

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202190993** (13) **A2**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
**2021.08.31**

(22) Дата подачи заявки  
**2015.12.21**

(51) Int. Cl. *A61K 31/5685* (2006.01)  
*A61P 35/00* (2006.01)  
*A61P 9/00* (2006.01)  
*A61P 9/10* (2006.01)  
*A61P 9/12* (2006.01)  
*A61P 17/02* (2006.01)  
*A61P 19/02* (2006.01)  
*A61P 27/02* (2006.01)  
*A61P 3/04* (2006.01)  
*A61P 1/04* (2006.01)

---

**(54) СТЕРОИДЫ C-19 ДЛЯ ИНГИБИРОВАНИЯ НЕОВАСКУЛЯРИЗАЦИИ**

---

(31) **14200543.8**

(32) **2014.12.30**

(33) **EP**

(62) **201791209; 2015.12.21**

(71) Заявитель:  
**КУРАДИС ГМБХ (DE)**

(72) Изобретатель:  
**Унтереггер Герхард (DE)**

(74) Представитель:  
**Медведев В.Н. (RU)**

(57) Изобретение относится к области медицины, в частности к принципиально новым применениям стероидных соединений C-19, имеющих структуру андростен-17-(OR<sub>4</sub>)-3-онов, для ингибирования ангиогенеза и, в частности, пролиферации и/или миграции эндотелиальных клеток в лечении заболеваний, связанных с патологической неоваскуляризацией и/или избыточными регенеративными процессами.

**A2**

**202190993**

**202190993**

**A2**

**СТЕРОИДЫ C-19 ДЛЯ ИНГИБИРОВАНИЯ НЕОВАСКУЛЯРИЗАЦИИ****Область техники**

Настоящее изобретение относится к области медицины, в частности, к принципиально новым применениям стероидных соединений C-19, конкретнее к тем стероидам C-19, имеющим структуру андростен-3-онов со специфической структурной конфигурацией, в частности, в 4-м и/или 17-м положениях, с целью ингибирования неоваскуляризации, ангиогенеза и других применений. Настоящее изобретение, в частности, относится к отобраным стероидам C-19, ингибирующим пролиферацию и/или миграцию эндотелиальных клеток и/или гладкомышечных клеток при лечении заболеваний, связанными с появлением патологической неоваскуляризации и/или чрезмерными регенеративными процессами, например, связанных с опухолями или воспалительными процессами. Кроме того, настоящее изобретение, особенно в терапевтических случаях воспалительных заболеваний и/или раковых заболеваний и схожих состояниях ассоциированных тканей, имеет отношение к снижению синтеза или экспрессии следующих, участвующих в процессе пролиферации, раковых и/или воспалительных процессах, факторов роста или рецепторов фактора роста, отобранных из группы, состоящей из фактора роста эндотелия сосудов (VEGF), рецепторов фактора роста эндотелия сосудов (VEGFR) и функционально связанных факторов роста, в частности, рецепторов 13 фактора роста фибробластов (FGFR 13), рецепторов тромбоцитарного фактора роста (PDGFR)  $\alpha$  и/или  $\beta$ , рецепторов фактора роста тучных/стволовых клеток (SCFR; также известный как c-Kit или [протоонкогенный рецептор] тирозин-специфичной протеинкиназы Kit [или рецептор тирозинкиназы Kit], или CD117).

**Уровень техники**

Ангиогенез - это физиологический процесс тканевой васкуляризации, который влечет за собой разрастание новых кровеносных сосудов в ткани, где в них [сосудах] есть необходимость. Например, в условиях кислородного голодания, подобно как это может быть в случае после возникновения раны,

считается, что клетки высвобождают ангиогенные факторы, вызывая, таким образом, рост новых сосудов. Например, фактор роста сосудистого эндотелия расценивается как наиболее важный фактор, вызывающий пролиферацию эндотелиальных клеток, тех клеток, которые образуют сосуды, что в результате приводит к васкуляризации.

Однако этот физиологический процесс может быть нарушен при некоторых патологических состояниях, что приводит к чрезмерному и ненужному или даже вредному образованию новых сосудов, что также называют неоваскуляризацией. С одной стороны, это состояние неоваскуляризации само по себе может вызвать заболевание или патологическое состояние, например, в случае чрезмерного образования рубцов или неоваскулярной глаукомы. С другой стороны, неоваскуляризация способствует прогрессированию определенных заболеваний, как, например, в случае инициации некоторых солидных [плотных] опухолей, например, рака молочной железы, рака предстательной железы или лимфом, таких как лимфомы Ходжкина или неходжкинских лимфом, или [в случае инициации] не солидных опухолей, таких как множественная миелома.

Поскольку ангиогенез или неоваскуляризация являются отличительным признаком опухолей, то концепцией в противораковой терапии является ингибирование образования новых сосудов и, в связи с этим, «истощение» опухоли. Было разработано несколько новых соединений, направленных на блокирование пролиферации и миграции эндотелиальных клеток. Например, моноклональные антитела против фактора роста эндотелия сосудов (VEGF) – препарат «Бевацизумаб» (Bevacizumab, Avastin) – успешно используются у пациентов с различными опухолями для предотвращения метастазов и уменьшения опухолей.

В дополнение к антителам, блокирующим фактор роста эндотелия сосудов (VEGF) и его рецепторы (VEGFR), низкомолекулярные соединения широко используются в качестве ингибиторов тирозинкиназы (ингибиторы тирозинкиназы, такие как «Сунитиниб» (Sunitinib) и препараты второго поколения [как] «Довитиниб» (Dovitinib или TKI-258), кратко охарактеризованы в обзорах Mukherji и др. или Heidegger и др. в связи с ситуацией

рака предстательной железы (Mukherji D., Temraz S., Wehbe D., Shamseddine A. Angiogenesis and anti-angiogenic therapy in prostate cancer // *Critical Reviews in Oncology/Hematology*. - 2013. -87. P. 122-131; Heidegger I., Massoner P., Eder I.E., Pircher A., Pichler R., Aigner F., Bektic J., Horninger W., Klocker H. Novel therapeutic approaches for the treatment of castration-resistant prostate cancer // *Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology*. -2013. -138. -P. 248-256).

Однако прием «Бевацизумаба» или низкомолекулярных ингибиторов может сопровождаться некоторыми более и/или менее серьезными побочными эффектами. Помимо того, развитие лекарственной устойчивости регулярно наблюдается в клинических условиях в течение курса лечения. Следовательно, существует потребность в принципиально новых целевых молекулах для антиангиогенной терапии, терапия, которая будет связана с меньшими побочными эффектами.

Не так давно, стероидные гормоны были спорно оценены из-за их влияния на ангиогенез. Например, Frank-Lissbrant и его коллеги описали быструю неоваскуляризацию в вентральной доле простаты у кастрированных крыс после повторяющегося подкожного введения тестостерона. (Frank-Lissbrant I., Haggstrom S., Damber J.E., Bergh A. Testosterone stimulates angiogenesis and vascular regrowth in the ventral prostate in castrated adult rats // *Endocrinology*. -1998. -139(2). -P. 451-456).

Помимо этого, Liao и др. описал влияние тестостерона на стимулирование миграции эндотелиальных клеток сосудов в культивируемых эндотелиальных клетках пупочной вены человека (HUVEC) (Liao W., Huang W., Guo Y., Xin M., Fu X. Testosterone promotes vascular endothelial cell migration via upregulation of ROCK- 2/moesin cascade // *Mol Biol Rep*. -2013. -40. -P. 6729-6735).

Роль тестостерона в регуляции функции эндотелия и участие в развитии и созревании эндотелиальных клеток-предшественников в контексте эректильной физиологии рассматриваются далее в обзоре Traish и Galoosian (Traish A.M., Galoosian A. Androgens modulate endothelial function and endothelial progenitor cells in

erectile physiology // Korean J Urol. -2013. -54. -P. 721-731).

Eisermann и др. сообщил, что аналог андрогена R1881 индуцирует экспрессию фактора роста эндотелия сосудов (VEGF) в линиях клеток рака предстательной железы, что, вероятно, приводит к индуцированному фактором роста эндотелия сосудов (VEGF) ангиогенезу (Eisermann K., Broderick C.J., Bazarov A., Moazam M.M., Fraizer G.C. Androgen up-regulates vascular endothelial growth factor expression in prostate cancer cells via an Sp1 binding site // Molecular Cancer. -2013. -V.12, №7).

В противоположность этому, Chao и др. описал антиангиогенный эффект SR16388 - синтетического стероида со связывающими свойствами по отношению к ER-альфа и ER-бета рецепторам (Chao W.R., Amin K., Shi Y., Hobbs P., Tanabe M., Tanga M., Jong L., Collins N., Peters R., Laderoute K., Dinh D., Yean D., Hou C., Sato B., Alt C., Sambucetti L. SR16388: a steroidal antiangiogenic agent with potent inhibitory effect on tumor growth in vivo // Angiogenesis. -2011. -Mar, 14(1). -P. 1-16).

Не поддающиеся прогнозу воздействия на ангиогенез наблюдаются также у других хорошо известных андрогенов, которые, тем временем, либо все запрещены на рынке, либо изъяты из-за их побочных эффектов. Thomas и др. описывает, что «Даназол» (Danazol) ( $17\alpha$ -этинил- $17\beta$ -гидрокси-андрост-4-ено [2,3-d]изоксазол) ингибирует определенные функции эндотелиальных клеток, такие как пролиферацию и образование трубок, но не оказывает ингибирования на критическую стадию прорастания в ткань (Thomas G.W., Rael L.T., Shimonkevitz R., Curtis C.G., Bar-Or R., Bar-Or D. Effects of danazol on endothelial cell function and angiogenesis // Fertil Steril. -2007. -Oct, 88, 4 Suppl. -P. 1065-1070). Из-за его андрогенных свойств (вирилизации, увеличения свободного тестостерона, несмотря на ингибирование синтеза тестостерона) и его неблагоприятных параметров [профиля] использования, он был выведен из обращения.

