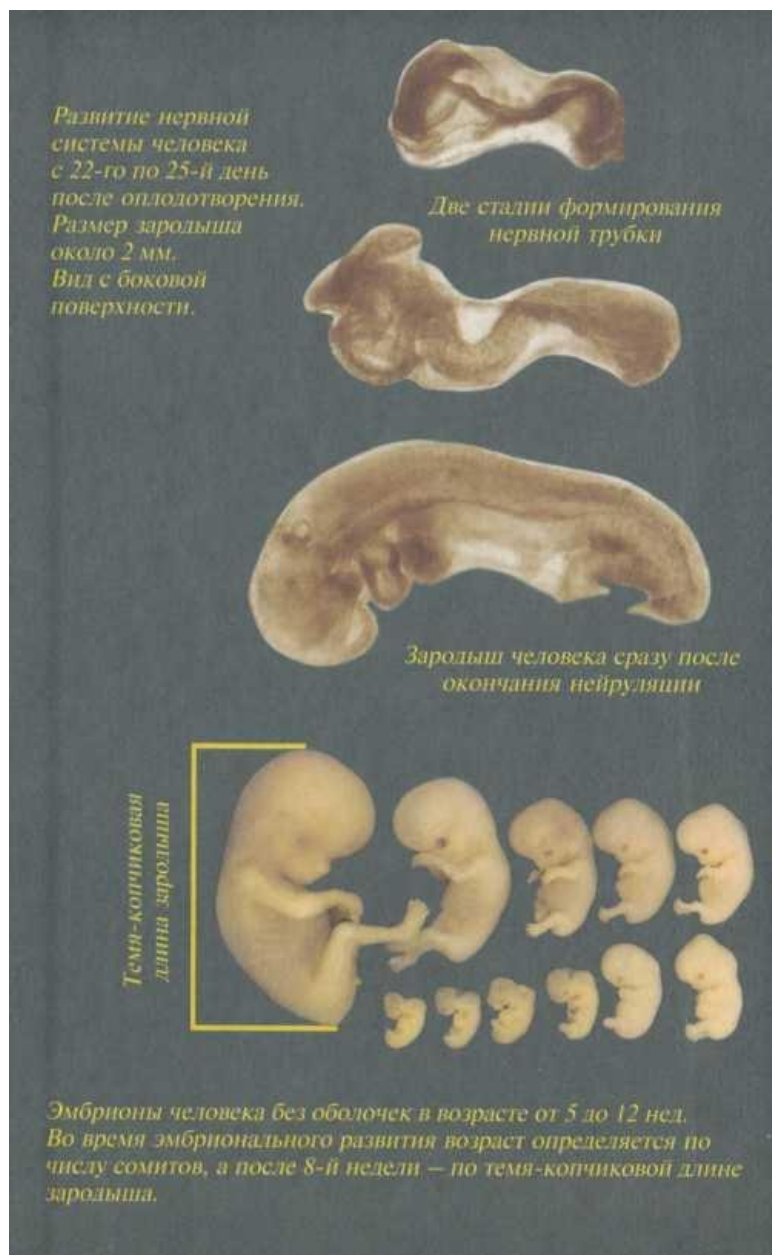
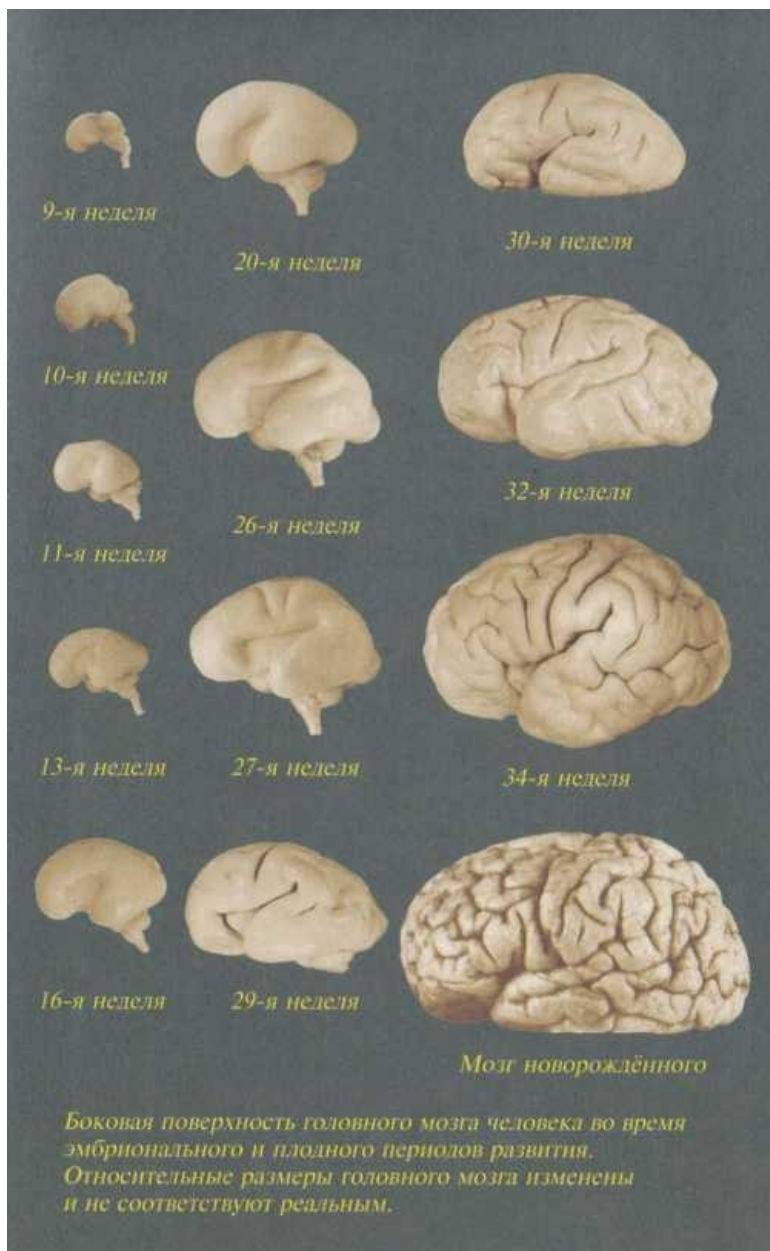




Форзац:





Нахзац:



## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

Предисловие

I. Эмбриогенез

II. Плодный период

III. Подготовка к рождению

IV. Созревание видового поведения

V. Формирование коры

VI. Созревание памяти

VII. Когнитивные запечатления

Предметно-сюжетный указатель

Литература

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Книга рассказывает об основных этапах формирования индивидуального сознания человека. Наш мозг начинает свой тернистый путь через две с половиной недели после сексуальных развлечений неосмотрительных родителей. Его дальнейшая судьба обусловлена множеством случайностей и коварством создателей. Зародыш зависит от океана разнообразных инфекций ядов, лекарств и странных материнских наклонностей. Вместе с телом человеческий мозг должен как-то пройти путь от хвостатого зародыша с зачатками жабр до бесхвостого плода, а затем выбраться из личного океана, который мать таскает в своём организме. За это время с мозгом происходит множество событий, которые повторяют наш непростой эволюционный путь.

В этой, скрытой от глаз любопытных наблюдателей истории наш мозг умудряется побывать в самых разных ипостасях. Он позволил выжить длинной цепочке хордовых, которые, совершенствуя свой мозг, тут же начинали поедать ближайших родственников и предков. Пройдя через ужасы отбора в полуводных лабиринтах на суше, мозг стал командовать неказистым тельцем и лапками. В конце концов, нервная система усовершенствовалась жестокими крысоедными мерзавцами которые полезли на деревья в поисках пищи и биологических преимуществ. Безобразия глобальных структурных перестроек мозга перешли в когнитивную фазу когда архаичные приматы слезли с привычных и уютных деревьев. Их соблазнили бесконечное разнообразие и изобилие легкодоступной пищи в полуводной райской среде. На миллионы лет они погрузились в прелести чревоугодия и разнообразие сексуальных развлечений которые заложили основы конструкции нашего мозга и сегодняшних предпочтений (Савельев, 2010).

Этот экскурс в биологическую историю человечества нужен для того, чтобы читатель смог немного осознать различия поведенческих задач, которые мозг был вынужден решать во время своего долгого биологического становления. Было бы странно ожидать, что достижения эволюции мозга, успешно сохранявшие жизнь нашим далёким предкам, будут безвозвратно утрачены или полностью заменены более поздними приобретениями. Самые ценные формы поведения современного человека продолжают базироваться на неврологических конструкциях прошлого. Архаичные принципы принятия решений влияют на нас больше, чем хотелось бы, но это плата за выживание их родственников в далёком прошлом.

Именно постепенность формирования сознания человека отражена в нашем индивидуальном развитии. Мозг созревает не весь и не сразу. Он активно формируется во время внутриутробного периода, а завершает свой морфогенез после половой дифференцировки. Настоящая книга охватывает довольно обширный период созревания головного мозга, который начинается на 18-й день после оплодотворения и заканчивается начальной школой. В ней сделана попытка показать основные события, приводящие к структурному формированию мозга, и закономерности его функционального созревания. Дополнительные детали и примеры созревания разных отделов мозга очень познавательны, но увеличили бы размер книги в несколько раз. Моя задача была намного скромнее.

Мне очень хотелось показать, что головной мозг плода и ребёнка довольно ограничен в своих возможностях. Его развитие и становление зависят от родителей больше, чем можно было бы ожидать. Если после прочтения этой книги у читателя возникнет понимание особенностей детского мозга, а бережное отношение к его развитию войдёт в наши традиции, то моя задача будет полностью выполнена.

Эта книга не смогла бы увидеть свет, если бы не добросердечие директора Современного музея каллиграфии Алексея Юрьевича Шабурова, который поддержал издание этого труда.

*СВ. Савельев*

## I. ЭМБРИОГЕНЕЗ

Головной мозг человека формируется очень медленно и с большими эмбриологическими затруднениями. Если обобщить весь имеющийся научный опыт, то можно сказать, что развитие продолжается довольно долго и уносит океан незрелых человеческих жизней. За каждую 30-летнюю особь наш вид заплатит примерно сотней нерождённых, даже если не считать аборты и смертность беременных женщин (Савельев, 2002, 2007). При этом самая значительная гибель будущих людей приходится на ранние стадии развития (Shiota et al., 1987). Из этого замечания понятно, что речь идёт не о предумышленном уничтожении оплодотворённых зародышей, а только о биологических ошибках индивидуального развития. На самом деле расходы человечества на формирование взрослого мозга намного больше. В каждой сотне относительно нормальных представителей нашего вида спрятано примерно 5—7 особей с весьма заметными и 10—15 — с незаметными, но необратимыми отклонениями в строении нервной системы. **Так** что каждый взрослый и психически нормальный человек уже является редким биологическим достижением гоминидной эволюции.

Следовательно, в процессе индивидуального развития решается несколько параллельных задач. Первая и наиболее трудная задача — просто дожить до рождения и перейти к самостоятельному дыханию и пищеварению вне тела матери. Это получается далеко не у всех начинающих столь сложное испытание. Эмбриональная смертность лишь частично связана с размерами человеческого мозга и другими особенностями строения приматов. Похожие явления хорошо известны для большинства млекопитающих. Так, у самых обычных свиней эмбриональная смертность составляет около 30% (Soede et al., 1993). При этом существуют познавательные способы её снижения. Оказалось, что надо стараться использовать сперму хряков с повышенной фертильностью, тщательно выбирать время оплодотворения и получше кормить плодовитых свиноматок.

Скрытой причиной таких неприятностей обычно становятся многочисленные патологии развития, аномалии нарушения дифференцировки систем органов эмбриона. По мере сил беременность искусственно прерывают по семейным, романтическим и психиатрическим причинам. Будущие мамы часто одержимы непреодолимыми религиозными, пищеварительными или культурологическими страстями, которые сказываются на развитии плода.

Среди навязчивых материнских идей особенно опасны для развития мозга плода увлечения сыроедением, постами и вегетарианством. Развитие плода в условиях недостатка белков, липидов и углеводов всегда сказывается на формировании мозга. Это хорошо известно из наблюдений за представителями некоторых этносов, где женщины питаются объедками с мужского стола. Во многих культурах кормить беременных женщин не принято до появления большого живота. Тогда им начинают давать мясо, что уже немного поздно. Мозг плода, развивавшегося 3—4 мес. при белковом голодании матери, уже никогда не реализует свой потенциал. В конечном счете, это приведёт к заметному торможению обучения и любой рассудочной деятельности, правда, уже во взрослом состоянии. Если предполагается, что основным инструментом творческой работы будущего человека станет лопата, кирка или автомат Калашникова, то заморачиваться откармливанием матерей не стоит. Переизбыток мыслей только вредит приобретению несложных навыков. Если планы по использованию плодов любви более сложные, то надо позаботиться о нормальном развитии мозга.

В этом отношении наиболее критичны первые месяцы развития нервной системы. Большинство метаболических задержек и аномалий возникают в течение первых 3—4 нед после зачатия. Наше счастье, что они обычно несовместимы с жизнью, а гибель плода воспринимается как небольшая задержка в женских циклах. Более поздние отклонения развития, которые происходят между 22-м и 62-м днём онтогенеза человека, как правило, связаны с нервной системой и патологией брюшной полости (Thoulon, Trouillas, 1983). После прохождения критического 2-го месяца развития количество летальных патологий снижается. Иначе говоря, в ранний период формирования человек и его мозг наиболее уязвимы со стороны как внутренних, так и внешних факторов (Савельев, 2007). Тот, кому повезло пережить собственный эмбриогенез, вступает на опасный путь плодного периода, где метаболизм матери становится залогом успешного развития.

Эти факты и так очевидны для внимательного наблюдателя, но занудные учёные увлеклись объективными исследованиями подобных явлений около 50 лет назад. Сравнивая развитие плодов различных млекопитающих, они показали, как меняется обмен зародышей при видовых особенностях питания или голодании матери (Patrick et al., 1974; Girard, 1975). Суть таких работ отражает простейший вывод о том, что мозг плода требует большей концентрации метаболитов, чем в организме матери. Если этот процесс нарушается, то плоды начинают меньше снабжаться глюкозой, что ограничивает развитие мозга. При голодании матери зародыш вынужден использовать другие источники энергии или продуцировать собственную глюкозу. Замедление развития мозга дорого обходится плоду, хотя и начинает сказываться на поведении лишь через много лет. Однако если заботливым мамам важны только отличное пищеварение, дефекация, сон, половая и социальная активность ребёнка, то рассудочными способностями легко пренебречь, или можно списать их отсутствие на сложности жизни.

Таким образом, возникает забавная, но парадоксальная ситуация. Развитием собственного мозга может заинтересоваться только тот, у кого на это занятие хватит собственных возможностей. Наши способности в конечном счёте зависят от чистого везения с местом рождения, здравомыслием родителей и лотереи индивидуальной изменчивости. О фатальной естественной несправедливости свидетельствует соотношение полов в развитии человека. Так, в момент оплодотворения образуется значительно больше мужских генотипов, чем женских. Однако они более чувствительны к токсическим воздействиям, заболеваниям матери и другим эмбриологическим рискам. По этой причине мальчиков обычно рождается меньше, чем девочек (Derby et al., 1985). С развитием методов внутриутробной оценки пола зародышей эта несправедливость легко исправляется. Примером может служить Индия, где достижения медицинской науки и ультразвуковых технологий диагностики плодов стали применять для искусственного отбора. В этой стране до 70% развивающихся девочек обычно абортуются, а выросшие мальчики безуспешно пытаются оплодотворить друг друга.

Если читатель знакомится с этим текстом, то он уже редкий везунчик и прошёл один из важнейших циклов церебрального сортинга. Компенсировать проблемы, возникшие во время внутриутробного развития, после рождения невозможно (Patrick et al., 1974). К сожалению, именно морфофункциональное созревание в эмбриональный и плодный периоды определяет как жизнеспособность новорождённого ребенка, так и его будущий рассудочный потенциал.

Вполне понятно, что никакие властители не хотят иметь в своём подчинении умных, образованных, самостоятельных и решительных граждан. Структура любого сообщества цементируется покладистыми и трудолюбивыми обывателями с ограниченным набором незатейливых инстинктов и желаний. Этот самовоспроизводящийся социальный монолит по мере нужды иногда дополняют способными и творческими людьми, но в очень ограниченном и безопасном количестве. По этой причине существует вынужденный интерес к развитию человека со стороны политиков, психологов, натурфилософов, служителей различных культов и других представителей доходного социального паразитизма. Эти интуитивные эволюционисты, беспощадно проводящие в жизнь наиболее жестокие принципы искусственного отбора, упорно решают неосознаваемые биологические задачи.

С одной стороны, они успешно придумывают новые способы заработка на бедном человеческом мозге при помощи размножения слов, верований, изобретения новых понятий и торговли старинными заблуждениями. Для поддержки процветания этого прибыльного бизнеса во многих странах запрещено вести какие-либо вменяемые работы на эмбриональном человеческом материале. По этой причине наши знания как о механизмах развития мозга, так и об особенностях его созревания крайне ограничены и со временем становятся всё более умозрительными. Достаточно упомянуть лучшие учебные пособия по эмбриологии человека, наполненные мышинными зародышами, весьма отдалённо напоминающими человеческие (Sadler, 1995; Larsen, 2001).

С другой стороны, под видом всеобщей гуманизации интенсивно развивается пещерное мракобесие, которое умело спрятано в молекулярно-генетической терминологии современной биологии и медицины. Эта деятельность направлена на осуществление неспецифического искусственного отбора при помощи снижения воспроизводства человечества. По самым общим оценкам, в ближайшие полвека численность населения планеты должна уменьшиться примерно на 5 млрд человек. Это будет достигнуто как традиционными способами избирательного искусственного отбора, так и скрытыми методами в сочетании с прививочной стерилизацией населения. Пока эти прекрасные перспективы только воплощаются в жизнь, мы можем попытаться понять самые общие принципы индивидуального развития мозга человека и возникновения нашего странного сознания.

В этом деле нам поможет недавнее прошлое науки, которое стыдливо замалчивается или умышленно прячется в самые пыльные уголки естественной истории. Дело в том, что людоедски-гуманистические законы и правила развивались на планете медленно и с большими трудностями. Это позволило на протяжении XX столетия собрать некоторые сведения об эмбриональном и плодном развитии человека. Для понимания масштабов увлекательных исследований раннего развития человека достаточно упомянуть дискуссии 70-х годов прошлого века о моральности широкой торговли плодами всех возрастов в Англии (Nature, 1972, № 5353).

До этого времени такая околонукальная торговля сочеталась с творческим изготовлением самих объектов исследований и была обычным делом. В конечном итоге эта увлекательная, но ныне запрещённая деятельность позволила собрать самые объективные данные о нашем эмбриональном и плодном развитии.

Вполне понятно, что в соответствии с текущей традицией социальной мифологии причины гибели эмбрионов и плодов принято списывать на трансцендентные духовные влияния, ужасные инфекции, молекулярные или генетические нарушения, экологические и радиационные катастрофы. К таким наимоднейшим причинам можно отнести только около 10—15% случаев гибели развивающихся зародышей. Большая часть эмбрионов и плодов человека прекращают своё развитие из-за структурных отклонений, возникающих при формировании мозга. Головной мозг человека является настолько сложной и многокомпонентной системой, что сам факт его регулярного воспроизводства

следует отнести к блестящим успехам биологического прогресса. Гоми-нидный мозг, как любое естественное достижение, стал драгоценным венцом эволюции и дорогим капризным устройством. Он не хочет эффективно работать, плохо управляется, нестабилен в развитии и ломается при неумелой эксплуатации.

Поррбуем разобраться с теми событиями, которые позволяют нервной системе возникнуть и избежать основных катастроф раннего эмбрионального периода. Детали морфологических событий описаны в научной литературе, интересной только для специалистов (Савельев, 2002, 2005а, 2007). В своём скромном обзоре я буду уделять основное внимание проблемам связи между структурным созреванием отделов мозга и появлением тех или иных проверяемых функций. При этом всегда полезно опираться как на суровые и аморальные эксперименты недалёкого прошлого, так и на современные инструментальные методы обследования плодов ещё в материнском организме. Сочетание этих данных предоставляет много ценной информации о становлении головного мозга. Начнём с эмбриологического экскурса, который необходим для понимания первичных источников структурного развития мозга, лежащих в основе нашего сознания.

Нервная система начинает обособляться у человека на 18-й день развития. Это событие называется нейру-ляцией и начинается с того, что на поверхности почти шарообразного зародыша появляются тканевые складки. Складки постепенно поднимаются и замыкаются, образуя нервную трубку. Нейруляция завершается на 27-й день эмбрионального развития, когда зародыш имеет длину около 4—5 мм. В дальнейшем центральная нервная система начинает усложняться автономно, продолжая индукционные взаимодействия с окружающими тканями и иннервируя возникающие закладки других органов (Савельев, 2002). В это время появляются основные отделы и формируется общий архетип мозга млекопитающих. Основным последствием нейруляции является закладка головного и спинного мозга в виде общей трубчатой структуры. Затем эта трубка полностью замыкается, а в её головной части закладываются пять мозговых пузырей, соответствующих переднему, промежуточному, среднему, заднему и продолговатому мозгу. В результате некритичных нарушений замыкания нервной трубки у человека часто формируются синеватые пигментные пятна на спине или ягодицах. Они состоят из нейромезенхимы нервного гребня, которая определяет пигментацию кожи. Такие пигментные зоны на копчике часто называют монгольским пятном, поскольку связывают с этой этнической группой. Пигментация возникает почти у 90% людей, но макроскопически она становится заметна в основном у монголоидов (Kikuchi, 1989).

Эмбрионы человека, достигшие размера 5—7 мм (см. форзац), активно меняют форму своего мозга, который ещё не может начать функционировать из-за проблем с метаболизмом. Дело в том, что активная работа нейронов должна обеспечиваться кровеносной системой, а её сеть пока недостаточно развита. У эмбрионов 2-го месяца развития венозная система представлена крупными магистральными сосудистыми стволами, но с тончайшими эндотелиальными стенками и только в стволе мозга. Из них формируются венозные синусы твёрдой мозговой оболочки. Артериальная система возникает только к концу 8-й недели развития. Следовательно, даже зачатков сосудистой системы для метаболической активности мозга в эмбриональный период обнаружить не удаётся.

В это время человеческий зародыш мало напоминает царя природы. Ранняя дифференцировка нервной системы сопровождается появлением закладок жаберного аппарата, характерного для зародышей рыб. С 4-й недели развития у него прекрасно заметны подозрительно длинный хвост и другие свидетельства сомнительного происхождения (см. форзац). Анатомическое наследство низших позвоночных сохраняется несколько недель, а затем начинается сложный процесс инволюции хвоста. Это непростое событие сопровождается клеточной гибелью и структурной перестройкой как хорды, так и спинного мозга в каудальной части тела (Савельев, 2002; Saragababia et al., 1994).

Примерно через 8 нед после оплодотворения наступает раннефетальный период, который обозначен заметными внешними и внутренними изменениями анатомии головного мозга. Основной хорошо заметной структурой головного мозга становится кора, которая закрывает большую часть мозгового ствола. Однако большой размер переднего мозга является морфологической иллюзией, поскольку он состоит из тонкой стенки, наполненной спинномозговой жидкостью (см. нах-зац). Именно в раннефетальный период появляются признаки функционального созревания мозга. Оно начинается опережающими темпами в стволе мозга, уже обладающем дифференцированными нейронами. Вместе с появлением первых межнейронных и нервно-мышечных связей нейронов можно наблюдать и рефлкторную активность.

В развитии человека раньше всего проявляются простейшая двигательная активность и кожные рефлексy. У эмбрионов в возрасте 6-7 нед (темя-копчиковая длина 1,8-2,6 см) только в 20% случаев удавалось обнаружить зародышевые движения в ответ на стимуляцию различных участков кожи (Fitzgerald, Windle, 1942). Отдельные рефлкторные реакции выявлены в ответ на покалывание иглой живого, но уже абортированного эмбриона. Отмечены быстрые движения руки, ноги, головы и туловища. Однако системной комбинации различных стимулированных движений не наблюдали. Это говорит о существовании отдельных сенсомоторных цепочек, которые не интегрированы на



уровне спинного и головного мозга.

Спонтанные движения правой руки и тактильную чувствительность отмечали у эмбрионов длиной 20—22 мм от темени до копчика. Этих линейных размеров эмбрионы достигают примерно к 50-му дню после оплодотворения (см. форзац). Тут необходимо дать некоторые пояснения, поскольку акушерский возраст эмбрионов отличается от привычного биологического. Дело в том, что до появления высокоразрешающих методов ультразвуковой диагностики и томографии сроки беременности определяли в зависимости от времени прекращения женских половых циклов. При этом биологический возраст эмбриона обычно был больше на 10—14 дней. По этой простой причине приходится уточнять, что речь идёт о реальном биологическом (от оплодотворения), а не акушерском возрасте.

Следовательно, первые движения правой руки и кожную рецепцию удаётся выявить только ближе к середине 2-го месяца развития. Это впервые установили в 30-е годы XX столетия склонные к гуманизму и католицизму просвещённые итальянцы. После прерывания беременности они извлекали эмбрионы разного возраста из плодных оболочек и стимулировали их острой иглой. Если подопытный проявлял какие-либо реакции, то их фиксировали в виде описаний и сводили в познавательные таблицы развития рефлексов человека.

Спустя полвека такие смелые опыты многократно повторяли более гуманными методами наблюдения за плодами при помощи ультразвуковой диагностики (Colette, Nirhy-Lanto, 1985). В этой работе показано, что так называемые архаические движения фиксируются с 6-й акушерской (8-й биологической) недели развития. Сюда входят вибрация за счёт дискоординации метамеров, толчковые спазмы туловища и ножницеобразные движения рук и ног.

Что же означают эти асинхронные движения рук, активность метамеров и слабые кожные реакции, которые приводят к подёргиванию тела зародыша? Любой религиозный неопит легко объяснит читателю, что обретший душу эмбрион таким образом взывает к тайным высшим силам и защищается от гнусных естествоиспытателей, уже погубленных искусителем. К сожалению, это не совсем так. На 50-й день развития эмбрион не может ни сформулировать жалобу, ни отчаянно взывать, поскольку кора полушарий ещё даже не начала формироваться (см. форзац), а из сенсорных систем появились только признаки кожной чувствительности.

Таким образом, мы можем опираться на факт движения рук при творческой стимуляции кожи иголочкой. Эти занятные сведения подтверждены и морфологической базой изучения строения нервной системы эмбрионов. К моменту появления двигательной реакции на раздражение формируются первые эффекторные нервно-мышечные синапсы, заставляющие скелетные мышцы сокращаться. Однако эти реакции не спонтанные, а спровоцированные, что означает и появление свободных нервных окончаний в коже.

Действительно, в спинном мозге впервые появляются отдельные отростки нервных клеток, которые связывают вставочные нейроны спинного мозга как с рецепторными, так и с эффекторными волокнами. Реакции конечностей на покалывание иглой являются простейшими рефлексамися по принципу стимул — реакция. Они возникают как эмбриологический инструмент для последующей дифференцировки связей между сенсорными, моторными и вставочными нейронами. Для того чтобы такие взаимодействия между нейронами быстро формировались, необходимо осуществление простых моторных реакций спинного мозга. Точно так же двигается внутри икринки эмбрион любой аквариумной рыбки или лягушки ещё задолго до вылупления.

Надо отметить, что иннервация скелетной мускулатуры происходит намного быстрее, чем внутренних органов. Так, первые нервные волокна, проникающие из спинного мозга в полость малого таза, появляются только на 6-й неделе развития, что совпадает с началом дифференцировки гонад по мужскому или женскому типу. Однако нервные волокна достигают мочевого пузыря лишь на 9-й неделе. Только у 4—5-месячных плодов человека нервные волокна проникают в эпителий мочевого пузыря, иннервируют матку и прямую кишку (Kato, Moteji, 1971). Эти события замедлены как из-за неврологических причин, так и в результате интенсивного роста самого плода. Дело в том, что спинной мозг растёт намного медленнее, чем позвоночный столб. При этом позвоночный столб увеличивается пропорционально в каждом сегменте, а спинной мозг — неравномерно. В итоге это приводит к укорачиванию спинного мозга в позвоночном канале и несовпадению расположения первичных нейральных сегментов и отдельных позвонков.

Существует ещё одна важная причина столь быстрого созревания нервных сетей спинного мозга и периферических центров иннервации мускулатуры и внутренних органов. Эмбриональное развитие спинного мозга представляет собой печальную историю, в которой торжествуют феноменальная глупость и беспечность, а не гениальный трансцендентный промысел. Дело в том, что большинство нейронов, оказавшихся в нервной трубке спинномозгового отдела, просто погибают. По приблизительным оценкам, у человека остаётся менее 20% от общего числа первичных нейробластов. Массовая гибель этих клеток обставлена как бои гладиаторов, сдобренные дружеским каннибализмом. При начале дифференцировки нейроны агрессивно конкурируют за органы-мишени и зоны иннервации.

Гибель мотонейронов в нормальном развитии спинного мозга хорошо изучена почти во всех группах позвоночных, в том числе и у человека. У амфибий гибель мотонейронов достигает 85%, а иннервация левой и правой конечности может осуществляться различными сегментарными нервами (Bennett, Lavidis, 1981).

Специальные исследования не только подтверждают массовую гибель нейронов спинного мозга человека на ранних стадиях развития, но и доказывают продолжение этого процесса в плодный период. Так, у 11-недельного плода общее число мотонейронов спинного мозга составляет немногим более 180 тыс., но через неделю снижается на 10 тыс. К 16-й неделе развития их число уменьшается до 140 тыс., а к 25-й неделе — до 117 тыс. (Forger, Breedlove, 1987). В это время массовая гибель мотонейронов спинного мозга заканчивается, хотя отдельные клетки погибают и после рождения.

Во время этой вакханалии наиболее проворные клетки создают необходимые контакты и приобретают шанс сохраниться на всю человеческую жизнь, а в качестве бонуса получают возможность закусить менее расторопными соседями. В результате склонные к каннибализму нейроны-победители оказываются гигантских размеров, а спинной мозг взрослого человека не может компенсировать никакую травму. Запасных клеток нет, их просто съели более удачливые родственники (Bennett, 1983). Даже если бы они были, то для регенерации пришлось бы где-то изыскивать тысячи глиальных клеток и обеспечивать многолетний направленный рост отростков. К сожалению, рост нервов в эмбриональный период происходит совершенно иначе, нежели при регенерации во взрослом организме.

Более или менее целостное представление о значении клеточной гибели в развитии нервной системы сложилось только к концу XX столетия (Oppenheim, 1991). Причина такой интеллектуальной задержки осознания очевидных событий индивидуального развития связана с тем, что избирательность гибели нейронов ставила под сомнение строгие фантазии о генетическом контроле онтогенеза. Примитивная парадигма генетической детерминации всего развития мозга так глубоко захватила исследователей и научные фонды, что смена взглядов произошла лишь после вымирания целого поколения учёных.

В процессе онтогенеза отростки нейронов спинного мозга очень рано образуют связи с органами-мишенями и мускулатурой. Затем эмбрион растёт, а нервные отростки растягиваются, наращивая свои размеры. Тела нейронов оказываются закреплены в спинном мозге или ганглиях около него, а их отростки — на иннервируемых органах. Размеры отростков увеличиваются вместе с ростом эмбриона и плода. Надо отметить, что у взрослого человека длина таких аксонов моторных нейронов может превышать 1 метр. Продолжительность роста нейронов и их размер препятствуют регенерации спинного мозга у взрослого человека после травмы. Заставить отростки нейронов целенаправленно ползти на огромное расстояние практически невозможно. Эта особенность развития и строения мотонейронов снижает возможности для посттравматической и физиологической компенсации.

Дифференцировка первых нейронов спинного мозга сочетается с появлением наиболее общей соматической чувствительности — кожей. Иннервация покровов человека начинается очень рано, ещё в эмбриональный период. Первые нервные волокна в тканях-мишенях удаётся обнаружить уже на 4-й неделе развития (Bossy, 1982). Свободные нервные окончания проникают во все зоны дермы к концу 8-й недели онтогенеза, за исключением последней фаланги пальцев конечностей. Этот процесс развития кожной иннервации происходит у человека неравномерно. Существует хорошо заметная гетерохрония развития подкожных нервов. Иннервация рук появляется примерно на неделю раньше, чем ног, а вентральная поверхность конечностей опережает в этом отношении дорсальную.

Появление рецепторного аппарата соматической чувствительности крайне важно для становления центральной нервной системы. По сути дела, кожа эмбриона в данный период развития является единственным сенсорным входом в нервную систему. На этом этапе лишь движение околоплодной жидкости и механические воздействия на плод могут быть источниками меняющейся информации. Она необходима для создания связей и формирования нейронных сетей со специализированными функциями.

Эти сведения говорят о том, что в раннем онтогенезе человека можно выделить период афферентно-зависимого развития головного мозга. Следовательно, без связи с органами-мишенями и притока простейшей сенсорной информации дифференцировка нейронов должна задерживаться. В экспериментах на эмбрионах амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих это явление было многократно исследовано и подтверждено. Способы проверок были не очень гуманными, но показательными. У куриных эмбрионов просто удаляли зачаток крыла, а затем наблюдали уменьшение числа клеток в моторном столбе спинного мозга на 50—90%. Если сделать обратную операцию — подсадить зачаток ещё одного крыла, — то число клеток в спинном мозге увеличится. В эксперименте это обеспечивает снижение клеточного каннибализма при расширении контактов незрелых нейронов с новыми органами-мишенями.

Вполне понятно, что проводить эксперименты по отрезанию конечностей млекопитающим во внутриутробный период крайне затруднительно. По этой причине смелые опыты, доказывающие избыточность закладок и конкуренцию нейронов, проводят на наиболее примитивных млекопитающих — сумчатых. Дело в том, что их эмбриональное развитие крайне архаично, а переход зародыша в сумку матери происходит до формирования массовых связей нейронов с периферическими органами. Экспериментальная ампутация зачатка задней конечности у австралийского сумчатого тамнара приводила к повышению гибели развивающихся мотонейронов. Более того, при полном удалении зачатков мускулатуры соответствующие моторные ядра просто не возникали (Comans et al., 1988). Справедливо и обратное утверждение о том, что большое тело говорит об увеличении числа нейронов.

Примером может служить исследование спинномозговых ганглиев, иннервирующих заднюю конечность лягушки-быка (St. Wecker, Farel, 1994). В этой изящной работе сравнивали лягушек разного размера и возраста. Оказалось, что у крупных лягушек нейронов в ганглиях в два раза больше, чем у мелких того же возраста.

Использование радиоизотопной метки не показало никакой пролиферации в ганглиях. Это позволило авторам сделать вывод о дополнительной дифференциации нейронов из уже существовавших в ганглиях клеток-предшественников. Таким образом, быстро растущая и крупная особь имеет больше шансов сохранить максимальное число нейронов как в центральной, так и в периферической нервной системе. Размер плода важен не сам по себе, а как результат опережающего увеличения массы мускулатуры, которая нуждается в дополнительной иннервации. В конечном счёте гибнет меньше нейронов, а ганглии становятся больше за счёт нефагоцитированных клеток.

Следует отметить, что независимо от индивидуальных размеров нервной системы гибель клеток и дружеский каннибализм всегда являются тривиальным событием. Так, в нормальном эмбриональном развитии головного и спинного мозга на 1000 пролиферативных циклов (делений клеток) приходится от 4 до 7 смертей нейробластов, останки которых поедаются соседними клетками. Даже в переднем мозге уже взрослых мышей, обычно некурящих и не злоупотребляющих алкоголем, нейроны гибнут с завидной регулярностью (Gui-do, 1973). Аналогичная гибель клеток обнаружена при развитии глаза млекопитающих, где она играет важную морфогенетическую роль при прогнозировании изменений формы сетчатки (Silver, Hughes, 1973).

Неизгладимое впечатление оставляют количественные данные естественного разрушения зрительной системы человека в плодном периоде развития. Учитывая возрастное снижение функций зрения, как-то обидно узнавать о «нормальной» дегенерации аксонов зрительного нерва человека. Ужас состоит в масштабах гибели клеток сетчатки, которая не бывает меньше 30%. Пик разрушения приходится на период между 12-й и 15-й неделей развития. До этого времени число аксонов в зрительном нерве стабильно увеличивается. Так, на 8-й неделе их 2,67 млн, на 14-й — 5,86 млн и на 18-й — только 3,58 млн. Это говорит о том, что около половины аксонов зрительного нерва человека дегенерируют в борьбе за контакты со вставочными нейронами-мишенями в латеральном колленчатом теле (Sturrock, 1987).

Вполне понятно, что гибель волокон зрительного нерва — показатель более печальных событий. Волокна являются лишь отростками ганглиозных клеток сетчатки глаза, которые формируют связи с нейронами головного мозга. Следовательно, при нормальных условиях развития мы теряем гигантское число ганглиозных клеток сетчатки вместе с их волокнами. Этот ресурс мог бы пригодиться плоду через 50—60 лет, но мы не знаем, как его сохранить.

Ситуация ещё драматичнее, чем кажется. Дело в том, что часть волокон, идущих от сетчатки, оканчиваются в ядрах, расположенных рядом с хиазмой или перекрестом зрительных нервов. Супрахиазматические ядра плотно связаны с половой функцией, суточными ритмами поведения и входят в состав лимбической системы. Именно она отвечает за инстинктивно-гормональные способы регуляции поведения. Разрушение сенсорных входов этой системы очень значимо сказывается на базовых основах врождённых форм поведения и формировании сознания. Иначе говоря, мы теряем значительную часть сенсорных нейронов, предназначенных как для осмысленного восприятия окружающего мира, так и для компонентов инстинктивно-гормональной регуляции поведения.

Как говорилось выше, гибель эмбриональных клеток во время развития человека является обычным событием не только в сетчатке глаза. Она происходит в центральной нервной системе, между пальцами рук и в других частях организма. Даже в средний плодный период, при закручивании и созревании хрящевой слуховой капсулы, резорбируется значительная часть ушной мезенхимной сети. Таким реверсивным способом формируется обширная полость будущего рецепторного аппарата. Именно туда проникают предшественники слуховой, вестибулярной, гравитационной систем и обслуживающие их нейроны.

Нейробласты гибнут не только во время ранних эмбриональных делений, но и после их миграции в области дифференцировки. Было обнаружено, что на 7-й и между 11-й и 13-й неделей развития

среднее количество погибших нейробластов в коре составляет 1—2 клетки на 1 мм (Kostovic-Knezevic, 1984). Эти занимательные данные говорят о том, что гибель нейронов в развитии может быть не связана ни с пролиферацией, ни с формированием рецепторных систем, ни с конкуренцией за иннервацию мускулатуры. Гибель нейронов в коре предполагает существование морфогенетических препятствий для образования внутрикортковых связей, природа которых пока не ясна.

Необходимо отметить, что морфогенетическая гибель нейробластов и созревающих нейронов усугубляется непрерывным нарастанием неврологического субстрата индивидуальной изменчивости. Дело касается не только головного мозга, но и периферических нервов. Так, только у 60% плодов можно обнаружить известный нерв Кунца, который связывает второй межрёберный и первый грудной нервы. В грудном отделе пограничного симпатического ствола варибельность не менее масштабна. Каждый сегмент грудного отдела принимает участие в образовании 4—5 нервных ветвей, которые формируют три типа пучков волокон. Эти пучки различаются у разных плодов как по размерам, так и по направлениям ветвлений (Groen et al., 1987).

Подробный анализ данных о развитии нервной ткани и дифференцировке нейронов позволяет представить основные механизмы причин гибели столь ценных клеток организма. Примером могут быть нейроны, синтезирующие нейромедиатор ацетилхолин, отчего они и называются холинергическими. Этим клеток в мозге около 5%, но они играют огромную роль в работе периферической нервной системы. Ещё до начала дифференцировки будущие нейроны этого типа могут синтезировать ацетилхолин во время миграции и даже высвобождать медиатор до контакта с клеткой-мишенью. По загадочным причинам эти нейроны массово гибнут ещё до установления механизма синаптической передачи. Всего через несколько дней после её формирования гибель холинергических нейронов сокращается вдвое. Однако взрослый нейрон почти полностью зависит от трофических взаимодействий с клеткой-мишенью. Если удалить ткани-мишени, то почти все холинергические нейроны быстро погибают (Ken, 1988).

Из этих наблюдений следует, что никакой жёсткой генетической детерминации избыточной пролиферации, направленной дифференцировки, случайной конкурентной гибели клеток рецепторных органов или нейронов коры представить себе невозможно. При таких масштабах естественной гибели клеток любое программирование развития стало бы причиной исчезновения больших фрагментов сенсорных систем и отделов мозга. В этом случае человечество давно бы вымерло, поскольку ни один человек не смог бы появиться на свет с полноценной нервной системой и адекватными органами чувств.

О существовании регуляционной природы раннего морфогенеза говорит и феномен местозаместительных функций, выполняемых эмбриональной мезенхимой (Platzhalterfunktionen). Речь идёт о временном замещении мезенхимой пространства, которое в дальнейшем займёт какой-либо орган или его часть. Такой запас клеток расположен у 5-недельного эмбриона в зоне будущих лёгких, подчелюстной железы и во многих других местах (Menkes et al., 1985). В зависимости от морфогенетических задач эти мезенхимные клетки используются для формирующихся органов и тканей. Есть и ещё более яркий пример с резорбцией хвоста (см. форзац). Довольно длинный человеческий хвост к концу эмбрионального периода исчезает, а клетки его хрящей, зачаточной мускулатуры и сосудов используются в формировании органов малого таза и пояса нижних конечностей.

Продолжая рассказ о развитии человека, необходимо отметить, что вызываемые стимуляцией первичные сокращения рук через неделю заменяются регулярными и спонтанными движениями всех конечностей. Эта двигательная активность может быть легко спровоцирована покалыванием иглой почти любого участка кожи. Надо отметить, что такие движения начинаются не одновременно у всех эмбрионов. Индивидуальный разброс появления спонтанных движений рук и ног охватывает период примерно в 18 дней. Однако все нормально развивающиеся эмбрионы начинают спонтанно двигать конечностями в начале 3-го месяца развития, когда достигают длины около 35 мм, что совпадает с первым появлением мионевральных синапсов (Juntunen, Teravainen, 1972). При этом кора полушарий большого мозга ещё очень далека от начала дифференцировки (см. форзац).

