Как рождается интеллект?

О. А. Маталыгина

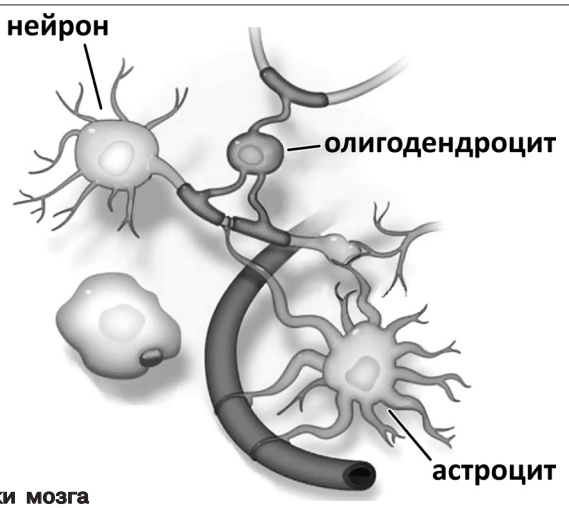
Мы все заинтересованы в том, чтобы наши дети вырастали умными, внимательными и сообразительными. Как же устроена интеллектуальная система, и можем ли мы активно вмешиваться в процесс формирования интеллекта? Если да, то как и когда?

Основные компоненты интеллектуальной системы

Головной мозг — высшая структура организма, которая управляет всей его работой. Но самое главное — то, что он обеспечивает функции, характерные только для человека: мышление, речь, способность к чтению, письму, творчеству. Формирование мозгового вещества начинается с первых дней беременности. Уже на самых ранних этапах внутриутробного развития ребенка клетки его мозговой ткани разделяются на два основных класса, выполняющих принципиально различные функции, — «интеллектуальные» и «хозяйственные».

Компоненты «интеллектуального» класса — нейроны. Это микроносители интеллекта. Внутри нейрона действует «молекулярная вычислительная машина», которая с помощью закодированной в ней программы анализирует информацию, поступающую от различных органов чувств или других нейронов, и преобразует ее в электрические импульсы. Определенная последовательность этих импульсов называется нейрокодом. Он обеспечивает передачу информации от нейрона к многочисленным клеткам организма и запускает их ответную реакцию в виде соответствующих физиологических процессов. *Клетки-«интеллектуалы» после рождения не размножаются. Они накапливают всю информацию, поступающую в мозг в течение жизни, и хранят ее в упакованном виде в течение всего времени своего существования.*

Пространство между нейронами и их отростками заполнено специализированными клетками, которым приписывают «хозяйственные» обязанности. Этих «обслуживающих» клеток в 5—10 раз больше, чем нейронов. Одни из них (астроциты) очищают внеклеточные пространства от избытка веществ, которые могут быть химическими «помехами» для процессов, происходящих на поверхности нейронов. Они также помогают питанию нейронов, доставляя в них глюкозу и кислород, и ограничивают распространение токсических веществ при повреждении мозга. Клетки другого типа (олигодендроциты) образуют изолирующее покрытие отростков нейронов, подобное обмотке электрических проводов, создавая тем самым условия для быстрого проведения электрических импульсов. *В отличие от нейронов «хозяйственные» клетки могут делиться.*



Основные клетки мозга

В построении интеллектуальной системы можно выделить две фазы:

— создание материальной базы;

— формирование и развитие функций интеллекта.

Эти фазы четко разнесены по времени. Внутриутробно происходит конструирование биологического компьютера — головного мозга, а после рождения — установление и отработка связей между его «деталями». Нейроны формируются гораздо раньше многих других клеток организма и к моменту рождения имеют полный «комплект». Материнский организм является мощнейшим ускорителем развития мозговой ткани ребенка. За каждую минуту беременности в мозгу ребенка создается 250 тыс. новых нейронов. В итоге к концу беременности количество компонентов интеллектуальной системы увеличивается до 3—30 млрд. И это то, что человек создает за 1/100 часть своей жизни! Сформировавшаяся совокупность нейронов больше не обновляется, их исходный запас должен служить человеку в течение всей последующей жизни. Коллективным продуктом сообщества нервных клеток, объединенных в мозге, является «информационная логистика» — процесс планирования, управления и контроля потока сообщений, исходящих из внешней и внутренней сред организма, необходимый для осуществления аналитической, синтетической и творческой мыслительной деятельности.