«Нандролон» (Nandrolone),  $17\beta$ -гидрокси-эстр-4-ен-3-он, также известный анаболический препарат, оказывает определенные

антипролиферативные свойства на эндотелиальные клетки пупочной вены человека (HUVEC) (D'Ascenzo S., Millimaggi D., Di Massimo C., Saccani- Jotti G., Botre F., Carta G., Tozzi-Ciancarelli M.G., Pavan A., Dolo V. Detrimental effects of ana-bolic steroids on human endothelial cells // Toxicol Lett. -2007. - Mar, 8, 169 (2). -P. 129-136). Однако неизвестно, переносится ли это на ингибирование ангиогенеза, поскольку на животной модели амиотрофического латерального склероза было обнаружено, что «Нандролон» увеличивает образование трансформирующего фактора роста-бета (TGF-beta), который, как известно, стимулирует экспрессию одного из наиболее сильных ангиогенных факторов, то есть фактора роста эндотелия сосудов (VEGF) (Galbiati M., Onesto E., Zito A., Crippa V., Rusmini P., Mariotti R., Bentivoglio M., Ben- dotti C., Poletti A. The anabolic/androgenic steroid nandrolone exacerbates gene expression modifications induced by mutant SOD1 in muscles of mouse models of amyotrophic lateral sclerosis // Pharmacol Res. -2012. -Feb, 65(2). P. 221-230). В противоположность этому, «Нандролон» уменьшал количество фактора роста эндотелия сосудов (VEGF) в мышцах тренирующихся крыс (Paschoal M., de Cassia Marqueti R., Perez S., Selistre-de-Araujo H.S. Nandrolone inhibits VEGF mRNA in rat muscle // Int J Sports Med. -2009. -Nov, 30(11). -P. 775-778).

«Станазолол» (Stanozolol) (17 $\alpha$ -метил-5 $\alpha$ -андростано[3,2-с]пирозол-17 $\beta$ -ол) увеличивает экспрессию трансформирующего фактора роста-бета 1 (TGF-beta 1), что, как известно, увеличивает выработку наиболее сильного ангиогенного фактора - фактора роста эндотелия сосудов (VEGF) (Cao Y., Townsend C.M., Ko T. Transforming growth factor-beta (TGF-beta) induces vascular endothelial growth factor (VEGF) and plasminogen activator inhibitor-1 (PAI-1) gene expression through Smad3 transcription factor // ACS. -2005. -Volume 201, Issue 3, Suppl. -P. 17-18).

Кроме того, Thorpe и др. показал, что конъюгат гепарина с гидразидом адипиновой кислоты, связанный с кортизолом (НАН-связанный кортизол) может представлять собой принципиально новый ингибитор ангиогенеза для лечения рака и других ангиогенных

заболеваний (Thorpe P.E., Derbyshire E.J., Andrade S.P., Press N., Knowles P.P., King S., Watson G.J., Yang Y.C., Rao-Bette M. Heparin-steroid conjugates: new angiogenesis inhibitors with anti-tumor activity in mice // Cancer Res. -1993. -Jul, 1, 53(13). -P. 3000-3007).

В свете различных потенциальных целевых молекул стероидных гормонов, например, рецепторов стероидных гормонов или ферментов, становится очевидным, что результат взаимодействия определенной клетки или ткани с определенными стероидами отличается от пола [половой принадлежности] к полу, от ткани к ткани и специфической комбинации [паттерна] стероидных рецепторов - доступных и активных. Специфический биологический ответ на стероидные гормоны находится под влиянием:

(i) различий в профиле экспрессии, например, рецепторов стероидных гормонов,

(ii) экспрессии ферментов и

(iii) различий в экспрессии рецепторных кофакторов (коактиваторов или корепрессоров), модулирующих рецепторный ответ, и

(iv) наличия стероидов в культуре клеток, органе или ткани.

Прогнозирование биологического ответа на натуральный стероид или его синтетический аналог представляется сложным; на основании имеющейся литературы квалифицированный специалист может уже прогнозировать, что соединения, подобные тестостерону, могут индуцировать ангиогенез.

Существует потребность и, ввиду этого, это цель настоящего изобретения - предложить эффективный ингибитор ангиогенеза, который способен ингибировать пролиферацию эндотелиальных и/или гладкомышечных клеток и/или миграцию эндотелиальных и/или гладкомышечных клеток и/или уменьшить синтез или экспрессию фактора роста эндотелия сосудов (VEGF) и/или рецепторов фактора роста эндотелия сосудов (VEGFR), тем самым ингибируя неоваскуляризацию при заболеваниях, связанных с чрезмерными регенеративными процессами, то есть процессами, которые возникают при различных заболеваниях.

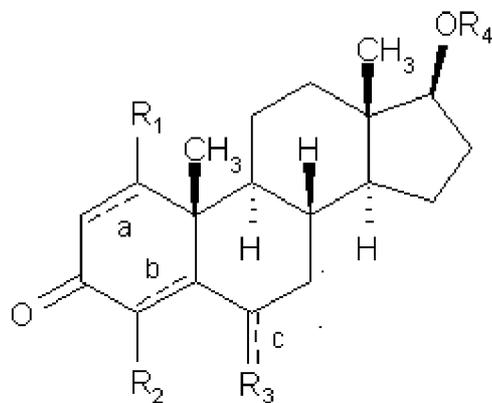
Эти цели, также как и другие, которые станут очевидными из

последующего описания настоящего изобретения, достигаются посредством содержания независимых пунктов формулы изобретения. Некоторые из предпочтительных вариантов осуществления настоящего изобретения определяются содержанием зависимых пунктов формулы изобретения.

### Краткое описание изобретения

Различные аспекты, преимущественные признаки и предпочтительные варианты осуществления настоящего изобретения, обобщенные в следующих пунктах, соответственно отдельно или в сочетании, способствуют решению цели изобретения.

1. Соединение, охарактеризованное **формулой 1**,



### Формула 1

в которой

«а», «b» и «с» соответственно означают, независимо друг от друга, одинарную или двойную связь, при условии, что, по меньшей мере, одно из «а», «b» и «с» представляет собой двойную связь и при условии, что если «а» представляет собой одинарную связь и «b» представляет собой двойную связь,  $R_2$  представляет собой не  $H$ ;

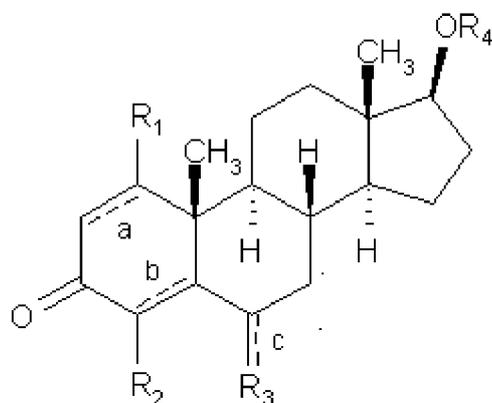
$R_1$  представляет собой либо водород, либо  $C_1$ - $C_6$ алкил;

$R_2$  представляет собой либо  $OR_5$ , либо водород, где  $R_5$  представляет собой это водород или  $C_1$ - $C_{12}$ алкил с прямой или разветвленной цепью;

$R_3$  представляет собой, в случае, когда «с» является одинарной связью, либо водород, либо  $C_1$ - $C_6$ алкил, либо в случае, когда «с» является двойной связью,  $CHR_5$ , где  $R_5$  является таким же, как определено ранее;

$R_4$  представляет собой водород или  $C_1$ - $C_{12}$ алкил, фенил, незамещенный или замещенный  $C_1$ - $C_{12}$ алкилом или ацильной группой  $CO R_6$ ;  $R_6$  представляет собой водород,  $C_1$ - $C_{12}$ алкил с прямой или разветвленной цепью, фенил или бензоил, соответственно, незамещенный или замещенный  $C_1$ - $C_{12}$ алкилом, или любую группу, образующую гидроксил при биологическом метаболизировании или химическом удалении защитной группы, в частности сложный эфир, простой эфир, ацеталь, карбонат, карбамат, фосфат, фосфонат, кеталь, сульфат или сульфонат и их соли, для применения в лечении в качестве ингибитора ангиогенеза.