Одним из первых созревающих сенсорных органов эмбриона является среднее и внутреннее ухо, включая вестибулярный аппарат. Именно он принимает значительное участие в формировании самого первого рефлекса «положения кормления», который появляется сразу после рождения. Вестибулярные рецепторные зоны в полукружных каналах и гравитационном аппарате начинают дифференцироваться после 7-й недели развития, а к концу 8-й недели они организованы так же, как у взрослого человека (Dechesne, Sans, 1985). При этом вестибулярные полости уха развиваются немного быстрее, чем слуховые отделы. Это происходит из-за того, что в процессе эволюции вестибулярный аппарат сформировался намного раньше слуховой системы.

Слуховые плакоды закладываются у эмбриона человека длиной 4—6 мм. Морфологическое обособление улитки происходит после 6-й недели развития довольно быстрыми темпами. Уже у 7-недельного эмбриона она имеет 1 виток, на 8 / неделе — 1 / витка, а к концу 11-й недели

формируются все 2/ витка улитки — как у взрослого человека (Bredberg, 1985). Дифференцировка слуховых волосковых клеток в кортиевом органе начинается от базального конца улитки. Кортиев орган достигает дефинитивного состояния и размера к 4-му месяцу развития, но его жидкостные пространства ещё не сформированы. У 25-недельного плода улитка достигает взрослых размеров и полностью заключена в костную капсулу. Окончательная анатомическая дифференцировка и иннервация кортиева органа заканчиваются к моменту рождения.

Примерно в это время (20-22 нед) в слуховой системе на поверхности слуховых волосковых клеток исчезают архаичные чувствительные киноции, которые переводят колебания эндолимфы в рецепторный градуальный сигнал. В этот период зрелость слуховых волосковых клеток ещё не завершена (Lavigne-Rebillard, Pujol, 1986). По этой причине до 24-26 нед развития плода слуховая чувствительность крайне сомнительна, а реакции могут вызываться колебаниями околоплодной жидкости через другие механорецепторы.

На такие ограничения чувствительности указывает и последовательность созревания слуховых косточек, предназначенных для передачи слухового сигнала. Только на 8-й неделе развития наружный слуховой проход, заполненный мезенхимной пробкой, демонстрирует первые признаки дифференцировки. Эпителиальная пробка канала приобретает туфлеобразную форму. Позади подошвы этой закладки появляется рукоятка молоточка, мысок туфли упирается в отросток будущей барабанной полости. К 13-й неделе мезенхимальная туфля окончательно распадается, но извитый узкий слуховой канал появляется только к 17-й неделе, а барабанная перепонка окончательно формируется на 21-й неделе (Nishimura, Kumoi, 1992).

Следовательно, у эмбрионов в возрасте 8—12 нед молоточек и наковальня возникают в виде хрящевых закладок самостоятельно, но окружены перихондрием. Затем, между 16-й и 24-й неделей развития, они начинают окостеневать, но выполняют не слуховые, а опорные функции. Более того, обе слуховые косточки поначалу участвуют в кроветворении. Эта функция постепенно снижается с увеличением возраста эмбрионов (Guiller-mo, Licon, 1988). Однако, несмотря на все препятствия, существует опосредованная реакция на звуковые колебания. Эти данные подтверждают: существует передача колебаний тела матери через скелет и околоплодную жидкость к свободным нервным окончаниям и кожным механорецепторам плода.

К концу эмбрионального периода начинается сенсомоторная дифференцировка, формируются аксоглиальные синапсы и появляются признаки нейрогормональной специализации клеток. В важнейшем для выживания новорождённого шейном отделе спинного мозга человека первые моторные синапсы появляются не ранее 6-й, а сенсорные — не ранее 7-й недели развития (Okado, 1981). Образование полноценных слуховых сенсорных Связей требует ещё 10—12 нед интенсивных дифференцировок после окончания эмбрионального периода. Даже в гипофизе аксоглиальные синапсы появляются у человека только после 7 нед развития, хотя гормональная регуляция играет не меньшую роль, чем формирование первичной системы нервных связей. При этом время появления первых синаптических контактов в гипофизе сдвинуто на 2 нед к началу развития, поскольку возраст плода определялся по женским циклам (Okado, Yokota, 1982).

Первичная гипофизарная дифференцировка основных нейрогормональных центров плода начинается на 8-й неделе с синтеза адренокортикотропного гормона бѣтга-эндорфина и гормона роста (Asa et al., 1986). При этом гипофизы женских плодов с 15-й по 25-ю неделю развития содержат больше гонадотропных гормонов, чем мужские. В дальнейшем онтогенезе эта разница постепенно исчезает.

Не менее занимательно формирование рецепторного аппарата языка человека. Именно вкусовая система языка и обоняние сразу после рождения запускают пищевой комплекс рефлексов. Это позволяет ребёнку ценой нечеловеческих усилий находить и сосать грудь матери, а затем и глотать добытое молоко.

Исследование языка плодов человека показало, что вкусовые примордии появляются у человека в конце 6-й недели эмбрионального периода, ещё до начала его иннервации. Листовидные и желобоватые вкусовые сосочки языка формируются на 9-й неделе развития и обладают вкусовыми луковицами. Проллиферативная активность во вкусовых сосочках и эпителии языка сохраняется с 6-й по 15-ю неделю развития. После 18-й недели размножение сохраняется только в клетках вкусовых луковиц и прилежащем эпителии. Динамика проникновения волокон V, VII, IX и XII нервов начинается на 30—32-й день, а язычный нерв, состоящий из волокон V и VII нервов, формируется на 33—35-й день развития (Куртова, Савельев, 2013а; Куртова и др., 2013б). Однако только к 27-й неделе вкусовые сосочки языка достигают размеров, характерных для взрослого человека, и могут обладать рецепторной функцией (Dougov et al., 1981). В эмбриональной истории формирования вкусовой системы языка человека есть и следы давно минувших эволюционных событий. Так, в эпителии ротовой полости эмбрионов и плодов человека были обнаружены реснитчатые клетки, сходные с мерцательными клетками древнейших рыб. Эти клетки возникают на 7-й и исчезают на 21-й неделе развития как напоминание о нашем происхождении из водной среды (Куртова и др., 2013б).

В конце эмбрионального периода развития человека начинается формирование гигантского блуждающего нерва, который иннервирует большую часть внутренних органов и систем организма. Поскольку всю человеческую жизнь блуждающий нерв активно регулирует автономные процессы, его роль трудно переоценить. Занимательно, что на протяжении первых двух месяцев он выходит из мозга свободно, а не через яремное отверстие. Более того, он иннервирует органы-мишени раньше волокон симпатической нервной системы, но почти не входит в сердце до начала 9-й недели.

Таким образом, конец эмбрионального периода приходится на границу между 8-й и 9-й неделей развития. Однако существуют индивидуальные особенности матери и плода, которые могут замедлять или ускорять онтогенез на 10—15%. В первую очередь имеют значение здоровье материнского организма и его полноценное питание. Затем идут особенности предлежания плаценты и случайности развития зародыша, которые могут быть обусловлены как внешними, так и внутренними причинами.

## II. ПЛОДНЫЙ ПЕРИОД

Исследование плодного периода развития человека было начато ещё любознательными Гиппократом и Аристотелем. Первый считал, что двигательная активность Мальчиков начинается в 3 мес., а девочек — только после 4-го месяца развития. Второй тоже был склонен к половой дискриминации и простодушно считал внутриутробную активность мальчиков большей, чем у девочек. Всего пару тысячелетий спустя зловередные выдумки древних натуралистов были с позором опровергнуты. Девочки и мальчики в животе матери начинают бодаться, рукосуйствовать и сучить ножками в одно и то же время.

Случайные, но уже научные наблюдения за плодами возродились в 30-е годы XIX века, но до В. Прейера они особого внимания не привлекали (Preyer, 1885). Этот автор, систематически изучая абортированные, но ещё живые плоды, убедился в появлении спонтанных движений до 12-й недели развития. Ценность этих старых работ в том, что В. Прейер исследовал не только случаи нормального развития, но и многочисленные врождённые аномалии, которые в те времена называли уродствами. Анализ живых плодов-уродов показал, что они обладают такой же двигательной активностью, как и в норме. Эти наблюдения пролили свет на природу спонтанной двигательной активности. Многие уродцы не имели коры полушарий переднего мозга, что не мешало им активно двигать конечностями и телом, как и абсолютно нормальные плоды. Так была впервые показана независимость двигательной активности плодов от медленно развивающейся коры мозга.

Ещё больший вклад в понимание развития нервной Системы и двигательной активности плодов внёс М. Минковский, который уже упоминался мною ранее (Minkowski, 1926, 1938). Он первым показал, что в ранний период преобладают рефлекторные реакции, обусловленные созреванием нервно-мышечного аппарата эмбриона. Ответы на раздражение носят местный характер и обычно разобщены. Только с 3-го месяца развития реакции на раздражения приобретают общую генерализованную форму. Раздражение почти любой области конечности зародыша вызывает не только сгибание и разгибание стимулируемой половины тела, но и движения противоположной конечности, рук, головы и туловища. Такая генерализация двигательных ответов нужна для создания системы нервных связей, которая продолжается около 3 мес. плодного периода. После 6 мес. развития генерализация ответов на раздражения постепенно исчезает и формируется тенденция к локализации рефлекторных реакций. Ценность наблюдений М. Минковского состоит в том, что он работал с эмбрионами и плодами, которые извлекались из матерей и продолжали жить в подогретом физрастворе ещё около 30—60 мин. В это время он совершенно негуманными методами проверял их рефлекторные реакции на разные раздражения. Эти опыты остаются источником наиболее детальных и достоверных сведений о развитии нервной чувствительности.

Достаточно упомянуть динамику развития подошвенного рефлекса плодов, который у нас более известен как феномен Бабинского. Суть этих познавательных опытов над плодами довольно проста. Ещё живому плоду щетинкой раздражают подошву стопы и фиксируют реакции пальцев. Они могут быть направлены в сторону подошвы или в тыльном направлении. Оказалось, что у 2-месячных плодов первоначально происходит подошвенное сгибание пальцев, а через несколько минут — медленное тыльное. У 3-4-месячных плодов стимуляция вызывает тыльное сгибание пальцев, которое сочетается с подтягиванием ноги и веерообразным расширением пальцев. В возрасте 4—6 мес. проявляется тыльная реакция, затем веерное движение пальцев, переходящее в подошвенное сгибание. У 7-8-месячных плодов и новорождённых можно вызвать как тыльное, так и подошвенное сгибание пальцев с превалированием последнего. Вполне понятно, что этот рефлекс первоначально отражает сенсорную реакцию созревших нейронов одного сегмента спинного мозга. По мере развития плода и дифференцировки нейронов реакция распространяется на несколько сегментов спинного мозга, а к рождению включаются и созревшие центры продолговатого и заднего мозга.

Следует уточнить, что нормальный сгибательный рефлекс, свойственный взрослому человеку, развивается только после того, как ребёнок начинает ходить. Это показывает необходимость включения в развитие подошвенного рефлекса и пирамидных путей управления движением. Под этим названием понимают прямые связи моторных отделов коры с двигательными нейронами спинного мозга. Существует ещё и экстрапирамидный путь, который начинается в подкорковых центрах переднего мозга.

Этапность рефлекторной активности плодов отражает созревание спинного и головного мозга. М. Минковский очень прозорливо выделил основные фазы этих событий, которые характерны как для формирования простейших подошвенных рефлексов, развития сенсорных систем, так и для становления центров сознания человека.

Первая фаза эмбриональных нервно-мышечных реакций приходится на 2—3 мес. Это означает, что до 3 мес. развития происходят спонтанные миогенные сокращения, которые замещаются первичными реакциями на возникновение нервно-мышечных контактов. Такие события ещё называются дифференцировочными, поскольку связаны с формированием первичного аппарата нервно-мышечных связей. Вторая фаза носит название ранней спинальной и продолжается с 3-го по

4-й месяц развития. В это время простейшие реакции кожи и отдельных конечностей объединяются через связи спинного мозга и выглядят как согласованные движения. Третья фаза называется сегментно-спинальной и означает вовлечение в общую реакцию на раздражение продолговатого и заднего мозга. Она продолжается с 4-го по 6-й месяц развития и отражает появление центральных механизмов интеграции движений зародыша. Четвёртая фаза названа М. Минковским паллидо-рubro-церебелло-теgmentно-спинальной. По сути дела, это период от 7-го месяца развития до рождения, показывающий, что в двигательную активность вовлечено много мозговых структур, но не кортикальные образования.

Любопытно отметить, что М. Минковский выделил четыре фазы созревания нервно-мышечной системы управления движением уже после рождения. Пятая фаза начинается сразу после рождения и продолжается всего несколько недель. Он назвал её кортико-субкортико-спинальной, что означает начало включения корковых нейронов в двигательные акты ребёнка. Шестая фаза охватывает период до двух лет и означает превалирование в кортико-субкортико-спинальной системе подкорковых структур. Только седьмая и восьмая фазы являются периодами полноценного включения неокортекса в работу двигательного аппарата.

Следовательно, до рождения никакого осмысленного восприятия внешнего мира у ребёнка просто нет. Более того, до двухлетнего возраста говорить даже об участии кортикальных нейронов в формировании поведения можно лишь с большими оговорками, что будет рассмотрено в последующих главах книги. Все насущные проблемы новорождённого решаются за счёт заднего, продолговатого и среднего мозга с подключением на поздних этапах плодного развития базальных ядер переднего мозга.

В плодный период неторопливо развиваются как неокортекс, так и лимбическая система мозга человека, отвечающая за врождённые формы видоспецифичного поведения. С ней же связаны регуляция пищевого и полового поведения, а также получение инстинктивно-гормональных удовольствий. Лимбическая система дифференцируется намного раньше неокортекса, поскольку представляет собой наиболее древний комплекс центров, регулирующий инстинктивные формы поведения. Это довольно печальная история, так как плод большую часть онтогенеза не только ничего не понимает, но и не осознаёт самого себя. Он не может насладиться простыми радостями врождённых инстинктов, которые формируются намного позднее его спонтанной двигательной активности. Материального субстрата даже для этой древнейшей системы регуляции врождённых форм поведения долгое время просто не существует. Так, прекомиссуральная перегородка, входящая в состав лимбической системы, формирует основные ядра только между 15-й и 16-й неделей развития, а окончательное созревание структуры наступает в поздний плодный период (Brown, 1983). При этом дифференцировка большинства ядер перегородки требует сенсорной активации, которая достигается образованием связей между её нейронами, гиппокампом и терминальной полоской лишь после 12 нед онтогенеза.

Среди древнейших подкорковых центров следует отметить амигдаларный комплекс. Его функции часто связывают с агрессивным поведением, которое является результатом инстинктивно-гормональной активности лимбической системы человека. В этом сложном и многокомпонентном ядре особое значение имеет кортикобазальная группа центров, начинающая свою дифференцировку к 10-й неделе развития. Только к 18—24-й неделе лимбический комплекс достигает топографической дифференцировки, напоминающей мозг взрослого человека.

Следует особо подчеркнуть, что ни о каком интеллектуальном развитии и осознанных движениях речь долгое время не идёт. В спинном мозге всего-навсего формируются межсегментарные нейральные связи, которые совпадают по длине с позвонками, но сдвинуты из-за корешков спинномозговых нервов. Созревание состоит в образовании межнейронных связей и пробной генерации электрохимической активности моторных, вставочных и сенсорных нейронов. Открытая в уже упомянутых итальянских опытах и современных наблюдениях двигательная активность эмбрионов произвольна и отражает механизмы развития, а не общение с персонажами архаичных культов. Случайные движения являются следствием формирования избыточного числа сенсомоторных связей и усилены дружеским каннибализмом конкурирующих нейронов. Тривиальные явления установления межнейронных, моторных и сенсорных связей дают бесконечный повод для дорогостоящих консультаций. Умелый паразитизм на доверчивых дамах служит безопасным источником обогащения для нейролингвистов, психологов, шаманов и модных шарлатанов.

В основе бытового и околонуточного надувательства лежит множество способов толкования реакции эмбрионов и плодов на внешние раздражители. Обычно для таких фокусов используют звонкие колокольчики или одухотворяющую музыку. Звуки генерируют около живота матери, а затем фиксируют движение рук плода к голове. Громкий звук, конечно, достигает плода, поскольку колебания воздуха передаются через кожу, мускулатуру и матку в околоплодные жидкости. Однако оценить гармонию классических музыкальных произведений зародыш может примерно так же, как и полностью погружённый в ванну человек, предварительно напьяливший на голову два дырявых баскетбольных мяча. Вполне понятно, что для доказательства понимания музыки движения плодов



не подходят. Такие движения совершаются регулярно по физиологическим причинам, обусловленным созреванием как центральных, так и периферических нейрональных цепочек сенсорных и двигательных нейронов.

Вместе с тем самым существенным препятствием для восприятия звуковых сигналов плодами даже на поздних сроках развития следует считать незрелость слуховой системы. Сразу после рождения мы видим произвольные реакции на резкие колебания воздуха, которые больше действуют через соматические рецепторы. Только через несколько недель после рождения заканчивается образование основных связей слухового пути на уровне ствола мозга. Это событие отмечается появлением реакции слежения ребёнка за источником звука. Даже эта реакция обычно связана со слухом лишь частично. Таким образом, наш экспериментатор, лежащий в ванне с двумя мячами на голове, оказывается, к сожалению, ещё и глухим.

Не надо забывать и о проблеме, связанной с созреванием сигналов в самом внутреннем ухе. Барабанная перепонка и система механической передачи сигналов у плода соединены очень жестко, что может привести к повреждению аппарата восприятия звуковых сигналов (кортиева органа). Этого не происходит из-за эмбрионального водопровода улитки, осуществляющего сообщение субарахноидального и перилимфатического пространства. Такая связь обеспечивает постоянное давление в лабиринте плода, что затрудняет восприятие звуков. Иначе говоря, система передачи сигналов среднего уха, куда входят барабанная перепонка и колебатели, у плода соединена негибко, что вызывает большое противодействие в лабиринте. Кроме того, водопровод улитки у плодов почти до рождения открыт, соединяя субарахноидальное пространство с перилимфатическим. Водопровод улитки зарастает после рождения, но иногда сохраняется, вызывая отореею спинномозговой жидкости. По перечисленным причинам музыкальное и речевое воздействие на плод остаётся безуспешным.

Ситуация кажется ещё более безнадёжной при внимательном рассмотрении онтогенеза внутреннего уха человека. Образование первых плодных синапсов в слуховой улитке начинается на 10-й неделе развития, а первые контакты взрослого типа формируются только к 15-й неделе. Волосковые клетки, которые ответственны за восприятие звуковых сигналов, углового и линейного ускорения, впервые появляются только у 22-недельного эмбриона (Igarashi, 1981; Rebillard, Pujol, 1990). Более или менее дифференцированный вид рецепторных клеток приобретают только к концу 6-го месяца развития. До этого срока существует непреодолимое препятствие для восприятия любых колебаний даже околоплодной жидкости через внутреннее ухо.

Следовательно, существуют неразрешимые как механические, так и неврологические препятствия для получения сложных слуховых впечатлений до рождения. Эти данные о развитии мозга и слуховой системы плода делают прослушивание музыкальных шедевров беременными практически обязательным. Такое занятие бесполезно для плодов, но служит прекрасным способом безвредной изоляции беспокойных дамочек.

Основное влияние на плод оказывается через материнский организм. Дело в том, что немного отравленная и метаболически трансформированная беременная женщина произвольно реагирует на любые внешние воздействия. Чаще всего это происходит при помощи простого изменения скорости кровотока и мышечного тонуса. Существуют исследования, непосредственно показывающие, что выраженность движений плода в матке прямо зависит от состояния сосудов плаценты и материнских спиральных артерий (Sadovsky, Yaffe, 1973). В показательных опытах материнскую рецепцию внешних сигналов никогда не изолируют, что гарантирует убедительность нелепых экспериментов по изучению рецепторной чувствительности плода. С тем же успехом можно учить плодов считать, писать и выращивать зубы, что будет очень объективно и достоверно подтверждено через несколько лет после рождения. Поэтому милые, но абсолютно безграмотные фокусы доказывают всего-навсего странности образования, которые ярко проявляются в меркантильных увлечениях современных врачей, повитух-заклинательниц и психологов.

Эта безнадёжная для модных педагогов «внутриутробного воспитания» ситуация усугубляется поздним началом дифференцировки межклеточных контактов в коре. В специальных работах показано, что первые синапсы в зачатках коры больших полушарий появляются у плодов после 23 нед развития. Следовательно, ещё в начале второй половины беременности никаких признаков адекватной работы неокортекса предположить нельзя (Molliver et al., 1973). Представленные данные полностью совпадают со временем дифференцировки внутреннего коленчатого тела, которое является таламическим центром переключения волокон на пути в слуховую кору. Специальное исследование показало, что холинэстеразная активность, свидетельствующая о дифференцировке нейронов, максимальна у плодов в возрасте 22-26 нед (Krmptotic-Nemanic et al., 1983). После рождения ребёнка холинэстеразная активность нейронов в коленчатом теле снижается, поскольку нейроны начинают интенсивно функционировать.

Финансовая привлекательность оказания услуг по улучшению развития плодов и детей хороша тем, что они сами по себе постоянно растут. Вполне естественное усложнение двигательной активности очень легко выдавать за оплаченные результаты работы. Так можно лечить любые болезни несуществующими стволовыми клетками, духовной музыкой, шаманскими заклинаниями, живой

водой, секретными X-лучами или тороидальными магнитными полями. Залогом успеха будет сам факт развития плода человека или ребёнка. Из-за естественного роста детёныш простодушной мамки всегда будет немного улучшаться после особых заклинаний, фокусировки на его макушке лунного света или тайных культовых манипуляций. Биологический рост работает на идеологов всех форм мракобесия, если ребёнку каким-то чудом удастся просто выжить.

Врождённая способность плодов к усложнению нервной системы особенно ярко проявляется уже к концу 9-й недели развития. В это время внимательные итальянские исследователи смогли разглядеть появление изолированных движений пальцев ноги на ещё живых, но уже абортированных зародышах человека. Это означает, что растущие периферические нервы достигли дифференцированной мускулатуры пальцев. Кроме того, уже оказались сформированными нервно-мышечные контакты. Их успешные испытания и наблюдали исследователи в виде самопроизвольных сокращений мускулатуры и пробных движений пальцами.

Обращает на себя внимание то, что у зародыша человека в первую очередь включаются в дифференцировку не духовные центры общения, а всё те же системы управления движением. Это происходит одинаково быстро как у эмбрионов низших позвоночных, так и у человека. Собственно говоря, смысл последовательности эмбриональной дифференцировки нервной системы отражает эволюцию наших далёких предков и адаптивные цели развития всех приматов. Если рассматривать тенденцию индивидуального развития человека, то оно в самом общем виде напоминает онтогенез большинства позвоночных.

Действительно, на ранних стадиях развития у человека закладываются хорда, жабры, длинный хвост и другие признаки нашего единства с природой (см. нахзац). На основании таких эмбриологических наблюдений Э. Геккель сформулировал биогенетический закон, впервые изложенный в «Общей морфологии» 1866 года издания. Этот закон звучит примерно таким образом: «История развития организмов распадается на две родственные, тесно связанные друг с другом отрасли — на онтогению, или историю развития органических особей, и на филогению, или историю развития органических групп, возникших из одного общего корня. Онтогения представляет собой краткое и быстрое повторение филогении». Иначе говоря, в своём индивидуальном развитии мы проходим древние стадии эволюции. При этом кратковременно повторяется строение органов, которые были присущи нашим предкам, жившим в далёком прошлом и имевшим более простую организацию. В самом общем виде это утверждение верно, хотя многие идеи Э. Геккеля выглядят сейчас немного наивно.

Для нас важно то, что, кроме самой концепции биогенетического закона, Э. Геккель разработал целую систему объяснения хорошо заметных отклонений развития, не укладывающихся в «быстрое повторение филогении». Самым существенным уточнением концепции Э. Геккеля является разработка представлений о цено-генетических органах, гетерохронии и гетеротопии, которые крайне важны для понимания развития мозга и становления сознания человека.

Под ценогенетическими органами понимается появление в ходе развития специальных приспособлений, необходимых из-за особых условий существования эмбрионов. У человека самыми заметными такими приспособлениями стали плацента и зародышевые оболочки, а у головастика — жабры, которые заменяются лёгкими в процессе метаморфоза лягушек. У головастика существует ещё одно показательное приспособление к личиночной жизни. Движения их большого хвоста во время плавания управляются всего двумя моторными нейронами, которые существуют только до метаморфоза. Ценогенетические адаптации не менее многочисленны и у человека. Так, в слуховой системе плодов человека закладываются три ядра латеральной петли, позволяющие слышать звуки высоких, средних и низких частот. Новорождённые недолго слышат даже высокие частоты, недоступные взрослым людям.

Однако ещё до рождения «высокочастотное» ядро перестаёт расти, а спустя несколько месяцев постнатального развития его функции практически утрачиваются. Ещё занимательнее развитие коры полушарий большого мозга. Так, при созревании корковых нейронов у человека на поверхности отростков появляются шипики, которые до сих пор не обнаружены у взрослых людей. Существуют и более глобальные ценогенетические перестройки мозга.

Примером могут служить возникновение, исчезновение и повторное формирование борозд и извилин полушарий большого мозга. На скрытой межполушарной поверхности переднего мозга в это время имеется шесть глубоких борозд. Они медленно возникали на протяжении 8—10 нед развития как складки всей стенки мозга (Савельев, 2005а). Первичные борозды сохраняются на поверхности мозга около 8 нед. Эти складки стенок полушарий переднего мозга носят временный или провизорный характер. К середине 4-го месяца развития эти борозды начинают разглаживаться и за неделю полностью исчезают. Мозг плода становится гладким вплоть до начала 6-го месяца пренатального развития, а затем вновь покрывается бороздами. Вторично возникающие борозды сохраняются навсегда и уникальны для каждого человека, как отпечатки пальцев. Во время появления вторичных борозд начинается наиболее интенсивное формирование слоев коры, которые дифференцируются в разное время.

Единственным ясно видимым прогибом корковой пластинки на всём протяжении онтогенеза является сильвиева борозда. Она сохраняется в виде неявной волны во время всего плодного периода эмбрионального развития и присутствует как борозда во взрослом мозге (см. форзац). Надо отметить, что сильвиева борозда

формируется в районе полушария, связанном с подкорковыми структурами. По этой причине её наличие говорит не о созревании коры полушарий, а об анатомических последствиях дифференцировки подкорковых структур.

Продолжая разбирать полезную терминологию Э. Геккеля, надо отметить, что под гетеротопией он понимал изменение расположения органа вследствие неравномерного роста органов и тканей в зародышевом или плодном состоянии. Примером может служить формирование щитовидной железы, кальцитониноцитов и паращитовидных желёз, которые образуют у человека единый комплекс, а у амфибий и рептилий — отдельно лежащие органы. Объединение эндокринного комплекса человека происходит в результате слияния глоточно-жаберных закладок. Реальной причиной этого события становится формирование резкого шейного изгиба зародыша вскоре после нейруляции.

Не менее значимым явлением следует считать гетерохронию, которая обозначает изменение времени закладки органов. Этот принцип довольно прост, поскольку заключается в подготовке к рождению. Чем важнее орган или система органов для выживания новорождённого, тем раньше он закладывается и начинает функционировать. Таким примером гетерохронного созревания может служить созревание нейронов в развивающемся мозге. Общим принципом является более быстрая дифференцировка нейронов в наиболее эволюционно-древних областях, и наоборот. Так, нейроны неокортекса обычно дифференцируются намного позднее, чем клетки двигательных ядер архаичных структур ствола мозга. По скорости созревания нейроны древних и эволюционно-молодых структур различаются в десятки раз, а формирование отдельных центров может затягиваться до полового созревания.

Эти процессы гетерохронного созревания происходят одновременно как на морфологическом, так и на физиологическом уровне. Морфологические изменения внутри нервных клеток проявляются в увеличении синтетического аппарата клетки, которое исторически названо по имени первооткрывателя — веществом Ниссля. Его появление говорит о начале функциональной активности клеток, обусловленной установлением работающих связей как между самими нейронами, так и между их органами-мишенями.

Собственно говоря, в онтогенезе человека мы имеем дело с двумя типами созревания нервной системы, которые были обнаружены ещё на заре изучения эмбриологии человека. Речь идёт о филогенетической дифференциации нейронов и структур головного мозга. Под филогенетической понимаем такую последовательность созревания и включения в работу нейронов, которая отражает эволюцию основных этапов становления мозга конкретного вида. Отчасти мы можем наблюдать следы этих эволюционных событий, которые в первую очередь отражаются на механизмах созревания нервной системы. Вполне понятно, что в поведении эмбриона человека мы не можем увидеть фривольное шевеление хвостом, как у рыбообразных предков. Сам факт существования хвоста, нескольких закладок жаберных дуг и гомологичное образование связей спинного мозга доказывают наше происхождение от неприличных хвостатых предков из древнего океана.

Под онтогенетической дифференцировкой подразумевают особенности индивидуального развития, которые происходят позднее, но больше сказываются на личности человека. Речь идёт о событиях, начинающихся позже закладки видоспецифичных морфологических признаков строения органов. Когда общий план строения конкретного органа уже сформирован, появляются незначительные индивидуальные отклонения. Примером может служить способность к активной речевой артикуляции, которая у людей очень сильно различается. Имеется в виду не отсутствие следов мышления, заменяемое скрипом мозгов, выражающимся в мычании, меканье, сленге, универсальной матершине или словах-паразитах, а индивидуальные особенности речевого аппарата.

Нервный аппарат гортани человека возникает из мигрирующих предшественников нервных клеток к концу эмбрионального периода. Его формирование начинается примерно на 9-й неделе развития. Сначала гортань представляет собой несколько крупных нервных ганглиев, которые образуют видоспецифичный окологлоточный комплекс. Через несколько недель из крупных нервных ганглиев выселяются ещё недифференцированные клетки, образующие многочисленные вторичные ганглии, которые уже наименее консервативны. Это довольно изменчивые образования, которые несут в себе множество расовых, этнических и индивидуальных особенностей. Это не значит, что хороший певец может родиться только в Италии или Франции, как считалось до середины XIX века, но глубокая индивидуализация всей конструкции гортани неизбежна. Полная закладка ганглионарного компонента завершается лишь к 12—13-й неделе, а его нервные связи формируются вплоть до рождения, что ещё больше модифицирует особенности строения речевого аппарата человека.

Параллельно с дифференцировкой нервного аппарата гортани у плодов в возрасте 9—10 нед появляются первые ротовые рефлексы. Это не означает, что плод, шлёпая губами, пытается сообщить сакральные знания или планирует вцепиться в мать изнутри. Такие зверства известны только для некоторых видов живородящих акул. Жирные протоки их яйцеводов частенько обгрызают быстро растущие, но бессовестные акулята. У эмбрионов человека всё выглядит более чинно и благородно. Под ротовым рефлексом понимается рыба артикуляция зародыша после невинных покалываний иглой различных участков лица abortированного эмбриона добродушными итальянскими учёными.

Естественным путём сосательный рефлекс возникает у находящегося внутри матери плода только с 14-й недели (Colette, Nirhy-Lanto, 1985). Безуспешные попытки плодов обнаружить молочные железы в материнском животе дополняются появлением движений мочевого пузыря и частыми мочеиспусканиями в околоплодные жидкости. Надо отметить, что сосательный рефлекс появляется одновременно со специализированными ламеллярными пачиниевыми рецепторами, локализованными в коже верхней губы плода. Это означает, что губошлёпство плода на 14-й неделе внутриутробного развития свидетельствует не о попытке поговорить, а об установлении нейрональных контактов с околоротовыми механорецепторами и челюстной мускулатурой.

Наиболее интересные опыты были проведены уже упомянутыми исследователями на переживающих послеабортных плодах. Под ротовыми рефлексам понималось раздражение губ, которое вызывало реакцию ног, а затем, в более позднем развитии, и рук. Потом похожие реакции можно было вызвать при стимуляции иглой кожи лица. Было показано, что при прикосновении к губам, языку или глазу происходит асинхронное поднятие ног. Эта простейшая рефлекторная реакция означает, что в дерме лица уже появились механорецепторы, которые связаны нервным аппаратом с моторными центрами управления конечностями. Непроизвольная моторика при раздражении кожи лица построена по тому же принципу, что и самые ранние двигательные реакции. Они базируются на рецепторном сигнале, который передаётся через небольшую цепь вставочных нейронов к моторным центрам, запускающим сокращение скелетных мышц. В этих реакциях участия коры нет, что делает их полными неврологическими аналогами движения мальков в икринках рыб.

Двигательную активность эмбрионов и плодов человека стали активно изучать с появлением методов неинвазивной диагностики. Довольно быстро выяснилось: движение плодов нарастает в плодный период, что совсем неудивительно (Haller et al., 1981). Интересным фактом можно считать преобладание быстрых движений у нормально развивавшихся плодов. При патологии развития доминировали медленные движения или моторная активность полностью исчезала.

Следовательно, активность плодов не связана с какой-либо сенсорной чувствительностью, а отражает динамику формирования двигательных связей. Более внимательное изучение ранних стадий развития позволило достоверно установить спонтанные движения только после 8-й недели (Reinold, 1981). Этот пылливый автор умудрился разработать даже тест для двигательной провокации плода. Он стимулировал движения плода пальпацией через брюшную стенку матери, что ему прекрасно удавалось. Более того, он установил, что плод может как активно, так и пассивно двигаться в ответ на пульсацию пупочных сосудов и сокращение матки. По этой причине любая стимуляция матери всегда вызывает закономерную, но немного отсроченную моторную активность плода.

Расширенные исследования прижизненных движений плода показали, что спорадические, связанные с первичной дифференцировкой нервов, движения плодов начинаются с 7—8-й акушерской, или 9—10-й биологической, недели развития. Ложные дыхательные движения и заглатывание околоплодной жидкости отмечены к 25-й неделе. До 32-й недели развития активность плодов непрерывно нарастает, а затем снижается. Любые внешние воздействия на переднюю стенку живота матери усиливают активность плода (Sorokin, Dierker, 1982).

Специальные исследования электрической активности нейронов спинного мозга человека были проведены на переживающих срезах, взятых от abortированных плодов возрастом от 10 до 18 нед. В условиях имитации температуры тела была оценена активность сенсорных и моторных нейронов спинного мозга. Оказалось, что двигательные нейроны обладают электрической активностью уже на 10-й неделе, а сенсорные активизируются только к 16-й. При этом двигательные нейроны за описанный период развития изменили не только чувствительность, но и физиологическую активность (Tadros et al., 2015).

Детальный и методичный анализ ранних движений позволил уточнить особенности и причины изменений двигательной активности плода. Первая моторная активность эмбриона оказалась связана с началом устойчивого сердцебиения, которое фиксируется с 7,5 нед развития. Это событие вызывает механическую сенсорную стимуляцию скелетной мускулатуры плода. Через неделю начинается общая двигательная активность, а на 10-й неделе отмечаются отдельные сокращения конечностей, головы и туловища; 12-я неделя характеризуется появлением вращения головы и её сгибанием в вентральном направлении; 13-я неделя развития дополняется спонтанным сгибанием колен и бёдер; 14-я — координированными движениями рук и ног, а 15-я — дыхательными

движениями (Bedoya, 1983). Таким образом, первичная двигательная активность стимулируется развитием кровообращения. Только спустя 8 нед наступает период реализации функционально-сформированных нервно-мышечных контактов.

Необходимо отметить, что существует ещё один механизм передачи произвольных реакций матери ребёнку. Дело в том, что при исследовании пупочных канатиков эмбрионов и плодов были обнаружены свободные нервные окончания. Нервные волокна после 5-го месяца в вартеновом студне формируют вполне развитые пучки и сенсорную терминальную сеточку (Fujiyama et al., 1971). Эти данные говорят о том, что плод может ощущать как изменения давления околоплодной жидкости, так и динамику кровотока в пупочном канатике. Такая чувствительность объясняет многие произвольные движения плода в ответ на любые раздражения матери. Нельзя исключить, что многие реакции плода продиктованы этим провизорным рецепторным аппаратом.

Параллельно с двигательными рефлексам развивается соматическая чувствительность кожи и её производных. В обогащении нервной системы сенсорными сигналами огромную роль играют волосы. Это обезьянье наследство иногда скрашивает, а иногда портит жизнь современным людям. Закладки волосяных луковиц человека появляются равномерно по всему телу между 2-м и 5-м месяцем внутриутробного развития. У взрослого мужчины на голове около 1 млн волос, а на теле — 4 млн. Волосы на протяжении всей жизни постоянно заменяются, поскольку продолжительность их ростового цикла — не более 2-6 лет (Price, Griffiths, 1985).

Во время внутриутробного развития дифференцировка волосяных зачатков сопровождается очень интенсивным увеличением поверхности тела плода. К 11-й неделе развития площадь поверхности плода составляет около 30 см, а к рождению она достигает 2200 см (Meban, 1983). У крупных плодов площадь тела может быть почти в два раза больше (4175 см). Занимательно, что рост площади поверхности тела плода никак не связан с размером мозга. И большой, и маленький плод могут иметь мозг одинакового размера. Площадь поверхности тела в развитии хорошо коррелирует только с массой тела. При интенсивном увеличении размеров тела первым местом дифференцировки волосяных луковиц становятся брови, расположенные непосредственно над зонами окостенения надбровных дуг. Первичные эмбриональные волосы у плодов появляются на 20-22-й неделе, а к концу 32-33-й недели исчезают, но не у всех. При этом за короткое время закладываются вторая и третья генерации волос, что опережает их дифференцировку на других участках кожи.

После бровей волосы у плодов обоих полов появляются над верхней губой и на подбородке, что подтверждает существование усатых и бородатых красавиц в нашем недалёком биологическом прошлом. От бровей волосы начинают распространяться на лоб, что соответствует окостенению зон лобных костей. К 11-й неделе волосы появляются в коже большей части головы, а к 13-й неделе дифференцируются уже и на груди. У достигшего 3-месячного возраста плода волосы можно обнаружить почти повсеместно, включая области паховых и анальных складок. На тыльной поверхности кистей и стоп волосы появляются между 5-м и 7-м месяцем развития, а в зонах более ранних дифференцировок — многократно. Это приводит к появлению компактных групп волосков. У человека это двух- и трёхволосные группы, хотя встречаются и более многоволосные компартменты.

Появление волос является довольно существенным моментом в формировании головного мозга. Для нервной системы чрезвычайно важно получать максимально разнообразные афферентные (входящие) сигналы от образующихся органов. В этом отношении тысячи новеньких волосяных сумок — прекрасные соматические мишени для дифференцировки чувствительных волокон. Рецепторы кожи формируются особенно интенсивно при дифференцировке волосяных луковиц. Созревание рецепторов кожи развивающегося плода играет колоссальную роль, как в формировании первичного паттерна нервных связей, так и в становлении функций больших полушарий.

Ценность этого события обусловлена тем, что соматическая чувствительность, основанная на механо-, хемо- и терморецепции кожи, очень широко представлена в коре головного мозга. По этой причине формирование периферического рецепторного аппарата волос необходимо для созревания соответствующих полей коры больших полушарий. Информация от кожных рецепторов и нервного аппарата волосяных луковиц создаёт условия для дифференцировки нейронов, которая должна происходить в условиях постоянного притока разнообразных сенсорных сигналов. Именно эта внутриутробная настройка соматической рецепции позволяет новорождённому хоть как-то реагировать на руки родителей, закутывание и другие механические взаимодействия с внешним миром.

Иначе говоря, для нормального развития нервной системы в плодный период нужна постоянная сенсорная информация от иннервируемых органов и систем. При этом срабатывает простейшая последовательность событий. Нейробласт начинает формировать отростки и образует связи с органами-мишенями и/или соседними нейронами. Энергозатратный процесс роста вызывает быстрое увеличение синтетического аппарата клетки, который выглядит как дифференцировка вещества Ниссля, или тигроида. Эти органеллы клетки являются признаками работающего нейрона и выявляются при помощи простейшей окраски крезиловым фиолетовым. На физиологическом

уровне тигроид свидетельствует об электрической активности, которая внешне проявляется в спонтанных движениях конечностей.

Весьма занимательно, что для безволосой кожи существует несколько иная закономерность дифференцировки нервного аппарата. Нервная сеть из афферентных (чувствительных) волокон формируется в дермальном слое до начала образования папиллярных гребешков безволосой кожи пальцев человека (Moore, Mungler, 1989). Это крайне интересные сведения для специалистов по антропологической дерматоглифике. Можно провести дополнительное исследование связи морфогенеза нервного аппарата и пространственной организации пальцевых гребешков. Не исключено, что при наличии корреляции будут найдены структурные основания для осмысленной интерпретации отпечатков пальцев. Следовательно, формально непротиворечиво предположение о том, что рельеф кожи отражает развитие в онтогенезе афферентных нервных волокон, появляющихся до формирования сосочковых гребешков.

В 70—80-е годы XX века, пока псевдогуманизм ещё не достиг беспредельного идиотизма, было выполнено несколько блестящих работ по изучению мионевральных синапсов. Речь идёт о становлении нервно-мышечных контактов у человеческих эмбрионов, которые и заставляют сокращаться мускулатуру конечностей. Так, изучение нервно-мышечных контактов на передней берцовой и межрёберных мышцах плодов в возрасте от 7,2 до 40 нед показало, что первые синапсы появляются лишь на 60-й день в межрёберных мышцах, а на 70-й день — в передней берцовой мышце (Juntunen, Teravainen, 1972). Более того, до 26-й недели функциональность таких синапсов крайне ограничена, а дифференцировка мионевральных синапсов продолжается и после рождения. Это означает, что в современных псевдонаучных фильмах плоды начинают дирижировать оркестрами только под влиянием воспалённого воображения безграмотных авторов.

Среди рецепторного аппарата плода активнее всего происходит созревание в обонятельной и вкусовой системах. Хеморецепторы основного органа обоняния, зомероназального органа (полового обоняния) и вкусовые рецепторы языка могут воспринимать вещества, растворённые в околоплодной жидкости. Необходимо учитывать, что носовые пробки плода не являются непреодолимым препятствием для растворов, находящихся под околоплодными оболочками. Жидкости, омывающие плод, могут попадать в носовую полость через рот и открытые хоанальные отверстия (Pitkin, Reynolds, 1975). Способность плода заглатывать околоплодные растворы появляется довольно рано, но и до этих событий рот почти постоянно открыт. Попадающие в ротовую полость соединения могут служить как для создания сенсорной стимуляции созревающих рецепторных центров, так и для стратегического изменения путей дифференцировки нейронов эмбрионального головного мозга.

