

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(11) 041126

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента  
2022.09.16

(51) Int. Cl. C07K 16/28 (2006.01)  
A61P 37/00 (2006.01)

(21) Номер заявки  
201991005

(22) Дата подачи заявки  
2017.12.07

---

(54) АНТИТЕЛА И ПОЛИПЕПТИДЫ, НАПРАВЛЕННЫЕ ПРОТИВ CD127

---

(31) 16306655.8

(56) WO-A1-2015189302  
WO-A2-2011094259  
WO-A1-2011104687  
WO-A1-2010017468

(32) 2016.12.09

(33) EP

(43) 2019.12.30

(86) PCT/EP2017/081911

(87) WO 2018/104483 2018.06.14

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
ОСЕ ИММЬЮНОТЕРАПЬЮТИКС  
(FR)

(72) Изобретатель:  
Пуарье Николя, Мари Каролина,  
Ванхове Бернард, Тепень Виржини  
(FR)

(74) Представитель:  
Нилова М.И. (RU)

---

(57) Изобретение относится к области антител, подходящих для терапевтического и диагностического применения, нацеленных на CD127, альфа-цепь рецептора IL7, и предусматривает, в частности, гуманизированные моноклональные антитела против CD127, в частности CD127 человека, их терапевтические и диагностические применения.

---

041126  
B1

041126  
B1

041126

B1

Изобретение относится к области полипептидов или антител, подходящих для терапевтического и диагностического применения, нацеленных на CD127, альфа-цепь рецептора IL7, и обеспечивает, в частности, гуманизированные моноклональные антитела против CD127, в частности CD127 человека, их терапевтическое и диагностическое применение.

#### Краткое описание изобретения

Альфа-цепь (или субъединица) рецептора интерлейкина-7 (IL-7) обозначается как CD127 или p90 IL-7R или IL-7R $\alpha$  или IL-7R $\alpha$  (иногда также обозначается IL-7Ra). В конкретном аспекте изобретения антитела, в частности моноклональные антитела, предложенные в настоящем документе, направлены против альфа-цепи рецептора человеческого IL-7, экспрессируемого на клетках человека. В конкретном аспекте изобретения антитела, предложенные в настоящем документе, обладают антагонистическими свойствами для взаимодействия IL-7-IL-7R, способны проявлять цитотоксическую активность в отношении CD127-положительных клеток, но не увеличивают созревание дендритных клеток (DC), индуцированное TSLP. В частности, антитела, предложенные в настоящем документе, распознают человеческий эпитоп CD127, содержащий последовательности из сайта 2b в CD127, в частности этот эпитоп содержит человеческие последовательности CD127 домена D1 и сайта 2b CD127, в частности этот эпитоп содержит по меньшей мере одну последовательность из D1 и по меньшей мере одну последовательность из сайта 2b, предпочтительно из третьего бета-слоя сайта 2b в CD127. В дополнение или в качестве альтернативы, в конкретном аспекте изобретения, антитела, предложенные в настоящем документе, не индуцируют интернализацию CD127 и/или ингибируют индуцированную IL7 интернализацию CD127. В конкретном аспекте изобретения антитела, предложенные в настоящем документе, являются гуманизированными и содержат по меньшей мере 80% и предпочтительно по меньшей мере 84% или по меньшей мере 85% человеческих остатков. В конкретном аспекте изобретения антитела, предложенные в настоящем документе, оказывают быстрое воздействие на эффекторные Т-клетки памяти, длительное действие на эффекторные Т-клетки памяти или, предпочтительно, быстрое и длительное действие на эффекторные Т-клетки памяти. В конкретном аспекте изобретения антитела, предложенные в настоящем документе, позволяют их эффективное продуцирование. В конкретном аспекте изобретения для оценки вероятности ответа могут быть измерены уровни экспрессии CD127, IL-7 и/или TSLP, в частности, с использованием антител против CD127, предложенных в настоящем документе. В дополнение к антителам, предложенным в настоящем документе, в частности, в качестве средств для получения антител и/или для применений, подобных указанным антителам, предложены полипептиды, в частности вариабельные домены легкой цепи антитела или легкие цепи антитела, антигенсвязывающие фрагменты и молекулы-миметики таких антител и полинуклеотидов.

Авторы настоящего изобретения стремились получить усовершенствованные гуманизированные антитела по сравнению с антителами N13B2-h1, N13B2-h2 и N13B2-h3, раскрытыми в WO 2015/189302. Хотя известно, что некоторые остатки в каркасных последовательностях вариабельных доменов, включая остатки в зоне Вернье, канонические остатки, остатки на границе VH/VL и т.д., являются критическими в структуре антитела и не подлежат мутации для сохранения биохимической и биологической активности антитела, авторы настоящего изобретения неожиданно обнаружили, что некоторые мутации в каркасной последовательности вариабельного домена легкой цепи N13B2, включая некоторые из таких критических остатков, позволяют увеличивать содержание остатков человека (выше чем N13B2-h3 и вплоть до 86,3%) и повысить продуцирование (до 4 раз выше, чем у N13B2-h3) при сохранении всех функциональных возможностей.

Эти мутации состоят из 16 аминокислотных замен в каркасной последовательности вариабельного домена легкой цепи N13B2 и, в частности, дополнительно в замене остатка валина в положении 48 остатком лейцина (V48L) и/или в замене остатка фенилаланина в положении 87 остатком тирозина (F87Y). Эти положения и любые положения аминокислот для цепей антител, предложенных в настоящем документе, если не указано иное, обозначены с использованием нумерации Кабат. В настоящем документе предложены усовершенствованные вариабельные домены легкой цепи антитела, состоящие из следующих последовательностей:

SEQ ID NO: 9 (включая указанные 16 аминокислотных замен - указанный вариабельный домен легкой цепи антитела в дальнейшем обозначен N13B2-hVL3);

SEQ ID NO: 10 (включая указанные 16 аминокислотных замен и, кроме того, с мутацией V48L - указанный вариабельный домен легкой цепи антитела в дальнейшем обозначен N13B2-hVL4);

SEQ ID NO: 11 (включая указанные 16 аминокислотных замен и, кроме того, с мутацией F87Y - указанный вариабельный домен легкой цепи антитела в дальнейшем обозначен N13B2-hVL5); и

SEQ ID NO: 12 (включая указанные 16 аминокислотных замен и, кроме того, обе мутации V48L и F87Y) - указанный вариабельный домен легкой цепи антитела обозначен в дальнейшем N13B2-hVL6).

Таким образом, вариабельный домен легкой цепи антитела, обозначенный в настоящем документе N13B2-hVL3, содержит все CDR из N13B2-h3, указанные 16 аминокислотных замен и исходные остатки из N13B2 в критических положениях 48 и 87 (т.е. соответственно V и F) в человеческих каркасных последовательностях и имеет последовательность SEQ ID NO: 9. Вариабельный домен легкой цепи предпочтительного усовершенствованного антитела, предложенного в настоящем документе, обозначенный

N13B2-hVL6, включающий дополнительно обе мутации V48L и F87Y, состоит из последовательности, приведенной в SEQ ID NO: 12.

Для специалиста будет неожиданным, что указанные мутации, особенно в таких положениях в каркасах переменного домена легкой цепи, не влияют на аффинность антитела с CD127: V48 является каноническим остатком, а F87 расположен на границе VH/VL; мутация таких остатков, как известно специалисту и описано, например, в Clark, 2014, должна влиять на аффинность и/или стабильность антитела. Используемый в настоящем документе термин "канонический" остаток относится к остатку в CDR или каркасе, который определяет конкретную каноническую структуру CDR, как определено Chothia et al., J. Mol. Biol. 196: 901- 907 (1987); Chothia et al., J. Mol. Biol. 227: 799 (1992). Согласно Chothia et al., критические части CDR многих антител имеют почти идентичные конформации пептидного остова, несмотря на большое разнообразие на уровне аминокислотной последовательности. Каждая каноническая структура определяет прежде всего набор торсионных углов пептидного остова для смежного сегмента аминокислотных остатков, образующих петлю. Невозможно было предвидеть, что введение раскрытых в изобретении мутаций в обоих положениях приведет к улучшению продуцирования, при этом сохраняя свойства связывания и, что весьма полезно, другие функциональные свойства этих антител.

Соответственно, в данном документе предложен полипептид, подходящий, в частности, для получения таких антител, в частности переменного домена легкой цепи антитела или легкой цепи антитела, состоящего из последовательности, в частности до 250 аминокислот, включающей или состоящий из последовательности, указанной в SEQ ID NO: 9; SEQ ID NO: 10; или SEQ ID NO: 11; или SEQ ID NO: 12, или его антигенсвязывающий фрагмент, или его молекулу-миметик антитела, согласно приведенному ниже определению. В конкретном аспекте изобретение относится к антителам или их антигенсвязывающим фрагментам, предложенным в данном документе, в частности к гуманизированным моноклональным антителам, специфически связывающимся с CD127, в частности с человеческим CD127, и содержат: легкую цепь антитела, содержащую, или переменный домен легкой цепи антитела, состоящий из последовательности, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 9; SEQ ID NO: 10; SEQ ID NO: 11; SEQ ID NO: 12; в частности SEQ ID NO: 12; и

переменный домен тяжелой цепи антитела, содержащий три CDR, состоящие из последовательностей, приведенных в SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 2 и SEQ ID NO: 3, в частности переменный домен тяжелой цепи антитела, состоящий из последовательности, приведенной в SEQ ID NO: 7.

В предпочтительном варианте реализации изобретение относится к антителам или их антигенсвязывающим фрагментам, предложенным в данном документе, в частности к гуманизированным моноклональным антителам, которые специфически связываются с CD127, в частности с человеческим CD127, и содержат:

переменный домен легкой цепи, состоящий из последовательности, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 9, SEQ ID NO: 10, SEQ ID NO: 11 и SEQ ID NO: 12, в частности SEQ ID NO: 12; и

переменный домен тяжелой цепи, содержащий три CDR, состоящие из последовательностей, приведенных в SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 2 и SEQ ID NO: 3, в частности переменный домен тяжелой цепи, состоящий из последовательности, указанной в SEQ ID NO: 7.

В конкретном аспекте изобретения антитело, предложенное в настоящем документе, содержит легкую цепь с переменным доменом, как указано выше, и константный домен, состоящий из последовательности, выбранной из SEQ ID NO: 27 или 28, предпочтительно SEQ ID NO: 27, и тяжелую цепь с переменным доменом, как указано выше, и константным доменом, состоящим из последовательности, указанной в SEQ ID NO: 26.

Также в настоящем документе предложен выделенный полипептид, состоящий из последовательности до 250 аминокислот, конкретно до 217, до 214, до 211, более конкретно, до 200, до 175, до 150, до 135, до 120, до 107, и еще более конкретно, до 100, до 90, до 80, до 74, до 70, до 60 аминокислот, причем указанная последовательность включает или состоит из последовательности, выбранной из группы, состоящей из:

SEQ ID NO: 9 (CDR-области из N13B2-h3 в каркасных последовательностях человека);

SEQ ID NO: 10 (CDR-области из N13B2-h3 в каркасных последовательностях человека, включая мутацию V48L);

SEQ ID NO: 11 (CDR-области из N13B2-h3 в каркасных последовательностях человека, включая мутацию F87Y);

SEQ ID NO: 12 (CDR-области из N13B2-h3 в каркасных последовательностях человека, включая обе мутации V48L и F87Y); и

соответствующий антигенсвязывающий фрагмент, в частности указанный фрагмент, содержащий три CDR, состоящие из последовательностей, приведенных в SEQ ID NO: 4, SEQ ID NO: 5 и SEQ ID NO: 6, более конкретно фрагмент, содержащий по меньшей мере 74 аминокислоты, включая аминокислоты с 24 по 97 из SEQ ID NO: 12.

В настоящем документе также предложены полинуклеотиды, кодирующие полипептиды, предложенные в настоящем документе, в частности антитела или их антигенсвязывающие фрагменты по изо-

бретению. Такие полинуклеотиды кодируют, в частности, полипептиды, содержащие или состоящие из последовательности, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 9-12, а также кодируют полипептиды, содержащие или состоящие из последовательностей, выбранных из SEQ ID NO: 1-3, в частности SEQ ID NO: 7, и могут также кодировать полипептиды, содержащие или состоящие из последовательностей, выбранных из группы, состоящей из SEQ ID NO: 26-28. В частности, указанные полинуклеотиды содержат или состоят из комбинации по меньшей мере двух выделенных последовательностей (молекул) нуклеиновых кислот, причем первая выделенная молекула нуклеиновой кислоты содержит или состоит из последовательности, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 15-18; в частности SEQ ID NO: 18; указанная комбинация также содержит или состоит из второй выделенной молекулы нуклеиновой кислоты, содержащей или состоящей из последовательности, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 13 и SEQ ID NO: 29-31, в частности SEQ ID NO: 13.

В частности, полипептид по изобретению содержит вариабельный домен легкой цепи антитела или легкую цепь антитела, причем указанный полипептид содержит по меньшей мере 84% и более конкретно по меньшей мере 85% человеческих остатков. Указанный полипептид может представлять собой антигенсвязывающий фрагмент и/или молекулу-миметик антитела из антитела, раскрытого в данном документе.

В настоящем документе также представлены композиции, содержащие указанные полипептиды, в частности вариабельные домены легкой цепи антитела или легкие цепи антитела, антитела, антигенсвязывающий фрагмент или соответствующую молекулу-миметик антитела, способы получения указанных антител, молекулы нуклеиновой кислоты, кодирующие указанные полипептиды и антитела, и применения указанных полипептидов, антител и композиций.

Соответственно, полипептиды, вариабельные домены легкой цепи антитела, легкие цепи антитела, антитела, антигенсвязывающие фрагменты, молекулы-миметики антитела и композиция, предложенные в настоящем документе, могут быть предназначены и/или быть подходящими для применения с целью лечения состояния, диагностированного у пациента-человека, которое возникает в результате патогенеза, связанного с лимфопозом, когда указанному патогенезу способствуют сигнальные пути IL-7, особенно когда увеличение созревания, точнее, активация костимулирующих молекул дендритных клеток является нежелательным.

### Подробное описание изобретения

#### Биохимия.

CD127 является общим для рецептора IL-7 (IL-7R) и для рецептора TSLP (TSLPR). IL-7R состоит из гетеродимера CD127 и общей гамма-цепи ( $\gamma$ c) рецепторов интерлейкина. Общая гамма-цепь  $\gamma$ c иногда обозначается в настоящем документе и в литературе как CD132. IL-7R связывается интерлейкином 7. Рецептор TSLP представляет собой гетеродимер CD127 и фактора 2, подобного рецептору цитокинов (CRLF2). Рецептор TSLP связывается TSLP. В литературе TSLPR иногда используется для обозначения как цепи рецептора CRLF2, так и комплекса CD127/CRLF2. Во избежание путаницы в дальнейшем TSLPR обычно обозначает комплекс.

CD127 (номер доступа Swiss Prot P16871) может существовать в четырех изоформах. Каноническая изоформа, также называемая H20 (Swiss Prot P16871.1), представляет собой однопроходный трансмембранный белок и содержит 459 аминокислот состоящих, от N- до C-конца, из сигнального пептида из 20 аминокислот, внеклеточного домена из 219 аминокислот, трансмембранного домена из 25 аминокислот и внутриклеточного домена из 195 аминокислот. Другие изоформы имеют общую последовательность (или большую часть) внеклеточного домена H20 и демонстрируют различные C-концевые последовательности. Изоформы 2 и 4 являются секретируемыми (Swiss Prot P16871-4 и P16871-3), в то время как изоформа 3 (Swiss Prot P16871-2) также является трансмембранным белком. Сообщается, что CD127 имеет последовательность SEQ ID NO: 21, а его внеклеточный домен, когда сигнальный пептид удален, имеет последовательность SEQ ID NO: 22. Если не указано иное, используемая в настоящем документе нумерация для аминокислот CD127, представляет собой нумерацию из SEQ ID NO: 22.

CD127 представляет собой рецептор из класса гомологии цитокиновых рецепторов I (CRH I). Как хорошо известно в данной области, внеклеточный домен этих рецепторов состоит из двух доменов фибронектина 3, называемых D1 и D2. Точная кристаллографическая структура CD127 была опубликована и обсуждена, например, в McElroy et al., 2009; McElroy et al., 2012 и Walsh, 2012 и, в частности, была раскрыта в виде данных о структуре белка в базе данных белков Коллаборации по исследованию структурной биоинформатики (RCSB PDB) с номером доступа 3UP1. Обычно считается, что D1 участвует в связывании с IL-7, тогда как D2 участвует в связывании с  $\gamma$ c-цепью (а также с IL-7). Важно, что сайт 2b домена D2 содержит три бета-слоя, включая следующие последовательности SEQ ID NO: 32 (FDLSVIYRE); SEQ ID NO: 33 (NDFWTFNTS) и SEQ ID NO: 34 (TKLTLLQR). Таким образом, сайт 2b домена D2 включен между аминокислотами 109 и 180 SEQ ID NO: 22 (см. Walsh, 2012; Verstraete, K. et al, Nature Com 2017). Сайт 2b домена D2 также может быть определен как включенный между аминокислотами 109 и 173 SEQ ID NO: 22. Сайт 2b домена D2 также может быть определен как включенный между аминокислотами 113 и 180 SEQ ID NO: 22. Сайт 2b домена 2b также может быть определен как вклю-

ченный между аминокислотами 113 и 173 SEQ ID NO: 22. В частности, сайт 2b домена D2 включает, в частности, состоит, по существу, из аминокислот 109-133 SEQ ID NO: 22, в частности от 109 до 127, где первые два бета-слоя локализованы; и аминокислот с 166 по 180 SEQ ID NO: 22, где третий бета-слой локализован. Более конкретно, сайт 2b состоит в основном из аминокислот от 113 до 133, в частности от 113 до 127, SEQ ID NO: 22 и из аминокислот от 166 до 180 из SEQ ID NO: 22. В частности, сайт 2b состоит по существу из аминокислот от 109 до 133, в частности от 109 до 127, из SEQ ID NO: 22 и аминокислот от 166 до 173 из SEQ ID NO: 22. Более конкретно, сайт 2b состоит по существу из аминокислот от 113 до 133, в частности 113-127, из SEQ ID NO: 22 и аминокислот 166-173 из SEQ ID NO: 22. Сайт 2b домена D2 является критическим для взаимодействия CD127- $\gamma$ c, в частности, для разрешения или увеличения связывания CD127 с  $\gamma$ c в присутствии IL-7. В частности, мутации в P112 и L115, которые были идентифицированы у пациентов, страдающих от тяжелого комбинированного иммунодефицита (SCID), как полагают, дестабилизируют гидрофобное ядро домена D2, что, вероятно, приводит к их патогенным признакам.

Как указано выше, сайт 2b состоит, по существу, из аминокислот 109-180 из SEQ ID NO: 22, или состоит, по существу, из аминокислот 109-173 из SEQ ID NO: 22, или состоит, по существу, из аминокислот 113-180 из SEQ ID NO: 22 или состоит, по существу, из аминокислот 113-173 из SEQ ID NO: 22. Специалист поймет, что концы такого домена не обязательно могут быть однозначно определены с точностью до одного основания, и что сайт 2b можно понимать, как содержащий на одном или обоих концах упомянутой последовательности (ей) на 1, 2 или 3 больше или меньше аминокислот. Следовательно, при упоминании в настоящем документе сайта 2b или CD127, следует понимать, что это относится к последовательности CD127, начинающейся в положении 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112 или 113 и заканчивающейся в положении 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179 или 180 из SEQ ID NO: 22; в частности, к такой последовательности, которая, как полагают или показано, составляет существенно важный сайт связывания с  $\gamma$ c-цепью IL7-R, в частности, в присутствии IL-7. Более конкретно, когда в настоящем документе упоминается сайт 2b CD127, следует понимать, что это относится к последовательности CD127, начинающейся в положении 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112 или 113 и заканчивающейся в положении 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132 или 133 SEQ ID NO: 22, но также и к последовательности CD127, начинающейся в положении 162, 163, 164, 165 или 166 и заканчивающейся в положении 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179 или 180 из SEQ ID NO: 22. Следует отметить, что три бета-слоя, как определено в настоящем документе, могут содержать эпитопные последовательности, специфичные для антител или антигенсвязывающих фрагментов или антигенсвязывающего миметика в соответствии с изобретением. Антитела, антигенсвязывающие фрагменты и антигенсвязывающие миметики по изобретению могут быть способны специфически связываться с SEQ ID NO: 32, SEQ ID NO: 33 и/или SEQ ID NO: 34. Кроме того, аминокислотная последовательность, содержащая, по меньшей мере, часть одного бета-слоя и некоторых смежных аминокислот, локализованных на одном конце любого бета-слоя, также может представлять собой последовательность эпитопа, специфичную для антитела по изобретению. В качестве примера, последовательность SEQ ID NO: 35 (TLLQRKQLQAAMYEI) содержит последние пять аминокислот третьего бета-слоя и десять дополнительных аминокислот, локализованных вне третьего бета-слоя. В качестве другого примера, SEQ ID NO: 96 (RKLQPAAM) содержит одну аминокислоту, локализованную в третьем бета-слое, и семь дополнительных аминокислот, локализованных вне третьего бета-слоя. В частности, антитело или его антигенсвязывающий фрагмент или антигенсвязывающий миметик по изобретению могут специфически связываться с R173 SEQ ID NO: 22. В частности, антитело или его антигенсвязывающий фрагмент или антигенсвязывающий миметик согласно изобретению могут специфически связываться по меньшей мере с одной последовательностью, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 32; SEQ ID NO: 33; SEQ ID NO: 34, SEQ ID NO: 35 и SEQ ID NO: 96. В частности, антитело или его антигенсвязывающий фрагмент или антигенсвязывающий миметик по изобретению могут специфически связываться по меньшей мере с одной последовательностью, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 36 (LVEVKCLNFR); SEQ ID NO: 37 (ICGALVEVKCLNFR) и SEQ ID NO: 38 (LVEVKCLNFRK). В качестве альтернативы или дополнения, антитело или его антигенсвязывающий фрагмент или антигенсвязывающий миметик по изобретению могут специфически связываться по меньшей мере с одной последовательностью, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 39 (KKFLIG); SEQ ID NO: 40 (KKFLIGKSN) и SEQ ID NO: 41 (FIETKKFLIG). SEQ ID NO: 36 - SEQ ID NO: 41 локализованы в домене D1 из CD127 и представляют собой эпитопные последовательности, распознаваемые антителом или его антигенсвязывающим фрагментом или молекулой-миметиком антитела в соответствии с изобретением. В альтернативном или дополнительном варианте реализации изобретения антитело или его антигенсвязывающий фрагмент или молекула-миметик антитела согласно изобретению могут специфически связываться по меньшей мере с одной последовательностью, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 42 (CLNFR) и SEQ ID NO: 43 (FIETKKF). Эти две последовательности представляют собой эпитопные последовательности, локализованные в домене D1 из CD127. В конкретном варианте реализации изобретения антитело или его антигенсвязывающий фрагмент или антигенсвязывающий миметик по изобретению могут специфически связываться по меньшей мере с одной последова-

тельностью, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 32; SEQ ID NO: 33; SEQ ID NO: 34, SEQ ID NO: 35 и SEQ ID NO: 96, в частности, из группы, состоящей из SEQ ID NO: 34, SEQ ID NO: 35 и SEQ ID NO: 96; и по меньшей мере одной последовательностью, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 36; SEQ ID NO: 37; SEQ ID NO: 38; SEQ ID NO: 39; SEQ ID NO: 40; SEQ ID NO: 41; SEQ ID NO: 42 и SEQ ID NO: 43, в частности, из группы, состоящей из SEQ ID NO: 42 и SEQ ID NO: 43. В предпочтительном варианте реализации изобретения антитело или его антигенсвязывающий фрагмент или антигенсвязывающий миметик могут специфически связываться с SEQ ID NO: 34 и по меньшей мере с одной последовательностью, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 42 и SEQ ID NO: 43, в частности, с SEQ ID NO: 42 и SEQ ID NO: 43. В предпочтительном варианте реализации изобретения антитело, или его антигенсвязывающий фрагмент, или антигенсвязывающий миметик могут специфически связываться с SEQ ID NO: 35 и по меньшей мере с одной последовательностью, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 42 и SEQ ID NO: 43, в частности, с SEQ ID NO: 42 и SEQ ID NO: 43. В предпочтительном варианте реализации изобретения антитело или его антигенсвязывающий фрагмент или антигенсвязывающий миметик могут специфически связываться с SEQ ID NO: 96 и по меньшей мере с одной последовательностью, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 42 и SEQ ID NO: 43, в частности с SEQ ID NO: 42 и SEQ ID NO: 43. В предпочтительном варианте реализации изобретения антитело или его антигенсвязывающий фрагмент или антигенсвязывающий миметик могут специфически связываться с обеими последовательностями SEQ ID NO: 35 и SEQ ID NO: 96. В предпочтительном варианте реализации изобретения антитело, или его антигенсвязывающий фрагмент, или антигенсвязывающий миметик могут специфически связываться с обеими последовательностями SEQ ID NO: 42 и SEQ ID NO: 43. В конкретном варианте реализации изобретения антитело или его антигенсвязывающий фрагмент или антигенсвязывающий миметик по изобретению могут специфически распознавать по меньшей мере третий бета-слой сайта 2b домена D2 CD127. Третий бета-слой предпочтительно определяется как локализованный между аминокислотами 166 и 173 SEQ ID NO: 22, что соответствует SEQ ID NO: 34, и более конкретно, третий бета-слой соответствует SEQ ID NO: 34. В более конкретном варианте реализации изобретения антитело или его антигенсвязывающий фрагмент или антигенсвязывающий миметик в соответствии с изобретением могут специфически распознавать по меньшей мере два из бета-слоев, локализованных в сайте 2b домена D2, и более конкретно, антитело или антигенсвязывающий фрагмент или антигенсвязывающий миметик согласно изобретению могут специфически распознавать три бета-слоя, локализованных в сайте 2b домена D2, согласно определению выше. В более конкретном варианте реализации изобретения антитело, или его антигенсвязывающий фрагмент, или антигенсвязывающий миметик могут специфически распознавать по меньшей мере один бета-слой, локализованный в сайте 2b домена D2, в частности третий бета-слой, соответствующий SEQ ID NO: 34, и связываются по меньшей мере с одной последовательностью, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 36; SEQ ID NO: 37; SEQ ID NO: 38; SEQ ID NO: 39; SEQ ID NO: 40; SEQ ID NO: 41; SEQ ID NO: 42 и SEQ ID NO: 43. В предпочтительном варианте реализации изобретения антитело, или его антигенсвязывающий фрагмент, или антигенсвязывающий миметик могут специфически распознавать по меньшей мере третий бета-слой, соответствующий SEQ ID NO: 34, и по меньшей мере одну последовательность, выбранную из группы, состоящей из SEQ ID NO: 42 и SEQ ID NO: 43, в частности, с SEQ ID NO: 42 и SEQ ID NO: 43. В более конкретном варианте реализации изобретения антитело или антигенсвязывающий фрагмент или антигенсвязывающий миметик могут специфически распознавать линейный пептид или линейный эпитоп, состоящий из аминокислот SEQ ID NO: 35. В дополнение или в качестве альтернативы, антитело, или его антигенсвязывающий фрагмент, или антигенсвязывающий миметик могут специфически распознавать конформационный пептид или конформационный эпитоп, состоящий из аминокислот с последовательностью ID № 96. В более конкретном варианте реализации антитело или антигенсвязывающее фрагмент или антигенсвязывающий миметик могут специфически распознавать линейный эпитоп или линейный пептид с аминокислотной последовательностью SEQ ID NO: 35 и конформационный эпитоп или конформационный пептид SEQ ID NO: 96.

Передача сигналов IL-7R. Связывание IL-7 с IL-7R запускает активацию нескольких сигнальных путей, включая Янус-киназы (JAK)-1 и -3, трансдуктор сигнала и активатор транскрипции 5 (STAT5) и фосфатидилинозитол-3-киназу (PI3-k). Сообщается, что пути STAT1 и STAT3 активированы, хотя они не являются основными путями. Активация пути STAT5 необходима для индукции антиапоптотического белка Bcl-2 и предотвращения проникновения проапоптотического белка Bax в митохондрию и, таким образом, для выживания развивающихся в тимусе предшественников Т-клеток. Активация пути PI3-k приводит к фосфорилированию и цитоплазматическому удержанию проапоптотического белка Bad.

Передача сигналов TSLPR. Тимический стромальный лимфопоэтин (TSLP) представляет собой цитокин эпителиальных клеток, который активен при лимфопозе и, в частности, участвует в регуляции развития клеток иммунной системы, причем эта регуляция влияет, в частности, на созревание указанных клеток. TSLP человека (номер доступа Genbank AF338732) является фактором, который вызывает поляризацию дендритных клеток и способствует пролиферации и дифференцировке Т- и В-клеток. TSLP также подавляет образование клеток Treg (Lei et al., 2011).

Было показано, что сигнальные пути, индуцированные TSLP, на молекулярном уровне отличаются

от индуцированных IL-7 путей. В частности, хотя связывание TSLP с его рецептором также активирует Jak-1, оно не активирует Jak-3, но активирует Jak-2. Эти различия согласуются с наблюдением, что Jak-1 ассоциируется с CD127, общим для обоих рецепторов, в то время как Jak-2 ассоциируется с CRLF2 и Jak-3 с  $\gamma\text{с}$  (Rochman et al., 2010). Также сообщается об активации пути STAT5 для передачи сигналов, индуцированной TSLP (Zhong et al., 2014). Одним из основных эффектов TSLP является то, что он приводит к активации дендритных клеток, индуцируя сверхэкспрессию костимулирующих молекул, таких как CD80, тем самым стимулируя опосредованные TH-2 воспалительные реакции (Reche et al., 2001).

#### Клеточная биология.

Термин "CD127-положительные клетки" обозначает клетки, экспрессирующие CD127 на своей клеточной поверхности. В большинстве случаев CD127-положительные клетки экспрессируют CD127 в комплексе, образующем IL-7R (IL-7R-положительные клетки), и/или в комплексе, образующем TSLPR (TSLPR-положительные клетки). CD127 экспрессируется различными клетками, в том числе как Т-клетками памяти, так и наивными Т-клетками. CD127, в частности, экспрессируется эффекторными Т-клетками (Teff), в том числе покоящимися и Т-клетками памяти, и незрелыми В-клетками, но в частности не экспрессируется покоящимися природными регуляторными Т-клетками (природными Treg). CD127 необходим для стимулирования дифференцировки тимоцитов и клональной экспансии лимфоцитов.

Важность пути IL7-CD127 для гомеостаза наивных Т-клеток подчеркивается несколькими недавними исследованиями, показывающими, что уровни экспрессии мембраносвязанного CD127 на обычных CD4<sup>+</sup> Т-клетках коррелируют с частотами недавних эмигрантов тимуса (RTE)-CD4<sup>+</sup> Т-клеток у здоровых людей и ВИЧ-инфицированных пациентов, а также у пациентов с РС (Albuquerque et al., 2007) (Broux et al., 2010). CD127 также является компонентом рецептора TSLP. Было продемонстрировано, что секреция TSLP тельцами Хассалла, структурами, состоящими из эпителиальных клеток в мозговом веществе тимуса, кондиционирует CD11c<sup>+</sup>миелоидные дендритные клетки (MDC) для индукции дифференцировки тимоцитов в Treg (Watanabe et al., 2005a). Соответственно, сигналы от рецептора IL-7 необходимы для развития Treg, как показано у мышей, нокаутных по CD127 (Mazzucchelli et al., 2008). В работе Haas et al., 2011, авторы продемонстрировали снижение экспрессии CD127 на обычных Т-клетках и повышенный уровень IL-7 в плазме, а также снижение частот недавних эмигрантов тимуса-Treg и функции Treg при РС без явного генетического влияния (Haas et al., 2011).

Рассмотрение вопроса о том, как IL-7 регулирует миграцию своих родственных рецепторов через мембрану, имеет решающее значение для глубокого понимания роли IL-7/IL-7R в функции лимфоцитов. Предыдущие исследования показали, что стимуляция Т-клеток IL-7 приводит к поверхностной понижающей модуляции CD127 в течение 30 мин, возможно, из-за интернализации рецептора. Было показано, что в более поздние моменты времени (2-6 ч) IL-7 индуцирует транскрипционное подавление CD127. Тем не менее, фактическую динамику интернализации CD127 и регуляции механизмов переноса IL-7 еще предстоит выяснить (Henriques et al., 2010). Было также высказано предположение, что IL-7-индуцированная передача сигналов зависит от интернализации CD127 и что последующая деградация рецептора зависит от активности JAK3 и опосредуется как протеасомами, так и лизосомами.

#### Патофизиология.

Дендритные клетки экспрессируют высокие уровни костимулирующих молекул после созревания, таких как CD80, что стимулирует опосредованные Т-клетками иммунные ответы. Они также продуцируют цитокин TARC (CCL17), который индуцирует хемотаксис в Т-клетках. В таковом качестве, зрелые дендритные клетки вносят вклад в физиопатологию некоторых иммуноопосредованных заболеваний, в которых проявляются ответы Т-клеток, например, при астме, ревматоидном артрите, колите, рассеянном склерозе и увеите. Зрелые дендритные клетки также играют ключевую роль в процессе отторжения клеток, тканей или аллотрансплантатов органов. Поэтому многие терапевтические стратегии направлены на предотвращение созревания дендритных клеток.

Наличие или отсутствие костимулирующих молекул на антиген-презентирующих клетках (APC), таких как дендритные клетки, значительно влияет на качественный и количественный характер иммунного ответа. Сверхэкспрессия CD80 дендритными клетками вызывает созревание DC и увеличивает активацию Т-клеток памяти (Bour-Jordan et al., 2011). Механистически взаимодействие CD28 с CD80 занимает центральный кластер иммунологического синапса и колокализуется с вовлеченным TCR, тем самым стабилизируя иммунный синапс (Dustin and Shaw, 1999) (Grakoui et al., 1999). Взаимодействие между CD28 и CD80 фактически создает соответствующее пространственное распределение для TCR для эффективного взаимодействия с молекулами HLA (Shaw and Dustin, 1997).