2. Соединение, охарактеризованное формулой 1



#### Формула 1

в которой

«а», «b» и «с» соответственно означают, независимо друг от друга, одинарную или двойную связь, при условии, что, по меньшей мере, одно из «а», «b» и «с» представляет собой двойную связь и при условии, что если «а» представляет собой одинарную связь и «b» представляет собой двойную связь,  $R_2$  представляет собой не H;

$R_1$  представляет собой либо водород, либо  $C_1$ - $C_6$ алкил;

$R_2$  представляет собой либо  $OR_5$ , либо водород, где  $R_5$  представляет собой водород или  $C_1$ - $C_{12}$ алкил с прямой или разветвленной цепью;

$R_3$  представляет собой, в случае, когда «с» является одинарной связью, либо водород, либо  $C_1$ - $C_6$ алкил, либо в случае, когда «с» является двойной связью,  $CHR_5$ , где  $R_5$  является таким же, как определено ранее;

$R_4$  представляет собой водород,  $C_1$ - $C_{12}$ алкил, фенил, незамещенный

или замещенный  $C_1$ - $C_{12}$ алкилом или ацильной группой  $CO R_6$ ;  $R_6$  представляет собой водород,  $C_1$ - $C_{12}$ алкил с прямой или разветвленной цепью, фенил или бензоил, соответственно, незамещенный или замещенный  $C_1$ - $C_{12}$ алкилом, или любую группу, образующую гидроксил при биологическом метаболизировании или химическом удалении защитной группы, в частности сложный эфир, простой эфир, ацеталь, карбонат, карбамат, фосфат, фосфонат, кеталь, сульфат или сульфонат и их соли

для применения в терапевтическом лечении воспаления и/или рака путем ингибирования пролиферации или синтеза, как отдельно, так и в комбинации: пролиферации эндотелиальных клеток, пролиферации гладкомышечных клеток, миграции эндотелиальных клеток, миграции гладкомышечных клеток, фактора роста эндотелия сосудов (VEGF), рецепторов фактора роста эндотелия сосудов (VEGFR), рецепторов фактора роста фибробластов 13 (FGFR 13), рецепторов тромбоцитарного фактора роста (PDGFR)  $\alpha$  и/или  $\beta$ , и рецепторов фактора роста тучных/стволовых клеток (SCFR, также известный как c-Kit или рецептор тирозинкиназы Kit, или CD117).

3. Соединение для применения по абзацам 1 или 2, в котором соединение определено с помощью «а» и «с» представляющими собой одинарную связь, «b» представляет собой двойную связь, и  $R_2$  представляет собой  $OR_5$ ,  $OR_5$  являются таким же, как определено в абзаце 1, предпочтительно, в котором  $R_5$  представляет собой либо водород или  $C_1$ - $C_6$ алкил с прямой или разветвленной цепью, а  $R_4$  представляет собой либо водород, либо  $CO R_6$ , где  $R_6$  представляет собой  $C_1$ - $C_6$ .

4. Соединение для применения по любому из абзацев 1-3, где соединение представляет собой 4-гидрокситестостерон (4-ОНТ) или его соли или сложные эфиры.

5. Соединение для применения по любому из предыдущих абзацев, в качестве ингибитора неоваскуляризации в патологическом процессе с вовлечением регенеративных процессов.

6. Соединение для применения по любому из предыдущих абзацев, для предотвращения или ингибирования неоваскуляризации при воспалительном процессе.

7. Соединение для применения по абзацу 6, где воспалительный процесс выбран из группы, состоящей из: артритов, воспалительных заболеваний пищеварительного тракта, экзем, нейродермитов.

8. Соединение для применения по любому из предыдущих абзацев 1-5, для предотвращения или ингибирования неоваскуляризации, вызванной опухолью.

9. Соединение для применения по абзацу 8, где неоваскуляризация инициируется опухолью молочной железы, преимущественно раком молочной железы, или опухолью ткани предстательной железы, преимущественно раком предстательной железы.

10. Соединение для применения по любому из предыдущих абзацев 1-5, в профилактике или лечении солидной опухоли и соответствующих метастазов.

11. Соединение для применения по абзацу 10, где указанная солидная опухоль отобрана из группы, состоящей из раковых заболеваний почек, таких как карцинома почек, колоректального рака, рака легких, рака мозга и, в частности, глиобластомы, рака яичников, рака поджелудочной железы и лимфомы, а также метастазов вследствие вышеперечисленных опухолей.

12. Соединение для применения по любому из абзацев 1-5, в профилактике или лечении не солидных опухолей и их метастазов.

13. Соединение для применения по абзацу 9, где указанная не солидная опухоль представляет собой множественную миелому и ее метастазы.

14. Соединение для применения по любому из абзацев 1-5 для применения при профилактике или лечении сосудистого или вазопролиферативного новообразования, в частности эндотелиомы, отобранной из группы, относящейся к гемангиомам.

15. Соединение для применения по любому из абзацев 1-7, для предотвращения или лечения заболеваний глаз.

16. Соединение для применения по любому из абзацев 1-5, в профилактике или лечении глазных заболеваний, отобранных из группы, состоящей из диабетической ретинопатии, дегенерации желтого пятна, воспаления глаз, в частности, кератита,

васкуляризации роговицы, внедрения сосудов в стекловидное тело, васкуляризации хрусталика глаза.

17. Соединение для применения по любому из абзацев 1-5, для предотвращения или ингибирования неоваскуляризации при заживлении раны, включая трансформацию обычной функциональной ткани в мягкую ткань.

18. Соединение для применения по абзацу 17, для уменьшения избыточного образования рубцов в таких органах, как печень или сердце, после острого или хронического повреждения или же на коже.

19. Соединение для применения по любому из абзацев 1-5, для предотвращения или ингибирования сосудистых мальформаций, в частности гемангиом в коже или паренхиматозных органах (печени, мозге, сердце).

20. Соединение для применения по любому из абзацев 1-5, для предотвращения или ингибирования сердечно-сосудистых заболеваний, в частности высокого кровяного давления, стеноза или рестеноза кровеносных сосудов и артериосклероза.

21. Соединение для применения по любому из абзацев 1-5, для лечения против ожирения.

22. Соединение для применения по любому из абзацев 1-5, для лечения эндометриоза.

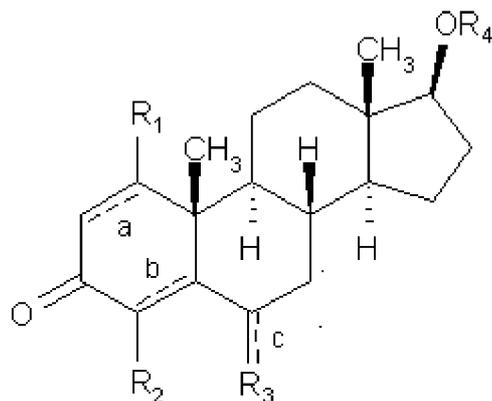
23. Фармацевтическая композиция, содержащая соединение формулы по любому из предшествующих пунктов, и фармацевтически приемлемый носитель и/или вспомогательное вещество для применения при лечении по любому из предыдущих пунктов.

24. Фармацевтическая композиция по абзацу 23, при том, что фармацевтическая композиция готовится для кожных, слизистых или подслизистых, трансдермальных, внутримышечных, подкожных, внутривенных, пероральных или суппозиторных применений или закапывания в полости.

25. Фармацевтическая композиция по пунктам 23 или 24, при том, что фармацевтическая композиция готовится для перорального применения, подкожного, кожного, внутримышечного, внутривенного, внутриглазного, назального или трансдермального введения.

26. Комбинация, содержащая:

- (i) активное вещество, выбранное из группы, состоящей из антител, направленных против фактора роста эндотелия сосудов (VEGF), рецепторов фактора роста эндотелия сосудов (VEGFR) или растворимых VEGFR/VEGFR гибридов и ингибиторов тирозинкиназы; и
- (ii) соединение, охарактеризованное формулой 1



**Формула 1**

в которой

«а», «b» и «с» соответственно означают, независимо друг от друга, одинарную или двойную связь, при условии, что, по меньшей мере, одно из «а», «b» и «с» представляет собой двойную связь и при условии, что если «а» представляет собой одинарную связь и «b» представляет собой двойную связь,  $R_2$  не является H;

$R_1$  представляет собой либо водород, либо  $C_1$ - $C_6$ алкил;

$R_2$  представляет собой либо  $OR_5$ , либо водород, где  $R_5$  представляет собой водород или  $C_1$ - $C_{12}$ алкил с прямой или разветвленной цепью;

$R_3$  представляет собой, в случае, когда «с» является одинарной связью, либо водород, либо  $C_1$ - $C_6$ алкил, либо в случае, когда «с» является двойной связью,  $CHR_5$ , где  $R_5$  является таким же, как определено ранее;

$R_4$  представляет собой водород,  $C_1$ - $C_{12}$ алкил, фенил, незамещенный или замещенный  $C_1$ - $C_{12}$ алкилом или ацильной группой  $COR_6$ ;  $R_6$  представляет собой водород, линейный или разветвленный  $C_1$ - $C_{12}$ алкил, фенил или бензоил, соответственно, незамещенный или замещенный  $C_1$ - $C_{12}$ алкилом, или любую группу, образующую гидроксил при биологическом метаболизме или химическом удалении защитной

группы, в частности сложный эфир, простой эфир, ацеталь, карбонат, карбамат, фосфат, фосфонат, кеталь, сульфат или сульфонат и их соли, предпочтительно для применения так, как определено в любом из предшествующих пунктов.

27. Фармацевтическая композиция, содержащая комбинацию по абзацу 26.

28. Применение соединения или фармацевтической композиции, как определено в любом из абзацев 1-27, в качестве антиангиогенного агента при медицинском лечении.

29. Применение комбинации по абзацу 26 или 27 в качестве антиангиогенного агента при медицинском лечении.

#### **Описание чертежей**

Фигура 1 А и В: Пролиферационный анализ воздействия препаратов 4-ОНТ и ТКИ 258 на эндотелиальные клетки пупочной вены человека (HUVEC) при использовании тестов с WST-1, соответственно, по отдельности или в комбинации;

Фигура 2А. Принцип теста миграции клеток в системе «Трансвелл»;

Фигура 2В. Анализ теста миграции клеток в системе «Трансвелл» при воздействии на эндотелиальные клетки пупочной вены человека (HUVEC) препаратом 4-ОНТ;

Фигура 3. Анализ заживления ран (царапин) эндотелиальных клеток пупочной вены человека (HUVEC) при воздействии 4-ОНТ;

Фигура 4. Тест миграции трубок эндотелиальных клеток пупочной вены человека (HUVEC) при воздействии 4-ОНТ с использованием матригеля.

