



ФОНД ИНФРАСТРУКТУРНЫХ
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
ПРОГРАММ
работаем из дома

SCIENCE Bar Hopping

Бумага
paperpaper.ru

13 ноября 2020 года

Что с нами будет? Письма ученых о самом важном

Это письмо об адресных лекарствах, с помощью которых можно будет вылечить рак

Привет!

Это Оля. Начну с новости: 18 ноября мы проводим онлайн-лекторий «[Science Bar Hopping: МИЭТ](#)». На нем вы сможете послушать лекции о космических полетах, радиоволнах и строении Земли и познакомиться с интересными людьми: на мероприятии будет работать специальный научный чат-бот, который поможет вам найти единомышленников и пообщаться.

Генеральный партнер фестиваля — [МИЭТ](#). А организуют этот Science Bar Hopping «[Бумага](#)» и [Фонд инфраструктурных и образовательных программ \(Группа РОСНАНО\)](#). Присоединяйтесь!

[Зарегистрироваться](#)

Теперь к теме письма. Сегодня оно посвящено адресной доставке лекарств. Что это такое, для чего необходимо и как работает? Чтобы разобраться, я поговорила с химиком Максимом Абакумовым. Он заведует [лабораторией «Биомедицинские наноматериалы»](#) в институте МИСиС.

Максим объяснил, что такое «волшебная пуля» и при чем тут наночастицы. Начнем.

Что такое адресная доставка

лекарств?

Любой препарат, за исключением применяемых локально, попадая в организм, распределяется там через кровоток. Допустим, у вас болит почка. Вы принимаете лекарство, и, кроме почки, через кровоток оно поступает также в мозг, печень и другие органы. При этом доза, которая достигает мишени, то есть почки, составляет в среднем примерно 1%.

В связи с этим возникает проблема: приходится использовать относительно высокие дозировки лекарств, что, очевидно, приводит к побочным явлениям. В конце XIX века немецкий бактериолог и лауреат Нобелевской премии Пауль Эрлих сформулировал концепцию, которая позволяет решить эту проблему, и назвал ее «волшебная пуля».

Есть история о том, что эта идея пришла ученому в голову, когда он слушал оперу «Вольный стрелок». В центре ее сюжета — волшебные пули, которые всегда попадают в цель, но добить их можно, только продав душу дьяволу. Так, Пауль Эрлих предположил, что можно создать препарат, который будет попадать только туда, куда надо, и работать там, не затрагивая другие ткани. Это идеальная схема и достичь такого результата до сих пор пока не удалось.

Но работа идет, и основным путем к реализации концепции Паулля Эрлиха является адресная доставка лекарств. Ее суть заключается в транспортировке молекул препарата в определенную область организма, органа или клетки при помощи управляемого носителя, в качестве которого используют другие молекулы и/или наночастицы.

Как работает механизм адресной доставки?

Существует несколько способов доставить препарат к мишени. Один из них — прямая конъюгация, при которой функцию адресной доставки обеспечивает некая молекула (лиганд), к которой химическими способами присоединяется другая молекула (лекарство). По такой схеме разрабатывают адресные радиофармпрепараты.

Например, у человека диагностируют рак простаты. В клетках рака находится вещество-рецептор — простатический специфический мембранный антиген. Этот рецептор

распознает молекулярное вещество — лиганд — к которому, в свою очередь, можно присоединить различные радионуклиды и с их помощью обеспечить диагностику рака простаты или его лечение. То есть, используя одну и ту же молекулу, но разные изотопы, можно убить раковые клетки, а потом ввести тот же препарат и посмотреть, не остались ли они где-то еще.

Еще один способ адресной доставки лекарств — с помощью контейнеров, в качестве которых используются наночастицы. Размер таких наночастиц не должен превышать нескольких сотен нанометров (1 миллиметр = 1 000 000 нанометров). Здесь суть в том, что в состав наночастицы включаются молекулы лекарств, затем наночастицы связываются с вектором, доставляют свой груз в клетку или в ткани органа, высвобождают его — и лекарство попадает туда, где оно должно действовать. Преимущество такой системы доставки — защита лекарственных средств от распада и метаболизма.

В качестве контейнеров для доставки препаратов применяют липосомы, полимеры, мицеллы, кремний или углеродные материалы, а также вирусные, магнитные и композиционные наночастицы. Выбор наночастицы в первую очередь зависит от химической природы того лекарства, которое нужно доставить. А во-вторых — от необходимых дополнительных функций, так как сами по себе частицы обладают разными свойствами.