От чего зависит уровень интеллекта? В 1994 году Чарльз Мюррей и Ричард Хернштейн разожгли немалые страсти своей книгой «Гауссова кривая». Проведя исследование интеллекта большого количества молодых людей, авторы стали утверждать, что умственные способности в основном наследуются и только на 30—40 % связаны с воздействием факторов внешней среды. Современные исследователи сходятся на том, что генетический компонент интеллекта составляет не более 40%, и при этом не найдено ни «гена интеллекта», ни даже «гена памяти». По-видимому,

поведение такого высокого уровня, как интеллект, является следствием реализации генетических предпосылок развития в конкретных (благоприятных или неблагоприятных) условиях среды. Для нас важно то, что мы можем использовать факторы среды для того, чтобы значительно (до 60 %!) повысить IQ ребенка.

Что же относится к наиболее действенным инструментам развития интеллекта ребенка? Первая и наиглавнейшая задача — помочь ребенку сформировать нервные клетки высокого качества и защитить их от повреждения. Что для этого нужно? Достаточный и качественный строительный материал, т. е. специфические пищевые вещества и энергия.

Интеллект и внутриутробное питание

Особое значение придается фолиевой кислоте, от которой зависит нормальное размножение клеток. При ее дефиците оно легко нарушается и может привести к неполноценному (вплоть до развития грубых анатомических пороков) развитию нервной системы. В этой связи фолиевая кислота является обязательным компонентом витаминно-минеральных комплексов, разработанных специально для беременных женщин. Ее потребление должно контролироваться во все сроки беременности.

Одними из самых критичных пищевых веществ, создающих долговременные изменения в структуре нервной ткани, являются омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты, в большом количестве содержащиеся в растительных маслах и рыбьем жире. С ними связаны почти все процессы образования нервных клеток, их перемещения в веществе мозга, формирования межклеточных контактов, передачи сигналов от одного нейрона к другому. Значимость этих жирных кислот для интеллекта настолько велика, что мозг в больших количествах скапливает их в зонах, отвечающих за различные виды памяти, а также в сером веществе.

Для построения материальной базы интеллекта чрезвычайно важна адекватная обеспеченность йодом. В составе гормонов он контролирует работу генов, программирующих развитие клеток нервной ткани, обеспечивает строгую последовательность процессов формирования, созревания и функционирования головного мозга. Во внутриутробном периоде йод обеспечивает генетически предопределенный интеллект.

Мозг проявляет особую заинтересованность в отношении некоторых витаминов, прежде всего витаминов группы В. Они помогают выстроить в мозге совершенную анатомическую сеть нейронов и значительно улучшают структуру центров памяти. Материнский организм — единственный источник витаминов для плода, поэтому если возникает их дефицит в питании матери, то это приводит к избирательному нарушению головного мозга ребенка и стойкому пожизненному нарушению всех форм памяти.

Таким образом, качество материальной базы интеллекта напрямую зависит от полноты пищевой обеспеченности женщины в период беременности.

От структуры — к функциям

Однако даже при очень хорошо собранном биологическом компьютере пользоваться им непосредственно после рождения ребенок не может. Мозг ребенка не способен сразу начать работать как интеллектуальная машина. Это связано с тем, что в периоде внутриутробного развития не заложено образование связей между нейронами. Однако это нельзя отнести к недостаткам развития. Высокая степень незрелости — проявление уникальности биологической эволюции человека. Именно эта незавершенность интеллектуальных структур предоставляет мозгу возможность дальнейшего развития, а нам — управления этим развитием.

