

# Двенадцать вопросов о вакцине от коронавируса

Вокруг вакцинации от COVID-19 сегодня гуляет множество мифов. Люди боятся, что прививка изменит их геном, приведет к бесплодию или отразится на будущих детях. Спрашивают, как можно доверять вакцине, которая разработана за такое короткое время, и интересуются, зачем ставить прививку, если она не гарантирует стопроцентной защиты. Мы попросили сибирских ученых ответить на популярные вопросы.



Сергей Нетёсов



Маргарита Романенко



Сергей Кулемзин



Сергей Седых

— Почему мы так легко доверяем вакцине «Спутник V», которая разработана очень быстро и еще не прошла полного цикла клинических испытаний?

**Сергей Седых:**

— Пандемия коронавирусной инфекции показала, что даже в XXI веке нет других способов контролировать вирусную инфекцию, чем карантин, вакцины и лекарства. Про карантин и масочный режим, в принципе, всё понятно. Разработка лекарственного препарата обычно занимает 5–10 лет. Начинается всё с подбора органического вещества с предположительно терапевтическими свойствами. Далее идет стадия доклинических исследований, в которой анализируют токсичность, безопасность, терапевтический эффект сначала на культурах клеток, потом на модельных животных. Затем — три фазы клинических исследований. Всё это очень долго и дорого, но это цена за безопасность и эффективность.

Разработать новый противовирусный препарат в течение одного года просто невозможно и не факт, что он будет эффективен против мутирующих штаммов вируса. Внести какое-то изменение в молекулу — значит начать новый цикл исследований. Поэтому закономерно, что разработчики новых вакцин в 2020 году оказались более востребованными.

С вакцинами от коронавирусной инфекции мы увидели, что платформенные решения (мРНК-вакцины, аденовирусные вакцины), в которых используются технологии рекомбинантных ДНК, здесь самые перспективные. Они позволяют сделать новый продукт быстро и эффективно. Более того, именно платформенность и возможность в течение нескольких дней немного изменить ген, кодирующий белок, и через пару месяцев получить новую версию вакцины с новым антигеном позволяют таким решениям эффективно бороться с новыми штаммами. Вакцина от гриппа каждый год содержит антигены новых штаммов вируса. Возможно, то же придется делать и для вакцин против новой коронавирусной инфекции.

Коронавирусы были известны вирусологам очень давно. Относительно недавно два вируса, SARS и MERS, вызыва-

ли эпидемии, конечно не такие масштабные, как SARS-CoV-2. Ученые были хорошо подготовлены, чтобы быстро сделать вакцины нового поколения. Хотя нельзя сказать, что мРНК-вакцины или аденовирусные вакцины — это последнее слово в вакцинологии, работы с этими платформами ведутся уже десятилетия.

Вакцина «Спутник V» разработана очень быстро именно благодаря ее платформенности. В Национальном исследовательском центре эпидемиологии и микробиологии им. почетного академика Н. Ф. Гамалеи уже были сделаны прототипы вакцин на основе аденовирусов 5-го и 26-го типов, в них просто заменили один ген на ген S-белка SARS-CoV-2 и получили работающий продукт. В условиях военного времени, в которых пришлось трудиться разработчикам, не было возможности пройти полный цикл клинических исследований. Тем не менее результаты были опубликованы в престижном журнале Lancet. Повторю, что работоспособность и безопасность этой аденовирусной конструкции давно доказана.

— Отложенные побочные эффекты «Спутника V» не изучены, так как еще не прошло достаточно времени. Какие побочные эффекты бывают у векторных вакцин?

**Сергей Седых:**

— До середины 2020 года ни одна из аденовирусных вакцин не была разрешена для использования, хотя потенциал применения аденовирусов для генной терапии был показан еще в 1990-е годы. В основном в качестве векторов берут аденовирусы человека 5-го и 26-го серотипов («Спутник V» и Johnson & Johnson), в вакцине Astra Zeneca использован аденовирус шимпанзе.

Аденовирусы человека могут вызывать ОРВИ, гастроэнтериты, конъюнктивит и другие инфекции. Однако вирус, используемый в вакцине, не способен к репликации в клетках человека. Он не содержит фрагментов генома, необходимых для размножения (эти гены есть в культуре клеток, в которых его наращивают). Зато после вакцинации в организме человека работает ген S-белка, встроенный в аденовирус. В результате синтезируется белок, необходимый для

выработки нейтрализующих антител и защиты от коронавируса.

