

ЖИТЬ НУЖНО В ГАРМОНИИ СО СВОИМИ ГЕНАМИ

Генетическая информация определяет нас в гораздо большей степени, чем мы привыкли думать, — особенно в том, что касается здоровья. Как именно это происходит, что делать, чтобы не передать свои болезни детям, и какие факторы важно учитывать при планировании семьи, рассказали известные российские ученые — заведующий отделом геномной медицины им. В.С. Баранова НИИ им. Д.О. Отта, д.б.н. Андрей Сергеевич Глотов и заведующий отделом экспериментальной медицинской вирусологии, молекулярной генетики и биобанкинга ДНКЦИБ ФМБА России, к.б.н. Олег Сергеевич Глотов

О ТОМ, ЧТО ИМЕННО ОПРЕДЕЛЯЮТ ГЕНЫ И КАК ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТЕСТЫ ПОМОГАЮТ ВЫЯВЛЯТЬ ЗАБОЛЕВАНИЯ ЕЩЕ ДО РОЖДЕНИЯ РЕБЕНКА

Генетика определяет очень многое — возможно, вообще все, только мы пока об этом не знаем. Например, раньше считалось, что психологические характеристики человека на 30% обусловлены его генами, а на 70% — окружающей средой. Но уже установлено, что это соотношение как минимум «50 на 50», и, возможно, по мере проведения новых исследований оно еще изменится.

Сегодня ученым известно более 10 тысяч заболеваний, развитие которых достоверно связано с генетическими мутациями, и все их можно диагностировать — только разными методами. Каждый тест имеет свои ограничения, но, комбинируя их, может выявить фактически все.

При этом есть и болезни, причины которых пока точно не установлены. Есть подозрение, что они связаны с генами, т.к. заболевания наблюдаются в семьях из поколения в поколение, но еще не выявлены ни генные, ни хромосомные изменения, которыми можно было бы их объяснить. Впрочем, таких патологий остается все меньше, потому что методы генетики постоянно совершенствуются.



Андрей Сергеевич Глов

Заведующий отделом геномной медицины им. В. С. Баранова НИИ им. Д. О. Отта, д. б. н.



Олег Сергеевич Глов

Заведующий отделом экспериментальной медицинской вирусологии, молекулярной генетики и биобанкинга ДНКЦИБ ФМБА России, к. б. н.

Что касается репродуктивных потерь (бесплодие, невынашивание беременности и др.), то раньше считалось, что 25–30% из них связаны с моногенными заболеваниями, 10–15% — с хромосомными, а все остальное (больше 50%!) относилось к категории «врожденных пороков развития». Но постепенно, по мере развития научных методов исследований, ученые стали понимать, что за подавляющим большинством репродуктивных потерь стоят поломки генов. И чем больше у нас будет информации, тем меньше останется таких «белых пятен», то есть мы сможем помочь большему количеству пар, которые хотят родить детей.

С наследственными заболеваниями можно столкнуться на любом этапе репродуктивного цикла: при планировании беременности, анализе эмбриона, во время вынашивания, сразу после рождения ребенка, в детстве и даже уже во взрослом возрасте. Что касается врожденных патологий (синдром Дауна, синдром Эдвардса и др.), они выявляются в основном на этапе развития эмбриона, в рамках пре-





“ Чтобы максимально повысить шанс рождения здорового ребенка, лучше пройти генетическое тестирование и на наследственные, и на врожденные заболевания — сегодня это возможно уже на 10-й неделе беременности ”

натальной диагностики. Поэтому для того, чтобы максимально повысить шанс рождения здорового ребенка, лучше пройти генетическое тестирование и на наследственные, и на врожденные заболевания — сегодня это возможно уже на 10-й неделе беременности.

Большинство генетических тестов выполняется по крови, то есть пациент просто сдает анализ, а все остальное делают генетики в лабо-

ратории. Более того, в рамках неинвазивного пренатального тестирования (НИПТ) выявить возможные хромосомные нарушения у плода можно абсолютно безопасно для будущего ребенка: его ДНК выделяют из венозной крови матери.

