

Карл Циммер

В ПОИСКАХ интеллекта

Коэффициент интеллекта (IQ) легко измерить, и за ним стоят реальные данные. Однако непосредственные генетические факторы, от которых зависит интеллект, все еще остаются неуловимыми

Роберт Пломин (Robert Plomin), специалист по генетике поведения из Института психиатрии в Лондоне, стремится разгадать природу интеллекта. В ходе своих исследований он наблюдает, как растут тысячи детей. Ученый задает им такие вопросы: «Что общего имеют вода и молоко?» или «Где заходит солнце?». Вначале он и его коллеги выполняли опросы лично или по телефону, сейчас многие из ребят достигли подросткового возраста, и тесты с ними проводятся через Интернет.

В исследовании, в котором принимают участие только близнецы, выяснилось, что однояйцевые двойняшки обычно получают более сходные баллы, чем разнояйцевые, которые в свою очередь ближе друг к другу, чем дети, не состоящие в родстве. Данный факт ясно показывает, что гены оказывают значительное влияние на результаты тестов, в которых измеряется интеллект.

Однако Пломин желает знать больше. Он хочет найти конкретные гены, лежащие в основе этого

влияния. И теперь у него есть инструмент, о котором он раньше не мог и мечтать. Пломин со своими коллегами сканирует гены с помощью микрочипов, способных распознавать полмиллиона конкретных участков ДНК, он имеет возможность выявлять даже гены, оказывающие самое минимальное влияние на интеллект.

Тем не менее когда ученый опубликовал результаты исследований с применением ДНК-микрочипов (самый крупномасштабный поиск генов, связанных с интеллектом), то они вызвали только разочарование. Пломин обнаружил всего шесть генетических маркеров, которые были хоть как-то связаны с результатами тестов на интеллект. Когда же он применил более строгие статистические критерии, то проверку прошел вообще только один ген, отвеча-

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Ученые располагают мощными современными методами исследования генов и мозга, необходимыми для поиска причин различия в интеллекте у разных людей.
- Результаты исследований интеллекта раскрывают непредвиденную сложность взаимодействия между генами и средой.
- Чем больше ученые узнают о роли генов в интеллекте, тем загадочнее становится проблема.



ющий лишь за 0,4% разброса результатов. В довершение всего, никто не знает, что именно делает данный ген в организме.

Пломин был не одним, кого постигла такая неудача. Ученые использовали не только ДНК-микрочипы, но также и томографию мозга и другие современные технологии в попытке выявить, как взаимодействуют гены и среда при развитии интеллекта. Сейчас они начинают понимать, как различия в интеллекте проявляются в структуре и функционировании мозга. Некоторые исследователи даже приступили к построению новой теории интеллекта, основанной на знании путей распространения информации в мозге. Однако, несмотря на все достижения, интеллект так и остается тайной за семью печатями.

Шкалы интеллекта

В некотором смысле интеллект — очень простая вещь. «Это нечто, что мы чувствуем в людях, когда с ними разговариваем», — говорит Эрик Теркхеймер (Eric Turkheimer) из Университета штата Виргиния.

Однако сколько бы мы ни чуяли интеллект нутром, перевести это понятие в научные термины не удастся. В 1996 г. Американская психологическая ассоциация обнародовала доклад по интеллекту, в котором лишь было сказано, что «индивиды отличаются друг от друга своей способностью воспринимать сложные идеи, эффективно адаптироваться

к среде, обучаться на собственном опыте, применять различные формы рассуждения, преодолевать препятствия с помощью мышления».

Для измерения таких различий психологи в начале XX в. придумали тесты на различные виды мышления — в том числе математическое, пространственное и вербальное.

А для того чтобы иметь возможность сравнивать результаты тестов, специалисты разработали стандартные шкалы интеллекта. Самым известным из них является коэффициент интеллекта (*IQ* — англ. *intelligence quotient*), в котором среднее значение всегда приравнивается к 100.