Рассеянный склероз (РС) - это воспалительное демиелинизирующее заболевание центральной нервной системы (ЦНС). Появление демиелинизирующих бляшек в ЦНС у пациентов с РС ассоциировано с воспалительным инфильтратом, в основном состоящим из макрофагов и Т-лимфоцитов. На механистическом уровне РС рассматривается как аутоиммунное заболевание. РС обычно рассматривается как заболевание, в первую очередь опосредованное CD4<sup>+</sup> Т-клетками.

Определенные субпопуляции CD4<sup>+</sup>: Th1 и совсем недавно Th17 были названы причастными к патофизиологии заболевания. В настоящее время пока трудно присвоить конкретные роли каждой под-

группе Th1 и Th17. Кроме того, в настоящее время ингибирование переноса лейкоцитов за счет антагонизма альфа4 ( $\alpha 4$ )-интегрина подтверждено в качестве терапевтического подхода для лечения воспалительных заболеваний, таких как РС и воспалительное заболевание кишечника (ВЗК), а также для лечения атеросклероза (Zhi et al., 2014).  $\alpha 4\beta 7$  экспрессируется на более ограниченном наборе лейкоцитов, включая активированный макрофаг, субпопуляции лимфоцитов, NK-клетки, тучные клетки и эозинофилы.

Человеческий IL-7 индуцирует сильную экспрессию интегринов  $\alpha 4$  и  $\beta 7$  in vitro на Т-лимфоцитах человека и резко увеличивает частоту Т-лимфоцитов человека, экспрессирующих интегрины  $\alpha 4$ ,  $\beta 7$  и  $\alpha 4\beta 7$ , которые необходимы для хоминга и удержания Т-лимфоцитов в нелимфоидных тканях, таких как кишечник, мозг и кожа (Denucci et al., 2009; Gorfu et al., 2009). Наивные Т-клетки частично ответственны за острое отторжение трансплантированных органов и тканей. Эти клетки могут контролироваться современными иммунодепрессантами (ингибиторами кальциневрина) и моноклональными антителами, которые блокируют коstimуляцию (антиадгезивные, ингибиторы CD80/86). Т-клетки памяти также ответственны за отторжение трансплантата. Т-клетки памяти накапливаются у человека благодаря приобретенной иммунной истории, в основном - прежним реакциям на вирусы. Было показано, что Т-клетки памяти могут реактивироваться алло антигенами в результате "гетерологичного иммунитета", который является перекрестной реакцией нашей противовирусной защиты с аллоантигенами (Adams et al., 2003). Гетерологичный иммунитет представляет собой мощный барьер для индукции толерантности, поскольку Т-клетки памяти, в отличие от наивных Т-клеток, запрограммированы на быструю активацию, с уменьшенной потребностью в коstimулирующих сигналах. Т-клетки памяти также могут быть вовлечены в хроническое отторжение. Помимо своей роли в трансплантации органов и тканей, наивные Т-клетки и Т-клетки памяти также несут часть ответственности за многие аутоиммунные заболевания. Это касается язвенного колита (Shinohara et al., 2011), ревматоидного артрита, псориаза или болезни "трансплантат против хозяина".

Воспалительные заболевания кишечника (ВЗК), такие как язвенный колит (ЯК) и болезнь Крона (CD), представляют собой хронические рецидивирующие желудочно-кишечные расстройства, характеризующиеся хроническим кишечным воспалением, дисрегулируемыми иммунными ответами на микробиоту кишечника и дисфункцию эпителиального барьера (Khor et al., 2011; Abraham and Cho, 2009). Уровни заболеваемости и распространенности ВЗК во всем мире растут, причем эти заболевания ассоциированы с выраженной заболеваемостью и оказывают значительное влияние на качество жизни и трудоспособность (Danese and Fiocchi, 2011; Baumgart and Sandbom, 2012). Современные общепринятые способы лечения направлены на ослабление воспаления с поэтапным использованием противовоспалительных агентов, иммунодепрессантов и биологических агентов, нацеленных на воспалительные цитокины, такие как фактор некроза опухоли альфа (TNFa). Ключевой особенностью ВЗК также является быстрый рекрутинг и длительная персистенция лейкоцитов в месте воспаления, чему способствует взаимодействие интегринов с родственными рецепторами, экспрессируемыми эндотелиальными клетками, приводящее к клеточной адгезии и трансмиграции (Adams and Eksteen, 2006; Agace, 2006). Инновационные способы лечения нацеливаются на эту "входную дверь" в кишечник с помощью молекул антиадгезии, в частности нацеливаются на кишечно-специфический путь интегринов  $\alpha 4\beta 7$  (Feagan et al., 2013; Sandbom et al., 2013)<sup>7,8</sup>. Однако эти способы лечения не поддерживают ремиссию более чем у половины пациентов, и рецидивирующие вспышки возникают у высокой доли первичных ответивших. Также развиваются оппортунистические инфекции как следствие общей иммуносупрессии. Таким образом, одна из основных целей заключается в создании новых способов лечения ВЗК и выявлении маркеров, определяющих вероятность хроничности, ответа и рецидивов ВЗК.

Кроме того, было показано, что некоторые злокачественные клетки также демонстрируют IL-7R. Это верно для кожной лимфомы Сезари (60% из них) или детского острого лимфобластного лейкоза, при котором примерно в 15% случаев развивается мутация с усилением функции в CD127, что делает эти опухоли частично зависимыми от IL-7 (Shochat et al, 2011).

Истощение Т-лимфоцитов было очевидным иммуносупрессивным подходом для противодействия отторжению аллотрансплантата или борьбе с аутоиммунитетом. Однако полное истощение Т-клеток может быть не благоприятным для индукции иммунологической толерантности. Про-толерогенный подход может включать в себя нацеливание на субпопуляции Т-клеток или селективно активированные Т-клетки без модификации Treg-клеток (Haudebourg et al., 2009). Таким образом, CD127 можно рассматривать как потенциально привлекательную терапевтическую мишень для моноклональных антител (Mab), нацеленных на модулирование иммунных ответов, поскольку такие моноклональные антитела могут обладать способностью истощать эффектор, но не регуляторные лимфоциты. Соответственно, было предположено, что они могут проявлять эффективность при трансплантации, аутоиммунитете (Michel et al., 2008) и злокачественных новообразованиях путем антагонистического доступа IL-7 к IL-7R и, таким образом, ограничения функции и роста Т- и В-клеток.

Терапия моноклональным антителом против клеток CD127+, которая препятствует пути IL-7, могла бы достичь этой цели путем устранения/нейтрализации наивных Т-клеток и Т-клеток памяти и/или уменьшения их количества при сохранении клеток Treg или путем устранения или уменьшения количе-

ства CD127-положительных злокачественных клеток. Однако терапия моноклональным антителом против клеток CD127+ может действовать как обоюдоострый меч, если она приводит к активации дендритных клеток. Действительно, CD127 также экспрессируется дендритными клетками в ассоциации с CRLF2, образуя рецептор TSLP. В присутствии TSLP дендритные клетки активируются и стимулируют опосредованные Т-клетками иммунные ответы. Некоторые моноклональные антитела против CD127, предположительно, путем изменения способа взаимодействия TSLP с рецептором TSLP, обладают способностью увеличивать созревание дендритных клеток, индуцированное TSLP. Как следствие, терапия моноклональным антителом против CD127, которая не будет увеличивать созревание дендритных клеток, индуцированное TSLP, будет обеспечивать терапевтическое преимущество. Это дало бы преимущество в виде блокирования IL7R без недостатка, связанного с активацией дендритных клеток в воспаленном окружении, содержащем TSLP.

В публикации (Rasapé et al., 2009) авторы проанализировали интересность альфа-рецептора IL-7 (IL7R $\alpha$ ) в качестве потенциальной терапевтической мишени при трансплантации. Рассмотрев экспрессию IL-7R $\alpha$  на различных Т-клетках и клетках, реагирующих на IL-7, авторы определили, может ли нацеливание на Т-клетки памяти, экспрессирующие IL-7R $\alpha$ , продлить выживаемость аллотрансплантата у мышей, и пришли к выводу, что нацеливание на IL-7 или IL-7R $\alpha$  будет с пользой сберечь клетки Treg. Среди перспектив авторы указали, что нацеливание либо на IL-7, либо на IL-7R $\alpha$  в терапевтическом лечении может иметь различные последствия для выживания клеток, экспрессирующих CD127, и может вызывать разные типы лимфопении. Вопрос об эффектах антител, которые будут направлены против IL-7R $\alpha$  в зависимости от того, будут ли они блокирующими или нейтрализующими, или цитотоксическими антителами, также был поставлен с концептуальной точки зрения. Авторы, тем не менее, не показали, что получили и проанализировали такие антитела, а скорее выразили необходимость дальнейших исследований, чтобы оценить актуальность этой гипотезы.

Ввиду недостатков доступных терапевтических подходов при связанных с иммунитетом заболеваниях и других заболеваниях, связанных с IL-7/IL-7R $\alpha$ , таких как различные виды рака, включая некоторые виды рака молочной железы, все еще существует потребность в дополнительных лекарственных препаратах, особенно для кандидатов, активных в отношении более селективных мишеней с целью контроля, например, модулирования иммунной активации у людей.

В этом контексте моноклональные антитела против IL-7R $\alpha$ , обладающие антагонистическими свойствами в отношении IL-7R $\alpha$ , были раскрыты в WO2010/017468, и их гуманизированные версии - в WO2011/094259 с целью лечения аутоиммунных заболеваний, таких как рассеянный склероз. Считается, что описанные антитела являются антагонистом для связывания IL-7 с его рецептором и активны против размножения и выживания клеток Th17 и Th1, для которых, как было сказано, требуется взаимодействие IL-7 с их рецептором CD127. Влияние этих антител на созревание иммунных клеток, и в частности дендритных клеток, не рассматривалось. Кроме того, сообщается, что эти антитела не ингибируют TSLP-индуцированную выработку TARC (стр.107 WO 2011/094259). Аналогично, анти-CD127-антитела, описанные в WO2011/104687 или в WO2013/056984, которые предполагаются для применения при лечении диабета, волчанки, ревматоидного артрита и других аутоиммунных заболеваний, не обсуждались в отношении их возможного влияния на созревание, дендритных клеток, и об их взаимодействии с TSLP-индуцированной передачей сигналов не сообщалось. Кроме того, как опубликовано Kern et al. (Kern et al., 2013; Kern et al., 2015) и как показано в настоящем документе, анти-CD127-антитела предшествующего уровня техники индуцируют интернализацию рецептора. Поскольку антагонистические анти-CD127-антитела, которые также индуцируют интернализацию CD127, не способны контролировать гиперчувствительность кожного типа IV, тогда как антагонистические анти-CD127-антитела, которые не индуцируют интернализацию, способны на это, возможно, что процесс интернализации активирует сигнальный путь, смягчая антагонистический эффект антитела. Наконец, антитела предшествующего уровня техники распознают эпитоп, который не содержит никакой последовательности из сайта 2b CD127 (т.е., в частности, из аминокислот 109-180 SEQ ID NO: 22 или, в частности, из аминокислот 109-17 из SEQ ID NO: 22 или, в частности, из аминокислот 113-180 из SEQ ID NO: 22 или, в частности, из аминокислот 113-173 из SEQ ID NO: 22); и не было показано, что они нарушают связывание CD127 с  $\gamma$ -цепью IL7-R.

Таким образом, несмотря на недавний интерес к разработке антител против CD127, усилия, были сосредоточены на ингибировании IL7-индуцированной передачи сигналов IL-7R. Вместе с тем, TSLP и TSLPR также оказались вовлеченными в ряд патологий. Было показано, что TSLP играет некую роль в заболеваниях кожи и легких (He and Geha, 2010) и ассоциируется с различными патологиями, включая воспалительные заболевания дыхательных путей и атопический дерматит у человека и мышей (Ying et al., 2008) (Jariwala et al. 2011). Кроме того, было показано, что TSLP ассоциируется с регуляцией кишечного иммунитета и воспаления (Taylor et al., 2009). Другие патологии, включающие TSLP и TSLPR, включают В-клеточный лейкоз у детей (van Bodegom et al., 2012), аллергические заболевания легких и кожи, аутоиммунные заболевания (Roan et al., 2012) и рак, включая рак молочной железы (Olkhanud et al., 2011).

Антитела, которые не проявляют эффекта увеличения созревания дендритных клеток и/или которые не вызывают интернализацию CD127 и/или которые ингибируют интернализацию, индуцированную IL7, были раскрыты в WO 2015/189302. Указанные антитела, названные N13B2 (химерное антитело), N13B2-h1, N13B2-h2 и N13B2-h3 (гуманизированное N13B2) в указанной заявке и далее в настоящем документе, имеют высокую эффективность, особенно *in vivo*, и, в частности, как было показано, быстро воздействуют на эффекторные Т-клетки памяти, как определено далее. Однако указанные антитела гуманизированы в ограниченной степени, и их эффективность продуцирования также ограничена. Более того, не сообщалось о длительном воздействии указанных антител на эффекторные Т-клетки памяти.

Изобретение относится к инструментам для конструирования новых антител, подходящих в качестве терапевтических кандидатов для введения пациентам с заболеванием, включающим сигнальные пути IL-7, или с риском такого заболевания. Согласно различным подходам, предложенным в настоящем документе, такие средства улучшают приготовление антител, предназначенных для введения людям-хозяевам. Такие средства включают, в частности, гуманизированные, в частности моноклональные, антитела, которые содержат все CDR-последовательности N13B2-h3.

Такие полипептиды (или полинуклеотиды, кодирующие такие полипептиды) предложены, в частности, для получения антител (или их антигенсвязывающих фрагментов) и/или в виде антител (или их антигенсвязывающих фрагментов), в частности, которые специфически связываются с CD127; указанные антитела, в частности моноклональные антитела, содержат переменный домен тяжелой цепи, содержащий три CDR-последовательности VHCDR1, приведенные в SEQ ID NO: 1, VHCDR2, приведенные в SEQ ID NO: 2, и VHCDR3, указанные в SEQ ID NO: 3. в частности, указанный переменный домен тяжелой цепи состоит из последовательности, указанной в SEQ ID NO: 7, или имеет указанную последовательность с дополнительными мутациями, в частности заменой, делецией или вставкой четырех остатков, предпочтительно трех или двух остатков и даже более предпочтительно одного остатка, предпочтительно, где указанные мутации не находятся ни в последовательностях CDR, ни в канонических положениях или положениях Вернье каркасных последовательностей.

Антитела, предложенные в настоящем документе, предпочтительно представляют собой моноклональные антитела, что означает, что композиция этих антител является гомогенной, в частности - идентичной, с точки зрения антигенсвязывающей специфичности и, соответственно, с точки зрения состава переменной области.

Изобретение относится к антителам, которые имеют общие CDR с антителом N13B2-h3, но имеют отличающуюся структуру переменного домена легкой цепи. Авторы настоящего изобретения неожиданно показали, что антитела, содержащие совпадающие CDR переменного домена легкой цепи N13B2-h3, т.е. CDR с SEQ ID NO: 4 и 5 и 6, но содержащие другую последовательность переменного домена легкой цепи, т.е. SEQ ID NO: 9; SEQ ID NO: 10; SEQ ID NO: 11 или SEQ ID NO: 12; будучи в значительной степени гуманизированными, обеспечивают высокое продуцирование по сравнению с N13B2-h3 (до 4 раз выше), сохраняя при этом все функциональные особенности.

Изобретение относится к средствам, целесообразным в этом контексте, включающим, в частности, специфические моноклональные антитела против IL-7R $\alpha$ . В частных вариантах реализации указанные антитела вносятся только отрицательно в путь TSLP. Соответственно, в предпочтительных воплощениях указанные антитела не увеличивают вызванное TSLP созревание дендритных клеток. В дополнение или в качестве альтернативы, в частных вариантах реализации, указанные антитела не индуцируют интернализацию CD127 и/или ингибируют индуцированную IL7 интернализацию CD127. В частных вариантах реализации указанные антитела объединяют эти свойства, связанные с созреванием DC и/или интернализацией, с антагонистической активностью в отношении передачи сигналов IL-7/IL-7-R. В частных вариантах реализации указанные антитела ингибируют индуцированную IL7 экспрессию интегринов  $\alpha 4$ ,  $\beta 7$  и  $\alpha 4/\beta 7$  в Т-клетках, в частности *in vivo*. В частных вариантах реализации указанные антитела оказывают цитотоксическое действие против клеток-мишеней CD127+, которое физически уменьшают их количество (сокращение субпопуляции). В дополнение или в качестве альтернативы, в частных вариантах реализации указанные антитела включают по меньшей мере 80%, предпочтительно по меньшей мере 84% или более чем 84% и даже более предпочтительно по меньшей мере 85% человеческих остатков, согласно приведенному ниже определению. В дополнение или в качестве альтернативы, в частных вариантах реализации указанные антитела вырабатываются по меньшей мере так же эффективно, как N13B2-h3, предпочтительно по меньшей мере в два раза эффективнее, согласно приведенному ниже определению. В дополнение или в качестве альтернативы, в частных вариантах реализации указанные антитела оказывают быстрое и/или длительное действие на эффекторные Т-клетки памяти.

В частности, антитела, предложенные в этом документе, содержат переменную тяжелую (VH) цепь, содержащую следующие аминокислотные последовательности:

VHCDR1 SEQ ID NO: 1; VHCDR2 SEQ ID NO: 2; VHCDR3 SEQ ID NO: 3.

Антитела, предложенные в настоящем документе, предпочтительно содержат цепь VH, состоящую из последовательности, приведенной в SEQ ID NO: 7:

QVQLVESGGGLVKPGGSLRLSCAVSGFTLSDYYMAWIRQAPGKGLEWVSTISASGLRTYYPD

SVKGRFTISRDNAKNSLYLQMNSLRAEDTAVYYCARPLSAHYGFNYFDYWGQGLTVTVSS. Указанная переменная тяжелая цепь, в частности, связана с константной тяжелой цепью, состоящей из последовательности SEQ ID NO: 26, с образованием полной тяжелой цепи антитела.

В частности, антитела, предложенные в настоящем документе, содержат цепь VL, состоящую из последовательности, выбранной из группы, состоящей из последовательности SEQ ID NO: 9, SEQ ID NO: 10, последовательности SEQ ID NO: 11 и последовательности SEQ ID NO: 12, в частности последовательности SEQ ID NO: 12:

DIQMTQSPSSLSASVGDRVTITCRTSEDIYQGLAWYQQKPGKAPKLLLYSANTLHIGVPSRFSGSGSGTDYTLTISSLQPEDFATYYCQQYYDYPLAFGGGKVEIK. Указанная переменная легкая цепь, в частности, связана с константной легкой цепью, состоящей из последовательности, выбранной из SEQ ID NO: 27 и SEQ ID NO: 28, в частности SEQ ID NO: 27, с образованием полной легкой цепи антитела.

В частности, антитело или его антигенсвязывающий фрагмент по изобретению специфически связывается с CD127, в частности с человеческим CD127, и содержит:

легкую цепь антитела, содержащую переменный домен легкой цепи антитела, состоящий из последовательности, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 9; SEQ ID NO: 10; SEQ ID NO: 11; SEQ ID NO: 12; в частности SEQ ID NO: 12; а также переменный домен тяжелой цепи антитела, содержащий три CDR, состоящие из последовательностей, приведенных в SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 2 и SEQ ID NO: 3, в частности переменный домен тяжелой цепи антитела, состоящий из последовательности, указанной в SEQ ID NO: 7.

В более конкретном варианте реализации изобретения антитело или его антигенсвязывающий фрагмент специфически связывается с CD127, в частности с человеческим CD127, и содержит:

переменный домен легкой цепи антитела или легкую цепь антитела по изобретению, в частности, состоящие из последовательности, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 9, SEQ ID NO: 10; SEQ ID NO: 11 и SEQ ID NO: 12, в частности SEQ ID NO: 12; и

переменный домен тяжелой цепи антитела, содержащий три CDR, состоящие из последовательностей, приведенных в SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 2 и SEQ ID NO: 3, в частности переменный домен тяжелой цепи антитела, состоящий из последовательности, указанной в SEQ ID NO: 7.

Связывание CD127.

В соответствии с изобретением термин "связывание" с белком IL-7R $\alpha$  относится к взаимодействию типа антиген-антитело и охватывает свойства "специфического связывания" антител или их антигенсвязывающих фрагментов, причем "специфическое связывание" означает, что антитела или антигенсвязывающие фрагменты связываются с белком IL-7R $\alpha$ , в то время как они не связываются или связываются со значительно более слабой аффинностью с другими белками (например, общей  $\gamma$ -цепью рецептора цитокинов). Специфическое связывание предпочтительно устанавливают и/или определяют в физиологических условиях, особенно с точки зрения pH и содержания соли в исследуемом растворе. Связывание и специфичность связывания можно анализировать в соответствии с тестами, раскрытыми в примерах, и, в частности, можно анализировать с помощью биосенсора, систем Blitz, Biacore, ELISA или вестерн-блот-анализа.

В частных вариантах реализации антитела, предложенные в настоящем документе, нацелены на и связывают альфа-цепь IL-7-R, когда она образует комплекс в рецепторе TSLP (с CCRF2; номер доступа Genbank AF338733; Reche et al., 2001). В частных вариантах реализации антитела, предложенные в настоящем документе, связываются с CD127 в виде выделенного белка с константой аффинности (KD), равной или меньшей  $5 \times 10^{-9}$  М, что может быть определено биосенсорным анализом, в частности, методом Blitz. В частных вариантах реализации свойства связывания антител устанавливают или определяют с использованием антигена человеческого CD127, содержащего последовательности  $\epsilon$ p1 (SEQ ID NO: 19) и/или  $\epsilon$ p2 (SEQ ID NO: 20). В частных вариантах реализации антиген содержит фрагмент человеческого CD127, содержащий как  $\epsilon$ p1, так и  $\epsilon$ p2 (т.е. антиген содержит последовательности  $\epsilon$ p1 и  $\epsilon$ p2 и интеркалированные последовательности человеческого CD127). В частных вариантах реализации антитела, предложенные в настоящем документе, имеют по меньшей мере такую же аффинность к указанному антигену, что и антитело N13B2-h3, раскрытое в WO 2015/189302, и/или как антитело N13B2-hVL6, раскрытое в данном ID NO: 12) и/или что и антитело с VH, имеющей последовательность SEQ ID NO: 7, и VL с последовательностью SEQ ID NO: 10 или с последовательностью SEQ ID NO: 11.

Способы исследования на связывание антител с их мишенью, либо полноразмерным CD127, выделенным, либо в виде TSLPR или IL7R, либо их антигеном, как указано выше, включая, в частности, метод Blitz, известны специалисту в данной области, и проиллюстрированы, в частности, на фиг. 3, в примере 3 и примере 4 в настоящем документе и на с. 14, фиг 3, 4 и 6 и в соответствующих пояснениях, а также в примерах 1, 2, 6, 7 в WO 2015/189302.

Отсутствие повышенного TSLP-индуцированного созревания дендритных клеток.

Антитела, предложенные в настоящем документе, могут связывать CD127 в рецепторе TSLP (т.е. могут связывать CD127, когда он находится в комплексе с CRLF2, образуя рецептор TSLP). Следовательно, антитела, предложенные в настоящем документе, могут вмешиваться в передачу сигналов, вы-

званную TSLP и/или рецептором TSLP. Предпочтительно антитела, предложенные в настоящем документе, не действуют синергически с TSLP для созревания иммунных клеток, в частности дендритных клеток. Другими словами, антитела по изобретению не увеличивают созревание иммунных клеток, индуцированных TSLP.

Этот эффект особенно желателен для созревания дендритных клеток. Средства для измерения такого эффекта известны специалисту и раскрыты, в частности, в WO 2015/189302 на страницах 16-17 и в примере 9 оттуда. В частности, антитела, предложенные в настоящем документе, не увеличивают экспрессию CD40 более чем на 50% по сравнению со стимуляцией только TSLP (без антитела). Предпочтительно экспрессия CD40 увеличивается не более чем на 25%, предпочтительно не более чем на 10% и еще более предпочтительно не более чем на 5%. В особенно предпочтительных вариантах реализации экспрессия CD40 в клетках, стимулированных TSLP и указанными антителами, не увеличивается или уменьшается по сравнению с клетками, стимулированными только TSLP.

Ингибирование IL7-индуцированной экспрессии интегринов  $\alpha 4$ , p7 и  $\alpha 4/p7$ .

В частных вариантах реализации антитела, предложенные в настоящем документе, ингибируют индуцированную IL7 экспрессию интегринов  $\alpha 4$ ,  $\beta 7$  и  $\alpha 4/\beta 7$  *in vitro*. Индуцированная IL7 экспрессия интегринов  $\alpha 4$ ,  $\beta 7$  и  $\alpha 4/\beta 7$  в настоящем документе обозначает либо увеличение уровня экспрессии интегринов  $\alpha 4$  и  $\beta 7$ , либо увеличение количества или соотношения Т-лимфоцитов, экспрессирующих  $\alpha 4$ ,  $\beta 7$  и/или интегринов  $\alpha 4/\beta 7$ , либо и то, и другое. Ингибирование может быть частичным, т.е. уровень экспрессии интегринов  $\alpha 4$ , p7 и  $\alpha 4/p7$  в присутствии IL7 повышается по сравнению с базовым уровнем (т.е. уровнем без антител или IL7) в присутствии антител, но меньше, чем в отсутствие антител; или ингибирование может быть полным, т.е. уровень экспрессии интегринов  $\alpha 4$ ,  $\beta 7$  и  $\alpha 4/\beta 7$  в присутствии IL7 и антитела не выше исходного уровня.

В частных вариантах реализации антитела, предложенные в настоящем документе, ингибируют экспрессию интегринов  $\alpha 4$ , p7 и/или  $\alpha 4/p7$  *in vitro*, т.е. уровень экспрессии интегринов  $\alpha 4$ , p7 и/или  $\alpha 4/p7$  ниже в клетках, обработанных антителами (и с и/или без IL7), чем в необработанных клетках (т.е. без антител или IL7). Степень ингибирования может зависеть от дозы. Ингибирование экспрессии может быть более конкретно определено, исследовано и/или измерено, как изложено в WO 2015/189302 на с. 18, в частности в параграфе [58] и в примере 16.

Ингибиторы интернализации CD127.

В конкретном варианте реализации предложенные в настоящем документе антитела ингибируют индуцированную IL7 интернализацию CD127. Таким образом, при инкубации с указанными антителами присутствие IL7 не вызывает снижения экспрессии CD127 на клеточной поверхности или вызывает менее сильное снижение экспрессии CD127 на клеточной поверхности, чем клетки, инкубированные без антител. В частных вариантах реализации при инкубации с указанными антителами уровень экспрессии на клеточной поверхности CD127, когда клетки инкубируют при 37°C в течение 15 мин с 5 нг/мл IL7, составляет по меньшей мере 80%, предпочтительно по меньшей мере 90% от уровня экспрессии на клеточной поверхности в клетках, инкубированных без IL7. В условиях *in vitro* экспрессию на клеточной поверхности предпочтительно измеряют по истечении ограниченного периода времени, как указано выше. Кроме того, поскольку при низкой температуре большинство процессов клеточной интернализации ингибированы, этот эффект обычно лучше всего наблюдается при физиологической температуре, в частности при 37°C. Однако также предполагается инкубировать клетки при низкой температуре, в частности при 4°C.

В предпочтительном варианте реализации антитела, предложенные в настоящем документе, не вызывают интернализацию CD127. Таким образом, экспрессия клеточной поверхности CD127 в клетках, инкубированных в присутствии указанных антител, не снижается или существенно не снижается по сравнению с экспрессией клеточной поверхности в клетках, инкубированных в других идентичных условиях, но в отсутствие антитела. В частных вариантах реализации при инкубации при 37°C в течение от 30 до 45 мин в присутствии 50 нг/мл антитела уровень экспрессии CD127 на клеточной поверхности составляет по меньшей мере 80%, предпочтительно по меньшей мере 90% от его уровня в инкубированных клетках, в отсутствие антитела. Этот эффект может наблюдаться и в отсутствие IL7 (как в обработанных антителами, так и в необработанных клетках), и в присутствии IL7, и/или в обоих случаях.

Два описанных выше признака, связанных с интернализацией CD127, (т.е. ингибирование интернализации, вызванной IL7 или неиндукция интернализации) могут быть дополнительно определены и/или исследованы, как изложено в WO2015/189302, в частности в параграфах [59]-[63] на страницах 19-20 и на фиг. 16 и в примере 5.

Нарушение взаимодействия CD127 -  $\gamma$ с-цепи.

Согласно частному варианту реализации, антитела, предложенные в этом документе, могут нарушать связывание CD127 с  $\gamma$ с-цепью IL7-R. Это означает, что в условиях (в частности, химических и физических условиях), когда CD127 и  $\gamma$ с-цепь связаны друг с другом в отсутствие антитела и, в частности, в присутствии IL7, присутствие указанных антител значительно снижает указанную связь. В частных вариантах реализации в присутствии антитела и IL7 CD127 не связывается с  $\gamma$ с. В частности, в присутствии

антитела и IL-7 количество  $\gamma$ с-цепи, обнаруженной ассоциированной с (или связанной) с CD127, составляет менее 80, предпочтительно менее 50, еще более предпочтительно менее 25 или 10% от количества, связанного в отсутствие антитела (или в присутствии другого антитела против CD-127, такого как MD707-13) в других идентичных условиях, в частности в присутствии IL7. Такая особенность антитела может быть оценена, в частности, с помощью методов совместной иммунопреципитации, хорошо известных специалисту по исследованию взаимодействия белков и проиллюстрированных, например, в WO 2015/189302 в примере 21. В частности, клетки можно инкубировать в присутствии или в отсутствие тестируемого антитела, затем солубилизовать в условиях, обеспечивающих сохранение белковых комплексов, и полученный лизат можно подвергнуть иммунопреципитации с использованием анти-CD127, и оценить присутствие  $\gamma$ с в CD127-содержащем иммунопреципитированном комплексе методом вестерн-блоттинга с использованием анти- $\gamma$ с-антител (и наоборот, иммунопреципитацию можно проводить с использованием анти- $\gamma$ с-антител, а присутствие CD127 оценить с использованием анти-CD127-антител).

Антагонист в отношении взаимодействия IL7-IL7-R.

В соответствии с частным вариантом реализации макромолекула, в частности антитело или его антигенсвязывающий фрагмент, по изобретению дополнительно обладает антагонистическими свойствами в отношении интерлейкина 7 (IL7), тем самым антагонизируя доступ, т.е. связывание IL7 с CD127 на CD127-положительных клетках.

Термин "антагонистические свойства в отношении взаимодействия IL7-IL7-R" означает, что антитела или их антигенсвязывающие фрагменты по изобретению, которые нацелены на IL7-R-альфа, обладают эффектом предотвращения доступности рецептора IL7, экспрессируемого на клетках CD127, особенно человеческих эффекторных Т-клетках, в частности человеческих Т-клетках памяти, для его связывающего партнера IL7, особенно человеческого IL7. В результате антагонистического связывания IL7 антитела по изобретению или их функциональные фрагменты приводят к лимфопении, предотвращая IL7-зависимую тимусную генерацию Т-клеток.

Антагонистические свойства могут быть, в частности, антагонизмом в отношении передачи сигналов IL7-R, индуцируемой IL7. Антагонист передачи сигналов IL7-R, индуцируемый IL7, может быть идентифицирован путем измерения ингибирования фосфорилирования STAT5, как описано в примерах. Индуцированное IL7 фосфорилирование STAT5 является маркером активации IL7-R, и ожидается, что антитело, противодействующее взаимодействию IL7-IL7-R, уменьшит индуцированное IL7 фосфорилирование STAT5.

В частных вариантах реализации макромолекула по изобретению является антагонистом передачи сигналов IL7-R, индуцированных IL7. В конкретном варианте реализации макромолекула по изобретению ингибирует индуцированное IL7 фосфорилирование STAT5. В предпочтительных вариантах реализации ингибирование фосфорилирования STAT5 составляет более 50% при концентрациях антител до 55 нг/мл и/или ингибирование фосфорилирования STAT5 составляет более 80% при концентрациях антител до 100 нг/мл. Ингибирование фосфорилирования STAT5 можно оценивать способами, известными специалисту в данной области, и, в частности, способом, приведенным в разделе примеров, в частности, в примере 5 и/или на страницах 21, параграфы [69] и [70] и пример 3 из WO2015/189302.

Также желательно, чтобы макромолекула по изобретению (в частности антитело, его антигенсвязывающий фрагмент или молекула-миметик антитела) ингибировала активацию и/или не активировала или не увеличивала активацию PI3-k и/или сигнальные пути ERK (внеклеточной сигнально-регулируемой киназы) и, в частности, ингибируют фосфорилирование и/или не индуцируют или не увеличивают фосфорилирование PI3-k и/или ERK 1 и/или ERK 2. В частности, антитело, его антигенсвязывающий фрагмент или молекула-миметик антитела, предложенные в настоящем документе, и, в частности, такое антитело, его антигенсвязывающий фрагмент или молекулу-миметик антитела, которые являются антагонистом в отношении взаимодействия IL-7-IL-7R, не индуцируют активацию PI3-k и/или пути ERK (предпочтительно пути PI3-k и пути ERK), и, в частности, не индуцируют фосфорилирование PI3-k и/или ERK 1 и/или ERK 2, более конкретно, не индуцируют фосфорилирование PI3-k и ERK 1 и ERK 2. В частности, антитело, его антигенсвязывающий фрагмент или молекула-миметик антитела, предложенные в настоящем документе, и, в частности, такое антитело, его антигенсвязывающий фрагмент или молекула-миметик антитела, которые являются антагонистом в отношении взаимодействия IL-7-IL-7R, ингибируют активацию путей PI3-k и/или ERK и, в частности, ингибируют фосфорилирование PI3-k и/или ERK 1 и/или ERK 2, более конкретно ингибируют фосфорилирование PI3-k и ERK 1 и ERK 2. Активация путей и/или фосфорилирования указанных белков может быть исследована способами, известными специалисту, и, в частности, с помощью вестерн-блоттинга, как показано на фиг. 7 и в примере 8.