Каждый образовавшийся нейрон в дальнейшем свяжется с 500—10 000 клетками, создавая коммуникационную сеть нервных отростков общей длиной $4{,}5 \times 10^6$ м. На протяжении первых 2-х лет в мозге ребенка каждую секунду жизни создается 1,8 млн новых соединений. К 3-м годам их число достигает 1000 млрд. Именно эти связи создают огромный потенциал для развития мозга. Но сами по себе эти связи не образуются. Они создаются под влиянием раннего опыта ребенка, каждого нового ощущения, нового взаимодействия ребенка с окружающим миром — дуновения ветра, ласкового прикосновения матери, запаха и тепла отца, качающего перед сном, новой игрушки... В тот миг, когда глаза ребенка встречаются с материнскими, нейрон его сетчатки соединяется с нейроном, находящимся в участке коры головного мозга, отвечающем за зрение, и происходит запечатление образа матери. Момент этого соединения подобен проскакиванию по проводам электрической искры. Чем раньше начнется этот опыт и чем он интенсивнее, тем более емкой будет нейрональная сеть. Укрепляет связи между нейронами многократное повторение сигналов. Если опыт приходит (через зрение, слух, прикосновения, вкус), то он учит нервные клетки работать. И эти сигналы должны повторяться и повторяться. Если вы хотите, чтобы приобретенный навык остался с малышом, сделайте занятия регулярными. Если же сигналы, приходящие из внешнего мира (зрительные образы, звуки, мимика), не повторяются, то связи слабеют, подобно тому как стираются воспоминания, если их не освежать. Есть такое понятие, как «нейроны, ожидающие опыта». У ребенка, который испытывает ограниченное количество ощущений, многие нейроны, ожидающие опыта, просто отомрут за ненадобностью. Наверстать упущенное в более старшем возрасте не удастся. Фундаментальные связи в мозгу должны быть установлены в раннем детстве.

Возникновение новых связей происходит в разных частях мозга неравномерно, подобно тому как зажигаются окна в доме после отключения электричества. Очередность этих процессов физиологически актуальна и зависит от того, в каком навыке в данную минуту острее всего нуждается ребенок. Самые примитивные функции мозга, отвечающие за дыхание, работу сердца, рефлексы, включаются сразу же после

Оптимальный возраст формирования навыков

рождения ребенка. В более сложных районах коры головного мозга нейронные сети пребывают в рудиментарном состоянии. В 2 месяца связи образуются в областях, заведующих моторикой, и ребенок начинает осваивать целенаправленные движения. К 3-м месяцам завершается формирование связей в долях мозга, отвечающих за зрение — возникает способность фокусировать глаза на предмете. В 8—9 месяцев начинает активно функционировать гиппокамп — выпячивание в боковом желудочке мозга, регистрирующее и хранящее воспоминания. С этого момента возникает ясное воспоминание о том, как сделать, чтобы погремушка загремела. После 6 месяцев связи в лобных долях мозга, отвечающих за логическое мышление и предвидение, развиваются столь стремительно, что на это требуется вдвое больше энергии, чем у взрослого. Поскольку нейронные сети в разных областях мозга формируются в разное время, то и возраст, в котором ребенку тот или иной навык дается легче всего, будет разным.

Такие зрелые способности, как мышление, творчество, чувства, развиваются после 3-х лет, но они используют базу, сформированную к этому возрасту. По мере того как развиваются связи, возрастают возможности мозга. Период, когда связи между клетками формируются наиболее активно, соответствует первым 3-м годам жизни. Это совершенно уникальный период. Такой скорости впитывания информации в структуры головного мозга не будет ни в каком другом возрасте человека.

Раннее развитие предполагает введение нового опыта вовремя. *Многие навыки невозможно приобрести, если их не усвоил в детстве.* Замечательный японский исследователь детского интеллекта Масару Ибука приводит такой пример. Ежегодно со всех стран мира родители везут своих детей обучаться игре на скрипке к выдающемуся японскому музыканту и педагогу Сузуки. Никто из них не знает японского языка. Первыми начинают говорит самые маленькие дети, затем дети младших и старших классов. А родители остаются безнадежными.