О ТОМ, КАКИЕ ТЕСТЫ НУЖНО СДАВАТЬ И КАК ПРАВИЛЬНО ИНТЕРПРЕТИРОВАТЬ ИХ РЕЗУЛЬТАТЫ

Многие считают, что можно получить ответы на все вопросы, узнав свой геном. Но с точки зрения риска развития тяжелых заболеваний, в т.ч. влияющих на репродуктивную функцию, геном всего на несколько процентов информативнее экзема — «кодирующей части» генома. При этом секвенирование экзема намного

СЛОВАРЬ

- **Моногенные заболевания** — наследственные патологии, причиной которых являются мутации отдельных генов. Генетические тесты позволяют выявить их носительство (т.е. риск передачи потомству) у родителей, а сами эти заболевания — у плода еще во время его нахождения в утробе матери
- **Хромосомные заболевания** — это наследственные патологии, характеризующиеся множественными врожденными пороками развития и являющиеся следствием хромосомного дисбаланса во всех или в большинстве клеток организма (нарушения числа или строения хромосом). Генетические тесты позволяют выявить их во время беременности или еще до переноса эмбриона (при ЭКО)
- **Мультифакторные заболевания** — патологии, возникающие при неблагоприятном сочетании генетической предрасположенности и влияния внешней среды (образа жизни, вредных привычек, профессиональной деятельности и т.д.)
- **Наследственные заболевания** — патологии, развитие которых связано с дефектами и нарушениями в наследственном аппарате клеток. Могут передаваться от одного или обоих родителей, а могут быть обусловлены мутациями, вновь возникшими у зародыша
- **Врожденные заболевания** — патологии, симптомы которых обнаруживаются только после рождения ребенка. Их развитие связано с мутациями в генетическом аппарате. Не все врожденные заболевания являются наследственными, и наоборот!
- **Пороки (аномалии) развития** — отклонения в строении органов и тканей, возникшие в результате нарушения внутриутробного развития плода и проявляющиеся сразу при рождении ребенка. Частично могут быть выявлены внутриутробно с помощью генетических тестов, анализов крови и УЗИ

дешевле и проще. На наш взгляд, именно это — оптимальная технология для профилактики и скрининга носительства тяжелых наследственных заболеваний, особенно при планировании новой семьи. Кроме того, есть локальные тесты, которые нацелены всего на несколько генов или хромосом, связанных с конкретными заболеваниями — они важны для пациентов, которые знают свои риски.

Но в любом случае и для назначения наиболее информативного теста, и для правильной интерпретации его результатов необходима консультация врача-генетика. Если здоровый человек, у которого нет никаких жалоб, факторов риска, репродуктивных задач и т.д., хочет обследоваться просто из любопытства (чтобы больше знать об особенностях своей генетической наследственности), мы рекомендуем не геномный, а экзомный тест.

Если приходит пара, планирующая завести ребенка, советуем одному из партнеров сделать генетическое тестирование, и если оно покажет какие-то риски, прицельно обследуем второго партнера именно на выявленные изменения.

Проблемы с бесплодием или невынашиванием могут быть связаны как с организмом матери, так и с самим плодом, а иногда и с комбинацией генов «мама-папа-плод». В таких случаях исследования назначаются от простого к сложному: сначала проверяем хромосомы, потом гены, потом делаем экзомный тест. Когда к нам обращается семья, в которой уже есть ребенок с серьезным заболеванием и они планируют родить второго, лучше всего сделать прицельный тест в зависимости от диагноза.

