-1,可诱导的血红素加氧酶。

[0295] 上面的定义取代通过参考并入本文的任何参考文献中任何相矛盾的定义。然而,定义某些术语的事实不应该理解为预示着未定义的任何术语是不明确的。而应该是,认为所使用的所有术语在普通技术人员可理解本公开范围和实践的这样的条件下描述本发明。

[0296] II. 合成方法

[0297] 本发明的抗炎药效团之一可以通过下面的部分表示:

[0298]

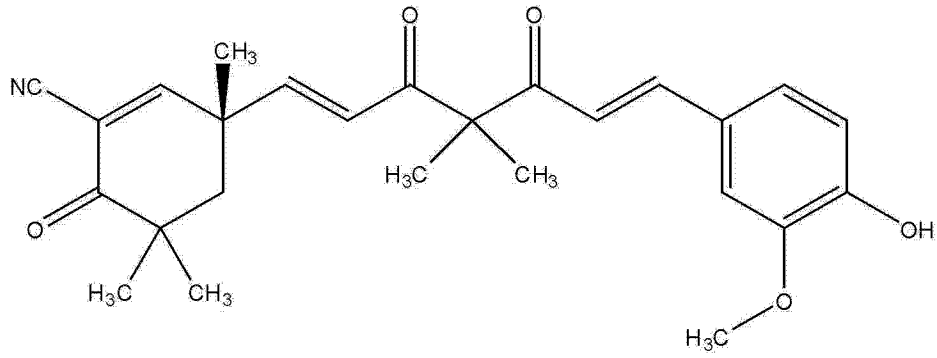


[0299] 其中X、 R_1 和 R_2 如上文和下面权利要求中所定义。该药效团存在于多种合成的三萜系化合物中,例如Honda等,(2000a);Honda等,(2000b);Honda等,(2002);和美国申请号11/941,820中描述的那些,这些参考文献的每一个通过引用并入本文。包含此类药效团的其它化合物描述于与本申请同时提交的下列申请中,每一申请通过引用并入本文:Eric Anderson, Xin Jiang, Xiaofeng Liu, Melean Visnick提交的美国专利申请,题目为“Antioxidant Inflammation Modulators:Oleanolic Acid Derivatives With Saturation in the C-Ring(抗氧化剂炎症调节剂:具有饱和C环的齐墩果酸衍生物)”,提交日期为2009年4月20日;Eric Anderson, Xin Jiang和Melean Visnick提交的美国专利申请,题目为“Antioxidant Inflammation Modulators:Oleanolic Acid Derivatives with Amino and Other Modifications At C-17(抗氧化剂炎症调节剂:在C-17具有氨基和其它修饰的齐墩果酸衍生物)”,提交日期为2009年4月20日;Xin Jiang, Jack

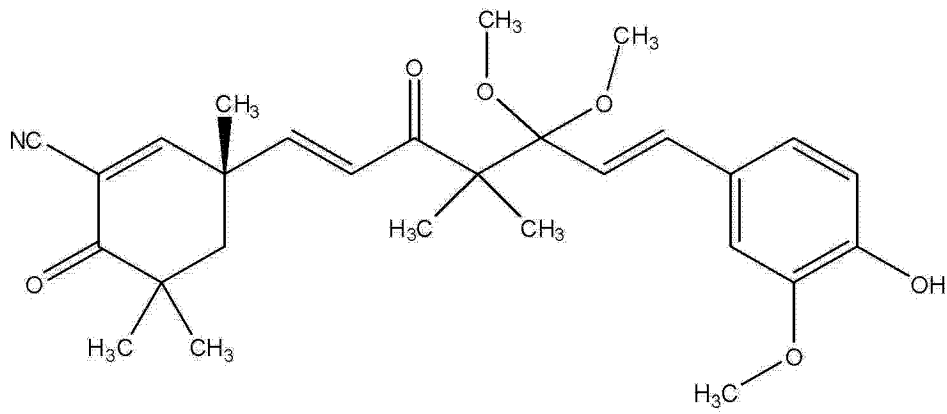
Greiner, Lester L Maravetz, Stephen S. Szucs, Melean Visnick 提交的美国专利申请, 题目为“Antioxidant Inflammation Modulators: Novel Derivatives of Oleanolic Acid(抗氧化剂炎症调节剂:新的齐墩果酸衍生物)”, 提交日期为2009年4月20日; 和 Xin Jiang, Xiaofeng Liu, Jack Greiner, Stephen S. Szucs, Melean Visnick 提交的美国专利申请, 题目为“Antioxidant Inflammation Modulators: C-17 Homologated Oleanolic Acid Derivatives(抗氧化剂炎症调节剂: C-17 同系化齐墩果酸衍生物)”, 提交日期为2009年4月20日。这些化合物(“所提及的化合物”)中多数显示具有多样的抗炎症相关活性, 包括例如, 抗增殖活性和/或抗氧化活性如血红素加氧酶-1(HO-1)的体外和体内诱导、CD11b 表达的诱导、iNOS 诱导的抑制、COX-2 诱导的抑制、NO 产生的抑制、癌细胞凋亡的诱导、NF- κ B 的抑制、JNK 途径的活化、和 phase2 诱导(NAD(P)H- 醌氧化还原酶和 HO-1 提高)。Phase2 反应的诱导与转录因子 Nrf2 的活化有关, 已经证明转录因子 Nrf2 活化许多抗氧化、抗炎症和细胞保护基因的启动子区域的抗氧化应答元件(ARE), 并且 Phase2 活化与活化巨噬细胞中 NO 产生的有效抑制高度相关(例如 Dinkova-Kostova 等, Proc. Natl. Acad. Sci. U S A. 2005; 102(12):4584-9)。由于(i) 本发明的化合物与许多所提及的化合物具有共同的药效团, 并且(ii) 与所提及的化合物一样, 本发明的化合物也证明抑制 NO 产生, 所以本发明的化合物也可能表现出所提及的化合物所呈现出的一种或多种抗炎症活性。如本文中所示, 向显示作为 NO 产生的低或适度潜能抑制剂的分子中引入该药效团一致地提供具有明显增加效力的化合物。例如, 在 NO 测定中, 化合物 C0009 具有 100nM 的 IC_{50} , 而对于母体化合物姜黄素 IC_{50} 为 1.5 μ M。类似地, 在 NO 测定中 DHEA 是无活性的($IC_{50} > 10 \mu$ M), 对于化合物 D0018 的 IC_{50} 为 130nM。优选地, 改良化合物将具有小于 1.25 μ M 的 IC_{50} 。仍更优选地, 改良化合物将具有小于 500nM 的 IC_{50} 。在某些实施方案中, 在本文中考虑的适宜改良的化合物包括, 但不限于, 三萜系化合物(非限定性实例包括甘草亭酸、乳香酸、款冬二醇、金盏菊二醇和模绕酮酸(moronic acid)、皂苷类(例如人参皂苷)、avicin、白藜芦醇、姜黄素、棉酚、表没食子儿茶素、表没食子儿茶素-3-没食子酸酯(EGCG)、棉酚、拉帕醇、其它黄酮类(非限定性实例包括槲皮素、大豆黄素、木犀草素、香豆素、汉黄芩素和黄芩苷)、脱氢雄酮(DHEA)、胆酸、脱氧胆酸、人参皂苷(例如 20(S)-人参皂苷)、水飞蓟素、花色素苷、燕麦属苏氨酸酰胺(avenanthramide)、葫芦素、芦荟苦素、芦荟大黄素、和/或土贝母苷甲。

[0300] 包含该特定药效团的本公开化合物的非限定性实例包括:

[0301]

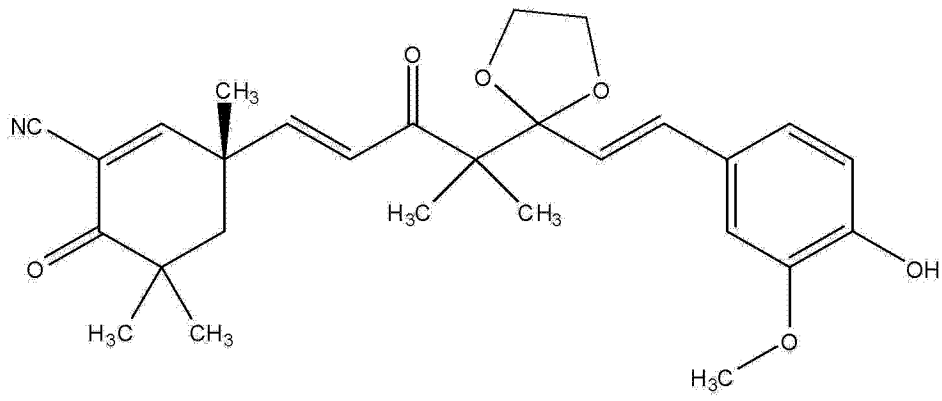


C0009

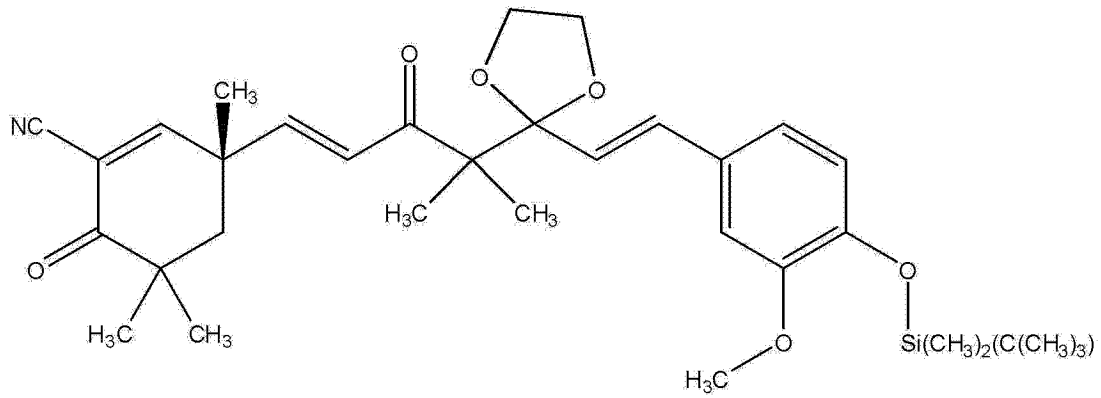


C0007-5

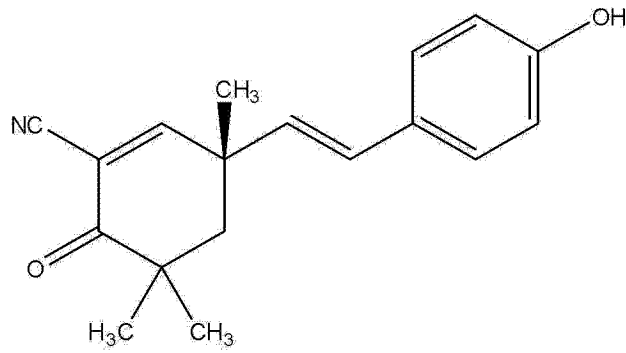
[0302]



C0010

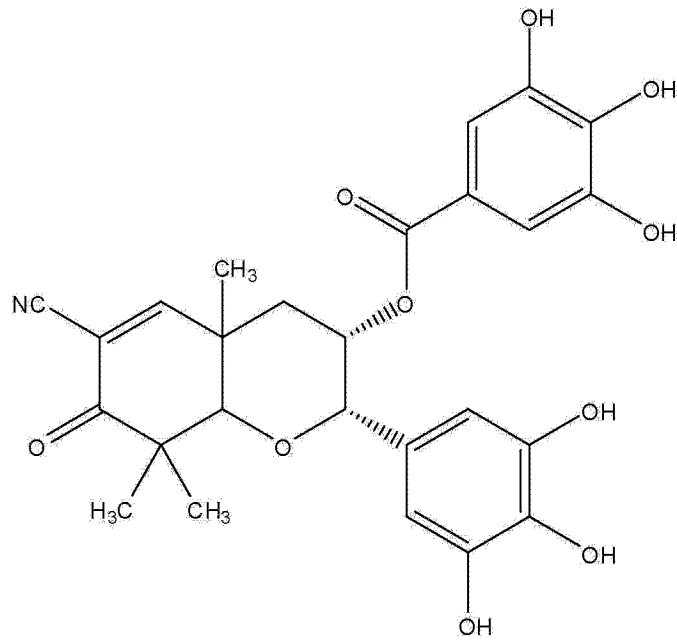


C0008

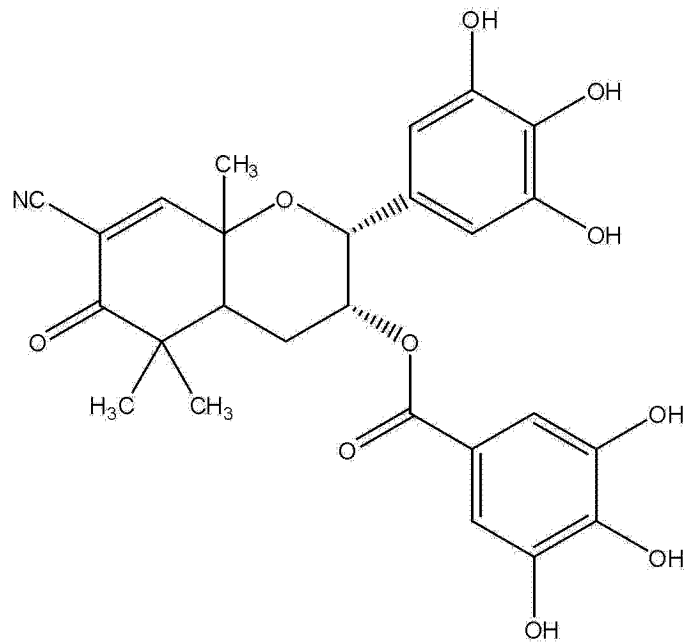


R00142

[0303]

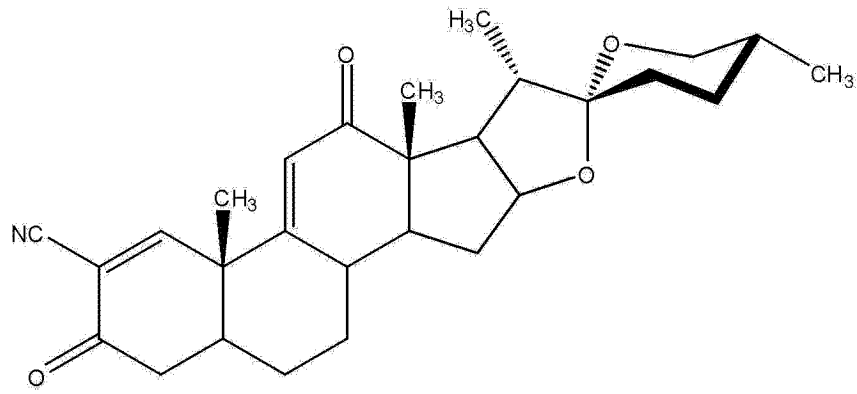


EGCG 1

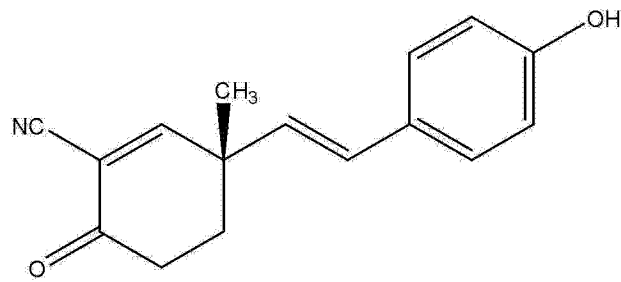


EGCG 2

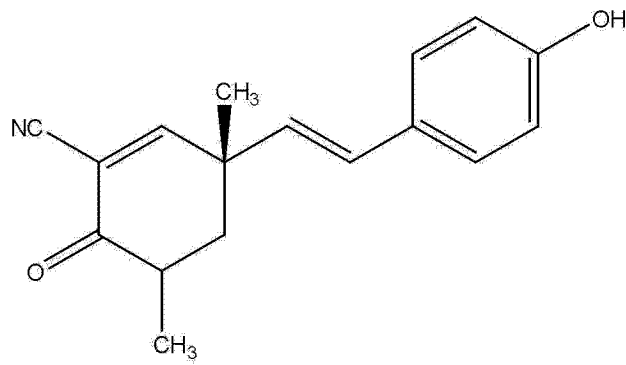
[0304]



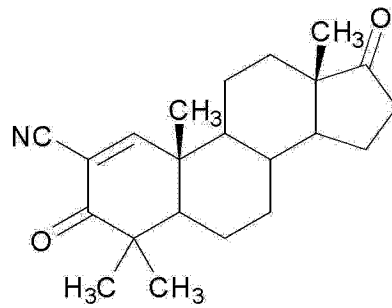
H0001



R00141

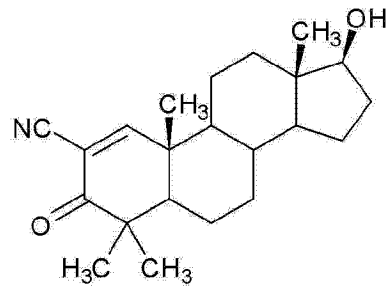


R00142-1

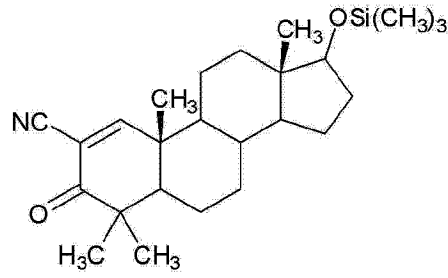


D0018

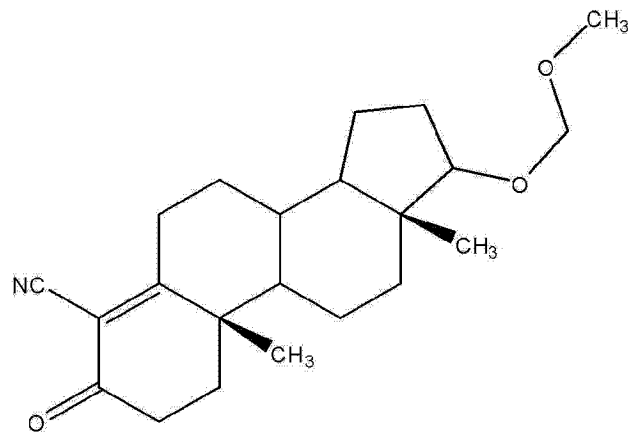
[0305]



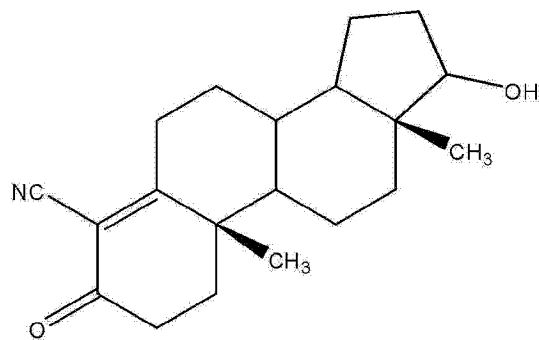
D0017



D0016

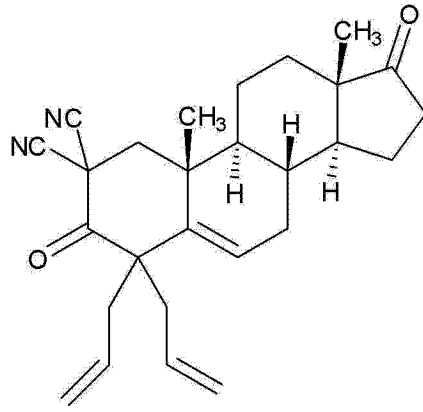


D0014

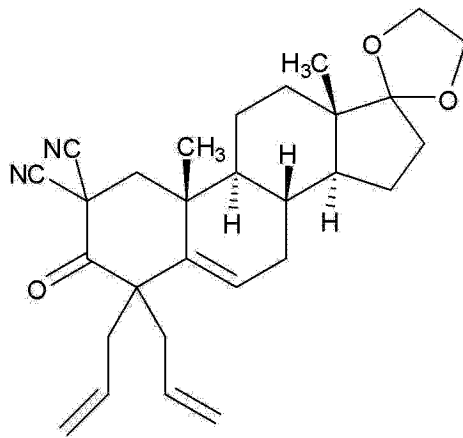


D0015

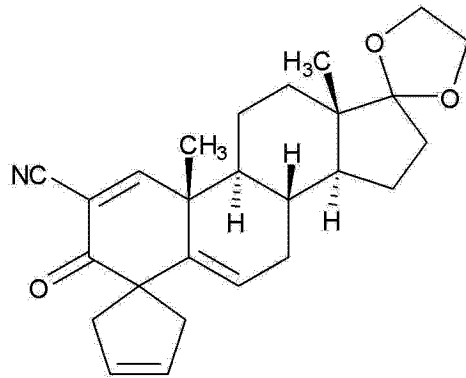
[0306]



63290

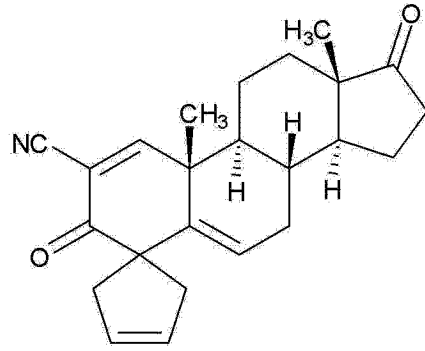


63291

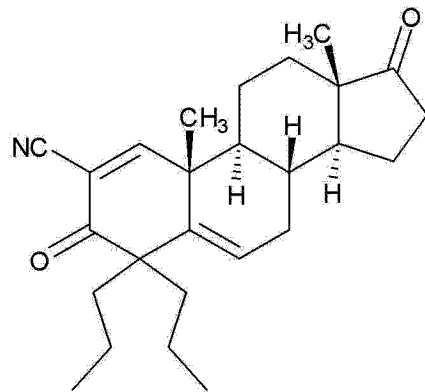


63304

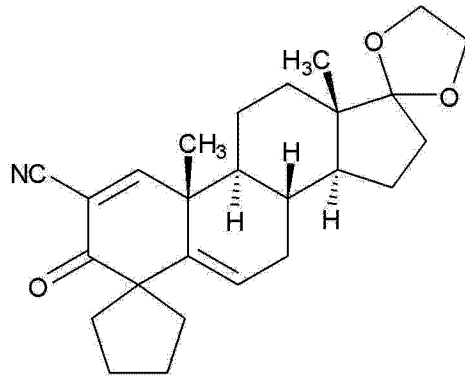
[0307]



63311

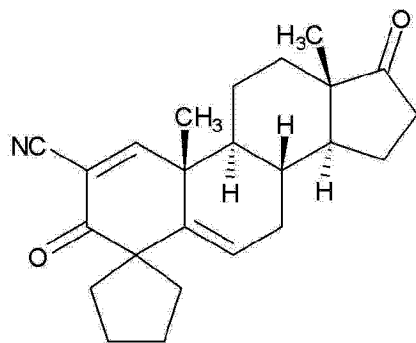


63313

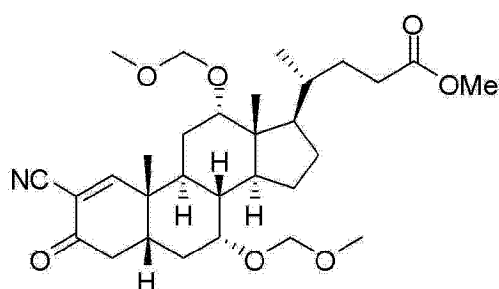


63317

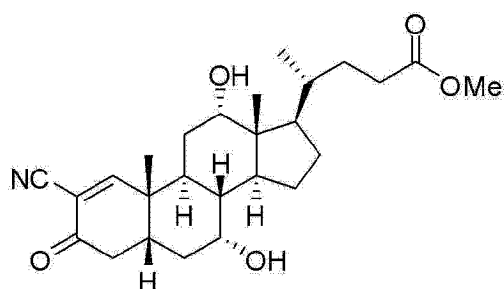
[0308]



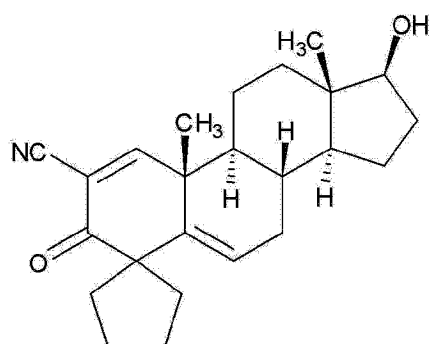
63318



63312



63314



63329

[0309] 使用下面和实施例部分（实施例 2 和 3）概述的方法制造本公开的化合物。这些方法可使用如本领域技术人员所应用的有机化学原理和技术进行改良和优化。此类原

理和技术在例如 March's Advanced Organic Chemistry :Reactions, Mechanisms, and Structure(2007) 中有教导,该参考文献通过引用并入本文。

[0310] III. 生物学活性

[0311] 已经测试了本公开化合物对 NO 产生的抑制。这些实验的结果示于附图和下表 1 中。实验细节在实施例 1 中提供。

[0312] 表 1. IFN γ 诱导的 NO 产生的阻抑

[0313]

工作 ID	MW	RAW264.7 (20 ng/ml IFN γ)	
		NO IC ₅₀	WST-1 IC ₅₀
姜黄色素	368.38	1.35 μ M	4 μ M
C0008	593.83	0.34 μ M	5 μ M
C0009	435.30	0.1 μ M	1 μ M
C0010	479.23	0.7 μ M	5 μ M
白藜芦醇	456.70	> 10 μ M	> 10 μ M
R00141	253.30	3 μ M	> 10 μ M
R00142	281.35	1.2 μ M	> 10 μ M
R00142-1	267.32	1.6 μ M	> 10 μ M
DHEA	288.42	> 10 μ M	> 10 μ M
D0014	357.49	2.4 μ M	> 10 μ M
D0015	313.20	2.9 μ M	> 10 μ M
D0016	413.67	0.15 μ M	10 μ M
D0017	341.49	0.14 μ M	10 μ M
D0018	339.47	0.13 μ M	> 10 μ M
核柯配基	472.66	> 10 μ M	> 10 μ M
H0001	449.26	0.15 μ M	2.5 μ M

[0314]

工作 ID	MW	RAW264.7 (20 ng/ml IFN γ)	
		NO IC ₅₀	WST-1 IC ₅₀
63290	416.56	~3 μ M	~10 μ M
63291	460.61	~1.5 μ M	>10 μ M
63304	405.53	~30 nM	~400 nM
63311	361.48	~20 nM	~0.75 μ M
63313	393.57	~0.45 μ M	~2.5 μ M
63317	407.55	~70 nM	见图 22
63318	363.49	~50 nM	见图 23
63312	531.68	~3.5 μ M	>200 nM
63314	443.59	~8 μ M	>200 nM
63329	365.51	~60 nM	见图 24

[0315] IV. 与炎症和 / 或氧化应激相关的疾病

[0316] 炎症是提供抵抗感染性或寄生性有机体和修复损伤组织的生物学过程。炎症通常表征为局部的血管舒张、发红、肿胀和疼痛，白细胞向感染或损伤部位的募集，炎症性细胞因子如 TNF- α 和 IL-1 的产生，以及活性氧簇或氮簇，例如过氧化氢、超氧化物和过氧亚硝酸盐的产生。在炎症的较后阶段，组织重建、血管发生和瘢痕形成（纤维化）可以作为伤口愈合过程的部分发生。在正常情况下，炎症反应是调节性的和暂时的，并且一旦感染或损伤已经充分处理则炎症反应以协调配合方式消退。然而，如果调节机制失效的话，急性炎症会变成严重性的和危及生命的。备选地，炎症可以变成慢性的并且导致累积的组织损伤或全身并发症。

[0317] 许多严重的和顽固的人疾病涉及炎症过程的失调，包括疾病例如癌症、动脉粥样硬化和糖尿病，常规下它们不被视为炎症性疾病。以癌症为例，炎症过程与肿瘤形成、进展、转移和对治疗的抵抗相关。长期以来被视作脂质代谢病症的动脉粥样硬化现在理解为主要是炎症性疾病，其中活化的巨噬细胞在粥样硬化斑块的形成和最终破裂中起着重要的作用。炎症信号传导途径的活化也已经证明在胰岛素抵抗的发展中以及在与糖尿病高血糖症有关的周缘组织损伤中起作用。活性氧簇和活性氮簇例如超氧化物、过氧化氢、一氧化氮和过氧亚硝酸盐的过度产生是炎症性疾病的标志。失调的过氧亚硝酸盐产生的证据已经在广泛多种疾病中有所报导 (Szabo 等, 2007 ;Schulz 等, 2008 ;Forstermann, 2006 ;Pall, 2007)。

[0318] 自身免疫病例如风湿性关节炎、狼疮、银屑病和多发性硬化涉及受累组织中炎症过程的不适当的和慢性的活化，这起因于免疫系统中自身对非自身识别和反应机制的功能

障碍。在神经变性疾病如阿尔茨海默病和帕金森病中,神经损伤与小胶质细胞的活化和促炎蛋白如可诱导一氧化氮合酶(iNOS)水平的提高相关。慢性器官衰竭,例如肾衰竭、心力衰竭和慢性阻塞性肺疾病与慢性氧化应激和炎症的存在密切相关,其导致纤维化的发展和最终的器官功能丧失。

[0319] 许多其它病症涉及受累组织中的氧化应激和炎症,包括炎症性肠病;炎症性皮肤病;与放射疗法和化学疗法相关的粘膜炎;眼疾病,例如葡萄膜炎、青光眼、黄斑变性和多种形式的视网膜病变;移植失败和排斥;缺血-再灌注损伤;慢性疼痛;骨和关节的退化性疾病,包括骨性关节炎和骨质疏松症;哮喘和囊性纤维化;癫痫症;和神经精神病,包括精神分裂症、抑郁症、双向性精神障碍、外伤后应激障碍、注意力缺陷障碍、孤独症谱系障碍和进食障碍,例如神经性食欲缺乏。炎症信号传导途径的失调据信是肌肉萎缩疾病,包括肌营养不良和多种形式的恶质症病理学的主要因子。

[0320] 多种威胁生命的急性病症也涉及失调的炎症性信号传导,包括涉及胰腺、肾、肝或肺的急性器官衰竭、心肌梗死或急性冠状综合征、中风、脓毒性休克、创伤、重度烧伤和过敏反应。

[0321] 感染性疾病的许多并发症也涉及炎症反应的失调。虽然炎症反应可以杀死侵入的病原体,但严重的炎症反应也可以是完全破坏性的并且在一些情况下可以是受感染组织中损伤的主要来源。此外,严重的炎症反应还可因炎症性细胞因子如 TNF- α 和 IL-1 的过度产生而导致产生全身性并发症。据信这是起因于严重流行性感冒、严重急性呼吸综合征和脓毒病的死亡的因素。

[0322] iNOS 或者环加氧酶-2(COX-2) 任一个的异常或过度表达已经牵涉到许多疾病的发病机制。例如,已经明晰,NO 是有效的诱变剂(Tamir 和 Tannebaum,1996),并且一氧化氮还可以活化 COX-2(Salvemini 等,1994)。此外,在致癌剂氧化偶氮甲烷诱导的大肠结肠肿瘤中 iNOS 显著增加(Takahashi 等,1997)。已经证明一系列合成的齐墩果酸三萜系化合物类似物是细胞炎症过程,例如小鼠巨噬细胞中 IFN- γ 对可诱导一氧化氮合酶(iNOS)和 COX-2 的诱导的强效抑制剂。见 Honda 等(2000a);Honda 等(2000b),和 Honda 等(2002),它们全部通过参考并入本文。

[0323] 在一个方面中,本发明的化合物表征为它们对通过 γ -干扰素诱导巨噬细胞来源的 RAW264.7 细胞中一氧化氮产生的抑制能力。它们还进一步表征为它们诱导抗氧化剂蛋白质如 NQO1 表达的能力和减少促炎蛋白如 COX-2 和可诱导一氧化氮合酶(iNOS)表达的能力。这些特性与广泛大批的涉及氧化应激和炎症过程失调的疾病的的治疗有关,所述疾病包括癌症、源于放射疗法或化学疗法的粘膜炎、自身免疫病、心血管病包括动脉粥样硬化、缺血-再灌注损伤、急性和慢性器官衰竭包括肾衰竭和心力衰竭、呼吸性疾病、糖尿病以及糖尿病并发症、严重变态反应、移植排斥、移植抗宿主病、神经变性疾病、眼和视网膜疾病、急性和慢性疼痛、退化性骨疾病包括骨性关节炎和骨质疏松症、炎症性肠病、皮炎和其它皮肤病、脓毒病、烧伤、癫痫症和神经精神病。

[0324] 不希望被理论所束缚,抗氧化剂/抗炎症性 Keap1/Nrf2/ARE 途径的活化据信涉及本发明的齐墩果酸衍生物的抗炎症和抗致癌特性两者。

[0325] 在另一方面中,本发明的化合物可以用于治疗因一种或多种组织中氧化应激水平升高所致疾病的受试者。氧化应激源自异常高水平或持续高水平的活性氧簇例如超氧化

物、过氧化氢、一氧化氮和过氧亚硝酸盐（通过一氧化氮和超氧化物反应形成的）。氧化应激可伴随着急性或慢性炎症。氧化应激可以由线粒体功能障碍、免疫细胞如巨噬细胞和嗜中性白细胞的活化、急性接触外部试剂如电离辐射或细胞毒性化学治疗剂（例如阿霉素）、创伤或其它急性组织损伤、缺血 / 再灌注、弱的循环或贫血、局部或全体的低氧或高氧、提高水平的炎症性细胞因子和其它炎症相关蛋白质、和 / 或其它异常生理状态如高血糖症或低血糖症引起。

[0326] 在许多此类疾病的动物模型中，已经证明，刺激 Nrf2 途径靶基因可诱导血红素加氧酶 (HO-1) 的表达具有明显的治疗效果，模型包括心肌梗死、肾衰竭、移植失败和排斥、中风、心血管病和自身免疫病（例如 Sacerdoti 等, 2005 ; Abraham 和 Kappas, 2005 ; Bach, 2006 ; Araujo 等, 2003 ; Liu 等, 2006 ; Ishikawa 等, 2001 ; Kruger 等, 2006 ; Satoh 等, 2006 ; Zhou 等, 2005 ; Morse 和 Choi, 2005 ; Morse 和 Choi, 2002) 的模型。该酶将游离血红素分解成铁、一氧化碳 (CO) 和胆绿素（其随后被转变成有效的抗氧化剂分子胆红素）。

[0327] 在另一个方面中，本发明的化合物可以用于预防或治疗因炎症而恶化的氧化应激所引起的急性和慢性的组织损伤或器官衰竭。处于该类中的疾病的实例包括：心力衰竭、肝衰竭、移植失败和排斥、肾衰竭、胰腺炎、纤维变性肺疾病（尤其是囊性纤维化和 COPD）、糖尿病（包括并发症）、动脉粥样硬化、缺血 - 再灌注损伤、青光眼、中风、自身免疫病、自闭症、黄斑变性和肌营养不良。例如，以自闭症为例，研究表明中枢神经系统中增加的氧化应激会促成疾病的发展 (Chauhan 和 Chauhan, 2006)。

[0328] 证据还将氧化应激和炎症与中枢神经系统的许多其它病症的发展和病理学联系起来，包括神经病如精神病、重性抑郁症和双向性精神障碍；癫痫症如癫痫；疼痛和感觉综合征如偏头痛、神经性疼痛或耳鸣；和行为综合征如注意力缺陷障碍。参见例如 Dickerson 等, 2007 ; Hanson 等, 2005 ; Kendall-Tackett, 2007 ; Lencz 等, 2007 ; Dudhgaonkar 等, 2006 ; Lee 等, 2007 ; Morris 等, 2002 ; Ruster 等, 2005 ; McIver 等, 2005 ; Sarchielli 等, 2006 ; Kawakami 等, 2006 ; Ross 等, 2003, 它们全部通过参考并入本文。例如，提高水平的炎症性细胞因子，包括 TNF、干扰素 - γ 和 IL-6 与大多数心理疾病相关 (Dickerson 等, 2007)。小胶质细胞活化也与大多数心理疾病相联系。因此，下调炎症性细胞因子和抑制小胶质细胞的过度活化将有益于患有精神分裂症、重性抑郁症、双向性精神障碍、孤独症谱系障碍和其它神经精神病病症的患者。

[0329] 因此，在仅涉及氧化应激或者因炎症而恶化的氧化应激的病理学中，治疗可以包括向受试者施用治疗有效量的本发明化合物，例如上面或本说明书通篇描述的那些。治疗可以在可预测的氧化应激状态前预防性施用（例如器官移植或者对癌症患者施行放射治疗），或者其可以在涉及所确立氧化应激和炎症的情况下治疗性施用。

[0330] 本发明的化合物可以普遍应用于治疗炎症性疾病，例如脓毒病、皮炎、自身免疫病和骨性关节炎。在一个方面中，本发明的化合物可以用于治疗炎症性疼痛和 / 或神经病性疼痛，例如，通过诱导 Nrf2 和 / 或抑制 NF- κ B。