Антагонист для связывания TSLP.

Поскольку антитела, предложенные в настоящем документе, связывают CD127 в IL7-R, они могут также связывать CD127 в TSLPR и, в частности, посредством стерического затруднения и/или конкуренции на общих сайтах связывания, они могут ингибировать связывание TSLP с TSLPR. Другими словами, антитела, предложенные в настоящем документе, могут проявлять антагонистическую активность в отношении связывания TSLP.

Ингибитор TSLP-индуцированного продуцирования TARC.

В конкретном варианте реализации антитела, предложенные в настоящем документе, ингибируют индуцированное TSLP продуцирование TARC CD127-положительными клетками. Как упомянуто выше, TSLP-стимулированные дендритные клетки продуцируют повышенные уровни TARC. Это может быть результатом их связывания с TSLP и их потенциального действия в качестве антагонистов связывания TSLP. В конкретном варианте реализации антитела, предложенные в настоящем документе, не увеличивают созревание дендритных клеток (где созревание определяется, например, повышенной экспрессией маркера клеточной поверхности CD40 и/или CD80).

Уровень индуцированной TSLP выработки TARC может быть ниже в клетках, обработанных TSLP вместе с антителами против CD127, предложенными в настоящем документе, чем в клетках, обработанных одним TSLP. Другими словами, антитела, предлагаемые в настоящем документе, могут быть ингибиторами TSLP-индуцированной выработки TARC. В варианте реализации изобретения антитела, предложенные в настоящем документе, снижают уровни выработки TARC. В конкретном варианте реализации уровень выработки TARC в клетках, обработанных TSLP и антителом, предложенным в настоящем документе, снижается более чем на 10%, предпочтительно более чем на 20%, по сравнению с уровнем в клетках, обработанных одним TSLP, даже при низких концентрациях антител 1 мкг/мл. Измерение выработки TARC может быть выполнено на CD127-положительных иммунных клетках, в частности на дендритных клетках, из образца крови с использованием любого стандартного способа, известного специалисту, и проиллюстрировано, например, в WO 2015/189302 в примере 9.

Цитотоксическая активность.

В конкретном варианте реализации антитела, предложенные в настоящем документе, являются цитотоксическими в отношении клеток человека, особенно человеческих Т-клеток, экспрессирующих CD127. Клетками человека, экспрессирующими CD127 в виде цепи рецептора IL7, являющегося мишенью для указанных антител, являются в основном Т-лимфоциты и, более точно, субпопуляции эффекторных Т-лимфоцитов, включая наивные Т-клетки и Т-клетки памяти, но не являются регуляторными Т-клетками (Treg), особенно - не являются покоящимися натуральными Treg. Т-клетки памяти генерируются в результате праймирования антигенов и в основном определяются их функциональными характеристиками, в том числе способностью подвергаться пролиферации при повторной активации и дифференцировке во вторичные эффекторные клетки и клетки памяти. Аналогично, целевой рецептор TSLP (как комплекс, включающий альфа-цепь IL-7-R) регулирует дифференцировку Т-хелперных лимфоцитов, В-клеток и дендритных клеток.

В частности, антитела, предложенные в настоящем документе, обладающие "цитотоксической активностью в отношении Т-клеток" или цитотоксическими свойствами (цитотоксические антитела), вызывают истощение популяции эффекторных Т-клеток, убивая эти клетки, и соответственно уменьшают количество этих клеток при введении. И наоборот, указанные антитела не изменяют субпопуляцию регуляторных Т-клеток или не изменяют ее в значительной степени, позволяя клеткам Treg выполнять свою функцию. В этом контексте в конкретном варианте реализации после введения указанных антител соотношение регуляторных Т (Treg) к эффекторным Т (Teff) клеткам увеличивается. В частности, антитела, предложенные в настоящем документе, позволяют повысить указанное соотношение примерно на 10% или более. В частности, увеличение соотношения Treg по сравнению с Teff составляет около 20%.

В частности, цитотоксические антитела проявляют антителозависимую клеточную цитотоксичность (ADCC). В качестве альтернативы, антитела, предложенные в настоящем документе, не имеют свойств ADCC. Потенциал ADCC антитела может считаться положительным, когда специфическая цитотоксичность составляет, например, выше 10%. Свойства ADCC можно оценить в анализе ADCC, таком как тест, описанный в примере 10 WO 2015/189302. Когда антитело представляет собой антитело крысы, эффекторными клетками, используемыми в анализе ADCC, предпочтительно являются клетки LAK (лимфокин-активируемый киллер) крысы. Когда антитела являются гуманизированными, анализ ADCC можно проводить, в частности, на человеческих NK-клетках.

Антитела по изобретению, которые обладают как цитотоксическими, так и антагонистическими свойствами против CD127-положительных клеток, обеспечивают кумулятивный эффект этих свойств в отношении истощения эффекторных Т-клеток, особенно Т-клеток памяти, тем самым обеспечивая более сильное истощение (истощение пула CD127+ клеток) и соответствующее уменьшение количества Т-клеток-мишеней.

В приведенных выше параграфах, а также в примерах описано, как исследовать соответствующие желаемые функциональные характеристики антител, предложенных в этом документе. В следующих разделах будут подробно описаны различные структурные характеристики и возможные модификации антител. В свете этих указаний специалист в данной области сможет получить антитела, имеющие нижеприведенные структурные характеристики, а также желательные функциональные характеристики, в частности, взяв за начало антитело N13B2-hVL6, которое имеет желаемые функциональные характеристики.

Специалисту известно, что при введении людям, желательно, чтобы антитела представляли как можно более сильную гомологию с человеческими антителами. Степень идентичности с человеческим антителом измеряется как процент человеческих остатков в последовательности антитела, в частности, в

каркасе варибельного домена легкой или тяжелой цепи антитела, т.е. процент остатков в последовательности антитела, в частности, в каркасе варибельного домена легкой или тяжелой цепи антитела, которые идентичны в том же функциональном положении остатку в наиболее гомологичном из известных человеческих антител, в частности в каркасе наиболее гомологичного известного варибельного домена легкой или тяжелой цепи человеческого антитела. Эта особенность как правило выражена в настоящем документе, как и в литературе, как "антитело А (или каркасная последовательность его варибельного домена) имеет xx% человеческих остатков", что означает, что антитело А (или каркасная последовательность его варибельного домена) имеет xx% остатков, которые идентичны в том же функциональном положении остаткам наиболее гомологичного из известных антител человека (или каркасной последовательности его варибельного домена). Такая степень идентичности может быть измерена с помощью средств, известных специалисту, и, в частности, с помощью инструмента DomainGapAlign Международной информационной системы по иммуногенетике (IMGT), как было выяснено в ходе открытого заседания группы экспертов INN BO3 (апрель 2015 г.). Предпочтительно, антитела, предложенные в настоящем документе, имеют более чем 80, еще более предпочтительно по меньшей мере 84, более чем 84 и даже более предпочтительно по меньшей мере 85% идентичности с антителом человека, в частности, на основании определения с использованием инструмента DomainGapAlign. Указанная степень идентичности может быть определена только для варибельного домена легкой цепи или только для легкой цепи (по сравнению с варибельным доменом легкой цепи или легкой цепи человеческого антитела) или для легкой цепи и тяжелой цепи, взятых вместе, путем сравнения каждой цепи с наиболее гомологичной соответствующей цепью человеческого антитела и регистрации кумулятивного процента идентичности. В частности, варибельный домен легкой цепи антитела или легкая цепь антитела по изобретению составляет по меньшей мере 80, более конкретно, 84, и еще более конкретно по меньшей мере 85% человеческих остатков. Варибельные домены легкой цепи конкретного антитела, предложенные в данном документе, имеют соответственно 84,2% (SEQ ID NO: 9); 85,3% (SEQ ID NO: 10 и SEQ ID NO: 11) и 86,3% (SEQ ID NO: 12) человеческих остатков. Предпочтительный варибельный домен тяжелой цепи антитела, предложенный в настоящем документе (SEQ ID NO: 7), имеет 90,8% человеческих остатков.

Варибельный домен легкой цепи антитела, предложенного в настоящем документе, может включать до 135 аминокислот, предпочтительно до 120 аминокислот и еще более предпочтительно до 110 или 107 аминокислот. Варибельный домен легкой цепи антитела, предложенного в настоящем документе, может включать по меньшей мере 80, предпочтительно по меньшей мере 90 и даже более предпочтительно по меньшей мере 100 или 106 аминокислот. Варибельный домен легкой цепи антитела, предложенного в настоящем документе, может содержать от 80 до 135, предпочтительно от 90 до 120 и еще более предпочтительно от 105 до 110 аминокислот. Предложенная в настоящем документе легкая цепь антитела может содержать до 250 аминокислот, предпочтительно до 230 аминокислот и еще более предпочтительно до 214 или 211 аминокислот. Предложенная в настоящем документе легкая цепь антитела может содержать по меньшей мере 150, предпочтительно по меньшей мере 190 и даже более предпочтительно по меньшей мере 200 или 210 аминокислот. Предложенная в настоящем документе легкая цепь антитела может включать от 150 до 250, предпочтительно от 190 до 230 и еще более предпочтительно от 210 до 220 аминокислот.

В настоящем документе также представлены полипептиды, которые представляют собой (i) антигенсвязывающие фрагменты антител, предложенных в данном документе, в частности антигенсвязывающие фрагменты, состоящие из или содержащие фрагмент легкой цепи антитела или варибельных областей легкой цепи антитела, предложенных в настоящем документе, варибельный домен тяжелой цепи антитела, предложенный в настоящем документе, и/или (ii) молекулы-миметики антител, предложенные в настоящем документе.

Антигенсвязывающий фрагмент представляет собой полипептид, который специфически связывается с белком CD127, согласно определению выше в соответствующем разделе (параграфы [44]-[47]), и содержит по меньшей мере три CDR из N13B2-h3 (состоящие из последовательности SEQ ID NO: 4-6), предпочтительно фрагмент варибельных доменов легкой цепи, предложенный в настоящем документе (с SEQ ID NO: 9-12), содержащий указанные последовательности CDR. Антигенсвязывающий фрагмент может содержать по меньшей мере 40, предпочтительно по меньшей мере 50 и еще более предпочтительно по меньшей мере 70 или 74 аминокислоты. Антитело-связывающий фрагмент может содержать не более 100, предпочтительно не более 90 и даже более предпочтительно не более 80 или 74 аминокислот. Антигенсвязывающий фрагмент может содержать от 40 до 100, от 50 до 90 и предпочтительно от 60 до 100 и еще более предпочтительно от 50 до 70 или от 60 до 80 аминокислот. Антигенсвязывающий фрагмент, предложенный в настоящем документе, может, в частности, иметь любые подходящие функциональные признаки, раскрытые в отношении антител, предложенных в этом документе, в частности признаки, раскрытые в пунктах [47]-[62].

Соответственно, выделенный полипептид, предложенный в настоящем документе, может состоять из последовательности до 250 аминокислот, конкретно до 217, до 214, до 211, более конкретно, до 200, до 175 до 150, до 135, до 120, до 107, еще более конкретно, до 100, до 90, до 80, до 74, до 70, до 60 ами-

нокислот.

Молекула-миметик антитела представляет собой полипептид со свойствами, подобными антителу, в частности, со сходными свойствами связывания с CD127. Миметиками антител могут быть, например, молекулы-аффилиты, аффилины, аффимеры, антикаины, моноклоналы и т.д. Молекула-миметик антитела, предложенная в настоящем документе, может, в частности, иметь любые подходящие функциональные признаки, раскрытые в отношении антител, предложенных в настоящем документе, в частности, признаки, раскрытые в пунктах [47]-[62].

В частности, антитело по изобретению представляет собой гуманизированное антитело, которое содержит константные домены, полученные из константных доменов человека. В частности, константный домен легкой цепи антитела происходит от константного домена легкой цепи каппа человека и/или константный домен тяжелой цепи антитела происходит от константной области тяжелой цепи IgG1, IgG2 или IgG4 человека, особенно от константной области тяжелой цепи IgG4 человека. "Полученный из" означает некоторые точечные мутации путем аминокислотных замен, таких как IgG4 (S228P) или IgG1 (E333A). Эти мутации, хорошо известные специалисту в данной области, обычно модифицируют некоторые свойства родительской цепи. Например, они приводят к меньшей иммуногенности по сравнению с родительским антителом или отменяют связывание с Fcγ-рецептором или устраняют димеризацию мономерного антитела или стабилизируют димеризацию, делая антитело лучше для терапевтического использования у человека. Антитело по изобретению, полученное из родительского константного домена тяжелой и легкой цепи, содержит или состоит из последовательности, указанной в SEQ ID NO: 26, SEQ ID NO: 27 или в SEQ ID NO: 28 или их фрагмента, соответственно. Более конкретно, константный домен легкой цепи антитела состоит из последовательности, указанной в SEQ ID NO: 27. В частности, константный домен тяжелой цепи антитела содержит или состоит из последовательности, указанной в SEQ ID NO: 26, или ее фрагмента. Более конкретно, константный домен тяжелой цепи антитела состоит из последовательности, приведенной в SEQ ID NO: 26.

В настоящем документе также представлены выделенные молекулы нуклеиновой кислоты, кодирующие полипептид по изобретению, или антитело или его антигенсвязывающий фрагмент, предложенные в настоящем документе. В частности, указанные молекулы нуклеиновой кислоты кодируют переменный домен легкой цепи или легкую цепь антитела, предложенного в настоящем документе, в комбинации с выделенными молекулами нуклеиновой кислоты, кодирующими тяжелую цепь антитела, предложенными в настоящем документе, в соответствии с любым из приведенных в настоящем документе определений. В частности, в настоящем документе предложена выделенная молекула нуклеиновой кислоты, кодирующая полипептид, содержащий или состоящий из последовательности, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 9; SEQ ID NO: 10; SEQ ID NO: 11; SEQ ID NO: 12. В частности, выделенная молекула нуклеиновой кислоты по изобретению содержит или состоит из последовательности, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 15, SEQ ID NO: 16, SEQ ID NO: 17 или SEQ ID NO: 18. В частности, указанная выделенная молекула нуклеиновой кислоты представлена в комбинации с выделенной молекулой нуклеиновой кислоты, кодирующей тяжелую цепь, включающую три CDR, состоящие из последовательностей, приведенных в SEQ ID NO: 1, SEQ ID NO: 2 и SEQ ID NO: 3, в частности, кодирующей переменный домен тяжелой цепи, состоящий из последовательности, указанной в SEQ ID NO: 7, более конкретно, выделенную молекулу нуклеиновой кислоты, состоящую из последовательности, указанной в SEQ ID NO: 13. В предпочтительном варианте реализации представлена комбинация выделенных молекул нуклеиновой кислоты, кодирующих антитело или его антигенсвязывающий фрагмент, причем указанная комбинация включает или состоит из первой выделенной молекулы нуклеиновой кислоты, содержащей или состоящей из последовательности, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 15, SEQ ID NO: 16, SEQ ID NO: 17 и SEQ ID NO: 18; и второй выделенной молекулы нуклеиновой кислоты, содержащей или состоящей из последовательности SEQ ID NO: 13. В другом предпочтительном варианте реализации представлена комбинация выделенных молекул нуклеиновой кислоты, кодирующих антитело или его антигенсвязывающий фрагмент, причем указанная комбинация включает или состоит из первой выделенной молекулы нуклеиновой кислоты, содержащей или состоящей из последовательности SEQ ID NO: 18; и второй выделенной молекулы нуклеиновой кислоты, содержащей или состоящей из последовательности SEQ ID NO: 13.

В настоящем документе также представлены полинуклеотиды, кодирующие полипептидную последовательность полной легкой цепи, включающую как переменный, так и константный домен, т.е., в частности, полинуклеотиды, кодирующие одну из последовательностей SEQ ID NO: 9-12 и последовательность SEQ ID NO: 27 или 28, в частности полинуклеотиды, содержащие или состоящие из одной из последовательностей SEQ ID NO: 15-18, конкатенированных с SEQ ID NO: 30 или SEQ ID NO: 31. Такие полинуклеотиды представлены, в частности, в комбинации с полинуклеотидом, кодирующим полипептидную последовательность полной тяжелой цепи, содержащей как переменный, так и константный домен, т.е., в частности, полинуклеотиды, кодирующие SEQ ID NO: 7 и последовательность SEQ ID NO: 26, в частности, полинуклеотиды, содержащие или состоящие из SEQ ID NO: 13, конкатенированной с SEQ ID NO: 29.

В частности, выделенные молекулы нуклеиновой кислоты, предложенные в настоящем документе,

могут преимущественно содержать, помимо последовательности, кодирующей легкую цепь и, необязательно, тяжелую цепь антитела, предложенного в настоящем документе, в обратном направлении от последовательности, кодирующей указанные цепи антитела, последовательность, кодирующую сигнальный пептид, позволяя секретировать указанные цепи при экспрессии в продуцирующей клетке. Они также могут содержать одну или несколько последовательностей, кодирующих один или несколько маркерных пептидов, для обнаружения и/или облегчения очистки указанных цепей.

В настоящем документе также представлен вектор для клонирования и/или экспрессии молекулы нуклеиновой кислоты, предложенной в настоящем документе. В частности, указанный предложенный вектор представляет собой плазмиду, подходящую для клонирования и/или экспрессии в клетках млекопитающих, которая содержит регуляторные последовательности для транскрипции и экспрессии. Соответственно, в данном документе предложен вектор, содержащий полинуклеотид, описанный выше, в частности полинуклеотид, описанный в параграфах [76]-[78].

Кроме того, в данном документе предложены клетки или клеточные линии, рекомбинированные с молекулой нуклеиновой кислоты, как указано выше, в частности вектор, особенно, клетки или клеточные линии млекопитающих или птиц, в частности, как подробно показано на фиг. 2. Например, Клетки яичника китайского хомяка, генетически модифицированные для уменьшения глобального фукозилирования. Действительно, антитела, в которых отсутствует фукозилирование ядра, демонстрируют значительно повышенную антителозависимую клеточно-опосредованную цитотоксичность (ADCC) (von Horsten et al., 2010). Другим примером является клеточная линия EB66, которая, по природе, обладает свойствами низкого фукозилирования (Olivier et al., 2010). Антитела могут также продуцироваться в клетках, временно трансфицированных молекулой нуклеиновой кислоты, как указано выше, в частности вектором, в частности клетками COS, в частности, как подробно описано в примере 2.

В настоящем документе также представлены способы получения полипептида, предложенного в настоящем документе, в частности, легкой цепи антитела и/или моноклонального антитела, причем указанные способы включают стадию экспрессии указанного полипептида, легкой цепи антитела или моноклонального антитела (или легкой и, необязательно, тяжелой цепи моноклонального антитела) в клетках, содержащих молекулу нуклеиновой кислоты, кодирующую указанный полипептид, в условиях, обеспечивающих выделение указанного полипептида и стадию выделения указанного полипептида. В частности, антитела или их фрагменты получают в клетках, которые обладают низкими свойствами фукозилирования, таких как клетки птиц EB66.

В настоящем документе также представлена фармацевтическая композиция, содержащая полипептид (в частности, вариативный домен легкой цепи антитела или легкую цепь антитела) и/или антитело или его антигенсвязывающий фрагмент, или соответствующую молекулу-миметик антитела, и/или выделенную молекулу нуклеиновой кислоты, согласно определению выше, и фармацевтический носитель. Указанная фармацевтическая композиция может дополнительно содержать другой активный ингредиент. Указанная композиция представлена, в частности, в составе, подходящем для системного введения или для местного применения. В частности, в настоящем документе предложены композиции, подходящие для местного применения, в частности для внутримышечной или подкожной инъекции, для инъекции с использованием устройства, такого как автоинъектор (или ручка-инъектор), для трансдермального введения, в частности с использованием трансдермального пластыря, для трансмукозального введения, в частности интраназального или ректального введения. В частности, в настоящем документе предложены композиции, подходящие для местного введения в желудочно-кишечный тракт (GI), в частности посредством перорального введения, в частности для лечения кишечного заболевания, такого как болезнь Крона или ЯК, в частности композиции, подходящие для доставки в толстую кишку. В частности, в настоящем документе предложены композиции, подходящие для системного введения, в частности для парентерального или энтерального введения, в частности для внутривенного введения или перорального введения. Как известно специалисту, энтеральное введение может быть либо местным введением в желудочно-кишечный тракт, либо системным введением. В тех случаях, когда такие фармацевтические композиции или их применения представлены в настоящем документе, следует понимать, что также могут быть представлены носитель для введения и их применения, например, когда фармацевтическая композиция для инъекций представлена явно, следует понимать, что композиция представлена сама по себе, а также в устройстве или в комбинации с устройством, позволяющим выполнять введение и/или инъекцию указанной композиции ("устройство для доставки"). Примеры устройств для доставки включают, среди прочего, автоинъекторы, в частности многокамерные шприцы и трансдермальные пластыри. Соответственно, в данном документе предоставляется устройство для доставки, в частности автоинъектор, насос или трансдермальный пластырь, содержащие указанную композицию, и их применения, как представлено ниже в отношении фармацевтических композиций. В настоящем документе также представлен набор, включающий фармацевтическую композицию и устройство для локальной доставки, в частности устройство для подкожной, энтеральной или пероральной доставки, в частности предварительно заполненный шприц или безыгольное устройство, содержащее указанную композицию и/или подходящее для введения указанной композиции, и его применение, как представлено ниже в отношении фармацевтических композиций. Такая фармацевтическая композиция предоставляется в любой подходящей форме для вве-

дения, в том числе в виде раствора, в частности стерильного водного раствора, в виде суспензии, в виде твердого вещества, в частности лиофилизированного твердого вещества, в частности для адсорбции на (или в адсорбированном виде на) пластыре, и/или для ресуспендирования и введения в виде раствора, в виде пилюли, таблетки или другой твердой формы, подходящей для перорального введения, в частности с отсроченным или пролонгированным высвобождением, в виде наночастиц, например, композиция, содержащая наночастицы с полипептидом, адсорбированным на поверхности или внутри указанных наночастиц и т.д. Форма фармацевтической композиции и, необязательно, характер устройства для доставки могут быть подходящими для доставки активного ингредиента, предложенного в настоящем документе, системно или локально, т.е. может подходить для активного ингредиента для достижения целевых клеток, тканей, органов в активном состоянии. В частности, форма фармацевтической композиции и, необязательно, характер устройства доставки могут быть подходящими для доставки в желудочно-кишечный тракт, в частности в толстую кишку. Считается, что фармацевтическая композиция содержит фармацевтически приемлемый носитель; однако фармацевтические композиции также предоставляются без носителя для аналогичных применений и целей, когда такой носитель не требуется для фармацевтического применения, например, если продукт вводят в виде чистого лиофилизированного твердого вещества. В частности, введение осуществляют в соответствии с любыми подходящими способами, такими, как описанные в настоящем документе для кишечного высвобождения, особенно для кишечного отсроченного высвобождения.

В настоящем документе также представлена композиция, содержащая в качестве активного ингредиента полипептид (в частности, вариабельный домен легкой цепи антитела или легкую цепь антитела) и/или антитело (в частности, моноклональное антитело), соответствующий антигенсвязывающий фрагмент или молекулу миметик антитела, согласно определению выше, или фармацевтическая композиция, согласно определению выше, в составе, подходящем для контроля выживания или размножения CD127-положительных клеток человека, в частности CD127-положительных эффекторных клеток человека, особенно выживания или размножения Т-клеток памяти CD127+, особенно Т-клеток памяти, которые одновременно являются CD127+ и CD8+, или которые одновременно являются клетками CD127+ и CD4+, при введении пациенту-человеку. В частности, указанная композиция, содержащая антитело (или другой агент, как указано выше) в качестве активного ингредиента, находится в составе, подходящем для контроля дифференцировки и/или созревания дендритных клеток при введении пациенту.

Авторы изобретения неожиданно показали, что однократная инъекция антитела, предложенного в настоящем документе, обеспечивает устойчивый эффект, и воспалительный ответ все еще значительно снижен у животных, которых лечили однократной инъекцией предложенных антител, вплоть до 14 месяцев и даже до 18 месяцев после указанной однократной инъекции. Введение и предпочтительно однократное введение полипептида, в частности легкой цепи антитела и, более конкретно, антитела, его антигенсвязывающего фрагмента или молекулы - миметика антитела, предложенного в настоящем документе, предпочтительно оказывает быстрое и/или длительное действие на эффекторные Т-клетки памяти. Быстрый эффект наблюдается предпочтительно в течение недели и более предпочтительно в течение 48 ч и еще более предпочтительно в течение дня после введения указанного полипептида, цепи антитела или антитела. Длительный эффект наблюдается предпочтительно по меньшей мере 12 месяцев и более предпочтительно по меньшей мере 14 месяцев после самого последнего (и, предпочтительно, однократного) введения указанного полипептида, цепи антитела или антитела. Такой эффект является, в частности, обратимым (в частности, ответ Т-клеток может быть восстановлен новой вакцинацией). Такой эффект предпочтительно является специфическим в отношении антигена и/или ответа и предпочтительно не ассоциирован с измеримой лимфопенией (т.е. общее количество лимфоцитов у субъекта не уменьшается, согласно измерениям обычными способами). В остальном такой эффект можно определить как клональную делецию Т-клеток памяти или как обратимую антигенспецифическую делецию иммунной Т-памяти. Влияние такого введения на эффекторные Т-клетки памяти может быть оценено путем сравнения уровней секретирующих IFN- $\gamma$  клеток (измеренных, например, с помощью ELISPOT) в ответ на антиген, например, туберкулин, у вакцинированных субъектов (в частности, у павианов), которых позднее лечили полипептидом, цепью антитела или моноклональным антителом, предложенным в настоящем документе, и у необработанных вакцинированных субъектов: эффект является наблюдаемым, если измеренный уровень антигенспецифических Т-клеток значительно ниже (предпочтительно по меньшей мере на 10%, более предпочтительно по меньшей мере на 40% ниже) у получивших лечение субъектов в соответствующий момент времени после лечения. Такой эффект можно также измерить, оценивая другим способом воспалительную реакцию на данный антиген, например, местную, в частности кожную, воспалительную реакцию в ответ на местно вводимый антиген. В качестве альтернативы, может быть использован анализ тетрамера МНС. Способы исследования такого эффекта известны специалисту в данной области и проиллюстрированы в настоящем документе, в частности, в примере 6.

Кроме того, авторы изобретения неожиданно показали, что антитело, предложенное в настоящем документе, может оказывать быстрое действие, в частности на активацию Т-клеток, в частности на высвобождение цитокинов Т-клетками, в частности в воспалительной ткани. Такой эффект, в частности, наблюдается в течение недели, предпочтительно в течение 48 и даже более предпочтительно в течение

24 ч после введения антитела, и, в частности, наблюдается как уменьшение выработки (или высвобождения)  $IFN\gamma$ . Такой эффект, в частности, наблюдается локально, т.е. в месте введения антитела или в месте доставки. В частности, антитело, предложенное в настоящем документе, производит быстрый эффект, в частности быстрый локальный эффект, в частности, на высвобождение цитокинов Т-клетками, в частности, производит эффект, наблюдаемый в течение 24 ч после введения. Когда антитело вводят для локальной доставки, но не непосредственно в месте предполагаемой доставки, антитело может оказывать быстрый эффект, как описано выше, в месте доставки, в течение тех же периодов времени после доставки, а не после введения, что может подразумевать или не подразумевать задержку от момента введения, как известно специалисту.

Композиция, предложенная в настоящем документе, может дополнительно содержать дополнительное соединение, обладающее терапевтическим иммуномодуляторным действием, в частности, на клетки, участвующие в аллергит или аутоиммунитете. Для иллюстрации, примерами представляющих интерес иммуномодуляторов являются другие моноклональные антитела, нацеленные на Т-клетки, такие как анти-CD3, анти-ICOS или анти-CD28-антитела, или рекомбинантные белки или антитела, нацеленные на вспомогательные А-клетки, такие как CTLA4Ig или анти-CD40-антитела.

Полипептид, антитело, его антигенсвязывающий фрагмент или молекула-миметик антитела, выделенная молекула нуклеиновой кислоты, клетка и/или композиция, предложенные в настоящем документе, могут быть представлены в комбинированном продукте, включающем дополнительные продукты, в частности агент с терапевтическим иммуномодуляторным эффектом, как указано выше, в частности, предназначенные для одновременного, раздельного или последовательного введения. В данном документе предложен комбинированный продукт, содержащий полипептид (в частности, варибельный домен легкой цепи антитела или легкую цепь антитела) и/или антитело, его антигенсвязывающий фрагмент или его молекулу-миметик, и/или выделенную молекулу нуклеиновой кислоты, вектор, клетку или клеточную линию и/или фармацевтическую композицию, согласно определению выше, и необязательно дополнительно включающий: агент с терапевтическим иммуномодуляторным действием, в частности, предназначенный для введения в сочетании, например, с антителом по настоящему изобретению, в частности, когда указанное введение является либо одновременным, либо раздельным по времени, и/или когда указанное введение осуществляется тем же или другим путем; и/или устройство для введения продукта.

Полипептид, в частности легкая цепь антитела и/или антитело, в частности моноклональное антитело и/или антигенсвязывающий фрагмент, или молекула-миметик антитела и/или нуклеиновая кислота, вектор, клетка или клеточная линия и/или фармацевтическая композиция или композиция, согласно определению выше, в частности, представлены для применения у пациента-человека для лечения патологий или патологических состояний, на которые влияют иммунные ответы, особенно ответы Т-клеток памяти. Такие состояния или патологии включают состояния или патологии, вызванные отторжением трансплантата, аутоиммунные заболевания, аллергические заболевания, респираторные заболевания, хронические вирусные инфекции, хронические воспалительные заболевания, в частности хронические кишечные воспалительные заболевания, лимфому, лейкоз или другие раковые заболевания, включая заболевания, которые возникают в результате солидных опухолей, когда эти патологии ассоциированы с CD127-положительными клетками, а также с сигнальным путем IL-7, в частности, когда следует избегать увеличения созревания дендритных клеток. Соответственно, авторы изобретения показывают, что использование указанных агентов может быть рассмотрено для лечения конкретных аллергических кожных заболеваний, воспалительных заболеваний кишечника (ВЗК), в частности болезни Крона (CD) или язвенного колита (ЯК), или первичного синдрома Шегрена, или системной красной волчанки, или системного склероза, или рассеянного склероза, или диабета типа I или острого лимфобластного лейкоза (например, Т-ОЛЛ) или лимфомы Ходжкина, или рака молочной железы, ассоциированного с клетками CD127+, рака почки, рака мочевого пузыря, рака легкого, рака поджелудочной железы или для лечения Т-клеточной лимфомы кожи, такой как лимфома Сезари, или для лечения острого лимфобластного лейкоза с мутацией усиления функции пути IL-7-R/TSRP или для лечения отторжения трансплантата и/или пациентов, нуждающихся в трансплантации и/или на стадии подготовки к трансплантации и/или перенесших трансплантацию. В предпочтительных вариантах реализации рассматривается лечение воспалительных заболеваний кишечника (ВЗК), в частности болезни Крона (CD) или язвенного колита (ЯК), или первичного синдрома Шегрена, или системной красной волчанки, или системного склероза, или рассеянного склероза, или диабета типа I. В частности, изобретение относится к полипептиду или его антителу или антигенсвязывающему фрагменту или его молекуле-миметику антитела, или к выделенной молекуле нуклеиновой кислоты, или к фармацевтической композиции по изобретению для применения в качестве лекарственного средства, более конкретно для применения в профилактике или лечении отторжения трансплантата органа или ткани или заболевания, выбранного из группы, состоящей из аутоиммунных заболеваний, в частности ревматоидного артрита, системного склероза, рассеянного склероза, диабета I типа, аутоиммунного тиреоидита, системной красной волчанки, первичного синдрома Шегрена и воспалительных заболеваний, в частности воспалительных заболеваний кишечника (ВЗК), более конкретно, болезни Крона и язвенного колита, и энцефаломиелита, а также аллергических заболеваний и раковых заболеваний и заболеваний, связанных с трансплантацией, и респираторных заболеваний, пред-

почтительно при местном применении.

В настоящем документе предложены применения полипептида, легкой цепи антитела или антитела, соответствующего антигенсвязывающего фрагмента или молекулы-миметика антитела при лечении патологических состояний, включающих изменение иммунного ответа у пациента-человека, приводящее к доминантному толерогенному статусу, или, напротив, отсутствию толерантности в случаях, когда необходим контроль уровня иммунного ответа, а также разрушение злокачественных CD127-положительных клеток.

Под "лечением" или "терапевтическим лечением" подразумевается, что проведенные этапы введения приводят к улучшению клинического состояния животного или человека, нуждающегося в этом, страдающего от расстройства (расстройств), ассоциированных с путем IL-7, т.е. включающих активацию или пролиферацию CD127-положительных клеток. Такое лечение направлено на улучшение клинического состояния животного или человека-пациента путем устранения или облегчения симптомов, ассоциированных с расстройством (-ами), связанными с путем IL-7, т.е. с активацией или пролиферацией CD127-положительных клеток. Предпочтительно лечение, предлагаемое в настоящем документе, позволяет восстановить здоровье. Предпочтительно, указанное лечение не имеет нежелательных отрицательных эффектов, связанных с повышенным созреванием иммунных клеток, в частности дендритных клеток.