РОБЕРТ ПЛОМИН ИЗУЧАЕТ БЛИЗНЕЦОВ для выявления наследственных особенностей. Полученные им результаты говорят о том, что уровень интеллекта отчасти определяется генами

В целом имеются два возможных источника разброса результатов. Первый — влияние среды от характера воспитания в семье до заболеваний, перенесенных в детстве. Второй источник — гены.

Начиная с 1960-х гг. ученые стали получать некоторые данные о роли генов и среды, прибегая к исследованию близнецов. Представьте себе пару идентичных двойняшек с одними и теми же генами, которых разлучили и отдали на воспитание в разные семьи. Если предположить, что гены не влияют на интеллект, то результаты, полученные в тестах, будут различаться в той же степени, как и между неродными людьми. Однако если гены критически важны в этом отношении, то результаты у однойцовых близнецов должны быть более сходными.

«Результаты тестов у двух человек с одними и теми же генами коррелируют так же, как и у одного человека с разницей в один год, — говорит Пломин. — И однойцовые близнецы, выросшие по отдельности, практически столь же сходны друг с другом по интеллекту, как и те, которые воспитывались вместе. Однако сходство проявляется лишь со временем, примерно к 16 годам».

Результаты исследования убедили Пломину в том, что интеллект критическим образом зависит от генов, несмотря на то что они не являются единственным фактором. И ученый поставил перед собой задачу обнаружить хотя бы некоторые из них.

Неизведанная территория

Когда в начале 1990-х гг. Пломин начал поиск генов, он был одним из первых. В то время еще не было проведено картирование генома человека, однако генетики уже выявили некоторое количество генов, мутации в которых связаны с умствен-

Однако результаты IQ-теста — совсем не случайные числа. На их основе психологи могут достаточно надежно предсказывать другие стороны жизни человека. По результатам тестирования детей можно вполне точно определить, насколько успешен будет ребенок в учебе, а позднее в работе. Люди с высоким IQ даже живут дольше.

«Если вы получили данные тестирования IQ конкретного человека, то скажут ли они вам все о сильных и слабых сторонах его разума? Конечно, нет», — говорит Ричард Хейер (Richard Haier) из Калифорнийского университета в Ирвайне. Однако даже одно число может поведать многое о личности. «Когда вы приходите к доктору, то прежде всего вам измеряют давление и температуру. Никто не решится утверждать, что в этих двух числах заключена вся правда о вашем здоровье, однако они служат ключевыми показателями».

Так что же лежит в основе баллов IQ-теста? «Можно не сомневаться, что за ними стоит что-то реальное», — говорит Филип Шо (Philip Shaw), психиатр из Национального института психического здоровья. Самой влиятельной теории в этой области исполнилось уже более ста лет. В 1904 г. психолог Чарлз Спирмен (Charles Spearman) отметил, что люди, получавшие высокий балл в одних тестах, обычно хорошо справлялись и с другими заданиями. Связь между баллами, полученными в разных тестах, не была стопроцентной, однако Спирмен объявил, что она является следствием существования некоего общего, или «генерального» фактора интеллекта, названного им *g*-фактором.

Объяснить роль мозга в существовании данного фактора Спирмен не смог. В последние десятилетия ученые искали ответ, анализируя закономерности в результатах различных тестов у больших групп людей.

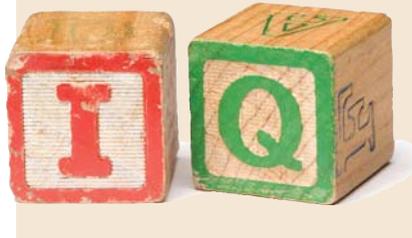
ОБ АВТОРЕ

Карл Циммер (Carl Zimmer) — журналист и автор семи книг, среди которых история исследования мозга «Душа обретает плоть» (*Soul Made Flesh*, 2005) и «Микрокосм: *E. coli* и новая наука о жизни» (*Microcosm: E. coli and the New Science of Life*, 2008). Он ведет колонку о мозге в журнале *Discover*, и пишет статьи по эволюции, жизни микробов и другим темам во многие газеты и журналы. Его блог стал победителем конкурса журнала *Scientific American*. Циммер писал о развитии концепции вида и о том, как дебаты относительно определения понятия «вид» влияют на природоохранную деятельность, в июньском выпуске *Scientific American* (см.: Циммер К. Что такое вид? // *ВМН*, № 9, 2008).