[0331] 在一个方面中，本发明的化合物可以作为具有有效抗炎特性的抗氧化炎症调节剂 (AIM) 起作用，所述特性模拟环戊烯酮前列腺素 (cyPG) 的生物学活性。在一个实施方案中，本发明的化合物可以用于控制促炎细胞因子的产生，这通过选择性靶向调节氧化还原敏感性转录因子转录活性的蛋白质上的调节性半胱氨酸残基 (RCR) 实现。已经证明，RCR

被 cyPG 或 AIM 的活化启动促消退程序,其中抗氧化剂和细胞保护转录因子 Nrf2 的活性被有效地诱导,并且促氧化剂和促炎转录因子 NF- κ B 和 STAT 的活性被阻抑。这增加了抗氧化剂和还原性分子(例如 NQO1、HO-1、SOD1 和 / 或 γ -GCS)的产生和 / 或降低了氧化应激和促氧化剂和促炎分子(例如 iNOS、COX-2、和 / 或 TNF- α)的产生。

[0332] 在一些实施方案中,本发明的化合物可以用于治疗和预防疾病,例如癌症、炎症、阿尔茨海默病、帕金森病、多发性硬化、自闭症、肌萎缩性侧索硬化症、自身免疫病如类风湿性关节炎、狼疮和 MS、炎症性肠病、据信其发病机制涉及一氧化氮或前列腺素任一个过度产生的所有其它疾病、和涉及仅氧化应激或因炎症恶化的氧化应激的病状。

[0333] 炎症的另一个方面是炎症性前列腺素例如前列腺素 E 的产生。这些分子促进了血管舒张、血浆外渗、局部疼痛、温度升高和炎症的其它症状。可诱导形式的酶 COX-2 与它们的产生相关,并且在炎症组织中发现了高水平的 COX-2。因此,COX-2 的抑制可以减轻炎症的许多症状并且许多重要的抗炎性药物(例如布洛芬和塞来昔布)通过抑制 COX-2 活性起作用。然而,最近的研究已经表明,一类环戊烯酮前列腺素(cyPG)(例如 15-脱氧前列腺素 J₂,又名 PGJ₂) 在刺激炎症的协调配合方式消退中起作用(例如 Rajakariar 等,2007)。COX-2 也与环戊烯酮前列腺素的产生相关。因此,抑制 COX-2 将干扰炎症的完全消退,潜在地促进了活化免疫细胞在组织中的持续保留并且导致慢性的“郁积的”炎症。这种结果导致了在长时间阶段使用选择性 COX-2 抑制剂的患者中增加了心血管病的发病率。

[0334] 在一个方面中,本发明的化合物可用于通过选择性活化蛋白质上调节氧化还原敏感性转录因子活性的调节性半胱氨酸残基(RCR)而控制细胞内促炎细胞因子的产生。已经表明,RCR 被 cyPG 的活化启动了促消退程序,其中抗氧化剂和细胞保护转录因子 Nrf2 的活性被有效诱导并且促氧化剂和促炎转录因子 NF- κ B 和 STAT 的活性被阻抑。在一些实施方案中,这增加了抗氧化剂和还原性分子(NQO1、HO-1、SOD1、 γ -GCS)的产生并且降低了氧化应激和促氧化剂和促炎分子(iNOS, COX-2, TNF- α)的产生。在一些实施方案中,本发明的化合物会通过促进炎症消退和限制宿主过度的组织损伤具有炎症事件的细胞恢复至非炎症状态。

[0335] A. 癌症

[0336] 此外,本公开的化合物可用于诱导肿瘤细胞凋亡,诱导细胞分化,抑制癌细胞增殖,抑制炎症反应,和 / 或在化学预防能力中起作用。例如,本发明提供具有一种或多种下列特性的新化合物:(1) 诱导恶性和非恶性细胞凋亡和分化的能力,(2) 在亚微摩尔或纳摩尔水平下作为许多恶性细胞或恶变前细胞增殖抑制剂的活性,(3) 阻抑炎症性酶可诱导一氧化氮合酶(iNOS)从头合成的能力,(4) 抑制 NF- κ B 活化的能力,和(5) 诱导血红素加氧酶-1(HO-1)表达的能力。

[0337] iNOS 和 COX-2 的水平在某些癌症中升高并且已经参与致癌作用,并且已经证明 COX-2 抑制剂降低人原发性结肠腺瘤的发病率(Rostom 等,2007;Brown 和 DuBois,2005;Crowel 等,2003)。iNOS 在髓源抑制细胞(MDSC)中表达(Angulo 等,2000),并且已经证明癌细胞中的 COX-2 活性导致前列腺素 E₂(PGE₂)的产生,已经证明前列腺素 E₂在 MDSC 中诱导精氨酸酶的表达(Sinha 等,2007)。精氨酸酶和 iNOS 是利用 L-精氨酸作为底物并且分别产生 L-鸟氨酸与尿素和 L-瓜氨酸与 NO 的酶。已经证明,通过 MDSC 使肿瘤微环境中精氨酸枯竭与 NO 和过氧亚硝酸盐的产生相结合抑制 T 细胞的增殖和诱导其凋亡(Bronte 等,

2003)。已经证明 COX-2 和 iNOS 的抑制减少 MDSC 的积累,恢复肿瘤相关 T 细胞的细胞毒性活性,和延缓肿瘤生长 (Sinha 等,2007 ;Mazzoni 等,2002 ;Zhou 等,2007)。

[0338] 在作为抑制癌症上皮细胞增殖和诱导其凋亡的策略中已经涉及到对 NF- κ B 和 JAK/STAT 信号传导途径的抑制。已经证明,STAT3 和 NF- κ B 的活化导致癌细胞凋亡的阻抑,和增殖、侵袭和转移的促进。参与这些过程的许多靶基因已经证明由 NF- κ B 和 STAT3 进行转录性调节 (Yu 等,2007)。

[0339] 除了它们在癌上皮细胞中的直接作用之外,NF- κ B 和 STAT3 还在肿瘤微环境中存在的其它细胞中具有重要作用。在动物模型中的实验已经证明,在癌细胞和造血细胞中均需要 NF- κ B 传送炎症对癌症引发和进展的影响 (Greten 等,2004)。癌症和髓细胞中 NF- κ B 的抑制分别减少了所形成肿瘤的数量和大小。癌细胞中 STAT3 的活化导致一些阻抑肿瘤相关树突细胞 (DC) 的成熟的细胞因子 (IL-6、IL-10) 的产生。此外,STAT3 被树突细胞本身内的这些细胞因子活化。在小鼠癌症模型中 STAT3 抑制恢复 DC 成熟,促进抗肿瘤免疫性,和抑制肿瘤生长 (Kortylewski 等,2005)。

[0340] B. 多发性硬化的治疗

[0341] 本发明的化合物和方法可以用于治疗多发性硬化 (MS) 患者。已知 MS 是中枢神经系统的炎症性病症 (Williams 等,1994 ;Merrill 和 Benvenist,1996 ;Genain 和 Nauser,1997)。基于数次研究,有证据表明在阿尔茨海默病 (AD)、帕金森病 (PD)、肌萎缩性侧索硬化症 (ALS) 和 MS (Bagasra 等,1995 ;McGeer 和 McGeer,1995 ;Simonian 和 Coyle,1996 ;Kaltschmidt 等,1997) 的发病机制中涉及炎症机制、氧化机制和 / 或免疫机制。活性星形细胞和活化的小胶质细胞两者均涉及引起神经变性疾病 (NDD) 和神经炎性疾病 (NID) ;这里特别强调小胶质细胞是合成作为 iNOS 和 COX-2 酶各自产物的 NO 和前列腺素两者的细胞。这些酶的从头形成可以由炎症性细胞因子如干扰素- γ 或白细胞介素-1 驱动。反过来,NO 的过度产生会导致许多器官的细胞和组织,包括神经系统的神经元和少突胶质细胞中的炎症性级联和 / 或氧化损伤,结果表现为 AD 和 MS,和可能的 PD 和 ALS (Coyle 和 Puttfarcken,1993 ;Beal,1996 ;Merrill 和 Benvenist,1996 ;Simonian 和 Coyle,1996 ;Vodovotz 等,1996)。流行病学资料表明阻断从花生四烯酸合成前列腺素的 NSAID 的慢性使用明显减低了发展成 AD 的风险 (McGeer 等,1996 ;Stewart 等,1997)。因此,阻断 NO 和前列腺素形成的试剂可以在防止和治疗 NDD 的方法中使用。对于治疗此种疾病的成功的治疗候选物有代表性地需要穿透血脑屏障的能力。参见例如,美国专利公布号 2009/0060873,其整体性通过参考并入本文。

[0342] C. 神经炎症

[0343] 神经炎症概括为这样的观念,即中枢神经系统中的小胶质细胞和星形细胞的反应和作用具有基本上是炎症样的特征,并且这些反应对广泛多种神经障碍的发病机制和进展是重要的。该观念发源于阿尔茨海默病领域 (Griffin 等,1989 ;Rogers 等,1988),在其中它使我们对该疾病的理解发生彻底改变 (Akiyama 等,2000)。这些观念已经延伸至其它神经变性疾病 (Eikelenboom 等,2002 ;Ishizawa 和 Dickson,2001),局部缺血 / 毒性疾病 (Gehrmann 等,1995 ;Touzani 等,1999),肿瘤生物学 (Graeber 等,2002) 以及甚至正常的脑发育。

[0344] 神经炎症掺合了广谱的复杂细胞反应,包括小胶质细胞和星形细胞的活化和细胞

因子、趋化因子、补体蛋白质、急性期蛋白质、氧化损伤和相关分子过程的诱导。这些事件将对神经元的功能具有有害作用,导致神经元损害,进一步导致神经胶质活化,并且最终导致神经变性。

[0345] 基于所得到的实验结果,包括在该申请中给出的那些实验结果,本发明的化合物和方法可以用于治疗神经炎症患者。

[0346] D. 肾衰竭的治疗

[0347] 本公开的另一方面涉及治疗和预防肾疾病的新的方法和化合物。见美国专利申请 12/352,473,其全部内容通过引用并入本文。起因于血液中代谢废物的不充分清除和血液中电解质浓度异常的肾衰竭是全世界,特别是发达国家中重要的医学问题。糖尿病和高血压是当中慢性肾衰竭 (CKD) 的最重要的原因,但是其也与其它疾病如狼疮有关。急性肾衰竭可源于与某些药物 (例如醋氨酚) 或毒性化学品的接触,或者源于与休克或手术如移植相关的缺血-再灌注损伤,并且会导致慢性肾衰竭。在许多患者中,肾衰竭会发展成患者需要常规透析或肾移植来维持生命的阶段。这些过程均是高度创伤性的并且与明显的副作用和生活质量问题相关。虽然对肾衰竭的一些并发症如甲状旁腺功能亢进和高磷血症存在有效的治疗,但是没有可用的方法可停止或逆转肾衰竭的根本进展。因此,可以改善所损害肾功能的试剂将代表肾衰竭治疗中的明显进展。

[0348] 炎症明显促成了 CKD 的病理学。在氧化应激和肾功能障碍之间也存在强的机制上的关联。NF- κ B 信号途径在 CKD 进展中起着重要的作用,因为 NF- κ B 调节 MCP-1 的转录, MCP-1 是负责招募单核细胞/巨噬细胞导致炎症反应并最终损伤肾脏的趋化因子 (Wardle, 2001)。Keap1/Nrf2/ARE 途径控制几个编码抗氧化剂酶的基因的转录,包括血红素加氧酶-1 (HO-1)。在雌性小鼠中 Nrf2 基因的切除导致发展成狼疮样肾小球肾炎 (Yoh 等, 2001)。此外,几个研究已经证明, HO-1 表达是响应肾损伤和炎症而诱导的并且该酶及其产物胆红素和一氧化碳在肾脏中起着保护性作用 (Nath 等, 2006)。

[0349] 肾小球和周围的 Bowman 囊构成了肾脏的基本功能单位。肾小球滤过率 (GFR) 是肾脏功能的标准测量。肌酐清除率通常用于测量 GFR。然而,血清肌酐水平通常用作肌酐清除率的替代测量。例如,过量水平的血清肌酐通常公认为表示肾功能的不足,并且血清肌酐随时间的减少公认为表示肾功能的改善。血液中肌酐的正常水平在成年男性中是大约 0.6 至 1.2 毫克 (mg) 每分升 (dl) 并且在成年女性中是 0.5 至 1.1 毫克每分升。

[0350] 急性肾损伤 (AKI) 可在缺血-再灌注后、以某些药物试剂如顺铂和雷帕霉素治疗后和静脉注射用于医学成像的放射造影剂后出现。如在 CKD 中一样,炎症和氧化应激促成了 AKI 的病理学。放射造影剂诱导肾病 (RCN) 的分子机制尚未很好地理解;然而,可能是包括持续长时间的血管收缩、受损的肾脏自调节和造影剂直接毒性的事件的结合全部促成了肾衰竭 (Tumlin 等, 2006)。血管收缩导致肾脏血流减少并且产生缺血-再灌注和活性氧簇的产生。在这些病症中 HO-1 被强烈诱导并且已经证明 HO-1 的强烈诱导防止数个不同器官,包括肾脏中的缺血-再灌注损伤 (Nath 等, 2006)。特别地,在 RCN 的大鼠模型中, HO-1 的诱导已经证明是保护性的 (Goodman 等, 2007)。再灌注也引起炎症反应,这部分地通过 NF- κ B 信号传导的活化 (Nichols, 2004)。已经提议将靶向 NF- κ B 作为防止器官损伤的治疗策略 (Zingarelli 等, 2003)。

[0351] 基于所得到的实验结果,包括在该申请中给出的那些实验结果,本发明的化合物

和方法可以用于治疗肾衰竭患者。

[0352] E. 心血管病

[0353] 本发明的化合物和方法可以用于治疗患有心血管病的患者。见美国专利申请 12/352, 473, 其整体性通过参考并入本文。心血管 (CV) 病是全世界死亡的最重要的原因, 并且在许多发达国家中是死亡的最主要原因。CV 病的病因学是复杂的, 但是大多数的原因与关键器官或组织血液供应不足或完全破坏有关。此类疾病时常源于一个或多个粥样硬化斑块的断裂, 这导致形成血栓, 阻断了关键血管中的血流。此种血栓形成是心脏病发作的主要原因, 其中一个或多个冠状动脉被堵塞并且向心脏自身的血流被打断。所导致的缺血高度损伤心脏组织, 因为缺血事件过程中的缺氧和来自血流恢复后自由基的过量形成 (称作缺血-再灌注损伤的现象) 两者造成。当大脑动脉或其它主要血管被血栓形成所堵塞时, 相似的损伤发生在血栓性中风过程中的脑中。与之相比, 出血性中风涉及血管的破裂和血液向周围脑组织中的流入。这会因大量游离血红素和其它活性种类的存在而在出血的直接区产生氧化应激并且因受损的血流而导致脑的其它部分缺血。时常伴随脑血管痉挛的蛛网膜下腔出血也导致脑中的缺血/再灌注损伤。

[0354] 备选地, 动脉粥样硬化在关键血管中如此广泛以致于发展成狭窄 (动脉变窄) 并且向关键器官 (包括心脏) 的血流长期不足。此类慢性缺血可导致许多种类的终末器官损伤, 包括与充血性心力衰竭相关的心脏肥大。

[0355] 当动脉内层 (内皮) 物理缺陷或损伤触发炎症反应, 包括血管平滑肌的增生和白细胞浸入到受累区域时, 发生潜在缺陷导致多种形式心血管病的动脉粥样硬化。最终, 可以形成称作粥样硬化斑块的并发病变, 其由上述细胞与携带胆固醇的脂蛋白和其它物质的沉着物相结合构成 (例如 Hansson 等, 2006)。

[0356] 对心血管病的药物治疗包括预防治疗, 例如使用药物旨在降低血压或者循环水平的胆固醇和脂蛋白, 以及设计成减少血小板和其它血液细胞附着倾向的治疗 (因此减少血小板聚集率和血栓形成风险)。更近地, 已经引进药物如链激酶和组织纤维蛋白溶酶原激活剂并且用于溶解血栓和恢复血流。手术治疗包括冠状动脉旁路移植术以产生替代的血液供应, 气囊血管成形术以压缩斑块组织和增加动脉腔的直径, 以及颈动脉内膜切除以去除颈动脉中的斑块组织。此类治疗, 尤其是气囊血管成形术, 会伴随使用支架, 设计成支撑受累区域的动脉壁并且保持血管通畅的可扩张网孔管。最近, 药物淋洗支架的使用变得普遍以防止受累区域手术后再狭窄 (动脉再次变窄)。这些装置是外覆生物相容性聚合物基质的金属支架, 所述基质包含抑制细胞增殖的药物 (例如紫杉醇或雷帕霉素)。聚合物允许药物在受累区域缓慢、定位释放, 使得非靶组织接触最小化。尽管此类治疗具有明显的好处, 但是源于心血管病的死亡率仍维持高水平并且明显不能满足心血管病治疗的需求。

[0357] 如上面所述, 已经证明, H0-1 的诱导在许多心血管病模型中是有益的并且低水平的 H0-1 表达与 CV 病的高风险在临床上相关。因此, 本发明的化合物, 可以用于治疗或预防许多种心血管病, 包括但不限于动脉粥样硬化、高血压、心肌梗死、慢性心力衰竭、中风、蛛网膜下腔出血和再狭窄。

[0358] F. 糖尿病

[0359] 糖尿病是表征为机体不能调节葡萄糖循环水平的复杂疾病。见美国专利申请 12/352, 473, 其全部内容通过引用并入本文。这种缺陷可以源自胰岛素缺乏, 胰岛素是一种

调节多种组织中葡萄糖产生和吸收的肽激素。胰岛素不足损害肌肉、脂肪和其它组织适当吸收葡萄糖的能力,导致高血糖症(血液中葡萄糖水平异常高)。最通常情况下,此类胰岛素缺乏源于胰腺中胰岛细胞生产不足。在大多数病例中,这源于这些细胞的自身免疫性破坏,一种称作 1 型或幼年型糖尿病的疾病,但是也可能由于物理损伤或其它原因。

[0360] 当肌肉和脂肪细胞变得对胰岛素反应差并且不能适当吸收葡萄糖时也引起糖尿病,导致高血糖症。该现象称作胰岛素抵抗,并且所产生的疾病称作 2 型糖尿病。2 型糖尿病是最普通类型的,其与肥胖和高血压高度相关。肥胖与脂肪组织的炎症状态相关,脂肪组织被认为在胰岛素抵抗的发展中起着主要作用(例如 Hotamisligil, 2006 ;Guilherme 等, 2008)。

[0361] 糖尿病与许多组织的损伤有关,主要是因为高血糖症(和低血糖症,其可能源于胰岛素过多的或差的定时剂量)是氧化应激的显著来源。慢性肾衰竭、视网膜病变、外周神经病、外周脉管炎和缓慢或不可能治愈的皮肤溃疡的发展是最通常的糖尿病并发症。由于它们抗氧化应激的能力,特别是通过诱导 HO-1 的表达,本发明的化合物可以用于治疗糖尿病的多种并发症。如上所述(Cai 等, 2005),怀疑肝脏中的慢性炎症和氧化应激是 2 型糖尿病发展中的主要致病因素。此外,PPAR γ 激动剂如噻唑啉二酮能够降低胰岛素抵抗并且已知是 2 型糖尿病的有效治疗剂。

[0362] 基于所得到的实验结果,包括在此申请中给出的那些实验结果,本发明的化合物和方法可以用于治疗神经炎症患者。

[0363] 可以如下评估糖尿病的治疗效果。如果可能的话,评估治疗方法的生物学功效以及临床功效两者。例如,疾病自身表现为血糖增加,因此可以通过例如观察所升高的血液葡萄糖向正常水平的返回来评估治疗的生物学功效。对可以给出例如 6- 月时间段后的 b- 细胞再生的指示的临床终点的测量,可以给出治疗方案临床功效的指示。

[0364] 基于所得到的实验结果,包括在此申请中给出的那些实验结果,本发明的化合物和方法可以用于治疗糖尿病患者。

[0365] G. 类风湿性关节炎

[0366] 本发明的化合物和方法可以用于治疗患有 RA 的患者。有代表性地,类风湿性关节炎(RA)的最初症状出现在滑膜内层,最初症状是滑膜成纤维细胞增殖和它们附着至关节边缘的关节面(Lipsky, 1998)。随后,巨噬细胞、T 细胞和其它炎症细胞被募集进入关节,在关节中它们产生多种调节物,包括细胞因子白细胞介素-1(IL-1),其促进会导致骨和软骨破坏的慢性后遗症,和肿瘤坏死因子(TNF- α),其在炎症中起作用(Dinarello, 1998 ;Arend and Dayer, 1995 ;van den Berg, 2001)。患有 RA 的患者中血浆 IL-1 浓度显著高于健康个体,并且值得注意的是血浆 IL-1 水平与 RA 疾病活性相关(Eastgate 等, 1988)。此外,滑液中的 IL-1 水平与 RA 的多种射线照相和组织学特征相关(Kahle 等, 1992 ;Rooney 等, 1990)。

[0367] 在正常关节中,这些细胞因子和其它促炎细胞因子的作用被多种抗炎性细胞因子和调节因子平衡(Burger 和 Dayer, 1995)。这种细胞因子平衡的意义在青少年 RA 患者中得到证明,所述患者全天发热周期性增加(Prieur 等, 1987)。在每个发热高峰之后,在血清和尿中发现阻断 IL-1 作用的因子。该因子已经被分离、克隆并鉴定为 IL-1 受体拮抗剂(IL-1ra),其是 IL-1 基因家族成员(Hannum 等, 1990)。如其名称所表示,IL-1ra 是与 IL-1

竞争结合至 1 型 IL-1 受体的天然受体拮抗剂,结果其阻断 IL-1 的作用 (Arend 等,1998)。为有效阻断 IL-1 作用,需要 10 至 100 倍过量的 IL-1ra;然而,从 RA 患者分离的滑膜细胞并未呈现出产生足够量的 IL-1ra 以对抗 IL-1 的作用 (Firestein 等,1994;Fujikawa 等,1995)。

[0368] H. 银屑病关节炎

[0369] 银屑病是炎症性和增殖性皮肤病,发病率为 1.5-3%。大约 20% 的银屑病患者发展成具有几种模式的特征形式关节炎 (Gladman,1992;Jones 等,1994;Gladman 等,1995)。一些个体首先呈现关节症状,但是大多数个体首先呈现皮肤银屑病。大约三分之一的患者具有皮肤和指骨间疾病的同时加重 (Gladman 等,1987),并且在指甲和远端指间关节病之间存在解剖相关性 (Jones 等,1994;Wright,1956)。虽然连接皮肤、指甲和关节疾病的炎症过程仍未阐明,但是涉及到免疫介导的病理学。

[0370] 银屑病关节炎 (PsA) 是表征为关节炎和银屑病联合的慢性炎症性关节病,并且在 1964 年被认为是不同于类风湿性关节炎 (RA) 的临床疾病 (Blumberg 等,1964)。随后的研究已经揭示 PsA 与其它脊椎关节病 (SpA) 具有许多共同的遗传、病理和临床特征,脊椎关节病是一组包括强直性脊柱炎、反应性关节炎和肠病性关节炎的疾病 (Wright,1979)。PsA 属于 SpA 组的观点最近获得来自于影像学研究的进一步支持,所述影像学研究表明泛发的接骨点炎 (enthesitis) 存在于 PsA 中,但不存在于 RA 中 (McGonagle 等,1999;McGonagle 等,1998)。更明确地说,接骨点炎已经被推定为 SpA 中发生的最早期事件之一,导致骨重建和脊柱中的关节强直,并且当发炎的接骨点接近于外周关节时导致关节滑膜炎。然而,接骨点炎和 PsA 临床表现之间的联系仍然很不清晰,因为 PsA 以具有不同严重程度的相当异质模式的关节累及存在 (Marsal 等,1999;Salvarani 等,1998)。因此,必须加入其它因素以解释 PsA 的各种各样的特征,仅少数特征 (例如 HLA-B27 分子的表达,其与中轴疾病高度相关) 被鉴定。结果,仍然难以描绘出关于特异性致病机制的疾病表征,这意味着对该病的治疗仍然主要依靠经验。

[0371] 家族研究已经表明,遗传因素促成了 PsA 的发展 (Moll 和 Wright,1973)。其它慢性炎症性关节炎,例如强直性脊柱炎和类风湿性关节炎被认为具有复杂的遗传基础。然而,由于多种原因,难以评估 PsA 的遗传组成。有强有力的证据表明仅银屑病的遗传素质会掩盖对于 PsA 发展而言重要的遗传因素。虽然大多数会接受 PsA 为不同的疾病,但有时表现型与类风湿性关节炎和强直性脊柱炎重叠。同样,PsA 自身不是一同种疾病并且已经提出了多种亚型。

[0372] 已经报导在牛皮癣皮肤 (Ettehadi 等,1994) 和滑液 (Partsch 等,1997) 中 TNF- α 的量增加。最近的试验已经显示抗 TNF 治疗在 PsA (Mease 等,2000) 和强直性脊柱炎 (Brandt 等,2000) 中具有积极的益处。

[0373] 基于所得到的实验结果,包括在此申请中给出的那些实验结果,本发明的化合物和方法可以用于治疗银屑病关节炎患者。

[0374] I. 反应性关节炎

[0375] 在反应性关节炎 (ReA) 中,关节损伤的机制不清楚,但是可能是细胞因子起着关键作用。已经报导了更加普遍的 Th1 谱高水平的干扰素 γ (IFN- γ) 和低水平的白细胞介素 4 (IL-4) (Lahesmaa 等,1992;Schlaak 等,1992;Simon 等,1993;Schlaak 等,1996;Kotake

等,1999 ;Ribbens 等,2000),但是几个研究已经显示,与类风湿性关节炎 (RA) 患者相比,在反应性关节炎患者滑膜 (Simon 等,1994 ;Yin 等,1999) 和滑液 (SF) (Yin 等,1999 ;Yin 等,1997) 中 IL-4 和 IL-10 相对占优势而 IFN- γ 和肿瘤坏死因子 α (TNF- α) 相对缺乏。还已经报道了,离体刺激外周血单核细胞 (PBMC) 后,反应性关节炎中 TNF- α 分泌水平比 RA 患者更低 (Braun 等,1999)。

[0376] 已经论述过,反应性关节炎相关细菌的清除率需要产生适当水平的 IFN- γ 和 TNF- α , 而 IL-10 通过阻抑这些反应起作用 (Autenrieth 等,1994 ;Sieper 和 Braun, 1995)。IL-10 是抑制活化巨噬细胞合成 IL-12 和 TNF- γ (de Waal 等,1991 ;Hart 等,1995 ; Chomarat 等,1995) 和 T 细胞合成 IFN- γ (Macatonia 等,1993) 的调节性细胞因子。

[0377] 基于所得到的实验结果,包括在此申请中给出的那些实验结果,本发明的化合物和方法可以用于治疗反应性关节炎患者。

[0378] J. 肠病性关节炎

[0379] 有代表性地肠病性关节炎 (EA) 与炎症性肠病 (IBD) 如克罗恩病或溃疡性结肠炎合并发生。它也影响脊柱和肠荐关节。肠病性关节炎涉及外周关节,通常在下肢如膝和踝。它通常仅涉及少数或有限数量的关节并且会密切伴随在肠病之后。这出现在大约 11% 的溃疡性结肠炎患者中和 21% 的克罗恩病患者中。滑膜炎通常是自限性的并且无变形。

[0380] 肠病关节病包括与 GI 病理学有关系的的一组风湿性疾病。这些疾病包括由于细菌 (例如志贺菌属 (*Shigella*)、沙门菌属 (*Salmonella*)、弯曲杆菌属 (*Campylobacter*)、耶尔森菌 (*Yersinia*) 物种、难辨梭菌 (*Clostridium difficile*))、寄生虫 (例如粪类圆线虫 (*Strongyloides stercoralis*)、牛带绦虫 (*Taenia sagmata*)、兰伯贾第虫 (*Giardia lamblia*)、似蛔蛔线虫 (*Ascaris lumbricoides*)、隐孢子虫属 (*Cryptosporidium*) 物种) 引起的反应性 (即感染相关的) 关节炎和炎症性肠病 (IBD) 相关脊柱关节病。其它疾病和病症包括肠旁路术 (空肠回肠)、关节炎、乳糜泻、Whipple 病和胶原性结肠炎。

[0381] 基于所得到的实验结果,包括在此申请中给出的那些实验结果,本发明的化合物和方法可以用于治疗肠病性关节炎患者。

[0382] K. 幼年型类风湿性关节炎

[0383] 幼年型类风湿性关节炎 (JRA) 是儿童中最流行形式的关节炎的术语,它适用于表征为滑膜慢性炎症和肥大的一族疾病。术语与在欧洲被称为幼年型慢性关节炎和 / 或幼年型特发性关节炎的一族疾病重叠,但不完全同义。

[0384] 先天免疫系统和适应性免疫系统两者使用多样的细胞类型,一大批细胞表面和所分泌的蛋白质,和正反馈和负反馈的互连网络 (Lo 等,1999)。此外,尽管认为免疫系统的先天性部分和适应性部分是可分时,但它们在功能上相互交叉 (Fearon 和 Locksley, 1996), 并且存在于这些交叉点上的病理学事件可能与我们对成年和儿童形式慢性关节炎的发病机制的理解高度相关 (Warrington 等,2001)。

[0385] 多关节 JRA 是表征为多个关节 (四个或更多个) 包括手的小关节 (Jarvis, 2002) 中炎症和滑膜增生的不同的临床亚型。该亚型 JRA 会是严重性的,因为涉及到其多个关节和随时间快速进展的能力。虽然在临床上不同,但是多关节 JRA 不是均一的,并且患者的疾病表现、发病年龄、预后和治疗反应不同。这些差别很可能反映出在该疾病中可出现的免疫性质和炎性攻击中的一系列变异 (Jarvis, 1998)。

[0386] 基于所得到的实验结果,包括在此申请中给出的那些实验结果,本发明的化合物和方法可以用于治疗 JRA 患者。

[0387] L. 早期炎症性关节炎

[0388] 本发明的化合物和方法可以用于治疗早期炎症性关节炎患者。在疾病过程的早期不同炎症性关节炎的临床表现是相似的。结果,常常难以区分具有发展成导致侵蚀性关节炎损伤的严重性和持续性滑膜炎风险的患者与其关节炎更加自限性的患者。此种区别是至关重要的,以便适当地靶向治疗,侵袭性治疗患有侵蚀性疾病的患者和避免在患有更加自限性疾病的患者中的不必要的毒性。当前诊断侵蚀性关节炎如类风湿性关节炎(RA)的临床标准在疾病早期效果差,并且疾病活性的传统标志物例如关节计数和急性期反应不能充分鉴别可能具有较差预后的患者(Harrison等,1998)。反映滑膜中存在病理学事件的参数最可能是有意义的预后数值。

[0389] 对鉴定早期炎症性关节炎中较差预后的预测因子的最新工作鉴定出存在 RA 特异性自身抗体,具体而言,抗体抗瓜氨酸肽,与早期炎症性关节炎类型疾病中的侵蚀性和持续性疾病相关。基于此,已经开发出环瓜氨酸肽(CCP)帮助鉴定患者血清中的抗 CCP 抗体。使用该方法,已经证明存在的抗 CCP 抗体是 RA 特异性和敏感性的,可以区分 RA 与其它关节病,并且可以在它们的预后变成临床表现之前有效预测持续性、侵蚀性滑膜炎。重要的是,在临床症状出现之前的许多年内血清中的抗 CCP 抗体常常可检测到,这表明它们可以反映亚临床免疫事件(Nielen等,2004;Rantapaa-Dahlqvist等,2003)。

[0390] M. 强直性脊柱炎

[0391] AS 是脊椎关节病更广泛疾病分类内的亚组疾病。受多亚组脊椎关节病累及的患者具有这样的疾病病因学,即它们常常很不同,范围从细菌感染到遗传。然而,在所有亚组中,疾病过程的最终结果是中轴关节炎(axial arthritis)。尽管在不同患者人群中观察到早期临床差异,但是他们当中很多人在 10 年至 20 年的病程之后以几乎相同的表现告终。最近的研究表明,从强直性脊柱炎疾病发作开始到临床诊断的平均时间是 7.5 年(Khan,1998)。这些相同研究表明,脊柱关节病会与类风湿性关节炎接近(Feldtkeller等,2003;Doran等,2003)的发病率。

[0392] AS 是具有或不具有骨外表现的中轴骨骼的慢性全身性炎症风湿性疾病。主要累及肠荐关节和脊柱,但是也涉及髋和肩关节,并且通常较少涉及外周关节或某些关节外结构,如眼睛、脉管系统、神经系统和胃肠系统。其病因学还没有完全理解(Wordsworth,1995;Calin和Taurog,1998)。它与主要组织相容性 I 类(MHC I)HLA-B27 等位基因高度相关(Calin和Taurog,1998)。AS 影响个体生命的全盛时期并且是令人恐怖的,因为其潜在地引起慢性疼痛和腱、韧带、关节和骨的不可逆损伤(Brewerton等,1973a;Brewerton等,1973b;Schlosstein等,1973)。AS 可单独发生,或者与另一种形式的脊椎关节病如反应性关节炎、银屑病、银屑病关节炎、接骨点炎、溃疡性结肠炎、肠易激惹疾病或克罗恩病联合发生,在该病例中其归类于继发性 AS。

[0393] 有代表性地,受累部位包括脊柱的 discovertebral 关节、骨突关节、肋椎关节和肋横突关节,和脊柱旁韧带结构。肌腱和韧带附着至骨的部位接骨点的炎症在该疾病中也是突出的(Calin和Taurog,1998)。已知接骨点部位被浆细胞、淋巴细胞和多形核细胞浸润。炎症过程常常导致逐渐的纤维和骨关节强直(Ball,1971;Khan,1990)。

[0394] 诊断通常是滞后的,因为症状常常出现更多更常见的背景问题。腰椎柔韧性的急剧丧失是 AS 的早期预兆。其它共同的症状包括腰部的慢性疼痛和僵硬,其常常从脊柱下段与骨盆或髋连接的部位开始。虽然大多数症状开始于腰部和肠荐区域,但是它们也牵涉到颈和上背部。关节炎还可发生于肩、髋和足。一些患者具有眼睛炎症,并且更加严重的患者一定观察到心脏瓣膜的累及。

[0395] 最频繁的表现是背痛,但是疾病可以有代表性地在外周关节开始,特别是在儿童和妇女中年,并且极少具有急性虹膜炎(前葡萄膜炎)。另外的早期症状和征兆减少,即因弥散性肋椎累及的胸廓张、低热、疲劳、食欲缺乏、体重减轻和贫血。常常是夜间背痛和不同强度的背痛的复发背痛是最终的疾病主诉,因为有代表性的通过活动缓解晨僵。弯曲姿势或俯身姿势减轻背痛和椎旁肌痉挛;因此在未治疗患者中常见一些程度的脊柱后凸。

[0396] 在 1/3 的患者中出现全身症状。通常为自限性的复发急性虹膜炎(前葡萄膜炎)很少被拖延,并且很少严重到足以损害视力。偶尔因为挤压神经根炎或坐骨神经痛、脊椎骨折或半脱位和马尾综合(其包括阳痿、夜间尿失禁、膀胱和直肠感觉降低、和踝反射的缺乏)出现神经病学征兆。心血管表现可以包括主动脉瓣闭锁不全、绞痛、心包炎和 ECG 传导异常。在肺中的罕见发现是上叶纤维化,偶尔具有空洞,空洞可能误认为是 TB 并且可能涉及曲霉属感染。

[0397] AS 表征为温和或适度的活动性脊椎炎发作,其与几乎或完全不活动的炎症周期性交替。在多数患者中适当治疗导致残疾最小或无残疾并且不管背僵硬如何会使生活充实。偶尔,病程是严重的和渐进性的,导致明显的残疾。顽固性虹膜炎患者和继发淀粉样变的稀有患者预后是令人沮丧的。

[0398] 基于所得到的实验结果,包括在此申请中给出的那些实验结果,本发明的化合物和方法可以用于治疗强直性脊柱炎患者。

[0399] N. 溃疡性结肠炎

[0400] 溃疡性结肠炎是引起大肠内层内炎症和称作溃疡的疮的疾病。炎症常常发生于直肠和结肠下段,但是其可影响整个结肠。溃疡性结肠炎除了影响称作回肠末端的小肠终端部分外极少影响小肠。溃疡性结肠炎也可称作大肠炎或直肠炎。炎症常常使得结肠排空,导致腹泻。在炎症杀死结肠内层细胞的地方形成溃疡;溃疡导致出血和化脓。

[0401] 溃疡性结肠炎是炎症性肠病(IBD),这是导致小肠和结肠内炎症的疾病的一般名称。溃疡性结肠炎难以诊断,因为其症状类似于其他肠病和另一类型的 IBD,即克罗恩病。克罗恩病与溃疡性结肠炎不同,因为位其导致肠壁内更深的炎症。同样,虽然克罗恩病也可发生于口腔、食道、胃、十二指肠、大肠、盲肠和肛门中,但是其常常发生在小肠中。

[0402] 溃疡性结肠炎可发生于任何年龄的人中,但是最常发生于 15 岁和 30 岁年龄之间,或者更少发生于 50 岁和 70 岁年龄之间。有时儿童和青少年发生该病。溃疡性结肠炎平等地影响男性和女性并且似乎在家族中发生。关于是什么引起溃疡性结肠炎的理论众多,但是没有一个是得到证明。最流行的理论是,机体的免疫系统通过因此肠壁内的持续进行的炎症与病毒或细菌反应。患有溃疡性结肠炎的人免疫系统异常,但是医生不知道是否这些异常是疾病的原因或者结果。溃疡性结肠炎不是因对某些食物或食物制品情绪痛苦或敏感而引起,但是这些因素在一些人中会触发症状。