#### **Подробное описание изобретения**

Настоящее изобретение здесь описано более подробно в соответствии с предпочтительными вариантами осуществления и примерами, которые, однако, представлены только в иллюстративных целях и никоим образом не должны рассматриваться как ограничивающие объем настоящего изобретения.

Настоящее изобретение предлагает соединение общей формулы 1, охарактеризованное выше, которое, как было неожиданно обнаружено, эффективно ингибирует ангиогенез и, в частности, проявляет следующие свойства по отдельности или в комбинации от

(i) до (vi):

- (i) ингибирование пролиферации эндотелиальных клеток;
- (ii) ингибирование пролиферации гладкомышечных клеток;
- (iii) ингибирование миграции эндотелиальных клеток;
- (iv) ингибирование миграции гладкомышечных клеток;
- (v) снижение экспрессии или синтеза белков фактора роста эндотелия сосудов (VEGF);
- (vi) снижение экспрессии или синтеза белков рецепторов фактора роста эндотелия сосудов (VEGFR);
- (vii) снижение экспрессии белков или синтеза функционально связанных факторов роста, в том числе рецепторов фактора роста фибробластов 13 (FGFR 13), рецепторов фактора роста тромбоцитов (PDGFR)  $\alpha$  и/или  $\beta$  и рецепторов фактора роста тучных/стволовых клеток (SCFR; также известный как c-Kit или рецептор тирозинкиназы Kit, или CD117).

Таким образом, оно особенно подходит для лечения заболеваний, связанных с чрезмерными регенеративными процессами, включая неоваскуляризацию внутри ткани. Кроме того, любое противоопухолевое/антипролиферативное и/или противовоспалительное лечение по пп. (i)-(vii) (выше) будет особенно и избирательно эффективным у пациентов, подверженным такой аномальной пролиферации, и/или в специальных целевых тканях и органах у пациентов, у которых наблюдается такая аномальная пролиферация. Соединение формулы 1 и его предпочтительные варианты осуществления, как указано выше (то есть соединение 1 и в котором предпочтительно «а» и «с» представляют собой одинарную связь, «b» представляет собой двойную связь, а  $R_2$  представляет собой  $OR_5$ ,  $OR_5$  является таким, как определено выше, предпочтительно, в котором  $R_5$  представляет собой либо водород, либо линейный или разветвленный  $C_1-C_6$  алкил, а  $R_4$  представляет собой либо водород, либо  $COR_6$ , где  $R_6$  представляет собой  $C_1-C_6$ ; более предпочтительно, когда соединение представляет собой 4-гидрокситестостерон (4-ОНТ) или его соли или сложные эфиры), к удивлению, как было обнаружено, проявляет антиангиогенную активность и ингибирующие эффекты,

указанные пунктами от (i) до (vii) выше. При условии, что если в структуре формулы 1 символ «a» представляет собой одинарную связь, а «b» представляет собой двойную связь, R<sub>2</sub> не является H, то обеспечивается отсутствие тестостерон-зависимых/связанных и тестостерон-подобных эффектов.

Важно отметить, что вышеупомянутая ткань может, в частности, быть тканью или органом в организме человека, в которой/ом (нео)васкуляризация может иметь место и может быть спровоцирована определенной опухолью, такой как раковой или не раковой тканью груди, тканью предстательной железы, любой кишечной тканью, легочной тканью, тканью почек, мозга, глаз, тканью яичников или [вышеупомянутая ткань может быть] сосудистой тканью самой по себе в контексте сосудистых аномалий, как, например, сосудистых или вазопролиферативных новообразований, таких как гемангиомы или сосудистые мальформации, такие как сосудистые мальформации с медленным током жидкости: капиллярные мальформации, венозные мальформации, лимфатические мальформации; сосудистые мальформации с быстрым током жидкости: артериальные мальформации; артериовенозные мальформации, артериовенозные фистулы или комбинированные сосудистые мальформации (различные комбинации вышеизложенного).

Поэтому соединение формулы 1 очень эффективно при патологических состояниях или ситуациях, приводящих к (нео)васкуляризации, например, в соответствующих случаях опухолей или любых воспалительных процессах. Соединение формулы 1 очень эффективно для профилактики или лечения других видов рака и/или соответствующих метастазов, когда антиангиогенез или анти-васкуляризация/неоваскуляризация или случаи вышеупомянутого ингибирования или снижения от (i) до (vii) имеют значение для, например, профилактики или лечения рака почки, такого как почечно-клеточного рака (карциномы), колоректального рака, рака легких, рака мозга, в частности, глиобластомы, рака яичников, множественных миелом, лимфом, воспалительных заболеваний, таких как, например, ревматоидный артрит, уменьшения образования рубцов при заживлении ран (особенно в таких органах, как печень или сердце после острой или хронической травмы, или же на коже),

сосудистых мальформаций, сосудистых или вазопролиферативных новообразований, эндотелиом, таких как гемангиомы (особенно в печени, мозгу и/или сердце), глазных заболеваний, таких как (диабетическая) ретинопатия, дегенерация желтого пятна, воспаление глаз, сердечно-сосудистых заболеваний, в частности, высокого кровяного давления, стеноза или рестеноза кровеносных сосудов, например, вызванного артериосклерозом, в частности, атеросклерозом, например, после повреждения и/или в ситуации ангиопластики или имплантации стента.

Кроме того, ингибитор ангиогенеза по настоящему изобретению может быть использован в качестве средства против ожирения, поскольку известно, что кровеносные сосуды в жировой ткани никогда в полной мере не развиваются и, таким образом, разрушаются ингибиторами ангиогенеза (Bruemmer D. Targeting Angiogenesis as Treatment for Obesity // Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology. -2012. -32 (2). -P. 161-162).

Кроме того, ингибитор ангиогенеза данного изобретения можно использовать в качестве активного вещества для лечения эндометриоза из-за связи между антиангиогенезом и положительным эффектом против эндометриоза.

Кроме того, соединение формулы 1 очень эффективно для лечения опухолей, таких как карциномы почек, которые часто развивают устойчивость к первоначальному противораковому лечению, что, таким образом, требует второй линии терапии, с использованием, например, ингибитора мишени рапамицина у млекопитающих (mTOR) или ингибиторов тирозинкиназы (TKI) второго поколения. Следовательно, соединение данного изобретения представляет собой альтернативу классической противораковой терапии после появления резистентности.

Более того, изобретение предлагает комбинацию, заключающую в себе соединение Формулы 1 или его предпочтительные структурные формы, указанные выше, и активное вещество, выбранное из группы, состоящей из антител, направленных против фактора роста эндотелия сосудов (VEGF), рецепторов фактора роста эндотелия сосудов (VEGFR) или растворимых VEGFR/VEGFR гибридов, и ингибиторов тирозинкиназы (TKI). «Комбинация» обозначает

зафиксированную комбинацию внутри обычной композиции или обычной лекарственной формы или отдельную, но ассоциированную комбинацию, например, в форме одновременно или последовательно вводимых композиций, соответственно содержащих соединение формулы 1 и упомянутые антитела или ингибиторы тирозинкиназы (TKI). Предпочтительные примеры указанных антител включают в себя моноклональные антитела против фактора роста эндотелия сосудов (VEGF): «Бевацизумаб» (Avastin), и предпочтительные примеры ингибиторов тирозинкиназ (TKI) включают в себя препараты «Сунитиниб», «Довитиниб» (TKI 258), «Иматиниб», «Сорафениб» и прочие ингибиторы тирозинкиназы (TKI), о которых подробнее сообщают Mukherji и др. (2013) и Heidegger и др. (2013), упомянутые выше.

Помимо того, соединение формулы 1 очень эффективно для лечения ангиогенеза, вызванного опухолью, в частности рака или соответствующих метастазов, например, рака молочной железы или рака предстательной железы или соответствующих метастазов.

Неожиданно и отдельно от предшествующих исследований подобных соединений, связанных с ингибированием роста и метастазирования гормонально зависимых опухолевых клеток, в частности в отношении рака молочной железы или рака предстательной железы (WO 2007/131736, WO 2007/131737), авторами изобретения было обнаружено, что соединения общей формулы 1, как охарактеризовано выше, ингибируют пролиферацию и/или миграцию человеческих эндотелиальных и/или гладкомышечных клеток. При этом, было неожиданно установлено, что соединения общей формулы 1, как охарактеризовано выше, уменьшают экспрессию фактора роста эндотелия сосудов (VEGF) и рецепторов фактора роста эндотелия сосудов (VEGFR) в условиях воспаления и/или рака. Например, в случаях противоракового лечения и, опять же, независимо и отдельно от лечения, включающего в себя ингибирование роста и метастазирования гормонально зависимых опухолевых клеток, как это было в случае, например, в связи с раком молочной железы или раком предстательной железы (WO 2007/131736, WO 2007/131737), открытия в настоящем изобретении позволяют использовать антиангиогенную терапию в соответствующих новых медицинских

схемах лечения. Например, в отличие от прямого разрушения злокачественных клеток- и тканей-мишеней, ингибирование ангиогенеза, согласно настоящему изобретению, позволяет эффективно ингибировать дальнейший рост опухоли и васкуляризацию опухоли посредством антиангиогенеза и/или посредством эффектов ингибирования или снижения (i) - (vii), указанных выше. Таким образом, можно влиять на средства, которыми опухоли могут питать себя и, таким образом, с помощью которых метастазирование может быть прервано, что в конечном итоге приведет к голоданию опухоли и, соответственно, к непрямой противоопухолевой активности. Например, лечение таких гормонально зависимых раковых заболеваний и метастазов, как рак молочной железы или рак предстательной железы, может быть осуществлено путем ингибированием ангиогенеза, вызванным такой опухолью.