Природные аденовирусы размножаются в верхних дыхательных путях и кишечнике. Вакцинация проводится путем инъекции в мышцу, в которой аденовирус размножаться в принципе не способен. Таким образом, вирус, используемый в вакцине, не может вызывать ОРВИ и кишечные расстройства.

Но даже введение в мышцу вызывает у некоторых людей достаточно выраженную реакцию (сильную головную боль, температуру, слабость в течение нескольких дней). Пока трудно сказать, сказывается ли она положительно на иммунном ответе и выработке антител. Мы видели хорошие титры антител и у тех доноров крови, которые тяжело перенесли вакцинацию, и у тех, кто «почти ничего не заметил».

Надо сказать, что мРНК-вакцины (к которым относятся вакцины, разработанные Pfizer и Moderna) представляют собой матрицу для синтеза белка в липидной оболочке, то есть похожи на вирус только отдаленно. Хотя мРНК-вакцины не содержат на своей поверхности вирусных белков, они тоже часто вызывают у вакцинированных повышение температуры и плохое самочувствие. Есть мнение, что наработка антител в организме в принципе должна сопровождаться такой реакцией.

Сказать, что никаких отдаленных побочных эффектов у векторных вакцин нет и точно быть не может на сегодняшний день нельзя. Однако такие способы иммунизации давно известны ученым и были достаточно подробно изучены, правда, в основном на лабораторных животных.

Получается, что мы все участвуем в большом эксперименте, но цена, которую мы за это платим, несопоставима с пользой. Известно, что среди тысяч пациентов ковидных отделений и палат интенсивной терапии единицы получили вакцину от коронавирусной инфекции. Вакцинация аденовирусными и мРНК-вакцинами уже спасла миллионы жизней и спасет еще больше, когда человечеству удастся справиться с пандемией. А это, как мы видим, невозможно без прививок.

**Сергей Нетёсов:**

— Все люди за свою жизнь неоднократно сталкиваются с десятками вирусов, включая коронавирусы четырех видов и аденовирусы самых разных серотипов, но мало кто задумывается об их последствиях.

В вакцине «Спутник V» присутствуют дефектные рекомбинантные аденовирусы 26-го и 5-го серотипов, которые не могут размножаться в человеческих клетках. Таким образом, опасаться долговременных последствий не стоит, хотя для страховки эта вероятность на всякий случай изучается в рамках третьей фазы испытаний на добровольцах. Уточню, что она изучается, но не предполагается. Более чем у 70 % людей старше 40 лет выявляются антитела к аденовирусу 5-го серотипа и к целому ряду других аденовирусов, которые они уже перенесли за свою жизнь.

— Может ли вакцина (в частности, векторная) повлиять на геном и серьезно изменить ДНК вакцинированного?

**Маргарита Романенко:**

— Краткий ответ: нет, не может. Никакая из тех, которые у нас сейчас есть. Мы не будем останавливаться на РНК-вакцинах Pfizer и Moderna, потому что они в России не представлены, и сосредоточимся на аденовирусных, к которым относится и «Спутник V». Надо сказать, что внести в клетку чужеродную ДНК не так-то просто. В клетке всё четко упорядочено, и против чужой нуклеиновой кислоты предусмотрены специальные охранные меры. Поэтому некоторые семейства вирусов в ходе эволюции разработали специальные механизмы и белки, позволяющие разрезать человеческую хромосому, встроить туда свою ДНК и сшить. Самый яркий пример подобного вируса это, конечно же, ВИЧ.

Аденовирусы по своей природе не могут встраиваться в ДНК человека, поскольку у них нет таких ферментов. В том числе поэтому они и были взяты в качестве основы для векторных вакцин. Прививка на основе аденовируса не может ни серьезно, ни слегка повлиять на ДНК, это абсолютно исключено. Работы с аденовирусами ведутся уже более 30 лет, их

всесторонне изучили и применяют на людях уже более 20 лет. Ученые никогда не наблюдали их встройки в геном ни напрямую, ни по косвенным признакам.

— **Может ли вакцина повлиять на геном будущих детей (при условии, что они были зачаты не вовремя вакцинации, а, например, через несколько месяцев или лет после нее)?**

**Маргарита Романенко:**

— Чтобы повлиять на будущих детей, нужно чтобы какая-то чужая ДНК встроилась в яйцеклетки или сперматозоиды. Этого с вакцинами не происходит. Во-первых, потому что ДНК аденовируса не может встраиваться в наш геном ни в каких клетках. Во-вторых, аденовирусы попросту не доходят ни до семенников, ни до яичников, поскольку их нахождение ограничено только местом введения вакцины. Это мышцы и соседний лимфатический узел, в котором будет производиться вся последующая иммунологическая работа. Именно там сидят многие наши иммунные клетки. Поэтому при вакцинации вирус или его части доставляются туда, чтобы лимфоциты узнали патоген и выработали против него защиту.