[0403] 溃疡性结肠炎的最普通症状是腹部疼痛和血性腹泻。患者还经历到疲劳、体重减

轻、丧失食欲、直肠出血和体液和营养素的流失。大约一半的患者具有温和的症状。其他患者常见有发热、血性腹泻、恶心和严重腹部绞痛。溃疡性结肠炎也可引起一些问题如关节炎、眼睛炎症、肝病（肝炎、肝硬化和原发性硬化性胆管炎）、骨质疏松症、皮疹和贫血。没有人确切地知道为什么问题出现在结肠之外。科学家认为，当免疫系统在身体其它部分触发炎症时会出现这些并发症。当结肠炎被治疗时这些问题中的一些会消失。

[0404] 诊断溃疡性结肠炎需要全面的体检和一系列检验。可开展血液检验检查贫血，贫血将指示着结肠或直肠的出血。血液检验也可揭示高白血细胞计数，这是身体某处存在炎症的征兆。通过检验粪便样品，医生可以发现结肠或直肠内的出血或感染。医生可以开展结肠镜检查或乙状结肠镜检查。对于任一种检验，医生都将向肛门内插入一个内窥镜，即一种与计算机和 TV 监视器相连的长的、能弯曲的、发亮的管以观察结肠和直肠的内部。已经能够将观察到结肠壁上的任何炎症、出血或溃疡。在检查过程中，医生将开展活组织检查，这涉及将组织样品从结肠内层取下以使用显微镜观察。可能还需要结肠的钡灌肠 x 射线检查。该方法包括用钡，即一种粉白溶液充满结肠。钡在 x- 射线胶片上呈现白色，这使得医生清楚地观察到结肠，包括可能存在的任何溃疡或其它异常情况。

[0405] 溃疡性结肠炎的治疗依赖于疾病的严重程度。大多数人以药物治疗。在严重的病例中，患者将需要手术以去除患病的结肠。对于溃疡性结肠炎，手术是唯一的治疗方法。其症状由某些食物触发的一些人能够通过回避使肠紊乱的食物，如刺激性的食物、生水果和蔬菜或者乳中的糖（乳糖）来控制病症。每一个经历的溃疡性结肠炎将会不同，因此对于每一个体需要调整治疗。情绪和心理支持是重要的。一些人将缓解，即当症状消失时的阶段，这持续数月或数年。然而，大多数患者的症状最终复发。疾病的这种不断改变的模式意味着人们常常不能告知何时治疗是有帮助的。一些溃疡性结肠炎患者有时需要医学护理，医生定期探望以检测病情。

[0406] 基于所得到的实验结果，包括在此申请中给出的那些实验结果，本发明的化合物和方法可以用于治疗溃疡性结肠炎患者。

[0407] 0. 克罗恩病

[0408] 已经尝试进行免疫抑制的另一种病症是克罗恩病。克罗恩病的症状包括肠炎症和肠狭窄与肠痿的发展；神经病常常伴随这些症状。抗炎药物，例如 5- 氨基水杨酸盐（例如美沙拉秦）或皮质类固醇是代表性的处方药，但是它们不是经常有效（综述于 Botoman 等, 1998）。以环孢菌素进行免疫抑制对抵抗或不耐受皮质类固醇的患者有时是有益的（Brynskov 等, 1989）。

[0409] 开发针对克罗恩病的诊断和治疗工具的努力集中在细胞因子的中心作用上（Schreiber, 1998 ; van Hogezaand 和 Verspaget, 1998）。细胞因子是小的分泌蛋白质或因子（5 至 20kd），它们对细胞-细胞相互作用、细胞间通讯或者其它细胞的行为具有特异性作用。细胞因子由淋巴细胞，特别是 T_H1 和 T_H2 淋巴细胞、单核细胞、肠巨噬细胞、粒细胞、上皮细胞和成纤维细胞产生（综述于 Rogler 和 Andus, 1998 ; Galley 和 Webster, 1996）。一些细胞因子是促炎性的（例如 $TNF-\alpha$ 、 $IL-1(\alpha$ 和 $\beta)$ 、 $IL-6$ 、 $IL-8$ 、 $IL-12$ 或白血病抑制因子 [LIF]）；其它的是抗炎症性的（例如 $IL-1$ 受体拮抗剂、 $IL-4$ 、 $IL-10$ 、 $IL-11$ 和 $TGF-\beta$ ）。然而，在某些炎症性疾病中存在重叠和功能重复。

[0410] 在克罗恩病的活化病例中，分泌入血液循环中的 $TNF-\alpha$ 和 $IL-6$ 的浓度增加，并且

粘膜细胞在局部过量产生 TNF- α 、IL-1、IL-6 和 IL-8(同上;Funakoshi 等,1998)。这些细胞因子可以对生理系统,包括骨发育、造血作用和肝、甲状腺以及神经精神功能产生广泛的作用。同样,已经在克罗恩病患者中观察到促炎 IL-1 β 占优的 IL-1 β /IL-1ra 比率失衡(Rogler 和 Andus,1998;Saiki 等,1998;Dionne 等,1998;见 Kuboyama,1998)。一项研究表明,在粪便样品中的细胞因子谱将是克罗恩病的有用诊断工具(Saiki 等,1998)。

[0411] 已经提出的对克罗恩病的治疗包括使用多种细胞因子拮抗剂(例如 IL-1ra)、抑制剂(例如 IL-1 β 转化酶和抗氧化剂的抑制剂)和抗细胞因子抗体(Rogler 和 Andus,1998;van Hogezaand 和 Verspaget,1998;Reimund 等,1998;Lugering 等,1998;McAlindon 等,1998)。具体而言,抗 TNF- α 的单克隆抗体已经在治疗克罗恩病中取得一些成功(Targan 等,1997;Stack 等,1997;van Dullemen 等,1995)。这些化合物可以用于与本公开化合物联合治疗。

[0412] 治疗克罗恩病的另一方法集中在至少部分地消灭将会触发炎症反应的细菌菌群上,并且代之以非致病性的菌群。例如,美国专利 5,599,795 公开了预防和治疗人患者克罗恩病的方法。他们的方法涉及到以至少一种抗生素和至少一种抗真菌剂将肠道灭菌以杀灭存在的菌群并且代之以不同的、选择的、良好表征的从正常人获取的细菌。Borody 教导了治疗克罗恩病的方法,其通过如下方式实现:通过灌洗至少部分地去除所存在的肠微生物菌群,并且代之以通过从无疾病人供体粪便接种物或者通过包含拟杆菌(*Bacteroides*)和大肠杆菌(*Escherichia coli*)物种的组合物引入的新细菌菌群(美国专利 5,443,826)。

[0413] 基于所得到的实验结果,包括在此申请中给出的那些实验结果,本发明的化合物和方法可以用于治疗克罗恩病患者。

[0414] P. 系统性红斑狼疮

[0415] 引起自身免疫病例如系统性红斑狼疮的原因也是未知的。系统性红斑狼疮(SLE)是自身免疫性风湿病,其表征为免疫抗体和免疫复合物在组织中的沉积,从而导致组织损伤(Kotzin,1996)。与自身免疫病如 MS 和 1 型糖尿病相比,SLE 可能直接涉及多个器官系统,并且临床表现多样且可变(综述于 Kotzin 和 O' Dell,1995)。例如,一些患者主要出现皮疹和关节痛,表现自行缓解并且需要少的药物治疗。在症状幅度范围的另一端是具有严重和渐进性肾累及的患者,这需要以高剂量的类固醇和细胞毒性药物如环磷酰胺治疗(Kotzin,1996)。

[0416] SLE 的血清学标志和可用的主要诊断检验是抗细胞核组分如双链 DNA(dsDNA)、单链 DNA(ss-DNA)和染色质的 IgG 抗体水平升高。在这些自身抗体中,抗 dsDNA 抗体 IgG 在狼疮肾小球肾炎(GN)发展中起着主要作用(Hahn 和 Tsao,1993;Ohnishi 等,1994)。肾小球肾炎是严重的疾病,其中肾脏血液净化肾小球的毛细血管壁因为肾小球基膜在上皮侧的增生而变厚。疾病常常是慢性的和渐进性的,并且最终会导致肾衰竭。

[0417] 基于所得到的实验结果,包括在此申请中给出的那些实验结果,本发明的化合物和方法可以用于治疗 SLE 患者。

[0418] Q. 肠易激惹综合征

[0419] 本发明的化合物和方法可以用于治疗肠易激惹综合征(IBS)患者。IBS 是标症为腹部疼痛和改变的肠排便习惯的功能性疾病。该综合征可开始于年轻的成人并且可与明显的残疾有关。该综合征不是单一的病症。而是在主要症状腹泻、便秘或疼痛基础上描述为

IBS 亚型。在缺乏“报警”症状如发热、体重减轻和胃肠出血的情况下，需要有限的病情检查。一旦做出了 IBS 诊断，整体的治疗方法可有效地减轻症状的严重性。IBS 是常见病，虽然其患病率不同。一般而言，IBS 影响约 15% 的美国成人并且在女性中的发病率常常比男性高大约 3 倍 (Jailwala 等, 2000)。

[0420] IBS 导致每年有 240 万和 350 万之间的人就诊。它不但是肠胃科医生看到的最常见的疾病，还是初级保健医生看到的最常见的胃肠疾病 (Everhart 等, 1991 ;Sandler, 1990)。

[0421] IBS 还是一个花费高的疾病。与没有肠症状的人相比，患 IBS 的人丧失 3 倍时间的工作日并且更可能打报告因患病而不能工作 (Drossman 等, 1993 ;Drossman 等, 1997)。此外，患 IBS 的那些患者比无肠病症的人在医疗费用上多花费数百美元 (Talley 等, 1995)。

[0422] 没有特异的异常情况解释腹部疼痛的加重和消除以及 IBS 患者所经历的改变的肠排便习惯。IBS 的演变理论表明在脑 - 肠轴的多个水平存在失调。运动障碍、内脏超敏感性、中枢神经系统 (CNS) 的异常调节和感染均被涉及。此外，心理因素起着重要的修改作用。长期以来考虑异常的肠运动是 IBS 发病机制中的因素。已经证明膳食通过小肠的通过时间在患有腹泻占优 IBS 的患者中比便秘占优或者疼痛占优亚型患者中的短 (Cann 等, 1983)。

[0423] 已经报导，在对禁食过程中小肠的研究中，IBS 患者中存在不连续的、丛集收缩和持续长时间的播散收缩两者 (Kellow 和 Phillips, 1987)。他们还经历比健康人更频繁的带有不规则收缩的疼痛 (Kellow 和 Phillips, 1987 ;Horwitz 和 Fisher, 2001)。

[0424] 这些运动性上的发现不能解释 IBS 患者中的整个综合症状；事实上，这些患者中的大多数没有可证明的异常情况 (Rothstein, 2000)。IBS 患者对内脏疼痛敏感性增加。包括直肠乙状结肠囊膨胀的研究已经表明，在比对照受试者低的多的压力和体积下，IBS 患者经历疼痛和胃气胀 (Whitehead 等, 1990)。这些患者对身体刺激保持正常的知觉。

[0425] 已经提出多个理论解释该现象。例如，内脏中的感受器会响应膨胀或管腔内的内容物而增加敏感性。脊髓背侧角中的神经元会具有增加的兴奋性。此外，可能牵涉 CNS 感觉过程的改变 (Drossman 等, 1997)。最近的功能性磁共振成像研究已经证明，与对照受试者相比，IBS 患者响应疼痛性直肠刺激而增加前扣带皮质的活化 (Mertz 等, 2000)。

[0426] 逐渐地，有证据表明在感染性肠炎和后来的 IBS 发展具有相关性。炎症性细胞因子会起作用。在对具有确定细菌性胃肠炎病史的患者的调查中 (Neal 等, 1997)，25% 患者报告有肠排便细胞的持续性改变。症状的持久性源于在急性感染时的心理应激 (Gwee 等, 1999)。

[0427] 最近资料表明，细菌在小肠中的过量生长会在 IBS 症状中起作用。在一项研究中 (Pimentel 等, 2000)，在指定进行氢呼吸试验的 202 名 IBS 患者中有 157 名患者 (78%) 的试验结果是细菌过度生长阳性。在接受补充试验的 47 名受试者当中，25 名受试者 (53%) 报告随着抗生素治疗症状（即腹部疼痛和腹泻）改善。

[0428] IBS 可呈现出广范围的症状。然而，腹部疼痛和改变的肠排便习惯仍然是主要特征。虽然腹部不适的严重性和位置有很大差别，但是腹部不适常常被描述为痉挛性质病且位于左下象限。患者会报告有腹泻、便秘或腹泻与便秘的交替性发作。腹泻症状有代表性地描述为少量的稀便，并且粪便有时伴随着粘液性排出物。患者还报告有胃气胀、便急、不完全排空和腹胀。上胃肠道症状，例如胃食管反流、消化不良或恶心也可能出现 (Lynn 和

Friedman, 1993)。

[0429] 症状的持续时间不是进一步检验的指征；它是 IBS 的特征并且其自身综合症的预期症状。更加深入的诊断评价指示出症状正恶化或改变的患者。对于进一步检验的指征也包括报警症状的存在、50 岁后的症状发作和结肠癌家族病史。检验可包括结肠镜检查、腹部和骨盆的计算机断层成像以及小肠或大肠的钡研究。

[0430] R. 干燥综合征

[0431] 本发明的化合物和方法可以用于治疗 SS 患者。原发性干燥综合征 (SS) 是慢性的、缓慢渐进性的全身性自身免疫病,其主要影响中年妇女 (女性与男性的比例为 9 :1),但是可以在所有年龄包括儿童中观察到该病 (Jonsson 等, 2002)。其表征为外分泌腺的淋巴细胞性浸润和破坏,外分泌腺被单核细胞,包括 CD4+、CD8+ 淋巴细胞和 B 细胞浸润 (Jonsson 等, 2002)。此外,在 1/3 的患者中观察到腺外 (全身性) 表现 (Jonsson 等, 2001)。

[0432] 腺体的淋巴细胞浸润是渐进性的特征 (Jonsson 等, 1993), 当广泛浸润之后会取代大部分的器官。有趣的是, 在一些患者中, 在唾液腺中的腺体浸润非常类似于异位淋巴细胞微结构 (命名为生发中心) (Salomonsson 等, 2002 ;Xanthou 等, 2001)。在 SS 中, 异位 GC 被定义为具有滤泡树突细胞和活化内皮细胞网络的增殖细胞的 T 细胞和 B 细胞团块。在靶组织中形成的这些 GC 样结构也描绘出产生自身抗体 (抗 Ro/SSA 和抗 La/SSB) 的功能特性 (Salomonsson 和 Jonsson, 2003)。

[0433] 在其它全身性自身免疫病中, 例如 RA, 已经鉴定出对于 GC 而言至关重要的因子。证明具有 GC 的类风湿性滑膜组织产生趋化因子 CXCL13、CCL21 和淋巴毒素 (LT)- β (在滤泡中心和外套层 B 细胞中检测到)。对这些分析物的多变量回归分析鉴定出 CXCL13 和 LT- β 作为预测类风湿滑膜炎中 GC 的唯一的细胞因子 (Weyand 和 Goronzy, 2003)。最近证明, 唾液腺中的 CXCL13 和 CXCR5 在通过招募 B 细胞和 T 细胞的炎症过程的起着本质的作用, 因此促进了 SS 中淋巴细胞再生和异位 GC 形成 (Salomonsson 等, 2002)。

[0434] S. 银屑病

[0435] 本发明的化合物和方法可以用于治疗银屑病患者。银屑病是慢性的皮肤脱皮和炎症疾病,其影响 2% 至 2.6% 的美国人, 或者 580 万和 750 万之间的人。虽然疾病发生于所有年龄组, 但是其主要影响成人。在男性和女性之间大体相等。当皮肤细胞从皮肤表面之下的起源处快速升起并且在它们具有成熟的机会之前积累在表面上时发生银屑病。通常, 这种移动 (也称作更新) 需要大约 1 个月, 但是在银屑病中其仅在几天内发生。在其典型的形式中, 银屑病导致产生厚的红色 (发炎的) 的外覆银色鳞屑的皮肤片。这些片有时也称作斑, 常常发痒或感觉疼痛。它们最常出现在肘、膝、腿的其它部分、头皮、下背部、面部、掌和足底, 但是它们也发生于身体任何部位的皮肤上。疾病还可影响指甲、脚趾甲和生殖器和口腔内的软组织。虽然对于受累关节周围的皮肤通常裂开, 但是近似 100 万的银屑病患者经历关节的炎症, 产生关节炎症状。该疾病称作银屑病关节炎。

[0436] 银屑病是免疫系统, 特别是涉及称作 T 细胞白细胞类型的免疫系统驱使的皮肤病症。正常情况下, T 细胞帮助保护肌体抵抗感染和疾病。以银屑病为例, T 细胞错误地起作用 and 变成如此的活跃以致于它们触发其它免疫反应, 这导致炎症和皮肤细胞的快速更新。在约 1/3 的病例中, 具有银屑病的家族病史。研究者已经研究了大量的银屑病累及家族并且鉴定出与疾病关联的基因。患银屑病的人会注意到他们的皮肤恶化然后改善的时间。导

致发红的情况包括感染、应激和使皮肤干燥的气候变化。同样地，一些药物，包括高血压处方药锂和 β 阻断剂会触发疾病的爆发或恶化。

[0437] T. 感染性疾病

[0438] 本公开的化合物可以用于治疗感染性疾病，包括病毒感染和细菌感染。如上所述，此类感染可以与严重的局部或全身炎症反应相关。例如，流行性感冒会产生严重的肺炎症，并且细菌感染会导致全身高炎症反应，包括多样炎症性细胞因子的过度产生，这是脓毒病的标志。此外，本发明的化合物可以用于直接抑制病毒病原体的复制。先前研究已经证明，相关的化合物例如 CDDO 可以抑制 HIV 在巨噬细胞中的复制 (Vazquez 等, 2005)。其它研究已经表明，NF- κ B 信号途径的抑制会抑制流行性感冒病毒的复制，并且环戊烯酮前列腺素会抑制病毒复制 (例如 Mazur 等, 2007 ;Pica 等, 2000)。

[0439] V. 药物制剂和施用途径

[0440] 本公开的化合物可以通过多种方法施用，例如经口或者通过注射 (例如皮下、静脉内、腹膜内等)。依赖于施用的途径，可将活性化合物在材料中包被，以保护化合物不被酸和会将化合物失活的其它天然条件作用。它们还可以通过疾病或创伤部位的连续灌流 / 灌注施用。

[0441] 为了通过除肠胃外施用方式之外的方式施用治疗化合物，有必要将化合物或者共施用化合物以保护它们不失活的材料包被。例如，治疗化合物可以在适当的载体如脂质体或稀释剂中向患者施用。可药用稀释剂包括盐和水性缓冲液。脂质体包括水包油包水 CGF 乳液以及常规的脂质体 (Strejan 等, 1984)。

[0442] 治疗化合物还可以经肠胃外、腹膜内、脊柱内或大脑内施用。可以在甘油、液体聚乙二醇及其混合物中和在油中制备分散液。在常规的储存和使用条件下，这些制剂会包含防腐剂以阻止微生物生长。

[0443] 适宜可注射使用的药物组合物包括无菌水溶液 (当为水可溶性时) 或分散液以及用于临时制备无菌的可注射溶液或分散液的无菌散剂。在所有情况下，组合物必须是无菌的并且必须是存在可容易注射程度的流体。它必须是在制造和储存条件下稳定的并且必须进行防腐处理以防止微生物如细菌和真菌的污染作用。载体可以是溶剂或分散运载体，包括例如水、乙醇、多元醇 (例如甘油、丙二醇和液体聚乙二醇等等)、它们的适宜混合物和植物油。可以通过使用包被例如卵磷脂、通过维持所需要的颗粒大小 (在分散剂的情况下) 和通过使用表面活性剂维持适当的流动性。防止微生物的作用可以通过多种抗菌剂和抗真菌剂，例如对羟基苯甲酸酯、三氯叔丁醇、苯酚、抗坏血酸、硫柳汞等等实现。在许多情况下，在组合物中包括等渗剂如糖、氯化钠或多元醇例如甘露醇和山梨糖醇将更好。延长可注射组合物的吸收可以通过在组合物中包含延缓吸收的试剂如单硬脂酸铝或明胶实现。

[0444] 无菌可注射溶液可如下制备，即将适当溶剂中的所需量治疗化合物与所需要的上述成分中一种或组合混合，然后过滤除菌。通常，分散剂通过将治疗化合物混合入无菌载体中制备，其中所述无菌载体包含基本的分散运载体和需要的来自上面所列举的其他成分。以用于制备无菌可注射溶液的无菌散剂为例，优选的制备方法是真空干燥和冷冻干燥，这样可获得活性成分 (即治疗化合物) 加上来自其先前无菌过滤溶液的任何额外预期成分的散剂。

[0445] 治疗化合物可以经口施用，例如，与惰性稀释剂或可同化的可食载体一起。治疗化

合物和其他成分还可以包封在硬壳或软壳明胶胶囊中,压制在片剂中或者直接掺入到受试者食物中。对于口服治疗施用,治疗化合物可以与赋形剂混合并且以可吸收片剂、颊含片、锭剂、胶囊剂、酞剂、混悬剂、糖浆剂、扁囊剂等等形式使用。当然,治疗化合物在组合物和制剂中的百分数是可变的。治疗化合物在此类治疗用途组合物中的量如此,以致于将得到适宜的剂量。

[0446] 特别有利的是配制成容易施用和剂量均一的单位剂量形式的肠胃外组合物。如本文所使用,剂量形式指适宜作为用于待治疗受试者的单一剂量的物理不连续单位;每一单位包含经计算产生预期治疗效果的预定量的治疗化合物以及与之结合的所需要的药物载体。对于本发明的剂量单位形式的规格决定于并直接依赖于(a)治疗化合物的独特特征和待实现的特定治疗效果,和(b)本领域中将用于治疗所选择患者疾病的此类治疗化合物进行化合的固有局限性。

[0447] 治疗化合物还可以局部施用至皮肤、眼或粘膜。备选地,如果希望局部递送至肺,则治疗化合物可以吸入干粉末或气溶胶制剂施用。

[0448] 活性化合物以足以治疗与患者病症相关病症的治疗有效量施用。“治疗有效量”优选地与未治疗受试者相比减少感染患者疾病症状的总数至少约20%、更优选至少约40%、甚至更优选至少约60%并且仍更优选至少约80%。例如,化合物的功效可以在动物模型系统如实施例和附图中所示模型系统中评估,所述动物模型系统可预测治疗人疾病的功效。

[0449] 向受试者施用的本公开化合物或包含本公开化合物的组合物的实际剂量可以通过物理因素和生理因素如年龄、性别、体重、疾病的严重性、待治疗疾病的类型、先前或并行的治疗措施、受试者的特发症和施用途径确定。这些因素可以由熟练的技术人员确定。负责施用的从业者将有代表性地确定组合物中一种或多种活性成分的浓度和个体受试者的一个或多个适宜剂量。如果发生了任何并发症,各个医生可调整剂量。

[0450] 在持续一天或数天的每天一次或多次剂量施用,有效量有代表性地会从约0.001mg/kg至约1000mg/kg、从约0.01mg/kg至约750mg/kg、从约100mg/kg至约500mg/kg、从约1.0mg/kg至约250mg/kg、从约10.0mg/kg至约150mg/kg变化(当然取决于施用模式和上述因素)。其它适宜的剂量范围包括1mg至10,000mg/天、100mg至10000mg/天、500mg至10000mg/天和500mg至1000mg/天。在一些特定实施方案中,数量小于10,000mg/天,幅度范围为750mg至9,000mg/天。

[0451] 有效量可以小于1mg/kg/天、小于500mg/kg/天、小于250mg/kg/天、小于100mg/kg/天、小于50mg/kg/天、小于25mg/kg/天或者小于10mg/kg/天。备选地是1mg/kg/天至200mg/kg/天的范围。例如,对于糖尿病患者的治疗,剂量单位可以是与未治疗受试者相比减少血液葡萄糖至少40%的量。在另一实施方案中,单位剂量是减少血液葡萄糖至非糖尿病受试者血液葡萄糖水平 $\pm 10\%$ 水平的量。

[0452] 在其它非限定性实例中,剂量还可以包括从每次施用约 $1\mu\text{g/kg/体重}$ 、约 $5\mu\text{g/kg/体重}$ 、约 $10\mu\text{g/kg/体重}$ 、约 $50\mu\text{g/kg/体重}$ 、约 $100\mu\text{g/kg/体重}$ 、约 $200\mu\text{g/kg/体重}$ 、约 $350\mu\text{g/kg/体重}$ 、约 $500\mu\text{g/kg/体重}$ 、约 1mg/kg/体重 、约 5mg/kg/体重 、约 10mg/kg/体重 、约 50mg/kg/体重 、约 100mg/kg/体重 、约 200mg/kg/体重 、约 350mg/kg/体重 、约 500mg/kg/体重 至约 $1,000\text{mg/kg/体重}$ 或更高,可从其中导出的任何范围。在从上面所列数值所导出范围的非限定性实例中,基于上述数值可以施用约 5mg/kg/体重 至约 100mg/kg/体重 ,约

5 μ g/kg/ 体重至约 500mg/kg/ 体重等的范围。

[0453] 在某些实施方案中,本公开的药物组合物可以包括如至少约 0.1% 的本公开化合物。在另外的实施方案中,本公开的化合物可以包括约 2% 至约 75% 间的重量单位或者约 25% 至约 60% 间的重量单位,和可从中导出的任何范围的重量的重量单位。

[0454] 考虑了试剂的单个剂量或多次剂量。对于多次剂量递送的预期时间间隔可由本领域普通技术人员至多采用常规试验确定。例如,受试者可以以近似 12 小时的间隔每日施用两次剂量。在一些实施方案中,试剂每天施用一次。

[0455] 一种或多种试剂可以以常规时间表施用。如本文所使用,常规时间表指预先设定的时间阶段。常规计划表可以包括在长度上相同或者不同的时间阶段,只要时间表是预设的即可。例如,常规时间表可以包括如下每天两次、每天一次、每两天一次、每三天一次、每四天一次、每五天一次、每六天一次、每周一次、每月一次或者它们当中数天或数周的任何设定数值施用。备选地,预定的常规时间表可以包括在第一周每天两次施用,接着的数月内每天一次等。在另外的实施方案中,本发明提供了,一种或多种试剂可以经口摄入并且其时限依赖于或不依赖于食物摄入。因此,例如,试剂可以每天早上和 / 或每天晚上摄入,而不管何时受试者进食或将进食。

[0456] VI. 联合治疗

[0457] 除了用作单一治疗剂之外,本公开化合物还可以用于联合治疗中。有效的联合治疗可以使用单一组合物或包含两种试剂的药物制剂,或者同时使用两种不同的组合物或制剂实现,其中一组合物包括本公开的化合物,并且另一种包括一种或多种第二试剂。备选地,治疗可以以数分钟至数月的间隔先于或后于其它试剂治疗。

[0458] 可以采用多种组合,例如当本公开的化合物是“A”并且“B”表示第二试剂时,其非限定性实例描述如下:

[0459] A/B/A B/A/B B/B/A A/A/B A/B/B B/A/A A/B/B/B B/A/B/B

[0460] B/B/B/A B/B/A/B A/A/B/B A/B/A/B A/B/B/A B/B/A/A

[0461] B/A/B/A B/A/A/B A/A/A/B B/A/A/A A/B/A/A A/A/B/A

[0462] 向患者施用本公开化合物将遵循药物施用的一般方案,如何存在的话将药物的毒性考虑进去。预期治疗周期将根据需要重复。

[0463] β 干扰素将是适宜的第二试剂。存在帮助调节免疫系统的人细胞因子来源的药物。它们包括干扰素 β -1b 和干扰素 β -1a。FDA 已经批准 Betaseron 用于复发继发进展型 MS。此外,FDA 已经批准了数种 β -干扰素用作治疗剂,来治疗已经经历了证明为多发性硬化的单次发作的患者和可能处于进一步发作风险并发展成明确 MS 的患者。例如,当脑的 MRI 扫描显示有预测向明确 MS 转变高风险的损害时,表明有 MS 风险。

[0464] 醋酸格拉替雷是可以在联合治疗中使用的第二试剂的另一个实例。格拉替雷目前用于治疗复发缓解型 MS。其由在髓磷脂中发现的四种氨基酸组成。据报导,该药物刺激机体免疫反应中的 T 细胞以从有害的促炎试剂改变成在损害部位减轻炎症的有益抗炎性试剂。

[0465] 另一个潜在的第二试剂是米托蒽醌,这是用于许多癌症的化学治疗药物。该药物也经 FDA 批准用于治疗攻击形式的复发缓解型 MS,以及某些形式的进展型 MS。有代表性地,

其以每三个月一次静脉内给药。该药物是有效的,但是因心脏毒性而受限制。诺肖林已经被 FDA 批准用于继发进展型、进展-复发型和恶化复发-缓和型 MS。

[0466] 另一个潜在的第二试剂是那他珠单抗。通常,那他珠单抗通过阻断免疫细胞向脑血管的附着而起作用,因此降低免疫细胞在脑神经元上的炎症性作用,免疫细胞向脑血管的附着是免疫细胞进入脑的必须步骤。已经证明,那他珠单抗明显降低复发型 MS 患者中的发作频率。

[0467] 以复发缓解型 MS 为例,可以向患者静脉内施用皮质类固醇,例如甲基泼尼松龙作为第二试剂以更快地结束攻击并留下更少的持续性缺乏。

[0468] 可以用于与本公开化合物联合使用的、用于 MS 的其它常用药物包括免疫抑制药,例如硫唑嘌呤、克拉屈滨和环磷酰胺。

[0469] 考虑了其它抗炎性试剂可以用于与本发明的治疗剂联合使用。可以使用其它 COX 抑制剂,包括芳基羧酸(水杨酸、乙酰基水杨酸、二氟尼柳、三水杨酸胆碱镁、水杨酸盐、扑炎痛、氟芬那酸、甲芬那酸、甲氯芬那酸和 triflumic acid)、芳基链烷酸(双氯芬酸、芬氯酸、阿氯芬酸、芬替酸、布洛芬、氟比洛芬、酮洛芬、萘普生、非诺洛芬、芬布芬、舒洛芬、吲哚洛芬、噻洛芬酸、苯噻洛芬、吡洛芬、托美丁、佐美酸、clopinac、吲哚美辛和舒林酸)和烯醇酸(保泰松、羟布宗、阿扎丙宗、非普拉宗、吡罗昔康和伊索昔康。参见例如美国专利 6,025,395。

[0470] 组胺 H2 受体封闭剂也可用于与本发明的化合物联合使用,包括西咪替丁、雷尼替丁、法莫替丁和尼扎替丁。

[0471] 还考虑了用于治疗阿尔茨海默病和其它疾病的乙酰胆碱酯酶抑制剂治疗与本公开化合物联合使用,乙酰胆碱酯酶抑制剂如他克林、多奈哌齐、美曲膦酯和里斯的明。一旦批准即可使用的所开发的其它乙酰胆碱酯酶抑制剂包括里斯的明和美曲膦酯。乙酰胆碱酯酶抑制剂通过降低乙酰胆碱被胆碱酯酶的破坏增加神经末梢处神经递质乙酰胆碱的量。

[0472] MAO-B 抑制剂如司来吉兰可用于与本发明的化合物联合使用。司来吉兰用于帕金森病并且不可逆地抑制 B 型单胺氧化酶(MAO-B)。单胺氧化酶是使单胺神经递质去甲肾上腺素、血清紧张素和多巴胺失活的酶。

[0473] 据报导对于治疗或预防帕金森病、阿尔茨海默病、多发性硬化、肌萎缩性侧索硬化症、类风湿性关节炎、炎症性肠病和其发病机制据信涉及一氧化氮(NO)或前列腺素任一个过度产生的所有其它疾病有益的食物和营养补充剂,例如乙酰基-L-肉碱、二十八烷醇、月见草油、维生素 B6、酪氨酸、苯丙氨酸、维生素 C、L-多巴或数种抗氧化剂组合可以用于与本发明化合物联合使用。

[0474] 对于癌症的治疗或预防,本发明的化合物可以与一种或多种下列治疗剂联合使用:放射、化学治疗剂(例如细胞毒性剂如蒽环类、长春新碱、长春碱、靶向微管的试剂如紫杉醇和多西他塞、5-FU 和相关试剂、顺铂和其它包含铂的化合物、伊立替康和拓扑替康、吉西他滨、替莫唑胺等)、靶向治疗剂(例如伊马替尼、硼替佐米、贝伐单抗、利妥昔单抗)或者设计成促进增强的靶向癌细胞的免疫反应的疫苗治疗剂。

[0475] 对于自身免疫病的治疗或预防,本发明的化合物可以与下列一种或多种药物联合使用:皮质类固醇、甲氨蝶呤、抗 TNF 抗体、其它的 TNF-靶向蛋白治疗剂和 NSAID。对于心血管病的治疗或预防,本发明的化合物可以与抗血栓治疗剂、抗胆固醇治疗剂例如他汀类

(例如托伐他汀)和手术介入例如支架或冠状动脉旁路移植联合使用。对于骨质疏松症的治疗,本发明的化合物可以与抗吸收剂如双磷酸盐类或合成代谢治疗剂如特立帕肽或甲状旁腺激素联合使用。对于神经精神病的治疗,本发明的化合物可以与抗抑郁药(例如丙咪嗪或SSRI如氟西汀)、抗精神病剂(例如奥氮平、舍吲哚、利培酮)、情绪稳定剂(例如锂、丙戊酸半钠)或其它标准试剂如抗焦虑剂联合使用。对于神经障碍的治疗,本发明的化合物可以与抗惊厥药(例如丙戊酸半钠、加巴喷丁、苯妥英、卡马西平和托吡酯)、抗血栓剂(例如组织纤维蛋白溶酶原激活剂)或镇痛药(例如鸦片、钠通道阻断剂和其它抗疼痛感受药)联合使用。

实施例

[0476] 包括下列实施例以说明本发明的优选实施方案。本领域技术人员应该认识到,附随实施例中公开的技术代表着本发明人公开的、在实施本发明中良好工作的技术,并且因此可以认为构成本发明实施的优选模式。然而,本领域技术人员将意识到,依据本公开,可以在不脱离本发明精神和范围情况下在所公开特定实施方案中做出许多改变,并且仍然能得到相同或类似结果。

[0477] 实施例 1- 方法和材料

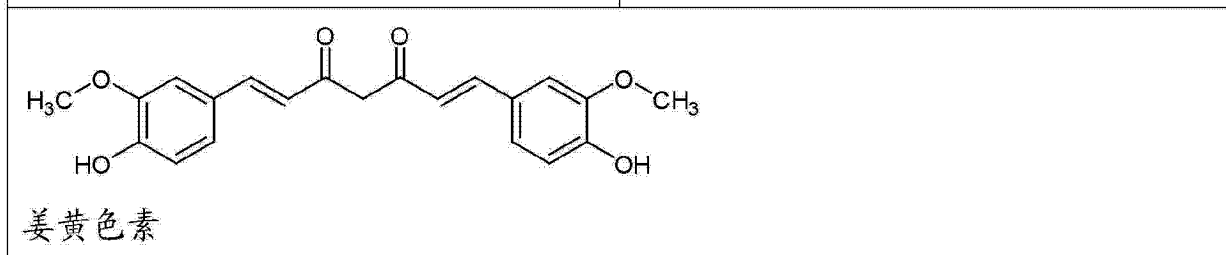
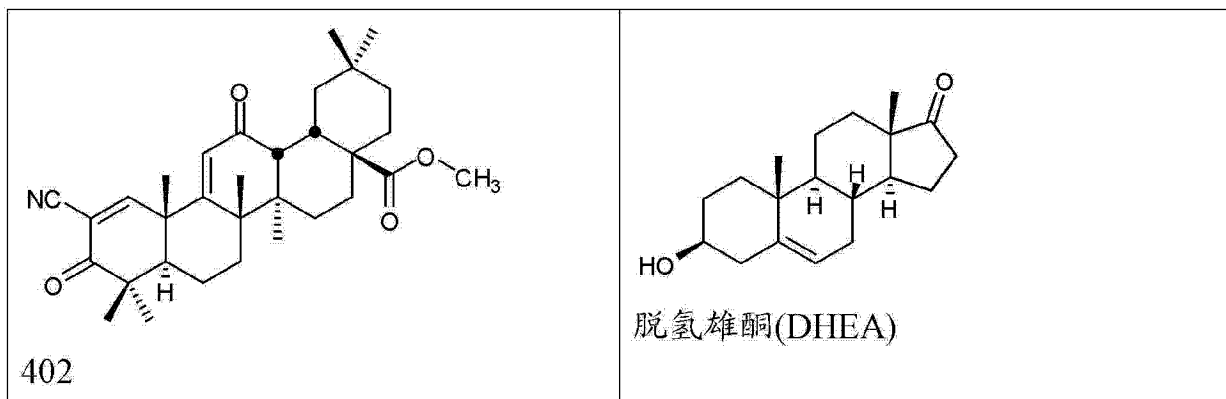
[0478] 一氧化氮产生和细胞生存力。将 RAW264.7 巨噬细胞用 DMSO 或药物预处理 2 小时,然后用重组小鼠 IFN γ (Sigma) 处理 24 小时。使用 Griess 试剂系统 (Promega) 测定培养基中的 NO 浓度。使用 WST-1 试剂 (Roche) 测定细胞生存力。