Кроме того, отдельно от только лишь общих анаболических эффектов, таких как стабилизация коллагена и, в некоторых случаях, других соединительнотканых белков, и, вследствие этого, принимая во внимание стабилизацию соединительной ткани и связанного лечения наподобие инфаркта миокарда и инфаркта головного мозга, артериосклероза, непровольного мочеиспускания и тому подобного (W02009/062683), опять же, открытия настоящего изобретения позволяют использовать антиангиогенную терапию в соответствующих новых медицинских схемах лечения.

В целом, относительно к терапевтическому применению, новые медицинские схемы лечения характеризуются различиями в отношении, например, группы пациентов, сроков (например, решений, когда и где начинать лечение), дозировки и комбинации с другим лечением.

Без привязки к какой-либо теории, предполагается, что это связано со снижением экспрессии, например, фактора роста эндотелия сосудов (VEGF) и/или рецепторов фактора роста эндотелия сосудов (VEGFR) и/или других факторов роста или рецепторов факторов роста, причастных к процессу пролиферации, раковым и воспалительным процессам, например, в клетках воспаленной и/или раковой ткани, упомянутой выше, например, в любой эпителиальной клетке, образующей вышеупомянутый орган

и/или вышеупомянутую опухоль или в клетках стромы, таким образом, косвенно, оказывая антиангиогенное действие на клетки сосудов, или из-за снижения экспрессии фактора роста эндотелия сосудов (VEGF) и/или рецепторов фактора роста эндотелия сосудов (VEGFR) и/или других факторов роста или рецепторов фактора роста, причастных к процессу пролиферации, раковым и/или воспалительным процессам в эндотелиальных и/или гладкомышечных клетках. Таким образом, настоящее изобретение предлагает соединение для лечения заболеваний, связанных с нежелательной пролиферацией и/или миграцией эндотелиальных и/или гладкомышечных клеток, например, для упомянутых выше заболеваний.

Исходя из этих поразительных открытий в настоящем изобретении, соединение формулы I достоверно эффективно в терапевтических схемах лечения, в которых задействованы функционально связанные факторы роста, в частности, рецепторы фактора роста фибробластов 13 (FGFR 13), рецепторы фактора роста тромбоцитов (PDGFR)  $\alpha$  и/или  $\beta$ , и рецепторы фактора роста тучных/стволовых клеток (SCFR; также известный как c-Kit или рецептор тирозинкиназы Kit, или CD117).

Этот ингибирующий эффект можно использовать в различных аспектах:

1. Неоваскуляризация, вызванная опухолью, может быть эффективно ингибирована;
2. Неоваскуляризация внутри воспаленной ткани может быть ингибирована;
3. Аномальная пролиферация эндотелиальных и/или гладкомышечных клеток сама по себе может быть ингибирована, поскольку это может быть патологическое изменение в эндотелиомах или сосудистых мальформациях.

При использовании, вышеуказанные соединения могут назначены пациенту в количестве, подходящем для ингибирования пролиферации и/или миграции эндотелиальных и/или гладкомышечных клеток.

Помимо того, использование может быть predeterminedено соответствующим условием применения, такого как тип пациента,

или тип целевого места или органа или фармацевтической композиции или состава, способных доставить вышеупомянутые функции/активности *in vivo* в назначенное конечное целевое место или орган внутри пациента.

Помимо того, вышеупомянутое соединение можно назначить местно и/или нанести на слизистую оболочку, например, в виде мази, крема, лосьона, геля, аэрозоля, порошка, масла или трансдермального пластыря, также включая депонированные лекарственные формы (в том числе пеллеты); его можно вводить парентерально, например, внутримышечно или путем внутривенной или подкожной инъекции или капельного вливания или интраназально, путем инстилляций в полости (например, мочевого пузыря, живота, кишечника) и/или перорально, например, в форме таблеток, капсул, таблеток с сахарным или пленочным покрытием, жидких растворов или суспензий или ректально, например, в виде суппозиторий или интраокулярно, например, в виде инъекций и в виде глазных капель.

Применяемое количество для ингибирования пролиферации и/или миграции эндотелиальных и/или гладкомышечных клеток может быть надлежаще/гибко подобрано, например, в зависимости от возраста, веса, состояния потребителя и формы назначения; например, дозировка, принимаемая для перорального назначения взрослым людям, может составлять от примерно 1 до примерно 150-1000 мг на одно применение, от 1 до 5 раз в день.

Соответственно, указанные соединения могут быть включены в фармацевтические композиции, дополнительно содержащие фармацевтически приемлемый носитель и/или вспомогательное вещество и/или разбавитель.

Для местного применения композиция может быть составлена путем включения, например, растительных масел и жиров, таких как миндальное растительное масло, арахисовое растительное масло, оливковое растительное масло, растительное масло персиковых косточек, касторовое растительное масло; растительных экстрактов; эфирных масел; помимо этого, растительных восков и синтетических и животных масел; жиров и восков, таких как стеариновая кислота и сложные эфиры стеариновой кислоты,

лауриновая кислота и сложные эфиры лауриновой кислоты, сложные эфиры сорбитана, цетеариловый спирт; лецитин, спирты ланолина, каротин, ароматизаторы, одно- или многоатомные спирты, карбамид, поверхностно-активные вещества, такие как полуксамеры, твин эмульгаторы и тому подобные; консерванты и красители, и так далее. Предпочтительна композиция в виде эмульсии «масло в воде» или «вода в масле».

Твердые лекарственные формы для перорального приема могут, например, содержать вместе с активным соединением разбавители, например, лактозу, декстрозу, сахарозу, целлюлозу, кукурузный или картофельный крахмалы; смягчающие компоненты, например, диоксид кремния, тальк, стеариновую кислоту, стеарат магния или кальция и/или полиэтиленгликоли, полуксамеры, токоферилполиэтиленгликольсукцинат (TPGS); связывающие компоненты, например, крахмалы, гуммиарабик, желатин, метилцеллюлозу, карбоксиметилцеллюлозу или поливинилпирролидон; дезагрегирующие агенты, например, крахмал, альгиновую кислоту, альгинаты или натрия карбоксиметилкрахмал; шипучие соединения; красители, подсластители; увлажняющие компоненты, такие как лецитин, полисорбаты, лаурилсульфаты; и, в общем, нетоксичные и фармакологически неактивные вещества, используемые в фармацевтических композициях. Эти препараты могут быть произведены общеизвестными способами, например, путем смешивания, гранулирования, таблетирования, покрытия сахарной или пленочной оболочкой. Жидкие взвеси для перорального применения могут быть, например, сиропами, эмульсиями и суспензиями.

Сиропы могут содержать в качестве наполнителя, например, сахарозу или сахарозу с глицерином и/или маннит и/или сорбит.

Суспензии и эмульсии могут содержать в качестве наполнителя, например, природную камедь, агар, альгинат натрия, пектин, метилцеллюлозу, карбоксиметилцеллюлозу или поливиниловый спирт, полуксамеры или токоферилполиэтиленгликольсукцинат (TPGS).

Суспензии или растворы для внутримышечных инъекций могут содержать вместе с активным соединением фармацевтически

приемлемый наполнитель, например, стерильную воду, оливковое масло, этилолеат, гликоли, например, пропиленгликоль и, при необходимости, подходящее количество лидокаина гидрохлорида.

Растворы для внутривенных или подкожных инъекций или капельных вливаний могут содержать в качестве наполнителя, например, стерильную воду или предпочтительно они могут быть в виде стерильных, водных, изотонических физиологических солевых растворов.

Суппозитории могут содержать вместе с активным соединением фармацевтически приемлемый наполнитель, например, какао-масло, полиэтиленгликоль, поверхностно-активный полиоксиэтиленсорбитановый сложный эфир жирной кислоты или лецитин.

Содержание активного соединения подходящей композиции может составлять по меньшей мере 0,0001 массового %, например, от 0,0001 до 20 массового %, предпочтительно от 0,6 до 10 массового %, еще более предпочтительно 1-5 массового % соединения, используемого согласно данному изобретению.

Если вещества примешивают, чтобы способствовать проникновению через кожу, то их содержание может составлять, например, когда используется гиалуронидаза, от 0,01 до 1 массового %, предпочтительно 0,05-0,2 массового %, при использовании диметил изосорбида или диметилсульфоксида (DMSO) - от 1 до 25% массового %, предпочтительно 5-10 массового %, полксамеров - 0,5-30%, токоферилполиэтиленгликольсукцината (TPGS) - 0,5-30%.

Настоящее изобретение дополнительно иллюстрируется описанием следующих примеров, которые, однако, предназначены только для пояснительных целей и не имеют ограничительный характер.

#### Подготовка и обработка эндотелиальных клеток пупочной вены человека

Все эксперименты, описанные в следующих главах, выполнялись, по меньшей мере, в трех повторах, в основном с использованием 2-х разных количеств клеток и различного времени инкубации. Все эксперименты дополнительно выполнялись в

нескольких повторах (одни [клетки] HUVEC в разных пассажах, а также разных приготовлениях).

Коротко говоря, эндотелиальные клетки пупочной вены человека (далее – HUVEC) были свежевыделенными из пуповины человека методами, известными в данной области, и использовались в экспериментах от пассажа p4 до пассажа p10 для предотвращения любых артефактов, из-за изменений клеток *in vitro*.