В частных аспектах лечения пациентов представлены полипептид, антитело, антигенсвязывающий фрагмент, молекула-миметик антитела, полинуклеотид, клетки или клеточная линия или композиция, предназначенные и/или подходящие для применения для истощения CD127-положительных клеток при сохранении CD127-отрицательных клеток.

В частных аспектах лечения пациентов представлено применение полипептида, антитела, антигенсвязывающего фрагмента, молекулы-миметика антитела, полинуклеотида, клеток или клеточной линии или композиции, предназначенных и/или подходящих для применения для предотвращения дифференцировки и/или экспансии и/или созревания CD127-положительных клеток, в частности дифференцировки, экспансии или созревания, индуцируемых IL-7 и/или TSLP, при этом оказывая незначительное влияние или не оказывая прямого влияния на CD127-негативные клетки.

В частных аспектах лечения пациентов представлено применение полипептида, антитела, антигенсвязывающего фрагмента, молекулы-миметика антитела, полинуклеотида, клеток или клеточной линии или композиции, предназначенных и/или подходящих для применения для устранения/нейтрализации наивных Т-клеток и Т-клеток памяти путем вмешательства в передачу сигналов, индуцированную IL-7, при сохранении Treg-клеток.

В частных аспектах лечения пациентов представлено применение полипептида, антитела, антигенсвязывающего фрагмента, молекулы-миметика антитела, полинуклеотида, линии клеток или клеток, предназначенных и/или подходящих для применения для истощения субпопуляций лимфоцитов или других популяций клеток, экспрессирующих CD127 (включая нормальные или патологические Т- и В-лимфоциты, NK-клетки, дендритные клетки и другие типы клеток, включая эпителиальные клетки) в результате цитотоксического действия антител, возможно, но не исключительно, посредством ADCC (антитело-зависимая клеточная цитотоксичность) и, необязательно, посредством CDC (комплемент-зависимая цитотоксичность).

Также в данном документе предложен полипептид, в частности, легкая цепь антитела и/или антитело, антигенсвязывающий фрагмент, молекула-миметик антитела, полинуклеотид, клетки или клеточная линия или композиция, определенные выше, для применения в качестве активного ингредиента в комбинированой или дополнительной терапевтической схеме у пациента, нуждающегося в этом. Также предусмотрено применение полипептида, в частности легкой цепи антитела и/или антитела, антигенсвязывающего фрагмента, молекулы-миметика антитела, полинуклеотида, клеток или клеточной линии или композиции, определенных выше, в качестве терапевтически активного ингредиента в комбинированой или дополнительной терапевтической схеме у пациента, нуждающегося в этом.

В вышеуказанных аспектах предполагаемое использование также применимо к нуклеиновым кислотам, векторам, клеткам, клеточным линиям, композициям и фармацевтическим композициям, предложенным выше.

Предложенные в настоящем документе средства и продукты, указанные выше, предназначены и/или являются подходящими для применения при патологиях, таких как вызванные отторжением трансплантата, аутоиммунные заболевания, аллергические заболевания, респираторные заболевания, хронические вирусные инфекции, хронические воспалительные заболевания, в частности хроническое воспаление кишечника, лимфома, лейкоз или другие раковые заболевания, включая заболевания, возникающие в результате солидных опухолей, когда эти патологии ассоциированы с CD127-положительными клетками, а также с сигнальным путем IL-7, в частности, когда следует избегать увеличения созревания дендритных клеток. Соответственно, указанные средства и продукты в частности предназначены и/или являются подходящими для лечения определенных аллергических кожных заболеваний, воспалительных заболеваний кишечника (ВЗК), в частности болезни Крона (CD) или язвенного колита (ЯК), или острого лимфобластного лейкоза (например, Т-ОЛЛ) или лимфомы Ходжкина, или рака молочной железы, ассоциированных с клетками CD127+, рак почки, рак мочевого пузыря, рака легкого, рака поджелудочной

железы или для лечения Т-клеточной кожной лимфомы, такой как лимфома Сезари, или для лечения острого лимфобластного лейкоза с мутацией усиления функции пути IL-7-R/TSLP или для лечения отторжения трансплантата и/или пациентов, нуждающихся в трансплантации и/или на стадии подготовки к трансплантации и/или перенесших трансплантацию.

В частности, в настоящем документе предложено применение полипептида, в частности, легкой цепи антитела и/или антитела, антигенсвязывающего фрагмента, молекулы-миметика антитела, нуклеиновой кислоты, клеток, клеточной линии или композиции пациенту-человеку для лечения состояний и/или патологий, вызванных отторжением трансплантата, аутоиммунных заболеваний, аллергических заболеваний, респираторных заболеваний, хронических вирусных инфекций, хронических воспалительных заболеваний, в частности хронических воспалительных заболеваний кишечника, лимфомы, лейкоза или других раковых заболеваний, включая те, которые возникают в результате солидных опухолей, когда эти патологии ассоциированы с CD127-положительными клетками, а также с сигнальным путем IL7, в частности, когда следует избегать увеличения созревания дендритных клеток. Соответственно, указанные продукты предназначены, в частности, для лечения определенных аллергических кожных заболеваний, воспалительных заболеваний кишечника (ВЗК), в частности болезни Крона (БК) или язвенного колита (ЯК), или острого лимфобластного лейкоза (например, Т-ОЛЛ) или лимфомы Ходжкина или рака молочной железы, ассоциированных с клетками CD127+, рака почки, рака мочевого пузыря, рака легкого, рака поджелудочной железы или для лечения Т-клеточной кожной лимфомы, такой как лимфома Сезари, или для лечения острого лимфобластного лейкоза с мутацией усиления функции пути IL7-R/TSLP или для лечения отторжения трансплантата и/или пациентов, нуждающихся в трансплантации и/или на стадии подготовки к трансплантации и/или перенесших трансплантацию или для лечения аутоиммунного заболевания или аллергического заболевания, или для лечения лейкоза, такой как острый лимфобластный лейкоз, или для лечения лимфомы, или для лечения ракового заболевания, или для лечения хронической вирусной инфекции, или для лечения воспалительных заболеваний, в частности ВЗК, особенно БК или ЯК, или для лечения респираторных заболеваний, или для профилактики и/или лечения симптомов, связанных с трансплантацией.

В частности, в настоящем документе предложен способ лечения, включающий введение полипептида (в частности, вариабельного домена легкой цепи антитела или легкой цепи антитела) и/или антитела, антигенсвязывающего фрагмента, молекулы-миметика антитела, или выделенной молекулы нуклеиновой кислоты, клеток и/или клеточной линии или композиции и/или фармацевтической композиции, согласно определению выше, пациенту-человеку для лечения состояний и/или патологий, вызванных отторжением трансплантата, аутоиммунных заболеваний, аллергических заболеваний, респираторных заболеваний, хронических вирусных инфекций, хронических воспалительных заболеваний, в частности хронических кишечных воспалительных заболеваний, лимфомы, лейкоза или других раковых заболеваний, включая заболевания, возникающие в результате солидных опухолей, когда эти патологии ассоциированы с CD127-положительными клетками, а также с сигнальным путем IL-7, в особенно когда следует избегать увеличения созревания дендритных клеток. Соответственно, указанные способы предназначены, в частности, для лечения определенных аллергических кожных заболеваний, воспалительных заболеваний кишечника (ВЗК), в частности болезни Крона (БК) или язвенного колита (ЯК), или острого лимфобластного лейкоза (например, Т-ОЛЛ) или лимфомы Ходжкина, или рака молочной железы, ассоциированного с CD127+ клетками, рака почки, рака мочевого пузыря, рака легкого, рака поджелудочной железы, или для лечения Т-клеточной кожной лимфомы, такой как лимфома Сезари, или для лечения острого лимфобластного лейкоза с мутацией усиления функции пути IL7-R/TSLP или для лечения отторжения трансплантата и/или пациентов, нуждающихся в трансплантации и/или на стадии подготовки к трансплантации и/или перенесших трансплантацию или для лечения аутоиммунного заболевания или аллергического заболевания, или для лечения лейкоза, такой как острый лимфобластный лейкоз, или для лечения лимфомы, или для лечения ракового заболевания, или для лечения хронической вирусной инфекции, или для лечения воспалительных заболеваний, в частности ВЗК, особенно БК или ЯК, или для лечения респираторных заболеваний, или для профилактики и/или лечения симптомов, связанных с трансплантацией.

Авторы изобретения также показали, что у пациентов с ЯК уровни IL7, CD127 и/или мРНК TSLPR позволяют прогнозировать ответ на обычное иммуносупрессивное лечение: ответившие (т.е. пациенты, у которых наблюдается выраженное снижение симптомов в ответ на лечение) имеют более низкие уровни IL-7 и CD127 и более высокие уровни TSLPR, чем не ответившие. Соответственно, в настоящем документе предложены способы оценки *in vivo* вероятности ответа на иммуносупрессивное лечение у пациентов, в частности у пациентов с язвенным колитом (ЯК), включающие измерение в образце, полученном от указанного пациента, уровня IL7, CD127 и/или мРНК TSLPR или белка, и позволяющие сделать вывод о том, что вероятность ответа увеличена по сравнению с контрольной группой, когда измеренный уровень IL7 и/или CD127 ниже, чем средний уровень в указанной группе, и/или когда измеренный уровень TSLPR выше, чем средний уровень в указанной группе. Методы для выполнения требуемых измерений известны специалистам в данной области и могут включать использование антитела против CD127, в частности, для измерения уровней экспрессии белка CD127. Полипептид, в частности, легкая цепь ан-

титела и/или моноклональное антитело, предложенные выше, представлены, в частности, для применения в таких способах, и такие способы представлены, в частности, с использованием такого полипептида, легкой цепи антитела и/или моноклонального антитела.

В частности, в данном документе предложен способ выбора соединения из группы, состоящей из антитела, его антигенсвязывающего фрагмента и молекулы-миметика антитела, причем этот способ включает по меньшей мере одну из следующих стадий:

i) исследование связывания данного соединения с CD127, в частности с человеческим CD127, в частности с последовательностью эпитопа из домена D1 и/или из сайта 2b домена D2 из CD127. Эпитопная последовательность из домена D1 и/или из сайта 2b домена D2 может быть любой из эпитопных последовательностей, описанных в данном документе, в частности, как описано в параграфах [16], в частности эпитопной последовательностью, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 31, SEQ ID NO: 33, SEQ ID NO: 34, SEQ ID NO: 35, SEQ ID NO: 36 или SEQ ID NO: 96 и, в частности, SEQ ID NO: 34, SEQ ID NO: 35 и SEQ ID NO: 96. В конкретном варианте реализации изобретения исследование на связывание может включать исследование на связывание соединения с последовательностью эпитопа, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 34, SEQ ID NO: 35 и SEQ ID NO: 96, и исследование на связывание соединения с последовательностью эпитопа, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 42 и SEQ ID NO: 43. Связывающая способность соединения может быть исследована любым из способов, известных в данной области, в частности методом Blitz, известным специалисту в данной области и проиллюстрированным, в частности, на фиг. 3, в примере 3 и примере 4 в настоящем документе и в п.14, фиг. 3, 4 и 6 и в соответствующих пояснениях, а также в примерах 1, 2, 6, 7 из WO 2015/189302, и/или способом из примера 10, раскрытого в настоящем документе; и/или

ii) исследование ингибирования передачи сигналов IL7-R, индуцированной IL-7, в частности фосфорилирования STAT5, в присутствии данного соединения. Ингибирование, индуцированное IL7 в присутствии данного соединения, может быть исследовано способом, раскрытым в примере 8 и/или примере 11 в настоящем документе; и/или

iii) исследование активации фосфатидилинозитол-3-киназы в присутствии данного соединения. Активация фосфатидилинозитол-3-киназы в присутствии данного соединения может быть исследована в соответствии со способом, раскрытым в примере 8 и/или примере 11 в настоящем документе; и/или

iv) исследование активации сигнального пути ERK в присутствии данного соединения. Активация сигнального пути ERK в присутствии данного соединения может быть исследована в соответствии со способом, раскрытым в примере 8 и/или примере 11 в настоящем документе;

v) исследование способности связывания данного соединения по меньшей мере с одним бета-слоем сайта 2b домена D2 из CD127, в частности по меньшей мере с третьим бета-слоем сайта 2b, определяемым как нуклеокислоты SEQ ID NO: 34 и/или по меньшей мере с одной аминокислотной последовательностью, выбранной из группы SEQ ID NO: 35 и SEQ ID NO: 96. Связывающая способность соединения может быть исследована любым из способов, известных в данной области, в частности, методом Blitz, известным специалисту и проиллюстрированным, в частности, на фиг. 3, примере 3 и примере 4 в настоящем документе и на с. 14, фиг. 3, 4 и 6 и соответствующих пояснениях, а также примерах 1, 2, 6, 7 из WO 2015/189302 и/или способом из примера 10, раскрытого в настоящем документе.

Способ может дополнительно включать в себя любой из следующих необязательных этапов или по меньшей мере один из следующих необязательных этапов:

vi) исследование связывания CD127, в частности человеческого CD127, с общей  $\gamma$ с-цепью цитокиновых рецепторов в присутствии соединения. Связывание CD127 с общей  $\gamma$ с-цепью цитокиновых рецепторов цитокинов в присутствии соединения может быть оценено, в частности, с помощью методов совместной иммунопреципитации, хорошо известных специалисту для исследования взаимодействия белков и проиллюстрированных, например, в WO 2015/189302 в примере 21. В частности, клетки можно инкубировать в присутствии или в отсутствие тестируемого соединения, затем солиubilизировать в условиях, обеспечивающих сохранение белковых комплексов, и полученный лизат может быть подвергнут иммунопреципитации против CD127, и присутствие  $\gamma$ с в CD127-содержащем иммунопреципитированном комплексе, может быть оценено вестерн-блоттингом с использованием анти- $\gamma$ с-антител (и наоборот, иммунопреципитацию можно проводить с использованием анти- $\gamma$ с-антител, а присутствие CD127 оценивать с использованием анти-CD127-антител); и/или

vii) исследование интернализации CD127, в частности человеческого CD127, и/или IL7-индуцированной интернализации CD127 в присутствии соединения. Интернализация CD127, определенная в настоящем документе в параграфах [51]-[53], может быть дополнительно определена и/или исследована, как изложено в WO2015/189302, в частности в параграфах [59]-[63] на страницах 19-20 и на фиг. 16 и в примере 5; и/или

viii) исследование созревания дендритных клеток, индуцированных TSLP в присутствии соединения. Созревание дендритных клеток, вызванное TSLP, определено в параграфах [47] и [48] настоящего документа. Средства для измерения такого эффекта известны специалисту и раскрыты, в частности, в

публикации WO 2015/189302 на страницах 16-17 и в примере 9 оттуда. В частности, средства для измерения такого эффекта включают измерение экспрессии CD40 между клетками, стимулированными соединением, и клетками, стимулированными только TSLP (без соединения).

В конкретном варианте реализации способа выбирают соединение, которое специфически связывается с CD127, в частности человеческим CD127, является антагонистом передачи сигналов IL7-R, индуцированной IL7, не индуцирующим активацию фосфатидилинозитол-3-киназы и/или сигнального пути ERK. В более конкретном варианте реализации способа выбирают соединение, которое специфически связывается с CD127, в частности с человеческим CD127, является антагонистом передачи сигналов IL7-R, индуцированной IL7, и не индуцирующим активацию фосфатидилинозитол-3-киназы и не индуцирующим активацию сигнального пути ERK.

В частности, в настоящем документе предложен способ получения антитела или его антигенсвязывающего фрагмента по изобретению, индуцируемого против CD127, возможно, вызванного иммунизацией животного, не являющегося человеком, такого как крысы штамма LOU/C Igk1a, доступного в Университете г.Лувен, Бельгия). Иммунизация может быть проведена с использованием фрагмента аминокислотной последовательности SEQ ID NO: 22 и, в частности, фрагмента SEQ ID NO: 22, содержащего эпитопную последовательность, определенную в настоящем документе, и, в частности, SEQ ID NO: 35 и/или SEQ ID NO: 96, в качестве иммуногена. Гибридома может быть получена путем слияния одноядерных клеток селезенки с иммуноцитомой IR983F крысы LOU. Гибридома может быть подвергнута скринингу в соответствии со способностью секретируемых моноклональных антител связываться с аминокислотной последовательностью, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 22, SEQ ID NO: 35 и SEQ ID NO: 96, в особенности SEQ ID NO: 35 и/или SEQ ID NO: 96. Таким образом, изобретение также охватывает иммуногенное соединение, причем указанное иммуногенное соединение представляет собой фрагмент аминокислотной последовательности SEQ ID NO: 22, в частности фрагмент, содержащий по меньшей мере одну выбранную аминокислотную последовательность, из группы SEQ ID NO: 32, SEQ ID NO: 33, SEQ ID NO: 34, SEQ ID NO: 35 и SEQ ID NO: 96, в особенности SEQ ID NO: 34, SEQ ID NO: 35 и SEQ ID NO: 96, более конкретно SEQ ID NO: 96. В конкретном варианте реализации изобретения иммуногенное соединение представляет собой линейный пептид, в частности линейный пептид, содержащий аминокислотную последовательность SEQ ID NO: 96, более конкретно, линейный пептид, включающий или состоящий из, предпочтительно состоящий из аминокислотной последовательности SEQ ID NO: 35.

#### Краткое описание чертежей

Фиг. 1 - аминокислотные последовательности антител, предложенные в настоящем документе.

Панель А. Последовательность тяжелой цепи (VH). CDR выделены жирным шрифтом.

Панель В. Последовательность гуманизированных легких цепей (LH), полученных из N13B2. CDR выделены жирным шрифтом. N13B2-VL3 содержит исходные каркасные остатки N13B2-h3 в положениях 48 и 87 (подчеркнуты); N13B2-VL4-V48L и N13B2-VL5-F87Y содержат соответствующий гуманизированный каркасный остаток, а N13B2-VL6-V48L-F87Y содержат оба гуманизированных каркасных остатка.

Фиг. 2 - производство антител - стабильная трансфекция.

Для каждого из упомянутых антител в клетках CHO-M были выполнены три разные промышленные партии в соответствии с общепринятыми способами, с использованием коммерчески доступных бесывороточных сред, и в настоящем документе приведены титры, полученные в типичных экспериментах, измеренные с помощью анализа ELISA. Горизонтальная ось: время культивирования в днях, вертикальная ось: полученные титры антител в мкг/мл.

Фиг. 3 - связывание с CD127.

Связывание указанных антител с рекомбинантным CD127 анализировали методом ELISA в соответствии со способом, подробно описанным в примере 3. Горизонтальная ось: концентрация антитела в нг/мл, вертикальная ось: оптическую плотность на 450 нм в произвольных единицах.

Фиг. 4 - ингибирование фосфорилирования STAT5.

Ингибирование фосфорилирования STAT5 указанными антителами анализировали с помощью цитофлуорометрии в соответствии со способом, подробно описанным в примере 5. Процент клеток CD3+, окрашенных антителами pSTAT5, показан на панели А (горизонтальная ось: концентрация антител в нг/мл), а средняя интенсивность флуоресценции (в произвольных единицах) сигнала pSTAT5 для клеток CD3+ показана на панели В.

Фиг. 5 - влияние на Т-клетки памяти.

Панель А. Ответ DTH (площадь под кривой кривых эритемы) у павиана после инъекции N13B2.

Гиперчувствительность замедленного типа в ответ на провокацию туберкулином проанализировали у вакцинированных павианов после введения N13B2 (n=7 павианов) или вспомогательного вещества (n=4 павиана) путем измерения кожной реакции в соответствии со способом, подробно описанным в примере 6. Вертикальная ось: площадь под кривой эритемы в произвольных единицах. Значения приведены для внутрикожных реакций, проводимых в заданные моменты времени, указанные в днях по горизонтальной оси, до или после введения N13B2 или вспомогательного вещества (вводимого в день 0). "После БЦЖ" соответствует результатам кожной реакции, выполненным после новой вакцинации БЦЖ (nd=не определено).

Контроль с использованием только вспомогательного вещества не определяли в дни 150 и 180 и

"после БЦЖ" (nd).

Панель В. Ответ DTH (площадь под кривой кривых эритемы) у павиана после инъекции гуманизированного N13B2.

Гиперчувствительность замедленного типа в ответ на заражение туберкулином анализировали у вакцинированных павианов после введения гуманизированного N13B2 (AA892BB, 32257, V915GQ, 33874) или буфера путем измерения кожной реакции в соответствии со способом, подробно описанным в примере 6. Вертикальная ось: площадь под кривой эритемы, в произвольных единицах. Значения приведены для внутрикожных реакций, измеряемых перед введением гуманизированного N13B2 или буфера ("IDR1", первый столбик слева для каждого павиана), через 4 ч после введения гуманизированного N13B2 или буфера ("IDR2", второй столбик слева), через один два и три месяца ("IDR3-5", с третьего по пятый столбик слева) и через четыре месяца ("IDR6", шестой столбик слева, только для V915GA) после введения гуманизированного N13B2 или буфера и после новой вакцинации БЦЖ ("IDR7", последний столбик слева).

Панель С. Анализ IFN $\gamma$  ELISPOT проводили на PBMC в крови у вакцинированного БЦЖ павиана, после провокации туберкулином и введения гуманизированного N13B2.

Частоту AG-специфических Т-клеток после заражения туберкулином анализировали у вакцинированных павианов после введения гуманизированного N13B2 (AA892BB, 32257, V915GQ, 33874) или с помощью анализа IFN $\gamma$  методом ELISPOT в соответствии со способом, подробно описанным в примере 6. Вертикальная ось: частота пятен на 100000 клеток. Значения приведены для ELISPOT без антигена ("без Ag", левые столбики) или с туберкулиновым антигеном (правые столбики), выполненного до введения гуманизированного N13B2 или буфера (первый столбик слева для каждой группы столбиков), через 4 дня после введения гуманизированного N13B2 или буфера ("IDR2"), через один, два и три месяца ("IDR3-5") и четыре месяца ("IDR6", только для V915GA) после введения гуманизированного N13B2 или буфера и после новой вакцинации БЦЖ (последний столбик слева, заштрихованный).

Фиг. 6 - экспрессия IL-7, CD127 и TSLP у пациентов с ВЗК.

Уровни экспрессии мРНК IL-7, CD127 (растворимая форма IL-7R $\alpha$ ) и TSLP (полноразмерные) измеряли в соответствии со способом, подробно описанным в примере 7, в образцах тканей от здоровых контрольных субъектов (контроль без ВЗК), здоровых и больных (воспаленных) образцах биопсии толстой кишки от пациентов с активным язвенным колитом (ЯК), которые не ответили (или перестали отвечать) на противовоспалительное лечение, и в образцах от пациентов с ЯК с неактивным заболеванием - т.е., которые были вылечены или находились в стадии ремиссии во время отбора проб ("ответившие"). Вертикальная ось: относительные единицы флуоресценции. Точки отображают значение для каждого образца в отдельной группе, горизонтальная полоска представляет средние значения для группы, а "усы" ошибок представляют стандартное отклонение. "\*" обозначает р-значение <0,05; "\*\*\*" - р-значение <0,01; "\*\*\*\*\*" - р-значение <0,0001.

Фиг. 7 - ингибирование сигнальных путей CD127.

Влияние различных антител против CD127 человека на активацию сигнальных путей оценивали с помощью вестерн-блоттинга, как подробно описано в примере 8. На фигуре представлены репрезентативные результаты от 6 различных доноров. "Без IL-7" соответствует образцу, который не был стимулирован IL-7. "С" соответствует контрольному образцу, стимулированному IL-7 в отсутствие антитела против CD127. Горизонтальные линии слева от блята представляют миграцию указанного маркера молекулярной массы. Стрелки справа от блята указывают миграцию тирозин-фосфорилированного STAT5, тирозина 199-фосфорилированного PI3-k p55, фосфорилированного Akt, фосфорилированного ERK 1/2 и, в качестве эталона загрузки, GAPDH.

Фиг. 8 - подавление высвобождения цитокинов Т-клеток из биоптатов ЯК.

Панель А. Продуцирование IFN $\gamma$  образцами биопсии пациентов с ЯК, выращенными ex-vivo.

Панель В. Продуцирование IFN $\gamma$  образцами биопсии пациентов с CD, выращенными ex-vivo.

На обеих панелях образцы были получены и обработаны, как подробно описано в примере 9. Каждый символ представляет один образец от пациента, культивируемый с IgG ("Ctrl Ab") или с антителом против CD127 ("aIL-7R $\alpha$ "). Связанные символы представляют собой парные образцы от одного и того же пациента. \*\*p<0,01 с критерием для связанных пар Уилкоксона. Продуцирование IFN $\gamma$  была значительно ингибирована mAb против IL7R $\alpha$ . Аналогичные результаты наблюдались для образцов биопсии пациентов с CD.

Фиг. 9 - антитела против IL-7R $\alpha$  человека и агонистические сигналы.

Влияние различных антител против человеческого CD127 на активацию сигнальных путей STAT5, PI3K и ERK оценивали с помощью Вестерн-блоттинга, как подробно описано в примере 11. На фиг. 9А показана одна из семи различных донорских клеток в отсутствие экзогенного рекомбинантного человека IL-7. Панель А. "Среда" соответствует образцу, не содержащему никаких антител против человеческого CD127. "Без IL7" означает, что четыре образца не были стимулированы IL-7. Три образца предварительно обрабатывали 10 мкг/мл одного mAb против IL-7R $\alpha$  (N13B2-WL6 или MD707-13-G4 или 1A11-G1).

Панель В. Количественное определение pI3K и pERK, скорректированное на экспрессию GAPDH и

нормализованное к контрольным условиям среды (n=7 различных доноров). Вертикальная ось: экспрессия, нормализованная к контролю. Точки отображают значение для каждого образца в отдельной группе, горизонтальная полоска представляет средние значения для группы, а "усы" ошибок представляют стандартное отклонение.

Фиг. 10 - влияние антител против IL7-Ra человека на активацию пути IL7.

Количественное определение сигнала фосфо-STAT5 было скорректировано с учетом экспрессии GAPDH и нормализовано к контрольным условиям среды. PBMC предварительно обрабатывали 10 мкг/мл одного mAb против IL7-Ra (N13B2-hVL6 или MD707-13-G4 или 1A11) и затем инкубировали в течение 10 мин при 37°C с 5 нг/мл IL7 человека. Количественные оценки сигнала фосфо-STAT5 были скорректированы на экспрессию GAPDH (n=7 различных доноров). Пунктирная линия изображает состояние среды без обработки. Точки отображают значение для каждого образца в отдельной группе, горизонтальная полоска представляет средние значения для группы, а "усы" ошибок представляют стандартное отклонение. "\*" обозначает p-значение <0,05 между указанными группами.

Фиг. 11 - двойные mAb-агонисты/антагонисты против IL7-Ra индуцируют модификации транскрипции.

Анализ последовательностей РНК человеческих PBMC (n=7), инкубированных в течение 3,5 ч (1) с 5 нг/мл IL7 человека, (2) без IL7, (3,4,5) с 5 нг/мл IL7 человека и с различными анти- mAb IL7-Ra человека ((3): 10 мкг/мл N13B2-hVL6; (4): 10 мкг/мл MD707-13-Ig4; (5): 10 мкг/мл 1A11).

Панель А. Тепловая карта экспрессии 93 наиболее дифференцированно экспрессируемых генов (уровень ложноположительных результатов (FDR) 5%, кратность изменения (FD) >2) между стимуляцией IL7 и контрольными условиями.

Панель В. Количественная оценка медианного профиля трех индуцированных IL7 кластеров в условиях стимуляции IL7, контроля и IL7 и анти-человеческого IL7-Ra.

Панель С. Диаграмма Венна для анализа последовательностей РНК человеческих PBMC (n=7), инкубированных без IL-7 в течение 3,5 ч с различными mAb против IL-7Rα человека (10 мкг/мл N13B2-hVL6, 10 мкг/мл. MD707-13-Ig4 № 1 или 10 мкг/мл 1A11). Диаграмма Венна для 481 дифференциально экспрессируемых генов (FDR 5%, FC>1,5), при сравнении mAb против IL-7Rα человека и контрольных условий среды. Размер круга пропорционален количеству генов для каждой категории.

### Примеры

Пример 1. Гуманизация легких цепей.

Следующую тяжелую цепь использовали во всех описанных в настоящем документе экспериментах, если не указано иное.

N13B2 гуманизированная VH, нуклеотидная последовательность (SEQ ID NO: 13):

```
CAGGTGCACTGGTTCGAATCAGGGGGGGGACTGGTCAACCCGGGGGCTCACTGCGTCTGTCT
ATGTGCCGCTCAGGCTTCACACTGAGCGACTACTATATGGCATGGATCCGACAGGACCAAGG
CAAGGGACTGGAGTGGGTGTCTACTATTTCTGCCAGTGGCTGAGGACCTACTATCCTGACAG
TGTCAGGGAAGGTTCAATCTCACGGGATAACGCTAAAAATCCCTGTACCTGCAGATGAA
CAGCTGAGAGCCGAAGACACCGCTGTGTAATTTGCGCTCGCCACTGTCCGCACACTATGG
CTTCAATTACTTTGATTATTGGGGGCAGGGTACCTGGTGACAG
TCTCCAGC
```

N13B2 гуманизированная VH, аминокислотная последовательность (SEQ ID NO: 7): см. фиг. 1A.

Следующие оптимизированные нуклеотидные последовательности использовали для получения легких цепей антитела (аминокислотные последовательности которых представлены на фиг. 1B):

N13B2-h3 (SEQ ID NO: 14):

```
GAGATCGTCATGACGCAGTCCCCCGCAACGCTCTCCGTCTCCCGGGGGAACGCGCGACC
CTGTCGTGCAGGACCTCCGAGGACATCTACCAAGGCCTCGCGTGGTATCAGCAGAAGCCC
GGCCAGGCCCCCGGGCTGTTGATCTACTCCGCGAACACCTTGACATCGGCATCCCGGCG
CGCTTCTCGGGTCAAGGAGCGGCACCGAGTTACCCCTGACCATCTCGTCGCTCCAGAGC
GAGGACTTCGCCGTGTAATCTGACGAGCTACTACGACTACCCCTGGCGTTCCGGGGGCG
GGGACCAAGGTGGAGATCAAG
```

N13B2hVL3 (SEQ ID No: 15):

```
GACATTCAGATGACCCAGTCCCCCTCGAGCCTGAGTGCAGTGTGGGCGACCGCGTGACG
ATCACCTGCCGAGCTCCGAGGATATCTACCAAGGCCTCGCGTGGTATCAGCAGAAGCCG
GGCAAGGCCCCAACTGCTGGTCTACAGCGCGAACACCTCCACATCGGCGTCCCCAGC
CGGTTACAGCGGCTCCGGCTCGGGAACGGAACCTACACCTCAGATCTCGTCCCTGCAGCCG
GAAGACTTCGCCACCTACTTCTGCCAGCAGTATTACGACTACCCGCTGGCGTTCCGGTGGC
GGCACCAAGGTGAGATCAAG
```

N13B2hVL4 (SEQ ID No: 16):

```
GACATTCAGATGACCCAGTCCCCCTCGAGCCTGAGTGCAGTGTGGGCGACCGCGTGACG
ATCACCTGCCGAGCTCCGAGGATATCTACCAAGGCCTCGCGTGGTATCAGCAGAAGCCG
GGCAAGGCCCCAACTGCTGGTCTACAGCGCGAACACCTCCACATCGGCGTCCCCAGC
CGGTTACAGCGGCTCCGGCTCGGGAACGGAACCTACACCTCAGATCTCGTCCCTGCAGCCG
```

GAAGACTTCGCCACCTACTTCTGCCAGCAGTATTACGACTACCCGCTGGCGTTTCGGTGGC  
 GGCACCAAGGTCGAGATCAAG

N13B2hVL5 (SEQ ID No: 17):

GACATTTCAGATGACCCAGTCCCCCTCGAGCCTGAGTGCAGTGTGGGCGACCGGTGACG  
 ATCACCTGCCGGACGTCCGAGGATATCTACCAGGGCCTCGCTGGTACCAGCAGAAGCCG  
 GGCAAGGCCCCAACTGCTGGTCTACAGCGGAACACCTCCACATCGGCGTCCCCAGC  
 CGGTTCAGCGGCTCCGGCTCGGGAACGGACTACACCCTCACGATCTCGTCCCTGCAGCCG  
 GAAGACTTCGCCACCTACTACTGCCAGCAGTATTACGACTACCCGCTGGCGTTTCGGTGGC  
 GGCACCAAGGTCGAGATCAAG

N13B2hVL6 (SEQ ID No: 18):

GACATTTCAGATGACCCAGTCCCCCTCGAGCCTGAGTGCAGTGTGGGCGACCGGTGACG  
 ATCACCTGCCGGACGTCCGAGGATATCTACCAGGGCCTCGCTGGTACCAGCAGAAGCCG  
 GGCAAGGCCCCAACTGCTGGTCTACAGCGGAACACCTCCACATCGGCGTCCCCAGC  
 CGGTTCAGCGGCTCCGGCTCGGGAACGGACTACACCCTCACGATCTCGTCCCTGCAGCCG  
 GAAGACTTCGCCACCTACTACTGCCAGCAGTATTACGACTACCCGCTGGCGTTTCGGTGGC  
 GGCACCAAGGTCGAGATCAAG

Каждую последовательность VL получали путем синтеза генов, вставленных в вектор клонирования (pUC57) с 5'- и 3'-конечными BsiWI и добавлением последовательности Козака (GCCACC) перед АТС В качестве вектора экспрессии использовали плазмиду экспрессии pFuseCLlg-hk (Invivogen), содержащую константный домен CLкаппа человеческого IgG1.

Каждую клонирующую плазмиду (VL-pUC57-Genscript) расщепляли рестриктазой BsiWI для экстракции вставки VL (400 п.н.). Очищенную вставку лигировали в экспрессионную плазмиду pFuseCLlg-hk, линейаризованную расщеплением BsiWI, и дефосфорилировали. Положительные клоны, имеющие фрагменты VL, вставленные в правильной ориентации перед человеческими константными доменами, амплифицировали и очищали препаратом Midiprep без эндотоксинов (Macherey-Nagel) для стадии трансфекции. Тяжелую цепь клонировали аналогичным образом с константным доменом, состоящим из SEQ ID NO: 26.