В каждом конкретном случае врач-генетик определяет оптимальный путь диагностики, чтобы быстрее получить результат и начать терапию. К сожалению, в нашей стране существует серьезный дефицит кадров — врачей-

“Чтобы больше знать об особенностях своей генетической наследственности, мы рекомендуем не геномный, а экзомный тест”

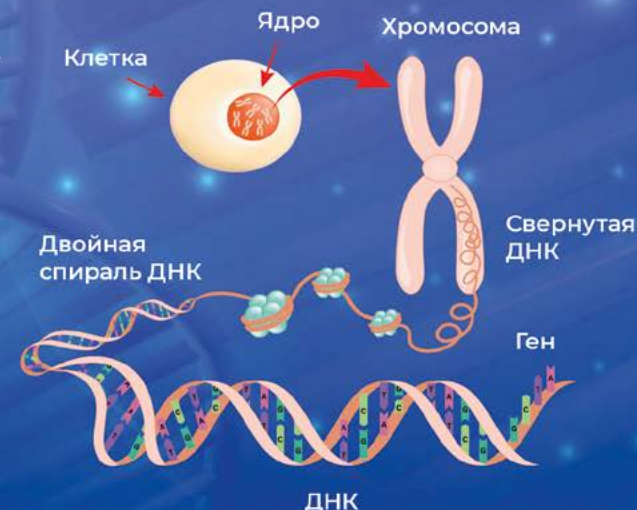


БАЗОВЫЕ ПОНЯТИЯ ГЕНЕТИКИ

ДНК — молекула, которая содержится в клетках и обеспечивает хранение и передачу наследственной информации

Ген — участок молекулы ДНК; основная единица наследственной информации (остается неизменной в течение всей жизни человека)

Хромосома — молекула ДНК, соединенная со специальным белком (может меняться в процессе развития организма)



генетиков очень мало, особенно в регионах. Поэтому с репродуктивными проблемами наследственной природы чаще всего сталкиваются акушеры-гинекологи и репродуктологи. В идеале они направляют пациента к генетику, тот назначает тестирование, анализирует полученные результаты, дает заключение и передает данные лечащему врачу — в таком случае удастся достичь наилучшего эффекта.

Если из этой цепочки убрать врача-генетика, пациент получит некорректную или неполную интерпретацию результата. Иногда пациенты сами сдают тесты, но потом все равно приходят к нам за консультацией. Ведь получив из лаборатории ответ «да, у вас

такая-то поломка генов, и она привела к выкидышу», что человек должен делать? Его цель — не получить этот ответ, а родить здорового ребенка. И только врач-генетик сможет помочь достичь этой цели.

“Когда к нам обращается семья, в которой уже есть ребенок с серьезным заболеванием и они планируют родить второго, лучше всего сделать прицельный тест в зависимости от диагноза”

О ПОВЫШЕНИИ СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА МАТЕРИНСТВА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ГЕНЕТИКИ

В силу объективных социальных причин средний возраст появления первого ребенка для женщин сегодня приблизился к 30 годам. Многие рожают первенца еще позже, а вторые-третьи дети часто появляются, когда матери уже далеко за 40. Безусловно, медицина (и генетика в частности) сегодня шагнула далеко вперед. У врачей есть технологии, позволяющие родить здорового ребенка и в достаточно позднем возрасте.

Прежде всего, это пренатальная диагностика для исключения риска развития патологии у плода и исследования ранних биомаркеров тяжелых осложнений беременности (выявив их на 10-й неделе, можно скорректировать протекание беременности, чтобы снизить риски для матери и ребенка). Но нужно понимать, что все это сопряжено с материальными затратами и определенными усилиями.



“ С точки зрения врача-генетика, идеальный вариант — родить первого ребенка до 25–30 лет. Если же вы хотите отложить этот вопрос, сдайте свой биоматериал на хранение в специализированный биобанк заранее ”

С точки зрения врача-генетика, идеальный вариант — родить первого ребенка до 25–30 лет. Если же вы хотите отложить этот вопрос, сдайте свой биоматериал на хранение в специализированный биобанк заранее, когда яйцеклетки жизнеспособны: так вы обеспечите себе возможность рождения здорового ребенка в будущем и избежите многих проблем. К сожалению, с возрастом увеличиваются и генетические риски, и «букет» заболеваний, которые развиваются у родителей, — все это серьезно влияет на здоровье плода и ребенка. Поэтому для того, чтобы потом не жалеть, лучше спланировать все заранее.