Во всех экспериментах стероидное C-19 соединение 4-гидрокситестостерон (4-ОНТ) добавляли к клеткам в указанной концентрации в среде для роста эндотелиальных клеток EGM-2 (Lonza), чтобы избежать любых артефактов, возникающих из-за экзогенных факторов, содержащихся в среде. Все эксперименты проводились по меньшей мере три раза и показывали один и тот же шаблон ответа.

Идентичность, дифференциацию и долгосрочную стабильность экспрессии генов культивируемых HUVEC-клеток оценивали путем иммуноцитохимического окрашивания с помощью антител к фактору фон Виллебранда (vWF). Экспрессия фактора фон Виллебранда (vWF) высокоспецифична для эндотелиальных клеток. Устойчивость уровня экспрессии фактора фон Виллебранда (vWF) определялась количественно между пассажами 1 и 10. Только незначительные изменения происходили на протяжении данных сроков исследования в течение периода культивирования и между разными исследованными партиями.

#### Пример 1. Ингибирование пролиферации эндотелиальных клеток

В качестве одного из методов для определения клеточной пролиферации эндотелиальных клеток млекопитающих исследования пролиферации проводились так, как описано ниже.

Для определения скорости пролиферации выполнялись анализы с водорастворимыми солями тетразолия (WST-1). Суть состоит в том, что в 96-луночный планшет высевали по 1000 HUVEC-клеток в лунку и подвергали воздействию указанных концентраций 4-гидрокситестостерона (также обозначенного лабораторным кодом «CR 1447») в течение 5 дней. Ингибирование пролиферации определяли количественно путем измерения ферментативного расщепления соли тетразолия WST-1 до формазана с помощью клеточных

митохондриальных дегидрогеназ как показателя жизнеспособности клеток, где жизнеспособность для обработанных клеток выражалась в виде процента (%) от необработанных контролей, содержащих только растворитель в соответствующих концентрациях. Среднее значение от 3 независимых экспериментов, выполненных в трех повторах, показано на Фиг. 1А.

Как показано на Фиг. 1А, ингибирование роста 4-гидрокситестостероном при всех концентрациях 1, 2 и 5 мкМ оказалось очень значительным ( $p < 0,001$ ) во всех 3-х культурах HUVEC-клеток (t-тест), в сравнении с известным ингибитором фактора роста эндотелия сосудов (VEGF) –Т КІ 258 (препарат «Довитиниб») (0,2, 0,4 и 1,0 мкМ). Клетки выращивали и пересеивали в среде для роста эндотелиальных клеток (EGM) в течение 3 и 5 дней, соответственно. Как далее показано на Фиг. 1В, ингибирование роста с помощью CR 1447 в комбинации с ТКІ 258 (в сравнении с каждым соединением отдельно) также очень значительно ( $p < 0,001$ ) во всех 3-х культурах HUVEC-клеток (t-тест).

#### Пример 2. Ингибирование миграции эндотелиальных клеток с использованием теста миграции клеток в системе «Трансвелл» (Transwell)

Предпосылкой ангиогенеза является способность клеток эндотелия мигрировать в ткань. Этот процесс наблюдается при заживлении ран, а также при росте опухоли. Эндотелиальные клетки мигрируют в ткань вдоль градиента [концентрации] факторов, таких как фактор роста эндотелия сосудов (VEGF). Это поведение может быть изучено в *in vitro* модели миграции с использованием системы «Трансвелл», например, как наглядно отображено на Фиг. 2А. В частности, Фиг. 2А показывает типичную схему проведения теста в системе «Трансвелл» для мониторинга миграции клеток.

Для изучения миграции HUVEC-клеток с использованием системы «Трансвелл» с полиэтилентерефталатными [PET]- мембранами с порами размером 3 мкм (24 лунки без фибронектинового покрытия) HUVEC-клетки в разных количествах помещались в верхние камеры, тогда как аттрактант был помещен в нижние камеры. Количество клеток со стороны мембраны в месте локализации аттрактанта

сравнивали с количеством клеток, видимых в контрольной системе (буферный контроль), а также с аттрактантом (фактором роста эндотелия сосудов - VEGF) в присутствии 4-гидрокситестостерона (4-ОНТ).

Фиг. 2В показывает типичную картину трех независимых экспериментов, в частности, с помощью теста в системе «Трансвелл» с использованием Fl-связывающих мембран и пропидиум йодидного окрашивания мигрировавших HUVEC-клеток. Клетки высевали, как описано, и миграцию проводили в течение 48 часов, используя фактор роста эндотелия сосудов (VEGF) в качестве аттрактора в нижней камере. Фигуры представляют собой примеры из 3 независимых экспериментов. В сравнении с контролем («Со»). Как можно увидеть, 4-гидрокситестостерон (4-ОНТ) значительно ингибирует миграцию клеток в мембране, что указывает на заметно уменьшенное количество мигрирующих клеток в образцах, подвергнутых обработке 4-гидрокситестостероном (код «CR»).

Пример 3. Ингибирование миграции эндотелиальных клеток при помощи анализа заживления ран (царапин)

Другим методом изучения миграции клеток является анализ заживления ран (царапин). Этот метод моделирует процессы, происходящие в ходе заживления острой раны. При выделении факторов из области раны, эндотелиальные клетки мигрируют в область царапины, что будет напоминать процесс заживления и закрытия раны путем васкуляризации и последующего образования рубца. Таким образом, HUVEC-клетки высевали в 12-луночный планшет и позволяли расти до слияния. Затем наносилась царапина, при этом удалялись клетки в зоне царапины. Клетки подвергали воздействию 10 мкМ 4-гидрокситестостерона (4-ОНТ), и миграция эндотелиальных клеток в область повреждения отслеживалась микроскопически, по расписанию от 2 до 48 часов, в зависимости от индивидуального плана эксперимента.

Типичная картина трех независимых экспериментов показана на Фиг. 3, представляющем типичные результаты 10 независимых экспериментов с использованием разных концентраций и временных сроков исследований. Как показано, миграция эндотелиальных клеток эффективно ингибируется 4-гидрокситестостероном, как

продемонстрировано в анализе заживления ран (царапин). Через 24 часа наблюдается явное уменьшение миграции клеток HUVEC в область повреждения под влиянием 4-гидрокситестостерона (CR 1447) по сравнению с необработанными контрольными клетками.

#### Пример 4: Анализ миграции трубок

После миграции в ткань царапины клетки HUVEC меняют свои ростовые характеристики и образуют микрососуды. Этот эффект можно оценить микроскопически.

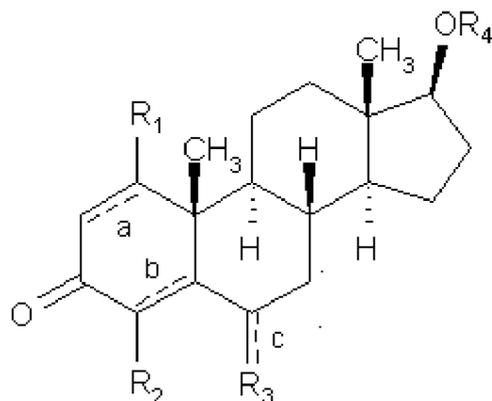
Клетки HUVEC высевали на матригель (7 мг/мл). Клеточные суспензии, а также гели, содержащие 10 мкМ/л 4-гидрокситестостерона, добавлялись при посеве. Предусматривалось формирование точек ветвления во время адгезии на эту поверхность, имитирующую особенности базальной мембраны. Образование трубок анализировали микроскопически через 12 и 48 часов.

Типичная картина трех независимых экспериментов показана на Фиг. 4. Следовательно, образование трубок эндотелиальных клеток человека (HUVEC) значительно ингибируется применением 4-гидрокситестостерона (образцы, обозначенные «CR», в нижнем ряду). Когда человеческие эндотелиальные клетки помещались на слой матригеля, точки ветвления, как один из маркеров образования трубки, ингибируются 4-гидрокситестостероном в сравнении с необработанными контрольными образцами (красные стрелки). Таким образом, 4-гидрокситестостерон заметно ингибировал ветвление клеток и в значительной степени нарушал линейные соединения «клетка-клетка» на геле, что указывало на значительное ингибирование (нео) васкуляризации.

### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Комбинация, содержащая:

(i) активное вещество, выбранное из группы, состоящей из антител, направленных против фактора роста эндотелия сосудов (VEGF), рецепторов для фактора роста эндотелия сосудов (VEGFR) или растворимых VEGFR/VEGFR гибридов и ингибиторов тирозинкиназы, и (ii) соединение, охарактеризованное формулой 1



**Формула 1**

в которой

«а», «b» и «с» соответственно означают, независимо друг от друга, одинарную или двойную связь, при условии, что, по меньшей мере, одно из «а», «b» и «с» представляет собой двойную связь и при условии, что если «а» представляет собой одинарную связь и «b» представляет собой двойную связь, R<sub>2</sub> представляет собой не H;

R<sub>1</sub> представляет собой либо водород, либо C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>алкил;

R<sub>2</sub> представляет собой либо OR<sub>5</sub>, либо водород, где R<sub>5</sub> представляет собой водород или C<sub>1</sub>-C<sub>12</sub>алкил с прямой или разветвленной цепью;

R<sub>3</sub> представляет собой, в случае, когда «с» представляет собой одинарную связь, либо водород, либо C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>алкил, либо в случае, когда «с» представляет собой двойную связь, CHR<sub>5</sub>, где R<sub>5</sub> является таким же, как определено ранее;

R<sub>4</sub> представляет собой водород, C<sub>1</sub>-C<sub>12</sub>алкил, фенил, незамещенный или замещенный C<sub>1</sub>-C<sub>12</sub>алкилом или ацильной группой COR<sub>6</sub>; R<sub>6</sub> представляет собой водород, C<sub>1</sub>-C<sub>12</sub>алкил с прямой или разветвленной цепью, фенил или бензоил, соответственно, незамещенный или замещенный C<sub>1</sub>-C<sub>12</sub>алкилом, или любую группу,

образующую гидроксил при биологическом метаболизировании или химическом удалении защитной группы, в частности сложный эфир, простой эфир, ацеталь, карбонат, карбамат, фосфат, фосфонат, кеталь, сульфат или сульфонат и их соли.