[0479] iNOS 诱导 qPCR。RAW264.7 小鼠巨噬细胞用所示浓度的化合物预处理 2 小时,然后用 10ng/ml IFN γ 刺激另外的 2 小时。iNOS 的 mRNA 水平通过 qPCR 定量并且相对于经媒介物处理的 IFN γ 刺激的样品的显示,经媒介物处理的 IFN γ 刺激的样品的数值被标准化为数值 1。数值是一式两份且每份三个复孔的 PCR 反应的平均值。

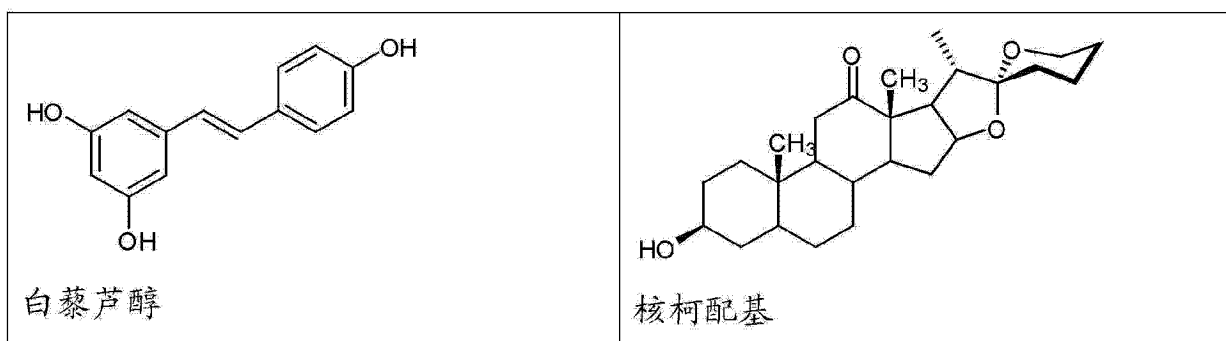
[0480] iNOS 诱导 Western 印迹。RAW264.7 细胞用所示的化合物预处理 2 小时,然后用 10ng/ml IFN γ 刺激另外的 24 小时。通过免疫印迹测定 iNOS 蛋白质水平。肌动蛋白用作上样对照。

[0481] 比较化合物。在一些实验中(例如图 17、18),本发明的化合物与其它合成的三萜系化合物和天然产物,例如此处显示的那些相比较:

[0482]



[0483]

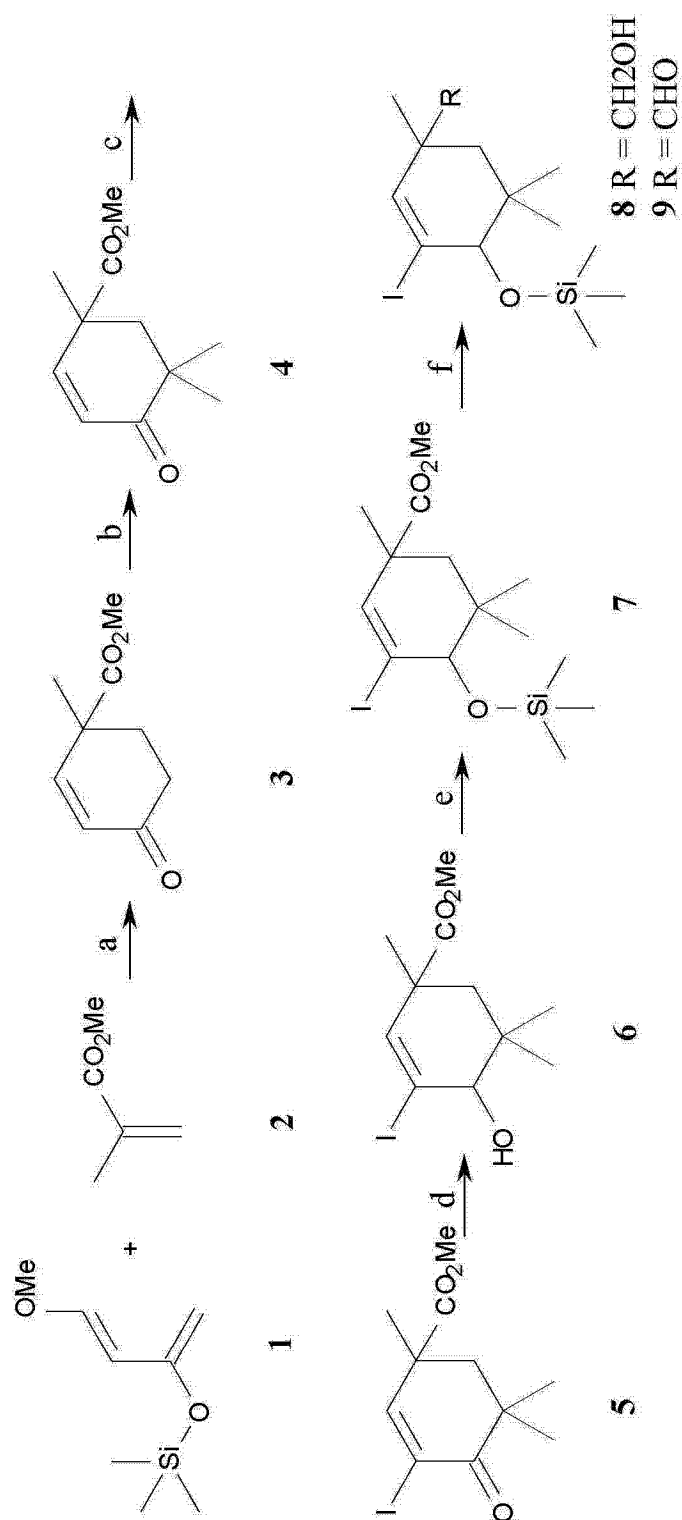


[0484] 化合物 402 可以根据 Honda 等, (1998), Honda 等, (2000b), Honda 等, (2002), Yates 等, (2007), 和美国专利号 6, 326, 507 和 6, 974, 801 教导的方法制备, 其通过引用并入本文。

[0485] 实施例 2- 某些包含抗炎药效团的天然产物的合成

[0486] 姜黄色素类似物 C0008、C0009 和 C0010 如下面方案 1-3 所述合成。

[0487]



方案 1

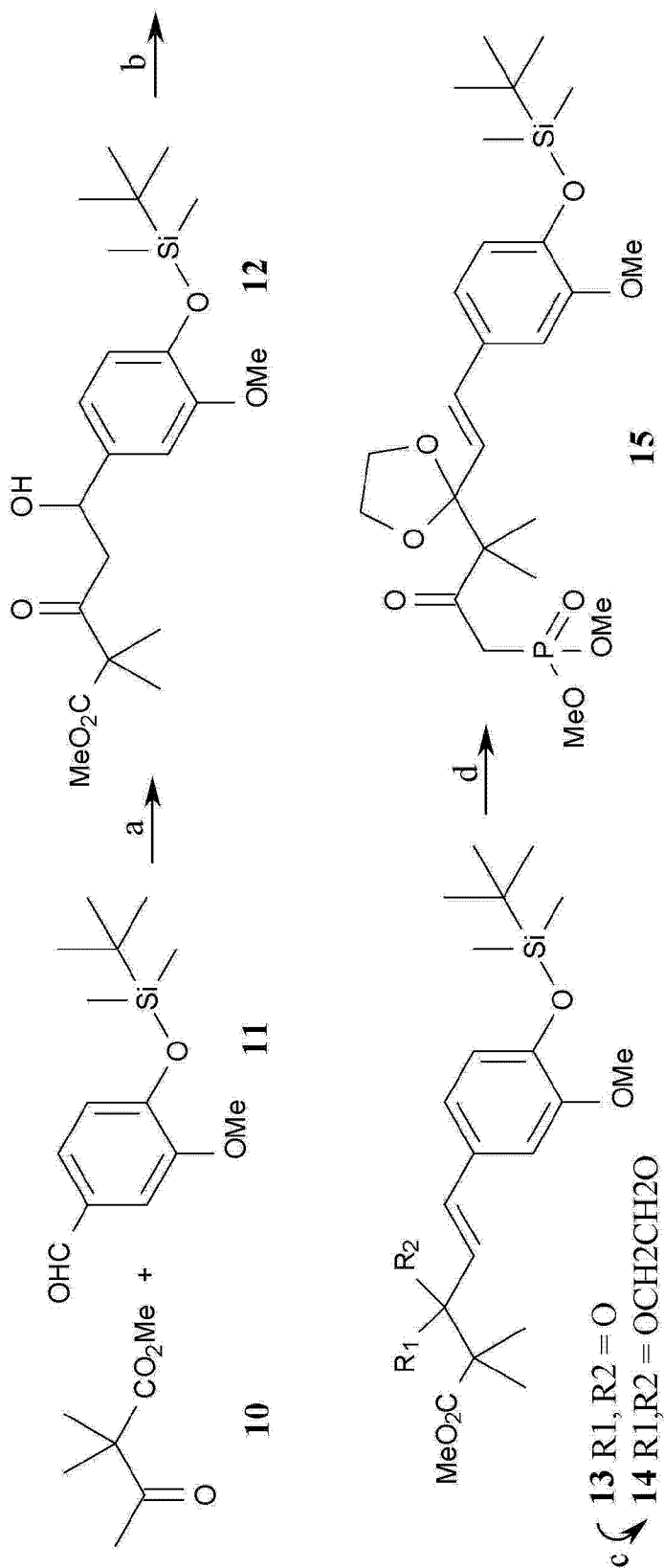
[0488] 方案 1 的试剂和条件:(a) 130 °C, 16h, 68%; (b) (i) LHMDs, MeI, -78 °C 至室温, 3h; (ii) LHMDs, MeI, -78 °C 至室温, 3h, 71%; (c) I₂, 50 °C, 24h, 95%; (d) NaBH₄, CeCl · 7H₂O, 0 °C, 1.5h, 80%; (e) TMSCl, 咪唑, 0 °C, 1h, 95%; (f) (i) DIBAL-H, -78 °C, 1h; (ii) DMP, 室温,

20min, 85%。

[0489] 如方案 1 中所示, 使用 Danishefsky 等, 1979 所报导方法的改良方法, 通过化合物 1 和 2 的 Diels-Alder 反应制备化合物 3 (68%)。在引入偕二甲基得到化合物 4 (71% 收率) 之后, 产生碘乙烯 5 (95% 收率)。烯酮被还原成烯丙型醇 6 并且被保护得到 TMS 醚 7 (对于两个步骤收率为 80%)。然后在两个步骤中甲基酯 7 被转变成醛 9 (91% 收率)。

[0490]

方案 2



[0491] 方案 2 的试剂和条件:(a)LDA, -78 °C 至 0 °C, 2.5h, 70 % ;(b)Et₃N, MsCl, 0 °C, 30min, 81 % ;(c) (i) 乙二醇, TsOH, 110 °C, 4h ;(ii) TBSCl, 咪唑, 室温 43 % ;(d) BuLi, 甲基膦

酸二甲酯, -78°C 至室温, 91%。

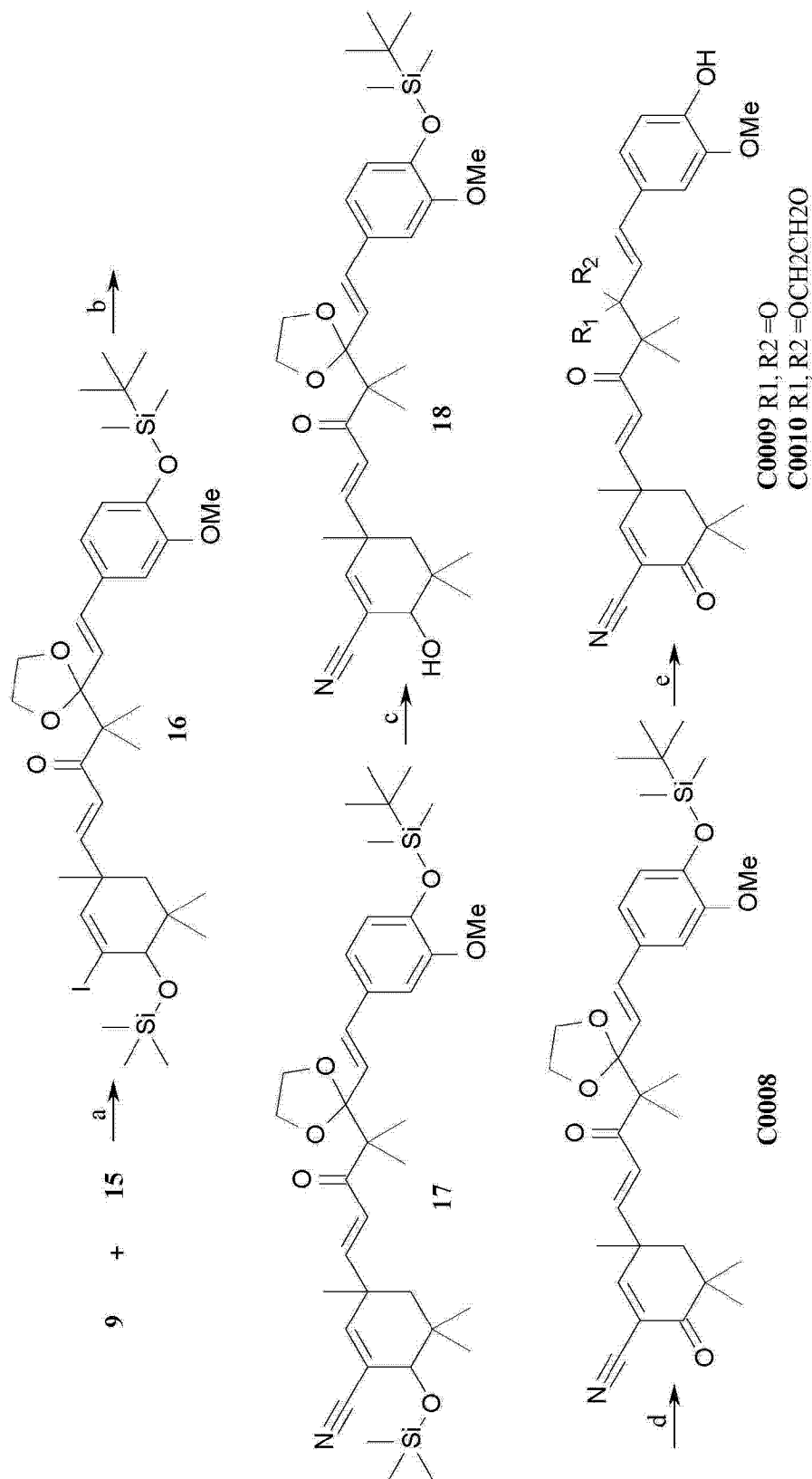
[0492] 化合物 12 (70%) 从酮 10 和醛 11 的醇醛缩合得到 (Cardona 等, 1986) (方案 2)。化合物 12 转变成甲磺酸酯, 其被原位去除得到化合物 13 (81% 收率)。在将烯酮保护成缩酮 (43%) 之后, 甲基酯被转变成磷酸二甲酯 15, 收率极佳 (91%)。

[0493] 将上面得到的化合物 15 和化合物 9 缩合并转变成靶标姜黄色素类似物 (下面的方案 3)。首先使用 NaHMDS 作为碱尝试磷酸酯 15 和醛 9 之间的 Homer-Wadsworth-Emmons 反应。没有观察到反应, 这最可能是因为 9 的位阻。使用 Roush 等, 1984 (DIPEA/LiCl) 开发的方案, 反应缓慢进行得到化合物 16, 28% 收率。然后碘乙烯 16 用通过 $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$ 催化的 $\text{Zn}(\text{CN})_2$ 处理 (Wu 等, 1999), 并且得到氰化物 17 (68%)。在去除 TMS 保护基并氧化之后, 得到化合物 C0008 (从 17 计算收率为 76%)。

[0494] C0008 是产生 C0009 和 C0010 两者的原材料 (下面的方案 3)。当 C0008 以 6N HCl (aq) 处理时, 得到完全去保护的化合物 C0009 (88%)。当 C0008 以 TBAF 处理时, 得到苯酚 C0010, 收率为 63%。

[0495]

方案 3

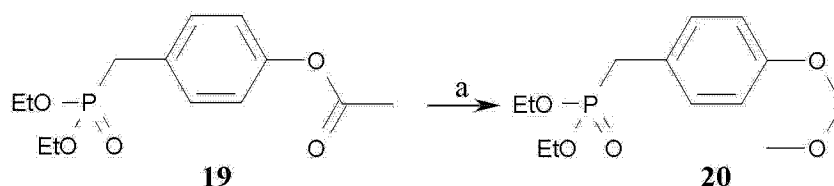


[0496] 方案 3 的试剂和条件:(a)DIPEA, LiCl, 60 °C, 20h, 28%; (b) Zn(CN)₂, Pd(PPh₃)₄, 80 °C, 20min, 68%; (c) TsOH, 室温, 30min, 99%; (d) DMP, 室温, 1h, 77%; (e) 6N HCl (aq), 室

温, 14h, 88% (对于 C0009); TBAF, 室温, 10min, 63% (对于 C0010)。

[0497] 方案 4

[0498]

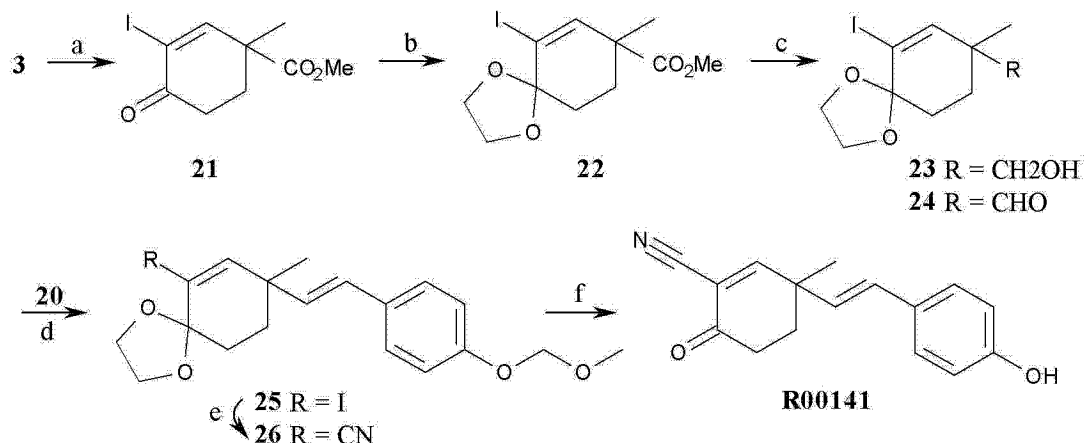


[0499] 方案 4 的试剂和条件: (a) (i) K_2CO_3 , 室温, 2h; (ii) MOMCl, DIPEA, 室温, 14h, 94%。

[0500] 白藜芦醇类似物 R00141 的合成总结于方案 4 和下面的方案 5。原材料 3 首先以 I_2 /Py 处理产生碘乙烯 21 (74%)。然后碘乙烯被保护得到缩酮 22, 其直接用于下一反应。缩酮 22 在两个步骤中被转变成醛 24, 并且收率高 (91%)。醛 24 与磷酸二乙酯 20 在碱性条件下反应产生化合物 25, 收率 89%。碘乙烯 25 以 $Zn(CN)_2$ 和催化量的 $Pd(PPh_3)_4$ 处理, 得到氰化物 26, 收率为 62%。在一个步骤中使用 TsOH 去除缩酮和 MOM 保护基, 得到 R00141 (87%)。

[0501] 方案 5

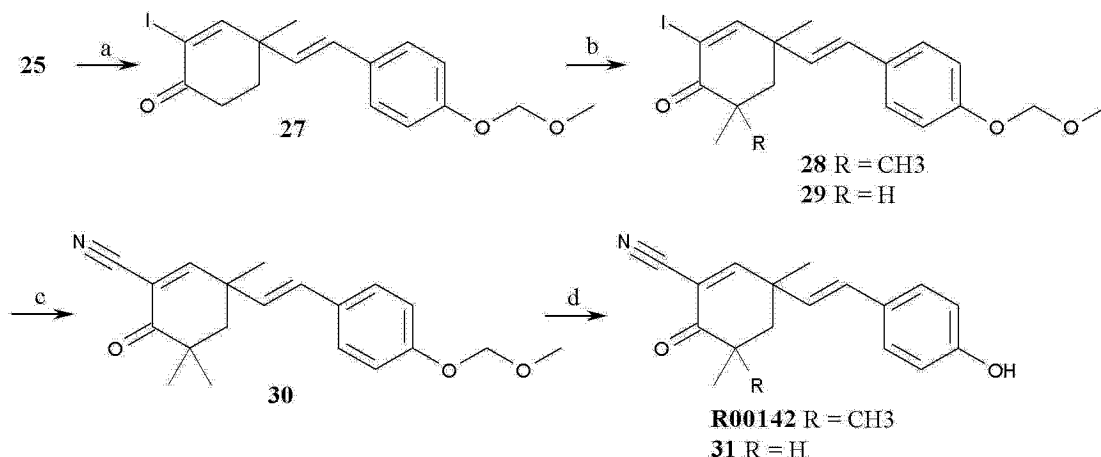
[0502]



[0503] 方案 5 的试剂和条件: (a) I_2 , 室温, 16h, 74%; (b) 乙二醇, 110 °C, 3h; (c) (i) DIBAL-H, -78 °C, 1h; (ii) DMP, 室温, 20min, 91%; (d) t-BuOK, 0 °C 至室温, 2h, 89%; (e) $Zn(CN)_2$, $Pd(PPh_3)_4$, 80 °C, 20min, 62%; (f) TsOH, 室温, 2min, 87%。

[0504] 方案 6

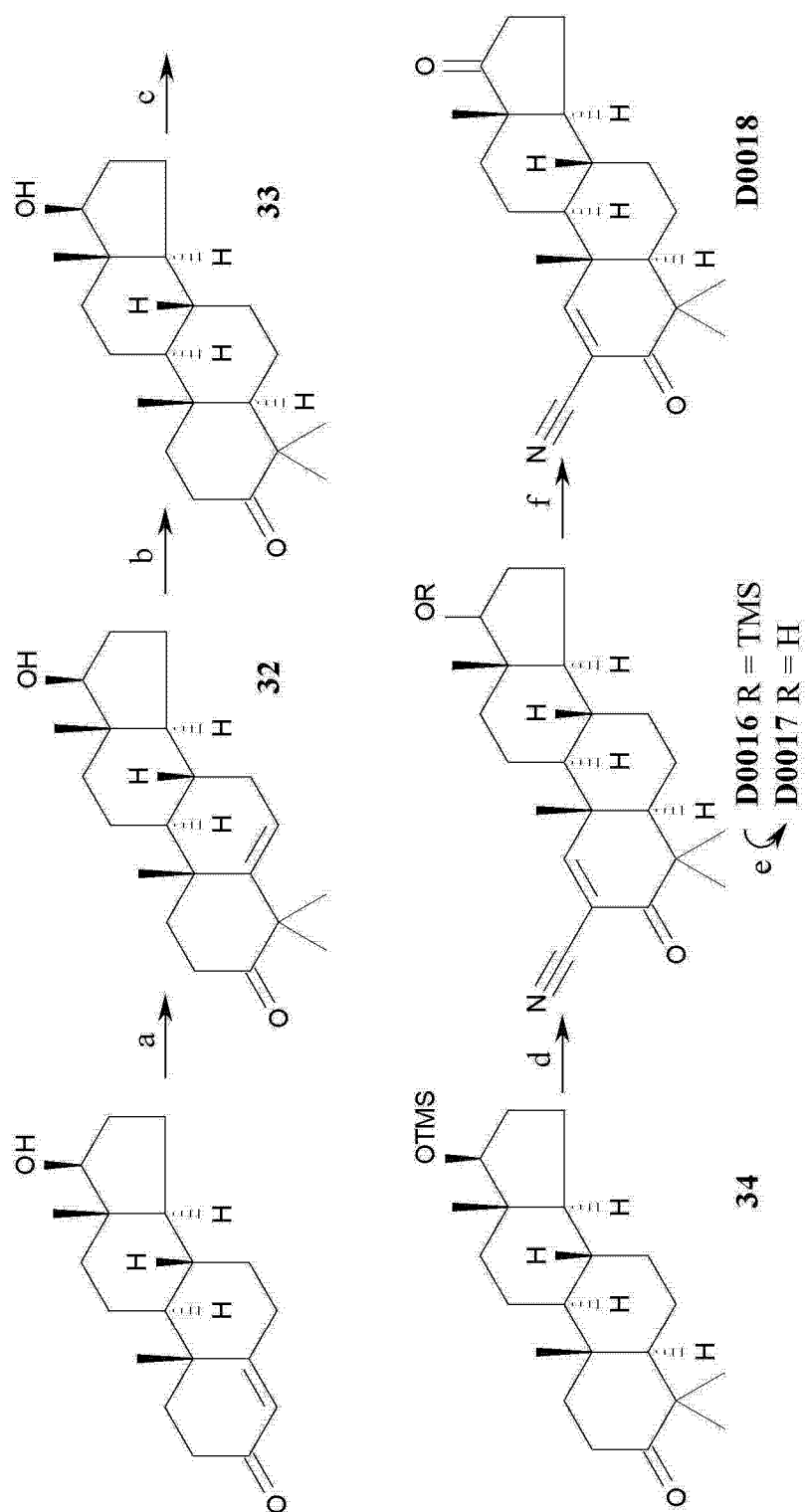
[0505]



[0506] 方案 6 的试剂和条件 : (a) TsOH, 室温, 89% ; (b) (i) LHMS, MeI, -78°C 至室温, 3h ; (ii) LHMS, MeI, -78°C 至室温, 3h, 48% ; (b) Zn(CN)₂, Pd(PPh₃)₄, 80°C, 20min, 42% ; (f) TsOH, 室温, 2min, 93%。

[0507] R00142 从化合物 25 合成 (方案 6)。化合物 25 以 TsOH 处理, 选择性去除缩酮基, 得到烯酮 27 (89%)。然后使用 LHMS/MeI 引入偕二甲基。从反应混合物中分离化合物 28, 收率为 48%。还得到化合物 28 和 29 的混合物 (14%)。使用与对于 R00141 合成所描述方案相同的方案, 从化合物 28 得到 R00142, 收率为 39%。从化合物 28 和 29 混合物中, 得到 R00142 和化合物 31 的混合物 (命名为 R00142-1)。

[0508]



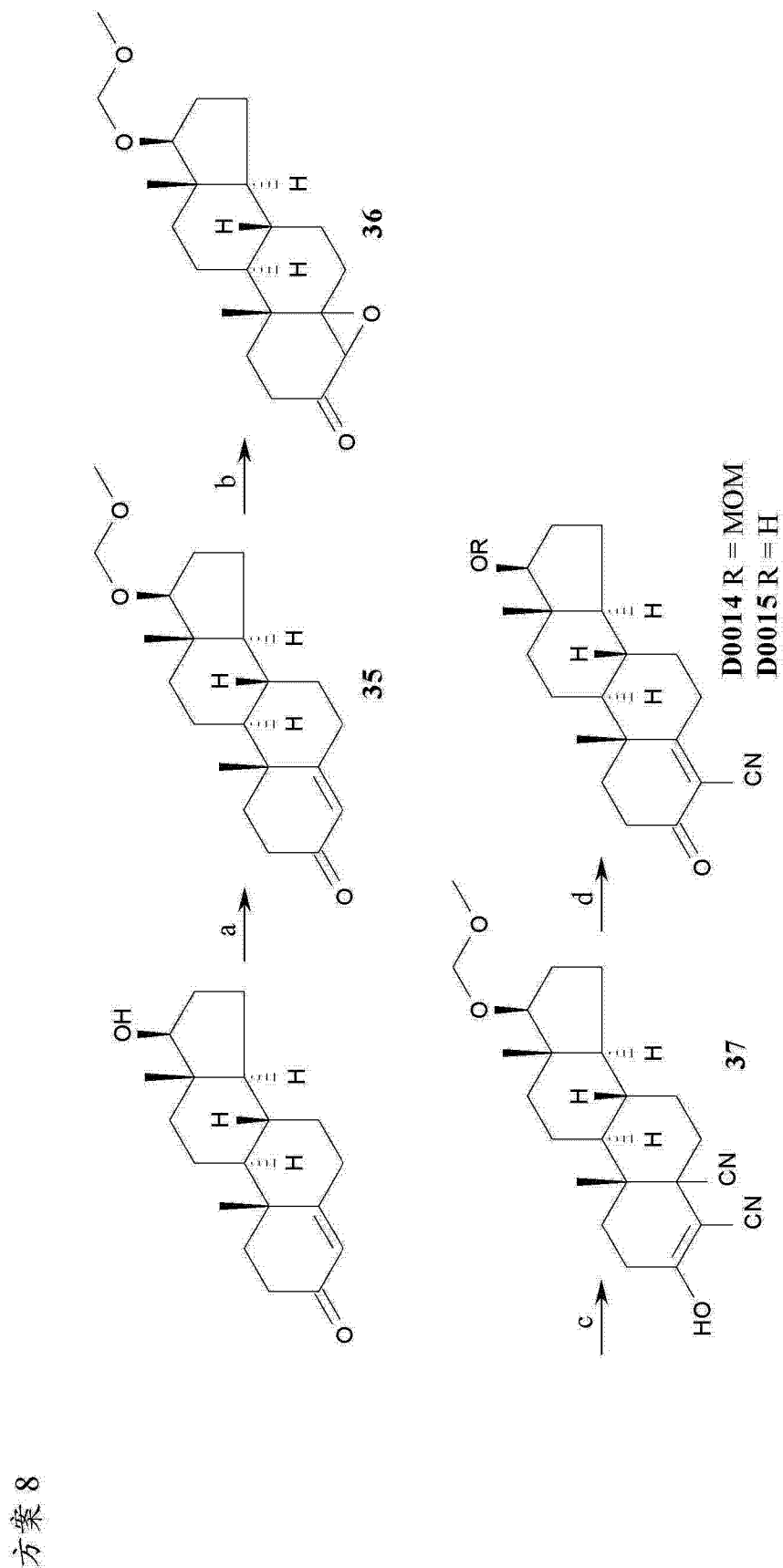
方案7

[0509] 方案7的试剂和条件:(a) *t*-BuOK, MeI, 室温, 4h, 62%; (b) H₂, 10% Pd/C, 室温, 16h, 38%; (c) 咪唑, TMSCl, 室温, 1h, 84%; (d) (i) LDA, TsCN, -78°C至0°C, 1h; (ii) DDQ, 80°C, 20min, 50%; (e) TsOH, 室温, 5min, 95%; (f) DMP, 室温, 2h, 79%。

[0510] DHEA 类似物 D0016 从甾酮合成 (方案 7)。甾酮以 t-BuOK/MeI 处理 (Cao 等, 2007), 在第 4 位引入偕二甲基, 得到化合物 32, 收率 62%。然后化合物 32 被氢化得到 33 (38%)。在 17-羟基被保护 (84% 收率) 之后, 化合物 34 以 LDA/TsCN 处理 (Kahne 和 Collum, 1981), 然后进行 DDQ 氧化, 得到目的化合物 D0016, 收率 50%。

[0511] D0017 和 D0018 从 D0016 合成 (方案 7)。D0016 以 TsOH 处理得到 D0017, 收率 95%。D0017 以戴斯-马丁氧化剂 (Dess-Martin periodinane) 氧化得到化合物 D0018 (79%)。

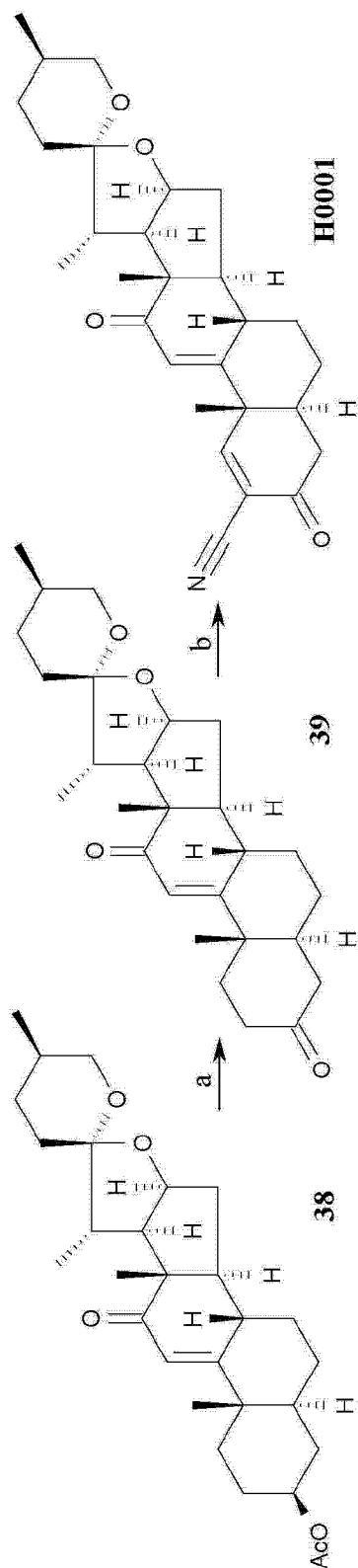
[0512]



[0513] 方案 8 的试剂和条件：(a) MOMCl, DIPEA, DMAP, 室温, 14h, 98%；(b) H₂O₂, NaOH, 4°C, 14h, 71%；(c) NaCN, EtOH, 80°C, 24h；(d) 210°C, 40min, D0014 收率 23% (从 36 计算), D0015 收率 23% (从 36 计算)。

[0514] 使用 Rasmusson 等, 1986 报导的方案从化合物 35 制备化合物 D0014(方案 8)。化合物 35(从甾酮以 98% 收率产生)以碱性过氧化氢处理得到环氧化物差向异构体混合物。该混合物转变成碱可溶性二氰基化合物 37, 其直接用于下一步骤。化合物 37 的温和热解得到相应的 4- 氰基类固醇 D0014(23%) 和 D0015(23%)。

[0515]



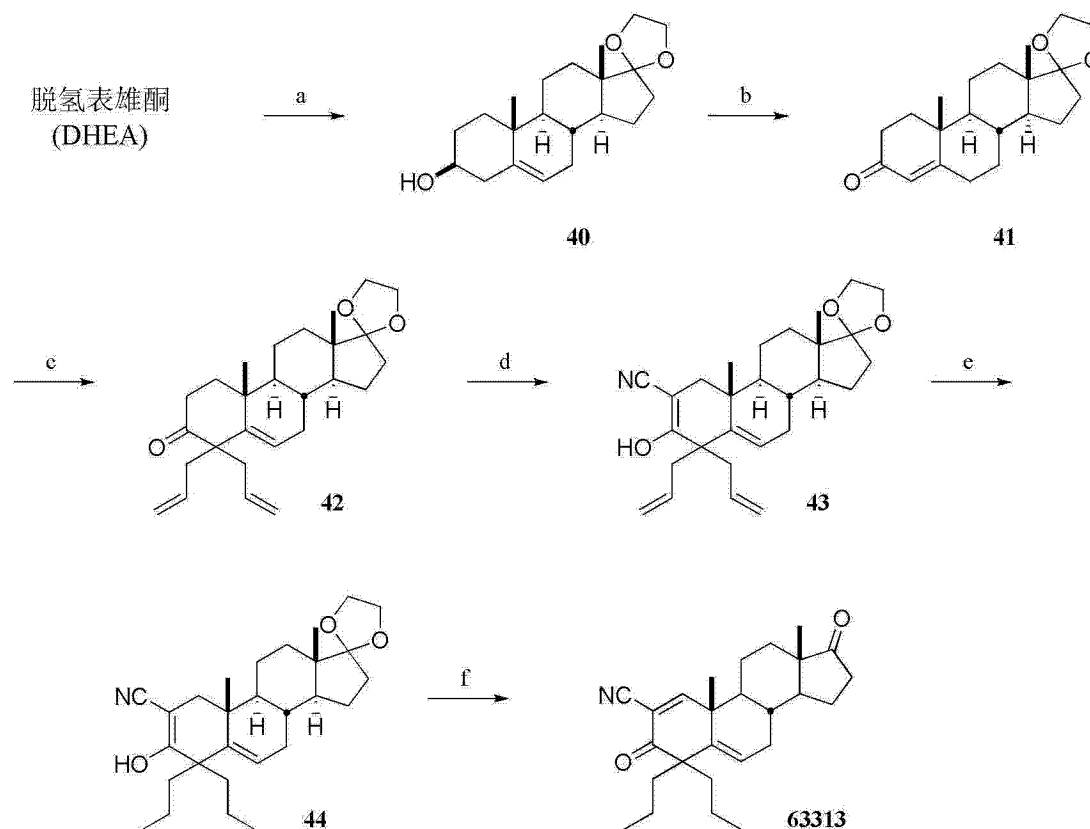
方案 9

[0516] 方案 9 的试剂和条件：(a) (i) K_2CO_3 , 室温, 4h ; (ii) PCC, NaOAc, 室温, 3h, 95% ; (b) (i) LDA, TsCN, $-78^\circ C$ 至 $0^\circ C$, 1h ; (ii) DDQ, $80^\circ C$, 20min, 37%。