Например, наночастицы золота активно выделяют тепло при облучении лазером и дают возможность провести термоабляцию опухоли, то есть фактически выжечь ее. Еще есть так называемые квантовые точки, которые ярко флуоресцируют, и по ним можно отследить, доставлен препарат туда, куда надо, или нет. Таким же свойством обладают и магнитные наночастицы — их можно увидеть на МРТ.

В МИСиС, например, сейчас есть несколько проектов, связанных с магнитными наночастицами. В том числе там изучают, из-за чего их активно захватывают иммунные клетки — в частности макрофаги, — чтобы потом привести клетки иммунитета в более активную форму для уничтожения опухоли. По словам Максима Абакумова, это необычный подход, потому что чаще всего исследователи избегают того, чтобы макрофаги захватывали наночастицы, так как это приводит к тому, что вместо мишени они попадают в печень. Но цель исследователей из МИСиС — доставить в

зараженную область определенное вещество, которое сделает иммунные клетки более агрессивными и они, в свою очередь, будут активнее убивать опухоль.

Сколько стоят такие препараты и для лечения каких болезней они используются?

С помощью адресной доставки лекарств можно лечить не только опухолевые, но и другие заболевания. Например, исследователи из ИТМО занимаются [тромболитической терапией](#). Также есть работы по доставке наночастиц, которые способны [визуализировать](#) атеросклеротические бляшки в сосудах. Кроме того, активно [исследуются](#) противовоспалительные и противобактериальные свойства наночастиц.

Тут важно отметить, что не любой нанопрепарат обладает адресной доставкой, и не любой препарат адресной доставки является нанопрепаратором. Потому что нанолекарства за счет самих частиц и их свойств могут тоже проникать в клетки и ткани. При этом адресных лекарств на рынке пока нет. А вот нанопрепараты есть. Чаще всего они выпускаются в форме растворов для внутривенных инъекций.

Что касается стоимости, то, например, нанолекарство с действующим веществом доксорубицин, которое находится в составе липосом наночастиц, стоит от 40 тысяч рублей, а обычный доксорубицин можно купить примерно за 900 рублей.

Станут ли в будущем все препараты адресными?

Очевидно, что создать адресное лекарство сложнее, чем обычный препарат. При этом у ряда лекарств хорошие фармакокинетические профили. Например, препараты с ибупрофеном отлично работают как обезболивающие, а их побочные эффекты довольно редки и относительно безопасны. Для них, по словам Максима Абакумова, создание адресности бессмысленно.

Как и для антибиотиков. Потому что бактериальная инфекция может распространиться по всему организму, и если с помощью адресного антибиотика ее убить, например, в легких, она может возникнуть в другом органе. А один из плюсов антибиотиков — в том, что они распространяются и убивают бактерии везде. То есть создавать адресные лекарства необходимо только для болезней, которые развиваются в каком-то одном органе.

Что еще почитать и посмотреть на эту тему?

- [Видео](#), в котором профессор Массачусетского технологического института Роберт Лангер рассказывает об адресной доставке лекарств, лечении рака и проблемах внедрения новых методов в медицине.
- [Лекцию](#) Роберта Лангера о технологиях контролируемого высвобождения лекарств.
- [Выступление](#) на TEDx Talks докторанта Объединенной школы нанонауки и наноинженерии Университета Северной Каролины в Гринсборо Тейлора Мейба «Нанонаука и доставка лекарств. Маленькие частицы для решения больших проблем».
- [Интервью](#) с биоинформатиком Александром Тышковским о том, как ученые пытаются предотвратить старение, почему важно регулярно обследоваться и увеличится ли продолжительность жизни в ближайшие годы.

На этом у меня всё. Благодарю химика Максима Абакумова, который помог написать и проверил это письмо. Как всегда, призываю использовать наш [чат](#) в телеграмме и писать туда свои вопросы, рекомендации и пожелания.

Хороших выходных!

Science Bar Hopping — это совместный проект [Фонда инфраструктурных и образовательных программ](#) ([Группа РОСНАНО](#)) и [«Бумаги»](#). Обычно мы проводим научно-популярный фестиваль в Москве и Петербурге, но во время пандемии проект перешел в онлайн. Теперь мы делаем научную рассылку, вебинары, подкаст и

онлайн-фестиваль.

Вы получили это письмо, потому что подписались на
рассылку проекта [Science Bar Hopping](#). Спасибо!

[Отписаться](#)