Ребенку нужно уделять очень много внимания и пользоваться при этом его природным любопытством. Дети учатся непрерывно и неустанно. Им интересно все — тени на тротуаре, далекий собачий лай, голос в телефонной трубке... Если родители сумеют разделять с ним удивление и радость узнавания, то ребенок будет расти с сознанием того, что его наблюдения и отклики на них важны и ценны. Нет ничего лучше, чем постоянный разговор с ребенком. Однако бурный рост словарного запаса обеспечивается только при живом общении. Речь, слышимая по радио или телевизору, является просто шумом. Это справедливо и в отношении других познавательных навыков.

Информация, воспринимаемая в эмоциональном аспекте, действует сильнее. Ребенок гораздо быстрее постигнет значение слова «еще», если оно будет касаться лакомства. Через эмоции лучше постигается причинно-следственная связь: если я улыбнусь, то мама улыбнется мне в ответ. Для младенца наиболее важной частью окружения являются эмоциональные связи с ухаживающими за ним людьми. Поэтому он изначально ищет, выделяет и поддерживает эмоционально наполненную коммуникацию. Ощущение, что одно вызывает другое, включает в сеть связи, которые поддерживают и более сложные модели причинно-следственных связей. Чувства, понятия и речь начинают связываться воедино в 7—12 мес. Для того чтобы приобретаемые знания и навыки сохранялись долго, занятия с ребенком должны быть не только регулярными, но и приносящими удовольствие. Положительная эмоциональная активация сосредоточивает внимание ребенка на новых объектах, удлиняет время общения с ними и помогает преодолевать недостаточную способность оценки сложных изображений и абстрактных объектов, которых не было в индивидуальном опыте.

Другой путь к подключению связей мозга лежит через врожденную *способность ребенка улавливать гармонию.* Ребенок начинает слышать уже в утробе матери. Плод постоянно омывается звуками материнского голоса. Ребенок быстрее соберет разъятую на части фигурку зайца, если при этом он будет слушать музыку. Дети 3—4-х лет, которые ежедневно занимаются музыкой, при тестировании на пространственное ориентирование дают повышение результатов на 34 %. Играя на рояле, ребенок наглядно ощущает взаимодействие пространства и времени. Последовательность «палец—клавиша», порождающая мелодию, укрепляет нейросвязи между пульсацией (клавишами) и звуками в пространстве и во времени (мелодия).

Интеллект и движение

Важнейший стимул развития интеллекта — импульсы, идущие от работающих мышц. Для развития речевых областей особенно велико влияние импульсов, поступающих от пальцев рук. Выполнение упражнений и ритмических движений пальцами приводит к возбуждению речевых центров головного мозга и усилению согласованной деятельности речевых зон. Пальцевую гимнастику можно начать с 6—7 месяцев и продолжать в дошкольном и школьном возрасте. Важно, чтобы в движение вовлекалось больше пальцев и движения были как можно более энергичными. Кроме пальцев, большое развивающее значение для интеллекта имеют язык и губы. Первый год жизни, возможно, единственный период, когда

кривляться, разговаривая с ребенком, полезно. Полезно также проговаривать слова вместе с ребенком и просить его издавать подражательные звуки.

Сколько информации должен поглощать ребенок? Лишение или ограничение возможности воспринимать внешние раздражители (сенсорная обедненность) ведет к нарушению психической деятельности. При отсутствии (или резком уменьшении) информации интеллектуальная составляющая стремится к нулю. Увеличение поступления информации и ее обработка приводят к повышению быстродействия интеллектуальной системы. Но ее избыток может быть вреден. Об этом свидетельствует наличие в мозге специальных структур и механизмов, ограничивающих чрезмерное поступление неактуальной информации, например запуск специальных «тормозных» нейронов. В этой связи для сохранения благополучия интеллектуальных систем важно соблюдать стратегию гигиенического «информационного коридора». Ребенок должен получать информации столько, сколько способен усвоить, не уставая.

Для хранения поступившей информации и восстановления воспринимающей способности необходимы время и материально-энергетические ресурсы. Питание снова выходит на первый план, но уже не только в качестве «строительного материала». Практически те же самые пищевые вещества начинают проявлять свои «управленческие» функции.