[0517] 核柯配基类似物 H0001 从化合物 38 合成 (方案 9)。使用所报导的方法 (Barton 等, 1980) 从核柯配基乙酸酯制备化合物 38。乙酸酯 38 以碱处理, 然后进行 PCC 氧化, 得到酮 39, 收率 95%。然后 39 与 LDA/TsCN 反应 (Kahne 和 Collum, 1981), 然后进行 DDQ 氧化, 得到目的化合物 H0001 (37%)。

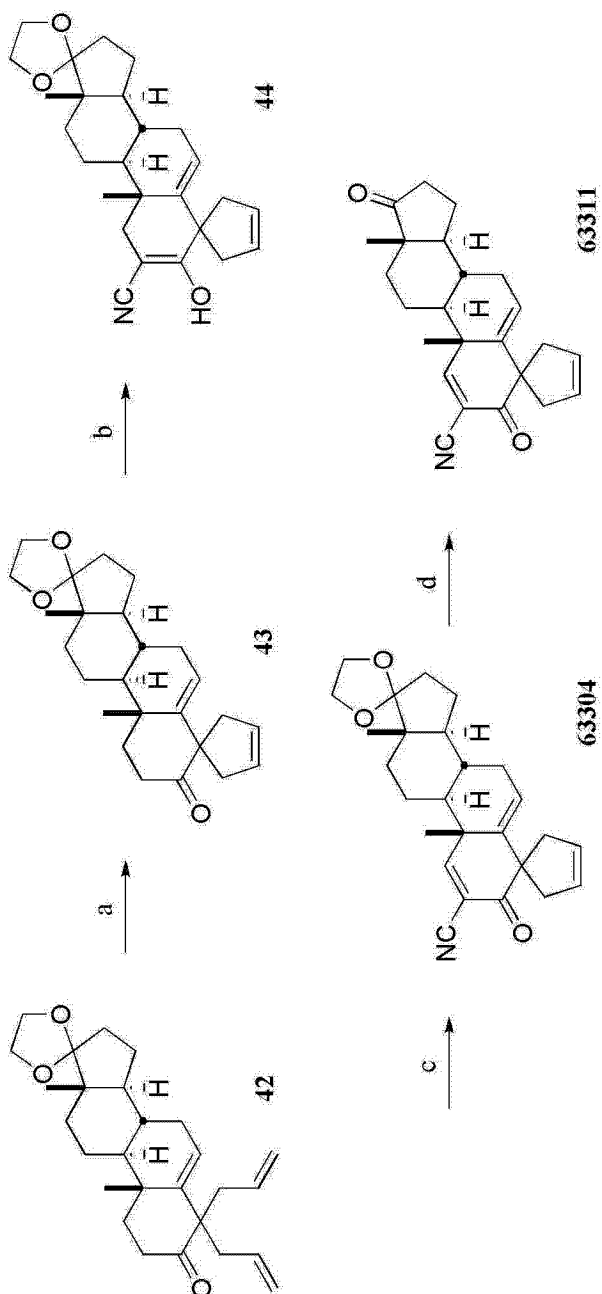
[0518] 方案 10:

[0519]



[0520] 方案 10 的试剂和条件: (a) 乙二醇, CSA, 环己胺, Dean-Stark, 回流, 20h, 99%; (b) 3-甲基-2-丁酮, $\text{Al}(\text{O}i\text{-Pr})_3$, 甲苯, 回流, 4h, 72%; (c) $\text{KO}t\text{-Bu}$ (THF 中 1M), $t\text{-BuOH}$, 烯丙基溴, 室温, 2h, 73%; (d) LDA, THF, -78°C , 30min; TsCN, -78°C , 30min, 57%; (e) H_2 (1atm), 10% Pd/C, THF, 2h, 100%; (f) (i) DDQ, 苯, 80°C , 3h; (ii) 1N HCl (aq), THF, 室温, 2h, 10%。

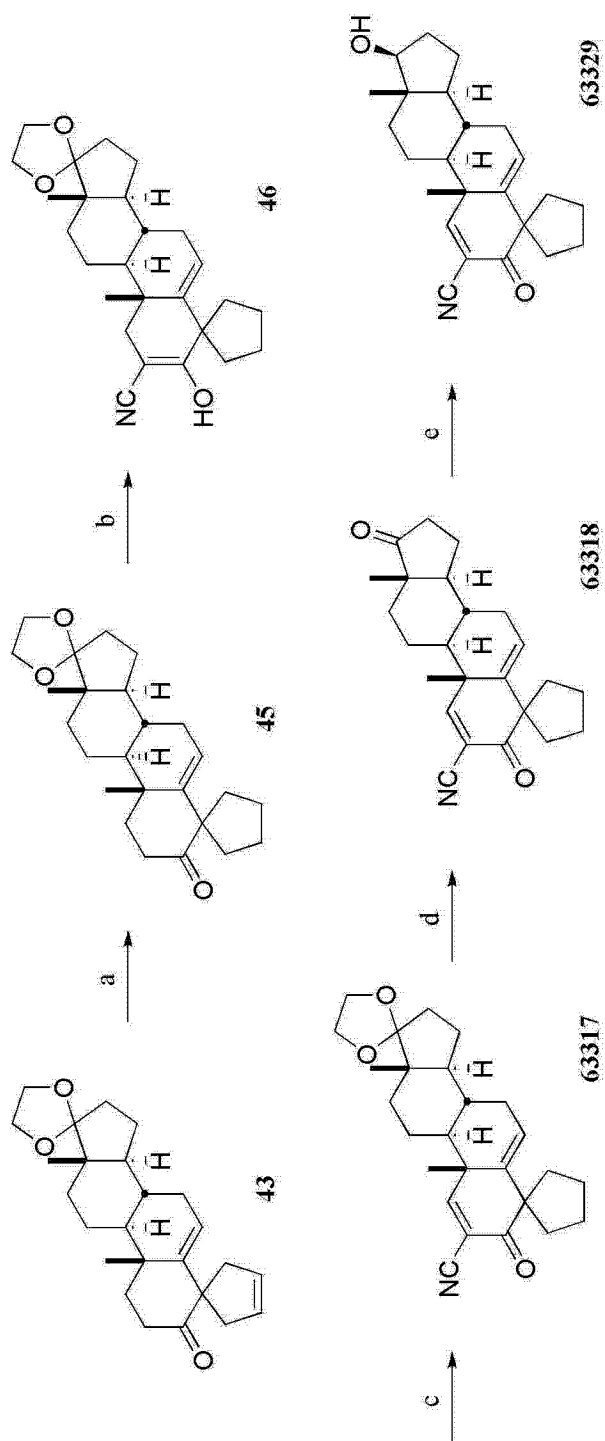
[0521]



方案 11:

[0522] 方案 11 的试剂和条件:(a)Grubbs 催化剂(第 2 代), CH_2Cl_2 , 室温, 2h, 99%;(b) LDA, THF, 甲苯, -78°C , 30min; TsCN, -78°C , 30min, 34%;(c) DDQ, 苯, 80°C , 30min, 18%;(d) 1N HCl (aq), THF, H_2O , 室温, 14h, 64%。

[0523]

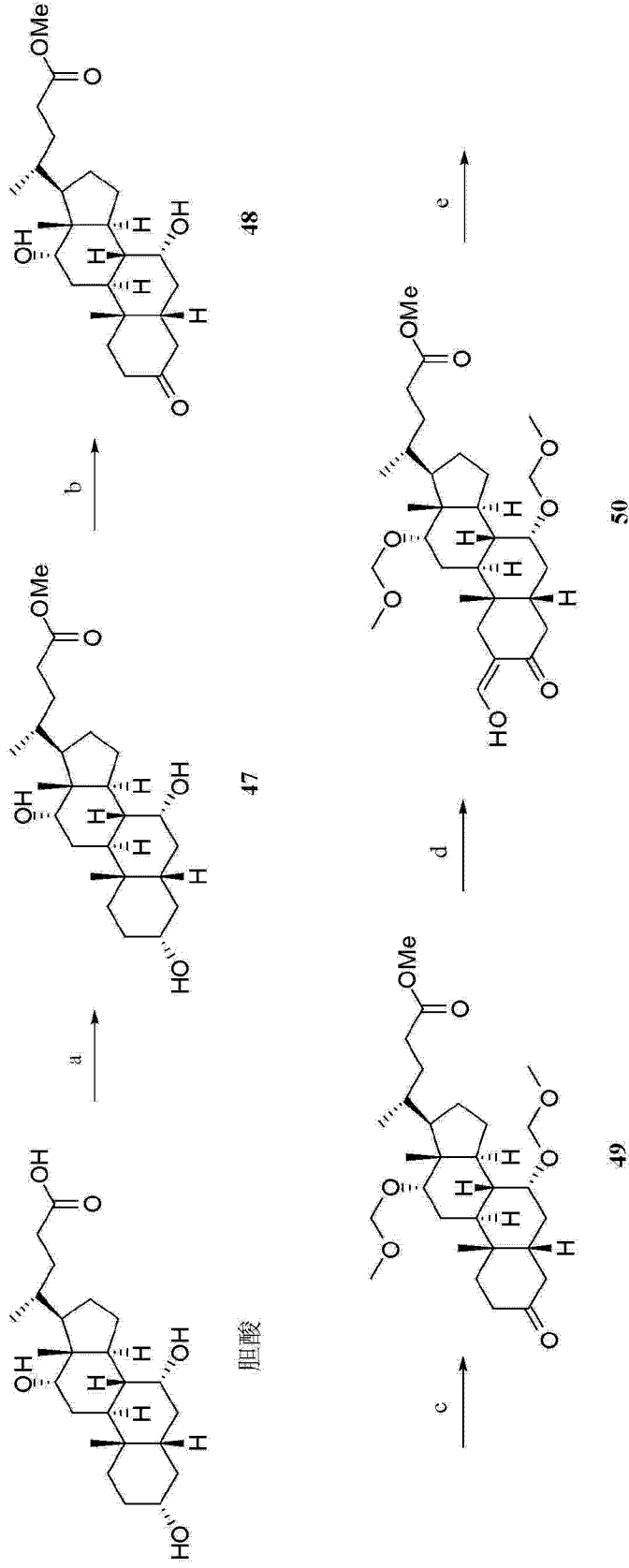


方案 12:

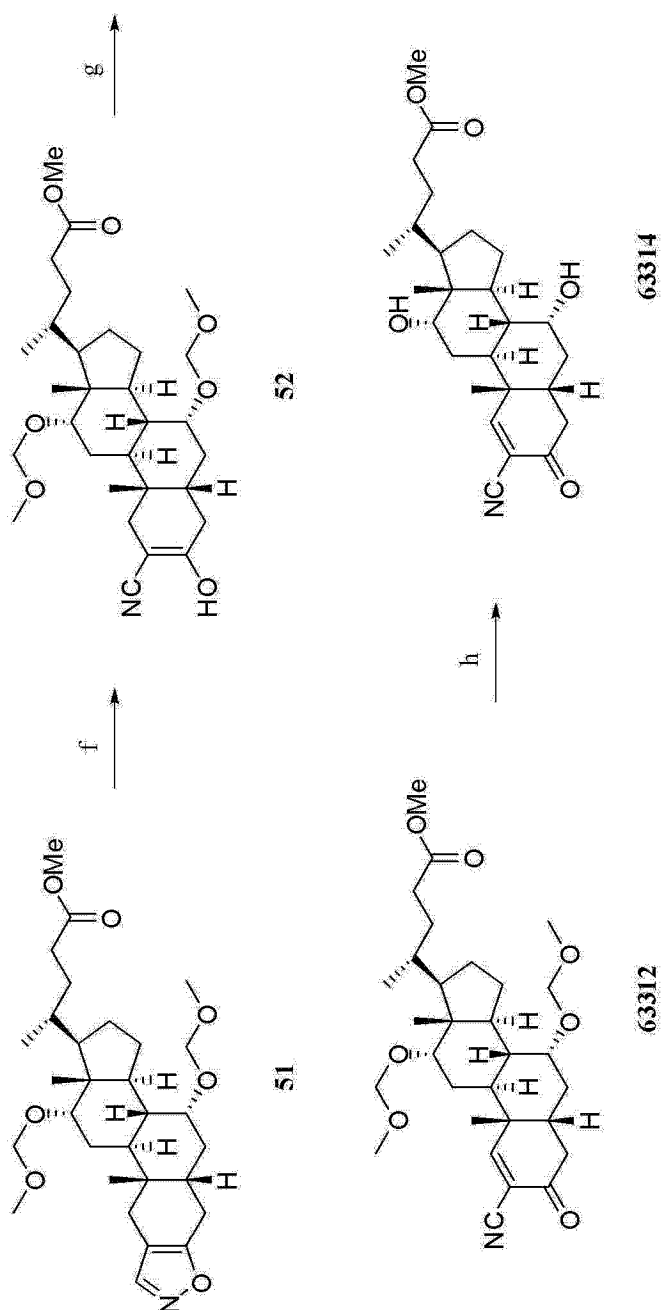
[0524] 方案 12 的试剂和条件：(a) H_2 (1atm), 5% Pd/C, THF, 2h, 98%；(b) LDA, THF, -78°C , 30min；TsCN, -78°C , 30min, 55%；(c) (i) 1,3-二溴-5,5-二甲基乙内酰脲, DMF, 0°C , 2h；(ii) 吡啶, 55°C , 21h, 76% (d) 0.5N HCl (aq), THF, 室温, 50h, 98%；(e) $Al(Oi-Pr)_3$, *i*-PrOH, 甲苯, 75°C , 20h, 20%。

[0525]

方案 13a:



[0526]



方案 13b:

[0527] 方案 13a 和 13b 的试剂和条件:(a)AcCl, MeOH, 室温, 72h;(b)Ag₂CO₃/ 硅藻土, 甲苯, 回流, 3h, 66%;(c)MOM-Cl, *i*-Pr₂Net, CH₂Cl₂, 45°C, 14h, 70%;(d)NaOMe, HCO₂Et, MeOH, 室温, 2h;(e)NH₂OH-HCl, EtOH, H₂O, 60°C, 14h, 40%;(f)NaOMe, MeOH, THF, 55°C, 2h, 41%;(g)(i)1,3-二溴-5,5-二甲基乙内酰脲, DMF, 室温, 3h;(ii)吡啶, 55°C, 72h, 80%;(h)2N HCl (Et₂O), CH₂Cl₂, 室温, 14h, 48%。

[0528] 实施例 3- 某些包含包括抗炎症药效团的天然产物的表征

[0529] 化合物 3: 将化合物 1 (4.20g, 24.4mmol) 和 2 (2.44g, 24.4mmol) 在甲苯 (1mL) 中的混合物在密封管内于 130℃ 加热 16h。在冷却至室温之后, 加入 THF (10mL) 和 0.1N HCl (5mL)。在搅拌 20min 之后, 加入 NaHCO₃(aq) 溶液, 并用 EtOAc 提取混合物。混合的提取物用水洗涤, 用 MgSO₄ 干燥并浓缩。所得到的残留物通过柱层析纯化 (硅胶, 己烷中 15% EtOAc), 得到作为无色油的化合物 3 (2.84g, 68%)。¹H NMR (400MHz, CDCl₃) δ 6.89 (d, 1H, J = 10.4Hz), 5.98 (d, 1H, J = 10.4Hz), 3.75 (s, 3H), 2.50 (m, 3H), 1.99 (m, 1H), 1.45 (s, 3H)。¹H NMR 光谱与文献所报导 (Danishefsky 等, 1979) 相同。

[0530] 化合物 4: 于 -78℃ 下将 LHMDS (THF 中 1.0M, 3.75mL, 3.75mmol) 逐滴加入至化合物 3 (505mg, 3.00mmol) 在 THF (20mL) 中的溶液中。在搅拌 1h 后, 加入 MeI (0.56mL, 9.00mmol) 并且反应混合物于室温搅拌 2h。在冷却至 0℃ 之后, 加入 NH₄Cl 溶液, 并且混合物用 CH₂Cl₂ 提取。混合的提取物用水洗涤, 用 MgSO₄ 干燥并浓缩。所得到的粗产物溶解于 THF (20mL) 中并冷却至 -78℃。再次逐滴加入 LHMDS (THF 中 1.0M, 3.75mL, 3.75mmol)。在于 -78℃ 下搅拌 1h 后, 加入 MeI (0.56mL, 9.00mmol), 并且反应混合物于室温搅拌 2h。在冷却至 0℃ 之后, 加入 NH₄Cl 溶液, 并且混合物用 CH₂Cl₂ 提取。混合的提取物用水洗涤, 用 MgSO₄ 干燥并浓缩。所得到的残留物通过柱层析纯化 (硅胶, 己烷中 10% EtOAc), 得到作为白色固体的化合物 4 (420mg, 71%) : ¹H NMR (300MHz, CDCl₃) δ 6.78 (dd, 1H, J = 1.2, 10.2Hz), 5.91 (d, 1H, J = 10.2Hz), 3.74 (s, 3H), 2.54 (dd, 1H, J = 1.2, 14.1Hz), 1.79 (d, 1H, J = 14.1Hz), 1.40 (s, 3H), 1.12 (s, 3H), 1.02 (s, 3H)。

[0531] 化合物 5: 将化合物 4 (212mg, 1.08mmol)、I₂ (824mg, 3.24mmol) 和吡啶 (1.5mL) 在 CCl₄ (3mL) 中的混合物于 50℃ 下加热 24h。在冷却至室温之后, 加入 EtOAc (20mL)。混合物用 Na₂S₂O₃ 溶液、1N HCl (aq) 和水洗涤, 然后用 MgSO₄ 干燥。在浓缩后, 所得到的残留物通过柱层析纯化 (硅胶, 己烷中 7% 至 10% EtOAc), 得到化合物 5 (313mg, 95%)。 ¹H NMR (400MHz, CDCl₃) δ 7.59 (s, 1H), 3.76 (s, 3H), 2.59 (d, 1H, J = 14.4Hz), 1.87 (d, 1H, J = 14.4Hz), 1.42 (s, 3H), 1.19 (s, 3H), 1.05 (s, 3H); ¹³C NMR (100MHz, CDCl₃) δ 25.0, 26.0, 27.9, 41.4, 45.5, 46.9, 52.7, 103.0, 157.7, 174.6, 196.2。

[0532] 化合物 6: 于 0℃ 向化合物 5 (200mg, 0.62mmol) 在 MeOH (6mL) 中的溶液中加入 CeCl₃ · 7H₂O (255mg, 0.68mmol) 和 NaBH₄ (26mg, 0.68mmol)。在搅拌 1h 后, 再次加入 NaBH₄ (26mg, 0.68mmol) 并且搅拌另外的 30min。向反应混合物中加入水, 并且混合物用 EtOAc 提取。混合的提取物用水洗涤, 用 MgSO₄ 干燥, 并浓缩。所得到的残留物通过柱层析纯化 (硅胶, 己烷中 10% 至 20% EtOAc) 得到烯丙型醇 6 (160mg, 80%) : ¹H NMR (400MHz, CDCl₃) δ 6.51 (s, 1H), 3.77 (dd, 1H, J = 1.2, 6.0Hz), 3.69 (s, 3H), 2.34 (d, 1H, J = 14.4Hz), 2.00 (d, 1H, J = 6.0Hz), 1.42 (d, 1H, J = 14.0Hz), 1.26 (s, 3H), 1.07 (s, 3H), 0.84 (s, 3H); ¹³C NMR (100MHz, CDCl₃) δ 19.1, 28.0, 28.6, 36.0, 44.5, 46.7, 52.3, 78.2, 107.3, 141.2, 175.8。

[0533] 化合物 8 和 9: 于 0℃ 下将咪唑 (203mg, 2.99mmol) 和 TMSCl (190 μL, 1.49mmol) 相继加入至醇 6 (160mg, 0.50mmol) 在 CH₂Cl₂ (3mL) 的溶液中。在搅拌 1h 后, 加入 NaHCO₃(aq) 溶液, 并且混合物用 CH₂Cl₂ 提取。混合的提取物用 MgSO₄ 干燥并浓缩得到化合物 7 (194mg, 95%)。化合物 7 用于下一个步骤, 而未进一步纯化。

[0534] 于 -78℃ 下将 DIBAL-H (甲苯中 1.0M, 0.50mL, 0.50mmol) 加入至化合物 7 (194mg,

0.47mmol) 在 CH_2Cl_2 (5mL) 中。在搅拌 30min 后,再次加入 DIBAL-H (甲苯中 1.0M, 0.50mL, 0.50mmol) 并搅拌另外的 30min。加入酒石酸钾钠 (aq) 溶液,并且于室温下将混合物搅拌至澄清。将其用 CH_2Cl_2 提取,并且混合的提取物用水洗涤,用 MgSO_4 干燥,并浓缩。所得到的残留物通过柱层析纯化 (硅胶,己烷中 10% EtOAc) 得到醇 8 (150mg, 87%) 和醛 9 (11mg, 6.4%)。化合物 8: ^1H NMR (300MHz, CDCl_3) δ 6.09 (s, 1H), 3.80 (s, 1H), 3.21 (m, 2H), 2.19 (t, 1H, $J = 5.4\text{Hz}$), 1.88 (d, 1H, $J = 14.4\text{Hz}$), 1.07 (d, 1H, $J = 14.4\text{Hz}$), 0.99 (s, 3H), 0.98 (s, 3H), 0.91 (s, 3H), 0.20 (s, 9H); ^{13}C NMR (100MHz, CDCl_3) δ 0.90, 24.8, 26.3, 27.7, 37.0, 37.6, 43.0, 71.2, 83.0, 100.5, 144.2。

[0535] 将 CH_2Cl_2 (2mL) 中的 NaHCO_3 (430mg, 5.12mmol) 和戴斯-马丁氧化剂 (434mg, 1.02mmol) 室温搅拌 20min, 然后加入醇 8 (150mg, 0.41mmol) 在 CH_2Cl_2 (20mL) 中的溶液中。在搅拌 2h 后,加入 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (aq) 溶液并搅拌 10min。混合物用己烷提取,并且混合的提取物用 NaHCO_3 (aq) 溶液提取,用 MgSO_4 干燥,并浓缩。所得到的残留物通过柱层析纯化 (硅胶,己烷中 5% EtOAc) 得到醛 9 (128mg, 85%): ^1H NMR (300MHz, CDCl_3) δ 9.37 (s, 1H), 6.29 (s, 1H), 3.89 (s, 1H), 2.11 (d, 1H, $J = 14.0\text{Hz}$), 1.29 (d, 1H, $J = 14.0\text{Hz}$), 1.10 (s, 3H), 1.01 (s, 3H), 0.83 (s, 3H), 0.23 (s, 9H)。

[0536] 化合物 12: 于 -78°C 下将 $n\text{-BuLi}$ (己烷中 2.5M, 1.46mL, 3.65mmol) 加入至 THF (2mL) 中的二异丙胺 (0.54mL, 3.82mmol) 中。在 0°C 搅拌 30min 后,再次将其冷却至 -78°C 。然后逐滴加入 THF (5mL) 中的化合物 10 (500mg, 3.47mmol)。在搅拌 1h 后,加入化合物 11 (Cardona 等, 1986) (1.11g, 4.17mmol) 并且所得到的混合物于 -78°C 下搅拌 2h。加入 NH_4Cl (aq) 终止反应,并且混合物用醚提取。混合的提取物用水洗涤并用 MgSO_4 干燥。在浓缩之后,所得到的残留物通过柱层析纯化 (硅胶,己烷中 10% 至 20% EtOAc), 得到产物 12 (1.0g, 70%): ^1H NMR (400MHz, CDCl_3) δ 6.73-6.89 (m, 3H), 5.10 (ddd, 1H, $J = 3.2, 6.4, 8.4\text{Hz}$), 3.81 (s, 3H), 3.72 (s, 3H), 3.20 (d, 1H, $J = 2.8\text{Hz}$), 2.88 (dd, 1H, $J = 8.8, 17.6\text{Hz}$), 2.80 (dd, 1H, $J = 3.6, 17.6\text{Hz}$), 1.37 (s, 3H), 1.35 (s, 3H), 0.99 (s, 9H), 0.14 (s, 6H)。

[0537] 化合物 13: 于 0°C 下将 Et_3N (1.06mL, 7.62mmol) 和 MsCl (0.24mL, 3.09mmol) 相继加入至化合物 12 (1.00g, 2.42mmol) 在 CH_2Cl_2 (20mL) 的溶液中。在搅拌 30min 后,加入 NaHCO_3 (aq) 溶液,并且混合物用 EtOAc 提取。混合的提取物用水洗涤并用 MgSO_4 干燥。在浓缩之后,所得到的残留物通过柱层析纯化 (硅胶,己烷中 10% EtOAc), 得到产物 13 (0.78g, 81%): ^1H NMR (400MHz, CDCl_3) δ 7.64 (d, 1H, $J = 16.0\text{Hz}$), 7.06 (m, 1H), 6.99 (bs, 1H), 6.83 (d, 1H, $J = 8.0\text{Hz}$), 6.63 (d, 1H, $J = 16.0\text{Hz}$), 3.84 (s, 3H), 3.71 (s, 3H), 1.43 (s, 6H), 0.98 (s, 9H), 0.16 (s, 6H)。

[0538] 化合物 14: 化合物 13 (3.70g, 9.44mmol)、乙二醇 (6.0mL) 和 TsOH (0.80g) 在甲苯 (25mL) 中的混合物用 Dean-Stark 装置回流 4h。在冷却至室温后,混合物用 NaHCO_3 (aq) 溶液和水洗涤,然后用 MgSO_4 干燥。在浓缩之后,棕色油溶解于 DMF (5mL) 中。加入咪唑 (2.70g, 39.7mmol) 和 TBSCl (1.50g, 10mmol)。在搅拌 30min 后,再次加入 TBSCl (500mg, 3.33mmol) 并且搅拌另外的 30min。然后加入 NaHCO_3 (aq) 溶液并且混合物用 EtOAc 提取。混合的提取物用水洗涤并用 MgSO_4 干燥。浓缩后,所得到的残留物通过柱层析纯化 (硅胶,己烷中 10% 至 15% EtOAc), 得到产物 14 (1.71g, 43%): ^1H NMR (400MHz, CDCl_3) δ 6.85-6.90 (m, 2H), 6.79 (d, 1H, $J = 8.4\text{Hz}$), 6.60 (d, 1H, $J = 16.0\text{Hz}$), 6.07 (d, 1H, $J = 16.0\text{Hz}$), 3.95 (m, 4H),

3. 83(s, 3H), 3. 70(s, 3H), 1. 30(s, 6H), 1. 00(s, 9H), 0. 15(s, 6H)。

[0539] 化合物 15: 于 -78°C 下将 $n\text{-BuLi}$ (己烷中 2. 5M, 3. 30mL, 8. 25mmol) 加入至 THF(10mL) 中的甲基膦酸二甲酯 (1. 0mL, 9. 35mmol) 中。在搅拌 15min 后, 逐滴加入化合物 14(1. 20g, 2. 75mmol) 在 THF(5mL) 的溶液。在室温搅拌 2h 后, 加入 NH_4Cl (aq) 溶液。混合物用 EtOAc 提取并且混合的提取物用水洗涤并用 MgSO_4 干燥。浓缩后, 所得到的残留物通过柱层析纯化 (硅胶, 己烷中 50% 至 100% EtOAc), 得到产物 14(1. 32g, 91%) : ^1H NMR(400MHz, CDCl_3) δ 6. 84-6. 89(d, 2H), 6. 79(d, 1H, $J = 8. 0\text{Hz}$), 5. 57(d, 1H, $J = 16. 0\text{Hz}$), 5. 87(d, 1H, $J = 16. 0\text{Hz}$), 3. 90-4. 01(m, 4H), 3. 82(s, 3H), 3. 80(s, 3H), 3. 77(s, 3H), 3. 47(d, 2H, $J = 20. 4\text{Hz}$), 1. 26(s, 6H), 0. 99(s, 9H), 0. 15(s, 6H)。

[0540] 化合物 16: 使用 Roush 等, 1984 开发的方法进行化合物 9 和 15 之间的缩合反应。MeCN(10mL) 和 DIPEA(1. 25mL, 7. 18mmol) 加入至 LiCl (121mg, 2. 85mmol) 和化合物 15(830mg, 1. 71mmol) 的混合物中, 得到黄色溶液。然后加入 MeCN(5mL) 中的化合物 9(520mg, 1. 42mmol)。所得到的反应混合物于 60°C 加热 20h 并且冷却至室温。加入 EtOAc 并且混合物用水、 NaHCO_3 (aq) 溶液和盐水洗涤, 然后用 MgSO_4 干燥并浓缩。所得到的残留物通过柱层析纯化 (硅胶, 己烷中 6% 至 7% EtOAc), 得到产物 16(310mg)。回收的原材料 9 和 15 再次以相同的反应条件处理, 产生另一 285mg 的产物 16。总收率为 55% : ^1H NMR(400MHz, CDCl_3) δ 6. 82-6. 86(m, 2H), 6. 77(d, 1H, $J = 8. 0\text{Hz}$), 6. 70(bs, 2H), 6. 55(d, 1H, $J = 15. 6\text{Hz}$), 6. 28(s, 1H), 5. 88(d, 1H, $J = 15. 6\text{Hz}$), 3. 90(m, 4H), 3. 84(bs, 1H), 3. 81(s, 3H), 1. 80(d, 1H, $J = 14. 8\text{Hz}$), 1. 40(d, 1H, $J = 14. 8\text{Hz}$), 1. 22(s, 6H), 1. 11(s, 3H), 0. 99(s, 3H), 0. 98(s, 9H), 0. 83(s, 3H), 0. 23(s, 9H), 0. 14(s, 6H) ; ^{13}C NMR(100MHz, CDCl_3) δ -4. 4, 1. 4, 18. 7, 20. 7, 24. 1, 25. 9, 28. 8, 28. 9, 37. 7, 42. 9, 44. 9, 54. 1, 55. 7, 64. 9, 65. 0, 81. 5, 105. 4, 110. 3, 111. 4, 120. 4, 121. 1, 124. 1, 124. 2, 130. 1, 132. 2, 143. 3, 145. 5, 151. 2, 152. 7, 201. 7。

[0541] 化合物 17: 在 Ar 下于室温将 DMF(10mL) 中的 $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$ (90mg, 0. 078mmol) 加入至化合物 16(595mg, 0. 77mmol) 和 $\text{Zn}(\text{CN})_2$ (363mg, 3. 10mmol) 的混合物中。将浆液于 80°C 加热 20min 并冷却至室温。加入醚, 并且混合物用水洗涤, 用 MgSO_4 干燥并浓缩。所得到的残留物通过柱层析纯化 (硅胶, 己烷中 5% 至 10% EtOAc), 得到产物 17(352mg, 68%) : ^1H NMR(400MHz, CDCl_3) δ 6. 82-6. 85(m, 2H), 6. 79(d, 1H, $J = 8. 0\text{Hz}$), 6. 68(m, 2H), 6. 55(d, 1H, $J = 16. 0\text{Hz}$), 6. 51(bs, 1H), 5. 86(d, 1H, $J = 16. 0\text{Hz}$), 3. 90(m, 5H), 3. 82(s, 3H), 1. 80(d, 1H, $J = 14. 4\text{Hz}$), 1. 42(d, 1H, $J = 14. 0\text{Hz}$), 1. 23(s, 3H), 1. 23(s, 3H), 1. 15(s, 3H), 0. 99(s, 9H), 0. 95(s, 3H), 0. 78(s, 3H), 0. 23(s, 9H), 0. 15(s, 6H)。

[0542] 化合物 18: 于室温将 TsOH(240mg, 1. 26mmol) 加入至化合物 17(160mg, 0. 24mmol) 在丙酮 (5mL) 和水 (1mL) 的溶液中。在搅拌 30min 后, 加入 NaHCO_3 (aq) 溶液, 并且混合物用 EtOAc 提取。混合的提取物用水洗涤并用 MgSO_4 干燥。浓缩后, 所得到的残留物通过柱层析纯化 (硅胶, 己烷中 20% 至 33% EtOAc), 得到产物 18(142mg, 99%) : ^1H NMR(400MHz, CDCl_3) δ 6. 82-6. 85(m, 2H), 6. 79(d, 1H, $J = 8. 0\text{Hz}$), 6. 77(d, 1H, $J = 16. 0\text{Hz}$), 6. 66(d, 1H, $J = 16. 0\text{Hz}$), 6. 59(m, 1H), 6. 55(d, 1H, $J = 15. 6\text{Hz}$), 5. 85(d, 1H, $J = 15. 6\text{Hz}$), 3. 96(dd, 1H, $J = 1. 6, 6. 8\text{Hz}$), 3. 92(m, 4H), 3. 82(s, 3H), 1. 82(d, 1H, $J = 14. 4\text{Hz}$), 1. 48(d, 1H, $J = 14. 0\text{Hz}$), 1. 24(s, 3H), 1. 23(s, 3H), 1. 15(s, 3H), 1. 03(s, 3H), 0. 99(s, 9H), 0. 80(s, 3H), 0. 15(s, 6H)。

化合物污染有一些未鉴定的杂质。

[0543] 化合物 C0008: 使用对于从化合物 8 合成化合物 9 所描述的方法, 从化合物 18(142mg, 0.24mmol) 产生 C0008(110mg, 77%) : ^1H NMR(300MHz, CDCl_3) δ 7.50(d, 1H, $J = 1.5\text{Hz}$), 6.76-6.83(m, 4H), 6.72(d, 1H, $J = 16.2\text{Hz}$), 6.53(d, 1H, $J = 15.9\text{Hz}$), 5.82(d, 1H, $J = 15.9\text{Hz}$), 3.91(m, 4H), 3.81(s, 3H), 2.06(dd, 1H, $J = 1.5, 14.7\text{Hz}$), 1.95(d, 1H, $J = 14.4\text{Hz}$), 1.33(s, 3H), 1.24(s, 3H), 1.24(s, 3H), 1.16(s, 3H), 1.05(s, 3H), 0.98(s, 9H), 0.14(s, 6H) ; m/z 616.3 ($\text{M}+\text{Na}^+$)。

[0544] 化合物 C0009: C0008(90mg, 0.15mmol)、6N HCl(aq) (1mL) 和 THF(5mL) 的混合物室温搅拌过夜。加入 EtOAc, 并且混合物用水洗涤, 用 MgSO_4 干燥, 并浓缩。所得到的残留物通过柱层析纯化(硅胶, 己烷中 33% EtOAc), 得到产物 C0009(58mg, 88%) : ^1H NMR(300MHz, CDCl_3) δ 7.64(d, 1H, $J = 15.3\text{Hz}$), 7.39(d, 1H, $J = 1.5\text{Hz}$), 7.10(dd, 1H, $J = 1.8, 8.4\text{Hz}$), 6.89-6.98(m, 3H), 6.56(d, 1H, $J = 15.3\text{Hz}$), 6.12(d, 1H, $J = 15.3\text{Hz}$), 5.93(s, 1H), 3.94(s, 3H), 2.03(dd, 1H, $J = 1.8, 14.7\text{Hz}$), 1.92(d, 1H, $J = 14.4\text{Hz}$), 1.42(s, 3H), 1.41(s, 3H), 1.33(s, 3H), 1.11(s, 3H), 0.92(s, 3H) ; ^{13}C NMR(100MHz, CDCl_3) δ 20.8, 20.8, 25.8, 25.9, 29.2, 39.4, 41.5, 47.0, 56.0, 60.4, 110.3, 114.0, 114.9, 115.7, 118.3, 123.4, 124.0, 126.4, 145.2, 146.8, 148.7, 151.1, 162.5, 196.2, 197.4, 197.6 ; m/z 458.1 ($\text{M}+\text{Na}^+$)。

[0545] 化合物 C0010: TBAF(THF 中 1.0M, 74 μL , 0.074mmol) 加入至 C0008(40mg, 0.067mmol) 在 THF(3mL) 的溶液中。在搅拌 10min 后, 加入 EtOAc。混合物用水洗涤, 用 MgSO_4 干燥, 并浓缩。所得到的残留物通过柱层析纯化(硅胶, 己烷中 33% EtOAc), 得到产物 C0010(20mg, 63%) : ^1H NMR(400MHz, CDCl_3) δ 7.49(d, 1H, $J = 1.6\text{Hz}$), 6.86(m, 3H), 6.84(d, 1H, $J = 16.0\text{Hz}$), 6.72(d, 1H, $J = 16.0\text{Hz}$), 6.53(d, 1H, $J = 16.0\text{Hz}$), 5.82(d, 1H, $J = 16.0\text{Hz}$), 5.71(s, 1H), 3.92(bs, 7H), 2.06(dd, 1H, $J = 2.0, 14.4\text{Hz}$), 1.95(d, 1H, $J = 14.4\text{Hz}$), 1.34(s, 3H), 1.25(s, 3H), 1.24(s, 3H), 1.17(s, 3H), 1.06(s, 3H) ; m/z 480.2 ($\text{M}+1$)。