“ С экономической точки зрения, все процедуры, которые позволяют паре родить здорового ребенка, требуют меньших затрат, чем содержание родившегося больного ребенка ”



Конечно, есть врожденные заболевания, которые невозможно предсказать, т.к. они выявляются только в процессе беременности. Но, говоря о моногенных заболеваниях, мы надеемся, что однажды у каждого человека будет свой генетический паспорт со всеми данными, и каждая пара сможет, сопоставляя свои риски, заранее запланировать беременность и рождение здорового ребенка. Это позволит решить многие социальные проблемы и избежать того бремени, которое сегодня ложится и на семью, и на государство с появлением ребенка с серьезной болезнью. Отметим, что с экономической точки зрения,



все процедуры, которые позволяют паре родить здорового ребенка, требуют меньших затрат, чем содержание родившегося больного ребенка.

О РОЛИ ГЕНЕТИКИ В РЕПРОДУКТИВНОЙ МЕДИЦИНЕ

Многие пары сталкиваются с невозможностью самостоятельно зачать или успешно выносить ребенка, и на помощь им приходят репродуктивные технологии, в частности экстракорпоральное оплодотворение (ЭКО). Врачи-генетики непосредственно участвуют в планировании и поддержке такой беременности.

К сожалению, сегодня законодательство обязывает ЭКО-центры проводить тестирование только на хромосомные патологии, поэтому некоторые недобросовестные организации экономят на тестировании моногенных заболеваний. Известны случаи, когда доноры спермы оказывались носителями спинальной мышечной атрофии (СМА), муковисцидоза

“ *Мозаичные эмбрионы (сочетающие клетки с «хорошими» и «плохими» хромосомами) могут в процессе развития меняться, избавляясь от «плохих» клеток* ”

и других серьезных патологий, в результате чего рождались больные дети. Поэтому очень важно обращаться в серьезные центры с хорошей репутацией и всегда запрашивать полную информацию о здоровье донора.

Что касается эмбрионов, то сейчас в научной среде идет дискуссия о том, нужно ли все их тестировать на хромосомные патологии. Дело

медицинской помощи по ОМС) это очень важно. Без генетического обследования применение таких технологий может привести к тому, что женщина безуспешно делает девять процедур, на де-



в том, что т. н. мозаичные эмбрионы (сочетающие клетки с «хорошими» и «плохими» хромосомами) могут в процессе развития меняться, избавляясь от «плохих» клеток. Раньше, когда об этом не было известно, такие эмбрионы не пересаживали. И если, например, у пары было 10 эмбрионов, два из которых имели аномалии развития, а восемь были мозаичными, это считалось приговором. Сейчас мы понимаем, что риски есть, но они не так велики, и используем каждый шанс.

В рамках ЭКО (а это дорогостоящие технологии, на которые тратит средства либо сама семья, либо государство, в рамках оказания

сятый раз все наконец получается — и потом происходит выкидыш. Стоило ли затрачивать сотни тысяч рублей на ЭКО, не проведя генетический тест за 20 тысяч рублей и не выяснив, что у пациентки есть хромосомная поломка, которая автоматически приводит к невынашиванию плода?..