Пример 2. Получение гуманизированных легких цепей.

Для исследованных гуманизированных антител против CD127 трансфекцию и отбор стабильных клонов осуществляли в соответствии с общепринятыми способами. Готовили и исследовали три супернатанта для каждого антитела, соответствующие разному соотношению трансфекции тяжелой цепи (HC) и легкой цепи (LC): 2:1, 1:1,3 и 1:2 HC:LC. Полученные титры представлены на фиг. 2, полученной после продуцирования в клетках CHO, высеянных в количестве 300000 клеток/мл; без антибиотиков, в соответствии с общепринятыми способами: титр анализировали с помощью ELISA на иммобилизованном анти-человеческом IgG (Fc) соответствующего антитела и выявление проводили с помощью мышиных анти-человеческих каппа-mAb плюс меченные пероксидазой ослиные антимышиные антитела, с выявлением методом колориметрии на 450 нм с использованием субстрата TMB.

Продуцирование N13B2-h3 и N13B2-hVL6 также исследовали в экспериментах с транзитной трансфекцией. За один день до трансфекции клетки COS высевали в количестве 100 000 клеток/лунку в планшет P12 с полной средой (DMEM SVF10% (Hyclone)+PS 1%+Glu 1%) и инкубировали при 37°C, 5% CO<sub>2</sub>. В день трансфекции клетки COS использовали при слиянии величиной от 50 до 90%. Их промывали PBS и хранили с 500 мкл в полной среде. Смешивали 0,6 мкг варианта VH + 0,4 мкг варианта VL в 200 мкл среды OptiMEM и добавляли 1 мкл реагента Plus (Invitrogen) (инкубация 15 мин при комнатной температуре). В смесь добавляли 3,5 мкл липофектамина LTX (Invitrogen) + 100 мкл и инкубировали 25 мин при комнатной температуре. Всю смесь наносили по каплям на клетки COS и инкубировали в течение 48 ч при 37%, 5% CO<sub>2</sub>. Через 48 ч супернатанты собирали и центрифугировали (1500 об/мин, 10 мин, 4°C). Супернатанты количественно оценивали с помощью ELISA № TH-MO-43. Количественный анализ активности выполняли с помощью ELISA TH-MO-44.

Пример 3. Связывание с CD127 - Elisa.

Для сэндвич-ELISA ослиное антитело против человеческого IgG (Fc-специфическое) наносили в концентрации 1,2 мкг/мл на планшет P96 и добавляли очищенные антитела для измерения концентрации как функции от стандартного диапазона. После инкубации и промывания добавляли мышиные антитела против человеческого легкой цепи, каппа-специфичные, (Effimune, клон NaM76-5F3) плюс меченные пероксидазой ослиные антимышиные антитела (Jackson ImmunoResearch, номер 715-036-151) и проявляли обычными способами.

Для анализа активности ELISA рекомбинантный hCD127 (Sino Biologicals, Пекин, Китай; номер 10975-H08H) иммобилизовали на пластике при концентрации 1 мкг/мл и добавляли разведения анти-CD127-антитела для измерения связывания. После инкубации и промывки добавляли мышиные антитела против человеческого легкой цепи (каппа-специфичные) плюс меченные пероксидазой ослиные антимышиные антитела и проявляли колориметрией на 450 нм с использованием субстрата TMB обычными способами.

Были получены следующие значения ED50 (концентрация, необходимая для достижения 50% максимального сигнала):

Таблица 1. Значение ED50 (в нг/мл) для связывания антител с CD127

|            | ED50 (нг/мл) |
|------------|--------------|
| N13B2-h3   | 16,8         |
| N13B2-hVL3 | 15,1         |
| N13B2-hVL4 | 12,6         |
| N13B2-hVL5 | 14,8         |
| N13B2-hVL6 | 9,5          |

Стабильность антител изучали с помощью инкубации антител в течение 7, 14 или 30 дней при 4, 25 и 42°C. Связывание антител с CD127 оставалось превосходным даже после 30-дневной инкубации. Значения ED50, определенные с помощью ИФА после 30 дней инкубации, приведены в табл. 2.

Таблица 2. Значение ED50 (в нг/мл) для связывания антител с CD127 после 30-дневной инкубации при указанной температуре

|                         | ED50 (нг/мл) |
|-------------------------|--------------|
| N13B2-hVL6 d7 при 4°C   | 55,31        |
| N13B2-hVL6 d7 при 25°C  | 47,83        |
| N13B2-hVL6 d7 при 42°C  | 56,16        |
| N13B2-hVL6 d14 при 4°C  | 62,75        |
| N13B2-hVL6 d14 при 25°C | 52,58        |
| N13B2-hVL6 d14 при 42°C | 40,62        |
| N13B2-hVL6 d30 при 4°C  | 46,98        |
| N13B2-hVL6 d30 при 25°C | 40,19        |
| N13B2-hVL6 d30 при 42°C | 58,69        |

#### Пример 4. Связывание с CD127 - Blitz.

Этот способ выполняли с помощью технологии Blitz (Forte Bio, C22-2 No 61010-1). Рекombинантный hCD127 (Sino Biologicals, Пекин, Китай; номер 10975-H08H)/рекомбинантный белок (Sino Biological Cat: 11612-H08H) иммобилизовали при концентрации 50 мкг/мл с помощью фрагмента Fc в биосенсор Fc анти-IgG человека (AHC) (Forté Bio, 18-5063) в течение 30 с. Затем добавляли анти-CD127-антитела в концентрации 20 мкг/мл (насыщающая концентрация) в течение периода ассоциации 120 с, с последующим периодом диссоциации анти-CD127-антитела в буфере кинетики в течение 120 с. Анализ данных проводили с помощью программного обеспечения Blitz Pro 1.2, которое вычисляло константу ассоциации ( $k_a$ ) и константу диссоциации ( $k_d$ ) и определяло постоянную аффинности KD ( $k_a/k_d$ ). Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3. Анализ аффинности для анти-CD127 антител на человеческом рекомбинантном белке CD127 методикой Blitz

|            | Ассоциация ( $k_a$ )<br>(1/мс) | Диссоциация ( $k_d$ )<br>(1/с) | Аффинность (KD) (M)   |
|------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| N13B2-h3   | $1,15 \times 10^6$             | $2,67 \times 10^{-3}$          | $2,33 \times 10^{-9}$ |
| N13B2-hVL3 | $1,27 \times 10^6$             | $4,47 \times 10^{-3}$          | $3,51 \times 10^{-9}$ |
| N13B2-hVL4 | $1,04 \times 10^6$             | $2,81 \times 10^{-3}$          | $2,71 \times 10^{-9}$ |
| N13B2-hVL5 | $1,01 \times 10^6$             | $2,66 \times 10^{-3}$          | $2,63 \times 10^{-9}$ |
| N13B2-hVL6 | $1,05 \times 10^6$             | $2,66 \times 10^{-3}$          | $2,53 \times 10^{-9}$ |

#### Пример 5. Ингибирование фосфорилирования STAT5.

Чтобы проверить ингибирование IL7R в функциональном анализе, антитело инкубировали с PBMC человека в течение 30 мин при 37°C, а затем стимулировали IL7 (AbD Serotec, номер PHP046) в концентрации 0,1 нг/мл в течение 15 мин при 37°C. Реакцию останавливали при 4°C и промывали буфером Perm Wash перед фиксацией с помощью набора Cytofix/Cytoperm (BD Bioscience, номер 554722) в течение 15 мин при 4°C. Клетки промывали и окрашивали FITC-меченным анти-CD3 (BD Bioscience, номер 557694) в течение 30 мин при 4°C. Затем клетки пермеабилizировали при инкубации с Perm Buffer III (BD Bioscience, номер 558050) в течение 30 мин при 4°C. После промывания PBS BSA1% азид 0,1%, клетки окрашивали меченным Alexa-647 антителом против pStat5 (BD Bioscience, номер 612599) в течение 30 мин при комнатной температуре. Образцы анализировали на цитофлуорометре BD CantoII. hPBMC-CD3+ с IL7 индуцировали фосфорилирование pStat5, тогда как без IL7 фосфорилирования не наблюдалось. Результаты представлены на фиг. 4 и в таблице ниже, где приведена ED50, т.е. концентрация указанного антитела для достижения 50% сигнала в этом анализе.

Таблица 4. Ингибирование фосфорилирования STAT5 антителами против CD127

|            | IC50-MFI<br>(нг/мл) |
|------------|---------------------|
| N13B2-h3   | 21,5                |
| N13B2-hVL3 | 27,2                |
| N13B2-hVL4 | 16,1                |
| N13B2-hVL5 | 27,3                |
| N13B2-hVL6 | 16,8                |

Этот эксперимент подтвердил, что модификация зародышевой линии и модификация структурных остатков гуманизированной аминокислотой не изменяет биологическую активность антитела против CD127. Все исследованные варианты (N13B2-h3, N13B2-hVL3, N13B2-hVL4, N13B2-hVL5, N13B2-hVL6) могут ингибировать фосфорилирование Stat5 после стимуляции IL7 на hPBMC, подобно ранее полученным эталонным партиям N13B2. Сосредоточившись на N13B2-hVL6 (наиболее гуманизированном и наиболее оптимизированном), мы заметили, что оно способно поддерживать свою биологическую активность в ингибировании фосфорилирования Stat5 в той же степени, что и эталонное N13B2-h3. Более того, этот вариант был очень стабильным после 14 дней инкубации при 42, 25 или 4°C, не вызывал образования агрегатов и сохранял свою связывающую активность.

Пример 6. Влияние на Т-клетки памяти.

Туберкулиновая модель гиперчувствительности замедленного типа.

Павианов дважды иммунизировали внутрикожно вакциной бациллы Кальмета-Герена (0,1 мл; 2-8  $10^5$  KOE; Sanofi Pasteur MSD, Лион, Франция) в верхней части голени, за 4 и 2 недели до кожного теста гиперчувствительности замедленного типа (DTH). Внутрикожные реакции (IDR) исследовали с помощью внутрикожных инъекций 2000 или 1000 UI очищенного белкового деривата туберкулина, очищенного от белков среды (PPD; Symbiotics Corporation, Сан-Диего, Калифорния). Солевой раствор (0,1 мл) использовали в качестве отрицательного контроля. Кожные реакции в местах инъекций измеряли с использованием штангенциркуля как минимум двумя наблюдателями и считали положительными при диаметре >4 мм. Второй IDR выполняли после трехнедельного периода вымывания, и животные получали одну внутривенную инъекцию 10 мг/кг N13B2 (n=7) или 10 мг/кг (V915GA, AA892BB, 32257, 33874) (n=4) гуманизированной N13B2 или эквивалентного объема вспомогательного вещества (n=4). Дополнительные IDR выполняли каждый месяц после инъекции. После периода вымывания некоторых павианов (ранее получивших N13B2) снова иммунизировали дважды внутрикожно вакциной БЦЖ с последующим новым IDR. Среднее значение записывали и наносили на график для каждой временной точки. Чтобы сравнить множественные экспериментальные условия, ответы на эритему определяли количественно как площадь под кривой (AUC) с использованием для расчета программного обеспечения Graph Pad Prism (фиг. 5A и B).

ELISPOT.

Ag-специфическую частоту Т-клеток отслеживали с помощью анализа ELISPOT IFN- $\gamma$  (набор IFIS-g ELISPOT для приматов, не являющихся человеком; R&D Systems, Миннеаполис, Миннесота) на свежесодержимых PBMC, повторно стимулированных туберкулином, в соответствии с инструкциями производителя.

Вкратце, захватывающее антитело (R&D systems, каталожный номер SEL961) добавляли в каждую лунку фильтровальных пластин ELISPOT MultiScreen® HTS Filter Plates (Merck Millipore) и инкубировали одну ночь при 4°C. После трех промывок добавляли блокирующий буфер и планшет инкубировали 2 ч при температуре окружающей среды. PBMC павианов были недавно извлечены из крови павианов с помощью центрифугирования в градиенте фиколла (GE Healthcare Life Science, Париж, Франция). Затем эритроциты лизировали и клетки промывали перед восстановлением в соответствующей концентрации в культуральной среде (среда TechMacs, дополненная пенициллин-стрептомицином (Gibco)) с очищенным белковым дериватом туберкулина или без него. Планшет инкубировали при 37°C и 5% CO<sub>2</sub> в течение 18-24 ч. После трех промывок буфером для промывки добавляли детектирующее антитело (R&D systems, каталожный номер SEL961) и инкубировали при 4°C в течение 24 ч. Стрептавидин-AP (R&D systems, каталожный номер SEL002) добавляли после трех промываний и инкубировали два часа при температуре окружающей среды в течение 2 ч. Выполняли три промывания. Затем добавляли BCIP/NBT (R&D systems, каталожный номер SEL002) и выдерживали в темноте 30 мин. Требовалось несколько промывок буфером для промывки и одна - деионизированной водой (фиг. 5C).

Животные.

Павианы (*Papio anubis*; 7-14 кг) были получены из Национального научного центра Приматологии (Руссе, Франция). Животных содержали в крупном виварии блока INSERM 1064. Исследования на животных были одобрены Национальным комитетом по этике Франции.

Результаты.

В первом эксперименте первый тест IDR с туберкулином выполняли на павианах, вакцинированных БЦЖ, которые не получали лечения в это время (день -30). После периода вымывания длиной один ме-

сяц второй тест IDR выполняли через 4 ч и затем раз в месяц после в/в инъекции 10 мг/кг N13B2 (белые столбики). Последний тест на IDR выполняли после новой вакцинации БЦЖ (через 14 месяцев после введения антитела). Контрольные животные (черные столбики) получали аналогичный объем вспомогательного вещества, т.е. получали провокацию по тому же протоколу. Полученные результаты показали, что химерное антитело против IL7 $\alpha$  вызывает очень длительную защиту (до 14 месяцев) после однократного введения. Ответ на провокацию восстановился только после новой вакцинации.

В другом эксперименте первый тест IDR с туберкулином выполняли на павианах, вакцинированных БЦЖ (заштрихованные столбики - например, IDR1 для V915GA). После периода вымывания длиной в один месяц тест IDR выполняли через 4 ч и затем раз в месяц после в/в инъекции 10 мг/кг гуманизированного N13B2 (сплошные столбики - например, IDR2-6 для V915GA). Последний тест на IDR выполняли после новой вакцинации БЦЖ и туберкулином (заштрихованные столбики - например, IDR7 для V915GA). Контрольные животные (черные столбики) получали аналогичный объем вспомогательного вещества, т.е. получали провокацию по тому же протоколу. Полученные результаты показали, что гуманизированное N13B2 индуцирует длительную защиту после однократного введения у 3 из 4 оцененных павианов. Животное "33874" первоначально отвечало сразу после введения антитела, но ответ восстановился самопроизвольно через месяц. PBMC в крови повторно стимулировали *ex vivo* туберкулином. Первый анализ ELISPOT IFN $\gamma$  с туберкулином или без него выполняли на павианах, вакцинированных БЦЖ (заштрихованные столбики). Второй анализ ELISPOT IFN $\gamma$  проводили через 4 дня после инъекции 10 мг/кг гуманизированного N13B2 (сплошные столбики). Затем новый анализ ELISPOT проводили каждый месяц при каждом новом тесте IDR туберкулином *in vivo*. Последний анализ ELISPOT IFN $\gamma$  проводили после новой вакцинации БЦЖ (заштрихованные столбики). Полученные результаты показали, что введение гуманизированного N13B2 индуцировало антигенспецифическую делецию Т-клеток памяти у животных с длительным ответом. Павиан "33874" не показал значительного сокращения туберкулин-специфических Т-клеток памяти параллельно с отсутствием долгосрочной защиты в модели DTH. После новой вакцинации БЦЖ животные с длительным ответом показали повышенную частоту антиген-специфических Т-клеток памяти, которые восстанавливаются до базального уровня (до инъекции mAb), и это ассоциировано с восстановлением ответа DTH *in vivo*. В целом, эти результаты продемонстрировали, что долговременная защита, индуцированная гуманизированным N13B2, ассоциирована с делецией антиген-специфических Т-клеток памяти, что объясняет долгосрочный эффект препарата.

Пример 7. Экспрессия IL-7, CD127 и TSLP у пациентов с ВЗК.

Необработанные данные по экспрессии мРНК, полученные, как подробно описано в Planell et al. Gut 2013 анализировали как подробно изложено в описании на фиг. 6.

Пример 8. Сигнальный путь человеческих PBMC, стимулированных анти-CD127 антителами плюс IL7.

Сигнальные пути IL7 изучали с использованием лизатов PBMC человека, инкубированных 30 мин при 37°C с 10 мкг/мл растворимых антител против CD127 человека и стимулированных IL7 (AbD Serotec, номер PHP046) в концентрации 5 нг/мл в течение 10 мин при 37°C. Вестерн-блоттинг проводили в восстанавливающих условиях с 20 мкг белка клеточных лизатов в 7,5% полиакриламидных гелях и наносили блоттингом на нитроцеллюлозные мембраны (GeHealthcare). Блоты насыщали 5% BSA-трис-буферным солевым раствором (TBS) и проявляли либо с помощью антитела Phospho-Stat5, Phospho-PI3-киназы p85, фосфо-Akt и фосфо-ERK1/2 (Cell Signalling Technology) при концентрации 1/1000 в 1% BSA-TBS (в течение ночи при 4°C) с последующим добавлением поликлонального меченного пероксидазой хрена козьего анти-кроличьего антитела, (технология Cell Signaling), при концентрации 1/2000 в течение 1 ч при комнатной температуре либо с антителом GAPDH (Santa Cruz) при концентрации 1/1000 в 1% BSA-TBS (в течение ночи при 4°C) с последующим добавлением поликлонального меченного пероксидазой хрена козьего антимышиного антитела (Jackson ImmunoResearch) при концентрации 1/2000 в течение 1 ч при комнатной температуре. Мембраны проявляли хемилюминесценцией с использованием системы визуализации LAS-3000 (Fujifilm). Таким образом, были проанализированы следующие античеловеческие антитела против CD127: N13B2-h3 и N13B2-hVL6 (оба антитела против сайта 1/2b, описанные в настоящем документе); MD707-13-G4 ("антитело против сайта 1", раскрытое в заявке на патент WO2013/056984) и 1A11 (раскрытое в патенте GSK WO2011/094259).

Пример 9. Влияние на высвобождение цитокинов Т-клетками в ткани ВЗК.

Биоптаты пациентов с ВЗК можно использовать в качестве модели воспаления *ex-vivo*, и было показано, что они спонтанно высвобождают высокие уровни провоспалительных цитокинов после 24 ч культивирования (ЯК: IFN $\gamma$ , 130 $\pm$ 19 пг/мл; IL-6 4042 $\pm$ 529 пг/мл; IL-8 25626 $\pm$ 1640 пг/мл - CD: IFN $\gamma$  180 $\pm$ 38 пг/мл; IL-6 3653 $\pm$ 734 пг/мл; IL-8 15540 $\pm$ 2452 пг/мл [средние $\pm$ стандартная ошибка среднего для ЯК и БК соответственно].

Применяли анти-CD127 mAb в концентрации 10 мкг/мл в этом анализе культуры органов с использованием хирургических образцов, взятых из воспаленной слизистой оболочки толстой кишки 20 пациентов с ВЗК (10 пациентов с болезнью Крона и 10 пациентов с язвенным колитом), и культивирование проводили при 37°C в течение 24 ч в среде с 10 мкг/мл контрольного mAb IgG или блокирующего mAb

против человеческого IL-7R $\alpha$  (подробности отбора проб и условий культивирования см. ниже). Для каждого пациента отбирали парный контрольный образец и культивировали в тех же условиях, с контролем IgG вместо антитела против CD127. Концентрацию цитокинов измеряли с помощью ELISA (как подробно описано ниже) в супернатанте культивируемых ex-vivo образцов.

Выработка IFN $\gamma$  образцами биопсии ЯК, выращенными ex vivo, была значительно ингибирована mAb против IL7R $\alpha$ . Аналогичные результаты наблюдали для некоторых образцов биопсии БК секретирующих большое количество IFN $\gamma$ .

Взятие образцов и культивирование органов ex-vivo.

В случае использования резекционной ткани слизистой оболочки, небольшие фрагменты размером с биоптат разрезали ножницами. Затем биоптаты или фрагменты размером с биоптат помещали в 300 мкл бессывороточной среды HL-1 (Lonza, Cambridge BioScience, Великобритания) с добавлением L-глутамина, 100 ед/мл пенициллина, 100 мкг/мл стрептомицина и 50 мкг/мл гентамицина. Экспланты слизистой оболочки инкубировали в течение 24 ч при 37°C и 5% CO<sub>2</sub>. Соответствующее тестируемое антитело (N13B2) или контроль IgG, используемые в концентрации 10 мкг/мл, добавляли в среду в начале периода инкубации. Наконец, супернатант и материал для биопсии быстро замораживали и хранили при -70°C для последующего анализа.

Твердофазный иммуноферментный анализ (ИФА).

Выработку цитокинов в супернатанте биоптатов измеряли с помощью иммуноферментного анализа (ИФА). Человеческий рекомбинантный IFN- $\gamma$  от производителя ImmunoTools (№ 31673539, Friesoythe, Германия) использовали в соответствии с инструкцией производителя.

Пример 10. Сравнение антител против IL7-Ra человека, связанное с их характеристикой эпитопов.

Масс-спектрометрический анализ: профилирование антител с использованием пептидного микро-чипа.

Пептидные микрочипы PepStar<sup>TM</sup> компании Pepti Technologies содержат очищенные синтетические пептиды, полученные из антигенов или других источников, которые хемоселективно и ковалентно иммобилизованы на поверхности стекла. Оптимизированный гидрофильный линкерный фрагмент вставляют между поверхностью стекла и пептидной последовательностью, полученной из антигена, чтобы избежать ложноотрицательных результатов, вызванных стерическим затруднением. По техническим причинам все пептиды содержат С-концевой глицин. Эксперименты по профилированию образцов проводили на пептидной библиотеке, состоящей из 52 пептидов.

Полный список пептидов приведен ниже.

Таблица 5. Список пептидов, используемых в анализах пептидных микрочипов

| SE<br>Q<br>ID | Последовательность | SE<br>Q<br>ID | Последовательность | SE<br>Q<br>ID | Последовательность |
|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|
| 44            | ESGYAQNGDLEDAEL    | 62            | F1ETKKFLLIGKSNI    | 80            | HDVAYRQEKDENKWT    |
| 45            | AQNGDLEDAELDDYS    | 63            | KKFLLIGKSNICVKV    | 81            | YRQEKDENKWTNVNL    |
| 46            | DLEDAELDDYSFSCY    | 64            | LIGKSNICVKVGEKS    | 82            | KDENKWTNVNLSSTK    |
| 47            | AELDDYSFSCYSQLE    | 65            | SNICVKVGEKSLTCK    | 83            | KWTNVNLSSTKLTL     |
| 48            | DYSFSCYSQLEVNGS    | 66            | VKVGEKSLTCKIDL     | 84            | VNLSSTKLTLQKRL     |
| 49            | SCYSQLEVNGSQHSL    | 67            | EKSLTCKIDLTTIV     | 85            | STKLTLQKRLQPA      |
| 50            | QLEVNGSQHSLTCAF    | 68            | TCKIDLTTIVKPEA     | 86            | TLLQKRLQPAAMYEI    |
| 51            | NGSQHSLTCAFEDPD    | 69            | IDLTTIVKPEAPFDL    | 87            | RKLQPAAMYEIKVRS    |
| 52            | HSLTCAFEDPDVNTT    | 70            | TIVKPEAPFDLSVIY    | 88            | PAAMYEIKVRSIPDH    |
| 53            | CAFEDPDVNTTNLEF    | 71            | PEAPFDLSVIYREGA    | 89            | YEIKVRSIPDHYFKG    |
| 54            | DPDVNTTNLEFEICG    | 72            | FDLSVIYREGANDFV    | 90            | VRSIPDHYFKGFWSE    |
| 55            | NTTNLEFEICGALVE    | 73            | VIYREGANDFVVTFN    | 91            | PDHYFKGFWSEWSPS    |
| 56            | LEFEICGALVEVKCL    | 74            | EGANDFVVTFNNTSHL   | 92            | FKGFWSEWSPSYFR     |
| 57            | ICGALVEVKCLNFRK    | 75            | DFVVTFNNTSHLQKKY   | 93            | WSEWSPSYFRTPEI     |
| 58            | LVEVKCLNFRKLQEI    | 76            | TFNTSHLQKKYVKVL    | 94            | SPSYFRTPEINNNS     |
| 59            | KCLNFRKLQEIYFIE    | 77            | SHLQKKYVKVLMHDV    | 95            | YFRTPEINNNSGEMD    |
| 60            | FRKLQEIYF1ETKKF    | 78            | KKYVKVLMHDVAYRQ    |               |                    |
| 61            | QEIYF1ETKKFLLIG    | 79            | KVLMHDVAYRQEKDE    |               |                    |

В общей сложности 4 образца инкубировали на предметных стеклах с микрочипами в формате Multiwell. Для антитела N13B2-h3VL6 и другого образца (MD707-13, HAL и 1A11) применяли 6 различных концентраций (10; 2; 1; 0,1; 0,01; 0,001 мкг/мл). Серийные разведения образцов инкубировали в течение 1 ч при 30°C на многоруночном микропланшете, содержащем 21 отдельный миничип (1 миничип на каждое разведение образца). После инкубации образца добавляли вторичное антитело против IgG человека в концентрации 1 мкг/мл и оставляли реагировать в течение 1 ч. Параллельно проводили дополнительную контрольную инкубацию с применением только вторичного антитела на том же предметном стекле микрочипа для оценки ложноположительного связывания с пептидами. После промывки и сушки предметное стекло сканировали с помощью лазерного сканера высокого разрешения на 635 нм для получения профилей интенсивности флуоресценции. Полученные изображения количественно оценивали для получения среднего значения пикселей для каждого пептида. Изображения количественно оценивали для получения среднего значения пикселей для каждого пептида. Вторичное антитело против IgG человеческого, меченное Cy5 в концентрации 1 мкг/мл.

Буферы и растворы. Использовали TBS-буфер, включающий 0,05% Tween20 (JPT) и буфер для анализа T20 (Pierce, SuperBlock TBS T20, №37536). Сбор и анализ проводили с использованием пептидных микрочипов (JPT Peptide Technologies GmbH, Берлин, Германия; партия № 2668, многоруночная инкубационная камера, сканер Axon GenePix Scanner 4200AL). Микрочипы сканировали с использованием флуоресцентного сканера высокого разрешения. Параметры лазера и применяемое разрешение были идентичными, для всех выполненных измерений. Полученные изображения анализировали и количественно оценивали с использованием программного обеспечения для распознавания пятен GenePix (Molecular Devices). Для каждого пятна была извлечена средняя интенсивность сигнала (от 0 до 65535 произвольных единиц).

Для дальнейшей оценки данных определяли так называемые значения MMC2. MMC2 равняется среднему значению всех трех экземпляров на микрочипе, кроме случаев, когда коэффициент вариации (CV) - стандартное отклонение, деленное на среднее значение - больше 0,5. В этом случае MMC2 присваивается среднее из двух ближайших значений (MC2).

Анализ с помощью дейтерия.

Используя систему HDX-2 (Waters SA/NV; Зеллик, Бельгия) рекомбинантный человеческий CD127 и 0- или 1-молярный эквивалент mAb смешивали и разбавляли в 99,9% D<sub>2</sub>O, 10 mM фосфата натрия, 100 mM NaCl, pH 6,8 до конечного содержания D<sub>2</sub>O 90% и концентрация комплекса CD127 или CD127/mAb 27,5 мкМ. Водородно-дейтериевый обмен проводили при 20,0°C в течение 30 мин. Обмен гасили путем разбавления 1:1 (об./об.) образцов 100 mM фосфатом натрия, 4 M гуанидин-HCl, 0,4 M TCEP, pH 2,3, при 1,0°C, с получением конечного pH 2,5. Через 2 мин погашенные образцы загружали в устройство HDX для оперативного расщепления пепсином при 20,0°C (Энзимат BEN пепсин, 2,1×30 мм; 5 мкМ) с последующим обессоливанием (Acquity BEN C18 Vanguard 2,1×5 мм; 1,7 м) и разделением обращенных фаз (Acquity BEN C18 1,0×100 мм; 1,7 мкМ) с использованием градиента от 5 до 40% 0,2% муравьиной кислоты в ацетонитриле (pH 2,5) в течение 10 мин при расходе 40 мкл/мин при 0,0°C. Масс-спектрометрический анализ выполняли на масс-спектрометре Waters Xevo G2-XS ESI-Q-TOF в режиме положительных ионов с коррекцией методом LockSpray. Использовали мягкие условия источника (температура: 90°C, капиллярное напряжение: 2,5 кВ, конус для отбора проб: 30 В, расход десольватационного газа: 800 л/ч, температура десольватации: 250°C) для минимизации обратного обмена при обеспечении надлежащей десольватации (73). Идентификации пептидов способствовала столкновением диссоциация, регистрируемая в режиме MSE с использованием PLGS 3.0.2 и UNIFI 1.8. Включение дейтерия определяли в DynamX 3.0. Изображения структуры готовили с использованием PyMOL 1.8.2.3 (Schrodinger LLC, Кембридж, Массачусетс, США) из PDB ID 3DI3 (19). Одноосновный и двухосновный фосфат натрия, хлорид натрия, гидрохлорид гуанидина, трис (2-карбоксиэтил) фосфин гидрохлорид (TCEP), 50% гидроксид натрия и муравьиную кислоту приобретали у Sigma Aldrich (Schnelldorf, Германия) с наивысшей доступной чистотой. Растворители класса LC-MS получали от Biosolve Chimie (Дьез, Франция), оксид дейтерия (99,9% D) и 20% хлорид дейтерия в оксиде дейтерия (99,96% D) получали из Cambridge Isotope Laboratories (Андовер, Массачусетс, США), 37% соляную кислоту - от VWR International (Фонтене-су-Буа, Франция) и бычий цитохром C - от Thermo Fisher Scientific (Гермеринг, Германия). Ультрацентрические фильтры Amicon (0,5 мл; отсечка 10 кДа) получали от Merck Millipore (Мольсем, Франция).

Результаты.

Характеризация эпитопов с помощью линейного пептидного массива различных mAb против IL7Rα позволила идентифицировать два типа mAb-антагонистов: (1) mAb, связывающиеся с областью (сайт-1) взаимодействия с IL-7, как ранее описано двумя другими группами исследователей (клон 1A11, описанный в WO/2011/094259, и клон HAL, описанный в WO/2011/104687) и включающие MD707-13, и (2) mAb, т.е. N13B2-h3VL6 по настоящему изобретению, связывающие как сайт-1, так и эпитоп, перекрывающий предсказанный домен (сайт-2b) гетеродимеризации между IL-7Rα и субъединицами γ-цепи (Walsh 2012).

N13B2-h3VL6 и MD707-13 с высокой и сходной аффинностью (связывание с сайтом-1/2b с  $KD 2 \times 10^{-10}$  М и связывание с сайтом-1 с аналогичным  $KD 5 \times 10^{-10}$  М) рекомбинантно экспрессировали с изотипом Fc человеческого IgG4 (содержащим шарнирную мутацию S228P для предотвращения обмена Fab-плечо) и сравнивали с ранее описанным mAb с другим сайтом-1 с аналогичной аффинностью, клон 1A11, описанным в WO/2011/094259 ( $KD 6 \times 10^{-10}$  М) и рекомбинантно экспрессировали с изотипом Fc человеческого IgG1, которое в настоящее время разрабатывается в клинических испытаниях (клинические испытания NCT02293161). Анализ конформационного эпитопа с использованием водородно-дейтериевого обмена с масс-спектрометрией (HDX-MS) подтвердил предыдущие наблюдения и продемонстрировал, что антитело по изобретению, т.е. N13B2-h3VL6 (сайт-1/2b mAb), защищено от включения дейтерия в несколько пептидов сайта-1, но также в пептид, перекрывающий сайт-2b, в то время как два других mAb (MD707-13 и 1A11) значительно предотвращают включение дейтерия только в пептиды из сайта-1 (данные не показаны).

Антитело по изобретению было единственным, которое распознало конформационный эпитоп, локализованный на сайте 1 из домена 1, и конформационный эпитоп, локализованный на сайте 2b человеческого CD127.

Пример 11. Сравнение антител против IL-7R $\alpha$  человека по их способности быть агонистом и/или антагонистом пути IL-7.

Вестерн-блоттинг.

Свежевыделенные PBMC человека инкубировали в течение 30 мин при 37°C с 10 мкг/мл mAb против IL-7R $\alpha$  человека, а затем культивировали отдельно или с 5 нг/мл рекомбинантного человеческого IL-7 (AbDSerotec) в течение 10 мин при 37°C. После остановки реакций на льду готовили лизаты клеток с использованием буфера RIPA (с коктейлем ингибитора протеазы). Белки (15 мкг) растворяли в восстанавливающих условиях на 7,5%-полиакриламидных гелях и иммобилизовали на нитроцеллюлозных мембранах (GeHealthcare) с использованием стандартных способов. Блоты промывали 5% BSA-трис-буферным солевым раствором и инкубировали с Phospho-STAT 5, Phospho-PI3K p55 или Phospho-ERK-специфическими антителами в 1% BSA-TBS (в течение ночи при 4°C), а затем поликлональными антикозьими антителами кролика, меченными пероксидазой хрена (технология Cell Signaling), в течение 1 ч при комнатной температуре. В качестве альтернативы, блоты окрашивали с использованием антитела GAPDH (Santa Cruz) в 1% BSA-TBS (в течение ночи при 4°C), а затем поликлонального козьего антимышинного антитела, меченного пероксидазой хрена (Jackson Immunoresearch), в течение 1 ч при комнатной температуре. Мембраны детектировали хемилюминесценцией с использованием системы визуализации LAS-3000 (Fujifilm).