ной отсталостью. Какие-то другие варианты этих же генов, рассуждал Пломин, могут быть причиной более тонких различий в уровне интеллекта. Вместе со своими коллегами он сравнивал детей, получивших высокие и низкие баллы в тестах на интеллект. Среди 100 генов исследователи искали такие, которые встречались бы более часто в одной или в другой группе. Однако им ничего не удалось найти.

Пломин расширил свои исследования. Вместо того чтобы искать в заранее заданном наборе генов, он картировал тысячи генетических маркеров, разбросанных по хромосомам. Если бы маркер появлялся часто в группе учеников с высокими или низкими баллами, то это говорило бы о том, что поблизости от него имеется ген, связанный

Французский психолог Альфред Бине в 1905 г. создал первый тест на интеллект, нашедший широкое применение. Тест был разработан для того, чтобы предсказывать успеваемость детей в школе и, в особенности, выявлять тех из них, кто нуждается в дополнительной помощи. С того времени тесты на конкретные когнитивные способности, такие как математические, вербальные или связанные с пространственным мышлением, применяются для диагностики умственной отсталости и для того, чтобы определить спектр нормального интеллекта. Баллы, полученные в наиболее распространенных тестах, проверяющих сразу множество когнитивных способностей, таких как IQ-тест Стэнфорда-Бине и шкала измерения интеллекта Векслера, действительно коррелируют с успеваемостью в школе. Однако обычно результаты тестов предсказывают лишь 25% разброса успеваемости учеников, оставляя 75% без объяснения. Тем не менее баллы, полученные за разные компоненты тестов на интеллект, обычно коррелируют друг с другом, и это говорит о том, что такие тесты измеряют некоторый общий уровень умственных способностей человека.



Общий или «генеральный» интеллект, также называемый *g*-фактором, нельзя оценить непосредственно с помощью теста. Результаты конкретных тестов можно уподобить тому, как портной измеряет руки, ноги и тело человека, в то время как *g*-фактор будет скорее соответствовать размеру костюма, который бывает маленьким, средним или большим

«Я пока не могу с уверенностью сказать, что мы обнаружили гены интеллекта, потому что уже было слишком много ложноположительных результатов» — Роберт Пломин

с интеллектом (врезка на следующих двух стр.). В какой-то момент Пломин решил, что обнаружил истинную связь между интеллектом и геном *IGF2R*, кодирующим рецептор к фактору роста, который активен в мозге. Однако когда он попытался воспроизвести результат, то потерпел неудачу.

Ученый подозревал, что для поиска генов интеллекта необходимо больше генетических маркеров. При формировании яйцеклеток и сперматозоидов их хромосомы обмениваются участками ДНК. Чем ближе два сегмента ДНК расположены друг к другу, тем больше вероятность того, что они будут унаследованы вместе. Однако в предыдущих исследованиях Пломину каждую пару маркеров разделяли многие миллионы нуклеотидов ДНК. Нельзя было исключить, что гены интеллекта располагались так далеко от генетических маркеров, что иногда они передавались совместно, иногда нет. Для того чтобы снизить вероятность

такой ситуации, требовался набор маркеров, располагавшихся на хромосоме значительно плотнее.

Пломин приобрел ДНК-микрочипы, способные определять 500 тыс. генетических маркеров — в сотни раз больше, чем он использовал ранее. Вместе со своими коллегами он брал мазки со щек у 7 тыс. детей, выделял их ДНК и анализировал ее с помощью ДНК-микрочипов. И снова неудача!

«Я пока не могу заявить, что нами обнаружены гены интеллекта, — отмечает ученый, — ведь было слишком много ложноположительных результатов. Эффекты настолько слабые, что надо повторить исследование несколько раз, прежде чем говорить о чем-либо с уверенностью».