2. Комбинация по п. 1, где соединение определено одинарными связями «а» и «с», а «b» представляет собой двойную связь, и  $R_2$  представляет собой  $OR_5$ , причем  $OR_5$  является таким, как определено в пункте 1, предпочтительно когда  $R_5$  представляет собой водород или прямой или разветвленный  $C_1$ - $C_6$ алкил, а  $R_4$  представляет собой водород или  $COR_6$ , где  $R_6$  представляет собой  $C_1$ - $C_6$ .

3. Комбинация по п. 1 или 2, где соединение представляет собой 4-гидрокситестостерон или его соли или сложные эфиры.

4. Фармацевтическая композиция, содержащая комбинацию по любому из п.п. 1-3, и фармацевтически приемлемый носитель и/или вспомогательное вещество.

5. Фармацевтическая композиция по п. 4, причем фармацевтическая композиция приготовлена для кожного, слизистого подслизистого, трансдермального, внутримышечного, внутривенного, подкожного, внутрикожного, перорального, интраназального, интраокулярного или суппозиторного применения, или инстилляции в полости.

6. Применение комбинации или фармацевтической композиции по любому из предшествующих п.п. в качестве ингибитора ангиогенеза.

7. Применение комбинации или фармацевтической композиции по любому из предшествующих п.п. в терапии воспаления и/или рака путем ингибирования пролиферации или синтеза, как отдельно, так и в комбинации: пролиферации эндотелиальных клеток, пролиферации гладкомышечных клеток, миграции эндотелиальных клеток, миграции гладкомышечных клеток, фактора роста эндотелия сосудов, рецепторов фактора роста эндотелия сосудов, рецепторов фактора роста фибробластов 13, рецепторов тромбоцитарного фактора роста  $\alpha$  и/или  $\beta$ , и рецепторов фактора роста тучных/стволовых клеток.

8. Применение комбинации или фармацевтической композиции по любому из предшествующих п.п. в качестве ингибитора неоваскуляризации при патологиях, включающих регенеративные

процессы.

9. Применение комбинации или фармацевтической композиции по любому из предшествующих п.п. для предотвращения или ингибирования васкуляризации при воспалительных процессах, при этом, в частности, воспалительное состояние выбрано из группы, состоящей из артритов, воспалительных заболеваний кишечника, экзем и нейродермитов.

10. Применение комбинации или фармацевтической композиции по любому из предшествующих п.п. для предотвращения или ингибирования васкуляризации, вызванной опухолью, в частности, вызванной раком молочной железы или раком предстательной железы.

11. Применение комбинации или фармацевтической композиции по любому из предшествующих п.п. в профилактике или лечении солидной опухоли, предпочтительно отобранной из группы, состоящей из рака почек, колоректального рака, рака легких, рака мозга, рака яичников, рака поджелудочной железы и лимфом, а также соответствующих метастазов; или в профилактике или лечении не солидной опухоли, предпочтительно множественной миеломы или соответствующих метастазов.

12. Применение комбинации или фармацевтической композиции по любому из предшествующих п.п. в профилактике или лечении заболевания или состояния, выбранного из:

сосудистых или вазопролиферативных новообразований, предпочтительно эндотелиом и, в частности, гемангиом;

заболеваний органов глаз, при этом, в частности, отобранного из группы, состоящей из ретинопатии, дегенерации желтого пятна, воспаления глаз, васкуляризации роговицы, внедрения сосудов в стекловидное тело и васкуляризации хрусталика;

заживления раны или для трансформации нормальной функциональной ткани в мягкие ткани, в частности, для уменьшения чрезмерного формирования рубца;

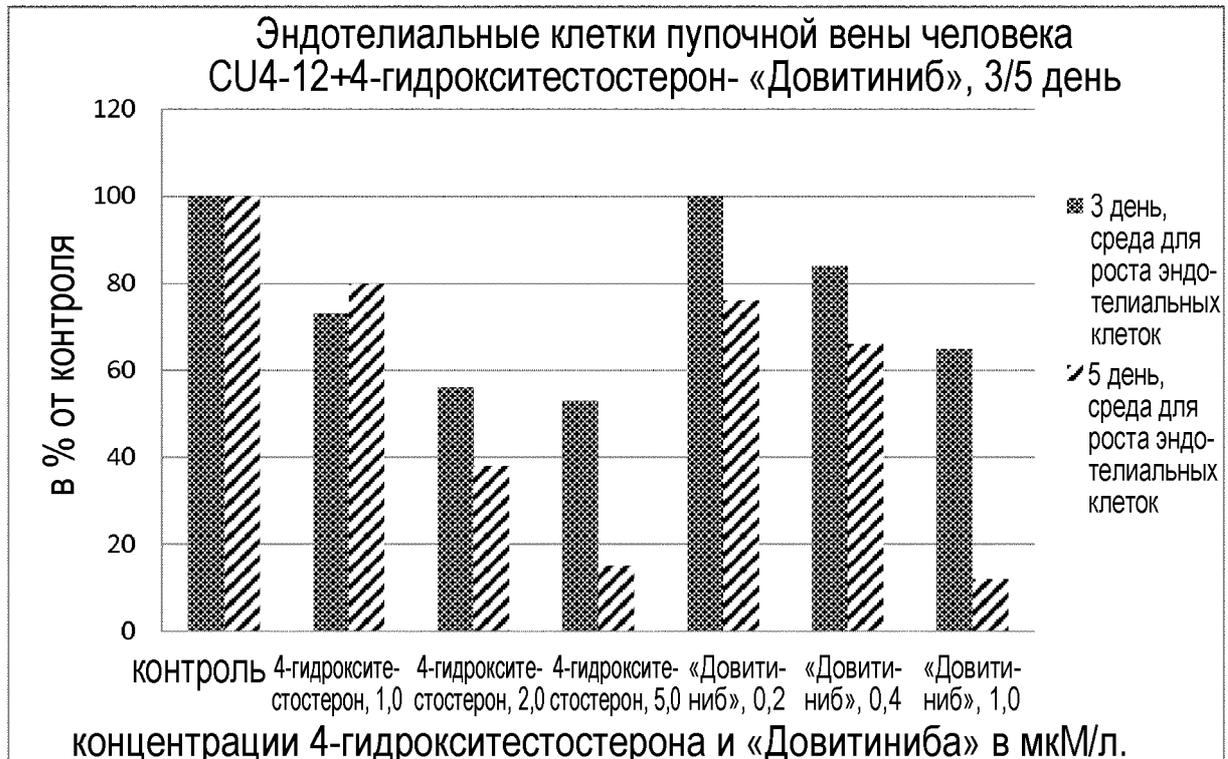
сосудистых мальформаций, в частности, против гемангиом в коже или в паренхиматозных органах;

сердечно-сосудистых заболеваний, в частности, гипертонии, стеноза или рестеноза кровеносных сосудов, атеросклероза;

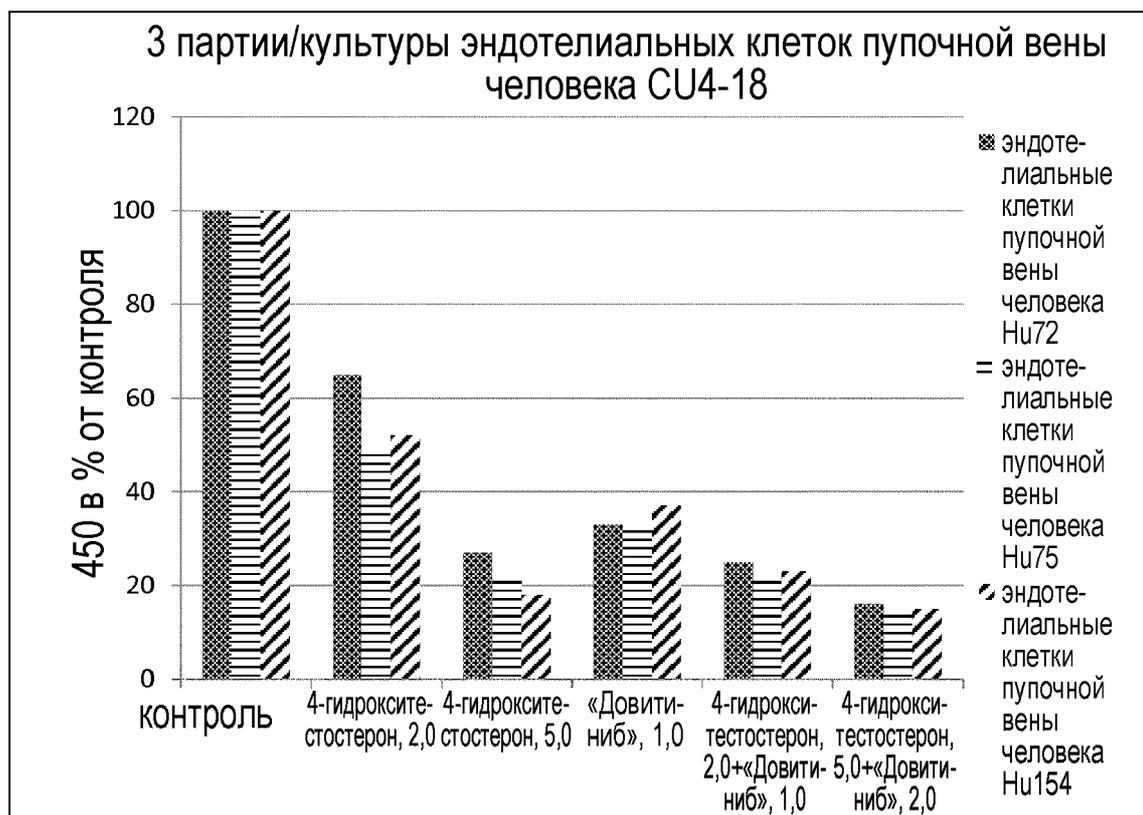
ожирения;  
эндометриоза .