РНК-секвенирование.

Свежевыделенные человеческие PBMC инкубировали с 10 мкг/мл моноклональных антител против человеческого IL-7R $\alpha$  (30 мин при 37°C), а затем культивировали отдельно или с 5 нг/мл рекомбинантного человеческого IL-7 (AbDSerotec) в течение 3 ч при 37°C. Реакции останавливали на льду и осадок клеток ресуспендировали в буфере RLT (Qiagen), содержащем 1% Р-меркаптоэтанол, в очищенной от РНКазы/ДНКазы воде и хранили при -80°C. РНК экстрагировали с использованием набора для мини-экстракции РНК в соответствии с инструкциями производителя (Qiagen). Качество и количество РНК оценивали с помощью инфракрасной спектрометрии (Nanodrop) и биоанализатора Agilent (Agilent RNA 6000 Pico Kit). Библиотеки Smart-Seq2 готовили в Broad Technology Labs и секвенировали с помощью Broad Genomics Platform в соответствии с протоколом SmartSeq2 с некоторыми изменениями. Вкратце, полную РНК очищали с использованием микросфер РНК-SPRI, мРНК polyA+ подвергали обратной транскрипции в кДНК, и амплифицированную кДНК подвергали фрагментации на основе транспозона, используя двойное индексирование для штрихкодирования каждого фрагмента каждого преобразованного транскрипта комбинацией специфических штрихкодов для каждого образца. Секвенирование проводили в формате спаренных концов 2x25 п.н. с дополнительными 8 циклами для каждого индекса. Данные разделяли по штрихкоду и выровнены с использованием Tophat версии 2.0.10 с настройками по умолчанию. Транскрипты количественно оценивали с помощью вычислительного конвейера Broad Technology Labs с использованием Cuffquant версии 2.2.1. Вкратце, данные обрабатывали с помощью CuffNorm, если 50% считываний были выровнены, и если по крайней мере 100000 пар были выровнены на каждый образец. При нормализации использовали настройки по умолчанию, включая "геометрическую" нормализацию, и информацию об уровне экспрессии, в виде преобразованные в log<sub>2</sub> значений FPKM (число фрагментов на т.п.н. транскрипта на миллион картированных фрагментов), использовали для последующего анализа. Для выявления дифференциальных генов выполняли линейное моделирование с оценкой отношения среднее-дисперсия (подход limma-trend) с помощью эмпирической байесовской статистической процедуры с использованием пакета LIMMA в R. Гены с р-значением, откорректированным по Бенджамини и Хохбергу, <5% и кратностью изменения (FC) > 1,5 считались дифференциально экспрессированными. Для представления экспрессии генов выполняли анализ основных компонентов (PCA) и кластеризацию в R v3.3.2 с использованием пакетов ade4/adegraphics и pheatmap соответственно. Биологическую значимость отобранных генов оценивали с использованием пакета R clusterProfiler. Отбирали категории ген-

ной онтологии (GO), обогащенные показателем ложного обнаружения (FDR) <5% и по меньшей мере с пятью представленными генами. Доступ к данным RNA-seq можно получить используя номер доступа GEO GSE

Результаты.

Сигнальные пути STAT5, PI3K и ERK.

Затем mAb против IL-7R $\alpha$  человека (N13B2-h3VL6, MD707-13, 1A11 и HAL) сравнивали по их способности активировать или блокировать сигнальные пути STAT5, PI3K и ERK, ранее ассоциированные с передачей сигналов IL-7R (фиг. 9 и 10). Как показано ранее (см., например, фиг. 7), IL-7 индуцирует сильное фосфорилирование STAT5 на человеческих PBMC, и все исследованные mAb являются мощными ингибиторами этого фосфорилирования STAT5 (см. фиг. 7). В отличие от этого, как показано на фиг. 9 и 10, авторы изобретения обнаружили, что хотя IL-7 индуцирует переменное фосфорилирование PI3K и не вызывает фосфорилирования ERK, антитела предшествующего уровня техники (а именно MD707-13, 1A11 и HAL) значительно индуцируют фосфорилирование ERK и в меньшей степени сигнал PI3K даже в отсутствие экзогенного IL-7, в отличие от антитела по изобретению. Эти результаты показывают, что антитела против IL-7R $\alpha$  человека предшествующего уровня техники обладают частичными свойствами агониста и поэтому рассматриваются как двойные агонистические/антагонистические mAb в отношении человеческого IL-7R. Напротив, антитело по изобретению, и в частности N13B2-h3VL6, обладает свойством только антагониста человеческого IL-7R.

Авторы изобретения оценили, могут ли антитела со свойствами агониста/антагониста доставлять эффективный агонистический сигнал, способный модифицировать Т-клетки человека. Транскриптомные человеческих PBMC, инкубированные в течение 3,5 ч без экзогенного человеческого IL-7, с человеческим IL-7 и с IL-7 и антителом (MD707-13, 1A11 сайт-1 (IgG4 № 1 или IgG1 № 2 соответственно) или N13B2-h3VL6 сайт-1/2b (IgG4)), проанализировали с помощью РНК-секвенирования следующего поколения (RNA-SEQ). В общей сложности 481 ген был дифференциально экспрессирован в человеческих PBMC, инкубированных с mAb против IL-7R $\alpha$  человека, по сравнению с контрольными условиями, в то время как в общей сложности 334 гена были дифференциально экспрессированы только стимуляцией IL-7 человека по сравнению с контрольными условиями.

Таблица 6. Список генов, достоверно (FDR 5%) и дифференциально (кратность изменения >1,5), экспрессируемых после инкубации человеческих РВМС (n=7) с mAb против IL7Rα по сравнению с нестимулированными клетками

| Ген      | N13B2-h3VL6          |                                  | MD707-13 IgG4 №1     |                                  | 1A11 IgG1 №2         |                                  |
|----------|----------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------------|
|          | logFC<br>/ нестимул. | Скоррек<br>тиров. Р-<br>значение | logFC<br>/ нестимул. | Скорректи<br>ров. Р-<br>значение | logFC<br>/ нестимул. | Скорректи<br>ров. Р-<br>значение |
| ACADVL   | 0,85                 | 0,040                            | 1,15                 | 0,001                            | 0,87                 | 0,011                            |
| AHR      | 0,86                 | 0,029                            | 1,16                 | 0,000                            | 1,21                 | 0,000                            |
| AKIRIN1  | 0,75                 | 0,028                            | 0,88                 | 0,002                            | 0,78                 | 0,006                            |
| ALDH16A1 | 1,23                 | 0,021                            | 1,45                 | 0,001                            | 1,32                 | 0,003                            |
| ALDH5A1  | 0,72                 | 0,044                            | 0,93                 | 0,002                            | 1,05                 | 0,001                            |
| APPBP2   | 0,81                 | 0,001                            | 0,90                 | 0,000                            | 0,81                 | 0,000                            |
| ARHGEF1  | 0,85                 | 0,001                            | 1,05                 | 0,000                            | 0,88                 | 0,000                            |
| B3GNT2   | 1,03                 | 0,034                            | 1,23                 | 0,003                            | 1,15                 | 0,005                            |
| C17orf59 | 1,07                 | 0,039                            | 1,49                 | 0,001                            | 1,27                 | 0,004                            |
| CCDC117  | 0,77                 | 0,024                            | 0,88                 | 0,002                            | 0,80                 | 0,005                            |
| CCNI     | 0,73                 | 0,004                            | 0,98                 | 0,000                            | 0,78                 | 0,001                            |
| CDK17    | 0,98                 | 0,003                            | 1,09                 | 0,000                            | 0,94                 | 0,001                            |
| COTL1    | 1,67                 | 0,000                            | 1,80                 | 0,000                            | 1,35                 | 0,000                            |
| CYP11B1  | -0,66                | 0,029                            | -0,75                | 0,003                            | -0,69                | 0,006                            |
| DDI2     | 1,17                 | 0,011                            | 1,45                 | 0,000                            | 1,24                 | 0,002                            |
| DEF6     | 1,03                 | 0,030                            | 1,39                 | 0,001                            | 1,09                 | 0,006                            |
| DNLZ     | 1,17                 | 0,029                            | 1,19                 | 0,008                            | 1,22                 | 0,006                            |
| DUSP2    | 1,73                 | 0,002                            | 2,18                 | 0,000                            | 2,30                 | 0,000                            |
| ENG      | -0,73                | 0,004                            | -0,61                | 0,005                            | -0,67                | 0,002                            |
| EXOC8    | 0,69                 | 0,043                            | 0,62                 | 0,033                            | 0,63                 | 0,026                            |
| FAM160B1 | 0,83                 | 0,030                            | 1,26                 | 0,000                            | 0,72                 | 0,024                            |
| FEM1B    | 0,99                 | 0,005                            | 1,09                 | 0,000                            | 0,87                 | 0,005                            |
| GCFC2    | 1,00                 | 0,011                            | 0,87                 | 0,011                            | 0,83                 | 0,013                            |
| GNA15    | 0,99                 | 0,011                            | 1,14                 | 0,001                            | 1,25                 | 0,000                            |
| GOPC     | 0,83                 | 0,015                            | 0,64                 | 0,029                            | 0,69                 | 0,015                            |
| GRSF1    | 0,65                 | 0,015                            | 0,81                 | 0,000                            | 0,69                 | 0,002                            |
| HIPK3    | 0,67                 | 0,025                            | 0,79                 | 0,002                            | 0,69                 | 0,006                            |
| HMA1     | 0,88                 | 0,004                            | 1,05                 | 0,000                            | 0,89                 | 0,001                            |
| HSBP1L1  | 1,04                 | 0,029                            | 0,97                 | 0,017                            | 0,86                 | 0,030                            |
| JUNB     | 0,91                 | 0,025                            | 1,25                 | 0,000                            | 1,42                 | 0,000                            |
| KLC2     | 1,08                 | 0,036                            | 1,18                 | 0,007                            | 1,34                 | 0,002                            |
| LYSMD2   | 0,78                 | 0,016                            | 0,72                 | 0,010                            | 0,70                 | 0,009                            |
| LYZ      | -0,60                | 0,031                            | -0,86                | 0,000                            | -0,76                | 0,001                            |
| MS4A7    | -0,80                | 0,001                            | -0,98                | 0,000                            | -0,59                | 0,006                            |
| MTA2     | 0,84                 | 0,038                            | 1,18                 | 0,001                            | 1,10                 | 0,002                            |
| NCOA5    | 0,65                 | 0,018                            | 0,84                 | 0,000                            | 0,89                 | 0,000                            |
| NSUN2    | 0,63                 | 0,029                            | 0,74                 | 0,002                            | 0,75                 | 0,002                            |
| PITHD1   | 0,81                 | 0,040                            | 1,03                 | 0,002                            | 0,81                 | 0,013                            |
| PLEKHF2  | 0,72                 | 0,004                            | 0,83                 | 0,000                            | 0,77                 | 0,001                            |
| POLRMT   | 1,09                 | 0,001                            | 1,30                 | 0,000                            | 1,06                 | 0,000                            |
| PPP2CA   | 0,75                 | 0,025                            | 0,87                 | 0,002                            | 0,75                 | 0,007                            |
| PREB     | 0,88                 | 0,018                            | 0,78                 | 0,014                            | 0,92                 | 0,004                            |
| PRKCH    | 0,70                 | 0,011                            | 0,88                 | 0,000                            | 0,78                 | 0,001                            |

|           | N13B2-h3VL6 |       | MD707-13 IgG4 №1 |       | 1A11 IgG1 №2 |       |
|-----------|-------------|-------|------------------|-------|--------------|-------|
| PSMD3     | 1,01        | 0,035 | 1,58             | 0,000 | 1,37         | 0,001 |
| PYGO2     | 1,08        | 0,003 | 1,07             | 0,001 | 0,74         | 0,016 |
| RASSF5    | 0,63        | 0,004 | 0,67             | 0,000 | 0,60         | 0,002 |
| RBL2      | 0,71        | 0,011 | 0,85             | 0,000 | 0,59         | 0,012 |
| RRP1      | 0,69        | 0,019 | 0,62             | 0,013 | 0,80         | 0,002 |
| SMCHD1    | 0,71        | 0,001 | 1,00             | 0,000 | 0,85         | 0,000 |
| SREBF2    | 0,83        | 0,009 | 1,13             | 0,000 | 0,98         | 0,000 |
| TAF10     | 1,87        | 0,001 | 1,57             | 0,001 | 1,28         | 0,006 |
| TAF4B     | 0,75        | 0,030 | 1,12             | 0,000 | 1,29         | 0,000 |
| TMX4      | 1,04        | 0,009 | 1,13             | 0,001 | 0,89         | 0,009 |
| TPGS1     | 2,55        | 0,008 | 2,95             | 0,000 | 2,06         | 0,011 |
| TRAM1     | 0,71        | 0,001 | 0,73             | 0,000 | 0,59         | 0,002 |
| TRPC4AP   | 0,98        | 0,005 | 1,21             | 0,000 | 1,06         | 0,001 |
| TTC13     | 0,76        | 0,034 | 0,90             | 0,003 | 0,68         | 0,022 |
| UNC119    | 1,02        | 0,036 | 1,43             | 0,001 | 1,26         | 0,002 |
| USP9X     | 0,90        | 0,000 | 0,92             | 0,000 | 0,85         | 0,000 |
| VPS4A     | 0,74        | 0,042 | 0,95             | 0,002 | 0,75         | 0,012 |
| ZNF800    | 0,74        | 0,013 | 1,01             | 0,000 | 0,84         | 0,001 |
| ACTN4     | 0,55        | 0,005 | 0,60             | 0,000 | 0,65         | 0,000 |
| C15orf48  | -0,63       | 0,029 | -0,87            | 0,000 | -0,51        | 0,035 |
| C3AR1     | -0,56       | 0,011 | -0,75            | 0,000 | -0,64        | 0,001 |
| CD247     | 0,80        | 0,004 | 0,87             | 0,000 | 0,50         | 0,038 |
| FAM50A    | 0,66        | 0,028 | 0,93             | 0,000 | 0,54         | 0,031 |
| HCK       | -0,65       | 0,009 | -0,83            | 0,000 | -0,46        | 0,030 |
| IL6ST     | 0,43        | 0,034 | 0,60             | 0,000 | 0,77         | 0,000 |
| JAK1      | 0,71        | 0,001 | 0,80             | 0,000 | 0,58         | 0,002 |
| KYNU      | -0,60       | 0,018 | -0,94            | 0,000 | -0,56        | 0,007 |
| NCF2      | -0,57       | 0,029 | -0,71            | 0,001 | -0,70        | 0,001 |
| PARP10    | 0,58        | 0,037 | 0,75             | 0,002 | 0,73         | 0,002 |
| RAD54L2   | 0,61        | 0,037 | 0,66             | 0,008 | 0,53         | 0,033 |
| SMG5      | 0,54        | 0,033 | 0,80             | 0,000 | 0,75         | 0,001 |
| TOR3A     | 0,73        | 0,028 | 0,62             | 0,028 | 0,57         | 0,040 |
| ADM       | -0,88       | 0,005 | -1,01            | 0,000 | -0,02        | 0,967 |
| CES1      | -0,77       | 0,028 | -0,78            | 0,008 | -0,45        | 0,145 |
| SLC31A2   | -0,79       | 0,004 | -0,60            | 0,012 | -0,17        | 0,577 |
| SMPDL3A   | -1,11       | 0,009 | -1,12            | 0,002 | -0,56        | 0,149 |
| TREM1     | -0,72       | 0,009 | -0,67            | 0,005 | -0,28        | 0,287 |
| VNN1      | -0,97       | 0,030 | -1,17            | 0,002 | -0,35        | 0,423 |
| FLT1      | -1,01       | 0,028 | -0,66            | 0,101 | -0,80        | 0,039 |
| ABCG1     | 0,39        | 0,339 | 0,70             | 0,028 | 0,62         | 0,047 |
| ANKRD30BL | 0,88        | 0,342 | 1,42             | 0,049 | 1,73         | 0,012 |
| C16orf58  | 0,42        | 0,219 | 0,63             | 0,019 | 0,59         | 0,026 |
| C6orf120  | 0,31        | 0,536 | 1,03             | 0,003 | 0,84         | 0,013 |
| CA2       | -0,33       | 0,450 | -0,70            | 0,033 | -0,73        | 0,022 |

|          | N13B2-h3VL6 |       | MD707-13 IgG4 №1 |       | 1A11 IgG1 №2 |       |
|----------|-------------|-------|------------------|-------|--------------|-------|
| CCNL2    | 0,51        | 0,178 | 0,75             | 0,012 | 0,59         | 0,049 |
| CD14     | -0,64       | 0,070 | -0,98            | 0,001 | -0,89        | 0,002 |
| CDK16    | 0,64        | 0,118 | 0,96             | 0,004 | 0,80         | 0,014 |
| CHTF18   | 0,67        | 0,174 | 0,87             | 0,030 | 1,13         | 0,004 |
| CLPTM1   | 0,74        | 0,111 | 1,06             | 0,005 | 1,01         | 0,007 |
| CREBZF   | 0,50        | 0,116 | 0,72             | 0,006 | 0,67         | 0,008 |
| CREG1    | 0,70        | 0,095 | 0,86             | 0,013 | 0,99         | 0,004 |
| CSF1R    | -0,39       | 0,263 | -0,71            | 0,010 | -0,92        | 0,001 |
| DAPK3    | 0,56        | 0,240 | 0,80             | 0,038 | 0,97         | 0,008 |
| DDRKG1   | 0,91        | 0,126 | 1,39             | 0,004 | 1,53         | 0,002 |
| DOHH     | 1,40        | 0,061 | 1,45             | 0,020 | 1,69         | 0,006 |
| EMC8     | 0,61        | 0,229 | 1,15             | 0,004 | 1,04         | 0,008 |
| FAM115C  | 0,37        | 0,264 | 0,61             | 0,022 | 0,64         | 0,013 |
| FUCA1    | -0,35       | 0,234 | -0,59            | 0,011 | -0,66        | 0,004 |
| GAPT     | -0,48       | 0,188 | -0,67            | 0,023 | -0,85        | 0,003 |
| GMIP     | 0,55        | 0,076 | 0,78             | 0,002 | 0,70         | 0,005 |
| GMPPB    | 0,82        | 0,073 | 0,92             | 0,016 | 0,95         | 0,010 |
| HCG11    | 0,70        | 0,087 | 1,05             | 0,002 | 0,80         | 0,014 |
| HEATR3   | 0,43        | 0,280 | 0,74             | 0,019 | 0,74         | 0,017 |
| HEIH     | 0,97        | 0,056 | 1,05             | 0,014 | 0,84         | 0,047 |
| HELZ2    | 0,42        | 0,287 | 0,77             | 0,013 | 0,77         | 0,010 |
| HMG20B   | 0,54        | 0,088 | 0,61             | 0,019 | 0,59         | 0,022 |
| HNRNPA0  | 0,58        | 0,165 | 0,74             | 0,028 | 0,90         | 0,006 |
| HPCAL1   | 0,38        | 0,344 | 0,86             | 0,005 | 0,67         | 0,028 |
| KIAA1919 | 0,63        | 0,116 | 0,81             | 0,013 | 0,66         | 0,042 |
| KLHDC2   | 0,54        | 0,149 | 0,71             | 0,019 | 0,62         | 0,040 |
| LTB      | 0,45        | 0,248 | 0,92             | 0,003 | 0,82         | 0,007 |
| MAF1     | 0,86        | 0,161 | 1,54             | 0,002 | 1,38         | 0,005 |
| MAFF     | 0,54        | 0,249 | 0,81             | 0,029 | 1,19         | 0,001 |
| MAP3K11  | 0,49        | 0,263 | 0,77             | 0,030 | 0,70         | 0,044 |
| MGST1    | -1,05       | 0,089 | -1,24            | 0,015 | -1,06        | 0,036 |
| MIER2    | 0,89        | 0,112 | 0,93             | 0,047 | 1,25         | 0,006 |
| MOB2     | 0,69        | 0,150 | 1,05             | 0,007 | 0,90         | 0,017 |
| PET100   | -0,32       | 0,298 | -0,61            | 0,013 | -0,61        | 0,010 |
| PLK3     | 0,20        | 0,700 | 0,79             | 0,021 | 0,83         | 0,012 |
| POLG     | 0,52        | 0,086 | 0,97             | 0,000 | 0,79         | 0,002 |
| PSMD2    | 0,41        | 0,212 | 0,62             | 0,018 | 0,61         | 0,017 |
| RAB13    | -0,50       | 0,089 | -0,73            | 0,002 | -0,62        | 0,009 |
| RASAL3   | 0,74        | 0,067 | 0,92             | 0,006 | 0,72         | 0,028 |
| RELB     | 0,22        | 0,633 | 0,63             | 0,046 | 0,69         | 0,022 |
| RGMB     | 0,58        | 0,173 | 0,80             | 0,020 | 0,74         | 0,028 |
| RNF10    | 0,56        | 0,095 | 0,67             | 0,016 | 0,66         | 0,014 |
| RNF149   | 0,60        | 0,077 | 0,69             | 0,016 | 0,69         | 0,012 |
| RPL39L   | -1,02       | 0,125 | -1,09            | 0,049 | -1,41        | 0,008 |
| RPUSD1   | 0,76        | 0,105 | 0,84             | 0,031 | 1,00         | 0,008 |

|          | N13B2-h3VL6 |       | MD707-13 IgG4 №1 |       | 1A11 IgG1 №2 |       |
|----------|-------------|-------|------------------|-------|--------------|-------|
| SCARF1   | 0,39        | 0,408 | 0,77             | 0,032 | 1,13         | 0,002 |
| SENP6    | 0,44        | 0,204 | 0,69             | 0,012 | 0,72         | 0,007 |
| SIPA1L3  | -0,01       | 0,992 | 0,71             | 0,021 | 0,74         | 0,013 |
| SLC25A22 | 0,51        | 0,283 | 0,75             | 0,047 | 0,83         | 0,024 |
| SLC38A10 | 0,24        | 0,595 | 0,76             | 0,014 | 0,66         | 0,030 |
| SLC43A2  | 0,66        | 0,068 | 0,63             | 0,040 | 0,99         | 0,001 |
| SPATC1L  | 0,96        | 0,180 | 1,17             | 0,044 | 1,22         | 0,031 |
| SPP1     | -0,53       | 0,102 | -0,85            | 0,001 | -0,62        | 0,017 |
| SRP68    | 0,68        | 0,096 | 0,77             | 0,024 | 0,98         | 0,003 |
| TAZ      | 0,95        | 0,092 | 1,23             | 0,008 | 1,22         | 0,007 |
| TCIRG1   | 0,79        | 0,069 | 1,15             | 0,001 | 1,15         | 0,002 |
| TNFRSF1B | 0,51        | 0,208 | 0,72             | 0,026 | 0,82         | 0,009 |
| TNFRSF4  | 0,23        | 0,751 | 0,97             | 0,034 | 1,15         | 0,009 |
| TNKS     | 0,66        | 0,052 | 0,78             | 0,006 | 0,67         | 0,016 |
| TSC22D2  | 0,47        | 0,137 | 0,65             | 0,011 | 0,61         | 0,014 |
| UBA5     | 0,91        | 0,076 | 1,22             | 0,004 | 1,17         | 0,005 |
| USP48    | 0,64        | 0,145 | 0,90             | 0,012 | 0,72         | 0,044 |
| VPS51    | 0,50        | 0,145 | 0,82             | 0,003 | 0,76         | 0,005 |
| ZFAND5   | 0,56        | 0,054 | 0,71             | 0,003 | 0,64         | 0,007 |
| ZNF259   | 0,47        | 0,242 | 0,85             | 0,007 | 0,65         | 0,038 |
| ZNF496   | 0,51        | 0,220 | 0,86             | 0,008 | 0,83         | 0,009 |
| ZNF696   | 0,80        | 0,061 | 1,09             | 0,002 | 0,75         | 0,033 |
| ANXA1    | -0,43       | 0,034 | -0,49            | 0,005 | -0,63        | 0,000 |
| C12orf75 | -0,45       | 0,041 | -0,43            | 0,022 | -0,61        | 0,001 |
| C18orf32 | -0,56       | 0,040 | -0,61            | 0,008 | -0,48        | 0,036 |
| CHMP7    | 0,50        | 0,028 | 0,64             | 0,001 | 0,55         | 0,004 |
| DNAJC3   | -0,49       | 0,004 | -0,62            | 0,000 | -0,36        | 0,013 |
| EVI2B    | -0,36       | 0,046 | -0,38            | 0,013 | -0,75        | 0,000 |
| HCST     | -0,54       | 0,034 | -0,45            | 0,042 | -0,65        | 0,003 |
| HSBP1    | -0,44       | 0,009 | -0,64            | 0,000 | -0,46        | 0,002 |
| PAPOLA   | 0,57        | 0,018 | 0,72             | 0,000 | 0,55         | 0,006 |
| PPBP     | -0,55       | 0,018 | -0,65            | 0,001 | -0,50        | 0,010 |
| TIMP1    | -0,52       | 0,019 | -0,65            | 0,001 | -0,57        | 0,002 |
| TLR2     | -0,42       | 0,044 | -0,60            | 0,001 | -0,35        | 0,048 |
| UBE2D2   | 0,49        | 0,040 | 0,74             | 0,000 | 0,49         | 0,013 |
| AGTRAP   | -0,52       | 0,040 | -0,66            | 0,002 | -0,42        | 0,051 |
| CXCL16   | -0,55       | 0,034 | -0,60            | 0,006 | -0,38        | 0,091 |
| P2RX4    | -0,48       | 0,034 | -0,60            | 0,002 | -0,06        | 0,846 |
| P2RX7    | -0,72       | 0,018 | -0,54            | 0,039 | 0,32         | 0,258 |
| SLAMF7   | -0,44       | 0,011 | -0,64            | 0,000 | -0,19        | 0,251 |
| SLC2A6   | -0,59       | 0,028 | -0,56            | 0,013 | -0,13        | 0,648 |
| SUGP2    | 0,64        | 0,005 | 0,50             | 0,012 | 0,33         | 0,114 |
| TNFAIP6  | -0,55       | 0,029 | -0,90            | 0,000 | -0,13        | 0,637 |
| TNIP3    | -0,55       | 0,028 | -0,61            | 0,004 | -0,21        | 0,385 |

|          | N13B2-h3VL6 |       | MD707-13 IgG4 №1 |       | 1A11 IgG1 №2 |       |
|----------|-------------|-------|------------------|-------|--------------|-------|
| CYBA     | -0,53       | 0,030 | -0,39            | 0,065 | -0,63        | 0,002 |
| EPG5     | 0,59        | 0,034 | 0,39             | 0,112 | 0,57         | 0,013 |
| RNF135   | -0,57       | 0,043 | -0,33            | 0,209 | -0,64        | 0,006 |
| ALDH1B1  | -0,79       | 0,036 | -0,38            | 0,294 | -0,36        | 0,311 |
| CKS2     | -0,85       | 0,048 | -0,61            | 0,109 | -0,59        | 0,116 |
| ETFDH    | -0,71       | 0,003 | -0,36            | 0,090 | -0,40        | 0,054 |
| FPR1     | -0,87       | 0,029 | -0,62            | 0,076 | -0,29        | 0,467 |
| GSTT1    | -0,94       | 0,030 | -0,52            | 0,195 | -0,46        | 0,254 |
| NFYB     | -0,61       | 0,025 | -0,42            | 0,075 | -0,14        | 0,633 |
| PREP     | 0,72        | 0,030 | 0,48             | 0,102 | 0,48         | 0,092 |
| TGFBI    | -0,99       | 0,007 | -0,27            | 0,477 | -0,36        | 0,310 |
| TMEM160  | -0,75       | 0,030 | -0,30            | 0,373 | -0,55        | 0,062 |
| TYMP     | -0,75       | 0,040 | -0,38            | 0,278 | -0,17        | 0,687 |
| UBE3D    | -0,96       | 0,046 | -0,35            | 0,477 | -0,33        | 0,497 |
| ZNF619   | 0,79        | 0,043 | 0,49             | 0,170 | 0,52         | 0,128 |
| ABCA1    | -0,43       | 0,068 | -0,60            | 0,002 | -0,39        | 0,044 |
| ACTR6    | -0,31       | 0,332 | -0,65            | 0,007 | -0,56        | 0,020 |
| ANXA5    | -0,40       | 0,089 | -0,66            | 0,001 | -0,39        | 0,046 |
| C16orf70 | -0,21       | 0,548 | -0,56            | 0,021 | -0,68        | 0,005 |
| CAND1    | 0,54        | 0,102 | 0,56             | 0,046 | 0,88         | 0,001 |
| CAPG     | -0,50       | 0,076 | -0,74            | 0,001 | -0,48        | 0,036 |
| CCDC66   | -0,41       | 0,204 | -0,55            | 0,037 | -0,70        | 0,006 |
| COMMD8   | -0,33       | 0,165 | -0,59            | 0,002 | -0,40        | 0,034 |
| CPD      | 0,52        | 0,055 | 0,46             | 0,043 | 0,64         | 0,004 |
| CYB5R1   | -0,25       | 0,327 | -0,51            | 0,011 | -0,72        | 0,000 |
| DUSP6    | -0,45       | 0,129 | -0,61            | 0,013 | -0,48        | 0,049 |
| ENY2     | -0,45       | 0,067 | -0,46            | 0,026 | -0,59        | 0,004 |
| FCER1G   | -0,45       | 0,165 | -0,75            | 0,004 | -0,51        | 0,049 |
| FRMD8    | 0,52        | 0,053 | 0,72             | 0,001 | 0,49         | 0,028 |
| GSR      | 0,43        | 0,086 | 0,71             | 0,001 | 0,50         | 0,014 |
| KIF1B    | 0,45        | 0,092 | 0,59             | 0,007 | 0,57         | 0,008 |
| MEF2D    | 0,53        | 0,103 | 0,60             | 0,028 | 0,57         | 0,035 |
| MPZL1    | 0,38        | 0,220 | 0,58             | 0,020 | 0,75         | 0,002 |
| MRPS6    | -0,43       | 0,075 | -0,55            | 0,006 | -0,88        | 0,000 |
| NDUFA5   | -0,25       | 0,247 | -0,60            | 0,000 | -0,36        | 0,037 |
| NDUFB7   | -0,37       | 0,213 | -0,49            | 0,043 | -0,62        | 0,007 |
| NUP153   | 0,34        | 0,228 | 0,57             | 0,009 | 0,62         | 0,005 |
| S100A4   | -0,41       | 0,120 | -0,54            | 0,014 | -0,82        | 0,000 |
| S100A8   | -0,38       | 0,266 | -0,56            | 0,043 | -0,77        | 0,004 |
| SERPINA1 | -0,46       | 0,067 | -0,69            | 0,001 | -0,47        | 0,021 |
| SLC17A5  | -0,33       | 0,173 | -0,51            | 0,010 | -0,72        | 0,000 |
| SLC7A7   | -0,47       | 0,076 | -0,68            | 0,002 | -0,52        | 0,016 |
| SNRK-AS1 | 0,59        | 0,079 | 0,57             | 0,042 | 0,59         | 0,031 |
| STAT5A   | 0,34        | 0,166 | 0,66             | 0,001 | 0,49         | 0,012 |
| TBXAS1   | -0,27       | 0,390 | -0,49            | 0,043 | -0,64        | 0,007 |