Исследования на близнецах продолжают убеждать Пломину в существовании таких генов. Однако каждая обнаруженная вариация ДНК оказывает ничтожное воздействие на интеллект. «Я полагаю, никто не мог ожидать того, что са-

мый сильный из обнаруженных эффектов составит менее 1%», — указывает ученый. Это означает, что весь диапазон генетически обусловленных различий в интеллекте создается сотнями, а, возможно, и тысячами генов. Пломин сомневается в том, что существуют специальные гены, например, для вербальных способностей или пространственного мышления. Близнецы обычно получают одинаковые результаты во всех тестах на различные виды интеллекта. Если бы гены были разделены по своей специализации, то случалось бы так, что люди наследовали бы только один вид интеллекта, а не все сразу.

По мнению Пломину, из результатов его работ следуют некоторые выводы о том, как гены влияют на интеллект и мозг. «Если есть множество генов со слабым эффектом, то маловероятно, чтобы действие их всех было сфокусировано на одной и той же области мозга», — утверждает он. Скорее всего, гены влияют на обширные сети, связывающие множество областей. И каждый из этих генов может давать множество разнообразных эффектов в различных областях мозга.

С окончательной проверкой гипотезы Пломину придется подождать

до тех пор, пока ученые не составят полный список генов, оказывающих неоспоримое влияние на работу мозга и проявляющих связь с результатами тестирования на интеллект. Видимо, ждать такого списка придется долго, однако Пломин вдохновляется новыми результатами, полученными в совершенно другом направлении: выполнено множество новых томографических исследований мозга, в которых специалисты стремятся обнаружить маркеры интеллекта в самом мозге.

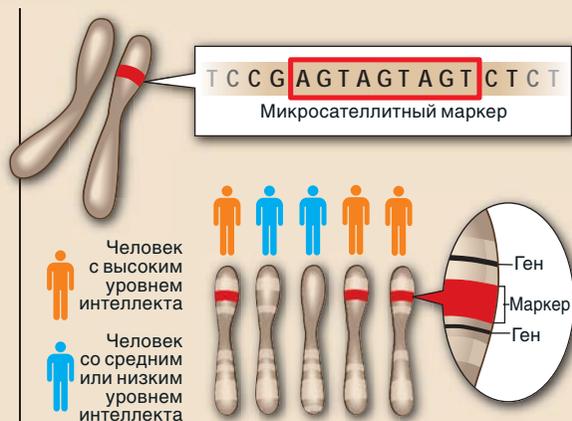
Какой формы интеллект?

Филип Шо вместе со своими коллегами из Национального института психического здоровья анализировал томограммы мозга школьников. Их в основном интересовало то, как происходит рост коры (она покрывает мозг снаружи и выполняет самую сложную обработку информации). Кора у людей продолжает менять свою форму и структуру до тех пор, пока человеку не исполнится двадцать с небольшим лет. Исследователи обнаружили, что различия в результатах тестов на интеллект отражаются в характере развития мозга.

У всех детей кора постепенно утолщается, поскольку нейроны в ней

ОХОТА НА ГЕНЫ

На протяжении многих лет исследователи использовали различные методы поиска генов, влияющих на интеллект, который представляет собой количественный параметр, присутствующий у всех участников экспериментов в большей или меньшей степени. Сравнение ДНК людей с высоким интеллектом друг с другом и с ДНК людей, обладающих средним или низким интеллектом, может выявить закономерности, объединяющие людей с высоким интеллектом. Благодаря такой информации можно определить расположение генов, влияющих на уровень интеллекта, хотя экспериментаторам еще только предстоит выявить хотя бы некоторые «гены интеллекта»



ЛОКУСЫ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ (ЛКП)
Для того чтобы обнаружить область хромосомы, или «локус», определяющий количественный признак, ученые сначала ищут повторяющиеся последовательности ДНК, называемые микросателлитными маркерами, которые разбросаны по длине хромосомы. Если определенные маркеры появляются более часто в группе людей с высоким интеллектом, то исследователи перейдут в поиске расположенных поблизости генов к анализу соседних участков ДНК

растут и образуют новые отростки. Затем, когда часть их отмирает, кора снова становится тоньше. Шо обнаружил, что у детей с различным уровнем интеллекта в некоторых областях коры развитие происходило по-разному.