Значительные регуляторные функции принимают на себя жиры: одни из них превращаются в необходимые мозгу биологически активные вещества, другие становятся активными антиоксидантами — основными защитниками клеток от химического повреждения. Полиненасыщенные жирные кислоты встраиваются в клеточные оболочки нейронов и облегчают процесс прохождения нервных импульсов в центрах памяти и обучения. Они повышают эффективность работы мозга, позволяя ему быстрее планировать и действовать. Этими жирами богато грудное молоко, поэтому дети, имевшие полноценное грудное вскармливание, демонстрируют в дальнейшем более высокие показатели интеллекта. Но полиненасыщенные жирные кислоты нужны для интеллекта в любом возрасте. Школьники с высокой жировой обеспеченностью добиваются больших успехов в чтении и решении задач, улучшают результаты тестирования слуховой памяти и заучивания слов.

После рождения сохраняется большая зависимость нервной системы от йода. Но при значительном снижении интенсивности процессов роста мозговой ткани (особенно после 1,5—2 лет) йод становится элементом, обеспечивающим уже не формирование, но правильное функционирование мозга. В раннем и дошкольном возрасте дефицит йода снижает познавательные функции, сопровождается нарушениями речи, внимания и образного мышления, затруднением социальных контактов со сверстниками, эмоциональной неустойчивостью. Дефицит йода у школьников ухудшает восприятие информации, замедляет темп мыслительной деятельности, нарушает тонкую моторику.

Безусловно, важен нормальный уровень потребления белка. 90 % белков мозга обновляются в течение 2-х недель. В процессе обучения скорость белкового синтеза выше в той половине мозга, где происходит процесс запечатления.

Но, пожалуй, нет ничего более критичного для растущего мозга, чем его обеспеченность энергетическим материалом. Собственные энергетические запасы мозга ничтожно малы (0,1 % от массы мозга). При высокой потребности мозга в энергии это ставит нервные клетки в прямую зависимость от поступления из крови глюкозы. Нейроны настолько нуждаются в этом энергетическом источнике, что усваивают ее без участия инсулина. Поддерживать энергетический потенциал нервных клеток помогают витамины группы В. Они способствуют передаче электрических импульсов между нейронами в цепочках кратковременной памяти, стимулируют синтез белков, осуществляющих перевод информации из краткосрочной памяти в долгосрочную и улучшают сенсорную память в любом возрасте.

Интеллект и сон

Особенная роль в активном формировании интеллекта принадлежит адекватному по длительности и качеству сну. В определенные фазы сна происходит блокировка информации, поступающей от органов чувств к мозгу, и мозг начинает интенсивно обрабатывать ту информацию, которая была получена им во время бодрствования и сохранилась в памяти. В эту фазу в тканях мозга наблюдаются интенсивные процессы синтеза. Предполагают, что именно во время быстрого сна происходит восстановление тканей мозга после их повреждения.

Интеллект и стресс

Стресс способен не только затормозить развитие интеллекта, но и привести к необратимым нарушениям мозговой ткани. В раннем возрасте стрессовая ситуация (разлука с матерью, болевые ощущения, заболевания и т. д.), длящаяся продолжительное время, сопровождается повреждением растущих нейронов и даже их отмиранием. В результате стресса может происходить уменьшение объема важнейшей части системы головного мозга, отвечающей за долговременную память.

Таким образом, выявленные наукой связи между фундаментальными процессами формирования мозга и внешними влияниями на развивающийся организм открывают реальные возможности управления интеллектом ребенка. Внутриутробно наиболее управляемой является материальная структура интеллекта, в первые 3 года жизни — его функции. Инструменты вмешательства в интеллект не представляются сколько-нибудь новаторскими. Это грамотная организация питания беременной, кормящей женщины, а после рождения — и самого ребенка, адекватность, достаточность и повторяемость внешних стимулов, использование механизмов мышечного движения, положительных эмоций, обеспечение полноценного сна. ■