[0546] 化合物 20: K_2CO_3 (7.00g, 50.7mmol) 和 化合物 19(2.70g, 9.44mmol) 在 MeOH(150mL) 中的混合物于室温搅拌 2h。将混合物过滤, 并且所得到的滤液浓缩得到粗的钾盐, 其悬浮于 THF(50mL) 中。相继加入 DIPEA(5.42mL, 31.2mmol) 和 MOMCl(2.70mL, 35.5mmol)。白色浆液室温搅拌过夜。加入 EtOAc, 并且混合物用水洗涤, 用 MgSO_4 干燥, 并浓缩。所得到的油通过柱层析纯化(硅胶, CH_2Cl_2 中 5% MeOH), 得到产物 20(2.53g, 94%)。

[0547] 化合物 21: 化合物 3(280mg, 1.67mmol)、 I_2 (630mg, 2.48mmol) 和吡啶(2mL) 在 CCl_4 (4mL) 中的混合物于室温搅拌 16h。加入 EtOAc, 并且混合物用 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (aq) 溶液、1N HCl(aq) 和水洗涤, 然后用 MgSO_4 干燥。浓缩后, 所得到的残留物通过柱层析纯化(硅胶, 己烷中 12% EtOAc), 得到化合物 21(364mg, 74%) : ^1H NMR(300MHz, CDCl_3) δ 7.68(s, 1H), 3.77(s, 3H), 2.69-2.74(m, 2H), 2.52(m, 1H), 2.04(m, 1H), 1.47(s, 3H) ; ^{13}C NMR(75MHz, CDCl_3) δ 24.7, 32.5, 33.4, 48.0, 52.8, 104.3, 159.6, 173.3, 191.1。

[0548] 化合物 22: 化合物 21(370mg, 1.26mmol)、乙二醇(1mL)、PPTS(80mg) 在甲苯(3mL) 中的混合物用 Dean-Stark 装置回流加热 3h。在冷却至室温后, 加入 EtOAc。混合物用 NaHCO_3 (aq) 溶液、水洗涤, 并用 MgSO_4 干燥。浓缩后, 得到粗产物 22(400mg, 94%), 其未经进一步纯化而用于下一个步骤。化合物 22: ^1H NMR(300MHz, CDCl_3) δ 6.65(s, 1H), 4.21(m, 2H), 3.98(m, 2H), 3.69(s, 3H), 2.30(m, 1H), 1.96(m, 2H), 1.75(m, 1H), 1.30(s, 3H)。

[0549] 化合物 23, 24 :使用对于从化合物 7 合成化合物 8 和 9 所描述的方法,从化合物 22(400mg, 1.18mmol) 产生化合物 23(185mg, 50%) 和 24(150mg, 41%)。

[0550] 使用对于从化合物 8 合成化合物 9 所描述的方法,从化合物 23(185mg, 0.60mmol) 产生化合物 24(158mg, 85%)。

[0551] 化合物 23 : ^1H NMR(400MHz, CDCl_3) δ 6.45 (s, 1H), 4.21 (m, 2H), 3.98 (m, 2H), 3.39 (m, 2H), 1.85-2.00 (m, 4H), 1.54 (m, 1H), 1.04 (s, 3H); ^{13}C NMR(100MHz, CDCl_3) δ 22.2, 28.7, 30.5, 42.4, 65.4, 65.6, 69.7, 104.5, 105.8, 149.6。

[0552] 化合物 24 : ^1H NMR(400MHz, CDCl_3) δ 9.43 (s, 1H), 6.47 (s, 1H), 4.21 (m, 2H), 3.98 (m, 2H), 2.16 (m, 1H), 1.94 (m, 2H), 1.71 (m, 1H), 1.16 (s, 3H); ^{13}C NMR(100MHz, CDCl_3) δ 20.8, 27.3, 30.6, 52.1, 65.7, 65.8, 105.1, 107.4, 143.4, 199.9。

[0553] 化合物 25 :于 0°C 下将 THF (20mL) 中的叔丁醇钾 (790mg, 7.05mmol) 加入至化合物 20(2.13g, 7.39mmol) 在 THF(10mL) 的溶液中。在搅拌 45min 后,加入化合物 24(512mg, 1.67mmol) 在 THF(10mL) 的溶液中。混合物于 0°C 下搅拌 1h 并且于室温再搅拌 1h。加入 EtOAc, 并且混合物用水洗涤并用 MgSO_4 干燥。浓缩后,所得到的残留物通过柱层析纯化(硅胶, 己烷中 12% EtOAc), 得到产物 25(680mg, 89%) : ^1H NMR(400MHz, CDCl_3) δ 7.27 (d, 2H, $J = 10.4\text{Hz}$), 6.97 (d, 2H, $J = 10.4\text{Hz}$), 6.47 (s, 1H), 6.27 (d, 1H, $J = 16.4\text{Hz}$), 5.92 (d, 1H, $J = 16.0\text{Hz}$), 5.16 (s, 2H), 4.22 (m, 2H), 3.97 (m, 2H), 3.48 (s, 3H), 1.94 (m, 2H), 1.80 (m, 2H), 1.12 (s, 3H); NMR(100MHz, CDCl_3) δ 27.2, 30.6, 33.3, 43.0, 55.9, 65.4, 65.8, 94.3, 103.4, 105.9, 116.2, 127.3, 128.0, 130.9, 133.7, 150.4, 156.6。

[0554] 化合物 26 :使用对于从化合物 16 合成化合物 17 所述的方法,从化合物 25(75mg, 0.17mmol) 产生化合物 26(36mg, 62%)。 ^1H NMR(400MHz, CDCl_3) δ 7.28 (d, 2H, $J = 10.4\text{Hz}$), 6.98 (d, 2H, $J = 10.4\text{Hz}$), 6.54 (s, 1H), 6.21 (d, 1H, $J = 16.4\text{Hz}$), 5.91 (d, 1H, $J = 16.0\text{Hz}$), 5.17 (s, 2H), 4.24 (m, 2H), 3.96-4.07 (m, 2H), 3.47 (s, 3H), 1.78-1.89 (m, 4H), 1.27 (s, 3H)。

[0555] 化合物 R00141 :于室温将 TsOH(77mg, 0.40mmol) 加入至化合物 26(36mg, 0.081mmol) 在丙酮 (3mL) 的溶液中, 并且在减压下去除丙酮得到白色固体, 将其真空 (2mm Hg) 干燥 2min。加入丙酮 (10mL) 和 NaHCO_3 (1.0g)。在搅拌 5min 后, 混合物经硅藻土 (celite) 垫过滤。滤液浓缩并且粗产物通过柱层析纯化(硅胶, 己烷中 15% 至 25% EtOAc), 得到产物 R00141(18mg, 87%) : ^1H NMR(400MHz, CDCl_3) δ 7.47 (d, 1H, $J = 1.2\text{Hz}$), 7.25 (d, 2H, $J = 9.2\text{Hz}$), 6.82 (d, 2H, $J = 8.8\text{Hz}$), 6.27 (d, 1H, $J = 16.4\text{Hz}$), 5.96 (d, 1H, $J = 16.4\text{Hz}$), 5.26 (bs, 1H), 2.52-2.66 (m, 2H), 2.04-2.14 (m, 2H), 1.43 (s, 3H); ^{13}C NMR(100MHz, CDCl_3) δ 26.8, 33.6, 34.2, 40.0, 114.0, 115.7, 116.4, 127.8, 128.6, 129.2, 130.5, 155.8, 167.6, 192.1。

[0556] 化合物 27 :TsOH(5.04g, 26.5mmol) 加入至化合物 25(680mg, 1.50mmol) 在丙酮 (25mL) 和水 (5mL) 的溶液中。将混合物室温搅拌直至通过 TLC 分析证明化合物 25 完全被消耗。加入 EtOAc, 并且混合物用水、 NaHCO_3 (aq) 溶液洗涤, 并用 MgSO_4 干燥。浓缩后, 所得到的残留物通过柱层析纯化(硅胶, 己烷中 10% EtOAc), 得到产物 25(550mg, 89%) : ^1H NMR(300MHz, CDCl_3) δ 7.52 (s, 1H), 7.28 (m, 2H), 7.00 (m, 2H), 6.33 (d, 1H, $J = 16.2\text{Hz}$), 5.98 (d, 1H, $J = 16.2\text{Hz}$), 5.18 (s, 2H), 3.48 (s, 3H), 2.68 (m, 2H), 2.09 (m, 2H), 1.37 (s, 3H)。

[0557] 化合物 28 :使用对于从化合物 3 合成化合物 4 所描述的方法,从化合物 27 (550mg, 1.34mmol) 产生化合物 28 (280mg, 48%)。从该反应中,得到化合物 28 和 29 的混合物 (85mg, 14%)。

[0558] 化合物 28 : ^1H NMR (400MHz, CDCl_3) δ 7.61 (s, 1H), 7.28 (d, 2H, $J = 8.8\text{Hz}$), 6.99 (d, 2H, $J = 8.8\text{Hz}$), 6.29 (d, 1H, $J = 16.4\text{Hz}$), 6.07 (d, 1H, $J = 16.4\text{Hz}$), 5.17 (s, 2H), 3.47 (s, 3H), 2.05 (dd, 1H, $J = 1.2, 14.4\text{Hz}$), 1.99 (d, 1H, $J = 14.0\text{Hz}$), 1.32 (s, 3H), 1.20 (s, 3H), 1.16 (s, 3H); ^{13}C NMR (100MHz, CDCl_3) δ 27.1, 27.8, 29.9, 42.0, 43.2, 48.6, 55.9, 94.3, 102.8, 116.3, 127.2, 128.0, 130.5, 134.8, 156.8, 162.6, 197.2。

[0559] 化合物 30 :使用对于从化合物 16 合成化合物 17 所描述的方法,从化合物 28 (280mg, 0.66mmol) 产生化合物 30 (90mg, 42%) : ^1H NMR (400MHz, CDCl_3) δ 7.56 (d, 1H, $J = 1.6\text{Hz}$), 7.28 (m, 2H), 7.01 (m, 2H), 6.26 (d, 1H, $J = 16.4\text{Hz}$), 6.07 (d, 1H, $J = 16.4\text{Hz}$), 5.18 (s, 2H), 3.47 (s, 3H), 2.07 (dd, 1H, $J = 1.6, 14.8\text{Hz}$), 1.96 (d, 1H, $J = 14.8\text{Hz}$), 1.39 (s, 3H), 1.20 (s, 3H), 1.17 (s, 3H); ^{13}C NMR (100MHz, CDCl_3) δ 26.3, 26.5, 29.7, 39.4, 41.7, 47.8, 56.0, 94.2, 114.5, 114.9, 116.4, 127.3, 128.9, 130.0, 133.3, 157.1, 165.7, 197.2。

[0560] 化合物 C00142 :使用对于从化合物 26 合成 C00141 所描述的方法,从化合物 30 (90mg, 0.27mmol) 产生化合物 C00142 (70mg, 93%) : ^1H NMR (300MHz, CDCl_3) δ 7.56 (d, 1H, $J = 1.5\text{Hz}$), 7.21 (m, 2H), 6.83 (m, 2H), 6.23 (d, 1H, $J = 16.5\text{Hz}$), 6.07 (bs, 1H), 6.01 (d, 1H, $J = 16.5\text{Hz}$), 2.04 (dd, 1H, $J = 1.5, 14.7\text{Hz}$), 1.94 (d, 1H, $J = 14.7\text{Hz}$), 1.37 (s, 3H), 1.19 (s, 3H), 1.16 (s, 3H); ^{13}C NMR (75MHz, CDCl_3) δ 26.3, 26.5, 29.6, 39.4, 41.7, 47.7, 114.5, 114.7, 115.7, 127.5, 128.7, 129.1, 132.5, 155.9, 166.4, 197.7; m/e 282.1 (M+1)。

[0561] R00142-1 :使用对于从化合物 28 合成 C00142 所描述的方法,从化合物 28 和 29 的混合物 (2mg, 4.6 μmol) 制备 C00142-1 (31 和 C00142 的 1:1 混合物)。鉴定的化合物 31 的 ^1H NMR 是 : (400MHz, CDCl_3) δ 7.41 (d, 1H, $J = 2.4\text{Hz}$), 6.23 (d, 1H, $J = 16.4\text{Hz}$), 5.97 (d, 1H, $J = 16.4\text{Hz}$), 2.61 (m, 1H), 1.39 (s, 3H), 1.15 (d, 3H, $J = 6.8\text{Hz}$); LC-MS 显示,化合物 31 和 C00142 的保留时间分别是 6.52min, m/z 290.0 (M+Na⁺) 和 7.36min, m/z 304.0 (M+Na⁺)。

[0562] 化合物 32 :于室温将羧酮 (5.19g, 18.0mmol) 一次性加入至 $t\text{-BuOK}$ (5.96g, 53.2mmol) 在 $t\text{-BuOH}$ (100mL) 的溶液中。在搅拌 5min 后,将 MeI (6.64mL, 106.4mmol) 在 10min 内逐滴加入。在室温搅拌 4h 后,加入水 (75mL),并且在减压下去除 $t\text{-BuOH}$ 。所沉淀的白色固体通过过滤收集并用水洗涤。白色固体溶解于 CH_2Cl_2 中,用 MgSO_4 干燥并浓缩。粗产物从丙酮 (80mL) 中再结晶,得到作为白色结晶固体的化合物 32 (3.50g, 62%) : ^1H NMR (400MHz, CDCl_3) δ 5.56 (dd, 1H, $J = 2.8, 6.8\text{Hz}$), 3.66 (m, 1H), 2.40-2.62 (m, 2H), 1.99-2.19 (m, 3H), 1.86 (m, 1H), 1.26-1.70 (m, 9H), 1.24 (s, 6H), 0.94-1.18 (m, 3H), 0.87 (s, 3H), 0.77 (s, 3H); ^{13}C NMR (75MHz, CDCl_3) δ 11.0, 19.3, 20.8, 23.3, 27.2, 30.2, 30.5, 31.2, 31.2, 32.0, 33.6, 36.5, 37.1, 42.7, 48.6, 49.0, 51.3, 81.7, 119.6, 149.8, 216.7。

[0563] 化合物 33 :EtOH (50mL) 中的化合物 32 (1.05g, 3.32mmol) 和 10% 碳上 Pd (500mg) 于室温氢化 (1atm) 16h。反应混合物经硅藻土垫过滤,并且滤液浓缩得到粗产物,其通过柱层析纯化 (硅胶, EtOAc 中 5% 至 9% CH_2Cl_2), 得到作为白色固体的化合物 33 (400mg, 38%) : ^1H NMR (300MHz, CDCl_3) δ 3.63 (m, 1H), 2.63 (ddd, 1H, $J = 6.6, 12.9, 15.5\text{Hz}$), 2.32 (ddd, 1H,

$J = 3.3, 5.4, 15.5\text{Hz}$), $1.92\text{--}2.14(\text{m}, 2\text{H})$, $1.77\text{--}1.83(\text{m}, 2\text{H})$, $1.19\text{--}1.65(\text{m}, 11\text{H})$, $1.08(\text{m}, 1\text{H})$, $1.06(\text{s}, 6\text{H})$, $1.05(\text{s}, 3\text{H})$, $0.65\text{--}0.95(\text{m}, 3\text{H})$, $0.75(\text{s}, 3\text{H})$; ^{13}C NMR (75MHz, CDCl_3) δ 11.1, 14.0, 20.4, 21.8, 22.3, 23.3, 25.7, 30.5, 32.0, 34.6, 35.2, 36.5, 36.5, 38.1, 42.9, 47.8, 50.9, 55.5, 55.8, 81.8, 217.4。

[0564] 化合物 34: 于室温将咪唑 (125mg, 1.84mmol) 和 TMSCl (155 μL , 1.22mmol) 加入至化合物 33 (195mg, 0.61mmol) 在 CH_2Cl_2 (6.0mL) 的溶液中。在搅拌 1h 后, 反应混合物用 $\text{NaHCO}_3(\text{aq})$ 溶液洗涤, 用 MgSO_4 干燥并浓缩。所得到的残留物通过柱层析纯化 (硅胶, 醚中 5% 己烷), 得到化合物 34 (200mg, 84%) : ^1H NMR (400MHz, CDCl_3) δ 3.53 (dd, 1H, $J = 8.0, 8.4\text{Hz}$), 2.63 (ddd, 1H, $J = 7.2, 13.2, 15.2\text{Hz}$), 2.32 (ddd, 1H, $J = 3.2, 5.2, 15.2\text{Hz}$), 1.97 (ddd, 1H, $J = 3.2, 5.6, 13.2\text{Hz}$), 1.71–1.91 (m, 3H), 1.19–1.59 (m, 10H), 1.06 (s, 3H), 1.05 (s, 6H), 0.78–0.99 (m, 3H), 0.70 (s, 3H), 0.66 (m, 1H), 0.07 (s, 9H); ^{13}C NMR (75MHz, CDCl_3) δ 0.1, 11.3, 13.9, 20.5, 21.7, 22.3, 23.4, 25.7, 30.8, 32.1, 34.7, 35.2, 36.5, 36.8, 38.1, 42.9, 47.8, 50.6, 55.6, 56.0, 81.6, 217.3。

[0565] 化合物 D0016: 于 -78°C 下将 $n\text{-BuLi}$ (己烷中 2.5M, 0.41mL, 1.03mmol) 加入至 THF (0.6mL) 中的二异丙胺 (159 μL , 1.12mmol) 中。于 0°C 搅拌 30min 后, 将反应混合物再次冷却至 -78°C , 并且逐滴加入 THF (2mL) 中的化合物 34 (200mg, 0.51mmol)。在于 -78°C 搅拌 30min 后, 加入 THF (2.0mL) 中的 TsCN (371mg, 2.04mmol)。在另搅拌 30min 后, 加入水 (1mL) 终止反应。反应混合物使用 3N $\text{HCl}(\text{aq})$ 调节至 pH3, 并用 EtOAc 提取。混合的提取物用水洗涤, 用 MgSO_4 干燥并浓缩。所得到的粗产物溶解于苯 (15mL) 中并且加入 DDQ (116mg, 0.51mmol)。红色溶液回流 20min 并冷却至室温。反应混合物用 $\text{NaHCO}_3(\text{aq})$ 溶液和水洗涤, 然后用 MgSO_4 干燥。浓缩后, 所得到的残留物通过柱层析纯化 (硅胶, CH_2Cl_2 中 0 至 5% EtOAc), 得到 D0016 (106mg, 50%) : ^1H NMR (400MHz, CDCl_3) δ 7.84 (s, 1H), 3.55 (dd, 1H, $J = 8.4, 8.4\text{Hz}$), 1.80–1.92 (m, 3H), 1.64–1.73 (m, 3H), 1.40–1.58 (m, 5H), 1.26 (m, 1H), 1.19 (s, 3H), 1.17 (s, 3H), 1.11 (s, 3H), 0.86–1.16 (m, 4H), 0.73 (s, 3H), 0.08 (s, 9H)。

[0566] 化合物 D0017: $p\text{-TsOH}$ (220mg, 1.16mmol) 加入至 D0016 (95mg, 0.23mmol) 在丙酮 (2mL) 和水 (0.4mL) 的溶液中。在室温搅拌 5min 后, 加入 $\text{NaHCO}_3(\text{aq})$ 溶液, 并且混合物用 CH_2Cl_2 提取。混合的提取物用 MgSO_4 干燥并浓缩。所得到的粗产物通过柱层析纯化 (硅胶, 己烷中 33% EtOAc), 得到 D0017 (75mg, 95%) : ^1H NMR (300MHz, CDCl_3) δ 7.85 (s, 1H), 3.67 (dd, 1H, $J = 8.4, 8.7\text{Hz}$), 2.08 (m, 1H), 1.20–1.96 (m, 12H), 1.19 (s, 3H), 1.18 (s, 3H), 1.11 (s, 3H), 0.86–1.14 (m, 4H), 0.78 (s, 3H); ^{13}C NMR (75MHz, CDCl_3) δ 11.5, 16.1, 20.7, 21.6, 22.0, 23.5, 27.0, 30.6, 31.5, 35.6, 36.5, 40.8, 43.2, 45.1, 51.1, 51.3, 51.9, 81.6, 114.7, 115.3, 168.8, 198.2。

[0567] 化合物 D0018: 于室温将 NaHCO_3 (140mg, 1.66mmol) 和戴斯-马丁氧化剂 (177mg, 0.42mmol) 相继加入至 D0017 (57mg, 0.17mmol) 在 CH_2Cl_2 (3mL) 的溶液中。在搅拌 2h 后, 加入 5% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$ 溶液。反应混合物用醚提取, 并且混合的提取物用 $\text{NaHCO}_3(\text{aq})$ 溶液洗涤, 用 MgSO_4 干燥并浓缩。得到的粗产物通过柱层析纯化 (硅胶, 己烷中 20% EtOAc), 得到 D0018 (45mg, 79%), 其污染有一些杂质。从 EtOAc/己烷重结晶得到纯化的作为白色固体的 D0018 (38mg) : ^1H NMR (300MHz, CDCl_3) δ 7.84 (s, 3H), 2.48 (m, 1H), 1.26–2.18 (m, 12H), 1.21 (s, 3H), 1.20 (s, 3H), 1.13 (s, 3H), 1.08 (m, 1H), 0.91 (s, 3H); ^{13}C NMR (75MHz, CDCl_3)

δ 13. 8, 15. 8, 20. 1, 21. 2, 21. 6, 21. 7, 26. 7, 30. 5, 31. 0, 34. 8, 35. 6, 40. 5, 44. 8, 47. 5, 50. 9, 51. 1, 51. 5, 114. 6, 114. 8, 167. 8, 197. 7, 219. 9。

[0568] 化合物 35: 二异丙基乙胺 (12. 2mL, 70. 0mmol)、MOMCl (2. 66mL, 35. 0mmol) 和 DMAP (0. 21g, 1. 7mmol) 相继加入至羧酮 (5. 05g, 17. 5mmol) 在 CH_2Cl_2 (50mL) 中的搅拌溶液中。在室温搅拌 14h 后, 加入 NaHCO_3 (aq) 溶液。在搅拌 10min 后, 分离有机层, 用 1N HCl (aq)、 NaHCO_3 (aq) 溶液和水洗涤, 然后用 MgSO_4 干燥。浓缩后, 所得到的残留物通过柱层析纯化 (硅胶, 己烷中 9% 至 33% EtOAc) 得到作为白色固体的化合物 35 (5. 66g, 98%): ^1H NMR (400MHz, CDCl_3) δ 5. 73 (bs, 1H), 4. 63 (m, 2H), 3. 53 (dd, 1H, $J = 8. 4, 8. 4\text{Hz}$), 3. 35 (s, 3H), 2. 32–2. 47 (m, 3H), 2. 28 (m, 1H), 2. 04 (m, 2H), 1. 90 (m, 1H), 1. 85 (m, 1H), 1. 24–1. 75 (m, 7H), 1. 19 (s, 3H), 1. 15 (m, 1H), 0. 88–1. 06 (m, 3H), 0. 82 (s, 3H)。

[0569] 化合物 D0014 和 D0015: 于 0°C 下将化合物 35 (1. 66g, 5. 0mmol) 在 MeOH (80mL) 中的溶液用 30% H_2O_2 (aq) (3. 52mL, 35. 2mmol) 和 NaOH (aq) 溶液 (2. 5N, 1. 40mL, 3. 50mmol) 处理。在 4°C 搅拌 14h 后, 加入水 (200mL), 并且反应混合物用 EtOAc 提取。混合的有机层用水洗涤, 用 MgSO_4 干燥并浓缩得到作为差向异构体混合物的环氧化物 36 (1. 24g, 71%)。环氧化物 36 (1. 20g, 3. 47mmol) 在 EtOH (60mL) 中的溶液用 NaCN (1. 70g, 34. 7mmol) 在水 (18mL) 中的溶液处理。在回流 24h 后, 通过蒸发去除 EtOH。于室温加入 10% NaOH (aq) 溶液 (30mL), 并且混合物用醚提取。于 0°C 下将水层用 6N HCl (aq) (30mL) 酸化至 pH2 并且用 EtOAc 提取。混合的 EtOAc 提取物用水洗涤, 用 MgSO_4 干燥并浓缩得到作为白色泡沫固体的粗产物 37。化合物 37 于 210°C 真空 (5mmHg) 加热 40min 并且冷却至室温。棕色粘性油通过柱层析纯化 (硅胶, 己烷中 33% 至 50% EtOAc), 得到作为白色固体的化合物 D0014 (290mg, 从 36 计算收率为 23%) 和 D0015 (260mg, 从 36 计算收率为 23%)。

[0570] D0014: ^1H NMR (400MHz, CDCl_3) δ 4. 63 (m, 2H), 3. 54 (dd, 1H, $J = 8. 4\text{Hz}$), 3. 35 (s, 3H), 3. 07 (ddd, 1H, $J = 2. 4, 3. 6, 15. 2\text{Hz}$), 1. 90–2. 13 (m, 4H), 1. 43–1. 80 (m, 7H), 1. 30–1. 40 (m, 2H), 1. 27 (s, 3H), 1. 10–1. 21 (m, 2H), 0. 94–1. 10 (m, 2H), 0. 83 (s, 3H); ^{13}C NMR (100MHz, CDCl_3) δ 11. 6, 18. 0, 20. 5, 23. 1, 27. 9, 31. 1, 32. 0, 33. 0, 34. 0, 34. 9, 36. 6, 40. 2, 42. 4, 50. 1, 53. 7, 55. 1, 86. 0, 95. 9, 112. 1, 114. 0, 184. 0, 192. 3; m/z 358. 2 (M+1)。

[0571] D0015: ^1H NMR (300MHz, CDCl_3) δ 3. 67 (dd, 1H, $J = 8. 4\text{Hz}$), 3. 07 (ddd, 1H, $J = 2. 7, 3. 9, 15. 3\text{Hz}$), 2. 40–2. 56 (m, 3H), 1. 96–2. 16 (m, 3H), 1. 89 (ddd, 1H, $J = 3. 0, 3. 6, 12. 6\text{Hz}$), 1. 57–1. 79 (m, 5H), 1. 43–1. 55 (m, 2H), 1. 34 (m, 1H), 1. 28 (s, 3H), 0. 80–1. 20 (m, 4H), 0. 80 (s, 3H); ^{13}C NMR (75MHz, CDCl_3) δ 11. 0, 18. 0, 20. 6, 23. 2, 30. 3, 31. 2, 32. 0, 33. 0, 34. 0, 35. 1, 36. 1, 40. 3, 42. 7, 50. 1, 53. 7, 81. 3, 112. 1, 114. 0, 184. 1, 192. 4; m/z 314. 1 (M+1)。

[0572] 化合物 39: 化合物 38 (Barton 等, 1980) (350mg, 0. 74mmol) 和 K_2CO_3 (514mg, 3. 72mmol) 在 MeOH (5mL) 中的混合物于室温搅拌 4h。加入醚, 并且混合物用水洗涤。混合的水相用 CH_2Cl_2 提取。混合的有机提取物用 MgSO_4 干燥并浓缩。所得到的残留物溶解于 CH_2Cl_2 (10mL) 中。于室温加入 NaOAc (183mg, 2. 23mmol) 和 PCC (322mg, 1. 49mmol)。在搅拌 2h 后, 加入额外的 PCC (160mg, 0. 74mmol) 并另搅拌 1h。加入己烷 /EtOAc (1:1, 20mL) 混合物并搅拌 5min。棕色浆液经硅胶垫过滤, 并将滤液浓缩。所得到的残留物通过柱层析纯化 (硅胶, 己烷中 25% 至 33% EtOAc), 得到作为白色固体的化合物 39 (300mg, 95%)。 ^1H NMR (400MHz, CDCl_3) δ 5. 73 (d, 1H, $J = 1. 6\text{Hz}$), 4. 39 (m, 1H), 3. 49 (ddd, 1H, J

= 2.0, 4.0, 10.8 Hz), 3.34 (dd, 1H, J = 10.8, 10.8 Hz), 2.17-2.60 (m, 7H), 2.04-2.10 (m, 2H), 1.40-1.85 (m, 12H), 1.27 (s, 3H), 1.14 (m, 1H), 1.10 (d, 3H, J = 7.2 Hz), 0.94 (s, 3H), 0.79 (d, 3H, J = 6.8 Hz); m/z 427.2 (M+1)。

[0573] 化合物 H0001: 于 -78 °C 下将新鲜制备的 LDA 溶液 (1.0M, 0.18mL, 0.18mmol) 逐滴加入至化合物 39 (50mg, 0.12mmol) 在 THF (1mL) 中的溶液中。在搅拌 45min 后, 加入 THF (0.5mL) 中的 TsCN (43mg, 0.24mmol)。在搅拌 30min 后, 加入 NH₄Cl (aq) 溶液终止反应。反应混合物用 3N HCl (aq) 调节至 pH3 并且用 EtOAc 提取。混合的 EtOAc 提取物用水洗涤, 用 MgSO₄ 干燥, 并浓缩。所得到的粗产物溶解于苯 (1mL) 中, 并且加入 DDQ (25mg, 0.13mmol)。红色溶液回流 20min, 然后冷却至室温。反应混合物用 NaHCO₃ (aq) 溶液和水洗涤, 然后用 MgSO₄ 干燥并浓缩。所得到的残留物通过柱层析纯化 (硅胶, 己烷中 33% EtOAc), 得到 H0001 (19mg, 37%); ¹H NMR (400MHz, CDCl₃) δ 7.96 (s, 1H), 5.84 (d, 1H, J = 2.0 Hz), 4.41 (m, 1H), 3.50 (ddd, 1H, J = 2.4, 4.0, 11.2 Hz), 3.35 (d, 1H, J = 10.8, 11.2 Hz), 2.61 (m, 1H), 2.48-2.52 (m, 2H), 2.42 (dd, 1H, J = 7.2, 8.8 Hz), 2.13-2.27 (m, 3H), 1.51-1.88 (m, 9H), 1.44 (m, 1H), 1.39 (s, 3H), 1.20 (m, 1H), 1.11 (d, 3H, J = 7.2 Hz), 0.97 (s, 3H), 0.80 (d, 3H, J = 6.4 Hz); ¹³C NMR (100MHz, CDCl₃) δ 13.1, 15.0, 17.1, 19.0, 26.3, 28.7, 30.1, 31.3, 31.3, 31.7, 36.4, 39.5, 40.9, 42.5, 43.1, 50.9, 52.2, 53.6, 66.9, 79.4, 109.4, 113.7, 116.4, 120.6, 162.1, 164.1, 190.6, 203.0; m/z 450.2 (M+1)。

[0574] 化合物 40: 向乙二醇 (6.4g, 104mmol) 和樟脑磺酸 (40mg, 0.17mmol) 在环己胺 (25mL) 中的混合物中加入脱氢表雄酮 (5.0g, 17.3mmol)。悬浮液用 Dean-Stark 分离器 (Dean-Stark trap) 回流加热 20h。在冷却之后, 混合物用饱和碳酸氢钠 (50mL) 稀释并且用 EtOAc (2x100mL) 提取。混合的有机提取物用盐水洗涤, 用 MgSO₄ 干燥, 浓缩并真空干燥, 得到作为白色固体的化合物 40 (5.7g, 99%); m/z 333.1 (M+1)。

[0575] 化合物 41: 向化合物 40 (2.60g, 7.82mmol) 在甲苯 (50mL) 的溶液中加入 3-甲基-2-丁酮 (25mL), 然后加入三异丙氧化铝 (2.4g, 11.73mmol)。混合物回流加热 4h。在冷却后, 混合物用 MTBE (100mL) 稀释并用饱和磷酸二氢钾 (50mL) 洗涤。水层用 MTBE (2x50mL) 提取。混合的有机提取物用水、盐水洗涤, 用 MgSO₄ 干燥, 浓缩, 并真空干燥得到粗的黄色固体。粗产物通过柱层析纯化 (10% EtOAc/CH₂Cl₂), 得到作为白色固体的产物 41 (1.87g, 72%); m/z 331.0 (M+1)。

[0576] 化合物 42: 向叔丁醇钾在 THF (57.5mL 的 1M 溶液, 57.5mmol) 的溶液中加入叔丁醇 (28mL)。加入化合物 41 (3.80g, 11.50mmol), 并将所得到的溶液搅拌 30 分钟。加入烯丙基溴 (2.78g, 23.0mmol), 并且将混合物搅拌 2h。加入饱和 NH₄Cl (aq) (50mL), 并且混合物用水 (50mL) 稀释并用 MTBE (2x100mL) 提取。混合的有机提取物用盐水洗涤, 用 MgSO₄ 干燥, 浓缩并真空干燥得到粗产物。粗产物通过柱层析纯化 (10-20% EtOAc/己烷), 得到作为白色固体的产物 42 (3.46g, 73%); m/z 411.1 (M+1)。

[0577] 化合物 43: 于 -78 °C 下向二异丙胺 (0.54mL, 3.81mmol) 在 THF (5mL) 的溶液中加入 n-BuLi (2.21mL 的在己烷中的 1.6M 溶液, 3.53mmol)。使溶液升温至 0 °C 并搅拌 20min, 然后再冷却至 -78 °C。逐滴加入化合物 42 (0.58g, 1.41mmol) 在 THF (2mL) 中的溶液, 并将溶液搅拌 30min。逐滴加入 4-甲苯磺酰氟 (0.28g, 1.55mmol) 在 THF (2mL) 中的溶液, 并将溶液搅拌 30min。加入水 (5mL), 并使混合物升温至室温。水相用 1N HCl (aq) 调节至 pH4, 并

用 MTBE (2x50mL) 提取。混合的有机提取物用盐水洗涤,用 MgSO_4 干燥,浓缩,并真空干燥得到粗产物。粗产物通过柱层析纯化 (25% EtOAc/ 己烷),得到作为白色泡沫固体的化合物 43 (0.35g, 57%) :m/z436.1 (M+1)。

[0578] 化合物 44:将化合物 43 (0.34g, 0.78mmol) 在 THF (10mL) 中的溶液置于 N_2 环境下。加入 10% Pd/C (25mg), 并且将混合物抽真空并用 H_2 (3x) 净化。在 H_2 充气条件下将混合物搅拌 2h, 然后通过细烧结过滤器过滤。将滤液浓缩, 得到作为白色泡沫固体的化合物 44 (0.34g, 100%) :m/z440.2 (M+1)。

[0579] 化合物 63313:向化合物 44 (0.34g, 0.77mmol) 在苯 (8mL) 中的溶液中加入 DDQ (176mg, 0.77mmol), 并将溶液于 80°C 加热 3h。在冷却之后, 混合物用 EtOAc (50mL) 稀释, 用饱和 NaHCO_3 (aq)、盐水洗涤, 用 MgSO_4 干燥, 并浓缩得到作为暗色泡沫的粗产物。粗产物通过柱层析纯化 (15-25% EtOAc/ 己烷), 得到作为灰白泡沫固体的不纯的产物 63313 (95mg), 其溶于 THF (4mL) 和 1M HCl (1mL) 中并搅拌 2h。混合物用饱和 NaHCO_3 (aq) 稀释, 并且用 EtOAc (2x50mL) 提取。混合的有机提取物用盐水洗涤, 用 MgSO_4 干燥, 浓缩, 并真空干燥得到粗产物。粗产物通过柱层析纯化 (15% EtOAc/ 己烷), 得到作为白色泡沫固体的化合物 63313 (34mg, 10%) : ^1H NMR (500MHz, CDCl_3) δ 7.67 (s, 1H), 5.59 (br s, 1H), 2.53 (dd, J = 19 and 9Hz, 1H), 2.44 (br d, J = 19Hz, 1H), 2.20-2.08 (m, 1H), 2.05-1.35 (m, 14H), 1.30 (s, 3H), 1.30-1.08 (m, 3H), 1.05-0.90 (m, 1H), 0.96 (s, 3H), 0.89 (t, J = 7Hz, 3H), 0.85 (t, J = 7Hz, 3H) ;m/z394.1 (M+1)。

[0580] 化合物 43:向化合物 42 (0.87g, 2.12mmol) 在 CH_2Cl_2 (100mL) 的溶液中加入第 2 代 Grubbs 催化剂 (90mg, 0.11mmol), 并且溶液于室温搅拌 2h。大部分的 CH_2Cl_2 通过旋转蒸发去除。粗产物通过柱层析纯化 (15% EtOAc/ 己烷), 得到作为白色结晶固体的化合物 43 (0.80g, 99%) :m/z383.0 (M+1)。

[0581] 化合物 44:于 -78°C 下向二异丙胺 (0.39mL, 2.73mmol) 在 THF (5mL) 的溶液中加入 n-BuLi (1.58mL 的在己烷中的 1.6M 溶液, 2.53mmol)。使溶液升温至 0°C 并搅拌 20min, 然后再冷却至 -78°C 。逐滴加入化合物 43 (0.387g, 1.01mmol) 在 THF (15mL) 和甲苯 (10mL) 中的溶液, 并将溶液搅拌 30min。逐滴加入 4- 甲苯磺酰氰 (0.22g, 1.21mmol) 在 THF (3mL) 中的溶液, 并且搅拌溶液 30min。加入水 (5mL), 并且允许混合物升至室温。水相用 1N HCl (aq) 调整至 pH4 并用 MTBE (2x50mL) 提取。混合的有机提取物用盐水洗涤, 用 MgSO_4 干燥, 浓缩, 并真空干燥。粗产物通过柱层析纯化 (20% EtOAc/ 己烷) 得, 到作为白色泡沫固体的化合物 44 (0.14g, 34%) :m/z408.1 (M+1)。