При исследовании мозга взрослых ученые обнаружили, что у людей с высокими результатами в тестах на интеллект определенные области коры тоже увеличены. Шо предполагает, что отчасти такие закономерности объясняются влиянием среды. Однако у близнецов данные области обычно бывают одинакового размера, и это говорит о том, что за часть выявленных различий все же отвечают гены.

В последние годы были опубликованы результаты ряда исследований, в которых ученые заявляют об обнаружении отчетливых закономерностей функционирования мозга у людей, получивших высокие баллы в тестах на интеллект. Недавно Хейер и Рекс Юджин Джанг (Rex Eugene Jung) из Университета Нью-Мексико обобщили результаты 37 исследований, в которых изучались регионарные различия

в размере мозга или его активности. Они не выявили какого-либо единственного «центра интеллекта» в мозге, а обнаружили набор важнейших областей, разбросанных по всей коре. Считается, что с каждой из них связана какая-то определенная форма когнитивных процессов. «Похоже, что интеллект опирается на такие фундаментальные когнитивные процессы, как внимание и память, а также языковые способности», — говорит Хейер.

Помимо серого вещества мозга, составляющего кору, была также обнаружена связь интеллекта с белым веществом, соединяющим удаленные области коры друг с другом. У людей с более высоким интеллектом тракты белого вещества обычно лучше организованы, чем у других. «Для интеллекта необходимы и мощность обработки информации, и скорость; белое вещество обеспечивает скорость, а серое — мощность», — говорит Хейер.

Он предполагает, что данные части «сети интеллекта» у разных людей могут работать по-разному. «Представьте, что у вас очень высокий интеллект, и вы обладаете и скоро-

СЛОВАРЬ

Обширное ассоциированное сканирование генома (*Genome-wide association study, GWAS*) — быстрое сканирование десятков или сотен тысяч маркеров по всему геному тысяч людей с целью обнаружить вариации, ассоциированные с определенными признаками

Статистическая мощность — чем у большего числа людей проводится сканирование генома, тем выше становится вероятность обнаружения слабого, но достоверного влияния на признак

Размер эффекта — при помощи статистического анализа выявляют, какой процент различий между людьми по данному признаку объясняется конкретной вариацией ДНК

ГЕНЫ-КАНДИДАТЫ

Если одна и та же вариация генов, называемая однонуклеотидным полиморфизмом (ОНП), будет появляться чаще у людей с высоким интеллектом, это укажет на то, что данный ген, возможно, влияет на уровень интеллекта



ДНК-микрочип



СКАНИРОВАНИЕ ВСЕГО ГЕНОМА

Для того чтобы выявить новые гены-кандидаты, ученые используют ДНК-микрочипы для поиска ОНП по всему геному. Каждая ячейка чипа содержит короткие нити ДНК, созданные таким образом, что они соединяются с определенными последовательностями в гене или регуляторном участке ДНК. Если пропускать раствор с образцами ДНК над чипом, то совпадение вызовет флуоресценцию ячейки (красный). Однонуклеотидные различия между последовательностями ДНК людей с высоким интеллектом и ДНК других людей укажут на ген и на его конкретный вариант, который может влиять на интеллект

стью, и мощностью обработки информации, — говорит он. — А теперь вообразите, что у кого-то много одного и меньше другого или наоборот. Может оказаться так, что у двух человек с равным уровнем интеллекта будет совершенно разная организация мозга, дающая в итоге один и тот же конечный результат».