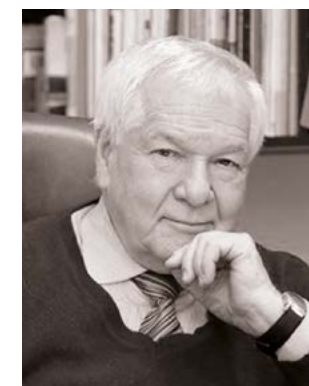


О РЕЗУЛЬТАТАХ ПИЛОТНОГО СКРИНИНГА НОВОРОЖДЕННЫХ НА СМА В ПЕТЕРБУРГЕ

Первый в России пилотный скрининг новорожденных на спинальную мышечную атрофию (СМА) был запущен в НИИ АГиР им. Д. О. Отта в октябре 2021 года и продолжался до конца 2022 года. Этот проект, задуманный нашим учителем, выдающимся генетиком, основоположником отечественной пренатальной диагностики Владиславом Сергеевичем Барановым, имел главное отличие от аналогов, которые затем запустили в других регионах — он был нацелен на выявление не только больных новорожденных, но и носителей этой патологии.

Спинальная мышечная атрофия — это одно из самых тяжелых наследственных заболеваний. Наиболее распространенная его форма развивается в первые полгода жизни ребенка и, как правило, приводит к летальному исходу в течение двух лет.

“ *Сегодня существуют эффективные препараты для терапии СМА, но успех напрямую зависит от времени ее начала: применение лекарства до появления симптомов позволяет достичь полного излечения* ”



Владислав Сергеевич Баранов
(1940 – 2022 гг.)

Один из основателей российской пренатальной диагностики, доктор медицинских наук. Первым в мире выдвинул идею «Генетического паспорта». Разработанная В. С. Барановым концепция тестирования «генов предрасположенности» легла в основу нового научно-практического направления — предиктивной (профилактической) медицины

“ *В результате скрининга мы выявляли носителей СМА, т. е. тех, кто не болеет сам, но имеет «поломку» гена и может в будущем передать болезнь своим детям* ”

Сегодня существуют эффективные препараты для терапии СМА, но успех напрямую зависит от времени ее начала: применение лекарства до появления симптомов позволяет достичь полного излечения, а если болезнь уже проявилась — только продлить жизнь пациента. Поэтому очень важно как можно раньше выявить болезнь. В рамках пилотного проекта для диагностики использовался тест, который является полностью российской технологией: он разработан в институте Отта и для проведения требует лишь нескольких капель крови из пятки младенца.

Не менее важно и то, что в результате скрининга мы выявляли носителей СМА, т. е. тех, кто не болеет сам, но имеет «поломку» гена и может в будущем передать болезнь своим детям. За год было обнаружено 4 больных ребенка и 772 носителя! Что это дает? Во-первых, достоверно определив частоту встречаемости заболевания, мы помогаем государству эффективно планировать средства на его лечение. Во-вторых, носители заболевания, зная об этом, смогут прервать цепочку наследования этой патологии. В-третьих, наш тест позволял избежать ложноположительных результатов (в других проектах, которые носительство не выявляли, такое бывало).



“ Есть такая прекрасная фраза — жить нужно в гармонии со своими генами. Это значит, что стоит с ними познакомиться, подружиться и ничего не пугаться. Любые риски сегодня можно преодолеть, любые репродуктивные проблемы можно обнаружить и решить, а значит, успешно спланировать беременность, выносить и родить здорового ребенка ”