Особую роль в рецепции среды вокруг эмбриона играет вомероназальная система, которая представляет собой специализированный орган полового обоняния. Его долгое время считали рудиментарным, но первые тщательные обследования показали, что у большинства людей он находится в рабочем состоянии (Moran et al., 1991; Stensaas et al., 1991). Его отсутствие обычно обусловлено различными видами травм носовой перегородки. Орган содержит возобновляемые рецепторные клетки, способные воспринимать половые феромоны и детерминировать половые приоритеты. Специальный анализ вомероназального органа 1000 человек показал ещё более интересные результаты. Оказалось, что этот слепой мешок с рецепторным эпителием может закрывать свой вход и не определяться при исследовании. Однако через некоторое время его наружное отверстие вновь способно открыться (Garsia-Velasco, Mondragon, 1991). Эти сведения говорят о динамической способности принудительно депонировать некоторые типы химических информационных соединений.

У человека этот орган закладывается из участка эпителия, расположенного в основании передней части носовой перегородки, между 5-й и 7-й неделями эмбрионального развития (Гулимова, Савельев, 1995). Вомеро-назальный орган сохраняется на протяжении эмбрионального и плодного периодов у большинства плодов. В непосредственной близости от органа были найдены ганглиеподобные структуры и ветви специализированного вомероназального нерва. Между 18-й и 22-й неделями развития в этом органе обнаружены рецепторные и жгутиковые клетки. На поверхности микровилл рецепторных клеток выявлена специфичность связывания с прогестероном, но не с тестостероном и окситоцином. По-видимому, существует ещё неизвестная группа рецептируемых сигнальных молекул. Очевидно, в плодный период вомероназальная система обладает способностью анализировать околоплодную жидкость.

Для серьёзного рассмотрения такого предположения есть как эмбриологические, так и эволюционные основания. Дело в том, что этот орган впервые возник у амфибий в связи с их выходом на сушу. У хрящевых, костных и костистых рыб этот орган отсутствует. Вомероназальный орган у современных амфибий выполняет функции рецептора водного обоняния. Через сложную систему клапанов вода может как закачиваться, так и выдавливаться из его полости с рецепторными клетками. Вполне понятно, что такая рецепторная система может работать и в плодный период развития человека. Никаких структурных препятствий для этого нет, поскольку существуют дифференцированные клетки вомероназального эпителия, нерв и дополнительная

обонятельная луковица. Существует и доступ околоплодной жидкости, которая может блокироваться носовыми пробками, но беспрепятственно проникать через ротовую полость и хоаны (Харламова и др., 2014).

Занимательно, что вомероназальный орган имеет индивидуальную изменчивость и выраженный половой диморфизм. У мальчиков его форма преимущественно колбовидная, а у девочек он выглядит как узкий канал или закруглённый карман. Вполне вероятно, что работающий в плодный период вомероназальный орган может служить причиной для сенсорной детерминации половых предпочтений взрослого человека. В зависимости от рецептируемых в околоплодной среде соединений может меняться направление дифференцировки клеток вомероназальной системы мозга. В конечном счёте эта адаптивная перестройка нейронов лимбической системы скажется на выборе между гетеросексуальными или гомосексуальными отношениями.

Морфофункциональное созревание мозга сопровождается дифференцировкой половой системы, которая влияет на нейрогенез. Очевидная гормональная регуляция поведения начнётся только через 12—13 лет после рождения, но эмбриональное созревание половой системы не проходит бесследно для мозга. Если рассматривать созревание мальчиков, то дифференцировка семенников начинается с 7-й недели внутриутробного развития, когда выделяется гонадная бластема, содержащая как первичные половые клетки, так и интерстициальные клетки Лейдига. Количество последних резко увеличивается на 3—4-й месяц развития, когда клетки Лейдига проявляют максимальную секреторную активность. В результате за 5-й месяц заканчивается маскулинизация полового тракта, тестикулярные тяжи трансформируются в семенные каналы, а первичные половые клетки превращаются в сперматогонии (Laurent et al., 1972). Именно в это время происходит активная иннервация мужской половой системы. Иначе говоря, секреторная активность клеток Лейдига опосредованно сказывается на дифференцировке нервной системы по мужскому типу, что отразится на поведении через полтора десятка лет.

Гормональный контроль развития половой системы различен у мальчиков и девочек, что предопределяет среду нейрональной дифференцировки. Эмбрионы человека обоих полов в течение почти 2 мес. внутриутробной жизни развиваются сходным образом. Хромосомный пол, детерминированный при зачатии, никак не проявляется, а малодифференцированные гонады обоих полов идентичны. Они состоят из первичных половых клеток, мезенхимы полового валика и слоя эпителия. Семенники начинают дифференцироваться несколько раньше яичников, хотя основные фенотипические события происходят у плодов, имеющих темя-копчиковый размер 30-90 мм (Wilson et al., 1981).

Примерно в это же время начинаются формирование ганглиев и освоение нервами драгоценных половых систем и мочевыводящих путей мальчиков и девочек. Уже на 3-м месяце развития появляются электрохимические метаболиты в отростках нейронов и начинают функционировать органы выделения. Лишь через 5 мес. внутриутробных тренировок новорождённым младенцам удаётся порадовать родительниц успешной дефекацией.

Крайне любопытно, что развитие семенников предшествует фенотипическому формированию наружных половых органов по мужскому типу, а в женском организме ситуация противоположная. Дифференцировка яичников начинается при далеко зашедшем анатомическом развитии женских половых органов. Более того, если гонады вообще отсутствуют, то формируется женский фенотип, не требующий присутствия гормонов в эмбриогенезе. С мужской половой дифференцировкой всё иначе. В развитии действуют гормон, вызывающий регрессию мюллеровых протоков, и тестостерон. Последний создаёт гормональную среду дифференцировки центральной нервной системы по мужскому типу, а в семенниках контролирует формирование канальцев. Производное тестостерона — дигидротестостерон — контролирует развитие наружных половых органов по мужскому типу. При этом крайне важно отметить, что выработка тестостерона не зависит от гипофизарных факторов.

Это говорит о том, что женский мозг отчасти развивается в условиях гормональной депривации, а мужской — под воздействием тестостерона и его производных. Если уровень тестостерона был снижен, то возникает опасность развития мозга по женскому типу при хромосомной детерминации по мужскому. Вполне понятно, что может произойти и обратная ситуация. Такие случаи отклонений эмбрионального развития могут уже в период половозрелости трансформироваться в гомосексуальность, склонность к педофилии или другие сомнительные наклонности.

Индивидуальные особенности дифференцировки половой системы в эмбриональном и плодном развитии человека могут быть причиной последующих отклонений в сексуальной ориентации взрослого человека. Иначе говоря, дифференцировка нервной системы под влиянием формирующихся половых органов может приобретать самые необычные особенности. Примером служит асимметричное созревание гонад у плодов человека. Так, у человека было обнаружено опережающее развитие правой гонады, которое проявляется и у мальчиков, и у девочек. У девочек эти различия всегда больше, чем у мальчиков. Занимательно, что до 25-й недели развития семенники растут у мальчиков намного быстрее, чем яичники у девочек, а половое созревание наступает в обратном порядке (Mittwoch, Kirk, 1975). Отчасти скорость развития семенников

связана с ограниченностью времени морфогенеза. Дело в том, что между 24-й и 28-й неделями они должны пройти через паховый канал и занять своё взрослое положение. В 75% случаев это именно так и происходит за счёт увеличения размеров проводника семенника (Heuyns, 1987). При нарушении морфогенеза ситуация исправляется хирургическим вмешательством.

Следует отметить, что плоды женского пола не отстают в дифференцировке своей половой системы от мужских. Маточные трубы начинают активно дифференцироваться у плодов с 12-й недели развития, когда впервые появляется их внутренний щелевидный просвет. Первые складки слизистой оболочки формируются на 15-й неделе, а типичные ворсинки маточной трубы — уже к 31-й неделе.

Не менее интересна связь между различиями в скорости дифференцировки гонад и формированием гермафродитных особей. Оказалось, что у потенциальных гермафродитов правая гонада превращается в семенник, а левая — в яичник. Видимо, эти метаморфозы влияют и на формирование мозга, который может преподнести своему владельцу массу неожиданностей уже после полового созревания.

Надо отметить, что существенно влияют на дифференцировку головного мозга соматические рецепторы половых органов. Так, большую роль играют инкапсулированные генитальные тельца, найденные как в мужских, так и в женских наружных половых органах. Эти механорецепторы преобладают по организации тельца Мейсснера кожи. Кроме них, в крайней плоти мальчиков богато представлены свободные нервные окончания, тельца Руффини и Фатера-Пачини (Halata, 1984). Это означает, что сенсорные входы от половых органов чрезвычайно важны для созревания коры головного мозга и половых центров лимбической системы. По той же причине религиозные традиции удаления этого рецепторного аппарата могут вызывать нарушение созревания. Вполне естественно, что сенсорные недостатки будут компенсированы поисками других средств полового возбуждения.

Достаточно интересны процессы созревания мозговых центров, содержащих нейросекреторные клетки как полового, так и других пулов. Гормональная активность нейросекреторных клеток промежуточного мозга впервые выявляется на 11-й неделе развития.

Примерно в это же время плод начинает воспринимать свет. Прямого доступа света через брюшную стенку матери к глазам плода нет, а речь о восприятии духовных образов или священных текстов не идёт. Повествование ведётся о злобных экспериментаторах, которые изучали abortированные плоды. Для оценки реакции на изменение яркости стимулирующего пучка свет направляли прямо в сетчатку глаза. Именно таким способом удалось доказать, что в 10—11 нед плод реагирует на прожектор, поднесённый к глазу. Эти суровые эксперименты над abortированными плодами особым гуманизмом не отличались, но позволили установить примерное начало функциональной дифференцировки палочек и колбочек. Надо подчеркнуть, что восприятие света в этот период онтогенеза построено не на привычной взрослым людям корковой обработке информации. Плоды этого возраста дифференцированной зрительной коры в затылочной области не имеют (см. нахзац). Видимая экспериментаторами реакция базируется на совершенно других механизмах.

В основе рефлекторной реакции рук и ног при световой стимуляции abortированного плода лежит древнейший путь прохождения зрительных сигналов. Он базируется на поступлении сигналов от ганглиозных клеток сетчатки в передние бугорки четверохолмия, а не в зрительную кору. Привычная взрослым людям работа зрительных центров неокортекса просто невозможна, поскольку ещё не сформировались даже основные связи латерального колленчатого тела и сетчатки (O'Rahilly, 1975). В это время готов только архаичный (зрительно-тектальный) путь, возникший ещё на заре появления позвоночных. Он характерен для рыб, амфибий, птиц и рептилий. У млекопитающих его функции взяли на себя более совершенные центры неокортикального анализа в затылочных долях полушарий головного мозга.

Два разных пути обработки зрительных сигналов существуют у всех млекопитающих параллельно, но предназначены они для разных целей. Наиболее древние внекорковые зрительные центры используются для произвольных рефлекторных реакций на резкие раздражители. Такими стимулами могут быть резкий неожиданный звук, летящий в лоб воробей, снежок или мячик. Реагируя на перечисленные ужасы, мы рефлекторно втягиваем голову в плечи, резко отклоняемся, приседаем, закрываем глаза и только затем осознаём источник опасности. Осмысление работы привычных корковых центров знакомо читателю из личного опыта и не требует пояснений.

Следовательно, мы обладаем эволюционно-древней и относительно новой системами обработки зрительных сигналов. Вполне понятно, что по закону Э. Геккеля архаичные зрительные центры и их связи созревают в развитии намного раньше, чем эволюционные новообразования коры больших полушарий. Это действительно так, поскольку зрительная кора человека в момент появления реакции на свет только начинает формироваться.

По древнему зрительному пути сигналы от ганглиозных клеток сетчатки глаза приходят в верхнюю часть среднего мозга, которая носит название передних бугорков четверохолмия. Эта область



является единственным зрительным центром для рыб, амфибий, рептилий и птиц (Савельев, 2001). У человека передние бугорки четверохолмия утратили аналитические зрительные функции, но отлично выполняют задачи рефлекторного центра непроизвольных реакций. По этой причине раннее созревание среднемозговых центров является обычной рекапитуляцией архаичных этапов биологической эволюции позвоночных. Рефлекторные реакции конечностей плодов на световые стимулы показывают опережающее формирование моторных связей среднего мозга. Эти связи столь же древние, как и зрительные центры среднего мозга, которые никакого отношения к осознанным движениям плодов не имеют.

С этими данными согласуются сведения об уровне созревания сетчатки к моменту рождения. Незрелая часть сетчатки составляет у новорождённых около 5%. Интересно, что основной участок зрелой сетчатки расположен в центральной части глаза — макулярной области. Эта зона начинает дифференцироваться асинхронно ещё с 14-й недели развития, когда митозы прекращаются в центральной области сетчатки. На этих сроках дифференциация захватывает даже не 5, а 2% сетчатки. Следует подчеркнуть, что плотность клеток в сетчатке в процессе развития довольно быстро меняется. Наибольшая плотность ганглиозных клеток сетчатки приходится на период между 18-й и 30-й неделями развития. Затем число ганглиозных клеток снижается почти на 40%. Занимателен тот факт, что число клеток сетчатки уменьшается из-за их естественной гибели (Provis et al., 1985).

Масштабы гибели клеток в сетчатке развивающегося плода человека настолько велики, что превосходят самые смелые фантазии. Так, в возрасте 10—12 нед в зрительном нерве плода было обнаружено 1,9 млн аксонов ганглиозных клеток сетчатки. К 16—17-й неделе их число увеличивается до 3,7 млн, а к 29-й — снижается до 1,1 млн (Provis et al., 1985). Последняя величина соответствует числу аксонов у взрослого человека. Следовательно, гибель ганглиозных клеток сетчатки и дегенерация их отростков в два раза превосходят число оставшихся зрительных связей. Это свидетельствует о том, что вращение зрительных аксонов происходит по конкурентному типу, а неудачники становятся закуской для соседней и материалом для построения их тел.

Простодушные рассуждения об осмысленном восприятии света и внешних стимулов в течение года после рождения крайне сомнительны. Если и возникают какие-либо рефлекторные реакции, то они построены на зрительно-текстальных, а не на зрительно-корковых связях. Иначе говоря, у младенца понимания таких стимулов намного меньше, чем у придорожной ящерицы. Умильные для родителей рефлекторные реакции обычно связаны не с корой полушарий, а с архаичными центрами ствола мозга. Для таких выводов есть все практические основания.

В начале 90-х годов прошлого века в США было проведено очень точное и поучительное для фантазёров исследование созревания зрительной коры человека (Burkhalter et al., 1993). Начиная с 24-недельного возраста аутопсийным плодам вводили специальный маркёр, выявляющий вертикальные и горизонтальные связи между нейронами в слоях коры. Оказалось, что вертикальные связи формируются пренатально на 26—28-й неделе развития. Короткие горизонтальные связи впервые выявили лишь на 37-й неделе развития, а длинные — через 4 мес. после рождения. Более того, последние начинают достигать зрелой формы только через полтора года после рождения. Эти данные означают, что даже рефлекторные корковые реакции плода являются автоматическими, а не осмысленными.

Формирование зрительной системы сопровождается началом движения глаз. Первые медленные движения глаз удалось обнаружить у 16-недельных плодов. Это дифференцировочные движения, отражающие установление контактов глазодвигательных нервов с шестью мышцами глазного яблока. Быстрые движения глаз выявлены на 23-й неделе развития, а их интенсивность приходится на 24—36-ю неделю (Birnholtz, 1981).

Примерно с 11-й недели начинается распространение рефлекторных реакций сокращения мускулатуры.

В движения вовлекаются голова и туловище. В ответ на раздражение происходит подтягивание рук и ног, а также появляются кивание головой и сокращение межрёберной мускулатуры. Это говорит о том, что большая часть основной скелетной мускулатуры уже вовлечена в рефлекторные реакции при соматической стимуляции плода. Физиологические наблюдения подтверждаются в морфологических исследованиях. С 10-й недели в спинном мозге можно выявить первые мотонейроны, созревающие только к 18-й неделе (Rath et al., 1982).

К первым рефлекторным движениям лица во время 4-го месяца развития следует отнести и спонтанные движения рта, которые отражают созревание древнейших двигательных связей. Дело в том, что рот плода поначалу открывается и закрывается только совместно с движениями рук. Это означает появление первых генерализованных движений, которые управляются из общего сенсомоторного центра ствола мозга. При этом дифференцированные отростки нейронов спинного мозга, иннервирующие руки, ассоциированы с нейронами ядер тройничного черепно-мозгового нерва. Центры этого нерва быстро созревают и становятся автономными. Уже через несколько дней стимуляция нижней губы плода иглой вызывает рефлекторное поднимание подбородка. Налицо

гетерохронное созревание крайне важного эволюционного механизма согласованного движения ротового аппарата и конечностей, который лежит в основе пищевого поведения человека и животных. Только после этих событий начинается дифференцировка нервного аппарата кишечника. Первые волокна вокруг желёз желудочно-кишечного тракта появляются у плодов к 6-му месяцу развития.

К концу 3-го месяца развития плода можно заметить интересные реакции конечностей, которые свидетельствуют о начале новой фазы в созревании связей мозга. В этот период руки и ноги двигаются согласованно в ответ на сотрясения от резких движений матери или на прикосновения к коже. Это говорит о двух достижениях онтогенеза мозга человека.

С одной стороны, сформировался и начал обрабатывать рефлекторные реакции вестибулярный аппарат. Он включает в себя полукружные каналы как рецепторы углового ускорения и механизм гравитационной рецепции. Детальные исследования созревания волосковых рецепторных клеток показали, что к 12-й неделе развития они формируют на своей поверхности как афферентные, так и эфферентные синаптические контакты (Pujol, Lavigne-Rebillard, 1986). Созревание первичных связей этих систем подтверждается ответными реакциями плода на любые движения матери.

С другой стороны, сформировались связи, идущие от вестибулярных центров ствола мозга к двигательным нейронам продолговатого и спинного мозга. Именно такая интеграция чувствительного вестибулярного аппарата и двигательных областей мозга позволяет плоду и новорождённому реагировать на изменение положения тела в пространстве.

Согласованность и синхронность реакций конечностей на раздражения говорят о начале созревания связей между симметричными структурами мозга. В первую очередь формируются комиссуры, расположенные в наиболее древних отделах переднего, среднего, заднего и продолговатого мозга. Следует отметить, что с начала раннефетального периода образуется мозолистое тело. Эта самая крупная комиссура связывает правое и левое полушария переднего мозга и является надёжным маркёром раннефетального периода. Сразу после появления первых волокон мозолистое тело интенсивно увеличивается в каудальном направлении. Уже к концу 4-го месяца мозолистое тело сформируется на / относительно размеров мозга плода.

Параллельно возникает генерализованная грудная реакция на прикосновение. Все перечисленные активности плода построены на связях и центрах ствола мозга, а большие полушария пока интенсивно увеличиваются в размерах. Только к концу 12-й недели любознательным итальянским исследователям удалось обнаружить первые признаки созревания коры. Покалывая иглой кору абортированного эмбриона, они выявили поднятие плеча плода. Это знаковое событие, так как оно свидетельствует о начале созревания связей между отдельными нейронами моторной закладки коры полушарий и архаичными структурами ствола. В этот период кора ещё не сформирована и своих интегративных функций не выполняет.

Для формирования сложных и координированных двигательных реакций необходимо созревание корковых и подкорковых структур мозжечка. Ключевым сенсомоторным фильтром для связей мозжечка являются специализированные ядра, расположенные в его основании. По этой причине их созревание является хорошим критерием для оценки первичной дифференцировки мозжечка. Зубчатое, пробковидное, шарообразное ядра и ядра шатра впервые хорошо различаются у 16-недельных плодов человека (Yamaguchi et al., 1989). Однако тельца Ниссля в цитоплазме появляются только после 23 нед, что знаменует начало функционирования нейронов. При этом у 21-23-недельных плодов происходит активная дегенерация нейробластов. В этот процесс вовлекаются клетки, не сформировавшие функциональные связи, что характерно для всех древних сенсомоторных центров. После 35-й недели развития гибель нейронов прекращается, а дальнейший рост ядер происходит в результате увеличения размеров клеток, отростков и образования связей с другими центрами мозга.

Следует отметить ещё одну интересную закономерность в особенностях роста мозга плода человека. Дело в том, что до 12 нед мозг большинства плодов человека увеличивается в размерах более или менее одинаково. Однако с 12-й по 16-ю неделю вариабельность развития становится очень индивидуальной, а после этого периода вновь стандартизируется. Новый этап изменчивости развития мозга начинается на 32-й неделе развития и завершается рождением.

### III. ПОДГОТОВКА К РОЖДЕНИЮ

Последняя треть внутриутробного развития нервной системы посвящена подготовке к выживанию плода вне матери. Новорождённому обязательно понадобится минимальный набор рефлексов, которые должны обеспечить дыхание, заглатывание пищи, дефекацию и другие физиологические функции. Именно их первичным созреванием занята центральная и периферическая нервная система растущего плода. Функциональное созревание происходит медленно и трудно, что вызывает различные формы плодной активности. Это спонтанные движения рук, ног и головы, пробные попытки поглотить околоплодную жидкость, первые эксперименты с самостоятельной дефекацией, отработка движений губ, глаз и многое другое.

Общее нарастание двигательной активности плодов перед рождением сопровождается развитием сенсо-моторной чувствительности. Интересно попытаться понять возможности плодов воспринимать сенсомоторные сигналы и оценить их способности к рефлекторному двигательному обучению. Это вполне вероятная возможность, поскольку к 4-му месяцу развития созрели миелинизированные нервные окончания в коже, сенсо-моторные нейроны спинного мозга, ганглии и нервно-мышечные синапсы в скелетной мускулатуре. На морфологическом уровне препятствий для формирования условных рефлексов вроде бы нет. Однако такие эксперименты над человеческими плодами, находящимися в утробе матери, довольно сложны, а их результаты неоднозначны.

Тем не менее, оригинальные эксперименты по сенсо-моторному обучению плодов удалось провести хитроумным австралийским акушерам-затейникам. В 80-е годы XX века они воспользовались тогдашним моднейшим изобретением — электрической зубной щёткой. Её с большим успехом использовали как виброконтрастный раздражитель живота беременных женщин. Оказалось, что реакция плода на такой раздражитель появляется с 22-й по 30-ю неделю развития, а рефлекторное привыкание требует от 10 до 50 циклов стимуляции (Leader et al., 1982). Занятно, что девочки начинали реагировать на зубную щётку на две недели раньше мальчиков, а прекращали — одновременно с ними. Следовательно, необычное механическое раздражение вызывает реакцию плода, а его регулярное повторение — обучает не реагировать. Эти данные говорят о том, что функциональное созревание спинного мозга требует сенсорных сигналов, которые появляются в результате обычной активности матери.

На 5-й месяц развития появляются и усложняются движения конечностей. Если ранее руки и ноги могли только подтягиваться к туловищу, то в это время появляются спонтанные и разнонаправленные движения конечностей. У абортированных, но ещё живых плодов сгибания, наклон головы и движения туловища могут быть вызваны простым покалыванием кожи руки иглой. Это говорит о генерализации связей ствола мозга, которые будут абсолютно необходимы сразу после рождения. К таким значимым связям мозга следует отнести формирование нервного аппарата сложного анального рефлекса, согласующегося с резкими движениями ног. Сочетанные движения противоположных сторон тела плода появляются после формирования основных морфофункциональных связей мозолистого тела, срединяющего полушария мозга. В этом возрасте заканчивается развитие главных компонентов пространственной конструкции мозолистого тела и начинается линейный рост, который обеспечивает дифференцировку новых межполушарных волокон.

Занимательно то, что вместе с созреванием нервного обеспечения пищевых моторных рефлексов формируется рецепторная система подошвы ног. Это согласуется как с соматической моделью происхождения коры больших полушарий, так и с полуводной гипотезой возникновения бипедальности человека (Савельев, 20056, 2010). Иначе говоря, у плодов на 5-й месяц развития появляется устойчивый подошвенный рефлекс. Кроме этого, при помощи творческой стимуляции острыми иглами у плодов можно легко вызывать тыльное сгибание пальцев. Подобное воздействие стимулирует подтягивание ноги, которое совмещается с веерообразным расширением пальцев. Начинают чётко проявляться рефлексы проприоцепторов шейных мышц. Они сочетаются с первыми признаками морфофункциональной дифференцировки вестибулярного аппарата. Классические рефлексы можно вызвать стимуляцией лабиринта при изменении положения тела плода. Эти внешние двигательные проявления плодов на различные стимулы означают, что эффекторные сегментарные системы ствола головного и спинного мозга вполне созрели для осуществления автономных реакций.

Важно отметить, что к концу описываемого периода снижаются темпы развития четырёх основных вестибулярных ядер: верхнего — Бехтерева, нисходящего — спинального, медиального — Швальбе и латерального — Дейтерса (Вербицкая, 1973). У 5-месячных плодов вестибулярные ядра по положению и конфигурации уже схожи с организацией этого комплекса у взрослого человека. Замедление темпов роста вестибулярных ядер ствола мозга означает, что вслед за морфологической дифференцировкой начинаются функциональная настройка связей и совершенствование чувствительности рецепторной системы. В конечном счёте быстрое созревание этого комплекса позволит после рождения проводить довольно точный самоанализ положения тела в пространстве. Спонтанные движения плода по этой причине являются обязательным

компонентом становления как вестибулярных, так и сенсомоторных функций.

В рамках широко распространённой мифологии развития человека считается, что плод не просто двигает ножками, но и нарабатывает моторные навыки в такт музыке. Этим обосновывается необходимость музыкального воспитания глухого плода. Однако столь сомнительная плодная педагогика сопряжена с некоторыми трудностями. Дело в том, что сложные моторные алгоритмы движений контролируются мозжечком, а он созревает очень медленно. Завершается созревание коры мозжечка через несколько лет после рождения. Во время плодного периода активно формируется зубчатое ядро мозжечка, которое заметно опережает созревание клеток Пуркинье (Mihajlovic, Zecsevic, 1986). Это ядро возникает в белом веществе полушарий мозжечка на 16-й неделе развития в виде толстой полосы мигрирующих нейронов. Дифференцировка нейронов интенсивно происходит между 3-м и 5-м месяцем развития плода. Полноценная структурная дифференцировка зубчатого ядра наступает к 35-й неделе. За счёт этого центра накапливать опыт сложных движений невозможно. Он приспособлен только для самой общей интеграции двигательной активности и создания первичных сенсорных стимулов для более позднего созревания коры мозжечка.

Таким образом, к концу 5-го месяца начинается активное созревание многих важнейших центров нервной системы. Очевидным признаком созревания мозга считается появление вокруг аксонов развитых миелиновых оболочек. Они формируются шванновскими клетками вокруг нервов в периферической нервной системе и олигодендроглией в головном и спинном мозге. Появление миелинизированных волокон говорит о возможности функционального созревания конкретного отдела нервной системы. Как правило, миелинизация отростков нейронов является надёжным признаком становления функций. Этот процесс идёт неравномерно, что отражает гетерохронии в созревании мозга. Одними из первых появляются признаки миелинизации отростков нервных клеток, входящих в состав восходящих и нисходящих пучков волокон спинного мозга. Миелинизация нисходящих пучков волокон свидетельствует о первичном созревании двигательной системы управления движениями.

В конце 5-го месяца отмечают появление спонтанного дыхательного рефлекса, автономное открывание рта и независимые движения пальцев рук. Наблюдаемые движения плода свидетельствуют о включении в дифференцировочный процесс новых центров мозга и отделов периферической нервной системы. Идёт тривиальное созревание функций, необходимых для физиологического выживания новорождённого. В это время для восприятия звуков или совершенствования социально-романтических начал никакой необходимости нет.

К 6-му месяцу всё интеллектуальное развитие плода сводится к тому, что руки и ноги начинают сгибаться согласованно, а голова может наклоняться в разные стороны. Подошвенный рефлекс проявляется полностью, за исключением большого пальца. В ответ на стимуляцию раздражаемая нога сгибается, а другая — разгибается. Иначе говоря, самые разнообразные внешние воздействия вызывают комплексные рефлекторные реакции, которые постепенно генерализуются. Внешнему наблюдателю кажется, что согласованные движения всего тела осмысленны и являются результатом наличия сознания. На самом деле это далеко не так. Сенсо-моторное управление телом на 6-м месяце развития становится всё более детальным, а синхронизированное шлёпанье губами и дёрганье руками создают иллюзию бойкой беседы базарной торговки. В реальности происходит синаптическое объединение моторных центров ретикулярной формации, которые управляют как лицевой мускулатурой, так и поясом верхних конечностей. У некоторых людей эта ретикулярная интеграция заходит так далеко, что они продолжают отчаянно жестикулировать во время разговоров всю свою сознательную жизнь.

Эти явления только отражают созревание дальних интеграционных связей между нейронами, которые дотянулись до основных центров управления согласованными движениями. Как только связи между интеграционными и сенсомоторными центрами окончательно устанавливаются, синхронные движения заметно изменяются. К 7-му месяцу генерализация рефлекторного ответа на раздражения постепенно начинает снижаться. Это означает, что ответы на локальные раздражения ограничиваются местной рефлекторной зоной инстинктивного ответа.

Следует отметить, что с начала 90-х годов XX века детальная информация о подвижности плода перестала быть редкостью и уделом изысканных исследований.

Начало использования двух синхронизированных датчиков при ультразвуковой диагностике течения беременности дало обширнейший и весьма интересный материал для понимания развития. Такой подход позволяет регистрировать движения не только головы, но и глаз, губ, диафрагмы туловища и детали активности конечностей (Roodenburg et al., 1991). Было показано, что бурная двигательная активность плода на 20-й неделе уменьшалась к 36-й неделе развития почти в два раза. При этом движения, напоминающие икоту или отрыжку, встречались в половине всех наблюдений и совершенно не зависели от срока беременности.

Довольно быстро было установлено, что и медленные вращения глаз, и быстрая нистагмоидная активность с 20-й по 36-ю неделю учащались в 4 раза. В тот же период сосательные движения и

заглатывание околоплодной жидкости сначала, с 20-й по 28-ю неделю, увеличивались вдвое, а затем снижались до исходной частоты. Аналогичным изменениям подвергалась двигательная активность, связанная с поворотом головы. Эти познавательные наблюдения отражают созревание нейронных связей двигательной-сенсорной системы организма, которые нуждаются в опережающей репетиции довольно сложных движений.

Таким образом, хорошо известно несколько тривиальных закономерностей созревания сенсомоторных центров, которые принято выдавать за осмысленную активность плода. История морфологической дифференцировки начинается с формирования нервных связей. Они возникают как между нейронами центральной нервной системы, так и между периферическими органами-мишенями. Это могут быть рецепторные и эффекторные связи, которые управляют конкретным органом. Так, впервые иннервированная мышца начинает произвольно сокращаться, что регистрируется как движения плода. Затем наступает период установления центральных связей. Спинной мозг созревает сегментарно и генерализует общую реакцию. Опять начинаются спорадические движения плода, которые постепенно снижаются. На следующем этапе происходит морфо-функциональное объединение спинного и головного мозга, которое завершается началом дифференцировки мозжечка. Надо отметить, что кора мозжечка начинает формироваться очень рано, в конце эмбрионального развития. Однако завершение периода активного формирования дендритного дерева клеток Пуркиньи завершается только у 10-летних детей.

На все эти явления накладываются разнесённая во времени миелинизация отростков нейронов, а также становление соматической чувствительности и вестибулярного аппарата. В конечном счете, каждое из перечисленных событий вызывает моторную активность плода, которая никакой связи с осмысленными движениями не имеет.

Как отмечалось ранее, на 6—7-м месяце закладываются борозды, характерные для вида в целом. И у человека, и у высших млекопитающих существуют общие закономерности гирификации поверхности больших полушарий. Первыми формируются глубокие извилины первого (I) порядка. Они специфичны для каждого вида млекопитающих и воспроизводятся у анатомически нормальной особи с вероятностью 90—95%. Спустя несколько недель закладываются и становятся заметны вторичные борозды и извилины второго (II) порядка, которые характеризуют расы и национальные группы. Позднее, включая постнатальный онтогенез, возникают добавочные борозды третьего (III) порядка, характерные для отдельных индивидуумов и родственных семейных объединений (Савельев, 2005а). Три типа мозговых борозд и извилин формируются на поверхности полушарий и не затрагивают прижелудочковый слой нейро-эпителиальных клеток.

В конце 5-го и на протяжении 6-го месяца развития закладываются основные слои неокортекса переднего мозга. Первичное расслоение закладки неокортекса начинается от инсулярной области и распространяется на весь головной мозг (см. нахзац). Первоначально возникает не 6-слойная закладка, а всего лишь два, позже — три слоя. Число слоев начинает увеличиваться во время плодного периода, пока не достигнет шести. Однако надо уточнить, что ещё до начала формирования 6-слойного неокортекса в полушариях переднего мозга уже существуют области гетерогенной организации зачатка коры. Это означает, что в разных участках неокортекса первичная закладка начинает разделяться на слои не одновременно. Возникающая гетерогенность предшествует дальнейшей дифференцировке и прогнозирует автономность морфогенеза больших областей мозга. Чем позже в развитии мозга формируются поля и под-поля коры, тем больше они связаны с последними этапами социальной эволюции, плодами искусственного отбора и индивидуальными особенностями человека.

К концу 7-го месяца развития некоторые участки коры полушарий переднего мозга начинают приобретать строение, сходное с мозгом взрослого человека. Это разделение неокортекса на 6 слоев только запускает дифференцировку коры. Первичная стратификация означает, что началось морфологическое, а не функциональное созревание неокортекса. До появления полноценных корковых функций должно пройти ещё очень много времени.

Необходимо пояснить, что в развитии плода человеческий этап формирования коры начинается довольно поздно. Это происходит тогда, когда начинает преобладать неокортекс, постепенно занимающий большую часть поверхности полушарий. До этого времени поверхность мозга преимущественно принадлежит старой и древней коре. Эти части поверхности полушарий имеют очень древнее происхождение и функционально связаны с лимбической системой, контролирующей инстинктивно-гормональные формы регуляции поведения. По мере развития доля неокортекса непрерывно возрастает, а архаичных участков коры — падает до 4—5%, что зависит от индивидуальных особенностей.

Функциональная активность мозга в среднефетальный период видна в автономном открывании и закрывании рта, выпрямлении груди с откидыванием головы назад и независимых движениях конечностей. Иначе говоря, происходит постепенная локализация рефлекторных реакций, которая началась несколькими неделями ранее. Это говорит о том, что в нервной системе созревают нейроны, обслуживающие работу небольших сенсомоторных комплексов, выполняющих частные задачи. Например, в ответ на раздражения плода можно видеть полную реакцию стопы и

подошвенный рефлекс, проявляющийся и в тыльном, и в подошвенном сгибании. Примерно в это же время у плодов активно формируется нервный аппарат мочевого пузыря, матки и прямой кишки. Однако дифференцировка нейронов завершается лишь на 8-й месяц развития.

Другим примером активности плода являются моторные реакции на очень яркую вспышку света над животом матери. Сверхмощные световые вспышки, по-видимому, могут достигать плода через растянутые стенки материнского организма. Похожим образом отчасти проницаемы для яркого света мягкие ткани нашей руки, если наблюдатель находится в тёмном помещении. Но если даже световая стимуляция и происходит, то ответ ребёнка вызван не реакцией незрелой коры, а архаичным рефлексом четверохолмия среднего мозга. Любое резкое воздействие на формирующуюся нервную систему может вызывать так называемый старт-рефлекс. Он построен на произвольной реакции избегания опасности при резких звуковых, световых или механических воздействиях. Не исключено, что плод реагирует не на мощный световой импульс, а на произвольную сосудистую реакцию матери, описанную выше.

Значительных масштабов миелинизация отростков нейронов достигает в течение 8-го месяца развития. Она продолжает преобладать в наиболее древних отделах головного мозга, но постепенно распространяется и на новую кору. Опережающая миелинизация происходит в ретикулярной формации заднего и продолговатого мозга, а также вокруг отростков нейронов ядер черепно-мозговых нервов. Миелинизацию олигодендроглией можно обнаружить в таламусе и среди нисходящих волокон коры. Активное формирование оболочек черепно-мозговых нервов говорит о созревании рефлекторных механизмов жизнеобеспечения после рождения. С дифференцировкой стволочной части мозга связана подготовка к самостоятельному питанию, которая бодро ведётся ещё внутри матери. Плод, конечно, снабжается всеми необходимыми метаболитами через плаценту, но к концу плодного периода он начинает отрабатывать навыки автономного питания. Речь идёт о попытках плода заглатывать околоплодную жидкость. Эти догадки о прагматических целях внутриутробного губошлёпства человеческих плодов были проверены на животных.

В изящном эксперименте на беременных макаках-резусах удалось получить интереснейшие результаты. В амниотическую жидкость плодов макак перед рождением вводили белок, меченный радиоизотопом <sup>35</sup>S-метионина с периодом полураспада 14,5 ч. Белок захватывался плодом из амниотической жидкости, утилизировался, а его аминокислоты обнаруживали в мозге, почках, лёгких и мускулатуре. Считается, что, заглатывая амниотическую жидкость, плод может обеспечить себя азотистыми соединениями на 10—15% (Pitkin, Reynolds, 1975). Даже если это не совсем так, то для нервной системы очень важен сам физиологический факт отработки механизмов контроля самостоятельного питания ещё в утробе матери, а не после рождения. Именно афферентные сигналы от всего цикла заглатывания и переваривания амниотической жидкости являются основой для дифференцировки функциональных связей нейронов, управляющих пищеварением. Не стоит забывать, что включение в работу кишечного тракта приводит к закономерной активации огромной автономной системы контроля пищеварения. У взрослого человека масса кишечного нервного комплекса почти равна массе головного мозга. Следует напомнить, что к этому возрасту плод уже давно балуется активной дефекацией, методично отравляя организм матери продуктами пищеварения.

Примерно в этот период развития формируются основные внутримозговые связи обонятельной системы. Периферическая часть обонятельного рецептора уже обладает дифференцированными клетками, которые могут анализировать вещества, растворённые в околоплодной жидкости. Этот вполне естественный механизм возник ещё у первичноводных животных до выхода наших предков на сушу. Взрослые люди тоже воспринимают обонятельные сигналы только из раствора. Поверхность обонятельного эпителия постоянно омывается секретлируемой жидкостью, стекающей по слёзно-носовому протоку в нос. В быту этот секрет называют соплями. По загадочным причинам, у жителей Северной Америки он пользуется большой кулинарной популярностью. Выковырнув подсохшие сопля из носа, они обычно с аппетитом их поедают.

Однако даже американские плоды этого не делают, а пользуются возможностью формирования обонятельной системы в условиях сенсорного обогащения среды. Околоплодная жидкость содержит множество соединений, которые могут выступать в качестве обонятельных стимулов. Этими стимулами пользуется как основное рецепторное поле, так и вомероназальная система полового обоняния, представленная самостоятельным органом. Она предназначена для восприятия половых запахов, а её дифференцировка рассмотрена в предыдущей главе. У взрослого человека она непосредственно действует на подсознание, предопределяя выбор полового партнёра и запуская нейрогормональную систему сексуального возбуждения.

С рецепцией двумя органами обоняния околоплодной жидкости связана одна из теорий девиации полового поведения, о которой было сказано выше. Она построена на предположении об искажении будущего сознания под влиянием того, что нарушаются условия созревания инстинктивно-гормональных центров, управляющих половым поведением. Склонность к гомосексуализму детерминируется условиями формирования органов полового обоняния в плодный период. Обоняние является основным источником сенсорной информации, которая необходима для

развития лимбической системы, предопределяющей инстинктивно-гормональные формы поведения. По этой причине условия её созревания становятся основой индивидуальной настройки половых предпочтений.

В околоплодную жидкость по различным причинам могут проникать небольшие количества половых гормонов матери или сходные соединения, рецептируемые вомероназальной системой. Если в околоплодной среде растущего мальчика преобладают женские половые гормоны, то лимбический комплекс формируется традиционным образом, а орган полового обоняния будет настроен на восприятие женских феромонов. Это нормальное физиологическое состояние для мозга молодых самцов. После рождения и полового созревания вомероназальная система узнаёт знакомый набор запахов, что запускает механизм инстинктивно-гормональной регуляции поведения. Мальчики начинают возбуждаться и пытаются немедленно перенести свой геном в следующее поколение.

В нормальных условиях в женском организме всегда присутствует небольшое количество мужских половых гормонов, а в мужском — женских. Если по каким-либо причинам в околоплодной жидкости мальчика оказалось слишком много мужских половых гормонов, то ситуация меняется. Лимбическая система формируется в условиях необычной обонятельной стимуляции, которая настраивает эмоционально-гормональные комплексы врождённых форм полового поведения на поиск особей своего пола. После полового созревания такие мальчики будут безуспешно пытаться оплодотворить непригодных для этого особей или стать объектами для оплодотворения. Вполне понятно, что поведение таких людей будет совершенно искренним и основанным на уже неизменяемой конструкции лимбической системы.

Вероятность появления большого количества мужских гормонов в околоплодной жидкости довольно низка и составляет около 5%. Эта величина примерно соответствует частоте сексуальных девиаций и встречаемости бисексуалов. Случаи значимого увеличения концентрации мужских половых гормонов в женском организме при беременности уникальны и составляют доли процента. По этой причине яркие нимфоманки и оголтелые сатиры непредсказуемой ориентации столь же редки, как и маниакальные любители однополый любви.

С развитием девочек ситуация немного иная. В обычном случае сенсорная плодная стимуляция девочек женскими половыми гормонами снижает их сексуальную озабоченность после полового созревания по сравнению с мальчиками. Возникает как бы двойственность традиционного полового поведения. С одной стороны, **вся** суть женского поведения нацелена на репродуктивный успех и подчинена биологической задаче переноса генома в следующее поколение. С другой — отсутствие плодной сенсорной стимуляции мужскими половыми гормонами делает эмоционально-гормональный выбор полового партнёра очень нестабильным. Это проявляется в хронической непоследовательности половых предпочтений и постоянной неуверенности сексуально-романтических решений. К сожалению, биологические процессы элементарного созревания плода накладывают на сознание множество непреодолимых трафаретов, которые ограничивают нашу индивидуальность.