По доверенности

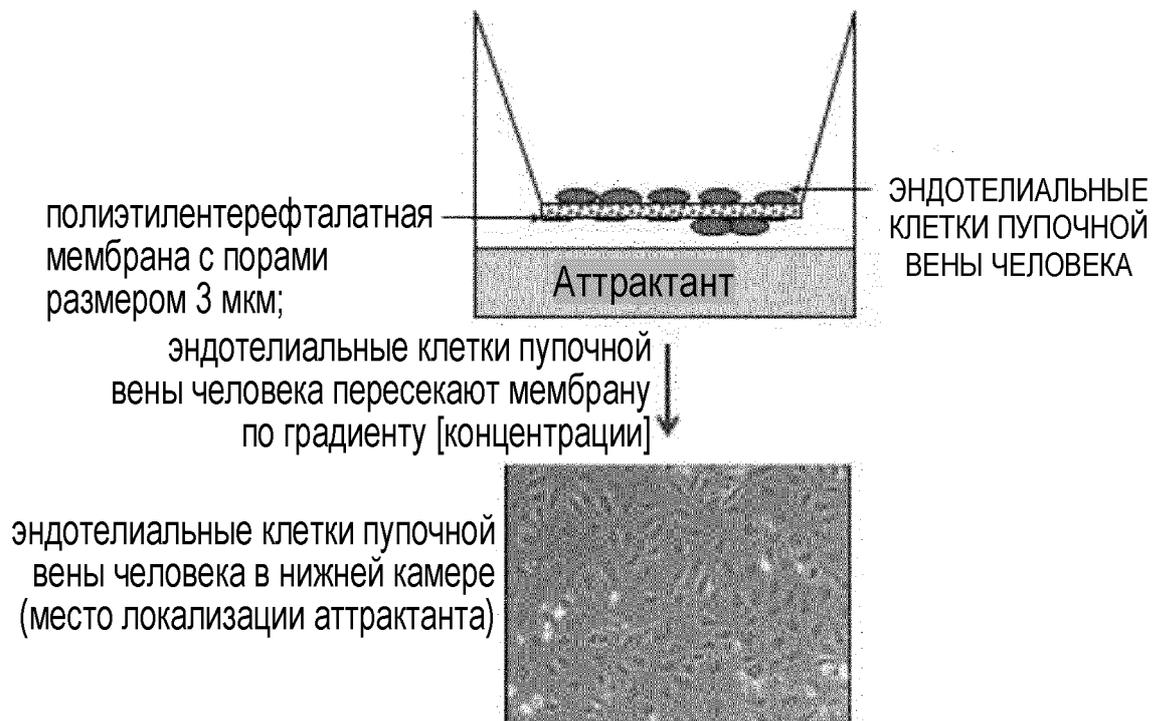
ФИГ. 1А



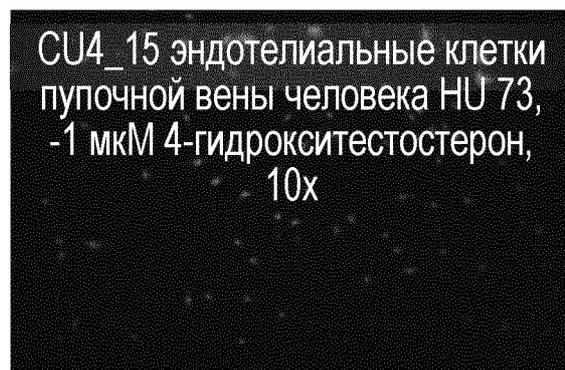
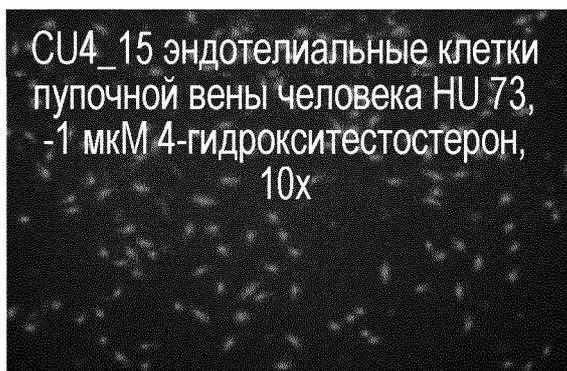
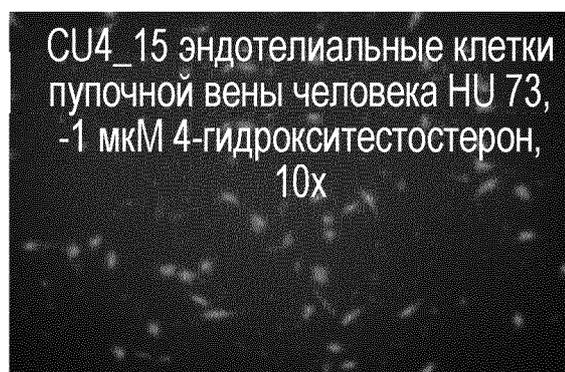
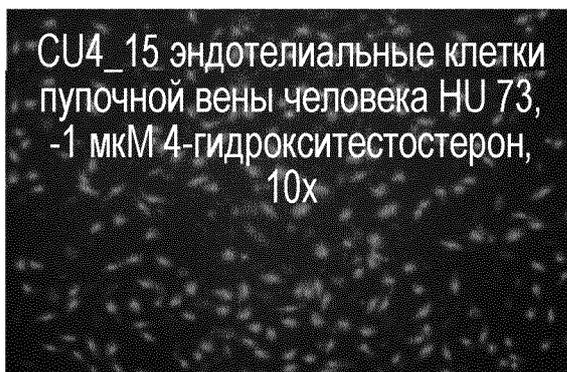
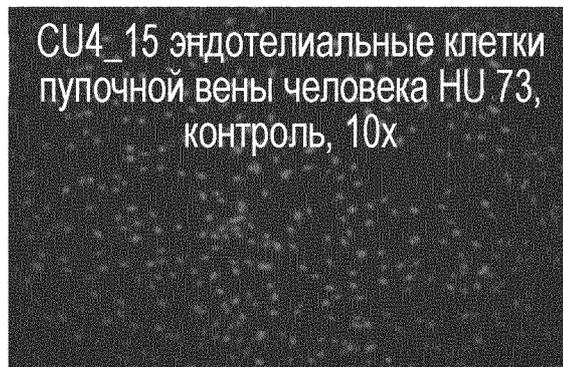
ФИГ. 1В



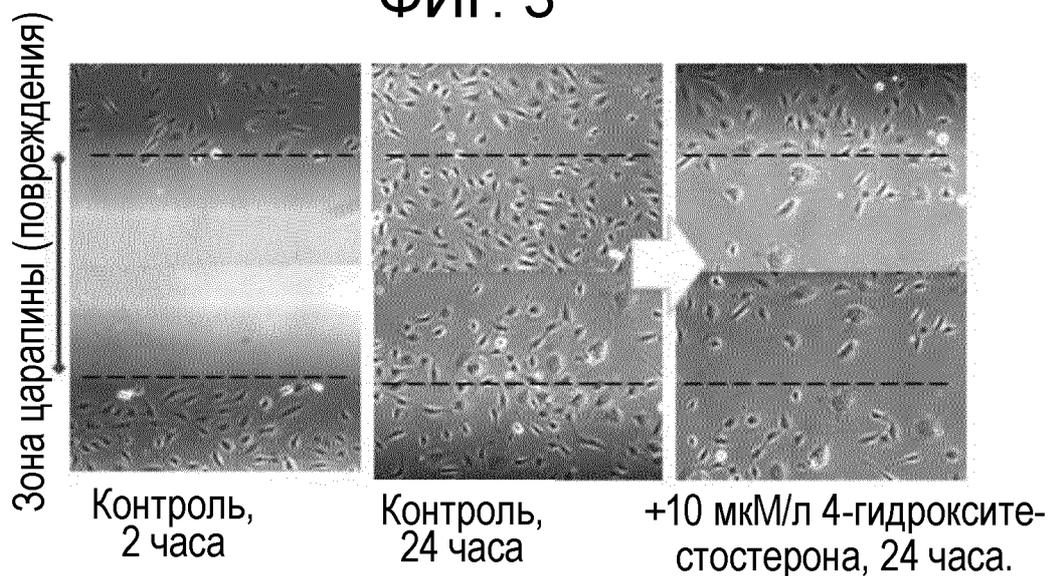
ФИГ. 2А



ФИГ. 2В



ФИГ. 3



ФИГ. 4