А. С. и О. С. ГЛотовы



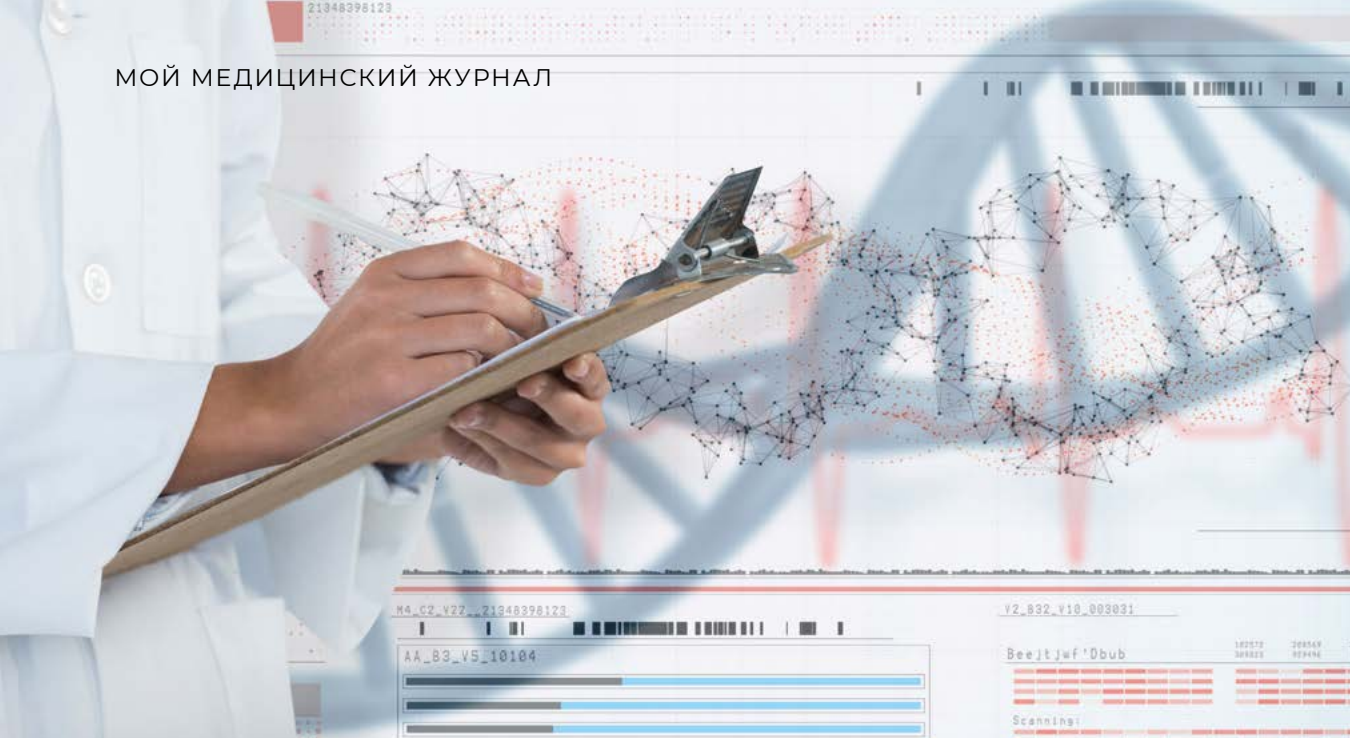
Нужно понимать, что выявление только больных — это игра со случайными числами, а определение и больных, и носителей — это достоверный расчет частоты заболевания. Мы надеемся, что в дальнейшем подобные проекты будут реализовываться с использованием нашего теста, позволяющего получить полную картину. Ученые института Отта занимались изучением СМА более 25 лет, и многочисленные наработки, сделанные здесь, могут реально помочь в организации эффективного неонатального скрининга по всей стране.

Здесь зарождалась пренатальная диагностика, здесь впервые была проведена терапия, и сегодня исследования продолжаются по двум перспективным направлениям. Первое — это разработка собственных геннотерапевтических подходов, второе — тестирование на количество белка у носителей разного числа копий гена-дублера, компенсирующего развитие СМА (это позволит понять, с каким количеством ко-

пий гена *SMN2* назначать препарат, т.е. сделать шаг к персонализированному лечению).

О ТОМ, КАК И ГДЕ ПРОВЕРИТЬ ЗДОРОВЬЕ (СВОЕ И БУДУЩЕГО РЕБЕНКА), КОГДА ВЫ ГОТОВИТЕСЬ СТАТЬ РОДИТЕЛЯМИ

Вслед за Петербургом в 2021 году бесплатные программы по раннему выявлению СМА были запущены еще в пяти регионах. А с начала 2023 года на основе этого пилотного скрининга по всей стране стартовало массовое обследование



новорожденных на 36 наследственных заболеваний, включая сложные иммунодефицитные состояния и другие патологии, приводящие к инвалидизации и смертности детей. Такое обследование проводится во всех регионах, абсолютно бесплатно для пациентов, и мы очень рекомендуем не пренебрегать им.