Примерно по тем же принципам могут возникать отклонения в формировании лимбической системы, которые приводят к неисправимой педофилии. Собственно говоря, эмбриональные белки выделяются плодом в окружающие его жидкости постоянно. С одной стороны, это результат гибели живых клеток в нормальном развитии. С другой стороны, в последней трети развития к ним присоединяются продукты дефекации плода. Вполне естественно, что часть этих соединений может успешно распознаваться рецепторными клетками как основного, так и вомероназального комплекса обонятельной системы.

Возможна ситуация, когда из-за особенностей индивидуального развития плод формируется в среде с преобладанием плодных продуктов обмена, но без мужских или женских половых гормонов. В этом случае дифференцировка и функциональная настройка лимбической системы произойдут в среде рецепции набора собственных плодных сигналов. Такое событие является большой редкостью, но создаёт вполне реальные структурные предпочтения в выборе полового партнёра. К несчастью, такая саморецепция обонятельной системы в плодный период впоследствии вызовет нездоровый половой интерес к детям и подросткам. Совершенно ясно, что вылечить или изменить сексуальные предпочтения таких особей невозможно, поскольку они структурно закреплены в конструкции лимбической системы. Эти выводы подтверждаются во всех странах, где статистические данные свидетельствуют о 98% рецидивов у осуждённых за педофилию граждан.

Закрепление выбора сексуальной ориентации сопровождается активной миелинизацией отростков нейронов в структурах лимбической системы: гиппокамповой извилине, крючке гиппокампа, своде мозга, периформ-ной коре и обонятельных бугорках. Опережающее созревание системы эмоционально-гормонального контроля поведения столь же необходимо, как генерация звуков и зрительные сигналы. Общение новорождённых с матерью и остальным внешним миром сводится к набору простейших рефлекторных реакций. Они должны обеспечивать пищу, узнавание источников её поступления и дефекацию, что достигается с большими сложностями. Говорить о каком-либо осознанном восприятии, при наличии минимального обеспечения физиологических функций, ещё

не приходится.

Хорошим критерием созревания мозга является значительное увеличение массовой доли жира. Любители изысканной кулинарии хорошо знают, что мозг домашних животных содержит его очень много. Это накладывает на поваров большую ответственность при приготовлении блюд из мозга. При попытке полакомиться мозгами полезно поинтересоваться опытом шеф-повара ресторации, поскольку избыток жира может испортить впечатление от блюда. Жирность мозга определяет огромное количество оболочек отростков нейронов, которые окружены глиальными клетками, содержащими миелин. Он необходим для образования специальных плотных оболочек вокруг нейронов и их отростков, которые поддерживают электролитный баланс, необходимый для электрохимических сигналов.

Однако в эмбриогенезе мозг не настолько жирен, поскольку липидные компоненты появляются в развитии довольно поздно. Человеческий мозг во время эмбрионального и плодного развития очень медленно миелинизируется, что говорит о низкой изоляции нервных волокон и ограничениях прохождения информационных сигналов. Специальные исследования показали, что у плодов человека до 39-й недели развития глубоко миелинизированные волокна (характерные для взрослых) практически отсутствуют. До начала их появления липиды накапливаются только в телах глиальных клеток. При этом и первичное накопление липидов, и миелинизация происходят в головном мозге плодов весьма неравномерно.

Похожие события подготовки к рождению происходят не только в головном, но и в спинном мозге. Все, кто видел новорождённых, хорошо знают, что они быстро начинают хватать всё ручками, но бестолково сучат ножками. Это связано с темпами миелинизации спинного мозга. Дело в том, что накопление как насыщенных, так и ненасыщенных жирных кислот идёт в спинном мозге неравномерно. Изучение методами газожидкостной хроматографии плодов III триместра беременности и новорождённых до 16-й недели жизни показало крайне интересные результаты. В последнем триместре беременности наблюдается быстрое накопление жирных кислот в шейном отделе спинного мозга. Доля насыщенных жирных кислот увеличивалась на 45%, а ненасыщенных — на 18%. В то же время поясничные отделы спинного мозга миелинизировались в четыре раза медленнее. После рождения миелинизация в поясничных отделах резко ускорялась (Clandinin et al., 1981). Вполне понятно, что динамика миелинизации отражает созревание мотонейронов спинного мозга, работу которых мы видим в поведении ребёнка.

На 8-м месяце развития активно миелинизируются отростки нейронов, расположенных в моторных и сенсорных полях. Ранее других отделов миелинизация затрагивает отдельные нейроны моторной и сенсо-моторной (как у взрослых) коры. Параллельно происходит массовое образование оболочек вокруг отростков нейронов в зрительных полях коры. Эти поля сосредоточены в затылочной области и занимают значительную поверхность между полушариями мозга. Процесс начинается с первичного зрительного поля, формирующего шпорную борозду, а затем распространяется на прилежащие — вторичные поля. Гетеро-хронная дифференцировка зрительных корковых центров плода вполне объяснима. Эта сенсорная система будет остро нужна вскоре после рождения, когда зрительные впечатления станут играть такую же коммуникативную роль, как обоняние, механорецепция и слух. Иначе говоря, совершенно необходимые для обеспечения выживания новорождённого рецепторные системы мозга формируются в первую очередь. При этом целью дифференцировки является выполнение минимальных физиологических функций.

В подкорковых структурах мозга миелинизация первоначально выявляется в ядрах и волокнах зрительной системы, мозолистом теле и предцентральной извилине (Larroche, Amakawa, 1973). Это вполне понятно, поскольку у новорождённого быстро начинают созревать зрительная система и координированные моторные центры. Именно поэтому ребёнок рано начинает хватать руками всё подряд, а любой новорождённый примат надёжно фиксируется на шерстистой шкуре матери.

Надо отметить, что существует корреляция между созреванием мозгового представительства конечностей и скоростью их анатомического роста. При этом по скорости развития руки опережают ноги, а кисть и предплечье обгоняют плечо. Иначе говоря, руки и механизмы их управления созревают быстрее, чем другие двигательные системы плода. Это полностью соответствует динамике иннервации передних конечностей у всех приматов и австралийских сумчатых.

Необходимо оговориться, что в периферической нервной системе события развиваются несколько иным образом и намного раньше, чем в центральной. Примерно к 15-й неделе развития нервы, идущие к внутренним органам, начинают окружаться леммоцитами (предшественниками шванновских оболочек нервов), которые образуют один-два оборота вокруг аксонов.

Через 2 нед начинает появляться миелин, а уже к 23-й неделе процесс миелинизации практически завершается. Такая опережающая миелинизация периферических нервов говорит об их функциональном значении в жизни новорождённого. Действительно, периферические нервы, задействованные в основных отправлениях организма, должны эффективно выполнять свои функции с момента рождения. По этой же причине созревание сенсомоторных центров неокортекса начинается вместе с дифференцировкой миелиновых оболочек отростков нейронов в зрительной



коре.

Созревание моторных отделов коры идёт одновременно как в сенсомоторной задней, так и в двигательной передней центральной извилине. Почти синхронно с сенсомоторными центрами появляется соматическая кожная чувствительность, которая играет огромную роль в жизни новорождённого. Дело в том, что остальные сенсорные системы даже после рождения включаются в работу постепенно, а находить материнские молочные железы поначалу приходится за счёт механо-рецепторов и обоняния. Самой существенной особенностью миелинизации сенсомоторных отделов является опережающая дифференцировка двигательных центров. Почти одновременно и очень быстро начинается формирование оболочек двигательных нейронов во всех полях, контролирующих работу скелетной мускулатуры. Такое системное созревание центров произвольных движений является залогом рефлекторного взаимодействия с матерью и пищей.

Незадолго до рождения миелинизация активно распространяется на области мозга, прилежащие к очагам первичной дифференцировки. Вперёд и назад от двух центральных извилин расползаются зоны миелинизации волокон, свидетельствующие о дифференцировке корковых нейронов. Появление изолированных олиго-дендроглией отростков отмечается в верхней лобной извилине и теменной доле. В зону миелинизации входят практически вся верхняя теменная и верхний участок нижней теменной доли. Ещё один очаг миелинизации формируется в височной доле. Он расположен в непосредственной близости от силвиевой складки и связан с созреванием первичного слухового центра в средней височной извилине. Эти события говорят о начале дифференцировки нейронов в центрах координации и оценки окружающей среды. Однако до реального созревания самых простых функций этих областей должно пройти несколько месяцев.

Чрезвычайно любопытно, что даже шевеление плода ручками и ножками крайне индивидуально. Магические специалисты по плодной психологии любят объяснять эти различия недостаточностью родительской любви, которая должна проявляться в виде финансовых вложений во внутриутробное образование и воспитание. По их корыстному мнению, без дуг Маха и фуг Баха плод будет, по загадочным причинам, сильно недоразвит. Эта странная, но очень популярная идея легко открывает кошельки простодушных обывателей, хотя плод ещё долгое время остаётся глух и слеп. Следует отметить, что в слуховой системе плода многие события дифференцировки структур механической передачи звуковых сигналов завершаются только к рождению. Так, маленькая мышца слухового аппарата закладывается на 13—20-й неделе, но окончательно прикрепляется к задней ветви стремечка только перед рождением (Olszewski, 1987). Это говорит о том, что важнейший компенсатор избыточного звукового давления формируется только перед самым использованием. Мышца стремечка очень стабильна и формируется у всех плодов почти в одно и то же время. Совсем другая ситуация со скелетной мускулатурой конечностей и иннервацией внутренних органов плодов.

В итоге различия в иннервации сказываются на моторной активности в утробе матери. Рассмотрим причины видимых двигательных различий. С одной стороны, это индивидуальные гетерохронии развития. Двух абсолютно одинаковых плодов (как и взрослых людей) не существует. С другой стороны, есть огромные индивидуальные различия в организации систем иннервации скелетной мускулатуры. Достаточно вновь упомянуть систему половой иннервации плодов. Изучение варибельности половых нервов в возрасте 20—25 нед развития показало, что существует по меньшей мере пять типов их организации (Olszewski, 1982). Речь идёт не об особенностях ветвления нервов, а о выходе в составе различных вентральных ветвей крестцовых нервов. Это означает, что анатомические различия могут заметно сказываться как на двигательной активности плода, так и на будущих половых функциях.

Современными приборами к рождению можно зарегистрировать рефлекторные реакции, обусловленные глубокой дифференцировкой ствола мозга. Начинают проявляться дыхательный, коленный и ахиллов рефлексы. Становится устойчивым анальный рефлекс, который никогда не проявляется ранее 7 мес. У плодов можно обнаружить чёткие рефлекторные движения века, а тактильная чувствительность проявляется уже во всех частях тела.

Особенно заметно изменение в регуляции дыхательных движений плода. В нормальном развитии дыхательные движения плода налаживаются довольно долго и достигают максимальной частоты (57 в минуту) на 30-33-й неделе развития. Затем частота падает до 47 в минуту к 37-40-й неделе. Голодание матери, так же как патология или задержка развития плода, снижает частоту дыхательных движений (Dognan et al., 1984). Эти наблюдения показывают, что формирование устойчивой рефлекторной регуляции функций приводит к постепенному снижению первичной моторной активности, которая была вызвана начальной дифференцировкой нейронов и образованием их связей с мышечными клетками.

Следовательно, к рождению наиболее развитым и неразвитым органами плода являются соответственно мозг и периферическая нервная система. Созревание плода и его готовность к рождению определяются гетерохронным и опережающим формированием очень небольшого количества неврологических центров и связей. Внутри нервной системы готовы к использованию только те структуры, которые понадобятся для поддержания жизни сразу после рождения. Их едва

хватает для функционирования организма новорождённого, который полностью зависит от окружающего мира. По этой причине надеяться на внутриутробное развитие таланта или особой одарённости не приходится.

Во второй половине беременности плод может развиваться и без мозга, что ярко подтверждают случаи анэнцефалии. При этой патологии новорождённый остаётся практически без полушарий переднего мозга, что не мешает ему появиться на свет, немного пожить и умереть. До разработки прижизненных систем диагностики такие случаи происходили довольно часто, поскольку анэнцефалам удавалось увернуться от раннего аборта. В экспериментах на животных этот факт многократно проверяли с большим успехом. Так, полная аспирация (экспериментальное удаление) мозга плодов крыс и низших приматов на средних сроках беременности не влияла на их вынашивание и рождение. Из этих негуманных опытов следует важнейший вывод об отсутствии роли коры больших полушарий в подготовке плода к рождению. Она содержит настолько незрелые нейроны, что говорить о сложных функциях не приходится.

С этими наблюдениями согласуются многие представления о времени появления хоть какой-либо достоверной чувствительности плода. Дискуссии на эту тему не прекращаются с эпохи определения момента заселения души в младенца. Идея о том, что с первыми движениями плода в эмбриональном периоде начинается и восприятие окружающего мира, не подтвердилась. Едва заметная электрическая активность, впервые обнаруживаемая в спинном мозге на 10—12-й неделе, охватывает только моторные центры ствола. Совокупность данных о плоде, включая миографию и рефлекторную деятельность, говорит о появлении чувствительности между 18-й и 25-й неделей развития (Tawia, 1992). Однако в это время никакой возможности заподозрить плод в переработке полученных от рецепторов сигналов в ощущения нет. По мнению автора статьи, способность к обработке информации возникает у плодов не ранее 30 нед развития, что можно считать границей между плодом и человеческим существом. Это очень ценный вывод, сделанный в достаточно консервативном университете Австралии.

Ещё более показательны наблюдения за плодами в конце беременности, которые были сделаны во времена повального увлечения эхографией. Так, у 14 плодов с низким риском патологии определяли движения глаз с 32-й недели внутриутробного развития и до рождения. Вполне понятно, что в чреве матери плодам особенно *Инекуда* смотреть. Тем не менее, в 60% случаев были обнаружены быстрые, медленные и смешанные движения глаз. Интересно отметить, что у 3-дневных новорождённых и поздних плодов было обнаружено полное совпадение динамики движения глаз (Bots et al., 1981). Эти данные говорят о простейшем физиологическом созревании неврологической системы управления движениями глазных яблок. Сложная система слежения каждого глазного яблока состоит из 6 мышц. Их согласованные движения требуют длительной функциональной нагрузки, которая может начинаться во внутриутробном периоде.

Эти исследования получили дальнейшее развитие почти через 40 лет после их начала. В Японии были изучены 84 нормальные одиночные беременности. У плодов с гестационным возрастом от 24 до 38 нед при помощи ультразвуковых датчиков фиксировали движения глаз на протяжении 60 мин (Okawa et al., 2017). Оказалось, что до 28-й недели движения глаз плода постепенно нарастали, а между 28-й и 29-й неделей развития наблюдали взрывную моторную активность. Затем движения глаз замедлялись, но между 36-й и 37-й неделей возрастали вновь. Такая двигательная активность может быть связана как с дифференцировкой глазодвигательных ядер, так и с предродовой настройкой мозговой части зрительной системы.

Ответ на этот вопрос был получен в работе по совместному изучению движения глаз с функциональной оценкой активности головного мозга плода. Работа была проведена при помощи метода функциональной магнитно-резонансной томографии на 7 одиночных плодах в период от 30 до 36 нед развития. Установлено, что при внутриутробном движении глаз плода активизируются зрительные затылочные области коры (Schopf et al., 2014). Это доказывает необходимость предварительной настройки систем нервных связей зрительной системы задолго до рождения. В работе авторам удалось показать, что вместе со зрительными центрами активизируются лобные области и сенсомоторные центры коры.

Следовательно, подготовка зрительно-моторного комплекса плода связывает и функционально настраивает эти мозговые центры ещё до рождения. Никакой мистической составляющей в элементарной настройке сенсорных и двигательных систем нет. Это просто последствия установления межнейронных связей и функциональная отработка прохождения сигнала.

Существует ещё одно модное и распространённое заблуждение об изменении массы плода и нарастании полового диморфизма перед рождением. Это действительно так, но масштабы различий намного меньше, чем ожидалось. Мальчики больше по массе тела на 4%, а по длине тела всего на 1—3%. Эта ничтожная разница нарастает в первый год жизни. Затем она исчезает, но у девочек сохраняются более крупные жировые складки. Вполне понятно, что столь скромные соматические различия на дифференцировке периферических нервных сетей не сказываются (Prominska, 1987).

Таким образом, развитие нервной системы плода во внутриутробный период сосредоточено на

решении адаптивных задач выживания после рождения.

#### IV. СОЗРЕВАНИЕ ВИДОВОГО ПОВЕДЕНИЯ

Люди довольно плохо размножаются, если это не является их единственным развлечением. Каждая удачная попытка обычно приводит к появлению одного ребёнка. Такова причуда нашей эволюции и плата за большие размеры головного мозга. По этому поводу неоднократно высказывались довольно обоснованные гипотезы о существовании отбора, направленного против увеличения числа новорождённых за одни роды (Anderson, 1990). Это связано с тем, что у большинства женщин имеется полиовуляция, предполагающая получение нескольких зародышей. Однако на ранних стадиях идёт отбор, направленный против метаболически слабых и генетически неполноценных эмбрионов. Они гибнут сразу после оплодотворения, при многодневном прохождении фаллопиевой трубы и при попытке маточной имплантации. По сути дела, речь идёт о «механизме страхования одного яйца», который позволяет выжить одному или двум полноценным эмбрионам.

Родившийся человек обладает очень низкой адаптацией к внешнему миру и без родительской заботы неизбежно погибнет. Такая незрелость новорождённых всегда была предметом философских, антропологических и эволюционных спекуляций. Умозрительные причины феномена незрелости пытались объяснить моногамным браком или диаметром родового канала матери (Zaveloff, Boyce, 1982). Эти прекрасные, но немного странноватые идеи опровергают традиции современных полигамных сообществ, где дети рождаются столь же незрелыми, как и в моногамных.

Ещё более подозрительно, что многократно рожавшие женщины весомых достоинств продолжают производить столь же незрелое и мелковатое потомство, как и субтильные молодухи. При этом у женщин с большим запасом жира рождаются дети меньших размеров, что противоречит представлению о том, что дефицит энергетических резервов матери ограничивает рост плода (Briend, 1985). Тем не менее тело плода особенно не страдает, но рост и дифференцировка мозга неизбежно ограничиваются недостатком регулярного питания матери (Zamenhof, 1985).

Этот вывод подтверждают эволюционные работы, не находящие связи между массой тела новорождённого и массой мозга взрослых животных различных видов, включая приматов и человека (Frost, 1987). У новорождённых прослеживается совершенно другая, но намного более интересная закономерность. По вполне справедливому выводу автора, увеличение размеров детёныша шло параллельно и конкурентно с ростом объёма головного мозга. Следовательно, увеличение неонатальных размеров человеческих плодов в процессе эволюции явилось компенсаторной реакцией на рост размеров мозга. По сути дела, муки рожениц стали расплатой за слишком быструю и успешную церебральную эволюцию человека.

Следует особо подчеркнуть, что для нормального развития и появления признаков сознания нужно физически построить структуру нервной системы. Для этого новорождённого детёныша надо кормить далеко не растительной пищей. Мозг млекопитающих содержит в себе очень много белка и липидов, что делает его обязательным деликатесом на столах гурманов. По этой же причине он может удачно развиваться только при наличии достаточного количества белка и жиров. Исследование, проведённое в ЮАР времён апартеида, однозначно показало, что белковое голодание гарантированно приводит к уменьшению размеров тела, сопротивляемости болезням, укорочению жизни и понижению умственных способностей (Brock, 1972). Эта прекрасная перспектива открывается перед каждой молодой семьёй последовательных вегетарианцев. С возрастом белковые ограничения сказываются на поведении намного меньше. Налаженная и привычная жизнь, невостребованность интеллектуальных усилий и развитие склеротических изменений хорошо маскируют хроническое голодание мозга.

Независимо от типа питания среди большинства млекопитающих обычны две стратегии созревания нервной системы после рождения. С одной стороны широко известна зрелорождаемость, которая характерна для быков, овец и других копытных животных. Это означает, что после рождения животное сразу способно самостоятельно питаться и перемещаться вместе с родителями. С другой стороны, широко распространена незрелорождаемость, которая специфична для грызунов, зайцеобразных, хищных, приматов и других животных. Для представителей этих групп типично медленное развитие очень незрелых новорождённых, полностью зависящих от матери или от обоих родителей.

При описании этих различий обычно обращаются к метаболическим или социально-поведенческим объяснениям. Действительно, если у взрослого человека мозг составляет / массы тела и потребляет // всей энергии, то у младенца при массе мозга в //массы тела расходы на его содержание могут достигать /всех энергетических затрат организма. Ребёнок быстро растёт, и эти соотношения постоянно меняются. Следует уточнить, что потребление глюкозы мозгом после рождения радикально отличается от метаболизма нейронов во взрослом мозге. Если у половозрелого человека потребление Сахаров повышается в функционально нагружаемых областях мозга, то у новорождённого эта закономерность не соблюдается. В зрелом мозге локальную активность можно зафиксировать при помощи введения в кровоток радиоизотопов глюкозы. Однако даже для взрослых этот метод не точен, поскольку он зависит от особенностей сосудистой системы мозга, хотя и позволяет получить самое общее представление об изменении метаболизма.

На детях такие эксперименты проводить бесполезно. Оказалось, движение крови в сосудах не отражает изменение функциональной нагрузки в разных структурах мозга. Например, у взрослого человека зрительное возбуждение стимулирует кровоток в зрительных полях мозга, а вкусовое — в области вкусовых полей. Это видно при функциональном томографическом исследовании, хотя бы в самых общих чертах. В растущем мозге детей такой прямой связи между возбуждением полей коры и локальным изменением кровотока нет.

Иначе говоря, дети могут заниматься физкультурой с пользой для всего мозга, а взрослые — только для моторных областей. Это означает, что попытки изучения мозга детей с помощью любой функциональной томографии лишены смысла.

Ещё интереснее у детей осуществляется метаболизм глюкозы. В детском возрасте в качестве источника энергии используются кетоновые тела, обмен которых постепенно заменяется обменом глюкозы. Связывание глюкозы мозгом в детстве отражает процессы роста, а не масштабы функциональной нагрузки различных областей. По этой причине бесполезно пытаться вводить меченую глюкозу для оценки масштабов её связывания с нейронами при какой-либо нагрузке. Этот способ изучения мозга ребёнка правомерен только при подозрении на онкологические проблемы. После отказа от использования кетоновых тел лидерами утилизации глюкозы становятся моторные области, затем первенство переходит к сенсорным, а к концу периода активного созревания — и к ассоциативным зонам мозга. По сути дела, эта последовательность отражает гетерохронную морфологическую созревания и эволюционного становления нейронов соответствующих отделов. Принято считать, что процессы нейрогенеза идут довольно сходно у разных рас и этнических групп населения., По-видимому, это не совсем так, хотя сходство результатов развития наводит на мысли об эквивалентности различных морфогенезов.

В связи с этим утверждением следует упомянуть некоторые особенности появления человека. Новорождённый африканец очень похож на европейца, так как рождается не чёрным, а белым. Потемнение наступает относительно быстро, но сразу показать родственникам чернявого младенца, как в американском кино, не получится. В зависимости от принадлежности ребёнка к одному из многочисленных африканских этносов потемнение продолжается разное время. Зато от монголоидов европейцы сразу отличаются как по цвету кожи, так и по деталям анатомического строения. Это говорит о том, что эволюционный путь трёх указанных рас был далеко не равноценен, что, конечно, повлияло на строение мозга. Такие различия обнаружены даже в структуре коры ещё в работах Е.П. Кононовой (Савельев, 2015). Найденные различия новорождённых говорят о сложных путях эволюции и внутривидовых связях современных людей, но разным их делает мозг, который более изменчив, чем расовые особенности скелета и кожи.

На эти внешние различия накладываются реальные особенности онтогенеза, которые связаны с развитием и дифференцировкой нервной системы, но очень плохо исследованы. Для сравнения особенностей стадийности развития разных групп людей вполне пригодны подходы, используемые для анализа зрело- и незрелорождаемых млекопитающих. Хорошими критериями могли бы быть данные о формировании межнейронных связей, нервно-мышечных соединений, рецепторов, сенсорных органов и даже скорость проведения нервных импульсов (Verley, 1984).

В конечном итоге степень подготовленности к ведению самостоятельной жизни определяется зрелостью нервной системы. У человека головной мозг формируется после рождения намного дольше, чем у любых современных приматов. Это и плохо, и хорошо одновременно. С одной стороны, ребёнок долго остаётся беспомощным и полностью зависимым от родителей. С другой — это позволяет увеличить продолжительность запечатления окружающей среды и сформировать необходимые наборы социальных инстинктов. После рождения ребёнок проживает странный период, напоминающий эволюционный путь становления человечества. При этом мозг обладает минимальным набором функций, которые с трудом позволяют плоду выжить вне материнского организма.

Достаточно упомянуть то, что хоть какие-то следы памяти у младенцев достоверно признаются лишь после 6—7 мес. Возникновение способности к категоризации личного опыта формируется у детей только во второй половине первого года жизни. Именно в это время возникают основанные на памяти виды поведения: имитация, привязанность и условно-символические игры (Olson, Strauss, 1984). Конечно, это не означает, что младенцы не способны к обучению и минимальным рефлекторным реакциям. Просто такие реакции построены на древнейших структурах мозга, что радикально отличает память и обучение на основе лимбической системы и нео-кортекса.

Вполне понятно, что быстрее всех в мозге должны созревать древнейшие структуры, обеспечивающие адаптацию и выживание новорождённого. В первую очередь это моторные системы мозгового ствола, подкорковые ядра и сенсомоторный комплекс, связанный с питанием младенца. Иначе говоря, сердце должно биться, лёгкие — работать, кишечник — проталкивать пищу, а детёныш — успешно находить грудь матери и фиксироваться на её теле. Все остальные центры могут подождать, что и происходит в развитии. По этим причинам попробуем рассмотреть созревание автономных систем управления организмом новорождённого.

Сразу после рождения лимбическая система нейро-гормональной регуляции поведения начинает включать механизмы невербальной коммуникации. Они направлены на выживание новорождённого при помощи установления коммуникативной связи с источниками пищи. Проще говоря, новорождённый должен заставить мать кормить его, а для этого все средства хороши. Перечислять все бессовестные приёмы новорождённых нет смысла, поскольку большинство из нас кое-что знают о собственном развитии. Однако есть особо занимательные примеры, показывающие существование инстинктивной имитации социальных отношений. Так, микроанализ мимики 7-дневного новорождённого показал, что при спокойном сне мимические проявления очень скудны и не информативны. Зато в фазе беспокойного сна мимические реакции были многочисленны и разнообразны (Bret et al., 1986). Оказалось, что у 7-дневного младенца уже широко представлены все предвестники как положительных, так и отрицательных эмоций. Это означает, что комплексы мимических сокращений лицевой мускулатуры передаются по наследству. Иначе говоря, новорождённый без какого-либо осознания ситуации, совершенно инстинктивно корчит рожицы, которые позволяют ему добиваться неодолимой физиологической стабильности. Приятно осознавать немислимое простодушие взрослых, умиляющихся «позитивным» улыбчивым реакциям наполненного едой желудка ребёнка.

Родившиеся младенцы ещё не могут узнавать своих матерей, наивно думающих, что им отвечают взаимностью. После рождения детей мамочек обычно наделяют мистическими сверхспособностями узнавать собственное чадушко в любой ситуации. Это не совсем так. Мамаши всех народов ведут себя одинаково и плохо различают голоса собственных детей (Cismaresco et al., 1986). Только в 46% случаев матери узнают вокал своих детей с первого дня после рождения. Уровень различения «свой-чужой» нарастает с 1-го по 3-й день, затем остаётся на одном уровне, а с 7-го дня вновь начинает возрастать. Чудесное опознание своего крикуна становится почти безошибочным только через 10 дней физического общения.

После рождения в головном мозге ребёнка начинаются несколько параллельных процессов, предопределяющих структуру личности и особенности сознания человека. В основе будущего мышления лежат индивидуальные особенности строения мозга, реализуемые через общие механизмы биологического и социального созревания. Одновременно с развитием мозга накапливаются социальные инстинкты, которые формируются на основе подражания и запечатления. Эти процессы зависят от убогости или сложности социальной среды развития ребёнка.

Даже у аплизий (моллюсков) в обеднённой среде индивидуального развития число нейрональных связей оказывается меньше, чем у их родственников, развивавшихся в разнуданно обогащенной и разнообразной обстановке. Богатый окружающий мир заставляет нейроны образовывать больше связей и накапливать личный опыт. Он может отражать как неприятности, так и простые удовольствия от пищи и укрытий.

Эту закономерность по понятным причинам нечасто проверяют на людях. Родители обычно сопротивляются принудительному развитию их драгоценных детей в обеднённой среде и продельвают такие эксперименты самостоятельно. Однако опыты на монгольских песчанках в возрасте 8 и 24 мес. показали результаты, схожие с полученными у моллюсков. Песчанки, росшие в больших вольерах или развлекавшиеся в отгороженных участках пустыни, были поумнее. Они в экспериментальных условиях находили пищу быстрее, чем выросшие в небольших клетках животные (Cheal, 1987).

Кроме поведенческих экспериментов, анализировали влияние обогащенной среды непосредственно на морфогенез отростков нейронов неокортекса. Так, ежедневная замена структуры лабиринта на протяжении 25 дней значительно сказалась на морфологии зрительной коры грызунов. Количество ветвей апикальных дендритов пирамидных нейронов IV и V слоев увеличилось по сравнению с контролем. После оперативного рассечения мозолистого тела и закрывания глаз животных непрозрачными контактными линзами все возникшие адаптации сохранялись. Это исключает значимую роль факторов гормональной, метаболической и общей двигательной активности (Greenough, Schwark, 1984). Вполне понятно, что ребёнок, развивающийся в обогащенной среде, будет более искушённым в жизни, чем результат тюремной любви или обитатель стерильного особняка с кафельными стенами. Эти выводы подтверждены в работах, посвященных анализу стимуляции развития человеческих младенцев (Brownell, Strauss, 1984).

Из многочисленных исследований новорождённых, проведённых в 70-80-е годы XX века, стало ясно, что ключевой причиной нейрогенеза является как среда развития, так и индивидуальная активность. Избирательная перестройка синаптических полей определяется направлением нервной активности. Её усиление ускоряет перестройку, а ослабление — замедляет. Иначе говоря, даже в богатом и разнообразном окружении ребёнок сможет воспользоваться её преимуществами только при наличии персональной активности (Licht-man, Purves, 1983).

Однако сразу после появления на свет шансов вырастить мозг ребёнка с признаками здравомыслия ещё очень мало. Существует множество довольно неожиданных закономерностей, которые могут испортить жизнь самым искренним любителям создания талантливых потомков. Так, хорошо

известно, что наименьшая жизнеспособность отмечена у сыновей супругов с большой разницей в возрасте, а наибольшая — у мальчиков от юных родителей. Жизнеспособность дочерей возрастает с увеличением возраста родителей, а феномен повышенной смертности новорождённых от первой беременности проявляется только у мальчиков.

Следует отметить, что высокая уязвимость мальчиков-первенцев имеет и положительные последствия. Дело в том, что творческие способности достоверно связаны с порядком рождения и склонностью к риску. Это не абсолютное правило, и широко известны различные исключения. Однако обследование 200 мужчин в возрасте от 27 до 59 лет показало интересные результаты (Eisenman, 1987). Оказалось, что 100 мужчин были первыми детьми в своей семье, а их показатели склонности к риску и творческих способностей были выше, чем у остальных. По этой причине к перворождённым мальчикам следует относиться повнимательнее, как к потенциальным источникам высокой креативности.

Попробуем представить себе, что человеческий плод нормально прошёл эмбриональный и плодный периоды развития. Затем ему повезло и он удачно выбрался из матери. В момент рождения мозг человека имеет массу около 350 г. Это составляет около VV массы тела новорождённого. Примерно такого размера был мозг австралопитека около 4,5 млн лет назад. Интересно, что наш самостоятельный путь по планете начинается с массы мозга наших далёких бипедальных предков. Основное изменение массы мозга происходит в течение 1-го и начале 2-го года жизни. И у мальчиков, и у девочек он увеличивается примерно в 3-3,2 раза. К концу 1-го года жизни мозг обычно имеет массу 950-1050 г.

Эти изменения размеров и массы мозга не означают увеличения числа нервных клеток.

На подопытных лабораторных животных и высших приматах было показано, что после рождения их пролиферация очень незначительна. На факте непродолжительного сохранения пролиферирующих клеток у новорождённых животных процветают мистические идеи существования стволовых клеток. Митотическая активность нейробластов сохраняется в гиппокампе, мозжечке и некоторых ядрах таламуса лишь несколько месяцев и не может играть заметной роли в росте массы мозга. Надо отметить, что пролиферацию нейробластов в мозге новорождённых пришлось негуманно изучать на экспериментальных животных. Так, при помощи радиоавтографии с <sup>3</sup>H-тимидином на макаках-резусах было показано, что остаточная пролиферация сохраняется в гиппокампе вплоть до полового созревания (Eskendorf, Rakic, 1988). Авторами было установлено, что в последнюю четверть внутриутробного развития и 3 мес. после рождения пролиферирующие клетки субгранулярной зоны макак продуцируют как глию, так и нейроны. Однако до рождения эти два типа клеток формируются в равных пропорциях, а после него — превалирует глия. В дальнейшем гиппокамп пополняется только единичными глиальными клетками. Таким образом, как у крыс, так и у макак наблюдается общий принцип затихания следовой пролиферации в течение 3 мес. после рождения. Затем она прекращается, а мозг начинает только стареть и умирать, продолжая интенсивно формировать отростки нейронов.

Следовательно, возрастание массы мозга в первый и последующие годы жизни ребенка обусловлено увеличением отростков в размерах и дифференцировкой нервных клеток. Заметную роль в этом процессе играют морфофункциональное созревание глиальных клеток, миелинизация нервных волокон и увеличение межклеточного пространства. При этом процесс гидратации мозга идёт столь интенсивно, что даже создаётся иллюзия уменьшения абсолютного числа клеток мозга. Это действительно так, если считать число клеток на единицу объёма нервной ткани. Примером может служить число глиальных сателлитных клеток в моторных полях коры больших полушарий. Сразу после рождения на каждый нейрон приходится в среднем две-три глиальные трофические клетки, обеспечивающие интенсивный метаболизм растущего мозга. Вместе с тем у взрослого человека два нейрона обычно обслуживают только одна глиальная клетка.

Похожие события развиваются после рождения и вокруг проводящих пучков ствола мозга. В этом месте число глиальных клеток снижается к 35-му дню после рождения на 30%, а к половому созреванию — в 2,5 раза. К сожалению, эти впечатляющие данные имеют мало отношения к реальным процессам развития. Рассмотрим проблему количественной оценки клеток глии немного подробнее. Подсчёт абсолютного числа глиальных клеток, находящихся в ткани мозга, показал, что после рождения в 1 мм их содержится от 200 до 300 тыс. У взрослого человека их число уменьшается, сохраняя большую индивидуальную изменчивость. Для мозга взрослого человека характерно наличие от 40 до 70 тыс. глиальных клеток в 1 мм. На первый взгляд, число глиальных клеток после рождения заметно уменьшается. Это действительно так, но необходимо учесть рост объёма мозга. В первый год жизни объём мозга удваивается, на второй — утраивается, а затем продолжает возрастать вплоть до полового созревания. Многократное увеличение объёма мозга и миграция клеток из дифференцированной коры в белое вещество объясняют иллюзию снижения числа нейронов и глиальных клеток.

Сходные события происходят не только в головном мозге. Периферическая нервная система и спинной мозг зачастую подвергаются ещё большим метаморфозам. Размеры спинного мозга от рождения до половой зрелости увеличиваются почти в три раза. Средняя длина спинного мозга в

момент рождения составляет 134,5 мм, а полный рост новорождённого — 600-620 мм. В дальнейшем длина спинного мозга возрастает до 376-380 мм. При этом наибольшую роль в росте спинного мозга играет грудной отдел, который увеличивается в линейных размерах с 64,5 до 219 мм, а в объёме — в 10 раз. Общий объём белого вещества спинного мозга возрастает в 10, а серого — в 5 раз (Malinska, 1972). Это обусловлено как гибелью нейробластов, так и вращением отростков нейронов из ствола головного мозга и спинальных ганглиев.

У экспериментальных животных вопрос созревания и гибели периферических нейронов исследован довольно хорошо. Так, у самцов крыс верхний шейный ганглий больше, чем у самок. Это является следствием дегенерации части клеточного состава ганглия после рождения. Однако гибель клеток можно заметно снизить, если постнатально ввести эстрадиол или тестостерон (Wright, Smolen, 1987). Следовательно, гибель нейронов после рождения контролируется как конкуренцией связей с органами-мишенями, так и скоростью гормонального созревания.

После рождения в нервной системе младенцев находят признаки индивидуальной изменчивости даже на периферии спинного мозга. У новорождённых в поясничном участке симпатического ствола ганглии II и III сегментов обычно сливаются и с каждой стороны тела можно найти два-три поясничных ганглия. Однако в 14% случаев формируется один продолговатый ганглий, который обслуживает весь поясничный сегмент (Prejz-ner-Morawska et al., 1975). Интересно отметить, что у поздних плодов и новорождённых анатомически видно меньше ганглиев, чем у взрослых. Это говорит не о появлении новых ганглиев, а скорее о выживаемости особей с различной анатомической конструкцией ганглиев поясничного сегмента.

Занятно подчеркнуть, что к моменту рождения происходит очень активное биохимическое созревание мозга. Начиная с 39-й недели мозг интенсивно жиреет. Повышается содержание холестерина, сфингомиелинов, жирных кислот, триглицеридов и цереброзидов. Перечисленные соединения необходимы для строительства изолирующих нейроглиальных компонентов вокруг аксонов и дендритов созревающего мозга. Эти закономерности нарушаются в случае недонашивания плода. У детей, родившихся на 29-й неделе с очень низкой массой (1300 г и менее), происходят системные изменения развития, затрагивающие практически все отделы нервной системы. Достаточно упомянуть, что у недоношенных обнаружена втрое большая скорость аккумуляции жира, а накопление белка шло одинаковыми с нормой темпами (Reichman et al., 1981). При этом отставание в развитии недоношенных детей продолжается примерно до 2-летнего возраста. Затем различия нивелируются, хотя девочки отстают в развитии обычно больше, чем мальчики.

Необходимо отметить, что недоношенные дети обладают сниженной чувствительностью к боли. В этом отношении особенно интересны смелые опыты немецких естествоиспытателей конца XIX века по стимуляции недоношенных. Они исследовали реакции экспериментальных младенцев на покалывание иглой или сильные разряды тока. Воздействуя на самые чувствительные зоны кожи на носу, верхней губе и руках, они не смогли добиться никакой двигательной реакции. У доношенных детей реакции на уколы средней силы начинают проявляться уже через 1-2 дня после рождения и быстро нарастают в первые 7-10 дней. Эти сведения о суровых опытах над детьми интересны не только своей неповторимостью. Они показали, что соматическая кожная чувствительность развивается лишь в первые дни после рождения.

Другим примером может служить формирование связей сосцевидных тел, входящих в инстинктивно-гормональный комплекс лимбической системы. Эти образования мозга наиболее ярко отражают половой диморфизм человека и отвечают за особенности эмоционально-гормональной регуляции полового поведения (Павлов, Савельев, 2012). Вполне понятно, что новорождённый не особенно нуждается в сексуальной дифференциации произвольного и инстинктивного поведения, что отражено в развитии сосцевидных тел. Их связи с корой и ядрами червя мозжечка, неокортексом височной, теменной и фронтальной областей формируются преимущественно с 3 до 7 лет (Львович, 1973).

Это говорит о том, что облачение маленьких девочек в бальные платья, а мальчиков во фраки нужно только самовлюблённым родителям. Они не столько заботятся о детях, сколько устраивают демонстрации для укрепления личной обезьяньей доминантности. Остаётся только сожалеть, что эти поступки часто служат для выработки сомнительных социальных инстинктов и психологических комплексов у залюбленных детей.

Уже более полувека хорошо известно, что, прощаясь с матерью, плод поступает не очень цивилизованным образом. Частенько во время нормальной беременности, а особенно при перенашивании или артериальной гипертензии клетки крови плода оказываются в кровотоке матери. Их тем больше, чем патологичнее плод или плацента, что коррелирует с кровоизлияниями и увеличением числа тромбов у счастливой роженицы. «Издевательство» над матерью обычно проходит успешно, но не гарантирует жизнеспособность новорождённому.

Дело в том, что новорождённый должен иметь вполне созревший дыхательный центр. К сожалению, многие рефлекторные процессы очень сильно зависят от индивидуальных особенностей



дифференцировки нейронов. Так, анализ центров дыхания показал, что у плодов идёт крайне интенсивная дифференцировка клеток в дорсальном ядре блуждающего нерва, ядре солитарного тракта и ретикулярной формации. Если её не происходит, то у младенцев часто наступает остановка дыхания во сне, которая входит в комплекс событий синдрома внезапной смерти новорождённых. Спасти ребёнка обычно не удаётся, поскольку надо быстро начать и долго дублировать его дыхательные функции. Эта терапия должна происходить до полной естественной дифференцировки нейронов одноимённого центра.

Не менее важна своевременная дифференцировка вестибулярных ядер. Они необходимы для становления способности к ориентации в пространстве при ранних рефлекторных движениях. Наиболее интенсивно четыре ядра вестибулярного комплекса развиваются к концу первой половины беременности. В это время они уже очень похожи на вестибулярные ядра взрослого человека. Однако первичное формирование большинства ядер завершается только к рождению. После рождения продолжают активно увеличение размеров вестибулярных ядер и их дифференцировка. Одним из первых рефлекторных сигналов для новорождённого является положение его тела. Когда ребёнок лежит на руках матери, запускается механизм пищевого поведения. Оно подкрепляется запахом матери и стимулирует поиск груди для получения молока. Спустя 2 мес. после рождения младенец начинает распознавать сигналы от зрительных и вестибулярных рецепторов, что позволяет оценивать перемещения собственного тела. В первую очередь исследователей интересовал контроль положения головы и движения при вертикальном положении тела. Для решения этой нетривиальной задачи были созданы специальные экспериментальные условия. Стул с ребёнком мог перемещаться внутри неподвижной комнаты с клетчатыми стенами, что позволяло оценивать как зрительные, так и вестибулярные сигналы. Кроме этого подхода, была использована возможность движения комнаты независимо от стула. В этом случае происходило иллюзорное перемещение с рассогласованием зрительных и вестибулярных сигналов (Jouen, 1986). В этих опытах удалось установить, что у младенцев 2-6 мес. может существовать первичное зрительно-вестибулярное взаимодействие при восприятии движения собственного тела.