«Похоже, что интеллект опирается на такие фундаментальные когнитивные процессы, как внимание и память, а, возможно, и языковые способности» — Ричард Хейер

Хейер признает, что подобные идеи — чистой воды спекуляция. Однако он утверждает, что томографические исследования мозга уже принесли ученым намного более обоснованное понимание интеллекта. «Я могу предсказать, сколько баллов человек получит на полноценном IQ-тесте, по количеству серого вещества в нескольких областях мозга», — говорит он. Исследователь подозревает, что в ближайшем будущем в магниторезонансном томографе за 10 минут можно будет узнать о выпускнике школы столько

же, сколько за четыре часа экзамена SAT (Standardized Aptitude Test, тест на проверку академических способностей).

Однако некоторые психологи не готовы к такому шагу. Они не согласны с тем, что IQ и g-фактору следует придавать столь большое значение. Прежде всего, разум человека

не сводится к мысленному вращению кубиков и подбору аналогий. «Я думаю, что человеческий интеллект многогранен и очень сложен, — говорит Теркхеймер. — И, к сожалению, вряд ли хоть кто-нибудь исследовал другие его грани».

«Мы можем применять g-фактор с пользой во многих случаях, но я не думаю, что в действительности человеческий интеллект представляет собой единую сущность, обозначаемую буквой g, которую мы смогли бы увидеть, заглянув в мозг», — говорит он. Долгота и широта тоже полезны для

ориентирования на местности, отмечает ученый, однако из этого не следует, что сетка меридианов и параллелей прочерчена прямо на Земле.

Уэнди Джонсон (Wendy Johnson), психолог из Университета штата Миннесота, защищает g-фактор, который, по ее мнению, отражает нечто важное в мозге, однако, как и Хейер, не верит в то, что существует некий универсальный интеллект. «Несмотря на то что в любом интеллекте есть нечто общее, мой приобретает эту общность по каким-то иным причинам, чем ваш, — говорит она. — Наш мозг достаточно пластичен для того, чтобы у каждого из нас возникал свой собственный тип интеллекта».

Выявить роль генов в обусловливании различных разновидностей интеллекта будет, без сомнения, трудно. Возможно, что в число генов, связанных с интеллектом, войдет множество не влияющих непосредственно на функционирование мозга. Теркхеймер предлагает такой мысленный эксперимент: представьте себе ген, свя-



занный с шириной родового канала женщины. У женщин, обладающих геном узкого родового канала, будут более трудные роды, и это повысит вероятность того, что новорожденные испытают гипоксию. В результате они будут иметь показатель IQ в среднем на пару баллов ниже, чем другие дети, матери которых обладают другой версией данного гена. И некоторые из них унаследуют в себе ген узкого родового канала. «Таким образом, у этих детей будет обнаружен ген, коррелирующий с низким IQ, — говорит Теркхеймер. — А можно ли будет сказать, что это ген интеллекта? Вряд ли: все же это ген родового канала. Источники корреляции между генами и результатами теста IQ могут быть столь различными, что учесть их все просто невозможно».

Собственные исследования Теркхеймера демонстрируют также, что одни и те же гены могут давать разные проявления в разных условиях

среды. Ученый пришел к такому пониманию, когда заметил, что в исследованиях интеллекта близнецов принимало участие очень мало бедных детей. «У таких людей нет ни времени, ни возможности, ни интереса к добровольному участию», — говорит он.

Теркхеймер все же смог проанализировать результаты тестов у сотен близнецов, принимая при этом во внимание их социально-экономический статус, в том числе доход семьи и уровень образования родителей. Он обнаружил, что если у детей из обеспеченных семей приблизительно 60% разброса IQ можно объяснить генами, то у детей из бедной среды влияние генов практически отсутствовало.

Теркхеймер также проанализировал, как 839 пар близнецов показали себя в 1962 г. на экзаменах на Национальную стипендию за заслуги. И снова гены играли незначительную роль в разбросе результатов

у детей из бедных семей, хотя сильно сказывались у обеспеченных. Исследователь полагает, что бедность несет с собой мощные средовые факторы, формирующие интеллект и в утробе матери, и в школе, и после. Однако когда дети растут в относительно стабильности обеспеченного дома, тогда начинают проявляться различия, связанные с генами.