Есть и другие возможности. Например, НИИ АГир им. Д. О. Отта совместно с благотворительным фондом «Острова» реализует программу молекулярно-генетического тестирования для людей, имеющих такие наследственные заболевания, как муковисцидоз, фенилкетонурия, СМА, и их родственников, планирующих беременность, для определения и предотвращения рисков заболевания у потомства. Еще один проект института направлен на комплексное генетическое обследование пар, имеющих в анамнезе невынашивание беременности на раннем сроке (до 12 недель). Установив, какие именно генные или хромосомные нарушения являются ее причиной, можно определить индивидуальную стратегию планирования

“ Изучение молекулы ДНК — это долгая дорога для ученых, на которой нас ждет еще много находок, и они серьезно повлияют на понимание того, какие тесты и кому из пациентов нужно делать ”



и ведения следующей беременности, предотвратив проблемы в будущем. Обе программы также бесплатны для пациентов.

О ТРЕНДАХ В ОБЛАСТИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ И ГЕННОЙ ТЕРАПИИ

Изучение молекулы ДНК — это долгая дорога для ученых, на которой нас ждет еще много находок, и они серьезно повлияют на понимание того, какие тесты и кому из пациентов нужно делать. Сегодня в области диагностики научный прогресс связан с изучением микро-РНК — крошечных молекул РНК, которые участвуют в регуляции работы генов и подсказывают, когда в организме что-то не так. Интерес к ним растет, потому что уже сегодня удастся получить результаты, точность которых сравнима с традиционными генетическими маркерами, УЗИ и другими видами диагностики.

Также много внимания уделяется микроделеционным синдромам, т.е. небольшим изменениям на хромосомах (это, например, не лишняя 21-я хромосома, а всего несколь-

ко сот нуклеотидов). Чем больше накапливается данных о них, тем яснее становится, что у многих людей такие изменения есть, а видимых патологий нет. Поэтому важно, чтобы врачи, интерпретирующие результаты генетических тестов, владели информацией о том, какие данные диагностически значимы, а какие нет. В свете этого колоссальное значение приобретает создание баз данных, накопление информации, возможностей для анализа которой будет становиться все больше.

Что касается генной терапии, т.е. лечения генетических заболеваний,



эти технологии развиваются уже несколько десятилетий, и только сейчас мы подходим к реальным результатам. Сначала ученые возлагали большие надежды на редактирование генома, но оказалось, что оно вносит изменения в наследственный аппарат, а значит, непонятно, какие риски передаются потомству. Затем произошел рывок в доставке геннотерапевтических препаратов (теперь ген может попасть внутрь нужной клетки и занять место дефектного), и сегодня более 20 таких препаратов проходят клинические испытания. Это реальная перспектива лечения серьезных заболеваний, а главное, это ненаследуемая история, то есть нет рисков для будущих детей пациентов.

При этом важно понимать, что геннотерапевтические препараты позволяют лишь замедлить или остановить процессы деградации, но не могут «повернуть время вспять», устранить поломку как таковую. Это заблуждение многих людей — вера в то, что генотерапия всех спасет. Нет, на данном этапе спасти могут только диагностика и профилактика.

▲ Научно-исследовательский институт акушерства, гинекологии и репродуктологии имени Д. О. Отта, до 1918 года — Императорский клинический повивальный институт

“ Параллельно с лечением пациентов нужно запускать массовую профилактику генетических заболеваний. Имея технологии, которые это позволяют, медлить просто преступно ”

Уже подсчитано, что скрининг всего населения России лишь на 10 наследственных заболеваний обойдется как минимум в 10 раз дешевле, чем лечение всех пациентов с наследственными заболеваниями на протяжении всего 3–4 лет. А долгосрочную выгоду такого скрининга для всей популяции и вовсе сложно переоценить.