Возвращаясь к важнейшим рефлекторным механизмам созревания двигательных центров головного мозга, необходимо отдельно остановиться на вестибулярном центре ствола мозга. Этот комплекс, состоящий из нескольких ядер ствола мозга, играет большую роль в становлении моторных алгоритмов управления движением. Дело в том, что формирование связей внутри этого центра происходит далеко не сразу после рождения и приурочено к обучению хождению на двух ногах. Бипедальность сопряжена с созреванием вестибулярной системы рецепции и анализа сигналов в головном мозге, развитием точного управления мускулатурой тела и укреплением скелета конечностей. Все эти компоненты формируются довольно медленно и с различной скоростью. По этой причине дети начинают самостоятельно ходить в возрасте от 9 до 18 мес. Более того, давно замечена генетическая предрасположенность от родителей начала самостоятельного двуногого передвижения. Если родитель пошёл поздно, то и потомок побежит в конце обозначенного срока. Это показывает, что существует наследуемая скорость формирования нервных связей вестибулярного ядра, которая в каждом следующем поколении индивидуализируется, поскольку родителей пока двое.

Итак, к 8 мес. двигательно-сенсорный и вестибулярный аппараты оказываются достаточно развиты для появления бипедальности. Ребёнок начинает подражать родителям и встаёт в кроватке, запуская развитие межнейронных связей в вестибулярном комплексе ядер. Это важнейший период развития мозга, поскольку в ак-содендритных связях закрепляются автоматические механизмы компенсации изменения положения тела при прямохождении. Благодаря созданным в это время алгоритмам поддержания вертикального положения тела мы не думаем постоянно о том, как бы не упасть. Постепенно эти связи накапливаются, а управление движением в вертикальном положении становится невероятно совершенным. К концу первого года ребёнок легко формирует сложные условно-рефлекторные реакции, как на механические, так и на термические раздражители. В начале второго года жизни роль координированных движений быстро нарастает, что стимулирует созревание сенсорного аппарата сухожилий, мышц и суставов. Иначе говоря, начиная самостоятельно ходить, ребёнок стимулирует собственную периферическую и сенсомоторную кортикальную дифференцировку.

Показательны различия в скорости созревания и дифференцировки болевых ощущений новорождённых. В не очень гуманных, но смелых экспериментах 80-х годов прошлого столетия было показано, что новорождённые на второй день жизни более активно реагировали на укол пятки, чем на тактильную стимуляцию (Owens, Todt, 1984). Младенцы отчаянно кричали в ответ на покалывание пяток независимо от пола. Опыты показывают, что гетерохронное созревание рецепторного аппарата кожи стопы предшествует становлению бипедального движения.

Вместе с тем существует огромная опасность нарушения этого отработанного процесса становления индивидуальной бипедальности. Любопытные родители очень часто пытаются известить своё потомство под влиянием диких советов от дилетантов или сребролюбивых айболитов. Одним из таких популярных способов является обучение ребёнка плаванию до начала хождения на двух

ногах. При умирительном, для родителей, плавании детей происходит морфологическое закрепление в вестибулярном центре алгоритмов этой моторной активности. В дальнейшем, при обучении би-педальному хождению, большая часть связей вестибулярных центров оказывается занятой плавательными алгоритмами. Обучение и закрепление алгоритмов прямохождения обеспечивают другие центры мозга, что рассогласовывает систему управления движениями. Отсроченными результатами таких экспериментов бывают долговременные нарушения координации движений и эпилептоидные состояния детей. По этой причине к подобным опытам нужно относиться с осторожностью, хотя есть дети, способные выжить и нормально формироваться в значительно более сложных условиях. Это обусловлено тем, что образование нервно-мышечных связей построено по принципу конкурентной избыточности.

В развитии человека нейронов и их связей с мускулатурой обычно формируется больше, чем необходимо. Если в раннем онтогенезе конкуренция за органы-мишени заканчивалась нейрональным поеданием клеток-неудачников, то на более поздних стадиях развития ситуация намного сложнее. Уже после рождения на каждом мышечном волокне оканчиваются 5—6 отростков нейронов, а спустя несколько недель — лишь один. Аналогичные события происходят и между нейронами внутри отдельных мозговых структур. Налицо адаптивная онтогенетическая избыточность развития, возникшая как инструмент повышения надёжности нестабильных и склонных к патологическим отклонениям механизмов эмбрионального развития.

Важнейшим критерием функционального созревания мозга является увеличение числа связей между нейронами. После рождения этот процесс происходит особенно активно. Если количественно оценить число синаптических контактов только на поверхности тела отдельного нейрона, то станут понятны масштабы и интенсивность, скорость и глубина закрепления информации в мозге ребёнка.

В нормальном взрослом мозге на одной нервной клетке, без учёта её отростков, может быть расположено от 500 до 5000 синапсов. Однако это не предел, поскольку основные поля синаптических контактов лежат на отростках — аксонах и дендритах. Так, у клеток Пуркинье мозжечка число синаптических контактов может достигать миллиона. Наличие контактов и их число определяют зрелость и функциональную активность каждого нейрона. У незрелого нейрона синаптические контакты занимают около 1,5% поверхности, а у зрелого — более 50%. В целом на первые месяцы после рождения приходится примерно 10-кратное увеличение синаптической плотности на телах нейронов. Отсюда можно понять и поведенческие ограничения новорождённых. При такой интенсивности синаптогенеза стабильное хранение получаемой информации практически невозможно. Она трансформируется с такой скоростью, что её содержательная часть будет изменяться до неузнаваемости. При этом происходит постоянное расширение диапазона и источников различной афферентной информации. Она интенсивно поступает как от внутренних органов, так и от внешних источников.

В этом отношении показательна последовательность дифференцировки черепно-мозговых нервов. По сути дела, дифференцировка внутримозговых связей нервов новорождённых отражает созревание соответствующих сенсомоторных систем. Дополнительным параметром функциональной зрелости черепно-мозговых нервов является миелинизация, которая обеспечивает оптимальные условия для проводимости сигналов. Так, по скорости миелинизации первыми дифференцируются VI и III пары, затем XI, IV, VII, X, V, VIII, а позднее всех — II и IX пары нервов. Поскольку миелинизация столь значимых сенсомоторных систем наступает лишь после рождения, можно говорить о незрелости большей части сенсорных систем новорождённого.

После рождения продолжается созревание не только черепно-мозговых нервов, но и периферической нервной системы. Старые представления о том, что периферические нервы почти полностью созревают к рождению, не подтвердились. Например, важнейший верхний симпатический узел пограничного ствола начинает дифференцироваться лишь во второй половине пренатальной жизни. Это сложный мультифункциональный центр автономной части периферической иннервации. После рождения он продолжает увеличиваться ещё несколько лет за счёт дифференцировки крупных мультиполярных нейронов, синаптических контактов новых отростков и формирования глиальной капсулы. Во второй половине жизни нейроны этого ганглия дегенерируют весьма избирательно: одна часть подвергается инволюции к 60-65 годам, а другая — не изменяется даже у глубоких стариков.

Появление осознанного поведения и морфологическая дифференцировка нервного аппарата предстательной железы и половых органов совпадают неслучайно. Предстательная железа закладывается у 16-недельных эмбрионов, а глубокая перестройка интрамурального нервного аппарата происходит только у 9-месячных детей. В это время созревают слуховая и зрительная системы, ребёнок начинает ходить, а скорость дифференцировки нейронов коры возрастает.

Занимательно, что следующая радикальная реконструкция периферического нервного аппарата репродуктивных органов начинается в 11-16 лет, а завершается к 22-30 годам жизни (Степанов, Сапожников, 1973). Неудивительно, что дифференцировка нервного аппарата совпадает с изменением динамики развития наружных половых органов. Так, у европейских мальчиков рост

семенников и полового члена до 11 — 12 лет происходит довольно медленно, а затем резко уско-<sup>1</sup>ряется. Эти морфологические события совпадают как с половым созреванием, так и с неустойчивым поведением более зрелых, но молодых мужчин. Следовательно, первичная дифференцировка закладок интра-муральных ганглиев синхронизирована с первым функциональным созреванием ребёнка, а вторичная — запускает рост половых органов.

Таким образом, появление способности к простейшему социальному анализу и возможности принимать осмысленные решения совпадает с началом половой дифференцировки, целью которой является перенос генома в следующее поколение. При этом рассудочное созревание и репродуктивное целеполагание становятся смыслом жизни. Мозг — только инструмент для этих приятных и драматических подростковых целей. По этой причине любые попытки взрослых отвлечь милых, но созревших приматов от увлекательного полового самоосознания вызывают закономерные конфликты.

Намного более глобальная асинхронность созревания отмечена для системы иннервации желудка. Очень рано в стенке закладки желудка появляется подсерозное сплетение, затем мышечные и подслизистые нервные узлы. В таком виде интрамуральный аппарат сохраняется на всём протяжении пренатального развития, лишь увеличиваясь в размерах. Специфическая дифференцировка наступает уже после рождения. Именно по этой причине существуют многочисленные проблемы новорождённых при переходе к привычному нам питанию. Бесконечные срыгивания, тошнота и другие очевидные отклонения от нормы являются побочным продуктом совершенствования морфофункциональной системы интрамурального аппарата желудка.

Очень важной закономерностью в развитии мозга является связь между увеличением доли волокон (белого вещества) и дифференцировкой нейронов. В том месте, где появляются отростки нейронов, возрастает объём белого вещества. Вполне понятно, что дифференцировка происходит неравномерно. Значит, гетеро-хронность миелинизации коррелирует со скоростью дифференцировки нейронов. Вещество Ниссля впервые появляется в мотонейронах спинного мозга ещё задолго до рождения, а в коре лобных долей его следы становятся заметны только у новорождённых. Многократное увеличение объёма спинного мозга человека в поздний плодный период и после рождения обеспечивают в основном волокна, а не серое вещество.

Необходимо отметить, что все события, связанные с морфологическим созреванием нервной системы, происходят на фоне крайне стабильного детского темперамента. Ещё повивальным бабкам было хорошо известно, что новорождённые сильно различаются по темпераменту, который может сохраняться на долгие годы. Объективные исследования этих явлений в конце XX века подтвердили эти представления. Так, у 110 новорождённых близнецов оценивали раздражимость, активность, спонтанное изменение состояния, степень зрелости, сенсомоторный статус и реактивность к раздражителям. В возрасте 9 мес. учитывались внимание, активность, социальная ориентация и эмоциональное состояние (Matheny et al., 1985). Авторам удалось установить, что поведенческие переменные новорождённого коррелируют с характеристиками темперамента, полученными из результатов обследований в 9 мес.

Особое внимание следует уделить сенсорным системам, созревающим очень неравномерно. Это важно для понимания развития сознания, поскольку многие попытки простодушных родителей войти в контакт с ребёнком неудачны по причине незрелости его сенсорных систем. Для развивающегося организма главных и второстепенных органов чувств нет. Соматическая чувствительность, обоняние, вкус, слух и зрение одинаково значимы для формирующегося мозга.

Зрительная система человека развивается быстрее других дистантных рецепторов, которые могут анализировать внешний мир. Основная психофизиологическая дифференцировка зрения происходит в первые месяцы жизни. Следует подчеркнуть, что речь идёт не о понимании образов, а об элементарной физиологической способности воспринимать световые сигналы. Острота зрения, чувствительность к контрасту и цвету, размеры рабочего поля зрения, восприятие объёма и световая адаптация показывают только рецепторные, а не интеллектуальные способности ребёнка. На это указывает и феномен следования за взрослым, который проявляется у детей в возрасте от 14 до 45 мес. Дело в том, что зрение детей настолько примитивно, что для уверенного следования за родителями они должны видеть взрослого человека целиком (в полный рост). Только тогда возникает устойчивое рефлекторное желание перемещаться за узнаваемым объектом.

Однако даже базовые функции зрительного восприятия формируются постепенно (Spinelli, 1987). Так, монокулярное поле зрения у месячного ребёнка составляет только 20°, в 2 мес. — 40°, в 3 мес. — 60°, в 4 мес. — 80°, а у взрослого человека — от 90 до 115°. Чувствительность зрения ребёнка к основным цветам увеличивается между 3-м и 4-м месяцем после рождения. Это говорит о том, что убеждённости любой впечатлительной мамы в осмысленности взгляда новорождённого чадушки несколько преувеличена. У новорождённого даже светочувствительное пятно для общей реакции на свет надо отыскивать с фонариком. Яркие и разноцветные игрушки до 4-го месяца развития нужны только для возбуждения родителей. После этого срока шизофренический цвет игрушек, предназначенных для молокососов, вполне оправдан, хотя до осмысленного восприятия цветов ещё довольно далеко.

Параллельно с периферической частью зрительного анализатора активно развиваются подкорковые ядра, которые ограничивают скорость созревания как сенсорных, так и ассоциативных областей неокортекса. Примером может служить клеточная дифференцировка наружного колленчатого тела человека. В это ядро приходят волокна, начинающиеся от ганглиозных клеток сетчатки глаза. Большая часть волокон зрительного нерва после перекрещивания в хиазме проникает в наружное колленчатое тело, незначительная — попадает в передние бугорки четверохолмия, а небольшое число волокон распределяется между другими ядрами базальной области мозга. От нейронов наружного колленчатого тела начинается зрительный путь в кору, являющуюся центром осмысленного восприятия зрительных сигналов.

Дело в том, что на первый год приходится интенсивное созревание мелкоклеточных слоев наружного колленчатого тела, а фаза дифференцировки крупноклеточного компонента продолжается до 2 лет. При этом пики повышенной зрительной чувствительности детей точно совпадают с периодами клеточного роста этого ядра (Hickey, 1977). По этой причине крайне важно понимать, что зрительное ядро созревает в течение двух лет после рождения ребёнка, а окончательно формируется в 5-7 лет. До этого возраста зрительные подвиги детей должны больше беспокоить родителей, чем восхищать.

Эти данные подкрепляются динамикой образования связей наружного колленчатого тела, которое получает волокна из сетчатки глаза и формирует зрительные пути в поле 17 коры больших полушарий. Нейроны наружного колленчатого тела формируют специфические эмбриональные образования аксонов и дендритов — шипики. Их присутствие в препаратах мозга свидетельствует о начале наиболее интенсивного периода дифференцировки и образования системы синаптических связей. У приматов шипики появляются в наружном колленчатом теле к рождению, а у человека — примерно к 4-му месяцу после рождения. Эти провизорные образования исчезают у приматов к 3-му месяцу после рождения, а у человека — к 9-му.

Следует отметить, что у человека быстрый рост объема наружного колленчатого тела почти до взрослого уровня завершается уже к 4-му месяцу. Синаптогенез достигает максимума к 8-му месяцу после рождения. Эти события происходят с большим морфологическим переизбытком. На такой вывод указывает снижение числа синапсов в наружном колленчатом теле к 11 годам, когда их количество уменьшается до 60% от ранее достигнутого максимального уровня (Garey, de Courten, 1983). Не менее показательна дифференцировка фовеальной области сетчатки глаза человека после рождения. Эта зона повышенной резкости и разрешения глаза находится почти в центре сетчатки. В повседневной жизни мы стараемся вглядываться в важные детали именно этой областью глаза. Фовеальное углубление первым дифференцируется и образует систему связей с латеральным колленчатым телом таламуса и первичным зрительным полем затылочной коры. По этой причине дети сначала рисуют на больших листах бумаги маленькие козюльки. Когда сетчатка глаза начинает созревать по всей площади, рисунки увеличиваются в размерах.

Даже фовеальное углубление продолжает активно развиваться примерно 1,5 мес. после рождения ребёнка. Первоначально диаметр углубления составляет 1 мм, а потом уменьшается. Взрослого размера 0,65—0,7 мм оно достигает только к 4-летнему возрасту ребёнка. При этом прогрессивно снижается размер колбочек, отвечающих за цветовое восприятие. В зоне фовеальной ямки их размеры изменяются с 7,5 до 2 мкм, что сопровождается активной дифференцировкой (Yuodelis, Hendrickson, 1986). Однако не всё так печально, как выглядит. Плотность колбочек в фовеальном углублении до 5-летнего возраста не превышает половины максимума, который наступает только к периоду половой зрелости. Эти данные показывают, что со зрительным восприятием новорождённого существуют большие проблемы, предопределённые скоростью созревания периферических и мозговых центров зрения.

Первые признаки развития цветового зрения появляются довольно рано. Существует обоснованное предположение о том, что новорождённые и 2,5-дневные дети могут воспринимать как минимум два цвета, и это делает их дихроматами. Специальные исследования различения зрительных стимулов по цвету у 1- и 2-месячных новорождённых показали столь же неутешительные результаты (Varner et al., 1985). У 4-недельных детей дифференцирование по цвету было минимальным, а достоверным — только на 8-й неделе развития. Учитывая размеры поля зрения и сложность интерпретации реакций детей, можно лишь допустить способность всех трёх типов колбочек воспринимать цветовые сигналы после 2-го месяца развития.

Отчасти эти проблемы были решены в проводившихся в СССР увлекательных экспериментах по выработке условных зрительных рефлексов. Среди них особенно тщательно оценивалось созревание зрительной системы. Зрительная дифференцировка цвета, формы и движения предметов начинается у детей не раньше 3-4 мес. развития. Примерно в это время можно выработать не очень устойчивые рефлексы на зрительные стимулы. Только через месяц устойчивость рефлексов наступает после 100-150 предъявлений, что напоминает обучаемость плоских червей. Со временем дифференцировка нейронов зрительных центров нарастает и зрительная система становится более привычной для взрослых людей. Однако эти события наступают лишь через годы после рождения.

Одной из важнейших систем анализа внешнего мира новорождённых является вкусовая рецепция.

Периферические рецепторы расположены на поверхности языка и нужны для повседневного питания, которое начинается сразу после рождения. Вкусовая система обладает очень интересной адаптивной особенностью. Дело в том, что вкусовые сосочки закладываются у плода человека в переизбытке, а затем частично редуцируются (Куртова, Савельев, 2013а; Куртова и др., 2013б). Аналогичные сведения были получены в отношении переднебокового края языка (Yamasaki, Takahashi, 1982). Было установлено, что первые сосочки переднебокового края языка появляются у плодов на 3-м месяце внутриутробного развития. Своей максимальной выраженности они достигают у новорождённых и практически исчезают к периоду отнятия от груди. Это показывает, что у человека существуют ценогенетические приспособления к прохождению эмбрионального, плодного и младенческого периодов развития. Аналогичным образом хвост головастика лягушки иннервируется только двумя специализированными нейронами, которые во время метаморфоза исчезают вместе с хвостом.

Самые простые эксперименты над вкусовой системой детей демонстрируют прекрасные результаты, доказывающие причины опережающего развития вкусовой рецепции. Вполне естественно, что на детях сразу после рождения проводили самые простые опыты. Специально изучали вкусовые предпочтения новорождённых к сладкому или солёному. Младенцы до 4-месячного возраста были индифферентны, но затем предпочитали изотонические растворы NaCl, которые отвергали уже после 2—3 лет. Установлено существование вкусового предпочтения, определяющегося врождёнными факторами (Beauchamp, 1985). Самым любопытным было то, что автор обнаружил способность младенцев менять вкусовые предпочтения в зависимости от потребляемой пищи. Это наблюдение показывает, что формирование инстинктивно-гормональных связей лимбической системы может быть изменено через развитие вкусовых центров младенца. По-видимому, после рождения есть возможность выработать вкусовые привязанности, поскольку вкусовая память только формируется. Можно воспользоваться моментом образования межнейронных связей во вкусовых центрах и искусственно изменить вкусовые предпочтения.

Однако эти возможности несколько ограничены выработанными в процессе эволюции вкусовыми предпочтениями, как было показано в опытах на 40 детях, которым предлагали растворы соли (NaCl — 0,17 и 0,34 М) отдельно и в сочетании с мясным бульоном. Растворы соли отвергались, а предпочтение отдавалось чистой воде и мясному бульону с высокой концентрацией соли (Coward, Beauchamp, 1986). Это говорит о том, что у детей рано появляется хорошая вкусовая рецепция и реализуется архаичная инстинктивная тяга приматов к мясу и крови.

Необходимо отметить, что через вкусовые предпочтения ребёнок пытается выработать первые социальные инстинкты взаимодействия с внешней средой. Действительно, гримасничая за столом, очень просто показать хозяйке, что её праздничный ужин напоминает сосиски с душиком. Примерно таким образом действуют и новорождённые. Правда, для выработки такого сложного механизма взаимодействия с родителями им должно быть более 16 мес. Специальное исследование произвольных реакций вкусолицевого рефлекса на солёное, сладкое, кислое и горькое показало, что дети различают эти стимулы. Начиная с 4-месячного возраста существуют чёткие различия в физиономических реакциях на каждый из указанных раздражителей (Chiva 1983). Однако до 6 мес. можно наблюдать только произвольные мимические реакции. Начиная с 9 мес. управление лицом становится более согласованным, но инстинктивные реакции на резкие вкусовые стимулы всё ещё преобладают. Только после 14 мес. ребёнок способен произвольно контролировать мимическую активность и всюду паразитирует на новом средстве коммуникаций. Именно в это время формируются связи между вкусовыми центрами и областями произвольного контроля за вкусолицевым рефлексом.

Следует добавить, что гримасничание детей на вкусовые раздражители не уникально, а является системной реакцией на любое воздействие. В возрасте 6—9 мес. после рождения на лице младенца действует чуть более 10 мимических мышц. Этими лицевыми мышцами детеныш сообщает человечеству о своих проблемах. При этом реакция на раздражающие вкусовые качества пищи сходна с беспокойством от приближения незнакомого человека. В целом, реакция лица младенца похожа на мимическую активность взрослых людей и низших приматов. Это говорит о древности мимических коммуникаций и их инстинктивной природе (Iglesicetal., 1989).

Обонятельная система новорождённых не менее важна, чем вкусовой анализатор. Приятно отметить, что аккуратненькие детские носики довольно долго и не равномерно развиваются. При этом меняются угол наклона носа и высота его крыльев. Величина проекционного расстояния от кончика носа до заднего края его крыла у пубертатных девочек (13—14 лет) достигает своих окончательных значений, а у их ровесников-мальчиков продолжает увеличиваться. Внутри симпатичных носиков расположено два типа рецепторов воздушного и полового обоняния, которые находятся в рабочем состоянии уже к рождению.

Вполне понятно, что обонятельный аппарат человека — далеко не самый лучший дистантный хеморецептор в природе. Мы — микросматики, что означает крайне плохое развитие обонятельных рецепторов и их мозгового представительства. Тем не менее, мы обладаем органом как основного, так и полового обоняния. Взрослый человек после определённой тренировки с чаем, сигарами,

винами, духами или сортовым коньяком может различить около 4000 запахов. Однако и без столь приятной тренировки наши новорождённые дети успешно используют обоняние. Начиная со 2-го дня после рождения дети узнают свою мать по запаху и отыскивают сосок груди, следуя по обонятельному градиенту немытого тела.

Непонимание рефлекторных механизмов питания младенцев привело в 70-е годы XX столетия к появлению нелепых идей, которые создали огромные социальные проблемы. В США и Европе постоянно раздавались советы о необходимости кормления детей стерильной грудью, что полезно для бизнеса на «улучшителях» молочных желёз. Однако коварных детей, не желавших сосать стерильные соски, приходилось переводить на искусственное питание. В конце концов исследования показали необходимость запаха тела матери. Оказалось, что ребёнок ориентируется при помощи обоняния, которое запускает пищевые рефлексы. Немытая и пахучая грудь была привлекательнее запаха ароматического мыла с антибиотиками.

Следует отметить, что, несмотря на скромность нашей обонятельной системы, мы отлично распознаём запахи и в зрелом возрасте, особенно когда они связаны с ближайшими родственниками. Так, отцы, бабушки и тётки семьи достоверно определяют запахи своих новорождённых родственников (Porter et al., 1986).

Взрослые отлично распознают запахи детей, живущих совместно с ними, но быстро теряют эту способность при 1—3-месячном раздельном проживании.

Представляет существенный поведенческий интерес и обострение обоняния матерей после родов. Этот древнейший дистантный анализатор активизируется для точного распознавания собственных детёнышей. Проверка предварительного опроса молодых мам, утверждавших, что они хорошо помнят запах своего младенца, показала их правдивость в 92% случаев. Неуверенные в своей обонятельной памяти мамы проявили случайные предпочтения. Для распознавания предъявляли распашонки, которые надевали на детей возрастом от 5 до 103 часов на срок не менее 17 часов. В целом 80% матерей уверенно распознают запах своих младенцев, что не зависит от возраста, расы и условий родов (Porter et al., 1983).

Очень неторопливо формируется у новорождённого способность воспринимать слуховые сигналы, что ставит под сомнение достоверность замечательных экспериментов над плодами во внутриутробный период развития. Весь слуховой комплекс развивается в первый год жизни крайне медленно. Устойчивые рефлекторные реакции на звуковые раздражители, даже связанные с кормлением, появляются лишь на 4-м месяце после рождения. Это показывает, что музыкальная стимуляция плодов во внутриутробный период является откровенным надувательством доверчивых женщин. Воспроизводимая и дифференциальная реакция ребёнка на словесные раздражители обнаруживается на 7—9-м месяце жизни. Тем не менее только после появления способности произносить первые слова начинает формироваться осознанное понимание смысла слов и коротких фраз.

Объективный анализ развития звуковых взаимодействий матери и ребёнка довольно точно отражён в специальных исследованиях (Keller, Scholmerich, 1987). В этой работе изучали новорождённых младенцев в возрасте 2, 6, 10 и 14 нед. У них оценивали типологию и частоту звуковой активности в процессе общения с матерью и отцом. Оказалось, что новорождённые издают звуки, отражающие их произвольные физиологические реакции или сопровождающие движение. К 10-й неделе появлялись и быстро развивались как эмоционально-негативные, так и позитивные звуковые коммуникации с родителями. Позитивная вокализация усиливалась при визуальном и тактильном контакте. При этом отрицательная звуковая коммуникация снижалась, а положительная нарастала. К 14-й неделе подкреплённая позитивная вокализация уже воспринимается детьми, что способствует развитию социального взаимодействия. Эти интересные опыты показывают, что отношения с родителями становятся возможными до начала активного формирования структур неокортекса. Иначе говоря, слуховые сигналы, связанные с позитивным узнаванием и пониманием родителей, могут формироваться на основании подкорковых центров. Этот рефлекторный механизм аналогичен птенцовому поведению у птиц, так как осуществляется за счёт опережающего созревания крыши среднего мозга.

Для понимания развития мозга весьма интересен момент перехода от детского лепетания к членораздельной речи. Фонологическое развитие традиционно разделяют на три последовательных события: прагматический период, когнитивная стадия и системный этап. Во время становления базового репертуара прагматического периода младенцы начинают использовать некоторые вокализации с коммуникативной целью. Это происходит во втором полугодии жизни, когда активно развивается лепет. Все события этого фонологического этапа зависят от формирования морфологии гортани и иннервации звукопроизводящих систем. Звуки, издаваемые разными детьми на этом этапе развития, довольно схожи. Затем наступает когнитивная стадия, когда ребёнок начинает понимать смысл слов, но ещё не может их произносить. В это время происходит заметная индивидуализация фонологического развития, что отражает морфологические особенности строения речевого аппарата. Однако после 18 мес. начинается системная стадия, когда дети пытаются копировать фонологические конструкции, смысл которых им понятен. Период активного

подражания нивелирует индивидуальные фонетические особенности, которые вновь могут проявиться только через несколько лет.

Интересно, что фонетическое развитие ребёнка происходит двумя параллельными путями. С одной стороны, осуществляется всем понятный плавный процесс постепенного накопления фонетического опыта. С другой — многие детские психологи наблюдали революционные периоды быстрых перестроек речи с огромным расширением фонетических возможностей. Эти резкие изменения обычно связаны с включением в обслуживание речи новых структур на основе как лимбической, так и неокортикальных систем мозга.

Необходимо отметить, что причиной такого медленного формирования слуха являются недифференцированные нейроны как ганглия VIII нерва, так и слуховых центров заднего мозга. Механический аппарат среднего уха достаточно хорошо сформирован, но барабанная перепонка начинает увеличиваться только с 7-го месяца после рождения. Этот процесс идёт очень медленно и полностью завершается лишь к 30-32 годам. В отличие от других органов и систем организма, механический аппарат среднего уха у детей первого года жизни похож на таковой у взрослых и стариков. С возрастом увеличиваются барабанная полость, евстахиева труба и сосцевидный отросток. Молоточек, наковальня и стремечко к 30-50 годам увеличиваются всего на 4-11% (Olszewski, 1989). Следовательно, механический аппарат для восприятия слуховых сигналов и подкорковые центры уже полностью готовы к работе, а неокортикальные области обработки информации изрядно запаздывают в развитии.

Следует подчеркнуть, что хорошо сформированный после рождения рецепторный аппарат среднего уха позволяет детям после рождения лучше воспринимать звуковые сигналы различных частот. Анализ порога слуха у детей 3, 6 и 12 мес. и взрослых показал очень интересные результаты. Удалось установить, что при уровнях ощущений 40 и 80 дБ 3-месячные дети обладали лучшими по сравнению со взрослыми дифференциальными порогами чувствительности на частотах сигналов 500, 1000 и 4000 кГц. Однако 6- и 12-месячные дети превосходили взрослых только на частотах 500 и 1000 кГц (Olsho et al., 1987). Похожие различия известны и по верхним частотным порогам чувствительности, которые обычно снижаются по мере взросления.

Хорошее различение частотных характеристик звуковых сигналов сочетается у детей с плохой способностью определять направление звука. Эта особенность обусловлена незрелостью перекрещенных в стволе мозга слуховых волокон различных ядер, а отчасти с размерами головы новорождённого. Дело в том, что у взрослого человека задержка прохождения звукового сигнала между левым и правым ухом (интерауральная задержка) составляет 0,7 мс, а у новорождённого — 0,4 мс. Это связано с разницей в диаметре головы, которая с возрастанием диаметра увеличивает различия в прохождении звука (Clifton et al., 1988). Следовательно, высокая чувствительность слуховой системы маленьких детей сочетается с незрелостью связей ствола мозга и плохой способностью улавливать направление звука.

Соматическая чувствительность ребёнка опережает по скорости дифференцировки все остальные системы анализаторов. Уже к 9—10-му дню жизни ребёнок реф-лкторно реагирует на положение тела при кормлении. Оно включает в себя сложный комплекс тактильных, проприоцептивных и вестибулярных раздражителей, о которых я упоминал ранее. По этой причине условные реакции на изолированные тактильные или температурные раздражители можно выработать на 10—12-й день после рождения. Правда, для появления воспроизводимых результатов потребуется довольно много обучающих предъявлений.

Особый интерес представляют ещё более древние механизмы запечатлений у младенцев, прямо не связанные даже с лимбической системой. Речь идёт о сенсо-моторных навыках простейшего подражания, которые ещё не могут сформироваться ни за счёт лимбических ядер, ни за счёт корковых нейроблоков. Следовательно, можно предположить существование врожденных механизмов подражания движениям и позам. Эта гипотеза подтверждается исследованием 36 здоровых младенцев 4-дневного возраста. Взрослые подавали им наглядные примеры поведения: высовывали язык и хлопали в ладоши. После многочисленных предъявлений дети копировали движения взрослых, предпочитая подражать динамическим демонстрациям (Vinter, 1986). Это самые ранние удачные попытки вызвать копирующие действия у младенцев. По-видимому, двигательные подражания целиком построены на работе четверохолмия и ретикулярной формации заднего мозга. Для нас эти данные важны по простой причине — некорковое и нелимбическое научение говорит о древнейших механизмах индивидуальной адаптации, унаследованной нами ещё от амфибийных предков.

С функциональным созреванием более сложной и возникшей позднее лимбической системы сопряжены и многие особенности восприятия. Психологи любят относить их к высшим корковым функциям, которые ещё не существуют. Примером может служить распознавание очень маленькими детьми лиц взрослых. Существует широко распространённое представление о том, что младенцы начинают разбираться в привлекательности лиц взрослых после длительного усвоения культурно-исторических стереотипов. Иначе говоря, дети сначала запечатлевают набор социальных критериев оценки лиц взрослых, а затем пользуются этими знаниями на практике. Вполне понятно,

что для такого сложного поведения нужны довольно зрелая кора большого мозга и социальный опыт. Однако давно существовали подозрения о возможности врожденной способности оценки лиц на основании работы четверохолмия среднего мозга и некоторых ядер лимбического комплекса.

Исследование, проведенное на 34 детях в возрасте от 5,5 до 8,5 мес, показало, что они способны распознавать привлекательные и непривлекательные лица. Для оценки внимания использовалась продолжительность фиксации взгляда детей при предъявлении контрастных пар портретов. У детей всех возрастов привлекательные лица вызвали больший интерес, чем непривлекательные (Lanqlois et al., 1987). Это говорит о том, что значимые для выживания приматов свойства мозга могут быть локализованы в древнейших его центрах.

Аналогичное исследование на более маленьких детях позволило существенно расширить наше понимание процессов восприятия. Оказалось, что в 3-месячном возрасте дети также могут распознавать выражение лица, но для этого необходима его подвижность. Мускулатура лица взрослого должна быть активна, даже при нейтральном выражении, иначе восприятия не происходит (Biringer, 1987). В приводимых экспериментах объектом внимания становилось человеческое лицо, которое начинает восприниматься только на 3-м месяце жизни. На тех же стадиях развития внимание младенца регистрировали по частоте сердцебиений и синусовой аритмии. Такими способами у 3,5-, 5- и 6,5-месячных детей было установлено внимание к подвижному шахматному стимулу. Это подтвердило представление о том, что дети инстинктивно лучше различают подвижные объекты (Richards, 1985). Следовательно, созревание мозга ребенка полностью соответствует эволюционным закономерностям восприятия зрительных сигналов: от движущихся к статичным объектам интереса.

Ближе к году у детей возникает способность выделять обилие признаки групп объектов. В исследованиях обычно используют схематически нарисованные лица с различными вариациями расстояния между глазами, формы и расположения носа. Это наиболее надежный подход, так как эволюционный отбор приматов долго был направлен на узнавание лиц. Оказалось, что в до-речевой период младенцам доступно абстрагирование общих признаков, присущих всей группе знакомых объектов (Sherman, 1985). И это неудивительно, поскольку даже домашние куры способны к подобным «интеллектуальным» подвигам. По-видимому, такие способности довольно архаичны и обусловлены инстинктивным запечатлением сходных объектов.

В первые годы жизни возникают и закрепляются индивидуальные структурные особенности нервной системы, формирующие основу личности. При этом конструкция мозга, заложенная при рождении, сохраняет своё влияние на поведение как в раннем развитии, так и 2 года спустя. Темперамент и базовые физиологические реакции новорожденного ребенка через 2 года трансформируются в индивидуальные формы поведения (Riese, 1987). Найдена связь между отрицательной эмоциональностью в 2-летнем возрасте и элементарной раздражимостью новорожденного. Занимательно, что преобладание положительных эмоций не имеет положительных коррелятов на стадии новорожденности. Дети ориентируются на избегание отрицательных результатов, а не на поиск положительных. Это означает, что коммуникативность, напрямую не связанная с биологическим выживанием, может быть запечат-ляемым социальным инстинктом.

Сутью поведения маленьких детей обычно является не очень осмысленное эмоциональное давление на родителей и социальное окружение. Вполне понятно, что в этом процессе роль быстро созревающей лимбической системы особенно значима. Казалось бы, резкие эмоциональные переходы от одного состояния ребенка к другому не могут не повлиять на обучение и память. Действительно, личный опыт взрослых показывает связь эмоционального стресса и памяти. В возбужденном состоянии и в период сильного стресса мы плохо запоминаем и извлекаем из памяти самые простые сведения. Однако у маленьких детей эти закономерности не действуют. В период активного формирования межнейронных связей эмоциональное состояние почти не влияет на запоминание. Специальное исследование динамики припоминания рисованных знакомых предметов, посуды и автомобилей в различных эмоциональных состояниях было проведено на 4—5-летних детях (Duncan et al., 1985). Оценивалась память при удовлетворенно-счастливом, нейтральном и раздраженно-злом эмоциональных состояниях. Результат очень сильно отличался от ожидаемого. Оказалось, что продуктивность памяти в этом возрасте совершенно не зависела от эмоционального состояния. Этот феномен объясняется довольно просто. В возрасте 4—5 лет в мозге происходит активнейший нейрогенез отростков и синаптических контактов между нейронами. Возможности для долговременной памяти настолько избыточны, что дети запоминают всё подряд и без особых усилий. По этой причине изучение второго языка очень облегчено именно в этот период.

Таким образом, с рождением ребенка завершается гетерохронное созревание только тех отделов мозга, которые необходимы для структурного обеспечения самых простых физиологических функций. Это в первую очередь сенсомоторные и рецепторные мозговые центры, лежащие в основании инстинктивных форм поведения. Основным центром регуляции врожденных инстинктов человека является лимбическая система головного мозга. Она впитала в себя видовой наследуемый опыт и позволяет справляться с первыми жизненными проблемами живущего вне матери ребенка. Лимбическая часть мозга в сочетании с центрами сенсомоторного рефлекторного управления



движениями не только обеспечивает физиологическое выживание, но и детерминирует последующее формирование неврологического статуса.

## V. ФОРМИРОВАНИЕ КОРЫ

Юные младенцы долгое время плохо воспринимают внешний мир и почти ничего не понимают. Причиной этого является сложность морфогенетических событий, происходящих в мозге. После рождения жизнь поддерживается рефлекторными механизмами, обеспечивающими выживание. При этом наборы простейших социальных инстинктов человека, которые реализуются через индивидуальные формы пищеварительно-репродуктивного поведения, различаются слабо. Лишь в самом конце развития возникает осмысленная индивидуализация поведения, которая сводится к личной адаптации разрешённых наборов социальных инстинктов. В редчайших случаях индивидуальные особенности строения мозга позволяют выйти за рамки социально-биологической тюрьмы врождённых и общественных инстинктов. Только рискнув вступить в конфликт со всем окружающим миром, можно получить болезненный шанс стать по-настоящему здравомыслящим человеком или потерять драгоценную голову.

Для этих целей необходимы более сложные структуры, чем те, которые обеспечивают сокровенные желания: поесть, размножиться и повыпендриваться. Этими незатейливыми удовольствиями можно заниматься, обладая простой нервной цепочкой дождевого червя, что доказано наблюдениями за элитными скоплениями го-минид. Однако мало-мальски осмысленное поведение требует другого неврологического субстрата. Основным источником сознания является кора больших полушарий головного мозга. Морфофункциональное созревание коры эпизодически упоминалось в первых главах книги, что позволяет сосредоточиться на последовательности становления произвольного мышления. Под произвольным мышлением следует понимать способность сознательно принуждать собственный мозг к рассудочной деятельности. Это означает, что мозг должен будет незаметным для окружающих образом размышлять о совершенно небиологических предметах. Более отвратительного и противоестественного занятия для человека придумать невозможно. Столь редкое развлечение очень отягощено тем, что лимбическая система, рассмотренная в предыдущей главе, с раннего детства начинает давать вполне ощутимые биологические результаты. По этим причинам необходимость элементарного здравомыслия детям нужно убедительно доказывать, применяя далеко не самые гуманистические подходы. В противном случае вырастает похожий на человека бабуин, который рано или поздно элиминируется сообществом обладателей неокортекса.

Нейроны неокортекса мозга новорождённого расположены намного плотнее, чем в мозге взрослого человека. Число нейронов на единицу объёма коры младенца превосходит аналогичный показатель взрослого человека в 3—4 раза. Только кора переднего мозга включает в себя 11 — 14 млрд нейронов, что даёт представление о масштабах изменения размеров мозга при увеличении отдельных клеток в несколько раз. Как уже говорилось ранее, с момента рождения и до конца 1-го года жизни средний объём нейронов коры увеличивается в 3 раза, а к половому созреванию — в 4,5 раза. При этом среднее число ветвлений дендритов за тот же отрезок времени возрастает в 5 и 14 раз соответственно. Наиболее впечатляет общая длина дендритов нейрона, которая за 1-й год жизни возрастает в 13 раз, а к наступлению половой зрелости — в 40 раз. Из этих данных понятно, что именно увеличение размеров клеток и их связей приводит к быстрому росту объёма головного мозга.

Размеры нейронов неокортекса после рождения увеличиваются по определенным законам. Существует принцип относительной независимости окончательной величины клеток от начального темпа их развития, который был установлен на основании исследования лобных, предцентральной, постцентральной, затылочной и нижней теменной областей. Это означает, что существует неравномерность скорости постнатального созревания нейронов в разных частях неокортекса. Интересно отметить динамику постнатального изменения площади поверхности различных областей по отношению ко всему неокортексу. Лобная область новорождённого составляет 20,6—21,5% площади поверхности полушария, а у взрослого человека — 23,5%, нижняя теменная — 6,5%, а у взрослого — 7,7%. Относительная площадь поверхности зрительной затылочной области не изменяется во время онтогенеза и составляет 12% (Филимонов, 1955, 1974).

Необходимо отметить, что кора довольно поздно начинает дифференцироваться функционально, хотя многие признаки её активности наблюдаются ещё внутриутробно. Самые первые смелые опыты по прямому электрическому раздражению коры больших полушарий мозга у новорождённых показали странноватые результаты: до конца 2-го месяца после рождения невозможно вызвать никакого двигательного эффекта даже при прямой стимуляции моторной коры младенца. Поскольку двигательные центры созревают одними из первых, легко догадаться, что остальные отделы коры ещё более далеки от дифференцировки (Пейпер, 1929). Иначе говоря, после рождения в коре существует очень мало зрелых нейронов, способных к работе. Наблюдаемая активность новорождённых контролируется рефлекторными подкорковыми центрами и никакой связи с осмысленным восприятием мира не имеет.

Этот вывод прекрасно подтверждается детальными количественными сведениями об изменении размеров клеток коры после рождения. Размер перикариона (тела) нервной клетки в III слое фронтальной коры составляет 240 мкм у новорождённого и до 1040 мкм у взрослого человека. Разница в размерах ещё больше в V слое коры, где расчёт показал соответствующее увеличение

объёма тела клеток с 460 до 2505 мкм. Максимальное увеличение размеров нейронов коры происходит в первые 2 мес. жизни, а затем замедляется. При этом происходит крайне интенсивное образование аксонов и ветвление дендритов. О масштабах этого процесса лучше всего свидетельствует резкое уменьшение плотности расположения нервных клеток. Во фронтальной коре за первые 6 мес. жизни плотность нейронов уменьшается в 3 раза, что связано с нарастанием числа дендритов и синаптических контактов между клетками (Schade, Smith, 1965).