Британские ученые обнаружили гены, способные видоизменять влияние среды на интеллект. В прошлом году они выявили связь между грудным вскармливанием и высоким IQ, но лишь у детей, имевших один конкретный вариант одного определенного гена. Если же у них был другой его вариант, то на результатах тестирования не сказывалось, что пил ребенок — грудное молоко или искусственную смесь.

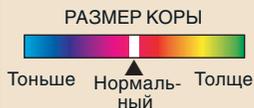
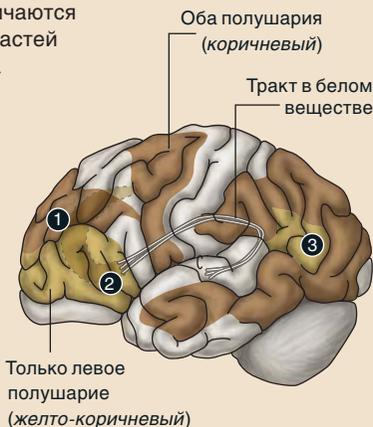
Влияние генов на поведение может сказываться и на развитии интеллекта. «Люди создают себе собственную среду, — говорит Джонсон. — Если вы видите, что ребенок действительно интересуется рисованием или математикой, то вы с большей вероятностью купите ему специальную книгу или карандаши. И в результате такие дети будут больше остальных практиковаться в этом навыке. Родители реагируют на то, что стремится делать сам ребенок, а наши модели этого не учитывают».

С помощью данного эффекта можно объяснить одну из самых загадочных закономерностей, выявляемых в исследованиях интеллекта близнецов: почему влияние генов на результаты тестов становится сильнее по мере того, как люди взрослеют. Видимо, гены могут воздействовать на то, как люди выстраивают окружающую их интеллектуальную

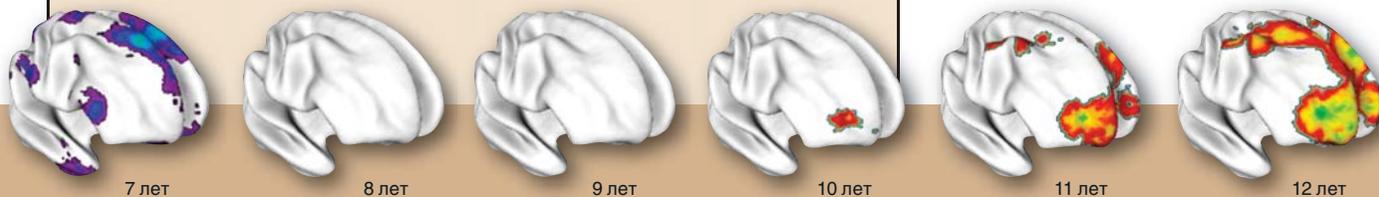
СКАНИРОВАНИЕ МОЗГА

С помощью томографии удалось выявить, что люди с разным уровнем интеллекта различаются по размеру и уровню активности ряда областей мозга. Исследования также указывают на то, что эффективность обмена информацией между данными областями — критический фактор интеллекта

ОБЛАСТИ МОЗГА, связанные с уровнем интеллекта, отвечают за разнообразные процессы, включая мышление (1), речь (2) и сенсорную интеграцию (3). Более того, тракты в белом веществе, связывающие области мозга друг с другом, лучше организованы у людей с высоким уровнем интеллекта, что указывает на важную роль передачи информации



ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ МОЗГА связаны с интеллектом. Вначале у детей с высоким IQ некоторые области коры тоньше среднего значения, а затем в подростковом возрасте они становятся толще среднего. Как эти различия влияют на обработку информации, остается неизвестным



JEN CHRISTIANSEN; SOURCE: REX EUGENE JUNG University of New Mexico AND RICHARD J. HAER University of California, Irvine

НАЗАД К ОСНОВАМ

К настоящему времени в самом большом сканировании генома у 7 тыс. человек проанализированы 500 тыс. ОНП, однако лишь шесть из них проявили хотя бы очень слабую связь с интеллектом. Три из этих ОНП располагались в ДНК в промежутках между генами; другие оказались в таких частях генов, которые не кодируют белки. Все они могли