[0582] 化合物 63304:向化合物 44 (0.11g, 0.27mmol) 在苯 (3mL) 中的溶液中加入 DDQ (61mg, 0.27mmol)。溶液于 80°C 加热 30min。在冷却之后, 混合物用 MTBE (50mL) 稀释, 用饱和 NaHCO_3 (20mL)、盐水洗涤, 用 MgSO_4 干燥, 并浓缩得到作为浅棕色泡沫的粗产物。粗产物通过柱层析纯化 (0.5-1% EtOAc/ CH_2Cl_2), 得到作为白色泡沫固体的产物 63304 (20mg, 18%) : ^1H NMR (500MHz, CDCl_3) δ 7.65 (s, 1H), 5.78 (br s, 1H), 5.68 (br s, 1H), 5.51 (br s, 1H), 4.00-3.85 (m, 4H), 2.88 (d, J = 16Hz, 1H), 2.82 (d, J = 16Hz, 1H), 2.71 (d, J = 16Hz, 1H), 2.61 (d, J = 16Hz, 1H), 2.22-2.15 (m, 1H), 2.05-1.97 (m, 1H), 1.90-1.40 (m, 9H), 1.30 (s, 3H), 1.33-1.22 (m, 2H), 0.86 (s, 3H) ;m/z406.1 (M+1)。

[0583] 化合物 63311:向化合物 63304 (0.030g, 0.074mmol) 在 THF (5mL) 和水 (1mL) 中

的溶液中加入 1N HCl(1mL)。将溶液搅拌过夜然后静置 72h。混合物用饱和 NaHCO₃(aq) 稀释,并且用 EtOAc(2x25mL) 提取。混合的有机提取物用盐水洗涤,用 MgSO₄ 干燥,浓缩,并真空干燥得到粗产物。粗产物通过柱层析纯化(15% EtOAc/己烷),得到作为白色固体的产物 63311(17mg,64%):¹H NMR(500MHz, CDCl₃) δ 7.65(s, 1H), 5.80(m, 1H), 5.73(m, 1H), 5.53(m, 1H), 2.91(d, J = 16Hz, 1H), 2.84(d, J = 16Hz, 1H), 2.74(br d, J = 16Hz, 1H), 2.62(br d, J = 16Hz, 1H), 2.50(dd, J = 19and9Hz, 1H), 2.32(dt, J = 18and5Hz, 1H), 2.13(dt, J = 19and9Hz, 1H), 2.03-1.75(m, 5H), 1.73-1.53(m, 2H), 1.43-1.28(m, 3H), 1.33(s, 3H), 0.94(s, 3H); m/z362.0 (M+1)。

[0584] 化合物 45:将化合物 43(0.79g, 2.07mmol) 在 THF(25mL) 中的溶液置于 N₂ 环境下。加入 5% Pd/C(100mg), 并将混合物抽真空并用 H₂(3x) 净化。将混合物于 H₂ 充气条件下搅拌 2h, 然后经细烧结过滤器过滤。将滤液浓缩并真空干燥, 得到作为白色固体的化合物 45(0.78g, 98%): m/z385.1 (M+1)。

[0585] 化合物 46:于 -78°C 下向二异丙胺(0.77mL, 5.48mmol) 在 THF(10mL) 的溶液中加入 n-BuLi(3.17mL 的在己烷中的 1.6M 溶液, 5.07mmol)。使溶液升温至 0°C 并搅拌 20min, 然后再冷却至 -78°C。逐滴加入化合物 45(0.78g, 2.03mmol) 在 THF(10mL) 中的溶液, 然后将溶液搅拌 30min。逐滴加入 4- 甲苯磺酰氰(0.44g, 2.43mmol) 在 THF(5mL) 中的溶液, 并将溶液搅拌 30min。加入饱和 NH₄Cl(aq)(10mL), 并将混合物升温至室温。混合物用水(10mL) 稀释并用 MTBE(2x50mL) 提取。混合的有机提取物用盐水洗涤, 用 MgSO₄ 干燥, 浓缩, 并真空干燥得到粗产物。粗产物通过柱层析纯化(15-20% EtOAc/己烷), 得到作为白色泡沫固体的化合物 46(0.46g, 55%): m/z410.1 (M+H)。

[0586] 化合物 63317:在冰浴中将化合物 46(0.34g, 0.83mmol) 在 DMF(3mL) 中的溶液冷却。加入 1,3- 二溴 -5,5- 二甲基乙内酰脲(0.142g, 0.50mmol), 并于 0°C 将溶液搅拌 2h。加入吡啶(0.75mL), 并将溶液于 55°C 加热 21h。在冷却后, 将混合物用水(10mL) 稀释并用 MTBE(2x30mL) 提取。混合的有机提取物用 0.5M HCl(aq)(2x15mL)、饱和 NaHCO₃(aq)(20mL)、盐水洗涤, 用 MgSO₄ 干燥, 浓缩, 并真空干燥得到粗产物。粗产物通过柱层析纯化(20% EtOAc/己烷), 得到作为白色泡沫固体的产物 63317(0.258g, 76%):¹H NMR(500MHz, CDCl₃) δ 7.63(s, 1H), 5.69(br s, 1H), 3.98-3.83(m, 4H), 2.28-2.12(m, 2H), 2.10-1.96(m, 2H), 1.94-1.40(m, 15H), 1.35(s, 3H), 1.34-1.20(m, 2H), 0.91(s, 3H); m/z408.1 (M+1)。

[0587] 化合物 63318:向 63317(0.23g, 0.56mmol) 在 THF(10mL) 的溶液中加入 0.5N HCl(aq)(3mL)。将溶液搅拌 50h。混合物用饱和 NaHCO₃(aq) 稀释并用 MTBE(2x50mL) 提取。混合的有机提取物用盐水洗涤, 用 MgSO₄ 干燥, 浓缩, 并于 50°C 真空干燥得到作为白色泡沫固体的产物 63318(200mg, 98%):¹H NMR(500MHz, CDCl₃) δ 7.62(s, 1H), 5.73(br s, 1H), 2.50(dd, J = 19and9Hz, 1H), 2.34(dt, J = 19and5Hz, 1H), 2.22-2.02(m, 2H), 2.01-1.55(m, 15H), 1.38(s, 3H), 1.38-1.24(m, 2H), 0.94(s, 3H); m/z364.1 (M+1)。

[0588] 化合物 63329:向化合物 63318(0.069g, 0.19mmol) 在甲苯(1mL) 和异丙醇(1mL) 的溶液中加入三异丙氧化铝(58mg, 0.28mmol)。将混合物于 75°C 搅拌 20h。混合物用 EtOAc(50mL) 稀释, 用 1N HCl(aq)(20mL)、饱和 NaHCO₃(aq)(20mL)、盐水洗涤, 用 MgSO₄ 干燥, 并浓缩得到粗产物。该粗产物与来自前一轮的粗产物混合(0.082mmol 等级) 并通过柱层析纯化(10-20% EtOAc/CH₂Cl₂), 得到作为白色泡沫固体的产物 63329(20mg, 20%):¹H

NMR(500MHz, CDCl₃) δ 7.61(s, 1H), 5.71(br s, 1H), 3.70(br t, J = 8Hz, 1H), 2.29-2.06(m, 3H), 1.98-1.13(m, 18H), 1.38(s, 3H), 1.08-0.97(m, 1H), 0.83(s, 3H); m/z 366.0 (M+1)。

[0589] 化合物 47: 乙酰氯 (0.125mL) 在 125mL 甲醇中的溶液用胆酸 (5g, 0.012mol) 一次性处理。溶液于室温搅拌 72h, 在此时溶剂被真空浓缩, 得到作为白色固体的化合物 47 (5.0g, 定量的); m/z 423.2 (M+1)。

[0590] 化合物 48: 化合物 47 (5.0g, 0.0118mol) 悬浮于甲苯 (150mL) 中, 然后一次性加入硅藻土 (celite) 上的 (6.5g) 碳酸银。反应混合物回流 3h, 然后经垂熔玻璃漏斗热过滤。滤液真空浓缩得到粗产物。粗产物置于 CH₂Cl₂/THF (7:3) 中并经过硅胶垫, 用 CH₂Cl₂/THF (7:3) 洗脱, 得到作为白色固体的化合物 48 (3.3g, 66%); m/z 421.1 (M+1)。

[0591] 化合物 49: 化合物 48 (3.3g, 7.85mmol) 用 25mL CH₂Cl₂ 稀释, 然后分别加入二异丙基乙胺 (3.3mL) 和氯甲基甲醚 (1.89g, 23.5mmol)。溶液于 45°C 搅拌过夜 (~14h), 冷却至室温, 然后浓缩得到粘性液体。该粗产物置于 EtOAc (50mL) 中并用饱和 KH₂PO₄ (aq) 溶液和盐水洗涤。有机相用 Na₂SO₄ 干燥, 过滤, 并将滤液真空浓缩得到粗产物。粗产物通过柱层析纯化 (用己烷/EtOAc 7:3 洗脱), 得到作为粘性无色液体的化合物 49 (2.8g, 70%), 其在静置时固化; m/z 385.1 (M+1)。

[0592] 化合物 50: 化合物 49 (0.62g, 1.21mmol) 悬浮于 9mL 的甲酸乙酯中, 然后逐滴加入在甲醇 (0.5mL) 中的 30% 甲醇钠。反应混合物于室温搅拌大约 2h, 在此时除气完全。向反应混合物中加入 0.1N HCl (aq) 直到溶液为 pH = 3。加入乙酸乙酯 (40mL) 和水 (40mL), 分离有机相并用 MgSO₄ 干燥。将干燥剂过滤掉, 并将滤液浓缩得到粗产物。粗产物通过柱层析纯化 (用己烷/EtOAc 7:3 洗脱), 得到作为白色固体的产物 50 (0.37g); m/z 551.2 (M+1)。

[0593] 化合物 51: 化合物 50 (0.37g, 0.67mmol) 悬浮于乙醇/水溶液 (30mL/5mL) 中, 然后一次性加入盐酸羟胺 (0.12g)。溶液于 60°C 搅拌过夜 (~14h), 冷却至室温, 并真空浓缩。产物在 CH₂Cl₂ (20mL) 和盐水 (20mL) 之间分配。分离有机相, 用 MgSO₄ 干燥, 然后过滤, 并将滤液浓缩得到粗产物。粗产物通过柱层析纯化 (用己烷/EtOAc 7:3 洗脱), 得到作为粘性液体的化合物 51 (0.15g, 从 49 计算收率为 40%); m/z 548.3 (M+1)。

[0594] 化合物 52: 化合物 51 (0.15g, 0.27mmol) 用 1:1 THF/ 甲醇 (5mL) 稀释, 然后逐滴加入甲醇 (0.5mL) 中的 30% 甲醇钠。反应混合物于 55°C 搅拌 2 小时, 冷却至室温, 然后用 1:1 EtOAc:1N HCl (aq) (40mL) 稀释。分离有机相, 用 (Na₂SO₄) 干燥, 过滤, 并将滤液浓缩至干燥, 得到粗产物。粗产物通过柱层析纯化 (用己烷/EtOAc 7:3 洗脱), 得到作为白色固体的化合物 52 (0.060g, 41%); m/z 440.1 (M+1)。

[0595] 化合物 63312: 化合物 52 (0.050g, 0.093mmol) 置于 DMF (1mL) 中, 然后加入 1,3-二溴-5,5-二甲基乙内酰脲 (0.016g, 0.055mmol)。溶液于室温搅拌 3 小时, 然后用 0.25mL 无水吡啶处理。将溶液加入至 55°C 并在该温度下搅拌 3 天。将溶液冷却至室温并用 EtOAc 和 1N HCl (aq) (每种 25mL) 稀释。分离有机相, 用水洗涤, 并用硫酸钠干燥。过滤掉干燥剂, 并将滤液真空浓缩得到粗产物。粗产物通过柱层析纯化 (用己烷/EtOAc 从 7:3 至 1:1 梯度洗脱), 得到作为白色无定形固体的产物 63312 (0.040g, 80%); ¹H NMR (500MHz, CDCl₃) δ 7.55(s, 1H), 4.70(d, J = 7Hz, 1H), 4.67(d, J = 7Hz, 1H), 4.64(d, J = 7Hz, 1H), 4.56(d, J = 7Hz, 1H), 3.77(br s, 1H), 3.72(br s, 1H), 3.66(s, 3H), 3.48(t, J = 16Hz, 1H), 3.39(s, 3H), 3.30(s, 3H), 2.45-2.31(m, 2H), 2.23(m, 1H), 2.15-2.02(m, 2H), 1.92-1.53(m, 11H),

1.44-1.23(m, 2H), 1.25(s, 3H), 1.08(m, 1H), 0.92(d, J = 6Hz, 3H), 0.73(s, 3H); m/z 438, 408, 和 376。

[0596] 化合物 63314: 化合物 63312 (0.025g, 0.047mmol) 置于 2mL CH₂Cl₂ 中, 然后用 1mL 的在二乙醚中的 2M HCl 处理。溶液于室温搅拌过夜, 然后浓缩至干燥。残留物通过柱层析纯化(用 7:3 至 1:1 己烷:EtOAc 梯度洗脱), 得到作为粘性无色液体的产物 63314 (0.010g, 48%) : ¹H NMR (500MHz, CDCl₃) δ 7.52(s, 1H), 4.06(br s, 1H), 3.95(br s, 1H), 3.59(s, 3H), 3.54(dd, J = 17 and 15Hz, 1H), 2.47(dd, J = 18 and 4Hz, 1H), 2.26(m, 1H), 2.10(m, 1H), 2.03-1.53(m, 14H), 1.50-1.13(m, 4H), 1.27(s, 3H), 1.00(d, J = 6Hz, 3H), 0.76(s, 3H); m/z 444.1 (M+1)。

[0597]

[0598] 本文所公开并要求专利保护的所有方法可以根据本公开无需过度实验的情况下建立和实施。虽然本发明的组合物和方法已经以优选实施方案的方式描述, 然而, 本领域技术人员显而易见的是, 可以对本文所述方法以及方法步骤或方法步骤的顺序进行改变, 而不脱离本发明的概念、精神和范围。更加具体而言, 显而易见的是, 化学或生理相关的某些试剂可以取代本文所述的试剂, 并将得到相同或相似的结果。所有此类对本领域技术人员而言显而易见的取代和修改认为处于如后附权利要求书所定义的本发明的精神、范围和概念内。

[0599] 参考文献

[0600] 下列参考文献以它们提供补充本文所述过程或其它细节的例证性过程或其它细节的程度明确地通过引用并入本文。

[0601] 美国专利 5,443,826

[0602] 美国专利 5,599,795

[0603] 美国专利 6,025,395

[0604] 美国专利 6,326,507

[0605] 美国专利 6,974,801

[0606] 美国专利申请 11/941,820

[0607] 美国专利申请 12/352,473

[0608] 美国临时申请号 61/046,332

[0609] 美国临时申请号 61/046,342

[0610] 美国临时申请号 61/046,352

[0611] 美国临时申请号 61/046,366

[0612] 美国临时申请号 61/111,333

[0613] 美国临时申请号 61/111,269

[0614] 美国临时申请号 61/111,294

[0615] 美国专利公布 2009/0060873

[0616] Eric Anderson, Xin Jiang, Xiaofeng Liu, Melean Visnick 的美国专利申请, 题目为“抗氧化剂炎症调节剂: 具有饱和 C 环的齐墩果酸衍生物”, 提交日期为 2009 年 4 月 20 日。

[0617] Eric Anderson, Xin Jiang 和 Melean Visnick 的美国专利申请, 题目为“抗氧化

剂炎症调节剂:在 C-17 具有氨基和其它修饰的齐墩果酸衍生物”,提交日期为 2009 年 4 月 20 日。

[0618] Xin Jiang, Jack Greiner, Lester L. Maravetz, Stephen S. Szucs, Melean Visnick 的美国专利申请,题目为“抗氧化剂炎症调节剂:新的齐墩果酸衍生物”,提交日期为 2009 年 4 月 20 日。

[0619] Xin Jiang, Xiaofeng Liu, Jack Greiner, Stephen S. Szucs, Melean Visnick 的美国专利申请,题目为“抗氧化剂炎症调节剂:C-17 同系化齐墩果酸衍生物”,提交日期为 2009 年 4 月 20 日。

[0620] Abraham 和 Kappas, *Free Radic. Biol. Med.*, 39(1):1-25, 2005。

[0621] Akiyama 等, *Alzheimer Dis. Assoc. Disord.*, 14(1):S47-53, 2000。

[0622] Angulo 等, *Eur. J. Immunol.*, 30:1263-1271, 2000。

[0623] Araujo 等, *J. Immunol.*, 171(3):1572-1580, 2003。

[0624] Arend 和 Dayer, *Arthritis Rheum.*, 38:151-160, 1995。

[0625] Arend 等, *Annu. Rev. Immunol.*, 16:27-55, 1998。

[0626] Autenrieth 等, *Infect. Immun.*, 62:2590-2599, 1994。

[0627] Bach, *Hum. Immunol.*, 67(6):430-432, 2006

[0628] Bagasra 等, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 92:12041-12045, 1995。

[0629] Ball, *Ann. Rheum. Dis.*, 30:213-223, 1971。

[0630] Barton 等, *J. Chem. Soc. Perkin Trans. I.*, 2209, 1980。

[0631] Beal, *Curr. Opin. Neurobiol.*, 6:661-666, 1996。

[0632] Bendzen 等, *Scand. J. Rheumatol.*, 28:599-606, 1988。

[0633] Blanchette 等, *Tetrahedron Lett.*, 25:2183, 1984。

[0634] Blumberg 等, *Arthritis Rheum.*, 7:93-97, 1964。

[0635] Botoman 等, *Am. Fam. Physician*, 57(1):57-68, 1998。

[0636] Brandt 等, *Arthritis Rheum.*, 43:1346-1352, 2000。

[0637] Braun 等, *Arthritis Rheum.*, 42:2039-2044, 1999。

[0638] Brewerton 等, *Lancet.*, 1:904-907, 1973a。

[0639] Brewerton 等, *Lancet.*, 1:956-957, 1973b。

[0640] Bronte 等, *Trends Immunol.*, 24:302-306, 2003。

[0641] Brown 和 DuBois, *J. Clin. Oncol.*, 23:2840-2855, 2005。

[0642] Brynskov 等, *N. Engl. J. Med.*, 321(13):845-850, 1989。

[0643] Burger 和 Dayer, *Neurology*, 45(6S-6):S39-43, 1995。

[0644] Cai 等, *Nat. Med.*, 11(2):183-190, 2005。

[0645] Calin 和 Taurog, In: *The Spondylarthritides*, Calin 等(编者), Oxford, UK. Oxford University Press, 179, 1998。

[0646] Cann 等, *Gut.*, 24(12):1135-1140, 1983。

[0647] Cardona 等, *Tetrahedron*, 42:2725, 1986。

[0648] Chauhan 和 Chauhan, *Pathophysiology*, 13(3):171-181, 2006。

[0649] Chomarar 等, *Arthritis Rheum.*, 38:1046-1054, 1995。

- [0650] Coyle 和 Puttfarcken, *Science*, 262 :689-695, 1993。
- [0651] Crowell 等, *Mol. Cancer Ther.* , 2 :815-823, 2003。
- [0652] Culver 等, *Science*, 256 :1550-1552, 1992。
- [0653] Danishefsky 等, *J. Am. Chem. Soc.* , 101 :6996, 1979。
- [0654] de Waal 等, *J. Exp. Med.* , 174 :1209-1220, 1991。
- [0655] Dickerson 等, *Prog Neuropsychopharmacol Biol. Psychiatry*, March 6, 2007。
- [0656] Dinarello, *Int. Rev. Immunol.* , 16 :457-499, 1998。
- [0657] Dionne 等, *Clin. Exp. Immunol.* , 112(3) :435-442, 1998。
- [0658] Doran 等, *J. Rheumatol.* , 30(2) :316-320, 2003。
- [0659] Drossman 等, *Dig. Dis. Sci.* , 38(9) :1569-1580, 1993。
- [0660] Drossman 等, *Gastroenterol.* , 112(6) :2120-2137, 1997。
- [0661] Dudhgaonkar 等, *Eur. J. Pain*, 10(7) :573-9, 2006。
- [0662] Eikelenboom 等, *Glia*, 40(2) :232-239, 2002。
- [0663] Ettehadi 等, *Clin. Exp. Immunol.* , 96(1) :146-151, 1994。
- [0664] Everhart 等, *Gastroenterol.* , 100(4) :998-1005, 1991。
- [0665] Fearon 和 Locksley, *Science*, 272(5258) :50-53, 1996。
- [0666] Feldtkeller 等, *Rheumatol. Int.* , 23(2) :61-66, 2003。
- [0667] Firestein 等, *Arthritis Rheum.* , 37 :644-652, 1994。
- [0668] Forstermann, *Biol. Chem.* , 387 :1521, 2006。
- [0669] Fujikawa 等, *Ann. Rheum. Dis.* , 54 :318-320, 1995。
- [0670] Funakoshi 等, *Digestion*, 59(1) :73-78, 1998。
- [0671] Galley 和 Webster, *Br. J. Anaesth.* , 77 :11-16, 1996。
- [0672] Gehrman 等, *Glia*, 15(2) :141-151, 1995。
- [0673] Genain 和 Nauser, *J. Mol. Med.* , 75 :187-197, 1997。
- [0674] Gladman 等, *Br. J. Rheumatol.* , 22 :675-679, 1995。
- [0675] Gladman 等, *J. Med.* , 62 :127-141, 1987。
- [0676] Gladman, *Rheum. Dis. Clin. North Am.* , 18 :247-256, 1992。
- [0677] Goodman 等, *Kidney Int.* , 72(8) :945-953, 2007。
- [0678] Graeber 等, *Glia*, 40(2) :252-259, 2002。
- [0679] Greten 等, *Cell*, 118 :285-296, 2004。
- [0680] Griffin 等, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 86(19) :7611-7615, 1989。
- [0681] Guilherme 等, *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* , 9(5) :367-77, 2008。
- [0682] Gwee 等, *Gut.* , 44(3) :400-406. , 1999。
- [0683] Hahn 和 Tsao, In :Dubois' *Lupus Erythematosus*, 第 4 版, Wallace 和 Hahn (编者), Lea 和 Febiger, Philadelphia, 195-201, 1993。
- [0684] *Handbook of Pharmaceutical Salts: Properties, Selection and Use* (Stahl 和 Wermuth, 编著), Verlag Helvetica Chimica Acta, 2002。
- [0685] Hannum 等, *Nature*, 343 :336-340, 1990。
- [0686] Hanson 等, *BMC Medical Genetics*, 6(7), 2005。

- [0687] Hansson 等, *Annu. Rev. Pathol. Mech. Dis.*, .1 :297-329, 2006。
- [0688] Harrison 和 Symmons 等, *Ann. Rheum. Dis.*, 57(6) :375-377, 1998。
- [0689] Harrison 等, *J. Rheumatol.*, 25(12) :2324-2330, 1998。
- [0690] Hart 等, *Immunology*, 84 :536-542, 1995。
- [0691] Hohler 等, *Arthritis Rheum.*, 41 :1489-1492, 1998。
- [0692] Hohler 等, *J. Invest. Dermatol.*, 109 :562-565, 1997。
- [0693] Honda 等, *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 12 :1027-1030, 2002。
- [0694] Honda 等, *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 19 :2711-2714, 1998。
- [0695] Honda 等, *Bioorg. Med. Chem. Lett.*, 9 :3429-3434, 1999。
- [0696] Honda 等, *J. Med. Chem.*, 43 :1866-1877, 2000a。
- [0697] Honda 等, *J. Med. Chem.*, 43 :4233-4246, 2000b。
- [0698] Horwitz 和 Fisher, *N. Engl. J. Med.*, 344(24) :1846-1850, 2001。
- [0699] Hotamisligil, *Nature*, 444(7121) :860-7, 2006。
- [0700] Ishikawa 等, *Circulation*, 104(15) :1831-1836, 2001。
- [0701] Ishizawa 和 Dickson, *J. Neuropathol. Exp. Neurol.*, 60(6) :647-657, 2001。
- [0702] Jacob 等, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 87 :1233-1237, 1990。
- [0703] Jailwala 等, *Ann. Intern. Med.*, 133(2) :136-147, 2000。
- [0704] Jarvis, *Curr. Opin. Rheumatol.*, 10(5) :459-467, 1998。
- [0705] Jarvis, *Pediatr. Ann.*, 31(7) :437-446, 2002。
- [0706] Jones 等, *Br. J. Rheumatol.*, 33(9) :834-839, 1994。
- [0707] Jonsson 等, *Br. J. Rheumatol.*, 32(7) :578-581, 1993。
- [0708] Jonsson 等, *Oral Dis.*, 8(3) :130-140, 2002。
- [0709] Jonsson 等, *Trends Immunol.*, 22(12) :653-654, 2001。
- [0710] Kahle 等, *Ann. Rheum. Dis.*, 51 :731-734, 1992。
- [0711] Kahne 和 Collum, *Tetrahedron Lett.*, 22 :5011, 1981。
- [0712] Kaltschmidt 等, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 94 :2642-2647, 1997。
- [0713] Kawakami 等, *Brain Dev.*, 28(4) :243-246, 2006。
- [0714] Kellow 和 Phillips, *Gastroenterol.*, 92(6) :1885-1893, 1987。
- [0715] Kendall-Tackett, *Trauma Violence Abuse*, 8(2) :117-126, 2007。
- [0716] Khan 等, *J. Neurochem.*, 71 :78-87, 1998。
- [0717] Khan 等, *Toxicol. Applied Pharmacol.*, 103 :482-490, 1990。
- [0718] Kortylewski 等, *Nat. Med.*, 11 :1314-1321, 2005。
- [0719] Kotake 等, *Infect. Immun.*, 67 :2682-2686, 1999。
- [0720] Kotzin 和 O' Dell, In: *Samler's Immunologic Diseases*, 第5版, Frank 等(编者), Little Brown&Co., Boston, 667-697, 1995。
- [0721] Kotzin, *Cell*, 85 :303-306, 1996。
- [0722] Kruger 等, *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 319(3) :1144-1152, 2006。
- [0723] Kuboyama, *Kurume Med. J.*, 45(1) :33-37, 1998。
- [0724] Lahesmaa 等, *J. Immunol.*, 148 :3079-3085, 1992。

- [0725] Lee 等, *Glia.*, 55(7) :712-22, 2007。
- [0726] Lencz 等, *Mol. Psychiatry*, 12(6) :572-80, 2007。
- [0727] Lipsky, In: *Harrison's principles of internal medicine*, Fauci 等 (编者), 第 14 版, NY, McGraw-Hill, 1880-1888, 1998。
- [0728] Liu 等, *FASEB J.*, 20(2) :207-216, 2006。
- [0729] Lo 等, *Curr. Dir Autoimmun.*, 1 :226-246, 1999。
- [0730] Lugering 等, *Ital. J. Gastroenterol. Hepatol.*, 30(3) :338-344, 1998。
- [0731] Lynn 和 Friedman, *N. Engl. J. Med.*, 329(26) :1940-1945, 1993。
- [0732] Macatonia 等, *J. Immunol.*, 150 :3755-3765, 1993。
- [0733] *March's Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure (March's Advanced Organic Chemistry)*, Smith 和 March (编者), 2007。
- [0734] Marsal 等, *Rheumatology*, 38 :332-337, 1999。
- [0735] Mazur 等, *Cell Microbiol.*, 9(7) :1683-94, 2007。
- [0736] Mazzoni 等, *J. Immunol.*, 168 :689-695, 2002。
- [0737] McAlindon 等, *Gut*, 42(2) :214-219, 1998。
- [0738] McGeer 和 McGeer, *Brain Res. Brain Res. Rev.*, 21 :195-218, 1995。
- [0739] McGeer 等, *Neurology*, 19 :331-338, 1996。
- [0740] McGonagle 等, *Arthritis Rheum.*, 41 :694-700, 1998。
- [0741] McGonagle 等, *Curr. Opin. Rheumatol.*, 11 :244-250, 1999。
- [0742] McIver 等, *Pain*, 120(1-2) :161-9, 2005。
- [0743] Mease 等, *Lancet*, 356 :385-390, 2000。
- [0744] Merrill 和 Benvenist, *Trends Neurosci.*, 19 :331-338, 1996。
- [0745] Mertz 等, *Gastroenterol.*, 118(5) :842-848, 2000。
- [0746] Moll 和 Wright, *Ann. Rheum. Dis.*, 32 :181-201, 1973。
- [0747] Moll 和 Wright, *Semin. Arthritis Rheum.*, 3 :55-78, 1973。
- [0748] Morris 等, *J. Mol. Med.*, 80(2) :96-104, 2002。
- [0749] Morse 和 Choi, *Am. J. Respir Crit. Care Med.*, 172(6) :660-670, 2005。
- [0750] Morse 和 Choi, *Am. J. Respir Crit. Care Med.*, 27(1) :8-16, 2002。
- [0751] Nath 等, *Neurology*, 66(1) :149-150, 2006。
- [0752] Neal 等, *BMJ.*, 314(7083) :779-782, 1997。
- [0753] Nichols, *Drug News Perspect.*, 17(2) :99-104, 2004。
- [0754] Nielen 等, *Arthritis Rheum.*, 50(2) :380-386, 2004。
- [0755] Ohnishi 等, *Int. Immunol.*, 6 :817-830, 1994。
- [0756] Pall, *Med. Hypoth.*, 69 :821-825, 2007。
- [0757] Partsch 等, *Br. J. Rheumatol.*, 24 :518-523, 1997。
- [0758] Pica 等, *Antimicrob. Agents Chemother.*, 44(1) :200-4, 2000。
- [0759] Pimentel 等, *Am. J. Gastroenterol.*, 95(12) :3503-3506, 2000。
- [0760] Pociot 等, *Scand. J. Immunol.*, 42(4) :501-504, 1995。
- [0761] Prieur 等, *Lancet.*, 2 :1240-1242, 1987。

- [0762] Rajakariar 等, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 104(52) :20979-84, 2007。
- [0763] Rantapaa-Dahlqvist 等, Arthritis Rheum. , 48(10) :2741-2749, 2003。
- [0764] Rasmusson 等, J. Med. Chem. , 29 :2298, 1986。
- [0765] Reimund 等, Eur. J. Clin. Invest. , 28(2) :145-150, 1998。
- [0766] Ribbens 等, Eur. Cytokine Netw. , 11 :669-676, 2000。
- [0767] Rogers 等, Neurobiol Aging, 9(4) :339-349, 1988。
- [0768] Rogler 和 Andus, World J. Surg. , 22(4) :382-389, 1998。
- [0769] Rooney 等, Rheumatol. Int. , 10 :217-219, 1990。
- [0770] Ross 等, Nutr. Neurosci. , 6(5) :277-81, 2003。
- [0771] Rostom 等, Ann. Intem. Med. , 146, 376-389, 2007。
- [0772] Rothstein, Med. Clin. North Am. , 84(5) :1247-1257, 2000。
- [0773] Roush 等, Cancer, 54(3) :596-601, 1984。
- [0774] Ruster 等, Scand. J. Rheumatol. , 34(6) :460-3, 2005。
- [0775] Sacerdoti 等, Curr Neurovasc Res. 2(2) :103-111, 2005。
- [0776] Saiki 等, Scand. J. Gastroenterol. , 33(6) :616-622, 1998。
- [0777] Salomonsson 和 Jonsson, Arthritis Rheum. , 48(11) :3187-3201, 2003。
- [0778] Salomonsson 等, Scand. J. Immunol. , 55(4) :336-342, 2002。
- [0779] Salvarani 等, Curr. Opin. Rheumatol. 1998 ;10 :299-305, 1998。
- [0780] Salvemini 等, J. Clin. Invest. , 93 :1940-1947, 1994。
- [0781] Sandler, Gastroenterol. , 99(2) :409-415, 1990。
- [0782] Sarchielli 等, Cephalalgia, 26(9) :1071-1079, 2006。
- [0783] Satoh 等, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 103(3) :768-773, 2006。
- [0784] Schellekens 等, Arthritis Rheum. , 43(1) :155-163, 2000。
- [0785] Schlaak 等, Clin. Exp. Rheumatol. , 14 :155-162, 1996。
- [0786] Schlaak 等, Eur. J. Immunol. , 22 :2771-2776, 1992。
- [0787] Schlosstein 等, NE J. Medicine, 288 :704-706, 1973。
- [0788] Schreiber, Neth. J. Med. , 53(6) :S24-31, 1998。
- [0789] Schulz 等, Antioxid. Redox. Sig. , 10 :115, 2008。
- [0790] Sieper 和 Braun, Arthritis Rheum. , 38 :1547-1554, 1995。
- [0791] Simon 等, Clin. Exp. Immunol. , 94 :122-126, 1993。
- [0792] Simon 等, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 91 :8562-8566, 1994。
- [0793] Simonian 和 Coyle, Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol. , 36 :83-106, 1996。
- [0794] Sinha 等, Cancer Res. , 67 :4507-4513, 2007。
- [0795] Stack 等, Lancet, 349(9051) :521-524, 1997。
- [0796] Stewart 等, Neurology, 48 :626-632, 1997。
- [0797] Strejan 等, J. Neuroimmunol. , 7 :27, 1984。
- [0798] Szabo 等, Nature Rev. Drug Disc. , 6 :662-680, 2007。
- [0799] Takahashi 等, Cancer Res. , 57 :1233-1237, 1997。
- [0800] Talley 等, Gastroenterol. , 109(6) :1736-1741, 1995。

- [0801] Tamir 和 Tannenbaum, *Biochim. Biophys. Acta.* , 1288 :F31-F36, 1996。
- [0802] Targan 等, *N. Engl. J. Med.* , 337(15) :1029-1035, 1997。
- [0803] Third Report of the National Cholesterol Education Program Expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III, or ATP III), National Institutes of Health, 2001, NIH 出版号 01-3670。
- [0804] Touzani 等, *J. Neuroimmunol.* , 100(1-2) :203-215, 1999。
- [0805] Tumlin 等, *Am. J. Cardiol.* , 98(6A) :14K-20K, 2006。
- [0806] Vazquez 等, *J. Virol.* , 79(7) :4479-91, 2005。
- [0807] van den Berg, *Semin. Arthritis Rheum.* , 30(5S-2) :7-16, 2001。
- [0808] van Dullemen 等, *Gastroenterol.* , 109(1) :129-135, 1995。
- [0809] van Hogezaand 和 Verspaget, *Drugs*, 56(3) :299-305, 1998。
- [0810] Vodovotz 等, In ;*Handbook of Experimental Immunology*, 第 I-IV 卷, 1996。
- [0811] Wardle, *Nephrol. Dial. Transplant.* , 16(9) :1764-8, 2001。
- [0812] Warrington 等, *Arthritis and Rheumatism*, 44 :13-20, 2001。
- [0813] Weyand 和 Goronzy, *Ann. NY Acad. Sci.* , 987 :140-149, 2003。
- [0814] Whitehead 等, *Gastroenterol.* , 98(5Pt1) :1187-1192, 1990。
- [0815] Williams 等, *Clin. Neurosci.* , 2(3-4) :229-245, 1994。
- [0816] Wordsworth, In ;*Genes and Arthritis*, *Brit. Medical Bulletin*, 51 :249-266, 1995。
- [0817] Wright, *Ann. Rheum. Dis.* , 15 :348-356, 1956。
- [0818] Wright, *Clin. Orthop. Related Res.* , 143 :8-14, 1979。
- [0819] Wu 等, *Tetrahedron*, 63 :5036, 2007。
- [0820] Xanthou 等, *Arthritis Rheum.* , 44(2) :408-418, 2001。
- [0821] Yates 等, *Cancer Res.* , 66(4) :2488-2494, 2006。
- [0822] Yin 等, *Arthritis Rheum.* , 40 :1788-1797, 1997。
- [0823] Yin 等, *Rheumatology*, 38 :1058-1067, 1999。
- [0824] Yoh 等, *Kidney Int.* , 60(4) :1343-1353, 2001。
- [0825] Yu 等, *Nat. Rev. Immunol.* , 7 :41-51, 2007。
- [0826] Zhou 等, *Am. J. Pathol.* , 166(1) :27-37, 2005。
- [0827] Zhou 等, *Cancer Sci.* , 98 :882-889, 2007。
- [0828] Zingarelli 等, *J. Immunol.* , 171(12) :6827-6837, 2003。