Следует отметить, что ранний постнатальный морфогенез нейронов и глии исследован в головном мозге человека явно недостаточно. По этой причине существует множество мифов, перенесённых на человека из исследований грызунов и даже птиц. Одним из таких мифов последние 20 лет было представление о массовой пролиферации нейронов в мозге взрослого человека. За доказательство этого явления выдавали следовую пролиферацию нейробластов в мозге грызунов после рождения, весеннее появление единичных нейронов у певчих самцов птиц. Однако специальные детальные исследования, выполненные многими методами, показали, что послеродовая пролиферация нейробластов даже в гиппокампе человека быстро заканчивается, а сами нейроны никогда не делятся (Sorrellsetal., 2018). По этой причине надеяться на появление новых нейронов в результате интенсивного воспитания и образования после рождения уже не приходится.

Эти данные подтверждены в специальном исследовании неокортикального развития детей младшего возраста от рождения до 3 лет. Тотальными гистологическими методами было установлено, что в этот период происходит значительное линейное увеличение количества астроцитов и олигодендроцитов, хотя возрастания общего количества нейронов не наблюдалось (Kjaer et al., 2017). Эти сведения совпадают с ранее полученными данными о том, что число неокортикальных нейронов уже определено в середине жизни плода. Довольно трудно было ожидать других результатов, поскольку неокортикальные нейроны после выхода из пролиферации вынуждены мигрировать на расстояния в десятки раз больше собственных диаметров.

Если оставить мозг в благодати естественного развития, то он будет интересоваться только пищей и привлекательными представителями противоположного пола. Даже до забот о драгоценных детях, деньгах, иерархии семейных отношений и прочих биологических проблемах дело может не дойти. Нужны социальная

среда и объекты для подражания. Необходимы условия для становления сознания, которое может формироваться только в социальной среде. Развитие детей вне человеческого общества впоследствии не компенсируется возвращением в сообщество и усилиями психологов и врачей. Это доказывают случаи с многочисленными маугли в тропических странах. Дети, несколько лет прожившие среди диких животных в индийских джунглях, уже не могут социализироваться и обычно погибают. Иначе говоря, для становления основ сознания нужна синхронизация скорости морфологической дифференцировки головного мозга в условиях богатой среды социальных взаимодействий.

Даже создав самые идеальные биологические условия для развития мозга человека, можно получить очень скромный результат. Изолированное от социальной среды выращивание приматов вызывает огромные проблемы при первой встрече с самкой и репродуктивном спаривании. Мозг гоминид возник в эволюции для эффективного видового доминирования и переноса драгоценного генома в следующие поколения. Но даже для таких элементарных функций нужна подходящая социальная среда, которая и сформировала наш недалёкий и корявенький мозг.

Вместе с тем по базовой биологической конструкции новорождённый человеческий мозг чужд как высшим гуманистическим и социальным ценностям, так и произвольной рассудочной деятельности. Формируясь после рождения, он стремится научиться эффективно обеспечивать элементарные функции организма. Ему нет дела до социальных законов, религиозных традиций, бессмертных творений искусства и умозрений философов. Мозг обожает целеустремлённо управлять процессами добывания пищи (денег), размножения и необременительной имитации разумной человеческой деятельности как повода для повышения доминантности. Эти увлекательные и всепоглощающие занятия обычно легко заменяют любую осмысленную деятельность, мгновенно превращая человека в часть зоологического мира. Однако дело не так плохо, как кажется. Из-за многочисленных нелепостей нашей эволюции мозг обладает способностью к произвольному мышлению, которую тщательно маскирует, прячет или искусно обходит. Попробуем разобраться в морфофункциональных основах этих скрытых достоинств человека и постараемся ими воспользоваться.

Для начала отметим, что новорождённый только перед самым появлением на свет получает индивидуальный рисунок поверхности полушарий. В это время завершается формирование борозд и извилин I и, частично, II порядка. Развитие борозд и извилин полушарий переднего мозга продолжается на протяжении 1,5 лет после рождения. В течение 1-го года формируется большая часть индивидуальных борозд и извилин III порядка, которые характерны для конкретного человека. Период дифференцировки борозд и извилин сопровождается неравномерностью роста различных долей мозга, что придаёт его строению неповторимый вид. Общие анатомические сведения говорят о неспешности формирования субстрата сознания. Однако этот процесс имеет

внутренние обременения, на которых надо остановиться немного подробнее.

Основой принятия осознанных решений, бытового и творческого мышления человека является кора полушарий большого мозга. В неё входят новая, старая и древняя кора, которые расположены на поверхности мозга. (Напомню, что у взрослого человека большая часть полушарий покрыта новой корой, или неокортексом, который состоит у всех млекопитающих из 6 слоев тел нейронов. Отростки нейронов образуют связи между собой, с сенсорными органами и эффекторными системами организма. У эмбрионов и плодов кора развивается медленно и окончательно формируется только через несколько лет после рождения.

Специальные электронно-микроскопические исследования созревания коры мозга человека показали, что у 10-недельных эмбрионов человека имеются лишь единичные гранулярные синаптические контакты в самых наружных и внутренних отделах корковой пластинки. Их число немного увеличивается к 15-й неделе, хотя характер распределения в коре не меняется вплоть до 22-й недели развития плода (Povlishock, 1975). Следовательно, до 6-го месяца развития об участии неокортекса даже в сенсорной стимуляции дифференцировки от поступающих сигналов можно говорить с большой осторожностью. Если неокортекс и начинает работать, то только отдельными зрелыми группами нейронов и без надежды на запоминание произошедших событий.

По этой причине надо начать с плодотворного этапа дифференцировки неокортекса в индивидуальном развитии. Анализ первичной цитоархитектонической дифференцировки различных отделов коры мозга человека во время пре- и пост-натального развития позволит оценить реальные возможности материальной базы развития всех форм когнитивных процессов. Морфофункциональное становление коры больших полушарий мозга человека происходит не одновременно. Одни области созревают быстрее, другие — медленнее. Вполне понятно, что те области мозга, которые понадобятся человеку вскоре после рождения, формируются первыми, а субстрат творческого мышления — последним. Пока дело дойдёт до самостоятельного мышления, обычно проходит около 20 лет, но многим людям удаётся умело избегать этого затратного развлечения всю свою жизнь.

Допустим, что мы имеем дело с нетривиальным ребёнком, который, став взрослым, будет иногда задумываться хоть о чём-то, кроме еды, размножения и доминантности. Где же будет происходить этот процесс? Нам известно, что в коре мозга человека существует три типа морфофункциональной специализации областей. Принято выделять сенсорные центры, моторные области и ассоциативные регионы. Каждый из них включает в себя несколько полей неокортекса, которые обслуживают конкретные функции. Примеров довольно много. Самым известным сенсорным центром является комплекс зрительных полей, расположенных в затылочной области мозга. Слуховые сенсорные поля лежат на нижней губе островка и в височной области. Сенсорные области соматической и связочно-мышечной чувствительности расположены в постцентральной извилине. Двигательные центры находятся в предцентральной извилине, а ассоциативные — в нижней части лобной и нижнетеменной доле мозга. По многим посттравматическим наблюдениям, рассудочной деятельностью занимаются именно эти два центра, которые очень небольшие в мозге высших обезьян и лучше всего выражены у человека.

Когнитивные возможности антропоидов и человека обычно связывают с лобными областями мозга. Лобные области автоматически наделяются особыми способностями, что оправданно только отчасти. В когнитивных процессах участвует весь головной мозг, но роль его отделов неоднозначна. В связи с этим необходимо рассмотреть самые общие принципы дифференцировки коры переднего мозга.

Полушария переднего мозга человека включают в себя не только неокортекс, хотя он составляет около 79,5% всех корковых образований. Оставшиеся 20,5% коры J приходятся на архи-, палеокортекс и межзачаточную кору if (Филимонов, 1974). Эти корковые образования входят в лимбическую систему и играют огромную роль в эмоциональной мотивации когнитивных процессов (Савельев, 2005а, 2010). Однако эти центры будут рассматриваться только в связи с другими отделами больших полушарий. Настоящая глава посвящена развитию морфологического субстрата когнитивных способностей неокортекса, которые определяют возможность произвольного и творческого мышления. Вполне понятно, что эти центры неокортекса по своим функциям являются прямой противоположностью лимбической системы с её инстинктивно-эмоциональными и наследственно-зоологическими страстями.

Неокортекс взрослого человека состоит из девяти областей, которые включают в себя около 100 полей, множество подполей и переходных корковых зон. Столь детальное деление коры разработано в результате цитоархитектонических исследований, но при описании процессов созревания функций мозга ситуацию можно упростить. Неокортикальные области неравноценны по размерам. Самые крупные размеры имеют лобная и височная области, каждая из которых составляет 23,5% всей поверхности полушария. Затылочная область занимает только 12%, предцентральной — около 9%, а верхняя и нижняя теменные области — 8%. Постцентральной областью включает немногим более 5% коры, лимбическая — 4%, а островковая — около 2%. Эти отношения могут немного меняться, но в целом характеризуют мозг человека довольно точно (Саркисов и др., 1955; Brodmann, 1925). В явном виде эти области неокортекса полушарий хорошо выявляются в мозге как

новорождённых, так и взрослого человека. Вместе с тем и в эмбриональном, и в плодном периоде морфогенеза человека дифференцировка основных областей мозга проявляется далеко не сразу.

Начиная с 8—9-й недели развития в неокортикальной пластинке полушария переднего мозга человека формируются rostrocaudальные различия. В головном мозге плода человека возникают две области, различающиеся по скорости дифференцировки. Лобная область включает в себя лобную, а затылочная — теменную, височную и затылочную кору. Различия между этими двумя областями сводятся к структурным особенностям закладки неокортекса. В передней части полушарий корковая закладка шире, чем в задней. Мигрирующие в кору нейробласты в затылочной зоне расположены намного плотнее, чем в передней. При этом количество нейробластов в обеих закладках почти одинаково. Однако большая разреженность нейробластов корковой закладки в лобной области свидетельствует о более интенсивном формировании отростков клеток. Действительно, гистологические исследования дифференцировки отростков нейронов подтверждают эту точку зрения (Поляков, 1935).

В лобной области дифференцировка отростков нервных клеток наступает раньше и происходит быстрее, чем в затылочной. Это означает, что система межклеточных и межкорковых связей лобной области устанавливается раньше, она первой вступает на путь функциональной дифференцировки и интеграции локализованных в коре сенсорных функций. На первый взгляд кажется, что мы имеем дело с опережающим развитием крупной ассоциативной зоны мозга человека, которую принято рассматривать как основной когнитивный центр. Однако это далеко не так. Редкое распределение нейронов в коре связано не столько с образованием собственных отростков, сколько с массовым приходом в лобную область аксонов из других отделов коры и подкорковых образований. Рыхлость расположения нейронов говорит об огромном числе образующихся связей, а не о зрелости коры.

Это подтверждается тем, что на 11-й неделе начинается образование синапсов пластинчатого типа как в лобной области, так и в других отделах коры. Это ещё не информационные, а так называемые настроечные синапсы, которые нужны для организации дифференцировки нейронов под влиянием любой электрохимической стимуляции. Спустя несколько месяцев их заменят настоящие синапсы, передающие содержательные сигналы.

Следует отметить, что даже примитивные пластинчатые синапсы формируются не одновременно. Только на 12—15-й неделе они возникают на всём пространстве нео-, палео- и архи- кортекса, что говорит об их морфофункциональной архаичности. По сути дела, первичные и временные пластинчатые синапсы обеспечивают дистемму простейших связей, позволяющих мозгу формироваться в условиях функционирования первичного паттерна нервных связей.

Необходимо отметить, что, несмотря на эмбриональный синаптогенез, оболочки вокруг отростков нейронов образуются довольно медленно. Так, после рождения очень активно продолжается миелинизация полушарий переднего мозга. В этот период она начинается в нижней теменной доле, в нижней и средней извилинах височной доли. Миелиновые оболочки формируются по «инфекционному» принципу: от зон ранней дифференцировки в первичных сенсорных центрах к периферии. В последнюю очередь формируются миелиновые оболочки отростков клеток, расположенных в вентральной части лобной области. Причиной их поздней дифференцировки в лобной доле является отставание формирования связей между ней и сенсомоторными полями остальной части неокортекса. Поздними очагами масштабной миелинизации являются средняя и нижние фронтальные извилины, причём в средней фронтальной извилине она начинается из верхней части, а в нижней фронтальной извилине — от покрышечной части. Дальнейшая миелинизация происходит довольно долго после рождения, но она не связана с масштабным включением новых полей в гистогенез мозга. Иначе говоря, включение новых комплексов нейронов коры в работу мозга не сопровождается радикальным изменением функционирования сложившейся системы.

Если рассмотреть эмбриональное развитие и дифференцировку неокортекса с самых общих эволюционно-морфогенетических позиций, то станет ясно, что ни о каком опережающем развитии когнитивных лобных долей речь идти не может. Дело в том, что в лобной области ассоциативные функции выполняет небольшой роstralный участок неокортекса. Он дифференцируется только к концу созревания неокортекса, поэтому лобный отдел развивающегося мозга в пренатальном и долгое время в постнатальном периоде развития не способен выполнять никаких когнитивных функций. Опережающая дифференцировка синапсов нейронов, присылающих свои отростки в лобную область, связана не с ассоциативными, а с двигательными функциями. Дорсальная, или верхняя, часть лобной области сформировалась в эволюции как двигательный центр и структура, контролирующая сложные координированные движения рук. Понятно, что для архаичных гоминид гетерохронное созревание моторных областей имело принципиальное значение. Отсутствие развитой координации движений для приматов несовместимо с выживанием, поэтому быстрое эмбриональное и плодное развитие моторных центров мозга лобной области вполне понятно и оправдано всей историей становления приматов и гоминид.

Отставание развития неокортикальной закладки в затылочной области является дополнительной

гарантией того, что в лобной доле никаких ассоциативных процессов происходить не может. Это связано с тем, что задняя эмбриональная область мозга в процессе эволюции сформировалась на основе сенсорного предствительства зрения, сенсорной, соматической, вестибулярной, вкусовой и слуховой чувствительности. В связи с этим медленная дифференцировка затылочной зоны мозга лишает даже внутриутробной сенсорной информации интенсивно растущую лобную область. Следовательно, в возрасте 8—24 нед плодного развития неокортикальные закладки переднего мозга человека не могут ни получать значимую сенсорную информацию, ни осуществлять самые примитивные когнитивные функции. Нейроны коры ещё не дифференцированы, а межкорковые связи находятся в стадии формирования. Синаптические связи возникают как инструмент для создания систем первичных взаимодействий нейронов коры с подкорковыми центрами, сенсорными и двигательными комплексами организма.

Попытки влиять на развитие плода в эти сроки при помощи внешних воздействий являются очевидной мистификацией. В самой лобной области морфогенез неокортекса сочетает в себе три процесса: увеличение толщины коры, формирование системы многочисленных отростков и нарастание площади поверхности неокортекса лобной доли. Увеличение размеров лобной области сопровождается появлением складок — борозд и извилин. На ранних стадиях определить будущие цитоархитектонические поля практически не удаётся. Разделение лобной области неокортекса на слои называется стратификацией, которую можно наблюдать только с 24-й или 25-й недели. Формирование коры мозга человека является сложным и длительным процессом и начинается с самого глубокого слоя от поверхности полушарий.

Первым формируется VI слой, который состоит из мигрировавших из прижелудочкового слоя нейробластов. Затем мимо них проползают нейробласты V слоя и образуют небольшой новый слой, отделённый от предыдущего прослойкой из отростков молодых нейронов. Спустя непродолжительное время новая группа нейронов, вышедшая из пролиферации, проползает мимо клеток VI и V слоев и формирует IV слой. Он также отделён от предыдущих слоев отростковым слоем. По этому принципу закладываются и остальные слои неокортекса. Самый верхний, расположенный на поверхности мозга, обычно называют первым, хотя он возникает в развитии самым последним. Активная закладка слоев коры интенсивно происходит в течение 5—6 нед. Затем скорость стратификации снижается, но окончательная толщина коры и строение слоев формируются только после рождения (см. нахзац).

Стратификация коры в разных частях полушарий происходит асинхронно. Это обусловлено как различиями в организации слоев, их толщиной и числом мигрирующих клеток, так и временем начала дифференцировки. Одни поля образуют характерные структуры быстрее, другие — медленнее. Преимущественное увеличение ширины полей лобной области обеспечивает III слой в самом конце пренатального развития. Округлые клетки сначала меняют свою форму на треугольную, а затем становятся пирамидными. Однако основные события формирования цитоархитектоники лобных полей приходятся на постнатальный период. При этом наблюдается чёткая филогенетическая закономерность последовательности дифференцировки. Наиболее филогенетически древние поля возникают в позднем пренатальном и раннем постнатальном периоде. Зато эволюционно-молодые — «человеческие» — области неокортекса начинают дифференцироваться намного позднее и окончательно созревают через десятки лет после рождения.

Примером древней области неокортекса, характерной для всех приматов, может служить поле 8. Оно расположено в дорсальной части лобной области, но к ассоциативным функциям никакого отношения не имеет. Это поле отвечает за сложные моторные функции, требующие точной зрительно-двигательной и пространственной интеграции сложных движений. Оно сформировалось у приматов одновременно со способностью целенаправленно манипулировать небольшими предметами именно этой зоной мозга. У человека это поле входит в область управления письменной речью, что увеличивает его значимость в индивидуальном развитии ребёнка. Древность эволюционного возникновения этого поля отражена в скорости его созревания. Если сравнить динамику увеличения толщины коры поля 8 сразу от начала цитоархитектонической дифференцировки до рождения, то выяснится, что она полнее, чем в других зонах. После рождения ребёнка созревание отростков нейронов продолжается, но постнатальное увеличение ширины коры не превышает 25—30%.

Совершенно иная закономерность наблюдается в филогенетически молодых полях. К этим полям относят структуры неокортекса, встречающиеся в зачаточном состоянии у высших приматов и хорошо развитые у человека (Савельев, 2010). Так, поля 44 и 45 у человека обычно рассматриваются в качестве речевого центра, носящего имя своего первооткрывателя — Поля Брока. Эта область неокортекса является моторным центром управления речевыми функциями.

Следует отметить, что критический период для развития речи наступает у детей в возрасте около 2 лет. К этому моменту мозг активно увеличивается в размерах в результате образования связей. Масса мозга к двум годам практически утраивается по сравнению с моментом рождения, начинается первая фаза функционирования межполушарных связей, а сенсомоторные области

активно миелинизируются.

Несмотря на существование гомологичных полей в мозге высших приматов, основной период формирования зоны Брока человека приходится на постнатальный период. Попробуем сравнить площадь поверхности полей 44 и 45 у 7-месячного плода, новорождённого и взрослого человека. Во внутриутробный период развития площадь поля 44 с 7-го месяца до рождения увеличивается в 6 раз, что выглядит как невероятно быстрый рост. Однако после рождения этот процесс не останавливается. Через 20 лет площадь поверхности поля 44 у взрослого человека в 24—26 раз больше, чем у новорождённого. Поскольку новых нейронов после рождения не появляется, а размеры поля продолжают увеличиваться, то справедлив вопрос о природе наблюдаемых изменений. Дело в том, что сложный центр Брока нуждается в гигантском количестве связей, необходимых для согласованной работы речевого комплекса глотки, языка и гортани. Если сюда добавить надобность осмысленной и содержательной речи, то объяснение станет очевидным. Поле 44 увеличивается как за счёт дифференцировки отростков собственных корковых нейронов, так и благодаря массе межкорковых связей. В результате гигантская система связей разделяет нейроны и увеличивает размеры поля.

Ещё более показателен пример с развитием поля 45, входящего в тот же речевой центр Брока. У большинства высших приматов это поле выявить довольно сложно, поскольку оно является эволюционным производным поля 44. Эта специализированная часть центра Брока характерна для человека и является наиболее поздним нашим приобретением. Данный вывод хорошо подтверждается динамикой индивидуального развития. Площадь поверхности поля 45 с 7-го месяца до рождения возрастает только в 2,8 раза, что намного меньше, чем у поля 44. Однако, как и положено эволюционно-молодым неокортикальным полям, пик развития поля 45 приходится на постнатальный период. Сравнение площади поверхности поля 45 у новорождённого и взрослого человека показало его увеличение в 180—190 раз (Кононова, 1962). При этом дифференцировка поля 45 продолжается и после наступления половой зрелости, что позволяет совершенствовать свои ораторские способности очень долго.

Эти данные свидетельствуют о том, что развитие моторных центров управления движениями тела и конечностей намного опережает дифференцировку речевых двигательных полей. В связи с этим когнитивные процессы, связанные с развитием речи, не могут формироваться раньше появления развитого морфологического субстрата в неокортексе больших полушарий. Интенсивная дифференцировка и образование связей речевых моторных зон происходят только с 3 до 7 лет, а затем более медленно продолжают до 18—20 лет. Позднее индивидуальное становление речевых областей говорит об их эволюционной новизне. В свою очередь, развитая координация движений детей является эволюционным результатом адаптивной гетерохронии развития архаичных древесных приматов. Её раннее проявление никак не связано с филогенетически более поздним приобретением — речью. Разница в скорости созревания составляет 5—7 лет, что необходимо учитывать при когнитивном становлении ребёнка.

Надо подчеркнуть, что в этих примерах с развитием полей лобной области мы рассматривали только моторные, а не ассоциативные центры. Структурное становление полей 10, 46 и 47 приходится на период от 10-12 до 18—20 лет, что совпадает с окончательной дифференцировкой моторной речевой зоны Брока. Попытки до конца этого периода обсуждать «особые» когнитивные или интеллектуальные способности конкретных людей лишены биологического основания. До этого времени нейроны ассоциативных центров ещё не формируют систему развитых связей как внутри полей, так и между отдалёнными зонами мозга.

Возникает вполне естественный вопрос о природе кратковременной одарённости детей подросткового возраста. Если кора большого мозга ещё не созрела для рассудочной деятельности, то откуда берутся юные таланты и гении? Необходимо сразу уточнить, что приводимые ниже объяснения касаются как одарённых детей, так и абсолютно бездарных. Различия проявляются очень поздно, когда индивидуальные особенности строения мозга начинают сказываться на результатах детской активности. Так, у бездарного ребёнка, уже получившего признание своих «талантов», неожиданно падают результаты, а сам он избегает продолжения «гениальной» деятельности. В этом случае ситуация хорошо понятна. Недалёкие родители, пытаясь достичь своей доминантности через детей, заставили ребёнка быть тем, кем им хочется. Благодаря «родительской заботе» они выжали из своего чадушки все социально продаваемые успехи и надеялись на дальнейшее процветание. Однако таланта не нашлось, а навсегда испорченная жизнь и нежная ненависть к близким сохраняются у подопытного подростка навсегда.

Похожая ситуация семейного разрушения закладок сознания в период формирования коры происходит постоянно. Она успешно истребляет потенциальные таланты и отваживает от любимых занятий множество неординарных детей. Как ни парадоксально, но реально гениальный ребёнок часто оказывается в аналогичной ситуации. Разница состоит в том, что у редчайшего гения, замученного полоумными родителями, конструкция мозга может совпасть с предлагаемым родственниками занятием. Самым известным примером является музыкальная семья Бахов, где сформировался единственный гений — И.С. Бах.

Следовательно, начало созревания ассоциативных центров в 10—12 лет приходится на завершение периода когнитивных «достижений», которые носят имитационно-адаптивный характер. Они базируются на обычном для всех приматов подражании, эмоциональной памяти и ситуационной адаптивности поведения. Детям так нравится радовать и удивлять взрослых, что они готовы подчинить весь свой мозг имитационному поведению. Они сами начинают верить во внушённые и самовнушённые способности, таланты и гениальность. В пустом мозге, без опыта и знаний, это создаёт невероятную уверенность в себе и гарантирует очередную жизненную катастрофу. Жалеть таких детей и родителей не имеет смысла, поскольку они только инструменты искусственного отбора. На их странноватом фоне лучше видны настоящие гении и таланты. Надо отметить, что простодушное человечество долгое время рассматривало разнообразные параноидальные фантазии незрелого мозга в качестве религиозных или юридических истин. Достаточно напомнить об идиотической мудрости типа «устах младенца глаголет истина». На этом блестящем юридическом аргументе было построено судебное разбирательство в знаменитом процессе 1682 года о салемих колдуньях. Вся жестокость обвинения и приговор 20 взрослым людям базировались на показаниях прелестных девочек 5—12 лет.

Только в XX веке учёные стали догадываться о крайней детской внушаемости, которая зависит от наводящих вопросов и ограниченности незрелого мозга. Специальные эксперименты показали, что трансформация детской памяти очень зависит от условий опроса и авторитета собеседника. Чем социальный статус собеседника выше, тем легче дети меняют свои представления и корректируют память. По сути дела, эти опыты демонстрируют границы формирования системных и безоговорочных социальных инстинктов (Савельев, 2015). Именно до 12 лет в незрелом неокортексе формируется тот пул представлений, который становится базовым для дальнейшего развития сознания человека.

Эти данные совпадают с занятыми результатами сравнения физического и умственного созревания как мальчиков, так и девочек. Оказалось, что оба типа почти совпадают по времени и в среднем приходятся у девочек на возраст 11,9 года, а у мальчиков — на 13,9. На становление влияет социальная среда, но рано физически развивающиеся мальчики превосходят по умственному развитию позже созревающих девочек. Ещё показательнее аналогичный анализ девочек. Рано физически развивающиеся девочки обладают заметно меньшими умственными способностями, чем их слабенькие сверстницы (Westin-Lindgren, 1984). В этой закономерности проглядывает чётко выраженный репродуктивный подтекст, нацеленный на максимально сжатые сроки воспроизводства.

На схожие ограничения детского мозга указывают опыты по оценке развития дедуктивных способностей. Это несколько громко сказано, поскольку речь идёт только о примитивном логическом мышлении в экспериментальном обследовании школьников (Overton et al., 1987). Для оценки наличия факта существования логических рассуждений в США было проведено несколько исследований школьников 4, 6, 8, 12-х классов. Результаты оказались феноменально интересными, так как выяснилось, что в 4-х и 6-х классах логические рассуждения у подростков полностью отсутствуют. Эта работа показывает реальную картину масштабов имитации взрослого поведения у сопливых поэтов и философов. Мозг подростка сосредоточен на изощрённом показе требуемого результата, что вводит в заблуждение даже опытных взрослых. В той же работе была найдена и граница появления первых логических рассуждений. Только в 8-м классе часть школьников проявляют минимальную логику, а начинают её осознанно использовать лишь к концу школьного обучения (Overton et al., 1987). Прошедшие 30 лет не сдвинули границы начала логических рассуждений. Мозг созревает столь же медленно, а его компьютерные улучшители позволяют имитировать наличие зачатков сознания значительно дольше, чем в старые времена.

Надо отметить, что внушаемость детей и подмена реальных процессов мышления социальными суррогатами рассматриваются не критичными родителями и психологами в качестве проявления «индиго-признаков». При взрослении «вынужденные имитаторы» вырабатывают приёмы подмены энергозатратных процессов мышления на подобие интеллектуальной деятельности и примитивную комбинаторику известных явлений и закономерностей. Именно поэтому ранние когнитивные успехи обычно завершаются появлением посредственностей, а в худшем случае — психологическими или психиатрическими осложнениями.

При этом основная проблема возникает из попыток заставить растущий мозг ребёнка выполнять невыполнимые для его неокортекса когнитивные функции. Учитывая ожидания окружающих взрослых и возможность очевидного доминирования в среде сверстников, «индиго-мозг» находит такие имитационные приёмы, которые нивелируют или даже блокируют развитие реальных способностей. В этой ситуации когнитивная система связей просто не образуется, а морфогенез направлен на формирование имитационно-адаптивных связей, которые при значительно меньших затратах приводят к тому же самому социальному результату. Вполне понятно, что биологическая эффективность воспринимается детским мозгом как социальный успех и поддерживается всеми механизмами самоощущения. Выросший из такого сокровища взрослый обычно начисто лишён способности реализовать даже имеющиеся возможности, предпочитая простые — обезьяньи.



Не менее интересна и значима для становления когнитивных процессов дифференцировка затылочной части полушарий переднего мозга. Рассматривая онтогенез, к ней обычно относят затылочную, височную, теменную и островковую доли. Филогенетически эти области объединяют под названием сенсорной коры, хотя ситуация далеко не так однозначна. И в лобной, и в затылочной областях находятся и сенсорные, и моторные поля. Однако в затылочной области доля сенсорных центров несоизмеримо больше. Значительное пространство на поверхности полушария занимают общечувствительное постцентральное поле 3, зрительные поля 17, 18 и 19 и слуховое поле 41. Даже эти наиболее древние сенсорные формации неокортекса дифференцируются не одновременно.

Рассмотрим формирование трёх зрительных полей неокортекса. Они являются представителем зрительной системы и развиваются в онтогенезе одними из первых, вслед за моторными областями. Тут необходимы пояснения, которые раскрывают некоторые особенности морфогенеза коры, похожие на логические противоречия. Ранее было рассказано, что в двигательных зонах нейроны и синапсы созревают с некоторым опережением по сравнению с другими отделами коры. Это действительно так, но к рождению созревает только минимально необходимое число нейронов, расположенных в сенсомоторных областях мозга ребёнка. Большая часть нейронов двигательных полей продолжают дифференцироваться и активно увеличиваться в размерах уже после рождения. По этой причине многие сенсомоторные навыки у детей появляются лишь через годы после рождения.

Зрительные поля затылочной области созревают преимущественно во время внутриутробного периода. После рождения количественный рост площади поверхности зрительных полей возрастает всего в три раза, а моторные и слуховые области коры увеличиваются в десятки раз (Станкевич, 1960). Наиболее специализированным в зрительной системе является поле 17. Оно получает проекционные волокна от латерального колленчатого тела, в котором оканчиваются зрительные тракты, сформированные после перекреста зрительных нервов. Это поле первым выделяется из окружающих его неокортикальных закладок. Цитоархитектонические различия с окружающими структурами неокортекса формируются в поле 17 уже между 4-м и 5-м месяцем внутриутробного развития. Это проявляется в ясном разделении IV слоя коры на три подслоя (Sauer et al., 1983). На 7-8-м месяце развития поле 17 приобретает особенности стратификации, характерные для взрослого мозга. Уже к двум годам после рождения толщина коры в поле 17 достигает размеров половозрелости. К 4-му году постнатального развития площадь поверхности этого поля составляет 85-90% размеров поля в мозге взрослого человека. В противоположность первичному зрительному корковому центру, поля 18 и 19 развиваются и дифференцируются значительно медленнее. Толщина коры в этих полях только к 7 годам становится сходной по размерам с корой мозга взрослого человека. Медленно увеличивается и площадь поверхности полей 18 и 19. К 4 годам она едва достигает 70% площади этих центров в мозге взрослого.

Таким образом, зрительное поле 17 начинает свою работу первым, но по простейшему рефлекторному принципу стимул-реакция. Окружающие его поля 18 и 19 отвечают за анализ графических примитивов и цвета объектов, но даже эти незатейливые функции формируются с огромным запаздыванием. По этой причине говорить о каком-либо осмысленном понимании образов в первые годы жизни не приходится. На самом деле ситуация с развитием зрения, особенно цветового, намного хуже, чем кажется. Если в эксперименте мы видим реакцию младенца на внешние зрительные стимулы, то делать далеко идущие выводы о когнитивном созревании крайне опрометчиво. Причины такой осторожности просты. Дело в том, что после рождения и до 4 лет только наружные сегменты цветочувствительных колбочек глаза увеличивают свою длину в 6—7 раз, а к 40 годам — в 15 раз. При этом на возраст 3—8 мес. приходится пик образования синапсов в первичной зрительной коре (Wilson, 1988).

Эти сведения подтверждаются и динамикой образования синаптических контактов в первичной зрительной коре человека (Huttenlocher, Courten, 1987). Исследование занимательно как абсолютным числом межклеточных синаптических контактов, так и динамикой их развития. Авторы изучали естественный цикл зрительного поля 17. Подсчитывали число синаптических контактов (Сн) на 1 мм, что характеризует возможности поля воспринимать и хранить зрительную информацию. Оказалось, что у 28-недельных плодов плотность синапсов составляет  $1,24 \cdot 10^6$  Сн/мм, а у новорождённых —  $2,53 \cdot 10^6$  Сн/мм. Максимальная плотность синаптических контактов была обнаружена у 8-месячных детей: она достигала  $5,72 \cdot 10^6$  Сн/мм. Затем плотность синапсов довольно быстро снижалась. В 19 мес. она составляла  $4,90 \cdot 10^6$  Сн/мм, в 11 лет —  $3,54 \cdot 10^6$  Сн/мм, а в возрасте 71 года —  $2,74 \cdot 10^6$  Сн/мм.

Следовательно, активный синаптогенез происходит у человека в возрасте от 2 до 8 мес. после рождения. Затем начинается элиминация синаптических контактов, которая продолжается до 11 лет. Это говорит о том, что инволюция синаптических контактов в первичной зрительной коре детей может радикально изменять как механизмы восприятия, так и бережно сохраняемые образы из раннего детства. Количественные сведения объясняют многие детские иллюзии, возникающие при массовом образовании и разрушении синапсов. С этим феноменом сталкивался каждый читатель книги, когда попадал в места, где провёл раннее детство. Образы, хранящиеся в памяти,

никак не совпадают с реальностью, а окружающий мир кажется безвозвратно утраченным. Из-за этого не стоит расстраиваться, так как 40-процентная потеря синаптических связей зрительного поля вполне естественна, но невосполнима для детской памяти.

Медленные по сравнению с полем 17 развитие и созревание филогенетически более молодых полей 18 и 19 соответствуют их сложным функциям. Остановимся на них немного подробнее. Эти поля зрительной коры отвечают за восприятие цвета, графических примитивов, пространственную оценку размеров и формы предметов. С ними непосредственно связаны гностические функции зрительной системы, ёмкость образной памяти и индивидуальные особенности анализа зрительной информации. Поскольку поля 18 и 19 дифференцируются почти вдвое медленнее, чем первичное зрительное поле 17, необходимо учитывать ограничения зрительных когнитивных процессов. До 7—10-летнего возраста зрительное восприятие любого предмета не гарантирует даже самого общего понимания увиденного, что подтверждается приведёнными выше особенностями синаптогенеза коры. Когнитивные свойства зрительной системы ещё просто лишены своего материального субстрата. В связи с этим самые хитроумные и настойчивые упражнения по стимуляции зрительной сферы могут вызывать имитационно-адаптивные формы поведения или приводить к конфликтным ситуациям в психике ребёнка. К сожалению, пока не существует реальных способов заметного ускорения формирования связей и дифференцировки нейронов.

О необходимости значительного времени для созревания даже нефокального цветоразличения говорят результаты исследования детей 3—6 лет (Lutzer, 1987). Перед детьми ставились задачи по сравнению стимульных выборок и ранжированию предпочитаемых цветов. Оказалось, что 6-летние дети справлялись с заданиями в два раза лучше, чем 3-летние. При этом половые различия выявить не удалось, а предварительный опыт на успешность решения не влиял. Из этого примера ясно, что поля 18 и 19 нуждаются в значительно большем времени созревания, чем первичное зрительное поле 17.

Зрительная система неокортекса является самым простым примером асинхронности развития затылочной области мозга. Если рассматривать сразу все компоненты этого отдела, то различия во времени дифференцировки окажутся более значительными. Для понимания развития когнитивных функций наиболее интересен процесс созревания всего комплекса сенсорных полей, поскольку в его центре расположена нижняя теменная область — первичный ассоциативный центр мозга человека. В него входят два поля (39 и 40) и одно подполе (37с). Этот ассоциативный центр сформировался в филогенезе на перекрёстке важнейших сенсорных полей. Его окружают зрительные, соматические, слуховые, вестибулярные и вкусовые поля. За счёт межкорковых связей теменной ассоциативный центр получает уже обработанную сенсорную информацию от различных органов чувств, что позволяет с его помощью разрешать повседневные проблемы выбора и проводить оценку значимости информации. Однако даже этот древнейший ассоциативный центр развивается асинхронно по сравнению с окружающими его афферентными полями.

Дорсальнее теменного ассоциативного центра расположена верхняя теменная область. У взрослого человека она связана с осознанием размеров и массы как своего тела, так и окружающих предметов. Первые признаки дифференцировки появляются в этой зоне только к 24—26-й неделе внутриутробного развития. Поля 5 и 7, входящие в этот отдел мозга, дифференцируются неравномерно. Поле 5 формируется преимущественно в пренатальный период. К моменту рождения все структуры этого поля практически сформированы, за исключением III слоя, ещё не полностью разделённого на подслои. Поле 7 развивается в пренатальный период более медленными темпами, чем поле 5.

Пик дифференцировки поля 7 начинается только после рождения и завершается к 2 годам. У 2-летних детей поля 5 и 7 приобретают структуру, характерную для мозга взрослого человека, и в дальнейшем увеличиваются в размерах всего в 1,5-2 раза. Эти поля контролируют восприятие собственного тела как целостной конструкции, проводят сравнение сенсорных сигналов и детерминируют основы эндо- и эктосенсорного синтеза. Иначе говоря, до 2—3-летнего возраста дети не могут адекватно оценивать своё тело и его положение в пространстве, поэтому они часто застревают в самых нелепых местах и легко могут погибнуть. Следовательно, до 2—3-летнего возраста все когнитивные процессы априори видоспецифичны и слабо адаптированы. Любая попытка осмысленного научения безрезультатна, вызывает имитации или подражание взрослым.

Ростральнее теменного ассоциативного центра лежат пост- и предцентральная области. В них входят поля 1, 2, 3, 3/4 и 43, которые расположены на центральной задней извилине в виде узких параллельных полосок, ориентированных в дорсовентральном направлении. Дифференцировка этих полей начинается на 7-м месяце пренатального развития, когда можно обнаружить признаки стратификации полей 1, 3 и 3/4. Поля 2 и 43 дифференцируются значительно позднее и более схожи по цитоархитектонической организации с теменными. В этих областях мозга сосредоточены соматотопические проекции как сенсорных, так и моторных центров. Однако преимущественно постцентральная область отвечает за соматическую чувствительность и функционально ассоциирована с моторной предцентральной областью, которая входит в состав лобной доли мозга. В предцентральную область мозга входят поля 4 и 6, которые являются чисто моторными центрами

с чёткой топологией. Нижняя часть предцентральной извилины связана с мускулатурой лица и языка, средняя — с телом и верхними конечностями, верхняя — с мускулатурой таза и нижних конечностей. Каждый участок этих полей связан со строго определённой группой мышц лица, конечностей или тела.

Моторные поля 4 и 6 дифференцируются раньше остальных структур неокортекса. Следует напомнить, что речь идёт не обо всём объёме поля, а только о лидирующих группах нейронов. Первые признаки цитоархитектонической дифференцировки обоих полей моторной области неокортекса приходятся на 4—5-й месяц внутриутробного развития. В это время ещё отсутствует чёткая закладка даже центральной борозды, а мозг человека полностью лишён всех борозд и извилин, или лиссэнцефален (см. форзац).

Даже после рождения происходит крайне медленное формирование связей между двигательной корой больших полушарий, мозжечком и красным ядром. Этот центр мозга образовался ещё при выходе архаичных тетрапод на сушу и задолго до появления как неокортекса, так и полушарий мозжечка. Тем не менее, на протяжении нескольких лет после рождения формируются интенсивные связи красного ядра с центрами произвольного управления движением (Сорокин, 1973). Таким образом, сложные координированные движения детей имеют естественные ограничения, обусловленные скоростью созревания афферентных и эфферентных моносинаптических волокон даже в древнейших центрах управления. Раннее созревание отдельных групп нейронов не гарантирует быстрого включения в работу всей специализированной области коры.

Моторные области начинают дифференцироваться ещё до появления первых признаков гирификации. Они опережают в развитии и ассоциативные центры. Надо отметить, что поля 4 и 6 по цитоархитектонической структуре особенно резко отличаются от полей лобной области и друг от друга в пренатальный период, а в постнатальный период границы становятся наименее ясными. Более того, граница предцентральных полей с лобной областью после рождения становится менее чёткой вплоть до полного созревания мозга. Эти события позволяют сделать два нетривиальных вывода.

Во-первых, поля 4 и 6 возникли в эволюции по независимым причинам. На это указывает резкая эмбриональная граница между ними. Для понимания природы различий этих полей следует обратиться к их функциям. Дело в том, что поле 4 полностью занято центрами изолированных движений. Это означает, что при повреждении участка данного поля с противоположной стороны тела исчезает возможность произвольного управления пальцами, конечностью или частью тела. Такие потери ограничены утратой моторной функции. Во-вторых, с полем 6 функциональная ситуация складывается несколько иная. Прижизненная электростимуляция этого поля вызывает сочетанные реакции синхронного поворота головы, глазных яблок и туловища в сторону, противоположную месту экспериментального раздражения.

Следовательно, проявление двигательной активности плодов в пренатальный период не может быть критерием функциональной зрелости слуховых, зрительных или сенсомоторных центров, которые формируются преимущественно после рождения. Первичную дифференцировку и функциональное созревание моторных корковых центров часто принимают за рефлекторные ответы плода на различные формы стимуляции. Однако опережающее созревание моторных корковых полей и дифференцировка пирамидных двигательных нейронов являются следствием адаптивных изменений в созревании мозга ещё архаичных приматов, а не моторными реакциями плода на внешние воздействия.

Хорошим критерием развития двигательных отделов коры детей является произвольный контроль движений, связанный с невербальным общением. Дело в том, что дети, ещё не владеющие речью, используют знаковые или репрезентативные жесты, которые близки к лингвистическим знакам. Обычно этот способ общения продолжается до 20 мес, когда происходит замена жестовой сигнализации вербальными знаками. Детская довербальная коммуникация довольно сложна и свидетельствует о том, что ребёнок уже способен к се-миотизации посредством репрезентативных жестов. Впоследствии они могут сохраняться параллельно с развитием речи. Это показывает роль опережающего созревания моторных центров коры, которые поначалу выполняют своеобразные речевые функции.