Теоретически при внутримышечной инъекции небольшая часть вируса может попадать в кровь. Но у человека, как и у всех млекопитающих, эволюция давно разработала специальную систему для избавления от всего лишнего в кровотоке. Эта система называется ретикулоэндотелиальной. В нее входят макрофаги, расположенные в разных органах. Они выхватывают из крови различные патогены и быстро их переваривают, блокируя дальнейшее распространение. Особенно много таких клеток в печени, есть они и в селезенке, легких, других органах.

Даже введенный внутривенно, аденовирус не оказывает на организм никакого негативного воздействия. Так, существует специализированное лечение онкологии, основанное на внутривенном введении вируса. По всему миру тысячи человек получили инъекции больших доз аденовируса, но никаких опасных последствий ученые не обнаружили. Здесь захват клетками-чистильщиками только мешал терапевтическому эффекту.

Неважно до или после зачатия сделана вакцинация, это никак не повлияет на будущих детей. Если вы поставили прививку и обнаружили, что беременны, не стоит переживать и делать аборт. Наоборот, нужно радоваться, что теперь коронавирус если и угрожает вам, то только в легкой форме.

— **Может ли вакцина вызвать бесплодие?**

**Маргарита Романенко:**

— Чтобы что-то приводило к бесплодию, оно должно поражать семенники или яичники. Например, есть респираторный вирус, вызывающий паротит (свинку). Он действительно влияет на эпителий семенников, что приводит к мужскому бес-

плодию. Недавно я видела исследование, в которых показано, что, похоже, в семенниках может размножаться и коронавирус. Поэтому если вы боитесь бесплодия, то скорее стоит опасаться коронавируса, чем вакцины.

Вакцина не размножается в половых органах, не умеет встраиваться в геном, не влияет ни на какие системы организма таким образом, чтобы это вызывало бесплодие. Не затрагивает она и гормональную систему. Ведь чтобы воздействовать на последнюю, нужно, чтобы вирус порастил какие-то клетки, отключение которых потом повлечет за собой гормональную перестройку у женщины или физическое повреждение половых клеток.

Даже дикие немодифицированные аденовирусы никогда не приводят к бесплодию. А вакцинный штамм сделан таким образом, что он вообще не способен размножаться в клетках человека. Аденовирус не поражает никакие из клеток, которые хоть как-то могли бы повлиять на зачатие, ни в женском, ни в мужском организме.

— **Может ли на компоненты вакцины внешне развиваться сильная аллергия?**

**Сергей Седых:**

— Аллергия, как правило, развивается при повторной встрече с аллергеном. Известно, что лицам с выраженной аллергией на куриный белок противопоказаны определенные вакцины от гриппа, клещевого энцефалита и некоторых других болезней. Если мы говорим о вакцинах против коронавирусной инфекции, такая реакция маловероятна.

Если у пациента после вакцинирования возникла сильная аллергическая реакция, ему противопоказано введение второго компонента. Например, если такое произошло после введения «Спутника V», лучше продолжить вакцинацию «КовиВаком», в таком случае подобная реакция менее вероятна.

Стоит ли вакцинироваться аллергику? Этот вопрос лучше задать квалифицированному лечащему врачу, но давайте подумаем, хорошо ли аллергику переболеть COVID-19? Это же справедливо для лиц с хроническими заболеваниями, беременных и кормящих женщин. Сегодня мы видим, что в России и других странах спектр лиц, которым рекомендована вакцинация, значительно расширен (по сравнению с тем, что было в начале 2021 года). Осторожное использование вакцины «Спутник V» в группах риска показало ее безопасность.

Тем не менее вакцина действительно новая, нельзя исключить, что мы чего-то не знаем про нее. И именно поэтому всем вакцинированным рекомендуют 30 минут не покидать пункт вакцинации, чтобы врачи смогли оказать квалифицированную помощь, если вдруг что-то пойдет не так.

— **Насколько безопасна вакцина для пожилых людей? Ведь в первые дни после**

**прививки возможны достаточно сильные побочные эффекты.**

**Сергей Кулемзин:**

— Исследования показывают, что чем старше человек, тем легче переносится иммунизация вакцинами против SARS-CoV-2 на основе аденовирусных векторов (к таким относится «Спутник V»). У людей старшей возрастной группы побочных эффектов чаще всего нет никаких. Естественно, риски остаются, однако пользы несравнимо больше, особенно для пожилых людей.