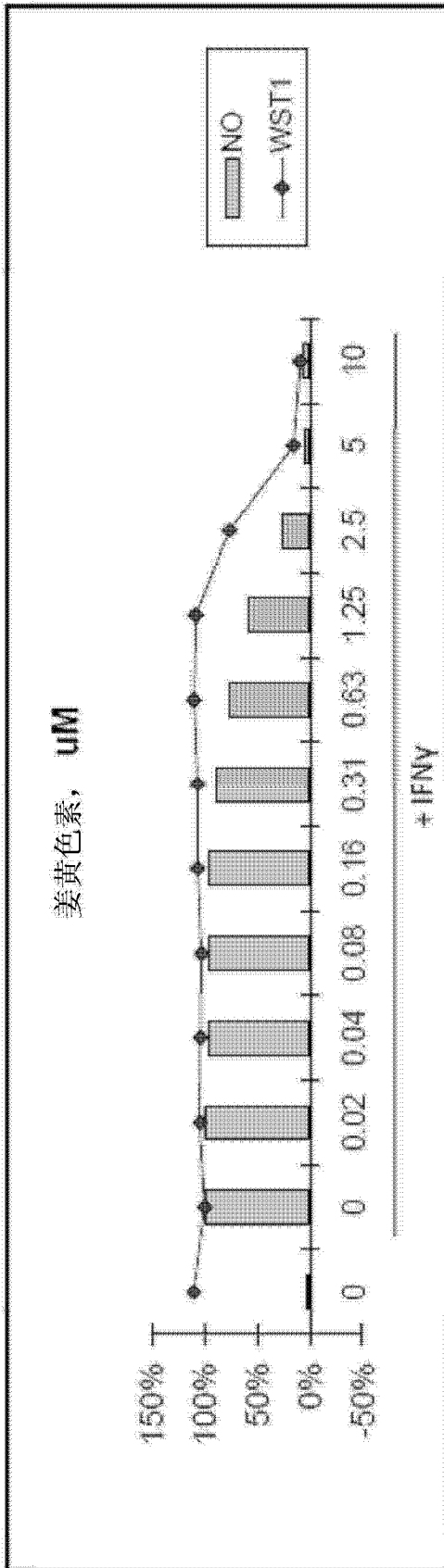


图 1

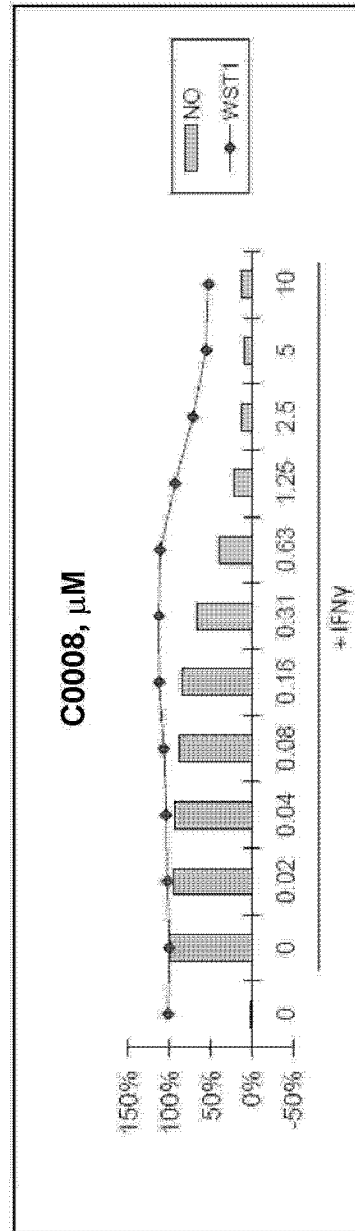


图 2

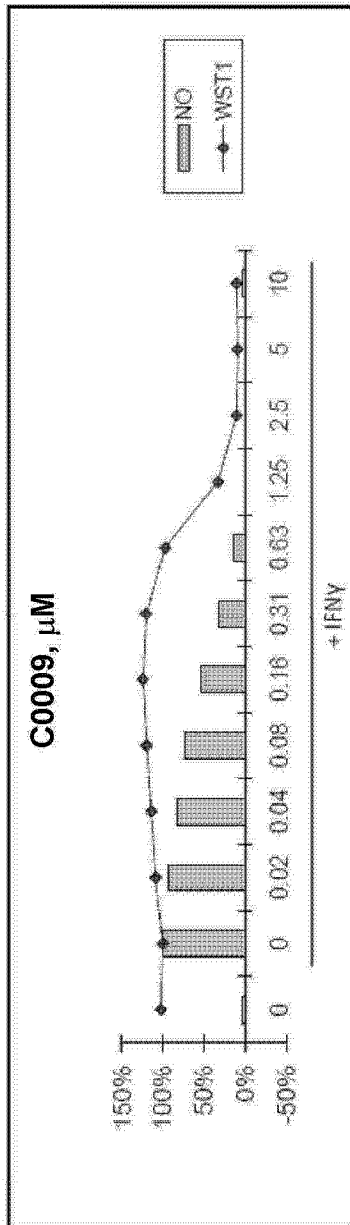


图 3

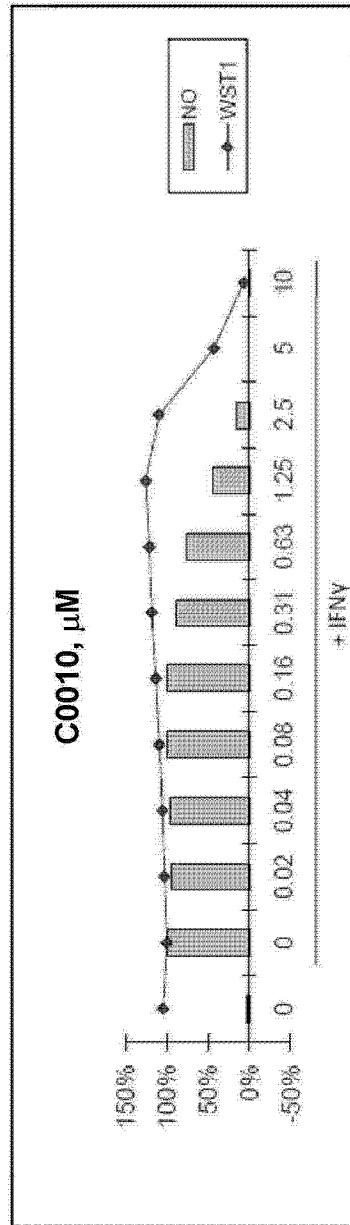


图 4

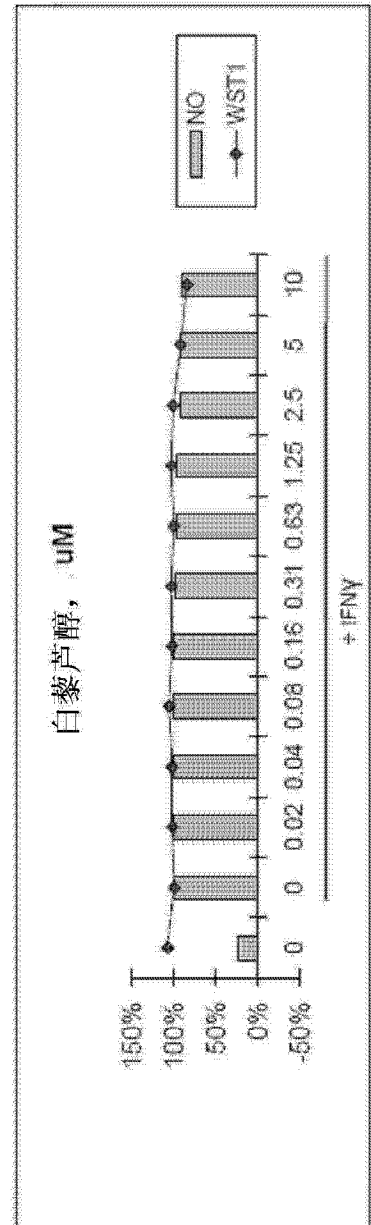


图 5

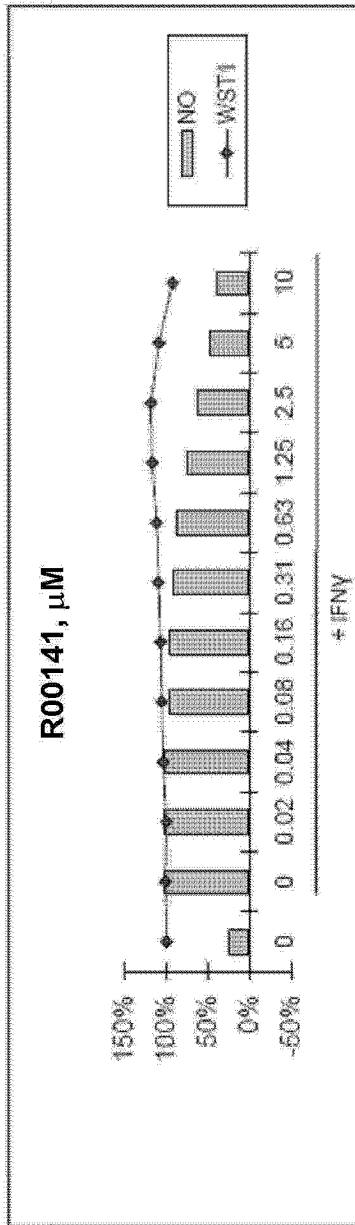


图 6

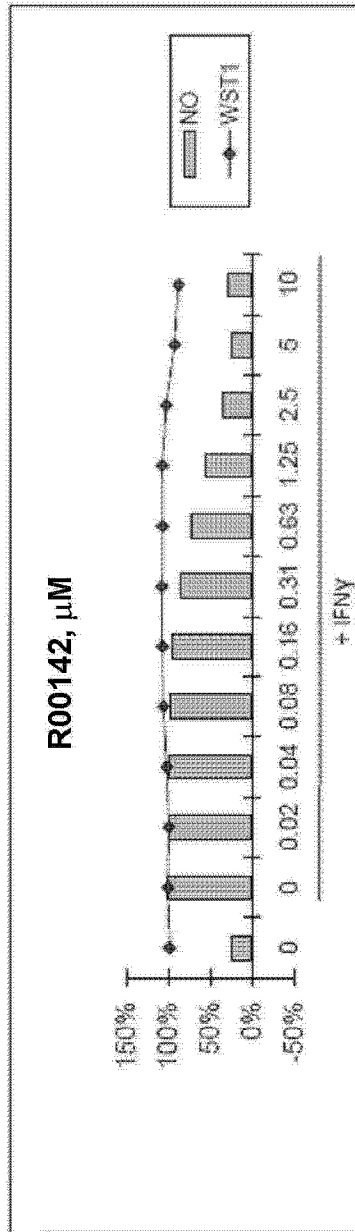


图 7

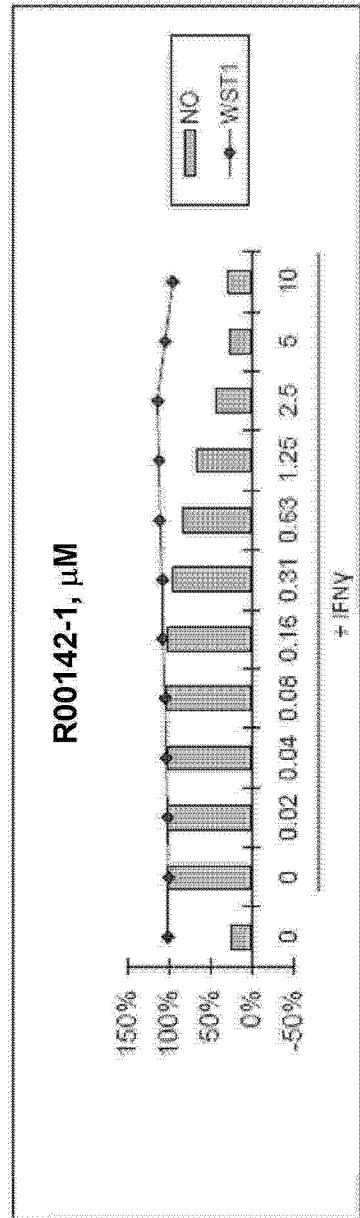


图 8

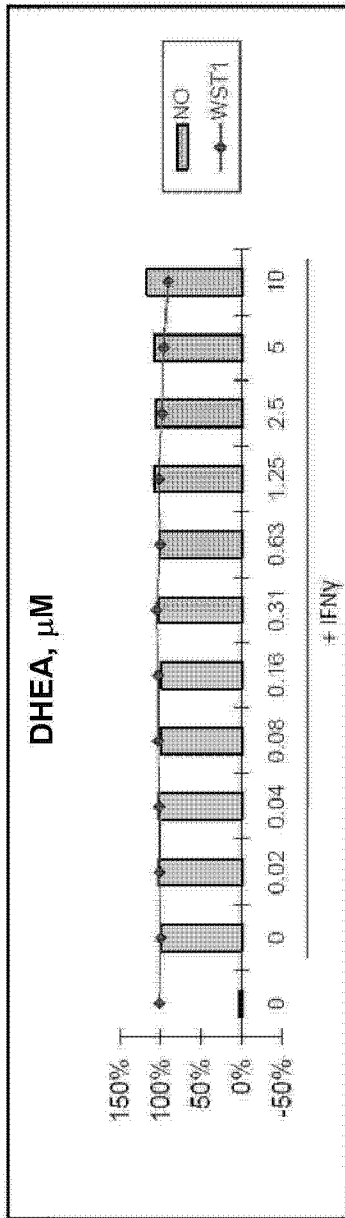


图 9

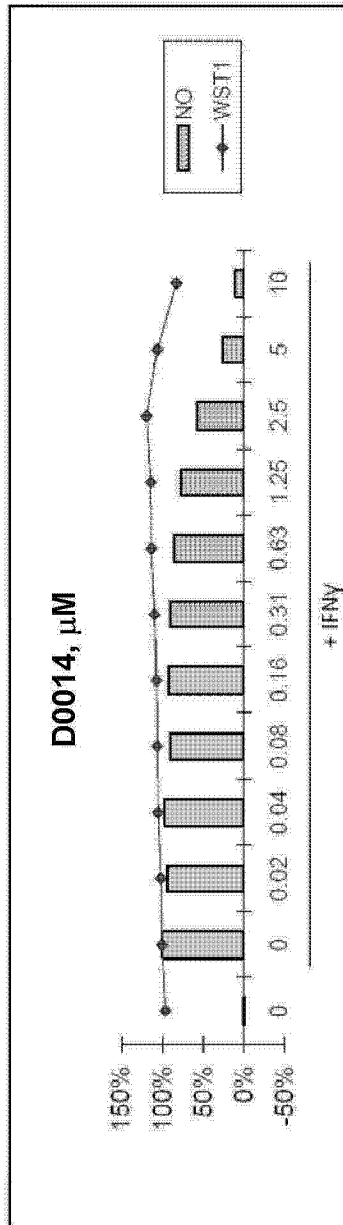


图 10

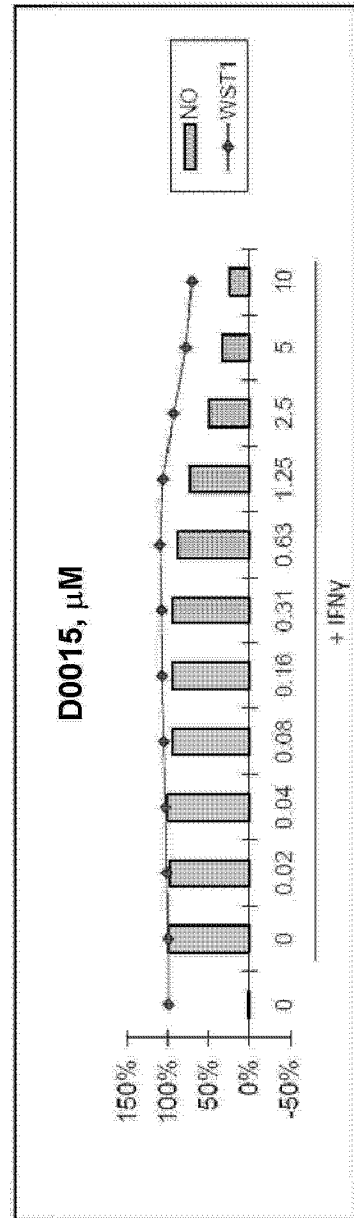


图 11

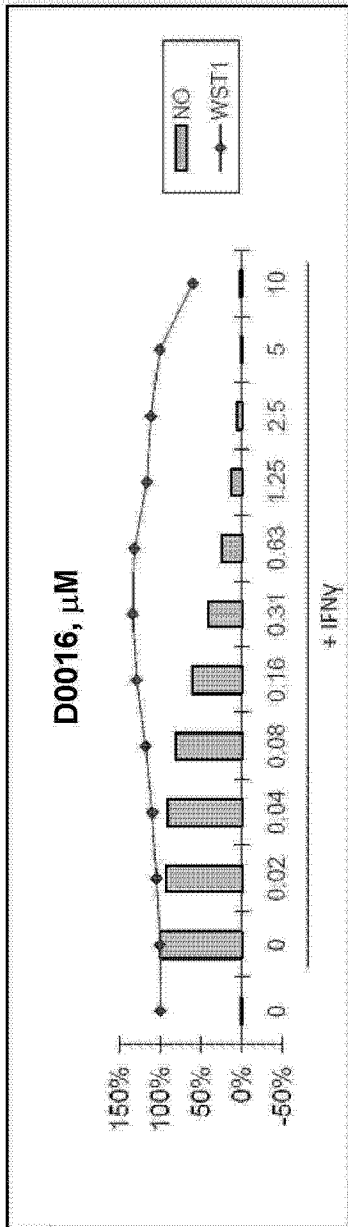


图 12

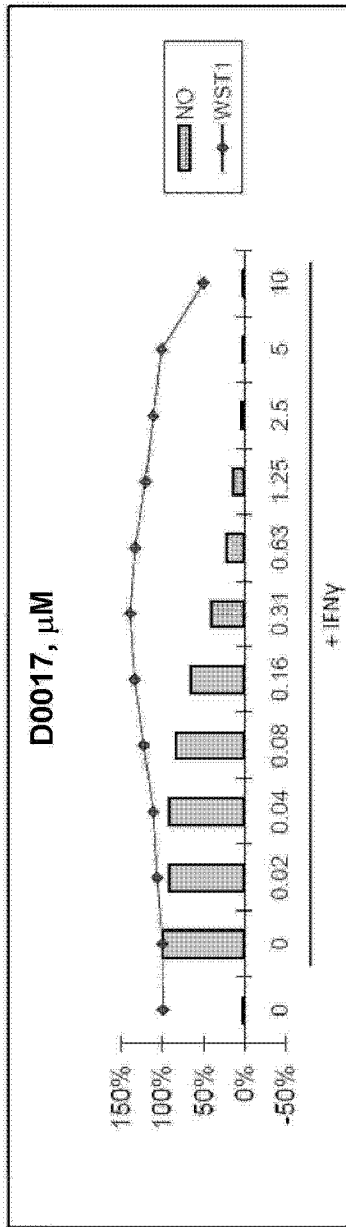


图 13

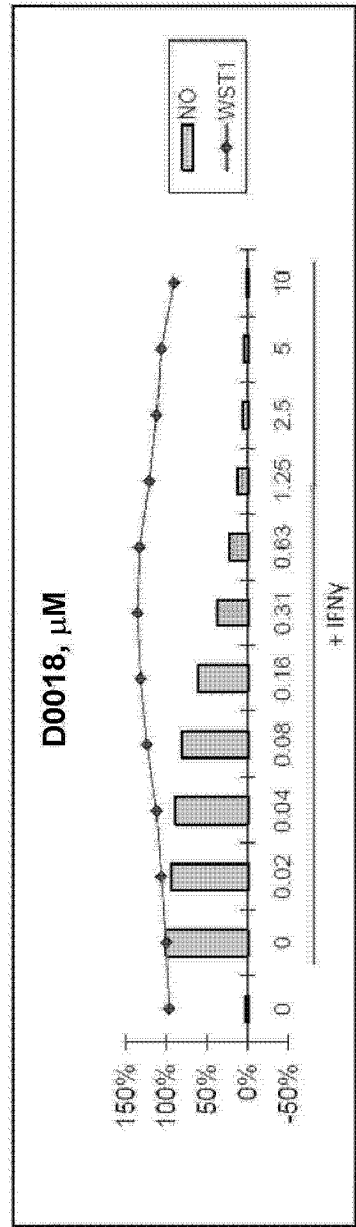


图 14

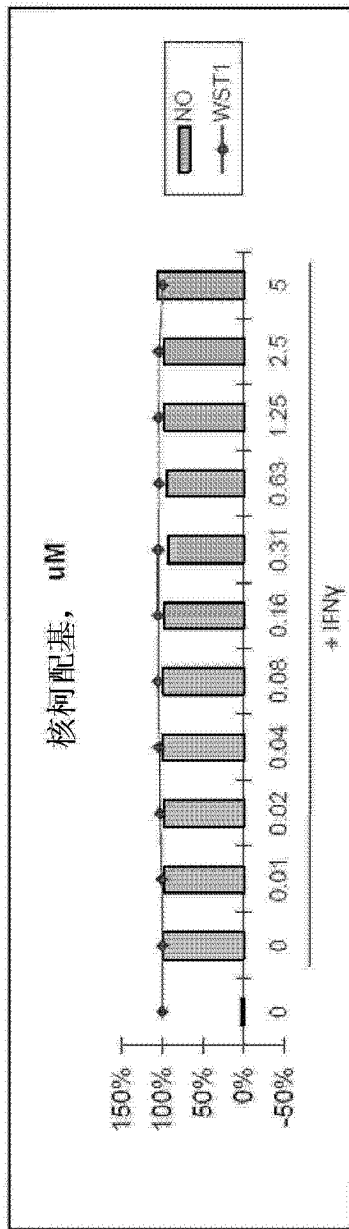


图 15

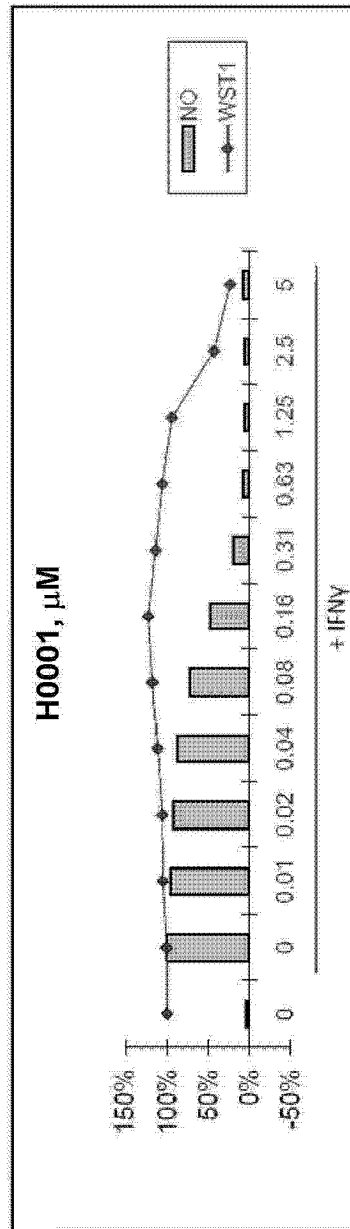


图 16

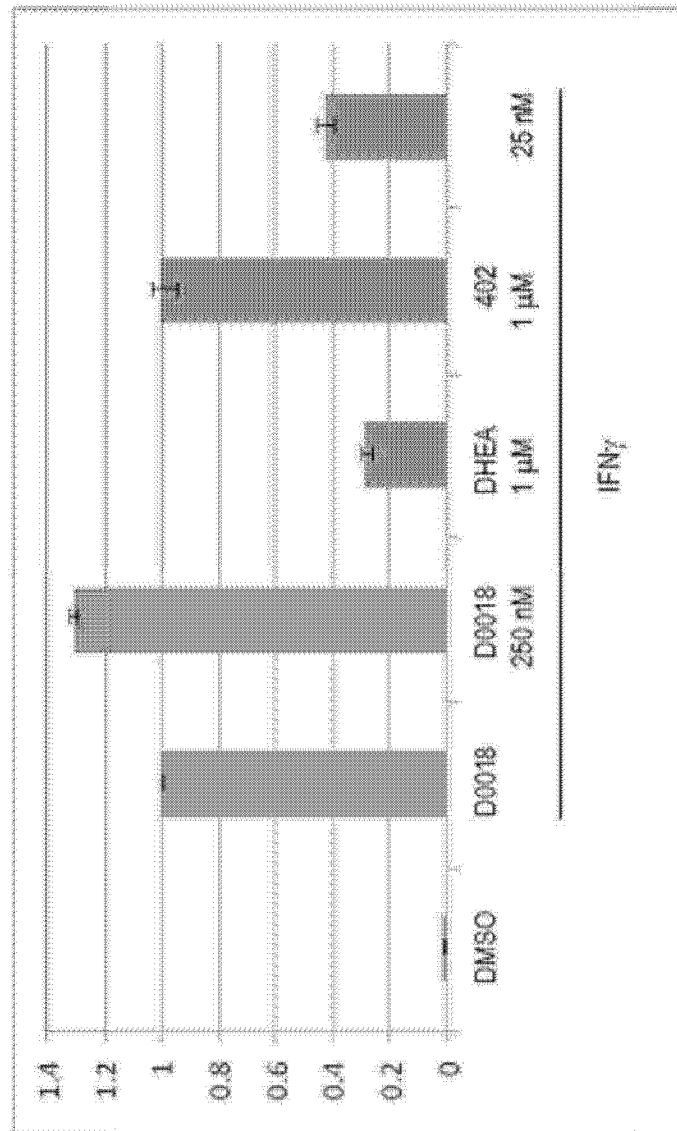


图 17

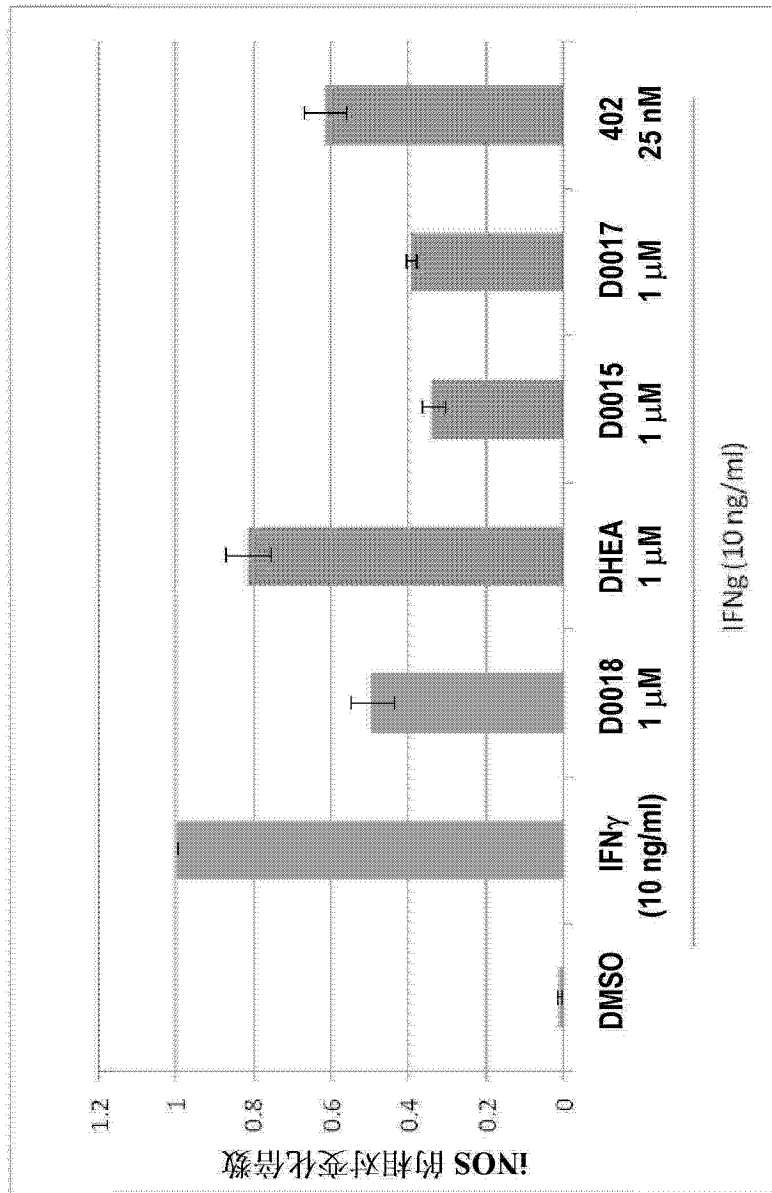


图 18

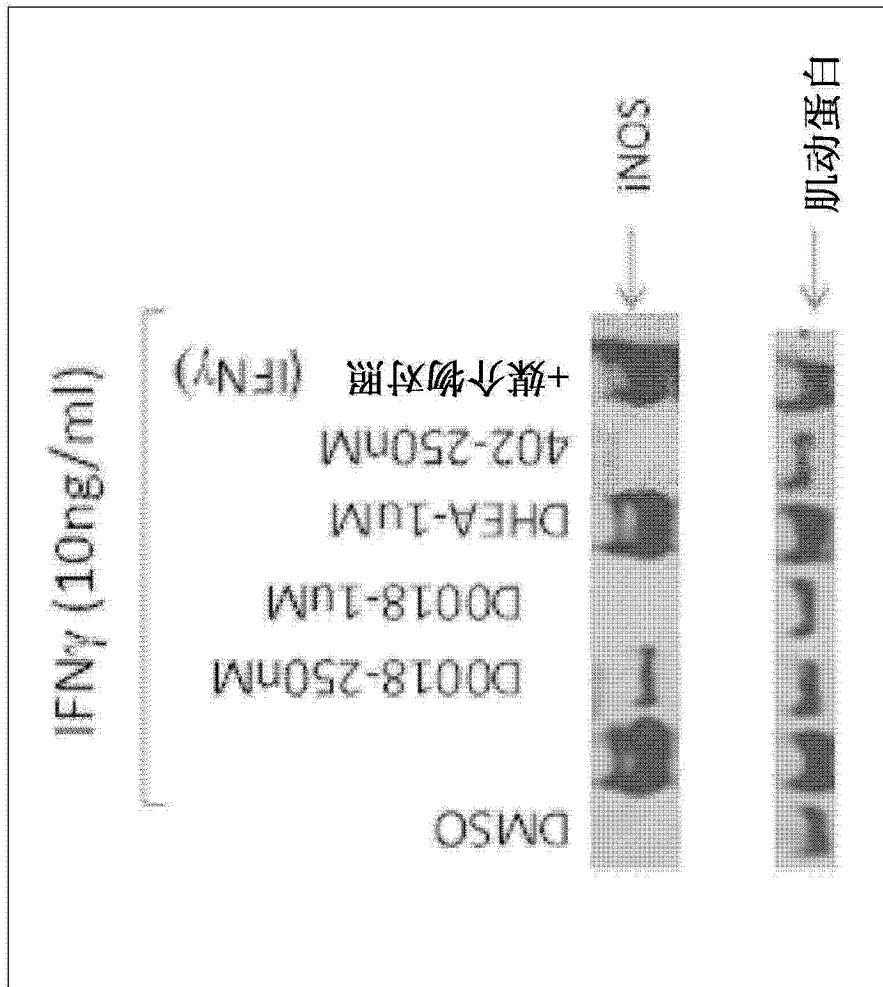


图 19

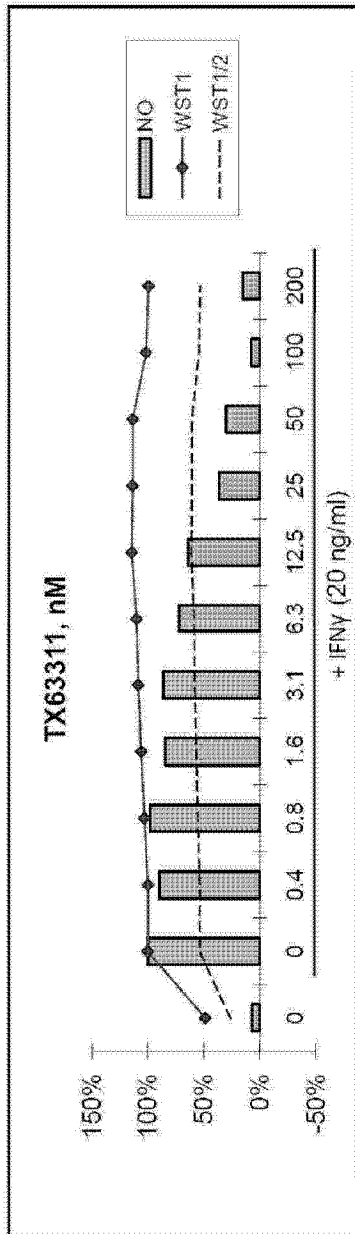


图 20

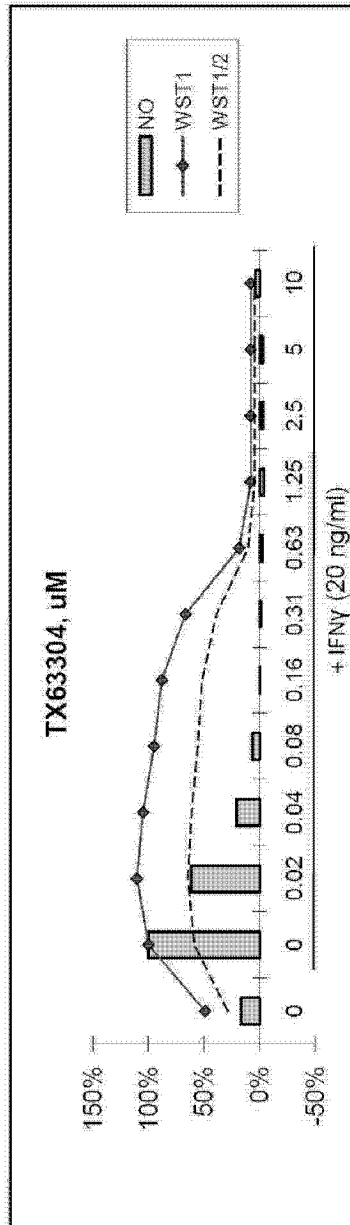


图 21

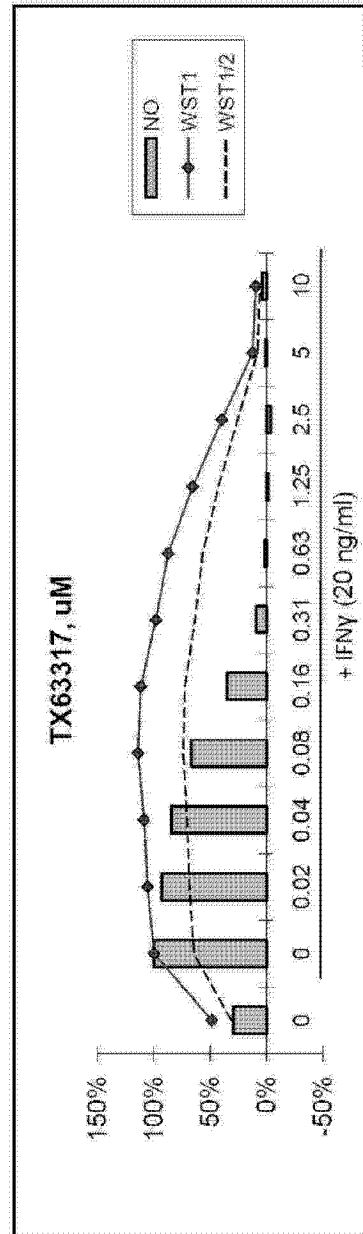


图 22

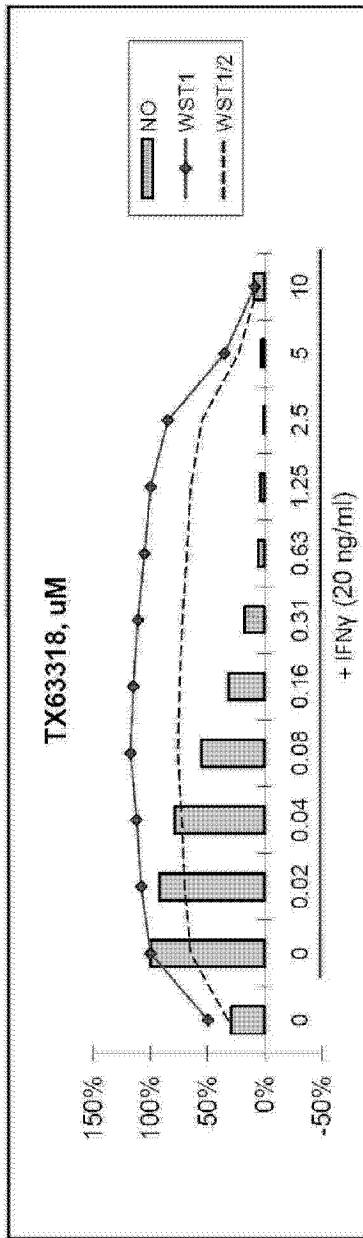


图 23

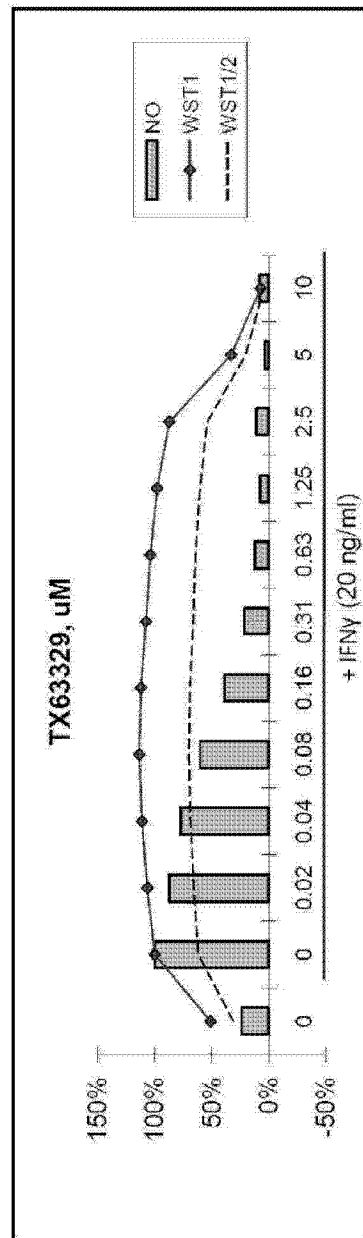


图 24