Сенсомоторное управление конечностями используется детьми не только как невербальный речевой инструмент. Они имеют дурную привычку хватать и тащить в рот всё, до чего могут дотянуться. Эта склонность была использована учёными в попытках определить момент дифференцировки право- и леворукости. Для сравнения исследовали детей в возрасте от 6 до 13 мес. жизни. Выясняли, как они достают предметы, манипулируют с ними одной или двумя руками. Используя 21 соблазнительный предмет, показали, что дети достают предметы обеими руками одинаково и независимо от возраста. Зато играли преимущественно правой рукой. Если дети возились с игрушками двумя руками, то при взрослении предпочтение рук регулярно менялось. Занятно, что девочки имели более чёткое предпочтение выбора рабочей руки (Michel et al., 1985). Эти простенькие опыты показывают, что структурная асимметрия и проба выбора рабочей руки

осуществляются очень рано. Однако окончательное предпочтение складывается после систематических индивидуальных экспериментов и установления межполушарных связей моторных центров неокортекса.

Эти примеры показывают, что цитоархитектоническая дифференцировка сенсомоторных областей даже после рождения связана с созреванием конкретных функций. Так, незаметный переход ребёнка от сосания к жеванию отражает обширную реорганизацию корковой эфферентной системы мозга. Наблюдательное человечество пару тысяч лет простодушно считало, что дети переходят от сосания к жеванию при прорезывании зубов. При этом доказательством существования только сосательных движений считалось отсутствие зубов. Эта загадочная идея бытует до сих пор, несмотря на личный опыт наблюдательных родителей. Поскольку бессмысленность глубокой убеждённости неоспорима, следует перейти к опытам на животных.

Хорошо знакомые чадолюбивым родителям и склонные к лечебной копрофагии морские свинки рождаются с полностью прорезавшимися постоянными зубами. Они сразу могут кусать вкусные материнские соски, но продолжают наивно посасывать молоко. Только через некоторое время они переходят к жеванию, что обусловлено формированием связей в корковой жевательной области. Дело в том, что эта зона коры у морских свинок формируется намного позднее, чем сосательная область (Iriki et al., 1988). Нет никаких сомнений, что отсроченное формирование связей в «жевательных центрах» человека происходит сходным образом и сохраняет материнские соски.

В развитии когнитивных функций височная область мозга занимает особое положение. В состав височной области входят обширные поля, которые располагаются на латеральной, вентральной и интрапариетальной поверхностях полушария. По традиции, введенной ещё О. Фогтом, к височной области относят поля 19, 20, 20/38, 21, 21/38, 22, 37, 22/38, 41, 41/42, 42 и 52. Выделением этих полей дифференцировка неокортекса данной области далеко не исчерпывается. Внутри полей обычно выделяют подполя и переходные зоны. Так, только в поле 37 насчитывается четыре основных и два переходных подполя (37a, 37b, 37c, 37d, 37ab, 37ac), а в поле 20 лишь на латеральной и вентральной поверхности полушария расположены три основных и одно переходное (20b, 20tc, 20I, 20/38). На вентральной губе сильвиевой борозды расположено невидимое с наружной стороны поле 41, включающее три подполя (41c, 41b, 41dc) и переходное поле 41/42. Столь большое цитоархитектоническое многообразие показывает и функциональную разнородность этой области полушария переднего мозга.

Наиболее занимательна дифференцировка височных полей и подполей, которая происходит почти одновременно с нижней теменной областью — первичным ассоциативным центром мозга. Особенно интересна довербальная и ранняя вербальная интеграция этих центров после начала функционирования первичного слухового поля 22. Речь идёт о детях в возрасте от 1,5 до 2 лет. Оказалось, что в этом возрасте команды взрослых, понуждающие и одобряющие определённые действия детей, влияют на формирование межкорковых связей и закрепляются как алгоритмы поведения (Rhein-gold et al., 1987). Детей в возрасте от 18 до 24 мес. в категорической форме стимулировали словами собирать пирамидки, кормить кукол и укладывать спать мишек. Успех мероприятия подкрепляли ободряющими словами. Дети обоих возрастов с подъёмом и энтузиазмом подчинялись, хотя ранее они без интереса и не до конца выполняли эти задания в свободной игре. После окончания командного периода обучения дети переносили полученный опыт на ситуации, в которых не было предварительного обучения. Это говорит о том, что мозг закрепляет удовольствие, получаемое детьми от подчинения взрослым, и распространяет выработанный приём на другие действия. Следовательно, при созревании мозга можно добиваться целенаправленного увеличения формирующихся связей, если время и способ воздействия выбраны с учётом особенностей морфогенеза мозга ребёнка.

Собственно говоря, переключение на вербальные взаимодействия с ребёнком осуществляется через переходный период. В течение него происходит плавный перенос от моторных взаимодействий к словесным. Этот процесс недостаточно исследован, но существуют отдельные свидетельства эффективности сочетания до-вербальных коммуникаций и обучения речи. Если в возрасте 15—21 мес. мамы общались с детьми, называли объект, находящийся в поле зрения ребёнка, и одновременно указывали на него, то малыши быстрее пополняли свой запас слов. К 21-му месяцу дети умных мамаш знали больше слов, чем малыши бестолковых родителей, не тыкавших пальчиком в называемый предмет (Tomasello, Farrar, 1986).

Столь полезное указывание на предметы при обучении речи может быть усилено контролем за скоростью артикуляции родителей. Иначе говоря, созревающий неокортекс довольно медлителен, поскольку занят активным морфогенезом — самопостроением. В это время воспринимать слова родителей и запоминать названия предметов неокортексу трудновато. По этой причине родителям, общающимся с детьми в возрасте 18—24 мес, надо помедленнее выговаривать слова (примерно 5 слов в минуту) и использовать немногословную речь (Nicolay-Pirmolin, 1986). Чрезмерно болтливые мамы, страдающие различными формами словесного поноса, обычно переживают за своих заторможенных детей, не спешащих пользоваться речью.

К двум годам появляются и кажущиеся осмысленными различные формы подражания. Дети, не

понимая содержания слов, стараются запомнить фонетические конструкции и использовать их в подходящем эмоциональном контексте. Чаще всего дети применяют в общении такие словесные подражания, как реплики, которые связаны с вопросительными высказываниями родителей (Reger, 1986). Постепенно дети выделяют содержательную часть повторяемых фраз, что приводит к их фонологическому приближению к речевым нормам взрослых. Следовательно, на ранних стадиях докортикального созревания мозга работает механизм эмоционального подражания, характерного для животных, не имеющих неокортекса. Речь идёт о птицах, которые подражают голосу человека, воспринимая слова как условные фонетические символы.

Из цитоархитектонически дифференцированных образований неокортекса височной области наиболее хорошо изучено поле 22, которое является первичным слуховым кортикальным центром и обычно называется зоной Вернике. Это поле имеет чёткие границы, которые по самым общим признакам можно идентифицировать не раньше 26-й недели внутриутробного развития. Полноценная стратифицированная структура неокортекса в зоне Вернике начинает формироваться только после рождения и оформляется к 2—3 годам. Однако основная обработка слуховых сигналов осуществляется в поле 41 и переходном поле 41/42, которые дифференцируются намного позднее. Поэтому нет никаких морфологических оснований считать, что слуховая система плода способна воспринимать и тем более обрабатывать внешние колебания воздуха. Даже если бы это было возможно, то инфраничные ритмы материнского организма, передаваемые через жидкости тела, привели бы к блокировке любых внешних сигналов. Поэтому представления о внутриутробном восприятии музыки и низкоэнергетического электромагнитного излучения вызывают очевидные сомнения. «Улучшение» когнитивного потенциала будущих детей при помощи классической музыки и «светолечения» беременных женщин сравнимо разве что с работами мичуринских биологов во главе с Т.Д. Лысенко. Они заменяли коровам силос и зерно произведениями П.И. Чайковского в сочетании с битыми печеньками с конфетной фабрикой, что загадочным образом увеличивало надой молока.

Этот подход не стоит применять к человеческим детёнышам, которых надо интенсивно кормить белками, липидами и углеводами, очень нужными для построения головного мозга. Для новорождённых музыка — не только плохая еда, но и сомнительное удовольствие, сложное для восприятия. Дело в том, что слуховая кора головного мозга человека демонстрирует первые признаки слуховой специфичности около 24-й недели внутриутробного развития. К рождению эти процессы почти завершаются, но следы активного морфогенеза сохраняются на протяжении первых 3 мес. жизни. К концу этого периода в коре исчезает зона плодной субпластинки, что говорит о снижении скорости роста основных систем корковых волокон. До 3 лет в слуховой коре сохраняются признаки дифференцировки плодного периода, что свидетельствует о крайне позднем созревании ассоциативных компонентов слуховой системы полушарий мозга (Krpmotic-Nemanic et al., 1988).

Надо отметить, что функции зоны Вернике установлены своеобразным способом. С одной стороны, известно множество случаев поражения зоны Вернике без слуховой сенсорной афазии. С другой — пока неизвестны случаи сенсорной афазии без поражения зоны Вернике. На основании этого и сделан вывод о слуховых функциях поля 22 неокортекса. Электрофизиологическая стимуляция поля 22 вызывает моторные реакции головы, шеи и туловища, а также слуховые и вестибулярные галлюцинации. Значительный участок дорсальной височной извилины в районе поля 21 связан с вестибулярным анализатором, а поле 22/38 контролирует ритмическое жевание, глотание и чмоканье. Лежащее ростральнее поле 21/38 осуществляет согласование движений гортани и глотки. Несмотря на прилежащие двигательные центры, развитие слуховой коры человека происходит намного позднее, чем зрительной (Krpmotic-Nemanic et al., 1983).

Ниже верхней височной извилины лежит огромная область неокортекса, с которой связывают слуховую и вкусовую память, а также ассоциативные функции. Долгое время считалось, что вентральную часть височной области у человека можно безболезненно удалить, хотя это и способно приводить к сноподобным расстройствам, галлюцинациям, ярким формам «дежавю» и явлениям метаморфозии. Прямые электрофизиологические исследования мозга человека показали типичное ассоциативное «молчание» этих областей, что открывает обширные возможности для спекуляций.

Таким образом, постцентральная половина неокортекса в самом широком понимании этого определения представляет собой преимущественно сенсорный комплекс центров. Зрительные, слуховые, вестибулярные и сенсомоторные поля окружают ассоциативную нижнюю теменную область. В неё входят поля 39, 40, 37с и 37ас, которые граничат с основными сенсорными областями неокортекса. В теменную ассоциативную область информация поступает из прилежащих сенсорных полей по межкорковым связям, которые формируются только после начала дифференцировки афферентных полей. Пренатальные признаки полей 39 и 40 впервые проявляются вскоре после начала стратификации неокортекса между 6-м и 7-м месяцем внутриутробного развития. При этом от начала стратификации до взрослого состояния толщина коры полей 39 и 40 увеличивается в 3 раза. Основной рост толщины коры приходится на постнатальный период.

Именно в первые месяцы жизни завершается дифференцировка клеток нижней теменной области и интенсивно увеличивается площадь поверхности этого участка коры. За время онтогенеза площадь полей 39 и 40 увеличивается в 37 раз. Наиболее интенсивный рост отмечен в период от рождения до 2-летнего возраста. К 2 годам площадь поверхности нижней теменной области достигает 80% от средних размеров этого отдела у взрослого человека.

С нижней теменной областью и прилежащими полями неокортекса связаны контроль целенаправленных действий и система побуждения к действию. Кроме этого, нижняя теменная область отвечает за умозрительное составление карт местности, планов, схем и способности к рисованию. Районы полей 37с и 37ас контролируют понимание пространственного расположения предметов, оценку расстояния, глубины и способность ориентироваться в пространстве. Эти качества ребёнка по понятным причинам не могут быть развиты до окончательной дифференцировки межкорковых связей и анализаторных центров основных дистантных органов чувств.

Необходимо отметить, что дифференцировка нижней теменной зоны головного мозга человека во внутриутробном развитии опережает этот процесс в лобной области. Такая асинхронность морфогенезов сказывается на формировании когнитивных функций детей. Многие морально-этические представления и логика детей кажутся взрослым чрезмерно оригинальными. У родителей такие особенности развития обычно вызывают экстаз осознания совершенной гениальности их потомков, а у окружающих — ощущение семейно-наследственного идиотизма. На самом деле никто не виноват, а особенности поведения продиктованы тем, что первоначально в ассоциативные функции включается нижняя теменная область, а спустя несколько лет — лобная. При этом происходит переход основных ассоциативных функций из дифференцировавшейся первой области во вторую. Довольно болезненный процесс смены субстрата принятия сложных решений часто сильно затягивается, а в социозоологической среде обитания он может не наступить никогда.

Социальные последствия подобных неочевидных метаморфозов головного мозга очень сильно сказываются на поведении подростков и молодых людей. Учитывая отягощённость этого процесса половым созреванием, остаётся только удивляться тому, как эти существа умудряются сохранять хоть какой-то человеческий облик. Поскольку процесс смены центров ассоциативного анализа очень плохо исследован, нам придётся остановиться на простейших опытах по изучению первых признаков мышления.

Наиболее интересны ранние проявления самооценки и абстрактного сочувствия окружающим. В этом отношении занятные результаты были получены при изучении мнения детей о том, поможет ли альтруизм почувствовать себя хорошим человеком (Perry et al., 1986). Исследовав дошкольников и учащихся 2, 4, 6, 8-х классов, авторы показали, что осмысленное одобрение альтруистических поступков персонажей коротких рассказов наступает только в половине случаев, и то лишь к 4-му классу. У детей альтруизм чаще порождает негативные эффективные состояния, хотя девочки чаще и раньше начинали испытывать положительные эмоции от содержания рассказов. Только к 6-му или 8-му классу альтруизм устойчиво оценивается окружающими детьми как положительный поступок, способный приносить удовлетворение и самоуважение.

Такие опыты хороши тем, что ясно показывают биологичность ассоциативной природы нижней височной области, которая является основным интеллектуальным центром до 13—15-летнего возраста. Это прекрасный обезьяний центр принятия решений, где очень мало места отводится социальному контролю поведения и весьма много — базовой внутривидовой конкуренции. Отсюда дикая жестокость подростковых шаяк, бесконечная агрессия спортивных фанатов и бессмысленная религиозность или революционность юных неофитов.

С филогенетической точки зрения ассоциативная нижняя теменная область является новым гоминидным приобретением головного мозга. По-видимому, этот центр возник для решения повседневных ассоциативных задач, которые связаны с относительно простым выбором решений или готовых форм поведения. Нужно отметить, что способность решать когнитивные задачи, построенные на перечисленных выше функциональных возможностях нижней теменной области, не связаны ни с особыми способностями, ни с талантом. Детальный анализ пространства и целенаправленные действия характерны для большинства антропоморфных приматов, у которых относительные размеры нижней теменной области всего в 2 раза меньше, чем у человека.

Следует уточнить, что созревание ассоциативных структур нижней теменной области довольно точно определяется по способности детей оценивать структурированность времени. Для этих исследований обычно используют привычные календари и простейшие наборы вопросов, отражающих способность оперировать прямой и обратной последовательностью дней, недель и месяцев в году. Экспериментаторы, как правило, исходят из широко распространённого представления о том, что в сознании человека существует два вида структур времени. В становлении этих понятий у детей они развиваются от вербального перечисления к образному представлению (Freedman, 1986). По мере созревания мозга информация вначале накапливается в вербальной, а затем и в образной системе. Эта последовательность запечатления навыков оперирования реальным временем и его образами остаётся на долгие годы. Так, многие

старательные бабушки продолжают использовать школьные дневники для повседневного расписания своих незатейливых дел. Им проще обращаться к привычным вербальным символам и графическим образам времени, которые они смогли усвоить ещё в школьные годы.

Однако нам важна не инертность мозга, а начало его созревания для столь сложной деятельности, как осознание течения времени. В ряде опытов было установлено, что только к среднему подростковому возрасту удаётся освоить осмысленное понимание прямой и обратной последовательности течения времени. Эти эксперименты дают неплохие результаты только на подготовленных детях. Имеется в виду школьное образование, которое принуждает детей мобилизовывать формирующиеся способности мозга (Freedman, 1986). В этом отношении показательно развитие памяти до начала обучения в школе.

Дело в том, что неокортикальное созревание мозга, позволяющее осмысленно запоминать биологические сведения, происходит к 6-7 годам. Именно на этот период приходятся первые эмпирические попытки обучения детей почти во всех странах. Наиболее достоверные в научном плане исследования проводили в 80-90-е годы XX столетия, ещё до широкого распространения компактных компьютерных систем. В этом плане показателен сравнительный анализ дошкольного обучения детей в наиболее отсталых странах, где можно было найти все варианты социальной среды формирования мозга. Такой работой было обследование 350 марокканских детей в дошкольный период. Одна группа ничему не училась, вторая получала современное дошкольное образование, а третья развивалась в традиционной среде — занималась изучением Корана. Основным результатом этих исследований стал вывод о том, что мнемические способности детей зависят от развитости социальной среды и принудительного обучения. Это означает, что элементарные задания по запоминанию рядов цифр, имён, фраз и картинок намного лучше выполняют дети, подвергавшиеся хоть какому-то обучению. Созревание мозга в благодати праздного естественного развития, напоминающего популярный способ формирования «детей индиго», дал самые плохие результаты. Это лишний раз подтверждает необходимость социального насилия над ленивым мозгом, который самостоятельно никогда не станет человеческим.

Таким образом, в развитии неокортекса человека существует гетерохрония дифференцировки и функционального созревания различных областей новой коры. В одних случаях она завершается вскоре после рождения, в других — только к совершеннолетию. Это говорит о том, что система межнейронных синаптических связей, лежащая в основе памяти и ассоциативного мышления в различных центрах неокортекса, формируется в разное время пре- и постнатального развития. В связи с этим формирование конкретных когнитивных способностей не универсально и должно быть приурочено ко времени созревания как сенсорных, так и аналитических центров мозга. Если этот принцип нарушается, то активные попытки когнитивного развития могут вызвать имитационное поведение и даже глубокие отклонения в неврологическом статусе ребёнка.

Рассматривая в двух главах сравнительное развитие лимбической и неокортикальной систем контроля поведения ребёнка, я вынужденно прихожу к неутешительным выводам. В ранние годы жизни мозг ребёнка в обеих системах интенсивно перестраивается. Память формируется по универсальным механизмам, но сам нейрональный субстрат в это время крайне нестабилен. Долговременная память построена на межнейронных синаптических связях. Никакой стабильности в это время нет, а новые связи между нейронами быстро изменяют воспоминания. Эти особенности развития мозга повышают значимость постоянного использования знаний или сильную эмоциональную окрашенность происходящего события.

В этом отношении показательны опросы студентов об их самых ранних воспоминаниях. Оказалось, что почти все они так или иначе связаны с отрицательными эмоциональными переживаниями (Cowan, Davidson, 1984). При этом женщины сообщали о более ранних воспоминаниях, которые в основном касались личных привязанностей. Они запоминали свои сожаления об утрате отношений с близкими, разлуках и конфликтах. У мальчиков, в полном соответствии с медленным созреванием мозга, в памяти сохранялись более поздние события. Основные запомнившиеся расстройства были связаны с личными неумениями, неудачами, плохими способностями или неуспешностью. Надо отметить, что у исследователей сформировались две большие группы ответов, где приведённый выше половой диморфизм не проявлялся. Иначе говоря, половые различия первых воспоминаний, конечно, есть, но они не столь значительны, как можно было бы ожидать. Это исследование показывает огромную роль отрицательных эмоций в появлении первых воспоминаний. Позитивные достижения не так чувствительны для детей, воспринимающих их как само собой разумеющееся. Только отрицательный биологический опыт мобилизует формирование долговременной памяти. По этой причине неудивительна приверженность педагогов прошлых столетий бодрящим воздействиям на память хорошо вымоченных и гибких розг.

Именно межклеточные контакты в нервной системе младенцев и детей до 3—4 лет перестраиваются наиболее интенсивно. Одни системы эмбриональных связей между нейронами возникают и полностью исчезают. Другие — столь быстро нарастают количественно, что первичные воспоминания безнадежно меняются или вытесняются новыми впечатлениями. Третьи — начинают появляться в значительно более позднем возрасте. Иначе говоря, нейроанатомический субстрат

памяти очень нестабилен и постоянно перестраивается. Из-за этого бесследно исчезают целые пласты детских воспоминаний, многие навыки и умения. Достаточно напомнить о рефлексах хватания и генерации инстинктивных звуковых сигналов. Индивидуальная память в ранние годы жизни почти не сохраняет воспоминаний для ретроспективного применения подходов психоанализа.

Представление о развитии детской памяти остаётся неизменным много лет, что давно признаётся большинством психологов (Kagan, 1984). При наличии структурно-функциональной преемственности условных стадий психического развития ребёнка существуют поведенческие проявления, типичные для каждого возрастного этапа. Самое существенное то, что временные адаптивные явления с возрастом постепенно исчезают и не имеют никакой связи с более поздними, внешне сходными характеристиками поведения. Продолжительные исследования одних и тех же детей показали, что изменения психологических характеристик в первые 3 года жизни не прогностичны для культурно и социально значимых свойств личности спустя 5, 10 и 20 лет. Зато большинство сходных изменений в возрасте 5—10 лет прогностичны как для подросткового, так и для взрослого периода. Эти сроки точно совпадают с периодом максимального увеличения межнейронных синаптических контактов и ветвления дендритов в коре больших полушарий подростка.

Следовательно, динамика роста и перестроек нейро-морфологического субстрата памяти ребёнка полностью противоречит сути теорий З. Фрейда и Ж. Пиаже. Напомню, что З. Фрейд ввёл понятие «символических стадий» развития, чем подчёркивал свои представления о непрерывности и преемственности психического развития ребёнка. Ж. Пиаже в свою очередь придерживался той же концепции, но ввёл в научный оборот столь же туманные «стадии интеллектуального развития». По их мнению, каждая предшествующая стадия, вместе с навыками и воспоминаниями, не исчезает, а встраивается в последующую или интегрируется с ней.

К сожалению, наши знания о морфофункциональной перестройке памяти не позволяют принять на веру изящные фигуры мысли сторонников психоанализа. Их подходы основаны на структурной неизменяемости и долговременном закреплении ранних детских воспоминаний. Это далеко не так, поскольку мозг очень быстро перестраивается, как это было показано на примере запечатлений. Они, конечно, часто сохраняются, но в крайне изменённом виде. Если использовать методы психоанализа, то на таком неверном материале можно добиться самых ужасных результатов.

Того факта, что развитие мозга происходит внутри одной и той же головы, недостаточно для доказательства сохранности и преемственности памяти человека от рождения до смерти. Мозг человека — не склад впечатлений и сведений, а динамическая и перестраиваемая конструкция. Это инструмент адаптации поведения для решения конкретных биологических и социальных задач. По мере созревания мозга намного более важную роль начинают играть детские запечатления, подражание и когнитивные приёмы анализа внешнего мира, которые будут рассмотрены в следующих главах книги.



## VI. СОЗРЕВАНИЕ ПАМЯТИ

Для осознания себя полезно знать, как из набора простейших рефлекторных реакций эмбриона появляется способность к пониманию окружающего мира и мышлению. Эти явления одного порядка с теми, которые давно разрабатываются для взрослых людей в рамках антропогенетики (Lambertini, 1981). Авторов, занимающихся этой проблемой, интересует соотношение наследственных и средовых факторов в индивидуальном и социальном становлении человека. Для детей до пубертатного периода эти события носят принципиальный характер, поскольку детерминируют их способы восприятия и использования окружающего мира.

В предыдущих главах было рассказано о двух составляющих нашего мышления: инстинктивно-гормональной лимбической системе и неокортикально-стриарном комплексе произвольной рассудочной деятельности. Эти системы принятия решений созревают в разное время и вступают в непримиримый конфликт в головном мозге конкретного человека. Формируется система мышления, построенного на двойственности сознания, что обрекает человека на мучительную жизнь и непоследовательность в принятии решений. Однако от рождения до становления двойственности сознания человек обычно проживает от 15 до 35 лет. Этот длительный период формирования основ поведения нельзя оставить без пристального внимания.

Именно в это время происходят те принципиальные события, которые определяют индивидуальное поведение человека. В самом начале самостоятельной жизни когнитивные запечатления построены на подкреплении, которое обеспечивается различными эмоциями. Про эмоции человека придумано множество самых разных теорий, похожих на убеждённое описание ёжиков, жонглирующих мыльными пузырями. Этим увлекательным делом занимаются любители психологии и философии, избавленные образованием от понимания функциональной морфологии мозга. Даже у совершенно несмышлёного ребёнка внимательные мамы быстро научаются замечать врождённые формы проявления удовольствия или неудовольствия. Вполне понятно, что столь скользких вопросов появления детских эмоций искушённые ценители психоанализа избегают, как радиоактивной свалки. В таких ситуациях их умозрительные методы закономерно становятся посмешищем даже в глазах искренних ценителей алогизмов З. Фрейда.

Под эмоциями я понимаю систему внутримозгового инстинктивно-гормонального подкрепления или отрицания событий, приводящих к повышению или понижению жизнеспособности. Эти события происходят по общим принципам как у новорождённого, так и у древнего старика. С этих позиций и будут рассмотрены процессы приобретения когнитивного опыта, становление системы подражания и запечатления. В основе перечисленных свойств мозга лежат общие механизмы памяти, которые используются всеми структурами головного мозга для накопления и сравнения информации о внешнем и внутреннем мире.

Для анализа закономерностей развития когнитивных способностей необходимо ясное представление о нейробиологической природе данного процесса. В связи с этим следует кратко рассмотреть элементарные механизмы памяти и мышления. Природа памяти остаётся одной из самых излюбленных тем для физиологической и психологической натурфилософии. Проблемы механизмов памяти обычно трактуют как некий круг широких и разнонаправленных процессов мозга, понять которые, видимо, не дано. В соответствии с модой временами предлагались нематериальные формы памяти, биохимические и молекулярно-генетические модели запоминания. До сих пор в научной литературе регулярно возникают туманные рассуждения о РНК-глиальных взаимодействиях и хранении памяти в виде информационных нейропептидов и особых колебаний клеток. Трудно не согласиться с тем, что пассивное и энергоне-затратное хранение информации на любом носителе дало бы мозгу огромные преимущества. Однако эти фантазии перечёркиваются печальным опытом кратковременной остановки работы мозга. Примерно через 6 мин после наступления клинической смерти в мозге начинает необратимо разрушаться память, а через четверть часа о личных воспоминаниях говорить уже не приходится. Если бы память хранилась на каком-либо энергетически независимом носителе, то она могла бы восстановиться. Этого никогда не происходит, что означает динамичность памяти и постоянные энергетические затраты на её поддержание.

Кратко перечислим реальные тривиальные сведения о памяти и причинах её утраты. Память — это функция нервных клеток. При синдроме Корсакова, рассеянном склерозе, ишемической болезни мозга, когда дегенерируют нейроны, память исчезает. Следовательно, память не может быть в мозге отделена от её носителей — нейронов. При этом крайне важно, что нейроны, определяющие память человека, находятся преимущественно в неокортексе. Неокортекс содержит около 11 млрд нейронов и в несколько раз больше глии. Количество нейронов — важный показатель для запоминания. У беспозвоночных с небольшим количеством нейронов индивидуальное научение не превышает 5—7% генетически детерминированных форм поведения.

Изучение простых нервных сетей кишечнорастворимых показало, что для появления способности запоминать необходимо обладать некоторым минимальным количеством нейронов. Тогда их связей хватит, чтобы сохранить хоть что-то от произошедшего события. Следовательно, память зависит от

связей, в которые вступают клетки (Савельев, 20056).

Хорошо известно, что в памяти информация хранится разное время. Есть долговременная и кратковременная память. Одни события быстро забываются, если не обновляются или не повторяются. Это говорит о том, что память динамична. Она как-то удерживается, но не надолго, а затем, при невостребованности, исчезает. Однако существуют и ещё более странные закономерности, известные каждому читателю. Всякие ненужные и бесполезные события могут запоминаться навсегда, а нужные — всего на несколько часов. Таким образом, память избирательна, но эта избирательность на первый взгляд необъяснима. Попробуем разобраться в описанных парадоксах.

Крайне существенно понимать, что память — энергозависимый процесс. Нет потока энергии — нет памяти. Любой энергозависимый процесс невыгоден организму. Это значит, что без крайней биологической необходимости такой процесс поддерживаться не будет. Следствием энергозависимости памяти является нестабильность её содержательной части. Сохранение информации в динамической системе приводит к её постоянному изменению. Воспоминания о прошедших событиях фальсифицируются во времени вплоть до полной неадекватности. Реального счётчика времени у памяти нет, но его заменяет скорость забывания. Память о любом событии уменьшается обратно пропорционально времени. Через час забывается половина всего попавшего в память, через сутки — две трети, а через месяц — четыре пятых. Жизнь животного и человека в воспоминаниях делится не на условные отрезки (годы, месяцы, дни), а на события, которые являются маркёрами времени.

Перечисленный набор свойств памяти хорошо известен. Попробуем понять принципы её устройства, исходя из биологической целесообразности результатов работы. Физические компоненты памяти состоят из нервных путей, объединяющих одну или несколько клеток. В них входят зоны градуального и активного проведения сигналов, различные системы синапсов и тел нейронов.

Представим себе модельное событие. Организм с развитым мозгом впервые столкнулся с новой, но достаточно важной ситуацией. Через несколько сенсорных входов животное получило разнородную информацию. Её анализ завершился принятием решения, реализованного при помощи скелетной мускулатуры. При этом результат полностью удовлетворил организм. В нервной системе сохранилось остаточное возбуждение — движение сигналов по цепям, которые использовались при решении проблемы. Это «старые цепи», существовавшие до ситуации с необходимостью запоминать новую информацию. Поддержание циркуляции разных информационных сигналов в рамках одной структурной цепи крайне энергозатратно, поэтому сохранение в памяти новой информации обычно затруднительно. Во время повторов или в похожих ситуациях могут образоваться новые синаптические связи между клетками блока памяти, и тогда полученная информация запомнится надолго. Информация будет отведена от «старых цепей» и начнёт циркулировать на «собственном физическом носителе». Это не значит, что путь её движения затем не используется для других процессов запоминания.

Таким образом, запоминание — это сохранение остаточной активности нейронов участка мозга. Память тем лучше, чем больше клеток вовлечено в этот процесс. Чем разнообразнее структура информации, тем больше центров и клеток участвует в её хранении. Как правило, в процесс запоминания включены сенсорные, аналитические и эффекторные системы, поэтому яркие воспоминания вызывают характерные движения глаз и произвольную моторную активность.

Наши первые попытки что-либо вспомнить хорошо иллюстрируются одним из занятных феноменов — самоузнавания. Становление самоидентификации в процессе индивидуального развития является одним из важнейших качеств человеческого мозга. В животном мире самоузнавание даётся нелегко, и только высшие приматы с лёгкостью осваивают зеркала с собственным изображением. Специальные исследования показали, что признаки самоузнавания, первоначально базирующиеся на более зрелой лимбической системе, начинаются через 9 мес. после рождения. Однако различение собственного изображения в разных состояниях появляется только с полутора лет. До этого времени дети не отличают нормальное и искажённое изображение в зеркале. Начав различать собственное лицо, они избегают искажённого состояния (Brooks-Gunn, Lewis, 1984). После появления самоузнавания постепенно начинает дифференцироваться кора, которая обеспечивает распознавание мимических деталей.

Память мозга — это вынужденная компенсаторная реакция нервной системы. Она вызвана стремлением нейронов «экономить» на повторном формировании уже однажды возникших рецепторных, аналитических и эффекторных связей, которые нужны при ответе на раздражение. Если воздействие однотипно, а предыдущий путь обработки сигнала ещё поддерживается нейронами, то происходит узнавание воздействия. Узнавание воздействия или раздражения закрепляет в нервной системе способ его обработки, а не сам образ предмета или воздействия. Экономия энергии является основой для запоминания. В большом и развитом мозге человека происходит закрепление любых вариантов ответов на воздействия, но они исчезают без регулярного повторения. Нейронные сети по обработке сигналов всегда как бы стоят перед двойственным

выбором: сохранить приобретённый опыт и сэкономить на решении идентичной проблемы или уничтожить его. С одной стороны, если этот опыт не пригодится, то длительная поддержка ненужной информации «съест» много ресурсов. С другой стороны, если сразу «забыть» приобретённый опыт, то может потребоваться слишком много энергии для повторного проведения анализа и принятия адекватного решения. Эта дилемма решается просто: нет повторения — есть забывание. Иначе говоря, энергетическая «скупость» мозга служит фундаментальной основой для появления кратковременной и долговременной памяти. Вполне логично поискать причины существования кратковременной и долговременной памяти. Это условные названия одного процесса, который разделён только по механизмам нейронного хранения. Кратковременная память предполагает быстрое запоминание и такое же быстрое забывание полученной информации. В основе кратковременной памяти лежит физиологический принцип использования имеющихся связей между нейронами.

Любая информация переходит во временное хранение. Такое хранение представляет собой циклическую передачу сигналов по кольцевым цепям из отростков и синаптических контактов нейронов. В этот момент реализуется способность нейронов передавать сигналы при помощи различных медиаторов, но через одни и те же синапсы. По сути дела, происходит двойное использование одной нейронной сети. Совпавшие с предыдущими циклами памяти участки сети воспринимаются мозгом как найденные закономерности, а абсолютно новые участки — как модификации уже найденных принципов. Однако этот способ хранения информации хорош для кратковременного использования. Очень трудно разводить потоки параллельных сигналов, различающихся по времени, амплитуде, частоте и медиаторам, но проходящие по одним и тем же проводникам. Поддержка стабильности такой живой широкополосной системы энергетически крайне затратна и нестабильна. Это хранилище памяти открыто для внешнего мира, что делает его особенно уязвимым. К тем же клеткам приходят новые возбуждающие сигналы, накапливаются ошибки передачи и происходит перерасход энергетических ресурсов. Нейроны хорошо поддерживают такую память при полной мобилизации организма. Студент выучит за 3 дня толстую книгу, но утратит её содержание, не сумев найти энергетических ресурсов для его перевода в долговременную память. Большая ёмкость кратковременной памяти обычно свидетельствует о предыдущей длительной релаксации или патологии обменных процессов. Цена мобилизации — опережающее старение нейронов, а редкое использование мозга ведёт к быстрому утомлению и склеротическим изменениям.

При всех недостатках памяти человека она не так плоха и уязвима, как кажется на первый взгляд. Даже у маленьких детей память, построенная на неокортикальном субстрате, довольно устойчива. Особенно хорошо запоминаются самостоятельно созданные образы. Осмысленное рисование, сочетающее в себе тонкие моторные навыки, зрительные впечатления и ассоциативные образы, включает в запоминание так много нейронов, что память довольно долго сохраняет следы творческого события. Специальные исследования припоминания у детей 4—5 лет были проведены в различных эмоциональных состояниях испытуемых (Duncan et al., 1985). При творческом рисовании детей приводили в разные эмоциональные состояния. Спустя некоторое время им помогали вспоминать это событие, имитируя исходный эмоциональный профиль. Оказалось, что удовлетворённо-счастливое, нейтральное и раздражённо-злое состояния никак не сказываются на облегчении воспроизведения событий. Иначе говоря, модная гипотеза о влиянии на научение совпадения эмоционального состояния в фазах кодирования и поиска информации у детей экспериментально не подтвердилась.

Однако ситуация не так плоха, как выглядит. Нервная система обладает долговременной памятью. Конечно, она зачастую так трансформирует реальность, что делает исходные объекты просто неузнаваемыми. Степень модификации хранимого в памяти объекта зависит от времени хранения. Память сохраняет воспоминания, но модифицирует их так, как хочется её обладателю. Животные ведут себя аналогично. Лисы, волки, бородавочники, шакалы и многие другие животные, возвращаясь к своим норам и старым гнездовьям, всегда выглядят крайне смущёнными, когда вновь осматривают знакомое место. По-видимому, прошлогодний образ чудесной норы или гнезда несколько не соответствует увиденным реалиям, поэтому животные всегда пытаются улучшить то, что ещё год назад было вполне приемлемым. Плохая память рождает идеальные образы прошлого, к которым животные и человек пытаются привести сегодняшнюю реальность. Поведенческая активность по компенсации расхождений образов памяти и реальных объектов является прекрасным движущим мотивом для большей части человечества.

В основе долговременной памяти, как ни странно, лежат простые и случайные процессы. Дело в том, что нейроны всю жизнь формируют и разрушают свои связи. Синапсы постоянно образуются и исчезают. Довольно приблизительные данные говорят о том, что этот процесс спонтанного образования одного нейронного синапса может происходить у млекопитающих примерно 3—4 раза в 2—5 дней. Несколько реже возникает ветвление коллатералей, содержащих сотни различных синапсов. Новая полисинаптическая коллатераль формируется за 40—45 дней. Поскольку эти процессы происходят в каждом нейроне, вполне понятна ежедневная ёмкость долговременной памяти для любого животного. Можно ожидать, что в коре мозга человека каждый день будет образовываться около 800 млн новых связей между клетками и примерно столько же будет

разрушено. Долговременным запоминанием является включение в новообразованную сеть участков с совершенно неиспользованными, новообразованными контактами между клетками. Чем больше новообразованных синаптических контактов участвует в сети первичной (кратковременной) памяти, тем больше у этой сети шансов сохраниться надолго.

Методическое и долговременное обучение собственно и сводится к накоплению первичных и незадействованных синапсов в новообразованных циклических сетях запоминания. Время запоминания тем меньше, чем больше клеток участвует в этом процессе. Чтобы усилить запоминание, надо привлекать больше клеток из самых разных систем: зрения, слуха, вкуса, обоняния, мышечной рецепции и т. д. Игровое обучение людей и животных, реабилитационные программы для неврологических пациентов и быстрое усвоение огромных массивов разнообразной информации построены именно на этом простом, но крайне эффективном принципе.

Вместе с тем в системе есть и изъяны. Предсказать, где и сколько клеток образует новые связи, весьма затруднительно. Это вероятностный процесс. Мы не можем узнать, какой нейрон окажется достаточно энергетически обеспечен и морфогенетически активен для формирования новой коллатерали или синапса. В момент возникновения массы связей (на пике долговременного запоминания) можно заниматься отнюдь не жизненно важными проблемами. Долговременное запоминание произойдёт всё равно, нравится нам это или не нравится, нужная это информация или совершенно пустой фрагмент существования. Независимо от биологического содержания произошедшее явление будет долго и навязчиво воспроизводиться в памяти животного или человека.

Следовательно, единственным способом борьбы с неуправляемой долговременной памятью является увеличение времени на запоминание. Механизмы сохранения памяти основаны на способности стимулировать локальное кровообращение в том участке мозга, который больше нагружен. Увеличение кровообращения вызывает повышение метаболизма и стимуляцию синаптогенеза — базового процесса долговременной памяти. При этом необходимо привлекать самые разнообразные органы чувств и ассоциации, наращивая число клеток-запоминателей, а значит и шансы на долговременное запоминание.

Забывание информации, сохранённой как в краткосрочной, так и в долгосрочной памяти, происходит по обратным законам. Если мозг не подкрепляет свой первичный опыт новыми результатами, не обращается к однажды полученной информации, то она забывается. Связи между нейронами пластичны. Невостребованные циклы памяти постепенно упрощаются или вытесняются новыми значимыми событиями. Таким образом, самый лучший способ забывания — невостребованность хранимой информации. Она сама исчезнет, если её не восстанавливать дополнительным вниманием. В этом случае мозг получает огромное «удовольствие», которое выражается во вполне материальном виде. Забывание — биологически очень выгодный процесс. При исчезновении любого самого короткого информационного цикла происходит экономия на синтезе аденозинтри-фосфорной кислоты, медиаторов, мембран, а также на аксонном транспорте. Всё, что приводит к уменьшению энергетических расходов мозга, воспринимается как биологический успех. Мозг не «догадывается» об информационной ценности памяти. Он стремится экономить на её хранении. Ему безразлично, на что затрачивается энергия, главное — её количество. Мозг человека старается не расходовать энергию на затратное поддержание любой информации. В связи с этим забывание происходит намного легче и приятнее, чем запоминание.

Наиболее важный аспект когнитивных процессов представляет мышление (оно же — инсайт, ассоциативное обучение и т. д.). Оно может осуществляться в любой кортикальной структуре мозга или в системе ассоциированных между собой более древних центров, что зависит от числа вовлечённых нейронов.

Исторически сложилось так, что мышление представляет собой философскую проблему. Её натушно надуманная суть оформлена в виде неразрешимого «гносеологического вопроса», а неразрешимость изобретена путём противопоставления теории происхождения и организации мышления. По «рационалистической» теории, законы мышления априорны. Они предшествуют опыту и являются базой для его осуществления. Мышление загадочным образом наследуется, его принципы неизменны. С «эмпирической» точки зрения законы мышления апостериорны. Все они вытекают из опыта и являются благоприобретёнными свойствами мозга конкретного человека.

Примерно так же рассуждают многие естествоиспытатели. В их странноватых парадигмах проблема выглядит более реально. У ортодоксальных рефлексологов гносеологическая проблема была однозначно перенесена на уровень условного рефлекса. Сущность фило-софско-физиологических трудностей иллюстрирует старый, но очень милый вопрос о механизме формирования условного рефлекса. Он заключается в том, что необходимо решить, образуются ли новые межнейронные контакты при формировании условного рефлекса или сигналы «прокладывают» себе новые пути в уже имеющихся связях. Если связи в мозге динамически изменяются, то непонятно, как хранить бесценные безусловные рефлексы — основу всей теории. Если же все связи мозга возникли заранее, то приходится рассчитывать только на «божественный промысел» и надеяться на то, что все наши мысли предусмотрены. На самом деле никакого противопоставления этих двух явлений нет, как нет

и самого «гносеологического вопроса». Попробуем рассмотреть более-менее реальные факты, говорящие о механизмах мышления.

Под мышлением следует понимать такую активность, которая приводит к появлению в поведении нестандартных решений стандартных ситуаций. Например, попугай любит почёсывать голову когтистой лапкой. Это инстинктивный стандарт поведения. Однако макушку чесать не очень удобно. Попугай берёт шишку и почёсывает голову её краем. Попугай не обладал врождённым поведением, которое бы включило программу такого действия, но он берёт в лапу самые разные предметы, а это движение врождённое. Иначе говоря, попугай «сообразил», «домыслил», «придумал» или неожиданно «озарился», как использовать шишку и врождённую способность для новых целей. Пример с сообразительным попугаем аккумулирует множество условий, которым должно отвечать действие животного, если мы называем это результатом мышления.

Любые генетически детерминированные формы поведения не могут считаться мышлением. Такая детерминация может иметь как прямой генетический характер, так и косвенные формы. Генетически детерминированные формы поведения могут реализовываться через гормональную активность эндокринных систем или регулироваться внешними факторами.