|          | N13B2-h3VL6 |       | MD707-13 IgG4 №1 |       | 1A11 IgG1 №2 |       |
|----------|-------------|-------|------------------|-------|--------------|-------|
| TFPI2    | -0,52       | 0,079 | -0,65            | 0,008 | -0,49        | 0,042 |
| TMEM184B | 0,22        | 0,545 | 0,63             | 0,013 | 0,55         | 0,027 |
| TYROBP   | -0,35       | 0,212 | -0,56            | 0,012 | -0,84        | 0,000 |
| USMG5    | -0,39       | 0,120 | -0,49            | 0,018 | -0,68        | 0,001 |
| USP19    | 0,48        | 0,145 | 0,76             | 0,005 | 0,54         | 0,044 |
| USP38    | 0,44        | 0,105 | 0,49             | 0,029 | 0,61         | 0,006 |
| XYLT2    | 0,27        | 0,329 | 0,60             | 0,005 | 0,57         | 0,006 |
| ACTR5    | 0,56        | 0,137 | 0,74             | 0,018 | 0,53         | 0,093 |
| ADAMDEC1 | -0,88       | 0,095 | -1,24            | 0,004 | -0,63        | 0,176 |
| ARHGAP18 | -0,55       | 0,094 | -0,63            | 0,021 | -0,51        | 0,060 |
| AUH      | 1,01        | 0,101 | 1,14             | 0,026 | 0,67         | 0,223 |
| BAG2     | 0,29        | 0,548 | 0,70             | 0,042 | 0,42         | 0,254 |
| BAIAP2   | -0,44       | 0,367 | -0,82            | 0,031 | -0,32        | 0,474 |
| BLOC1S3  | -0,54       | 0,180 | -0,71            | 0,029 | -0,37        | 0,290 |
| C16orf54 | 0,44        | 0,128 | 0,62             | 0,008 | 0,20         | 0,477 |
| C1orf216 | 0,25        | 0,669 | 0,82             | 0,042 | 0,55         | 0,193 |
| C2orf49  | -0,47       | 0,455 | -0,97            | 0,040 | -0,44        | 0,407 |
| C3orf58  | 0,46        | 0,182 | 0,60             | 0,032 | 0,43         | 0,144 |
| CAMK1D   | 0,47        | 0,228 | 0,64             | 0,040 | 0,48         | 0,136 |
| CCL2     | -0,33       | 0,522 | -0,86            | 0,019 | 0,52         | 0,186 |
| CCL7     | -0,48       | 0,282 | -0,90            | 0,010 | 0,36         | 0,355 |
| CCRL2    | -0,42       | 0,263 | -0,76            | 0,011 | 0,09         | 0,848 |
| CD33     | -1,08       | 0,261 | -1,61            | 0,039 | -1,28        | 0,103 |
| CD6      | 0,12        | 0,833 | 0,67             | 0,042 | 0,51         | 0,134 |
| CD68     | -0,35       | 0,184 | -0,66            | 0,002 | -0,36        | 0,093 |
| CDC42EP2 | -0,30       | 0,490 | -0,66            | 0,037 | 0,08         | 0,864 |
| CLEC4E   | -0,61       | 0,086 | -0,94            | 0,001 | -0,53        | 0,069 |
| CLEC7A   | -0,35       | 0,521 | -0,83            | 0,034 | -0,51        | 0,223 |
| CPNE8    | -0,52       | 0,422 | -1,02            | 0,036 | -0,32        | 0,601 |
| CSF3     | 0,03        | 0,959 | -0,63            | 0,030 | 0,30         | 0,353 |
| CTSF     | 0,32        | 0,628 | 1,25             | 0,006 | 0,88         | 0,051 |
| DAB2     | -0,62       | 0,089 | -0,67            | 0,029 | -0,49        | 0,119 |
| DFNA5    | -0,63       | 0,080 | -0,89            | 0,002 | -0,33        | 0,311 |
| ECI1     | 0,62        | 0,167 | 0,78             | 0,031 | 0,45         | 0,249 |
| ELAVL1   | 0,56        | 0,120 | 0,74             | 0,013 | 0,51         | 0,091 |
| ERO1L    | -0,52       | 0,086 | -0,85            | 0,001 | -0,31        | 0,252 |
| EXOSC4   | -0,51       | 0,130 | -0,69            | 0,013 | -0,23        | 0,491 |
| FAM105A  | 0,50        | 0,080 | 0,76             | 0,001 | 0,44         | 0,064 |
| FAM83G   | 0,39        | 0,431 | 0,82             | 0,029 | 0,71         | 0,055 |
| FCAR     | -0,32       | 0,280 | -0,71            | 0,002 | -0,31        | 0,211 |
| FGR      | -0,41       | 0,067 | -0,67            | 0,000 | -0,27        | 0,169 |
| FHL3     | 0,57        | 0,180 | 0,72             | 0,035 | 0,24         | 0,572 |
| FKBP8    | 0,39        | 0,166 | 0,68             | 0,002 | 0,28         | 0,250 |
| FLI1     | 0,63        | 0,053 | 1,03             | 0,000 | 0,51         | 0,065 |
| FPR2     | -0,36       | 0,529 | -0,88            | 0,032 | 0,11         | 0,867 |

|            | N13B2-h3VL6 |       | MD707-13 IgG4 №1 |       | 1A11 IgG1 №2 |       |
|------------|-------------|-------|------------------|-------|--------------|-------|
| G0S2       | -0,40       | 0,231 | -0,65            | 0,015 | 0,02         | 0,973 |
| GEMIN2     | -0,13       | 0,855 | -0,85            | 0,041 | -0,38        | 0,420 |
| GGH        | -0,45       | 0,302 | -0,73            | 0,034 | -0,59        | 0,091 |
| GIMAP1     | 0,39        | 0,256 | 0,69             | 0,012 | 0,47         | 0,097 |
| GIMAP1-    |             |       |                  |       |              |       |
| GIMAP5     | 1,89        | 0,075 | 1,77             | 0,047 | 0,95         | 0,331 |
| GNG10      | -0,30       | 0,280 | -0,61            | 0,005 | -0,10        | 0,752 |
| GPR137B    | -0,51       | 0,376 | -0,90            | 0,044 | -0,31        | 0,566 |
| GPR35      | -0,41       | 0,322 | -0,70            | 0,031 | -0,12        | 0,791 |
| GPR84      | -0,38       | 0,154 | -0,68            | 0,002 | 0,05         | 0,891 |
| GTF2I      | 0,85        | 0,101 | 1,11             | 0,009 | 0,75         | 0,082 |
| GZMM       | 0,55        | 0,215 | 0,77             | 0,029 | 0,31         | 0,448 |
| HBEGF      | -0,57       | 0,080 | -0,76            | 0,004 | 0,02         | 0,970 |
| HECTD3     | 0,61        | 0,107 | 0,66             | 0,038 | 0,38         | 0,267 |
| HLCS       | 0,46        | 0,310 | 0,80             | 0,024 | 0,59         | 0,105 |
| IFFO1      | 0,50        | 0,145 | 0,61             | 0,032 | 0,23         | 0,487 |
| IGSF6      | -0,65       | 0,058 | -0,85            | 0,003 | -0,23        | 0,502 |
| IL19       | -0,62       | 0,543 | -1,55            | 0,033 | -0,56        | 0,516 |
| IL1R2      | -0,38       | 0,627 | -1,20            | 0,025 | -0,63        | 0,285 |
| IL24       | -0,86       | 0,053 | -0,92            | 0,013 | -0,51        | 0,201 |
| IL6        | -0,43       | 0,196 | -0,68            | 0,012 | 0,14         | 0,701 |
| ILF3-AS1   | -0,50       | 0,263 | -0,76            | 0,035 | -0,26        | 0,542 |
| ISY1-RAB43 | 0,18        | 0,841 | -1,07            | 0,033 | 0,24         | 0,717 |
| JTB        | 0,24        | 0,621 | 0,73             | 0,030 | 0,33         | 0,372 |
| KCNA3      | 0,08        | 0,879 | 0,85             | 0,005 | 0,37         | 0,264 |
| KMO        | -0,50       | 0,122 | -0,72            | 0,006 | -0,38        | 0,183 |
| LACC1      | -0,40       | 0,071 | -0,65            | 0,000 | -0,27        | 0,171 |
| LILRB3     | -0,31       | 0,410 | -0,67            | 0,017 | 0,12         | 0,763 |
| MET        | -0,36       | 0,419 | -0,67            | 0,049 | -0,06        | 0,916 |
| MMP1       | -0,29       | 0,342 | -0,74            | 0,001 | -0,29        | 0,245 |
| MMP19      | -0,34       | 0,254 | -0,59            | 0,013 | -0,32        | 0,204 |
| MTERFD1    | -0,02       | 0,982 | -0,61            | 0,048 | -0,38        | 0,249 |
| NCF1       | -0,48       | 0,214 | -0,85            | 0,006 | -0,39        | 0,241 |
| NCF1C      | -0,56       | 0,254 | -1,07            | 0,005 | -0,53        | 0,198 |
| NENF       | 0,90        | 0,068 | 0,97             | 0,018 | 0,51         | 0,247 |
| OCEL1      | 0,70        | 0,198 | 1,04             | 0,018 | 0,57         | 0,232 |
| PEX26      | 0,54        | 0,179 | 0,83             | 0,010 | 0,47         | 0,166 |
| PGAM5      | 0,47        | 0,256 | 0,82             | 0,013 | 0,63         | 0,055 |
| PHF1       | 0,08        | 0,883 | 0,65             | 0,043 | 0,38         | 0,270 |
| PIGP       | -0,03       | 0,970 | -0,68            | 0,046 | -0,24        | 0,557 |
| PILRA      | -0,49       | 0,095 | -0,75            | 0,002 | -0,45        | 0,063 |
| PKIA       | 0,57        | 0,256 | 0,86             | 0,034 | 0,54         | 0,211 |
| PLA2G7     | -0,53       | 0,058 | -0,73            | 0,002 | -0,33        | 0,187 |
| PLAUR      | -0,32       | 0,229 | -0,68            | 0,001 | -0,21        | 0,363 |
| PMP22      | -0,72       | 0,132 | -1,08            | 0,005 | -0,45        | 0,290 |

|          | N13B2-h3VL6 |       | MD707-13 IgG4 №1 |       | 1A11 IgG1 №2 |       |
|----------|-------------|-------|------------------|-------|--------------|-------|
| PTAFR    | -0,58       | 0,099 | -0,73            | 0,012 | 0,08         | 0,867 |
| QPCT     | -0,57       | 0,108 | -0,81            | 0,005 | -0,53        | 0,072 |
| RAB2A    | 0,45        | 0,198 | 0,60             | 0,033 | 0,53         | 0,059 |
| RAC1     | 0,90        | 0,065 | 1,13             | 0,005 | 0,76         | 0,063 |
| RALY     | 0,39        | 0,234 | 0,60             | 0,023 | 0,44         | 0,107 |
| RANBP10  | 0,14        | 0,738 | 0,59             | 0,026 | 0,31         | 0,293 |
| RASA3    | 0,38        | 0,120 | 0,66             | 0,001 | 0,34         | 0,102 |
| RAVER1   | 0,43        | 0,182 | 0,62             | 0,017 | 0,50         | 0,053 |
| RCN2     | 0,48        | 0,231 | 0,76             | 0,017 | 0,41         | 0,234 |
| RETSAT   | 0,48        | 0,231 | 0,65             | 0,047 | 0,59         | 0,065 |
| RSPH3    | -0,13       | 0,841 | -0,95            | 0,008 | -0,29        | 0,497 |
| SEMA4A   | -0,53       | 0,057 | -0,69            | 0,003 | -0,04        | 0,911 |
| SEPHS2   | 0,43        | 0,503 | 1,00             | 0,030 | 0,87         | 0,055 |
| SLAMF8   | -0,27       | 0,544 | -0,64            | 0,040 | 0,53         | 0,087 |
| SNAPC1   | -0,34       | 0,325 | -0,64            | 0,016 | -0,30        | 0,300 |
| SUSD3    | 0,53        | 0,101 | 0,59             | 0,027 | 0,41         | 0,136 |
| TAF1A    | -0,23       | 0,588 | -0,60            | 0,043 | -0,03        | 0,954 |
| TBC1D17  | 0,37        | 0,330 | 0,65             | 0,029 | 0,38         | 0,227 |
| TBC1D22A | 0,38        | 0,254 | 0,62             | 0,020 | 0,23         | 0,469 |
| TBC1D25  | 0,37        | 0,298 | 0,71             | 0,010 | 0,44         | 0,120 |
| TBL2     | 0,31        | 0,450 | 0,68             | 0,026 | 0,23         | 0,542 |
| TFE3     | 0,23        | 0,552 | 0,61             | 0,027 | 0,41         | 0,159 |
| THBS1    | -0,37       | 0,256 | -0,64            | 0,012 | -0,49        | 0,053 |
| TLR8     | -0,74       | 0,089 | -0,88            | 0,015 | -0,03        | 0,963 |
| TMEM176B | -0,94       | 0,068 | -1,03            | 0,016 | -0,82        | 0,055 |
| TPRKB    | -0,46       | 0,212 | -0,88            | 0,003 | -0,48        | 0,120 |
| UBE3A    | 0,06        | 0,924 | 0,65             | 0,042 | 0,54         | 0,096 |
| USP21    | 0,37        | 0,272 | 0,75             | 0,004 | 0,27         | 0,363 |
| VAMP4    | -0,31       | 0,375 | -0,61            | 0,024 | -0,40        | 0,163 |
| VNN2     | -0,47       | 0,086 | -0,60            | 0,008 | -0,41        | 0,074 |
| WBP5     | -0,97       | 0,205 | -1,42            | 0,020 | -0,70        | 0,298 |
| XPOT     | 0,78        | 0,061 | 0,78             | 0,026 | 0,57         | 0,108 |
| ZDHHC3   | 0,56        | 0,095 | 0,73             | 0,008 | 0,30         | 0,328 |
| ZER1     | 0,58        | 0,161 | 0,78             | 0,019 | 0,36         | 0,333 |
| ZNF589   | 0,27        | 0,504 | 0,73             | 0,012 | 0,25         | 0,474 |
| ZNF71    | 0,55        | 0,101 | 0,65             | 0,020 | 0,23         | 0,487 |
| ZNF792   | 0,70        | 0,108 | 0,95             | 0,008 | 0,67         | 0,063 |
| ABHD14A  | -0,24       | 0,527 | 0,00             | 1,000 | -0,62        | 0,018 |
| ACSL1    | 0,07        | 0,872 | -0,08            | 0,823 | 0,62         | 0,014 |
| AGO2     | 0,21        | 0,547 | 0,31             | 0,259 | 0,71         | 0,003 |
| APOBEC3D | 0,20        | 0,673 | 0,12             | 0,801 | 0,68         | 0,034 |
| ARHGAP31 | 0,22        | 0,582 | 0,28             | 0,364 | 0,60         | 0,026 |
| ATF3     | 0,18        | 0,771 | 0,04             | 0,949 | 0,89         | 0,017 |
| B3GNT5   | 0,11        | 0,855 | -0,01            | 0,985 | 0,81         | 0,013 |
| BACH2    | 0,26        | 0,352 | 0,25             | 0,296 | 0,71         | 0,001 |

|             | N13B2-h3VL6 |       | MD707-13 IgG4 №1 |       | 1A11 IgG1 №2 |       |
|-------------|-------------|-------|------------------|-------|--------------|-------|
| C19orf43    | -0,57       | 0,055 | -0,30            | 0,285 | -0,59        | 0,014 |
| C9orf69     | 0,34        | 0,319 | 0,40             | 0,153 | 0,64         | 0,012 |
| CCL4        | -0,15       | 0,757 | -0,39            | 0,248 | 0,94         | 0,002 |
| CCL8        | -0,28       | 0,813 | -0,94            | 0,214 | 2,02         | 0,003 |
| CCR2        | -0,56       | 0,174 | -0,32            | 0,412 | -1,00        | 0,002 |
| CD160       | -0,64       | 0,288 | -0,74            | 0,143 | 2,02         | 0,000 |
| CD274       | -0,28       | 0,494 | -0,36            | 0,285 | 0,78         | 0,008 |
| CD36        | -0,77       | 0,172 | -0,72            | 0,129 | -1,26        | 0,005 |
| CD52        | -0,08       | 0,769 | -0,25            | 0,155 | -0,61        | 0,000 |
| CD69        | 0,02        | 0,974 | -0,08            | 0,770 | 0,82         | 0,000 |
| CD72        | -0,30       | 0,499 | -0,29            | 0,431 | 0,65         | 0,038 |
| CHKA        | -0,41       | 0,410 | -0,56            | 0,156 | -0,76        | 0,039 |
| CLIC3       | 0,05        | 0,939 | -0,05            | 0,913 | -0,67        | 0,041 |
| COMMD3-BMI1 | 0,34        | 0,655 | 0,21             | 0,771 | -1,41        | 0,005 |
| COX17       | -0,21       | 0,616 | -0,45            | 0,133 | -0,67        | 0,015 |
| CRTAM       | -0,39       | 0,388 | -0,39            | 0,310 | 1,05         | 0,002 |
| CSF2        | 0,11        | 0,939 | 0,79             | 0,337 | 1,61         | 0,024 |
| CSF2RB      | 0,04        | 0,930 | 0,01             | 0,989 | 0,73         | 0,004 |
| CX3CR1      | -0,19       | 0,662 | -0,24            | 0,493 | -0,64        | 0,023 |
| CXCL10      | -0,55       | 0,511 | -0,36            | 0,648 | 1,58         | 0,007 |
| CXCL9       | -0,32       | 0,687 | -0,05            | 0,956 | 1,61         | 0,002 |
| DUSP1       | 0,85        | 0,133 | 0,82             | 0,088 | 0,93         | 0,043 |
| DVL2        | 0,54        | 0,143 | 0,58             | 0,058 | 0,61         | 0,040 |
| EGR2        | -0,67       | 0,094 | -0,45            | 0,210 | 0,85         | 0,008 |
| EIF4EBP1    | -0,46       | 0,260 | -0,15            | 0,737 | -0,81        | 0,010 |
| EPSTI1      | 0,09        | 0,874 | 0,16             | 0,728 | 0,75         | 0,021 |
| FAM91A1     | 0,35        | 0,338 | 0,50             | 0,083 | 0,59         | 0,034 |
| FASLG       | 0,05        | 0,933 | 0,06             | 0,881 | 0,76         | 0,007 |
| FBXO30      | 0,27        | 0,586 | 0,63             | 0,077 | 0,76         | 0,024 |
| FGFBP2      | -0,16       | 0,647 | -0,23            | 0,384 | -0,77        | 0,001 |
| FUS         | 0,30        | 0,429 | 0,37             | 0,238 | 0,61         | 0,029 |
| GBP1        | -0,22       | 0,716 | -0,34            | 0,475 | 1,07         | 0,005 |
| GBP1P1      | -0,19       | 0,820 | -0,02            | 0,979 | 1,11         | 0,019 |
| GBP2        | 0,04        | 0,924 | 0,02             | 0,956 | 0,61         | 0,004 |
| GBP4        | 0,00        | 0,997 | 0,08             | 0,823 | 0,74         | 0,002 |
| GBP5        | 0,00        | 1,000 | 0,06             | 0,921 | 1,14         | 0,002 |
| GCHFR       | -0,03       | 0,952 | -0,16            | 0,574 | -0,64        | 0,004 |
| GIMAP8      | 0,37        | 0,298 | 0,49             | 0,092 | 0,59         | 0,035 |
| GZMA        | -0,28       | 0,298 | -0,29            | 0,194 | -0,61        | 0,003 |
| GZMB        | 0,05        | 0,916 | -0,08            | 0,829 | 0,71         | 0,002 |
| GZMH        | -0,23       | 0,512 | -0,36            | 0,181 | -0,68        | 0,005 |
| HAVCR2      | 0,07        | 0,858 | -0,19            | 0,435 | 0,66         | 0,001 |
| HIST1H2BK   | -0,29       | 0,391 | -0,47            | 0,076 | -0,71        | 0,005 |
| HIVEP1      | 0,36        | 0,213 | 0,09             | 0,783 | 0,65         | 0,005 |

|           | N13B2-h3VL6 |       | MD707-13 IgG4 №1 |       | 1A11 IgG1 №2 |       |
|-----------|-------------|-------|------------------|-------|--------------|-------|
| HSPBP1    | 0,53        | 0,153 | 0,49             | 0,120 | 0,78         | 0,007 |
| HSPH1     | 0,40        | 0,414 | 0,71             | 0,056 | 0,72         | 0,046 |
| IFNG      | 0,32        | 0,706 | -0,32            | 0,654 | 1,21         | 0,024 |
| IGF2R     | 0,15        | 0,664 | 0,37             | 0,119 | 0,66         | 0,003 |
| IKZF2     | 0,20        | 0,664 | 0,42             | 0,212 | 0,61         | 0,049 |
| IL21R-AS1 | 0,16        | 0,635 | 0,34             | 0,172 | 0,61         | 0,007 |
| INADL     | 0,56        | 0,070 | 0,45             | 0,088 | 0,59         | 0,018 |
| INHBA     | -0,08       | 0,885 | -0,24            | 0,549 | 0,89         | 0,005 |
| INIP      | -0,50       | 0,067 | -0,38            | 0,111 | -0,59        | 0,008 |
| INTS3     | 0,55        | 0,092 | 0,49             | 0,079 | 0,67         | 0,010 |
| IRF1      | 0,01        | 0,996 | 0,13             | 0,727 | 0,68         | 0,013 |
| IRF4      | 0,36        | 0,256 | 0,41             | 0,113 | 1,03         | 0,000 |
| IRF8      | -0,09       | 0,790 | 0,01             | 0,982 | 0,71         | 0,000 |
| IRG1      | -0,36       | 0,567 | -0,45            | 0,380 | 1,41         | 0,002 |
| ISOC2     | 0,30        | 0,564 | 0,07             | 0,898 | 0,74         | 0,036 |
| JAK2      | 0,63        | 0,087 | 0,53             | 0,091 | 0,98         | 0,001 |
| JUN       | 0,06        | 0,880 | 0,23             | 0,400 | 0,76         | 0,002 |
| KCNK6     | 0,37        | 0,503 | 0,60             | 0,144 | 0,80         | 0,040 |
| KDM6B     | -0,05       | 0,911 | 0,19             | 0,527 | 0,66         | 0,006 |
| KHK       | -0,81       | 0,070 | -0,17            | 0,733 | -0,73        | 0,047 |
| KIR2DL4   | -0,26       | 0,656 | -0,39            | 0,402 | 1,02         | 0,008 |
| KLRB1     | -0,13       | 0,622 | -0,26            | 0,178 | -0,82        | 0,000 |
| LGALS1    | -0,42       | 0,178 | -0,49            | 0,052 | -0,69        | 0,005 |
| LIMK2     | -0,08       | 0,879 | -0,01            | 0,976 | 0,79         | 0,006 |
| LMNB1     | 0,13        | 0,793 | 0,30             | 0,418 | 0,72         | 0,018 |
| LOC729013 | -0,42       | 0,503 | -0,39            | 0,469 | -0,93        | 0,035 |
| LRCH4     | 0,72        | 0,170 | 0,74             | 0,087 | 0,89         | 0,033 |
| LST1      | -0,45       | 0,432 | -0,83            | 0,055 | -1,03        | 0,013 |
| MAP3K13   | -0,09       | 0,837 | -0,38            | 0,125 | -0,64        | 0,006 |
| MB21D1    | 0,00        | 1,000 | 0,15             | 0,701 | 0,76         | 0,009 |
| MFGE8     | 0,08        | 0,941 | 0,21             | 0,792 | -1,17        | 0,034 |
| MPPE1     | -0,31       | 0,477 | -0,43            | 0,220 | -0,77        | 0,013 |
| NAB2      | 0,25        | 0,731 | 0,55             | 0,278 | 1,23         | 0,006 |
| NDUFAF6   | -0,27       | 0,557 | -0,54            | 0,115 | -0,65        | 0,044 |
| NFKBIB    | 0,08        | 0,881 | 0,21             | 0,576 | 0,60         | 0,043 |
| NOP14     | 0,14        | 0,821 | 0,55             | 0,164 | 0,80         | 0,028 |
| NR4A1     | 0,12        | 0,777 | 0,06             | 0,871 | 0,95         | 0,000 |
| NR4A2     | -0,09       | 0,841 | -0,25            | 0,373 | 0,75         | 0,002 |
| OSBPL5    | -0,55       | 0,152 | -0,21            | 0,581 | -0,62        | 0,046 |
| PAGR1     | 0,48        | 0,159 | 0,54             | 0,051 | 0,64         | 0,016 |
| PIM3      | 0,05        | 0,930 | 0,42             | 0,181 | 0,59         | 0,040 |
| PLEK      | -0,08       | 0,853 | -0,17            | 0,579 | 0,82         | 0,001 |
| PML       | 0,51        | 0,168 | 0,56             | 0,067 | 0,62         | 0,036 |
| PPP1R15B  | 0,27        | 0,302 | 0,32             | 0,143 | 0,60         | 0,003 |
| PTGES2    | -0,39       | 0,545 | -0,64            | 0,189 | -1,00        | 0,026 |

|             | N13B2-h3VL6 |       | MD707-13 IgG4 №1 |       | 1A11 IgG1 №2 |       |
|-------------|-------------|-------|------------------|-------|--------------|-------|
| PTGS2       | 0,12        | 0,854 | -0,02            | 0,971 | 0,79         | 0,022 |
| PYCARD      | -0,16       | 0,703 | -0,21            | 0,550 | -0,60        | 0,032 |
| RAB20       | -0,28       | 0,509 | -0,34            | 0,324 | 0,61         | 0,045 |
| RGS16       | -0,16       | 0,809 | -0,07            | 0,901 | 1,09         | 0,004 |
| RNF19A      | 0,22        | 0,457 | 0,26             | 0,282 | 0,67         | 0,002 |
| RPL21       | -0,54       | 0,132 | -0,10            | 0,809 | -0,84        | 0,004 |
| RPL34       | -0,07       | 0,837 | -0,10            | 0,709 | -0,59        | 0,003 |
| RPS29       | -0,02       | 0,975 | -0,06            | 0,878 | -0,60        | 0,024 |
| SBNO2       | 0,14        | 0,758 | 0,23             | 0,515 | 0,59         | 0,044 |
| SERPINE2    | -0,19       | 0,655 | 0,02             | 0,957 | 0,63         | 0,026 |
| SH2D1B      | -0,11       | 0,749 | -0,09            | 0,742 | 0,94         | 0,000 |
| SH3BGR13    | -0,28       | 0,207 | -0,26            | 0,180 | -0,66        | 0,000 |
| SLC25A20    | -0,14       | 0,731 | -0,33            | 0,257 | -0,59        | 0,024 |
| SLC7A5      | 0,33        | 0,355 | 0,21             | 0,530 | 0,60         | 0,024 |
| SLMO2-ATP5E | -0,30       | 0,893 | -0,82            | 0,594 | -2,45        | 0,042 |
| SMG6        | 0,30        | 0,410 | 0,45             | 0,121 | 0,62         | 0,021 |
| SMIM11      | -0,40       | 0,417 | -0,43            | 0,299 | -0,74        | 0,045 |
| SMIM14      | -0,32       | 0,165 | -0,36            | 0,057 | -0,68        | 0,000 |
| SNHG8       | -0,25       | 0,666 | -0,37            | 0,400 | -0,80        | 0,034 |
| SPRY2       | -0,16       | 0,880 | -0,46            | 0,531 | 1,37         | 0,018 |
| SRC         | 0,25        | 0,549 | 0,32             | 0,341 | 0,59         | 0,042 |
| SREBF1      | 0,41        | 0,509 | 0,58             | 0,233 | 0,93         | 0,034 |
| STARD4      | 0,21        | 0,583 | 0,33             | 0,268 | 0,83         | 0,002 |
| STAT1       | 0,20        | 0,582 | 0,23             | 0,428 | 0,64         | 0,008 |
| SUMF1       | -0,17       | 0,683 | -0,37            | 0,222 | -0,64        | 0,017 |
| TAGAP       | 0,03        | 0,937 | 0,08             | 0,793 | 1,06         | 0,000 |
| TESK1       | -0,06       | 0,921 | 0,18             | 0,645 | 0,63         | 0,038 |
| TMEM165     | 0,42        | 0,303 | 0,57             | 0,083 | 0,65         | 0,038 |
| TNF         | -0,33       | 0,261 | -0,32            | 0,206 | 0,61         | 0,007 |
| TNFRSF10A   | 0,34        | 0,619 | 0,63             | 0,215 | 0,93         | 0,044 |
| TNFRSF9     | 0,02        | 0,976 | -0,09            | 0,807 | 1,08         | 0,000 |
| TP53I13     | 0,53        | 0,210 | 0,62             | 0,073 | 0,84         | 0,010 |
| TYSND1      | -0,24       | 0,590 | -0,10            | 0,818 | -0,70        | 0,018 |
| UBE2D1      | 0,63        | 0,111 | 0,62             | 0,066 | 0,91         | 0,005 |
| XCL1        | -0,07       | 0,941 | 0,02             | 0,979 | 2,19         | 0,000 |
| XCL2        | -0,25       | 0,805 | 0,77             | 0,257 | 2,83         | 0,000 |
| ZNF326      | -0,37       | 0,344 | -0,53            | 0,088 | -0,60        | 0,044 |

Анализ диаграммы Венна (фиг. 11С) выявил 61 общий дифференциально экспрессируемый ген с тремя mAb без какого-либо особого обогащения генной онтологии по данным GoMiner. Несмотря на 61 общий ген, антитело по изобретению индуцирует только 31 значительную модификацию гена без обогащения генной онтологии. Напротив, два антитела предшествующего уровня техники индуцируют важную транскрипционную модификацию транскрипта РВМС человека с 245 дифференциально экспрессированными генами, индуцированными mAb IgG4 № 1 сайта-1, и 237 дифференциально экспрессированными генами, индуцированными mAb IgG1 № 2 сайта-1. 78 дифференциально экспрессируемых генов были общими для этих двух mAb сайта-1, но эти гены не экспрессируются дифференциально, когда РВМС стимулированы антителом N13B2-hVL6. Анализ основных компонентов (PCA) сигнатуры IL-7 показывает, что дифференциально экспрессируемые гены, индуцированные антителами предшествующего уровня техники, сильно отличаются от дифференциально экспрессируемых генов, индуцированных IL-7. Обогащение генной онтологии GoMiner показывает, что оба антитела предшествующего уровня техники модифицируют биологические функции РВМС, такие как активация, пролиферация, миграция, хемотаксис лейкоцитов, секреция цитокинов и воспалительные реакции, ассоциированные с путем MAPK/ERK.

Среди 334 генов, дифференциально экспрессируемых с IL7 по сравнению с контрольным условием, 93 гена были дифференциально экспрессированы с высоким кратным изменением ( $>2$ ) и были разделены на 3 отдельных кластера с помощью анализа с использованием тепловой карты (фиг. 11А). Первый кластер генов с пониженной регуляцией, оцениваемый по обогащению онтологии генов, в основном был вовлечен в дифференцировку и апоптоз лейкоцитов, второй кластер генов с высоким уровнем регуляции ассоциирован с адгезией, дифференцировкой и активацией лейкоцитов, а третий кластер генов с повышенным уровнем регуляции имел смешанную онтологию генов. Интересно, что все исследованные mAb (как сайт-1, так и сайт-1/2b) демонстрировали сходные эффекты, предотвращая модификацию кластера-1 и кластера-2, но без воздействия на кластер-3 (фиг. 11В).

В целом, транскрипционный анализ подтвердил, что несмотря на то, что mAb против человеческого IL-7R $\alpha$  сайта-1/2-b обладали сходными антагонистическими свойствами, два mAb сайта-1, ранее описанные в данной области техники, индуцируют значительные транскрипционные модификации человече-

ских PBMC, совместимые с активацией Т-клеток и воспалительными реакциями, индуцированными путем MAPK/ERK.

MAb сайта-1/2b против IL-7R $\alpha$  человека по изобретению, т.е. N13B2-hVL6, индуцировало меньшую транскрипционную модификацию человеческих PBMC по сравнению с двумя mAb сайта-1, ранее описанными в уровне техники. Отсутствие специфических и "только антагонистических" mAb против IL-7R $\alpha$  для более крупных биологических видов не позволило проверить этот эффект у приматов или людей. Авторы изобретения обнаружили, что антагонистические/антагонистические свойства mAb против IL-7R $\alpha$  зависят от специфического целевого эпитопа, поскольку антитела существующего уровня техники, связывающие домен взаимодействия IL-7 сайта-1, по-видимому, обладают как антагонистическими, так и антагонистическими свойствами, тогда как антитело по изобретению, связывающее домен димеризации IL-7R $\alpha$ / $\gamma$ c (сайт 2b), проявляет строгую антагонистическую активность. Авторы изобретения предполагают, что антитело по изобретению может нарушать димеризацию IL-7R $\alpha$ / $\gamma$ c, необходимую для интернализации и передачи сигнала рецептора. "Только антагонистические" антитела против IL-7R предотвращали длительное воспаление кожи у приматов, опосредованное Т-клетками памяти, даже после хронической антигенной стимуляции, не индуцируя лимфопению или поликлональных Т-клеточных функциональных или метаболических нарушений.

Было показано, что IL-7 индуцирует пролиферативные и антиапоптотические сигналы посредством передачи сигналов IL-7R, главным образом, путем активации пути JAK/STAT. Также считается, что передача сигналов IL-7R включает путь PI3K/AKT, но это наблюдалось в трансформированных иммортализованных клеточных линиях или первичных тимоцитах, и эти сигналы не были обнаружены в периферических наивных или человеческих Т-лимфоцитах памяти (Watanabe, J. Exp. Med., 1998). В нескольких сообщениях также было высказано предположение, что передача сигналов IL-7R может усиливать фосфорилирование ERK либо в Т-лимфоцитах, либо в субпопуляциях про-В-клеток (Deshpande P. I. Immunol, 2013; Fleming HE и Paige CJ, Immunity, 2001). Роль этих путей в передаче сигналов IL-7R в зрелых и человеческих Т-клетках менее ясна. Используя первичные свежесыведенные человеческие PBMC (в основном состоящие из Т и В-лимфоцитов, моноцитов и NK-клеток) от здоровых добровольцев, стимулированные высокой концентрацией рекомбинантного человеческого IL-7 (5000 пг/мл, в то время как концентрация в сыворотке составляет ~5 пг/мл в лимфопенических условиях, Wong HL, Cancer Epidemiol Biomarkers Prev, 2008), авторы изобретения подтвердили, что IL-7 индуцировал воспроизводимое фосфорилирование STAT5. Активация сигнала PI3K была более вариабельной, и авторы изобретения не наблюдали фосфорилирования ERK. Хотя все mAb против IL7R $\alpha$ , использованные в этом исследовании, были сильными ингибиторами IL-7-индуцированного pSTAT5 и проявляли сходные свойства транскрипционных антагонистов, мы обнаружили, что два mAb сайта-1 уровня техники индуцировали агонистические сигналы PI3K/ERK и важные транскрипционные модификации, ассоциированные с активацией Т-клеток и воспалительными реакциями, индуцированными путем MAPK/ERK. Эти противоположные свойства двойного агониста/антагониста некоторых mAb не являются уникальными, поскольку другие мишени, такие как IL-4, IL-6R, IL-15, CD28, CD38, CD40 или HER2, продемонстрировали сходные виды активности после эндоцитоза/интернализации рецепторов.

Также исследователи недавно подтвердили гетеродимеризацию этого сайта 2b с TSLPR и продемонстрировали ее готовность к передаче сигналов рецептора, как уже предсказывалось для IL-7R $\alpha$  и  $\gamma$ -цепи (Verstraete K., Nature Communications, 2017). Интересно, что предсказанный сайт гетеродимеризации между IL-7R $\alpha$ / $\gamma$ -цепью и IL-7R $\alpha$ /TSLPR перекрывается, что указывает на общий механизм передачи сигналов, опосредованный гетеродимеризацией, между обоими рецепторами.