— **Почему у некоторых людей после вакцинации не нарабатываются антитела (возможно ли такое, или это ошибка тестов на антитела)? Всегда ли антитела вырабатываются после болезни?**

**Сергей Кулемзин:**

— Описаны нечастые случаи, когда заболевание COVID-19 или иммунизация не вызывают выработку антител. Это не ошибка тестов, а особенность формирования иммунного ответа для конкретного человека. Иногда у таких людей может присутствовать специфический Т-клеточный ответ, то есть они в какой-то степени будут защищены от инфекции.

Сейчас нет клинических рекомендаций для людей, у которых вакцинация не привела к индукции антител. Однако уже есть сообщения, что иммунизация по схеме: первая инъекция векторной, вторая — мРНК вакциной, приводит к очень хорошему иммунному ответу. Возможно, в ближайшей перспективе иммунизация разными типами вакцин будет распространена для достижения наилучших результатов.

— **Почему некоторые люди заболевают коронавирусом после вакцинации? Значит ли это, что вакцина нерабочая?**

**Сергей Кулемзин:**

— Эффективность наиболее распространенной в России вакцины «Гам-КОВИД-Вак» («Спутник V») была исследована в обширных испытаниях и составляет более 91 %. Это значит, что некоторые люди все-таки могут заболеть после вакцинации, однако вероятность этого для вакцинированных сильно ниже, чем для непривитых. Более того, если привитый человек заразится, болезнь чаще всего протекает в легкой форме.

Появляющиеся варианты вируса SARS-CoV-2 (в том числе индийский вариант) несколько отличаются от уханьского штамма, S-белок которого был взят за основу для разработки большинства вакцин. В связи с этим, вероятнее всего, эффективность имеющихся вакцин против новых вариантов будет снижена, однако иммунная система привитых людей всё равно в значительной степени готова к борьбе с мутантным вирусом.

— **Существует мнение, что второй компонент «Спутника V» переносится тяжелее. Правда ли это?**

**Сергей Нетёсов:**

— Второй компонент «Спутника V» основан на аденовирусе 5-го серотипа (Ад5), который встречается среди аденовирусных ОРВИ наиболее часто. Люди чаще всего инфицируются аденовирусом 5-го серотипа уже в первые годы жизни. В китайской провинции Цинхай, например, 70 % детей с 10 лет и старше имеют к нему антитела, да и в других странах цифры похожие.

Разумеется, в случае заражения Ад5 никто не делает диагностику, потому что это легкое ОРЗ (острое респираторное заболевание). Поэтому тяжелая реакция на вторую прививку «Спутником» встречается крайне редко. Все поствакцинальные реакции и побочные эффекты указаны в инструкции по применению вакцины «Спутник V», которую легко найти на общепризнанных фармацевтических сайтах.

— **Может ли привитый человек быть заразным для окружающих?**

**Сергей Нетёсов:**

— Это не исключено в том случае, если он заразится коронавирусом после прививки. Сама прививка не содержит коронавируса. Поэтому привитый человек, сам не зараженный коронавирусом, не может заразить других людей. Тем более что оба компонента вакцины «Спутник V» не могут размножаться в человеческом организме. Дело в том, что у содержащихся в вакцине аденовирусов 26-го и 5-го серотипов убрана часть генов, которые ответственны за размножение в нормальных клетках человека. Не исключено, что заразившийся коронавирусом после прививки человек может выделять вирус, но это количество будет незначительным.

— **Люди опасаются отложенных эффектов вакцины. А насколько изучены отложенные эффекты самого коронавируса?**

**Сергей Нетёсов:**

— Отложенные эффекты от заболевания самим коронавирусом изучаются. Однако он циркулирует всего лишь полтора года, поэтому мы можем основываться только на данном периоде. Уже отмечены такие возможные осложнения, как головная боль в течение нескольких месяцев после перенесенной инфекции, ослабление умственных способностей, астения — слабость в мышцах и другие. Это наблюдается не у всех переболевших, но у многих, и у некоторых эти эффекты продолжают долго и проходят в тяжелой форме. И, конечно же, они намного более серьезные, чем кратковременные побочные эффекты от вакцины.

**Подготовили**

**Диана Хомякова, Глеб Сегада**  
**Фото: Александры Федосеевой,**  
 предоставлено исследовательницей,  
 с сайта СО РАН, из открытых источников