Есть такое понятие как «орфанная бомба» — чем больше больных мы будем выявлять, тем больше будет требоваться средств на лечение, и однажды их просто не останется. Никто не призывает отказываться от решения проблем каждого конкретного пациента с уже поставленным диагнозом. Но параллельно с их лечением нужно запускать массовую профилактику генетических заболеваний. Имея технологии, которые это позволяют, медлить просто преступно.

О ТОМ, НАСКОЛЬКО ТОЧНЫ СОВРЕМЕННЫЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТЕСТЫ

Сами генетические исследования высокоточные, они показывают все изменения в ДНК. А вот понять, влияют ли эти изменения на здоровье, — задача врача-генетика. Именно поэтому так важен Центр генетических компетенций, об идее создания которого мы говорили в конце 2022 года на конференции памяти В.С. Баранова. Это база для объединения специалистов, технологий и инстру-



▲ Конференция памяти В.С. Баранова

ментов, которая позволит сделать генетическую диагностику более качественной и доступной, а главное — ответить на любой запрос пациента, системы здравоохранения, государства. Имея огромный опыт и научную школу В.С. Баранова, реализовав пилотный проект по скринингу СМА (очень значимый идеологически, но технологически довольно простой), мы понимаем, что готовы к более сложным вызовам. И у Петербурга сегодня есть реальный шанс стать ведущим генетическим центром не только России, но и мира ■



Олег Сергеевич Глотов

Заведующий отделом экспериментальной медицинской вирусологии, молекулярной генетики и биобанкинга Детского научно-клинического центра инфекционных болезней ФМБА России, старший научный сотрудник НИИ акушерства, гинекологии и репродуктологии им. Д. О. Отта, кандидат биологических наук



Андрей Сергеевич Глотов

Заведующий отделом геномной медицины им. В. С. Баранова НИИ акушерства, гинекологии и репродуктологии им. Д. О. Отта, доктор биологических наук

Братья-близнецы с детства увлекались естественными науками. В 2002 году окончили Санкт-Петербургский государственный университет, защитив магистерские диссертации по биологии, затем — кандидатские диссертации по генетике. Докторскую диссертацию Андрей Сергеевич защитил в 2017 году, Олег Сергеевич — будет защищать в текущем году. Уже в годы учебы заинтересовались генетикой предрасположенности и начали работать в Лаборатории пренатальной диагностики НИИ им. Д. О. Отта под руководством основателя отечественной школы пренатальной диагностики, члена-корреспондента РАН, д. м. н., профессора В. С. Баранова.

Более 20 лет работая в различных научно-образовательных и медицинских учреждениях, А. С. и О. С. Глотовы внесли огромный

вклад в развитие генетических исследований в нашей стране. Так, при их непосредственном участии была разработана пренатальная диагностика спинальной мышечной атрофии, внедрена одна из первых в мире систем биочиповой диагностики генетической предрасположенности, создан и внедрен в практическое здравоохранение и спорт генетический паспорт, организован первый уникальный мультибиобанк в СПбГУ и другие биоресурсные коллекции и биобанки, разработаны новые методы диагностики наследственных и мультифакторных заболеваний и мн. др.

Вторым значимым научным интересом А. С. и О. С. Гловых является спортивная генетика. Ее изучение началось в 2000-х гг. со знакомства в клубе близнецов с профессором В. А. Ро-

гозкиным — основателем спортивной генетики в России. Генетическую предрасположенность к определенным типам физических нагрузок братья Гловы изучили не только теоретически, в ходе проведения научных исследований, но и на практике — протестировав себя по ряду генов, подобрав наиболее подходящий вид спорта (связанный с выносливостью гиревой спорт) и добившись в нем значительных успехов.