оказывать регуляторное влияние на активность генов, однако функции белков, кодируемых тремя известными генами, указывают на то, что данные вариации влияют на интеллект каким-то косвенным путем; скорее всего, они могут вести к слабым изменениям в формировании мозга и жизнедеятельности клеток

ОНП	РАСПОЛОЖЕНИЕ В ГЕНОМЕ	РОЛЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ ДНК	РАЗМЕР ЭФФЕКТА
1	Между генами	Неизвестна	0,2%
2	Между генами	Неизвестна	0,2%
3	Между генами	Неизвестна	0,1%
4	В гене <i>DNAJC13</i>	Кодирует шапероновый белок, который обеспечивает многие функции клетки	0,4%
5	В гене <i>TBC1D7</i>	Кодирует белок, который активирует фермент, участвующий в синтезе белка и других базовых функциях клетки	0,1%
6	В гене <i>FADS3</i>	Кодирует белок, участвующий в синтезе жирных кислот и контролирующий их содержание в клеточной мембране	0,2%

среду. Желание приобретать новые впечатления, читать книги и беседовать с людьми способно изменять мозг. А по мере того как дети растут и приобретают все больше возможностей формировать свою собственную жизнь, этот эффект становится сильнее.

Зачем изучать интеллект?

Хейер надеется, что понимание интеллекта, основанное на функционировании мозга, поможет учителям разрабатывать стратегии для наиболее эффективного обучения детей. «Сейчас, когда мы входим в XXI в., чрезвычайно важно добиться максимальной отдачи и оптимизации образования», — утверждает он.

Пломин предполагает, что, поняв генетику людей, мы сможем найти лучшие пути интенсификации обучения. Если, как он надеется, исследования с применением ДНК-микрочипов когда-нибудь выявят гены интеллекта, то тогда появится воз-

можность проверять, какие версии генов несет ребенок. «Вы сможете получить индекс генетической предрасположенности и вовремя вмешаться, предотвратив возникновение проблемы».

А для некоторых психологов достаточно того, что интеллект представляет собой столь интригующую часть человеческой природы. «Интеллект и результаты тестов IQ являются во многих отношениях наилучшими средствами, позволяющими предсказать всю психологию, — говорит Теркхеймер. — Если вы знаете, сколько баллов я получил на SAT, и желаете на этой основе определить, насколько я преуспел в любом ином виде деятельности, то полученные мной баллы не будут идеальным средством предсказания, однако они гораздо надежнее, чем знание моей личности. Этот важнейший психологический параметр действительно позволяет вам делать предсказания

относительно других людей, однако вы попадаете на весьма скользкую почву, если пытаетесь установить количественную связь».

Перевод: Б.В. Чернышев

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- The Genetics of Cognitive Abilities and Disabilities. Robert Plomin and John C. DeFries in *Scientific American*, Vol. 278, No. 5, pages 62-69; May 1998.
- The General Intelligence Factor. Linda S. Gottfredson in *Scientific American Presents: Exploring Intelligence*, Vol. 9, No. 4, pages 24-29; Winter 1998.
- Intellectual Ability and Cortical Development in Children and Adolescents. Philip Shaw et al. in *Nature*, Vol. 440, pages 676-679; March 30, 2006.
- The Parieto-Frontal Integration Theory (P-FIT) of Intelligence: Converging Neuroimaging Evidence. Rex E. Jung and Richard J. Haier in *Behavioral and Brain Science*, Vol. 30, pages 135-154; April 2007.
- Genomewide Quantitative Trait Locus Association Scan of General Cognitive Ability Using Pooled DNA and 500K Single Nucleotide Polymorphism Microarrays. Lee M. Butcher et al. in *Genes, Brain and Behavior*, Vol. 7, No. 4, pages 435-446; January 22, 2008.

PHILIP SHAW Child Psychiatry Branch, National Institute of Mental Health (brain scans)