Мы обнаружили, что анализ ингибирования pSTAT5 *in vitro* не позволяет предсказать эффективность анти-IL-7R-антител *in vivo*. В предыдущем сообщении другое анти-IL7R $\alpha$ -mAb предотвращало *in vitro* и *ex vivo* IL-7-индуцированный pSTAT5 у приматов, но не защищало от воспаления головного мозга на экспериментальной модели мартышек с аутоиммунным энцефалитом (EAE) (Dunham J., J. Neuroimmunol. Pharmacol, 2016).

IL-7 уже хорошо описан в плане поддержания пула периферических наивных Т-лимфоцитов и Т-лимфоцитов памяти у мышей. Однако у приматов важность IL-7 в поддержании периферического Т-клеточного гомеостаза может быть менее очевидной, и/или дублирующие механизмы могут объяснить эту разницу между биологическими видами.

Эти данные показали, что антагонистические свойства mAb против IL-7R $\alpha$  и эффективность *in vivo* связаны не только с предотвращением связывания IL-7 и ингибирования pSTAT5. Эти данные показали, что антитело по изобретению, также нацеленное на сайт гетеродимеризации рецептора (сайт 2b), является "только антагонистическим" и обеспечивает более высокую эффективность ингибирующих Т-клеточных ответов *in vivo*.

Нацеливание на IL7R антител с "только антагонистическими свойствами" потенциально способно регулировать выживание и накопление антиген-специфических Т-клеток памяти и, следовательно, может способствовать предотвращению долгосрочного рецидива при аутоиммунных и воспалительных заболеваниях.

## Ссылки

- Abraham, C. & Cho, J. H. Inflammatory Bowel Disease. *New England Journal of Medicine* 361, 2066-2078 (2009).
- Adams, D. H. & Eksteen, B. Aberrant homing of mucosal T cells and extra-intestinal manifestations of inflammatory bowel disease. *Nat. Rev. Immunol.* 6, 244-251 (2006).
- Agace, W. W. Tissue-tropic effector T cells: generation and targeting opportunities. *Nat. Rev. Immunol.* 6, 682-692 (2006).
- Albuquerque AS, Cortesão CS, Foxall RB, Soares RS, Victorino RM, Sousa AE. Rate of increase in circulating IL-7 and loss of IL-7Ralpha expression differ in HIV-1 and HIV-2 infections: two lymphopenic diseases with similar hyperimmune activation but distinct outcomes. *J Immunol.* 2007 Mar 1;178(5):3252-9. PubMed PMID: 17312174.
- Baumgart, D. C. & Sandborn, W. J. Crohn's disease. *Lancet* 380, 1590-1605 (2012).
- Broux, B., Hellings, N., Venken, K., Rummens, J.-L., Hensen, K., Van Wijmeersch, B., and Stinissen, P. (2010). Haplotype 4 of the multiple sclerosis-associated interleukin-7 receptor alpha gene influences the frequency of recent thymic emigrants. *Genes Immun.* 11, 326-333.
- Chothia, C., and Lesk, A.M. (1987). Canonical structures for the hypervariable regions of immunoglobulins. *J. Mol. Biol.* 196, 901-917.
- Chothia C, Lesk AM, Gherardi E, Tomlinson IM, Walter G, Marks JD, Llewelyn MB, Winter G. Structural repertoire of the human VH segments. *J Mol Biol.* 1992 Oct 5;227(3):799-817.
- Clark LA, Demarest SJ, Eldredge J, Jarpe MB, Li Y, Simon K, van Vlijmen HW. Influence of canonical structure determining residues on antibody affinity and stability. *J Struct Biol.* 2014 Feb;185(2):223-7. doi: 10.1016/j.jsb.2013.08.009. PubMed PMID: 23994046
- Danese, S. & Fiocchi, C. Ulcerative colitis. *N. Engl. J. Med.* 365, 1713-1725 (2011).
- Demucci, C.C., Mitchell, J.S., and Shimizu, Y. (2009). Integrin function in T-cell homing to lymphoid and nonlymphoid sites: getting there and staying there. *Crit. Rev. Immunol.* 29, 87-109.
- Feagan, B. G. et al. Vedolizumab as Induction and Maintenance Therapy for Ulcerative Colitis. *New England Journal of Medicine* 369, 699-710 (2013)
- Deshpande, P., Cavanagh, M.M., Le Saux, S., Singh, K., Weyand, C.M., and Goronzy, J.J. (2013). IL-7- and IL-15-mediated TCR sensitization enables T cell responses to self-antigens. *J. Immunol. Baltim. Md 1950* 190, 1416-1423.
- Dunham, J., Lee, L.-F., Driel, N. van, Laman, J.D., Ni, L., Zhai, W., Tu, G.-H., Lin, J.C., Bauer, J., Hart, B.A. 't, et al. (2016). Blockade of CD127 Exerts a Dichotomous Clinical Effect in Marmoset Experimental Autoimmune Encephalomyelitis. *J. Neuroimmune Pharmacol.* 11, 73-83.
- Fleming, H.E., and Paige, C.J. (2001). Pre-B Cell Receptor Signaling Mediates Selective Response to IL-7 at the Pro-B to Pre-B Cell Transition via an ERK/MAK Kinase-Dependent Pathway. *Immunity* 15, 521-531.
- Gorfu, G., Rivera-Nieves, J., and Ley, K. (2009). Role of beta7 integrins in intestinal lymphocyte homing and retention. *Curr. Mol. Med.* 9, 836-850.
- Haas, J., Korporal, M., Schwarz, A., Balint, B., and Wildemann, B. (2011). The interleukin-7 receptor alpha chain contributes to altered homeostasis of regulatory T cells in multiple sclerosis. *Eur. J. Immunol.* 41, 845-853.
- Haudebourg, T., Poirier, N., and Vanhove, B. (2009). Depleting T-cell subpopulations in organ transplantation. *Transpl. Int. Off. J. Eur. Soc. Organ Transplant.* 22, 509-518.
- He, R., and Geha, R.S. (2010). Thymic stromal lymphopoietin. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1183, 13-24.
- Henriques, C.M., Rino, J., Nibbs, R.J., Graham, G.J., and Barata, J.T. (2010). IL-7 induces rapid clathrin-mediated internalization and JAK3-dependent degradation of IL-7Ralpha in T cells. *Blood* 115, 3269-3277.
- Kabat, E.A., Wu, T.T., Reid-Miller, M., Perry, H.M. and Gottesman, K.S. (1992) Sequences of Proteins of Immunological Interest (DIANE publishing, 1992).
- Kern, B., Kraynov, E., Lee, L.-F., Ray, R. (2013). Receptor occupancy and internalization of an anti-IL-7 receptor antibody. *Cytokine* 63, 276-277.
- Kern B, Li W, Bono C, Lee LF, Kraynov E. Receptor occupancy and blocking of STAT5 signaling by an anti-IL-7 receptor antibody in cynomolgus monkeys. *Cytometry B Clin Cytom.* 2016 Mar;90(2):191-8.
- Khor, B., Gardet, A. & Xavier, R. J. Genetics and pathogenesis of inflammatory bowel disease. *Nature* 474, 307-317 (2011).
- Lei, L., Zhang, Y., Yao, W., Kaplan, M.H., and Zhou, B. (2011). Thymic Stromal Lymphopoietin Interferes with Airway Tolerance by Suppressing the Generation of Antigen-Specific Regulatory T Cells. *J. Immunol.* 186, 2254-2261.
- Mazzeuchelli, R., Hixon, J.A., Spolski, R., Chen, X., Li, W.Q., Hall, V.L., Willette-Brown, J., Hurwitz, A.A., Leonard, W.J., and Durum, S.K. (2008). Development of regulatory T cells requires IL-7Ralpha stimulation by IL-7 or TSLP. *Blood* 112, 3283-3292.
- McElroy CA, Dohm JA, Walsh ST. Structural and biophysical studies of the human IL-7/IL-7Ralpha complex. *Structure.* 2009 Jan 14;17(1):54-65. doi: 10.1016/j.str.2008.10.019.
- McElroy CA, Holland PJ, Zhao P, Lim JM, Wells L, Eisenstein E, Walsh ST. Structural reorganization of the interleukin-7 signaling complex. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2012 Feb 14;109(7):2503-8. doi: 10.1073/pnas.1116582109
- Michel, L., Berthelot, L., Pettré, S., Wiertelowski, S., Lefèvre, F., Braudeau, C., Brouard, S., Souillou, J.-P., and Laplaud, D.-A. (2008). Patients with relapsing-remitting multiple sclerosis have normal Treg function when cells expressing IL-7 receptor alpha-chain are excluded from the analysis. *J. Clin. Invest.* 118, 3411-3419.
- Planell N, Lozano JJ, Mora-Buch R, Masamunt MC, Jimeno M, Ordas I, Esteller M, Ricart E, Piqué JM, Panés J, Salas A. Transcriptional analysis of the intestinal mucosa of patients with ulcerative colitis in remission reveals lasting epithelial cell alterations. *Gut.* 2013 Jul;62(7):967-76. doi: 10.1136/gutjnl-2012-303333
- Racapé, M., Vanhove, B., Souillou, J.-P., and Brouard, S. (2009). Interleukin 7 receptor alpha as a potential therapeutic target in transplantation. *Arch. Immunol. Ther. Exp. (Warsz.)* 57, 253-261.
- Reche PA, Soumelis V, Gorman DM, Clifford T, Liu Mr, Travis M, Zurawski SM, Johnston J, Liu YJ, Spits H, de Waal Malefyt R, Kastelein RA, Bazan JF. Human thymic stromal lymphopoietin preferentially stimulates myeloid cells. *J Immunol.* 2001 Jul 1;167(1):336-43
- Roan, F., Bell, B.D., Stoklasek, T.A., Kitajima, M., Han, H., and Ziegler, S.F. (2012). The multiple facets of thymic stromal lymphopoietin (TSLP) during allergic inflammation and beyond. *J. Leukoc. Biol.* 91, 877-886.
- Rochman, Y., Kashyap, M., Robinson, G.W., Sakamoto, K., Gomez-Rodriguez, J., Wagner, K.-U., and Leonard, W.J. (2010). Thymic stromal lymphopoietin-mediated STAT5 phosphorylation via kinases JAK1 and JAK2 reveals a key difference from IL-7-induced signaling. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 107, 19455-19460.
- Sandborn, W. J. et al. Vedolizumab as Induction and Maintenance Therapy for Crohn's Disease. *New England Journal of Medicine* 369, 711-721 (2013).

- Shochat C, Tal N, Bandapalli OR, Palmi C, Ganmore I, te Kronnie G, Cario G, Cazzaniga G, Kulozik AE, Stanulla M, Schrappe M, Biondi A, Basso G, Bercovich D, Muckenthaler MU, Israeli S. Gain-of-function mutations in interleukin-7 receptor- $\alpha$  (IL7R) in childhood acute lymphoblastic leukemias. *J Exp Med.* 2011 May 9;208(5):901-8. doi: 10.1084/jem.20110580. Erratum in: *J Exp Med.* 2011 May 9;208(5) preceding 901. *J Exp Med.* 2011 Jun 6;208(6):1333
- Taylor, B.C., Zaph, C., Troy, A.E., Du, Y., Guild, K.J., Comeau, M.R., and Artis, D. (2009). TSLP regulates intestinal immunity and inflammation in mouse models of helminth infection and colitis. *J. Exp. Med.* 206, 655-667.
- Van Bodegom, D., Zhong, J., Kopp, N., Dutta, C., Kim, M.-S., Bird, L., Weigert, O., Tyner, J., Pandey, A., Yoda, A., et al. (2012). Differences in signaling through the B-cell leukemia oncoprotein CRLF2 in response to TSLP and through mutant JAK2. *Blood* 120, 2853-2863.
- Verstraete, K., Peelman, F., Braun, H., Lopez, J., Van Rompaey, D., Dansercoer, A., Vandenberghe, I., Pauwels, K., Tavernier, J., Lambrecht, B.N., et al. (2017). Structure and antagonism of the receptor complex mediated by human TSLP in allergy and asthma. *Nat. Commun.* 8.
- Walsh ST. Structural insights into the common  $\gamma$ -chain family of cytokines and receptors from the interleukin-7 pathway. *Immunol Rev.* 2012 Nov;250(1):303-16
- Watanabe, M., Ueno, Y., Yajima, T., Okamoto, S., Hayashi, T., Yamazaki, M., Iwao, Y., Ishii, H., Habu, S., Uehira, M., et al. (1998). Interleukin 7 transgenic mice develop chronic colitis with decreased interleukin 7 protein accumulation in the colonic mucosa. *J. Exp. Med.* 187, 389-402.
- Watanabe, N., Wang, Y.-H., Lee, H.K., Ito, T., Wang, Y.-H., Cao, W., and Liu, Y.-J. (2005a). Hassall's corpuscles instruct dendritic cells to induce CD4<sup>+</sup>CD25<sup>+</sup> regulatory T cells in human thymus. *Nature* 436, 1181-1185.
- Wong, H.-L., Pfeiffer, R.M., Fears, T.R., Vermeulen, R., Ji, S., and Rabkin, C.S. (2008). Reproducibility
- Ying, S., O'Connor, B., Ratoff, J., Meng, Q., Fang, C., Cousins, D., Zhang, G., Gu, S., Gao, Z., Shamji, B., et al. (2008). Expression and cellular provenance of thymic stromal lymphopoietin and chemokines in patients with severe asthma and chronic obstructive pulmonary disease. *J. Immunol. Baltim. Md 1950* 181, 2790-2798.
- Zhi, K., Li, M., Zhang, X., Gao, Z., Bai, J., Wu, Y., Zhou, S., Li, M., and Qu, L. (2014).  $\alpha 4\beta 7$  Integrin (LPAM-1) is upregulated at atherosclerotic lesions and is involved in atherosclerosis progression. *Cell. Physiol. Biochem. Int. J. Exp. Cell. Physiol. Biochem. Pharmacol.* 33, 1876-1887
- Zhong, J., Sharma, J., Raju, R., Palapetta, S.M., Prasad, T.S.K., Huang, T.-C., Yoda, A., Tyner, J.W., van Bodegom, D., Weinstock, D.M., et al. (2014). TSLP signaling pathway map: a platform for analysis of TSLP-mediated signaling. *Database J. Biol. Databases Curation* 2014, bau007.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Антитело или его антигенсвязывающий фрагмент, которые специфически связываются с CD127, содержащие:

легкую цепь антитела, содержащую последовательность, или варибельный домен легкой цепи антитела, состоящий из последовательности, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 9; SEQ ID NO: 10; SEQ ID NO: 11; SEQ ID NO: 12; и

варибельный домен тяжелой цепи антитела, состоящий из последовательности, приведенной в SEQ ID NO: 7.

2. Антитело или его антигенсвязывающий фрагмент по п.1, где указанное антитело представляет собой гуманизированное моноклональное антитело, в частности, где константный домен легкой цепи антитела происходит от константного домена легкой цепи каппа человека, в частности, где константный домен легкой цепи состоит из последовательности SEQ ID NO: 27 или 28, и где константный домен тяжелой цепи антитела происходит от константного домена тяжелой цепи IgG1, IgG2, IgG3 или IgG4 человека, в частности от константного домена тяжелой цепи IgG4 человека, в частности, где константный домен тяжелой цепи антитела состоит из последовательности с SEQ ID NO: 26.

3. Антитело или его антигенсвязывающий фрагмент по п.1 или 2, где легкая цепь антитела содержит или варибельный домен легкой цепи антитела состоит из SEQ ID NO: 12.

4. Антитело или его антигенсвязывающий фрагмент по любому из пп.1-3, которое является антагонистом передачи сигналов IL-7R, индуцированной IL-7, и которое не индуцирует активацию фосфатидилинозитол-3-киназы и/или сигнального пути ERK.

5. Антитело или его антигенсвязывающий фрагмент по любому из пп.1-4, которое распознает эпиглоб, содержащий последовательность, взятую из сайта 2b из CD127, и/или нарушает связывание CD127 с общей цепью  $\gamma$ с цитокиновых рецепторов, в частности, которое распознает по меньшей мере третий бета-слой сайта 2b CD127.

6. Антитело или его антигенсвязывающий фрагмент по любому из пп.1-5, которое не индуцирует интернализацию CD127 и/или ингибирует индуцированную IL7 интернализацию CD127.

7. Антитело или его антигенсвязывающий фрагмент по любому из пп.1-6, которое не увеличивает созревание дендритных клеток, индуцированное TSLP.

8. Антитело или его антигенсвязывающий фрагмент по любому из пп.1-7, которое оказывает длительный эффект и/или быстрый эффект, в частности, которое оказывает быстрый локальный эффект.

9. Антитело или его антигенсвязывающий фрагмент по любому из пп.1-8, которое специфически связывается CD127 человека с константой аффинности KD ниже  $5 \times 10^{-9}$  М, что может быть определено биосенсорным анализом.

10. Антитело или его антигенсвязывающий фрагмент по любому из пп.1-9, которое специфически связывается с CD127 человека.

11. Комбинация для получения антитела или его антигенсвязывающего фрагмента по любому из

пп.1-10, содержащая выделенные молекулы нуклеиновой кислоты, кодирующие указанное антитело или его антигенсвязывающий фрагмент.

12. Комбинация выделенных молекул нуклеиновой кислоты по п.11, содержащая первую выделенную молекулу нуклеиновой кислоты, содержащую или состоящую из последовательности, выбранной из группы, состоящей из SEQ ID NO: 15, SEQ ID NO: 16, SEQ ID NO: 17 и SEQ ID NO: 18; и вторую выделенную молекулу нуклеиновой кислоты, содержащую или состоящую из последовательности SEQ ID NO: 13.

13. Фармацевтическая композиция, содержащая антитело или его антигенсвязывающий фрагмент по любому из пп.1-10 и/или комбинацию выделенных молекул нуклеиновой кислоты по любому из пп.11 или 12 и фармацевтический носитель.

14. Фармацевтическая композиция по п.13, которая подходит для местного применения, в частности для местного подкожного, энтерального или перорального применения, более конкретно - для доставки в толстую кишку.

15. Набор, содержащий фармацевтическую композицию по п.13 или 14 и устройство для доставки, подходящее для местного введения для профилактики или лечения отторжения трансплантата органа или ткани или заболевания.

16. Набор по п.15, где указанное устройство представляет собой устройство для подкожной, энтеральной или пероральной доставки, или где указанное устройство содержит предварительно заполненный шприц или безыгольное устройство.

17. Набор по п.15, отличающийся тем, что указанное заболевание выбрано из группы, состоящей из аутоиммунных заболеваний, в частности ревматоидного артрита, системного склероза, рассеянного склероза, диабета I типа, аутоиммунного тиреоидита, системной красной волчанки, первичного синдрома Шегрена и воспалительных заболеваний, в частности воспалительных заболеваний кишечника (ВЗК), более конкретно - болезни Крона и язвенного колита, и энцефаломиелимита, а также аллергических заболеваний и раковых заболеваний, и заболеваний, связанных с трансплантацией, и респираторных заболеваний.

18. Применение антитела или его антигенсвязывающего фрагмента по любому из пп.1-10 в качестве лекарственного средства для лечения заболевания или состояния, ассоциированного с сигнальным путем интерлейкина-7 (IL-7) у пациента.

19. Применение комбинации выделенных молекул нуклеиновой кислоты по пп.11 или 12 в качестве лекарственного средства для лечения заболевания или состояния, ассоциированного с сигнальным путем интерлейкина-7 (IL-7) у пациента.

20. Применение фармацевтической композиции по п.13 или 14 в качестве лекарственного средства для лечения заболевания или состояния, ассоциированного с сигнальным путем интерлейкина-7 (IL-7) у пациента.

21. Применение по любому из пп.18-20, где указанное заболевание или состояние представляет собой отторжение трансплантата органа или ткани или выбрано из группы, состоящей из аутоиммунных заболеваний, в частности ревматоидного артрита, системного склероза, рассеянного склероза, диабета I типа, аутоиммунного тиреоидита, системной красной волчанки, первичного синдрома Шегрена и воспалительных заболеваний, в частности воспалительных заболеваний кишечника (ВЗК), более конкретно - болезни Крона и язвенного колита, и энцефаломиелимита, а также аллергических заболеваний и раковых заболеваний, и заболеваний, связанных с трансплантацией, и респираторных заболеваний, и где указанный пациент нуждается в трансплантации или находится на стадии подготовки к трансплантации, или перенес трансплантацию.

#### A

**N13B2-VH** (SEQ ID No: 7)

QVQLVESGGGLVKPGGSLRLSCAVSGFTLSDYIMAWIRQAPGKGL  
EWVSTISASGLRTYYPDSVKGRFTISRDNAKNSLYQMNSLRAEDTA  
VYYCARPLSAHYGFNYFDYWGQGLTVTVSS

#### B

**N13B2-hVL3** (SEQ ID No: 9)

DIQMTQSPSSLSASVGDRTITTCRTSEDIYQGLAWYQQKPGKAPKL  
LQYISANTLHIGVPSRFSGSGSGTDYTLTISSLQPEDFATYECQQYYDY  
PLAFGGGTTKVEIK

**N13B2-hVL4-V48L** (SEQ ID No: 10)

DIQMTQSPSSLSASVGDRTITTCRTSEDIYQGLAWYQQKPGKAPKL  
LQYISANTLHIGVPSRFSGSGSGTDYTLTISSLQPEDFATYECQQYYDY  
PLAFGGGTTKVEIK

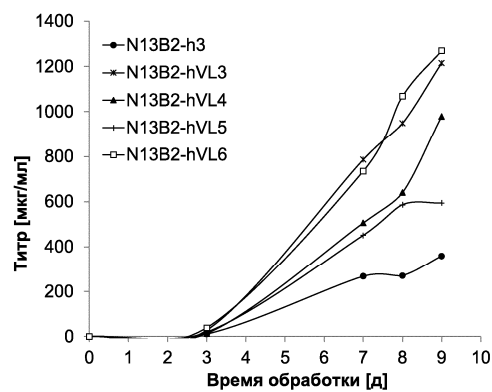
**N13B2-hVL5-F87Y** (SEQ ID No: 11)

DIQMTQSPSSLSASVGDRTITTCRTSEDIYQGLAWYQQKPGKAPKL  
LQYISANTLHIGVPSRFSGSGSGTDYTLTISSLQPEDFATYECQQYYDY  
PLAFGGGTTKVEIK

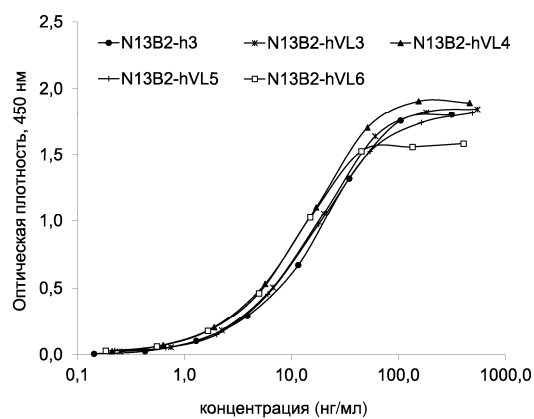
**N13B2-hVL6-V48L-F87Y** (SEQ ID No: 12)

DIQMTQSPSSLSASVGDRTITTCRTSEDIYQGLAWYQQKPGKAPKL  
LQYISANTLHIGVPSRFSGSGSGTDYTLTISSLQPEDFATYECQQYYDY  
PLAFGGGTTKVEIK

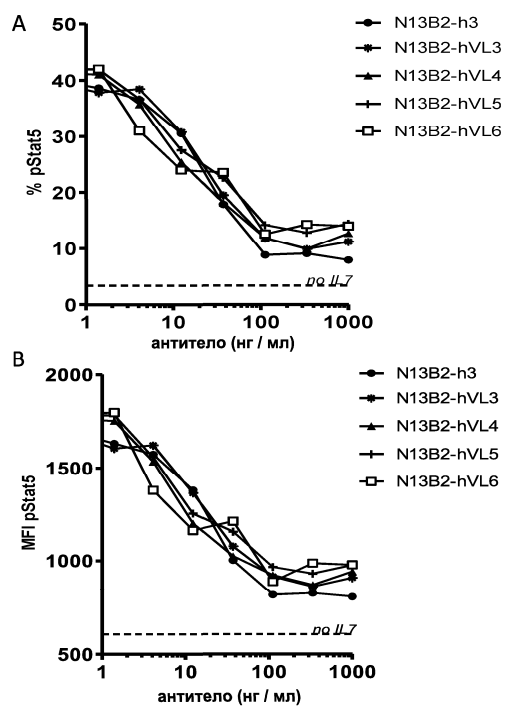
Фиг. 1



Фиг. 2

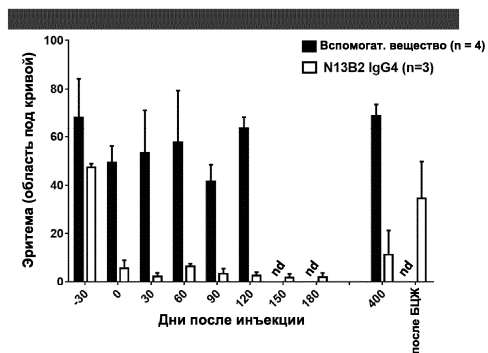


Фиг. 3

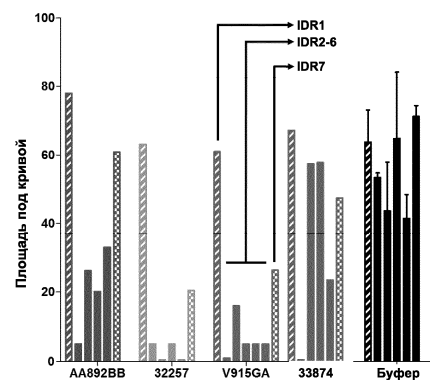


Фиг. 4

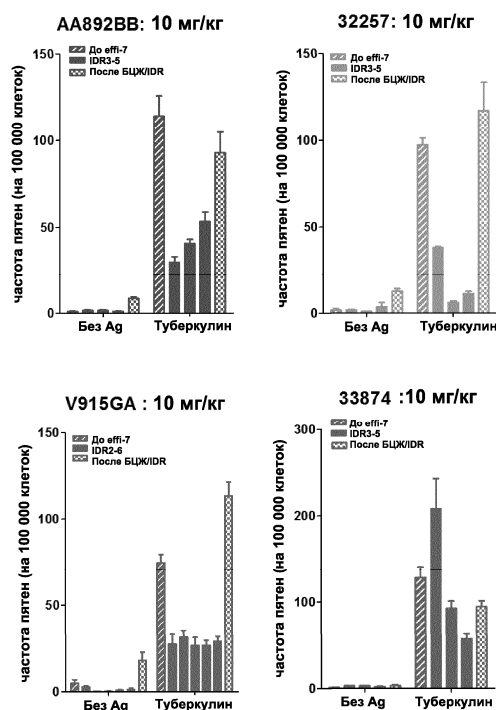
A



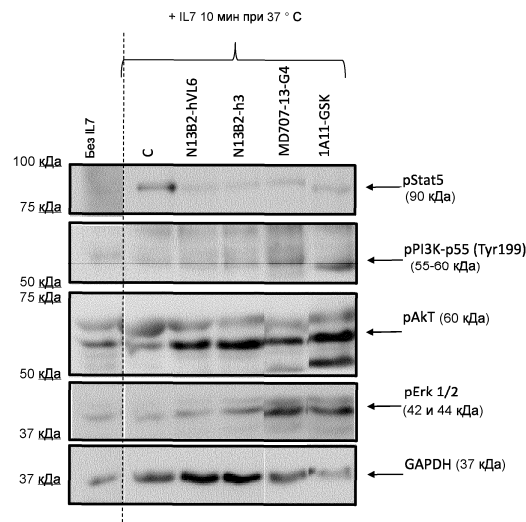
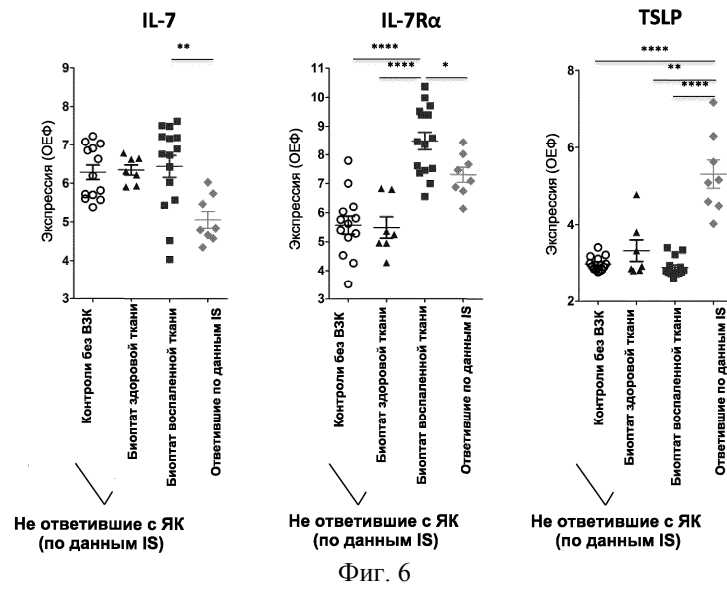
B



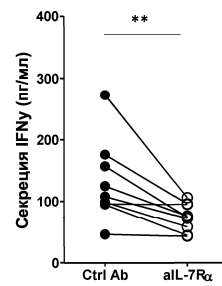
C



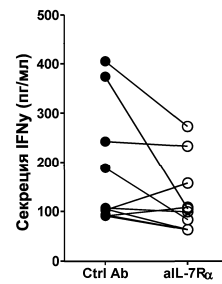
Фиг. 5



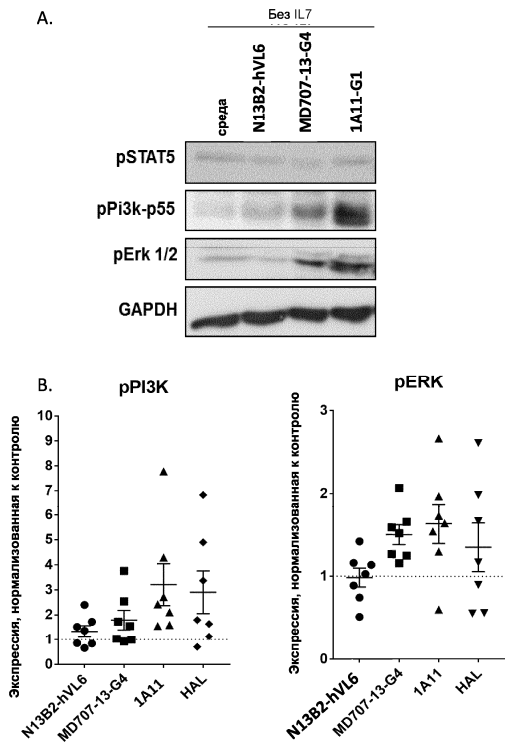
A



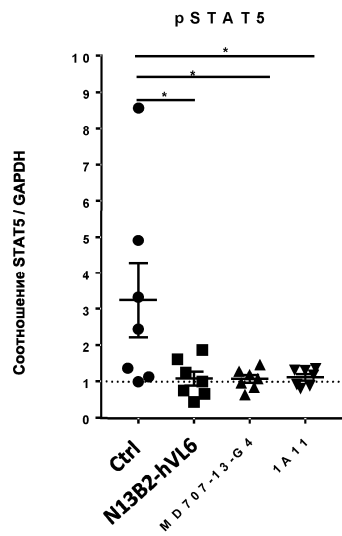
B



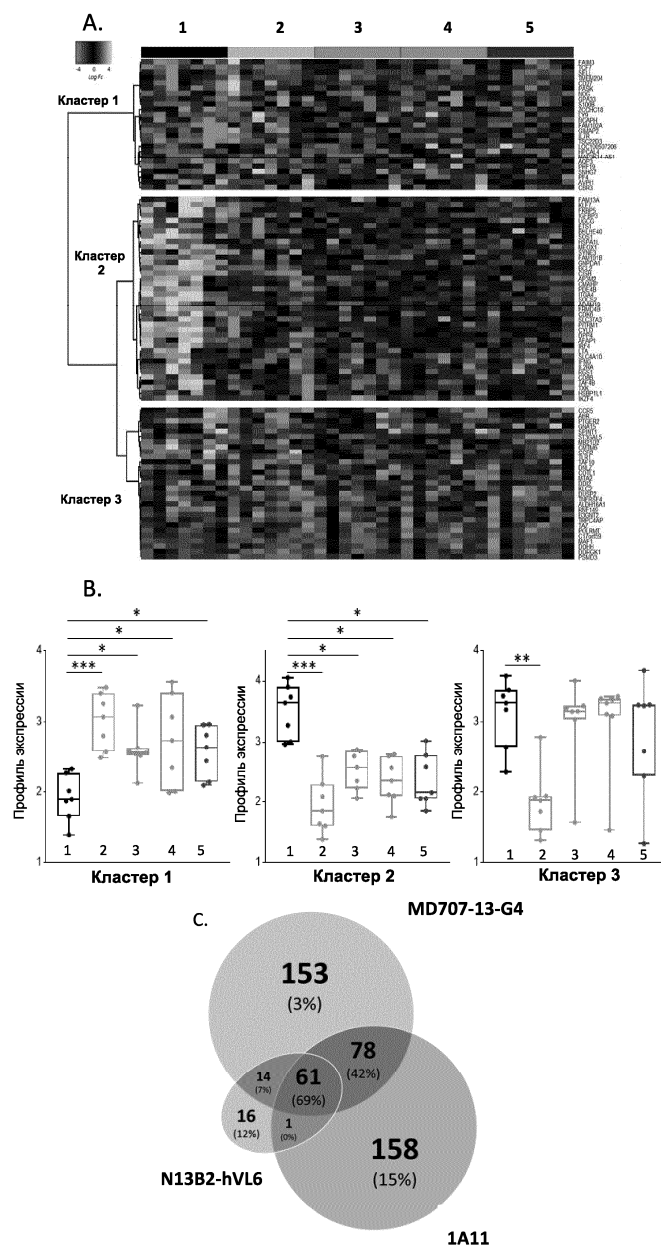
Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2