Мышление всегда индивидуально. Действие животного или человека, являющееся плодом мышления, не может быть абсолютно идентичным у двух особей. В основе расхождений лежат индивидуальность развития и созревания головного мозга, а также гигантская изменчивость его морфологической организации. Вполне понятно, что на столь разном структурном субстрате не возникает идентичных решений.

При больших индивидуальных различиях надо учитывать половой диморфизм. Хочется нам или нет, но половые различия сознания существуют. Они влияют на формирование сознания с раннего детства. Достаточно вспомнить расхожее и обидное представление мужчин о женских затруднениях при описании дороги, местности и пространственной ориентации. Это бытовое мнение давно проверено экспериментально и, как ни печально, подтверждено. Самое интересное, что половые различия в пространственной ориентации были обнаружены именно в момент активного созревания неокортекса. Оценка варьируемых экспериментальных факторов проводилась авторами в 8 исследованиях на детях разного пола в возрасте 3, 4 и 5 лет (Horan, Ros-ser, 1984). Оказалось, что девочки лучше справлялись с заданиями по инвариантности размерностей стимула и реакции, а мальчики были успешнее, когда требовалось сочетание размерностей. Самые яркие различия авторы обнаружили при варьировании пространственной ориентации. Этот пример показывает, что решение любых биологических задач имеет как индивидуальные, так и наследуемые половые особенности.

Биологической целью мышления является достижение поведенческой исключительности конкретной особи. Этим благоприобретённым способом расширяется перечень вариантов поиска пищи, размножения и доминирования. Результаты поиска нестандартных решений могут равновероятно приводить как к положительному, так и к отрицательному (понижающему достижение перечисленных целей) итогу, поэтому эффективность мышления заведомо ниже, чем реализация врождённых форм поведения.

Поведение, ставшее плодом мышления, передаётся следующему поколению с помощью непосредственного научения. Вновь «выдуманная» форма поведения распространяется от одной особи к другой или от родителей к детям, что создаёт основы для социального наследования информации.

Мышление — лишь потенциальная возможность мозга. Способность построена на индивидуальных особенностях архитектоники нервной системы. При исключительно благоприятных условиях мышление может ни разу не проявиться за время жизни конкретной особи. Для реализации мышления необходимо полностью исчерпать все врождённые формы поведения. В целом мышление — самое невыгодное занятие для мозга. Трудно придумать более порочный способ тратить драгоценную энергию нейронов. Вся история эволюции нервной системы построена на стремлении к экономии расходуемой энергии, а не на её трате. Мышление не является исключением из правила. На «разумной деятельности» всегда принято экономить. Любая интеллектуальная нагрузка крайне затратна для организма, поэтому в эволюции мозга сложились изошрённые способы сохранения энергии.

В животном мире часто превалирует гормональная регуляция основных форм поведенческой активности. Развитость органов чувств позволяет точно выбирать нужную врождённую программу, а гормональная регуляция становится и пусковым стимулом, и системой достижения адекватного результата. Сочетание наследуемых программ поведения, органов чувств и гормонального контроля реализации форм поведения приводит к эффективному адаптивному поведению. Его часто вполне достаточно даже для животных с крупным мозгом. По сути дела, если такая форма регуляции поведения оказывается успешной, то никакого «затратного мышления» ожидать от животного или человека не приходится.

Тем не менее, сравнивать информацию от различных органов чувств в головном мозге, в какой-то его области, необходимо. В связи с этим ещё на заре эволюции центральной нервной системы возникли специальные центры. В них анализировалась информация от внутренних и внешних рецепторов, эффекторных органов и принимались «решения», крайне далёкие от того, что мы понимаем под мышлением. Однако даже простой выбор инстинктивного поведения требует некоего специализированного участка мозга, где бы могло осуществляться относительно «беспристрастное» сравнение всех сигналов из внешней среды и организма. Чем объективнее такое сравнение, тем выше вероятность совершить адекватный поступок, повышающий адаптивность организма. Правильный выбор даст право на жизнь.

Эти жёсткие требования и привели к формированию своеобразной надстройки над рецепторными и эффекторными системами — ассоциативных зон мозга. Ассоциативные центры далеко не одинаковы в различных систематических группах позвоночных. Они неоднократно возникали в процессе эволюции на основе самых разнообразных отделов головного мозга (Савельев, 2005а, 2005б, 2010, 2015). Только у млекопитающих ассоциативные центры сосредоточены в развитом неокортексе переднего мозга. Это стало возможно благодаря увеличению размеров мозга в целом и переднего мозга в частности. Избыток клеток в центрах церебрального обслуживания как внешних, так и внутренних анализаторов сочетался с ассоциативной корой, что дало огромные преимущества млекопитающим и усложнило их исследовательское мышление.

Обладатели крупного мозга становятся своеобразными заложниками его размеров. В большом количестве нейрональных связей постоянно фиксируется повседневная информация о внешнем мире и внутреннем состоянии. Чем больше мозг, тем разнообразнее информация и дольше она в нём хранится. При этом синапто-генез непрерывно изменяет материальную базу нашего мышления. Даже полное бездействие в конце концов приведёт к формированию случайного набора нервных связей, который вызовет неожиданное и совершенно «немотивированное» поведение. На самом деле «мотивация» была, но она не связана с неким определённым индивидуальным опытом или конкретным событием. Побуждение к действию возникло из-за вновь образованных межнейронных связей. Они случайно соединили разнообразные хранилища образов, слуховых стимулов, запахов и моторных навыков. Результатом стала донныне не существовавшая связь между явлениями, что побудило животное или человека к формально «немотивированному» действию. Мозг с огромным количеством морфогенетически активных нейронов непрерывно создаёт новые и разрушает старые связи. Однако в раннем развитии процессы морфогенеза идут быстрее. Мозг будет автоматически накапливать различные сведения, а поведение станет произвольно меняться.

Когнитивные процессы начинаются только тогда, когда складывается неразрешимая в рамках традиционного поведения ситуация. Заставить мозг затрачивать дополнительную энергию на разработку непривычных методов поиска пищи при её наличии практически невозможно. Зато при исчезновении легкодоступных и привычных ресурсов оголодавший мозг начинает проявлять чудеса сообразительности и трудолюбия. С этого момента начинается творческое решение возникших проблем. Индивидуальный подход определяется вариабельностью нервной системы, а все решения уникальны. Способности мозга обычно не востребованы в стабильных условиях среды, но иногда проявляются в необычных ситуациях. Если животное или человек не может применить стандартное решение, то начинается когнитивный процесс.

Разумный поиск новых решений, возникающих биологических проблем состоит из нескольких параллельных процессов. Его базой служит память, которая должна охватывать множество разнообразных явлений, имеющих отношение к решаемой проблеме. Сети нейронов содержат разнообразные потоки постепенно стирающейся информации. Если она касается одного вопроса, то может частично перекрываться, проходя по одним и тем же клеткам. Поиск нового решения заключается в образовании новых систем связей между уже существующими нейронными комплексами. Если такая связь устанавливается, то появляется неожиданная цепь взаимодействий.

Новые связи становятся причиной компиляции уже имеющихся знаний. Понятно, что установление связей может происходить как по кратковременному, так и по долговременному типу. Если связи оказываются кратковременными, то и новая система взаимодействий может стать неустойчивой и быстро разрушится. При возникновении долговременных связей новая сеть нейронных взаимодействий может стать долгоживущей или даже вытеснить предшествующую цепь. Для человека это выражается в том, что называют ассоциациями. Какое-либо явление или предмет постоянно связывается с событиями или воспоминаниями, которые не имеют к нему никакого отношения, но хранятся где-то поблизости в коре. Случайная сенсорная или ассоциативная стимуляция центра может вызвать самые неожиданные воспоминания.

Таким образом, мышление — это процесс, навязанный мозгу постоянно протекающим морфогенезом случайного образования и разрушения нейронных связей. Морфогенетическая активность нейронов врождённая. Она необходима для запоминания нужной информации, поступающей от рецепторных систем организма, и выбора моторной активности. Постепенно в мозге накапливаются сети медленно затухающих контактов нейронов, содержащих разнообразную информацию. При необычных обстоятельствах между этими сетями могут формироваться

внутренние связи. Их появление объединяет ранее разобщённые сети и приводит к возникновению новых нейронных сетей. Такие функциональные сети не могут сформироваться на основе запоминания информации, идущей от органов чувств. Они ассоциативны по природе и являются результатом интеграции информации, приходящей как от органов чувств, так и от сенсомоторных центров.

Отвечая на философский «гносеологический вопрос» о мышлении, можно сказать, что он имеет приятную, но историческую ценность. Проблема мышления решается с помощью двух параллельных процессов: априорных способностей нейронов образовывать связи и апостериорных возможностей мозга, который может получать и накапливать информацию о внешнем мире. Эти явления удаётся разделить и противопоставить друг другу только умозрительно. Реальных оснований для натурфилософских конфликтов между упомянутыми процессами пока не установлено.

Следует напомнить, что мышление — ещё более затратный процесс, чем элементарное запоминание. Затраты на поиск нестандартных поведенческих решений могут быть огромны, а результаты сомнительны. Выгода от когнитивных процессов столь биологически эфемерна, что их старается избегать даже человек. Вся социальная структура сообществ животных и человека построена так, чтобы мышление как процесс поиска новых решений старых проблем не могло реализовываться в стабильных условиях среды. Иначе говоря, мышление — не постоянное свойство млекопитающих, а резервная система. Она возникла как артефакт способности нейронов образовывать и разрушать связи между собой.

Пока головной мозг был маленький, а нейронов немного, эти свойства нервных клеток приводили только к элементарному запоминанию и сравнению результатов собственной активности. Когда же мозг стал достаточно большим, свойства миллиардов нейронов сыграли с приматами злую шутку. Возникла устойчивая и изощрённая память, а на её основе — способность к сравнению и установлению скрытых связей между явлениями и предметами. Когнитивные процессы оказались для мозга затратными, поэтому животные и человек всячески избегают использования этого свойства мозга в стабилизированной среде обитания. Однако когнитивные процессы дают кое-какие преимущества, когда стабильность среды нарушается. Тогда любая нестандартность поведения может обеспечить выживание, которое не будет зависеть от случайности. По-видимому, появление когнитивных процессов произошло в очень нестабильной среде и при длительных вынужденных энергетических затратах мозга. Когнитивные способности не появляются на пустом месте. Их формирование начинается с попыток повторить чужой успех, полученный путём когнитивных усилий. Случайно замеченное когнитивное преимущество вызывает биологическую зависть и стремление к подражанию.

Под подражанием обычно понимают какое-то не совсем приличное поведение, напоминающее неумелое и бессмысленное повторение незнакомых слов попугаем или маленьким ребёнком. На самом деле это единственный способ быстрой передачи внегеномной информации между социализированными животными. Всё обучение начинается с подражания учителю в школе или родителям. Подражая действиям старшей и более опытной особи, обезьяны достают из стволов деревьев муравьев, цепляющихся за их палочку. Это происходит точно так же, как и обучение огранщиков бриллиантов. Один человек или социальное животное показывает, а другой запоминает действия, приёмы или логические последовательности рассуждений.

Переход от простого подражания к осмысленному применению знаний обычно происходит двумя путями. В самом простом случае подражатель пытается использовать скопированный навык в новой ситуации. Получается обычно не очень хорошо. Приходится заставлять мозг работать, приспособляя подсмотренный приём к новой ситуации. Это приводит к вовлечению в решение задачи огромного числа нейронов. Когда затея удалась, то метод решения во всех его адаптивных модификациях запоминается надолго. В более сложной ситуации к решению подключается не простое копирование действий, а его кортикальное осмысливание. Иначе говоря, подражатель пытается обдумать и предусмотреть все известные ошибки и возможные неудачи. Такой подход встречается реже, поскольку требует умения пользоваться неокортексом и приводит к большим затратам энергии, потребляемой мозгом. Когда проблема решена адаптированным копированием, то обычно считается, что произошло научение. На самом деле это далеко не так. Научение происходит не тогда, когда получен результат, а при осмысливании сути алгоритма решения. В конечном счёте это позволит применять найденный подход к решению многих задач в неожиданных условиях.

В этом отношении интересен первичный период возникновения понимания сути явлений и предметов у маленьких детей. В специальном исследовании анализировали сущностное (конвекциональное) описание предмета 24 детьми 5 и 7 лет при сравнении со взрослыми. В эксперименте от детей требовалось дать определение объекта, нарисовать его и сообщить дополнительную информацию о нём: сходство с известными объектами, форма, цвет, размер, структура, внешний вид и функция. В результате их аналитической деятельности должны быть разработаны основные отличительные признаки. Оказалось, что 5-летние дети приводят в описании

одинаковые признаки, а дети постарше — индивидуализируют объект (Schmidt, Shatz, 1986). Эти различия полностью совпадают с динамикой созревания неокортекса, нейроны которого между 5 и 7 годами особенно интенсивно формируют постоянные связи. Интересно отметить прагматичность детских описаний. Дети очень точно очерчивают функциональные характеристики объектов, намного реже упоминают конкретные примеры и внешний вид устройства. Занятно, что взрослые описания отличаются уточнением существенных характеристик объекта, но очень похожи на детские при рассмотрении функций. Таким образом, подражание дополняется осмысленным научением примерно с 6—7 лет, когда начинает созревать кортикальный морфологический субстрат мышления.

Примеров такой связи научения от уровня созревания коры больших полушарий довольно много. Рассмотрим наиболее понятное и близкое всем родителям — вербальное творчество детей возрастом от 4 до 6 лет. Все хорошо знают, что дети в это время любят изобретать или усложнять слова и выражения. Поскольку в этом возрасте письменная речь развита плохо или отсутствует, основное внимание следует сосредоточить на фонетике. Вполне ожидаемо, что дети коверкают слова, добавляя или изменяя несколько фонем, изобретают новые слова в результате фонетических чередований и создают слова, имитирующие шумы. Для морфологии вербального творчества детей такого возраста характерны производные глаголов и существительных путём добавления суффикса или префикса. Не менее забавные слова получаются при творческом изобретении существительных мужского и женского рода. Однако дети не могут разделять слова на сегменты, зато конденсируют по два слова, ассоциируют идеи, образуют антонимы и могут придумывать стилистические метафоры (Bardon, 1984). Следовательно, обогащается лексика детей главным образом в области морфологии и синтаксиса, поскольку ассоциативные связи неокортекса только начинают дифференцироваться.

Научением является процесс ознакомления с объектом и элементарного запоминания ранее известных его внутренних и внешних связей. Индивидуальное запоминание носит модификационный характер, что детерминировано изменчивостью организации головного мозга человека. Поэтому невозможно добиться двух абсолютно одинаковых результатов при обучении разных людей или животных. Запомнив значимость, различие в силе связей и вероятность реализации компонентов изучаемой системы или объекта, мозг индивидуализирует информацию в рамках личного опыта особи. Это нивелирует подражательно-запоминательную природу любых знаний. Таким образом, научение сводится к запоминанию и использованию уже известных связей между явлениями, которые изменяются в результате личного опыта и персональных особенностей организации неокортекса. По сути дела, научением обычно называют элементарное и персонифицированное подражание, которое приводит к искомому результату.

Необходимо отметить, что подражание может быть двух типов: интуитивное и осмысленное. Осмысленное происходит тогда, когда человеку интересно и он тратит своё внимание для понимания и запоминания навыка или приёма. Интуитивное случается как бы само собой и без видимых усилий. Эта форма подражания называется запечатлением. Оно уже упоминалось в первой главе книги, но масштабы этого явления так значительны, что требуют дополнительных пояснений. Дело в том, что в животном мире запечатление является тривиальным фактом, описанным во всех учебниках. Оно состоит в том, что животные обычно запечатлевают первый движущийся объект в качестве своих родителей. Затем они его рассматривают как объект следования, а при подкреплении — и как полового партнёра. У животных существуют критические периоды различной продолжительности, во время которых происходит запечатление как живых, так и неподвижных объектов (Шовен, 1972).

Для человека запечатление — столь же важное явление, хотя из-за размеров и сложности нервной системы имеются многочисленные особенности. Главной считается растянутость запечатлений, которая может продолжаться более 20 лет. Их неожиданная фиксация происходит в периоды активного нейрогенеза связей той или иной структуры головного мозга. Поэтому процесс запечатления имеет привязку как к созреванию мозговых структур, так и к внешним источникам событий.

Рассмотрим конкретный пример. Допустим, что у дитяти террориста началось формирование связей нейронов амигдаларного комплекса. Это центр инстинктивного контроля немотивированной агрессии. Если ребёнок в период созревания комплекса окажется вовлечён в ситуацию душегубства, то оно запечатлится на всю жизнь. В дальнейшем выросший ребёнок будет испытывать немотивированную неприязнь и скрытую агрессию к любым людям, похожим по полу, цвету кожи, религиозным верованиям или сексуальным пристрастиям на тех, кого преследовали его родители. По этой простой причине надо следить за запечатлениями детей и направлять их неизбежное возникновение на асоциальные явления. Специализированных структур в головном мозге довольно много, а процесс запечатления сильно растянут во времени и гетерохронен, что затрудняет осмысленный контроль этих процессов.

Единственным спасением из этой ситуации является сам головной мозг. Около 10 лет после рождения он очень активно перестраивается. Все перестройки происходят при невероятно быстром



развитии новых связей и гигантских блоков синаптических межнейронных взаимодействий. По этой причине очень важные ранние запечатления часто забываются или сильно трансформируются. Однако при повторях первичного запечатления начинает действовать «закон усиления», который закрепляет их навсегда. Человеческие запечатления более обратимы, чем у животных, но не настолько, чтобы мы могли ими пренебрегать.

## VII. КОГНИТИВНЫЕ ЗАПЕЧАТЛЕНИЯ

В исследованиях когнитивной сферы, рассматривая проблему развития, следует сделать несколько общих пояснений, которые позволят адекватно интерпретировать предлагаемую точку зрения. Когнитивная деятельность, как известно, включает в себя процессы научения и мышления. Научение, как и мышление, невозможно наблюдать непосредственно, поэтому исследователи пользуются косвенными свидетельствами результатов этих процессов. Даже выработка элементарных условных рефлексов имеет свои скрытые стороны, которые проявляются в сенситизации, псевдообусловливании или эвристическом решении новых задач. Реальная структурная основа научения выглядит у большинства исследователей крайне туманно, а мышление представляется неким вселенским таинством.

Несмотря на различные толкования, к настоящему времени сложилось устойчивое представление о признаках когнитивных процессов. Свидетельством наличия когнитивных процессов в мозге следует считать изменение поведения при осознании связей между явлениями и способностью находить выход из ранее неизвестных ситуаций. Для повышения наукообразия такие процессы часто называют ассоциативным научением или инсайтом, что не меняет сути явления. Иначе говоря, мышление можно рассматривать как процесс изучения и запоминания конструкции нового явления с неизвестными внутренними и внешними связями. Ребёнку приходится самому определять значимость изучаемого и своих внутренних успехов, что зависит от предыдущего интеллектуального и жизненного опыта. Поэтому обучение в однородной популяции происходит более или менее одинаково, а задачи на мышление приводят к резкой сегрегации.

Тем не менее индивидуализация развития заложена как в самой изменчивой конструкции головного мозга, так и в среде воспитания и обучения. Изучение поведения однояйцевых и разнаяйцевых близнецов в возрасте 4—7 лет показало высокую агрессивность у мальчиков.

В группе разнаяйцевых близнецов была отмечена максимальная агрессия, которая передавалась от агрессивных родителей (Ghodsian-Carpey, Baker, 1987). Это говорит о том, что в любых эволюционных рассуждениях следует учитывать особенности индивидуального строения мозга и среду развития ребёнка.

При всех перечисленных особенностях научение и мышление имеют общую природу, а их различия являются видоспецифическим и индивидуальным компонентами когнитивного процесса. Видоспецифичным является обучение уже известным системам, индивидуальным — персональный анализ явлений с самостоятельным выяснением их внутренних и внешних связей. Видовой опыт человека и высших приматов не связан с конкретным носителем, сохраняется в социальной структуре сообщества и персонифицируется в процессе обучения (Fleagle, 1988). Индивидуальный опыт представляет собой синтетическую деятельность, сводящуюся к анализу новых явлений и их связей.

Следовательно, изучение когнитивных способностей человека состоит в системном анализе эволюционных, видоспецифических, морфогенетических и индивидуальных закономерностей развития. Эволюционный подход к исследованию становления когнитивных способностей человека включает в себя анализ нейро-биологической эволюции головного мозга антропоидов и гоминид (Falk, 1983, 1987). Его сутью является поиск морфологических закономерностей и реальных биологических причин увеличения размеров мозга, расширения индивидуальной памяти, интенсивного развития ассоциативных полей неокортекса. Успешная разработка эволюционного аспекта проблемы позволит понять биологические причины происхождения когнитивных способностей архаичных гоминид.

Исследование видоспецифических особенностей когнитивных способностей человека необходимо по двум простым причинам. Во-первых, знание морфо-генетически детерминированной структурной основы позволит определить естественные границы и алгоритмы видоспецифических когнитивных процессов. Во-вторых, ясное понимание объективных видовых характеристик необходимо для дифференциации врождённых когнитивных способностей от благоприобретённых.

Индивидуальный морфогенез мозга в развитии когнитивных способностей представляет собой наиболее сложный аспект проблемы. Они могут быть глубоко поняты только при наличии детальных знаний о происхождении и принципах организации видоспецифических когнитивных процессов. Поскольку таких знаний нет, объективный анализ индивидуальных когнитивных способностей невозможен.

К счастью человечества, перечисленные проблемы когнитивных характеристик гоминид изучаются психолингвистическими способами, а значит ещё долго будут неизвестны. Если бы удалось подойти к пониманию решения хотя бы одного из перечисленных вопросов, то возникли бы реальные физические критерии оценки персональных когнитивных возможностей. Такая объективизация способностей конкретного человека неизбежно привела бы к стратификации любого общества. Возникли бы невидимые, но непреодолимые церебральные барьеры, которые в скрытой форме

всегда превалируют и в любом структурированном обществе. Однако никакие виды формализованного «когнитивного апартхеида» в современном обществе просто невозможны.

Можно совершенно не беспокоиться за гуманистические идеалы человечества, пока попытки изучения когнитивных процессов человека построены на созерцательных или лингвистических подходах. Мифологические толкования врождённых и приобретённых форм поведения, использование вопросников и индексов интеллекта эффективны только в очень узком диапазоне ситуаций. Почти столетний опыт неудач в исследовании когнитивных способностей человека вызывает некоторые сомнения в эффективности умозрительных психологических подходов. В связи с этим вполне понятно, что наиболее информативным является непосредственный анализ мозга развивающихся детей.

Первичное накопление запечатлений и когнитивных подражаний построено у младенцев на дифференцировке лимбической системы. Именно её внешние проявления рассматриваются взрослыми как удовольствие или неудовольствие новорождённых. На самом деле проблема появления эмоций у детей довольно проста. Дело в том, что для достижения любого результата ребёнок должен затратить энергию, количество которой является единственным критерием успешности его развития. Рассмотрим простейший пример с кормлением грудничкового дитя. Допустим, что ребёнок захотел есть. Если результат достигается быстро и с минимальными затратами, то эндорфиновая, каннабиноидная и опиоидная самостимуляция мозга готовит блаженное забытие. Поевший ребёнок ненадолго засыпает. Если еды долго нет, а желудок пуст, то начинаются упорные вопли, вынуждающие дать ему молока. Чем дольше продолжается крик, тем больше энергетические затраты, медленнее рост и снижение конкурентных кондиций. Это плохо для особи и эндорфинами не поощряется, а искажённая рожица прекрасно отражает неудовольствие голодного ребёнка.

Любые дополнительные затраты мозга младенца вызывают отрицательные эмоции, а снижение энергетических расходов — положительные. Чем больший путь проходит человеческий мозг в своём созревании, тем отрицательнее воспринимаются неоправданные или сниженные затраты на его работу и содержание. Внутренняя наркотизация незрелого мозга как способ эмоционального подкрепления становится главным инструментом когнитивных запечатлений. Она одинаково эффективна как при формировании коры, так и при накоплении социальных инстинктов на основе созревания лимбической системы. Лимбический комплекс, как наиболее древний механизм регуляции поведения, формируется первым. Следовательно, самый ранний запечатлённый опыт и социальные инстинкты построены на его нейральных структурах.

Огромную роль в когнитивных запечатлениях играет простейшее поведенческое подражание, о котором говорилось выше. Оно начинается вскоре после рождения и часто продолжается до конца жизни. Персональное воспроизводство подражания гарантировано ленью мозга, очевидностью биологической выгоды и апробированностью социального успеха. Подражание у человека начинается тогда, когда число связей между нейронами мозга значительно возрастает. Так, ко 2-му году жизни масса мозга ребёнка становится в три раза больше, чем после рождения. Примерно в это время у детей появляется первичное подражание речи. Первоначально подражание состоит в вынужденной реакции на обращения взрослого. По мере овладения речевыми навыками в копируемую словесную конструкцию вносятся изменения, которые становятся более или менее осмысленной реакцией ребёнка (Reger, 1986). Этот механизм освоения речи зависит от индивидуальной памяти и может создавать иллюзию высокого интеллекта.

При самой поверхностной, но объективной проверке существующий лишь в иллюзиях родителей высокий интеллект их драгоценного ребёнка оборачивается всего-навсего убогими алгоритмами подражания. Дело в том, что корковые структуры созревают очень медленно, а без них ожидать рассудочного здравомыслия не приходится. Детям и подросткам свойственна эмоциональная оценка любой ситуации, которая формируется на основе более древней и зрелой лимбической системы. Тем не менее без хорошо дифференцированной коры лимбическая система оказывается бесполезной в простейших эмоционально неоднозначных ситуациях. Так, в специальных исследованиях детям от 5,5 до 8,5 лет зачитывали эмоционально неоднозначные тексты, а затем предлагали выбрать рисунок, соответствующий эмоциональной оценке ими персонажа. В качестве образов фигурировали грустное, радостное или испуганное лица. Пятилетние дети не понимали, что эмоционально неоднозначные ситуации могут вызывать противоположные эмоции. Даже 8-летние дети не могли прогнозировать реакцию лица хорошо знакомого им сверстника (Gnepp et al., 1987). Подобные эксперименты свидетельствуют о том, что инстинктивно-гормональные центры быстро созревающей лимбической системы обеспечивают лишь самые примитивные формы когнитивных запечатлений. Когнитивным запечатлением на основе лимбической системы можно считать и элементарное подражание, которое почему-то называют научением. Это явление особенно ясно можно наблюдать у маленьких детей, чьё сознание ещё не отягощено социальными инстинктами. У детей разного пола в возрасте 12 и 18 мес. исследовали отставленное обучение при наблюдении простых единичных действий с двумя предметами, повторных и координированных действий (Abgavanel, Gingold, 1985). Суть эксперимента состояла в том, что детям, сидящим на коленях матери, показывали выполнение простейшей задачи по манипулированию предметами.

Затем ребёнок играл около 10 мин и возвращался к самостоятельной манипуляции с предметами. При этом он пытался повторить действия экспериментатора. Вполне понятно, что дети полутора лет показали лучшие результаты, но и годовалые малыши в трети случаев неплохо имитировали чужие действия.

К сожалению, дифференцировка нейронов мозга — достаточно медленный процесс, который сближает маленьких детей с низшими приматами. До определённого возраста у детей с когнитивными процессами дела обстоят крайне плохо, что не позволяет осуществлять наиболее новаторские идеи передовых родителей, не обременённых злобными знаниями. На самом деле понимание детьми младшего возраста случайных событий оставляет желать лучшего. Так, 3-летние дети вообще не выявляют различий между случайными и детерминированными событиями. Через год они начинают усматривать разницу, а 5—7-летние дети уверенно дифференцируют события и дают объяснения свойствам случайных событий. Это говорит о том, что категория причинности формируется только к 7 годам (Kuzmak, Gelman, 1986).

Запечатления детей в ранние годы жизни всегда индивидуализированы и сохраняют половые особенности. Так, методом феноменологического опроса изучали различия в самых ранних воспоминаниях мужчин и женщин. Оказалось, что первые воспоминания женщин связаны с болезнями, тревогами, фрустрациями и соперничеством с братьями или сестрами (Schwartz, 1984). Для мужчин были специфичны воспоминания о положительных взаимодействиях с людьми и приобретённых умениях. В этом примере видно, что женское созревание мозга — сугубо биологический процесс, предопределяющий репродуктивную направленность поведения. Такое сравнение показывает, что инстинктивно-гормональная лимбическая система мальчиков и девочек запечатлевает детские события и явления по-разному. Это происходит в полном соответствии с половыми особенностями созревания лимбической системы и дифференцировки нейронов. Созревание даже лимбической системы поддаётся определённой коррекции в конце полового становления.

В этом отношении крайне важны и весьма поучительны польские исследования влияния психических особенностей подрастающего поколения на их физическое созревание. Оказалось, что среди девочек половое созревание наступает раньше у сирот, воспитанниц семей, состоящих из матери и отца, или у дочерей алкоголиков. При этом половое созревание сопровождается соматическим ростом. В результате анализа развития 23 172 девочек авторы приходят к выводу о том, что сильные психические раздражители и стрессовые ситуации стимулируют созревание, и наоборот. Однако если такие влияния чрезмерно часты и сильны, то наблюдается обратный эффект — торможение созревания (Hulandska, 1986). Иначе говоря, хороший, но не смертельный стресс полезен гоминидам при созревании нервной и эндокринной систем.

Это означает, что развитие детей в идеальных, с точки зрения любвеобильных родителей, условиях однозначно приводит к задержке их интеллектуального и физического развития. Великовозрастные подростки до 30 лет обычно отличаются нежным идиотизмом как в поступках, так и в общении, что делает их расходным материалом для злющей эволюции.

Лимбическая система имеет ещё один инструмент регуляции поведения во время развития мозга. Он венчает собой эпифиз и называется шишковидной железой или эпифизом. Это асимметричное образование больше известно как нейрогормональный центр регуляции суточных ритмов. Днём он вырабатывает серотонин, а ночью — мелатонин. От их регулярной выработки зависят ночной сон и дневная активность. Проблема в том, что мелатонин синтезируется из серотонина, накопленного при дневном свете. По этой причине если днём человек не бывает на улице, то он плохо спит ночью. Кроме регуляции суточных ритмов, эпифиз тормозит созревание половой системы. При опухолях эпифиза у детей наступает крайне раннее созревание. Мальчики в 5—6-летнем возрасте начинают испытывать эрекцию и неумело пытаются оплодотворить всё вокруг. Тормозящее действие эпифиза на созревание половой сферы обусловлено интенсивным синтезом мелатонина, который одновременно увеличивает продолжительность сна детей. Активная работа эпифиза начинается ещё в утробе матери и приводит к тому, что у детей в возрасте до года многократно находили признаки его активной инволюции. Внутри эпифиза у грудничков уже формируются конкременты из гидроксипатита, которые обычно называют мозговым песком. В некоторых случаях мозговой песок находили у умерших плодов, что говорит о внутриутробной работе эпифиза. Эпифиз при нормальном развитии ребёнка к пубертатному периоду перестаёт справляться с подавлением действия половых гормонов. Выделение половых гормонов достигает критического уровня, и подростки на время становятся репродуктивными животными. Возникают своеобразные гормональные качели, где роль доминирующей системы постоянно переходит от эпифиза к половым гормонам и наоборот. В конечном счёте это приводит к неустойчивости поведения и проявлениям немотивированной агрессии подростков.

Индивидуальное созревание любого мозга отягощено заметно искажённым повторением исторического развития каждого вида животных. В этом отношении человек не является исключением из общего правила. Наше частное развитие является занятой смесью воспроизводства видového и накопления индивидуального поведения. При этом драгоценный

филогенетический опыт выживания, закреплённый в нашей наследственности, постоянно изменяется. Деятельность лимбической системы постепенно дополняется дифференцирующей корой. Это происходит под влиянием индивидуально формируемых (эпигенетических) особенностей поведения, которые ранее были обозначены как социальные инстинкты (Савельев, 2016).

По причине гетерохронного созревания головного мозга требовать от ребёнка осознанного социального поведения или предъявлять к нему общие морально-этические требования невозможно. Растущие обладатели ещё незрелого мозга рекапитулируют инстинктивные формы поведения довольно примитивных и далёких предков, а маскируют их подражанием взрослым. Внутренние мотивации такого существа скорее напоминают мечты оголодавшего каннибала, который бесконечно далёк от современной морали и культуры. Вся эта прелесть скрывается под имитационной оболочкой ещё не запечатлённых и не выстраданных социальных инстинктов.

Включение в работу неокортекса у маленьких детей становится особенно заметно по появлению необычных форм поведения. Так, запечатление социальных инстинктов в детский период начинает носить выраженный половой диморфизм уже к 4—5 годам развития. За счёт созревания кортикальных полей дети начинают демонстрировать результаты когнитивного анализа социального поведения. Исследование речевого аппарата и оценка спектрограмм речи у 5-летних детей показали занятные результаты (Lieberman, 1986). Дело в том, что половой диморфизм в размерах гортани и прилегающих структур у 5-летних мальчиков и девочек практически отсутствует. Однако голоса мальчиков уже глубоко отличаются от голосов девочек. Следовательно, дети умышленно копируют, разучивают и применяют наборы интонационных особенностей своего пола. Это одно из первых проявлений неокортекса как инструмента повышения личной доминантности в социальных группах детей.

При созревании неокортекса очень важно не забывать ещё одну особенность быстро дифференцирующихся нейронов мозга — индивидуальность организации ядер и полей. Многие индивидуальные навыки или особенности поведения отражают не результат воспитания или образования, а структурную организацию мозга. Хорошим примером могут служить закономерности рисования у детей. Так, детям 4—5, 6—7 и 8—10 лет предлагалось скопировать нарисованную при них несложную геометрическую фигуру. В опыте использовали кружки, квадраты и пирамиды. Оказалось, что стратегия рисования имеет устойчивый характер и совершенно не зависит от образца и метода преподавания экспериментатора. Дети не подражают видимому опыту, а делают сами «как удобнее» и совершенно по-разному. Это говорит об индивидуальности строения моторных областей мозга и об особенностях гетерохронии его созревания (Pemberton, 1987).

Необходимо отметить, что даже условно-рефлекторные реакции у детей от 4 до 12 лет отражают неторопливость созревания кортикальных полей полушарий большого мозга. Чем моложе ребёнок, тем быстрее образуются простые условные рефлексы, аналогичные копированию у взрослых базовых социальных инстинктов. У маленьких детей очень легко нарабатываются процессы внешнего торможения, которые отражают основные принципы общественных запретов и ограничений. Зато процессы внутреннего торможения и самоконтроля практически отсутствуют и не формируются из-за незрелости лобных областей неокортекса. Только к 12-летнему возрасту возникают первые признаки осмысленности поведения в экспериментах с правом самостоятельного выбора.

Следует различать запечатления и социальные инстинкты. Первые формируются без контроля со стороны человека, как бы автоматически, а вторые — осознанно, целенаправленно и с тренировкой. Особое место среди социальных запечатлений и инстинктов занимает формирование религиозного сознания. В целом это очень неплохой путь социальной инактивации произвольной активности большого мозга гоминид. Однако есть осложнения, связанные с искренней верой в трансцендентные лингвистические образы. Запечатлённая в детстве уверенность взрослых в существовании загробного мира позволяет юнцам легко идти на смерть, убивать других за правое дело и совершать самоубийства. Впечатлительные дети, пуская себе пулю в лоб или направляя мопед со взрывчаткой в военнослужащих, совершенно уверены в своём потустороннем будущем. Служители культа и родители полностью убедили их в умозрительной непрерывности бытия, столь полезной для обмана незрелого мозга.

Когнитивное созревание гоминид сопряжено со многими метаморфозами, которые бывают крайне неожиданны для окружающих. Тем, кому довелось жить во время социальных перемен, известно, что множество молодых людей времён развитого социализма в СССР проповедовали физиологическую философию хиппи. Странникам культа надо было ходить с немойтой головой, носить тёртые джинсы, разноцветные верёвочки и всякие блестящие значки пацифизма. После обмена социализма на бусы, цветные журналы и кроссовки бывшие хиппари частично прибились к культу разгромленных коммунистов, а самые резвые и корыстные — к диким фарцовщикам и капиталистам.

Другим вариантом когнитивного созревания был путь коммунистической ориентации. Эта часть советской молодёжи пошла в убеждённые комсомольские вожаки, где старательно и очень

искренне делала партийную карьеру. В погоне за редкой колбасой и штанами из закрытых распределителей они активно перемещались в райкомы партии и комсомола, где дено и ношно работали на своё личное коммунистическое будущее. Времена поменялись, и убеждённые комсомольцы с горящими глазами дохлых селёдок превратились в глубоко верующих неопитов религиозных культов и примитивных казнокрадов. Первичное горение глаз этих персонажей в совдепии было обусловлено стремлением в закрытые распределители недоступных благ, а при капитализме — к семизначным банковским счетам. Из коммунистических борцов за счастье простого народа невероятно легко вышли аморальные собиратели дензнаков, что заметно по комсомольским спискам отечественных миллиардеров журнала «Форбс».

Во всех своих крайне противоречивых ипостасях перечисленные персонажи были честными и последовательными борцами за веру в капитализм, коммунизм, вечную душу или швейцарские банки. Смена социальных декораций людей не меняет. Если изловить какого-либо олигарха, а затем провести подготовительную работу с чрезмерным употреблением вкусных и вредных напитков, то можно услышать объяснение этапов когнитивного становления от самих героев нашего рассказа. Всегда выясняется, что в 9 случаях из 10 перед нами жертва времени и ситуации, которая искренне во всё верила, но потом разуверилась. Просто и понятно, как любая дикая ложь. Совершенно ясно, что перед нами или полные идиоты, или отпетые негодяи. Не стоит так категорично судить этих социально успешных людей. Они лучшие — но только в биологическом отношении — представители нашего вида. Их достижения оптимально вписываются в сегодняшнюю систему биологического отбора и основное направление эволюции. Они могут оставить любое количество копий своего генома и доказать торжество планетарной гоминидизации.

Как ни странно, стремление родителей к доминантности и материальному счастью может позитивно сказываться на их потомках. Дело в том, что, достигая материального достатка, родители неизбежно смещаются в более благоприятную для детского интеллектуального развития среду. Примером может служить умственное и физическое развитие шведских детей в самый стабильный и консервативный период 80-х годов XX века. Развитие детей отслеживалось в течение 5 лет (от 9—10 до 13—14) при регулярном тестировании при помощи решения арифметических задач. Оказалось, что рано развивающиеся физически мальчики превосходят по умственному развитию поздно развивающихся сверстников. У девочек всё наоборот: хорошо развитые физически девочки отставали по умственному развитию от одноклассниц. Сравнение развития детей из разных слоев общества показало, что различия в физическом созревании отсутствуют, а по умственному развитию доминируют дети из высших социальных групп (Westin-Lindgren, 1984).

Если материальные признаки успеха оказываются очень убедительны, то большинство граждан легко поддержат любую биологическую модель поведения, приведшую к завидному успеху. Независимо от названия, аморальности и масштабов душегубства, привлекательность любого бизнеса, заблуждения, веры или морали определяется финальной биологической выгодой. На самом деле, нам не стоит предъявлять людям претензии в непоследовательности и наилегчайшем поведении при смене убеждений и взглядов. Они просты и последовательны, как сама природа. В своей дикой и неосознанной приверженности биологическому успеху они всегда выбирают самое выгодное и близкое. Их много гибнет, но редкие успехи обезьяньего поведения невероятно вдохновляют толпу на продолжение попыток самоубийства на пользу гоминидной эволюции.

Намного интереснее не естественное оскотинивание человеческого мозга, а его рациональное развитие. В этом отношении, как ни странно, у нас очень мало эффективных инструментов. В лучшем случае родители развивают детей, обучая музыке, языкам, танцам и ремеслу. Эти скромные возможности только доказывают отсутствие реальных методов формирования когнитивных навыков у детей. Среди уникальных когнитивных методов становления личности надо особо отметить обучение детей чтению и письму. Пока это единственный системный способ повлиять на развитие мозга и мышления, включая дифференцировку кортикальных нейронов. Попробуем разобраться в ценности этого занятия. Начнём с анализа центров головного мозга, вовлечённых в становление устной и письменной речи.

В самом общем виде ситуация выглядит следующим образом. Для минимально осмысленного копирования любых изображений необходимо иметь созревшие поля неокортекса, отвечающие за зрительный анализ окружающего мира и сенсомоторную координацию. Все дети по мере созревания двигательных и зрительных центров коры начинают рисовать. Поначалу это довольно примитивные рисунки, которые напоминают архаичные наскальные изображения авторства наших далёких предков. Постепенно картинка приобретает гармоничные формы, осмысленный характер и обрастают мелкими деталями. Каждый родитель знает, что на такой прогресс уходят годы тренировок. Это время размножения мазюлек потрачено не зря, так как в результате решения начальных задач рисования формируются важнейшие межкорковые связи.

Для управления рукой нужно задействовать пред-и постцентральные извилины, которые контролируют движения пальцев, плеча и предплечья. Должны сложиться взаимодействия между мускулатурой руки, движением глаз, вниманием и соответствием общему плану рисунка. Вся затея по изображению домика или дерева нуждается в осознании плана нанесения линий и понимании

соотношения листа бумаги и изображения. При этом необходимо поддерживать тонус и координацию асимметричных движений правой или левой руки. Эти моторные премудрости следует координировать с движением глаз и пребывать в мобилизационном напряжении. Необходимо огромное внимание как к объекту рисования, так и к его бумажной копии. Это означает, что мозг должен удерживать образ и проконтролировать его воспроизведение на бумаге.

Вполне понятно, что задача очень непростая и требует полной мобилизации дорсальных полей лобной, центральной и затылочной областей. Связи между этими отделами коры крайне важны и для многих других занятий человека, что делает детское рисование универсальным инструментом развития координационных центров мозга и становления сознания. Сознание в данном случае необходимо для анализа образа, его суммации, выделения признаков узнавания и переноса приобретённого знания на физическую поверхность. По сути дела, ребёнок приобретает способность формировать и регулярно использовать важнейшие межкорковые связи, которые активно образуются в дошкольный период развития.

Важно подчеркнуть, что стимуляция образования межкорковых связей сопровождается активным перераспределением кровотока. Кровь начинает интенсивно поступать в наиболее нагружаемые области мозга. Это означает более быстрое и массовое образование дополнительных связей между нейронами задействованных полей. Когда нейрогенез закончится, такие дети будут иметь когнитивное преимущество как в межнейронных, так и в межкорковых связях перед детьми, не обучавшимися рисованию.

Однако целью нашего исследования является не рисование, а письмо, хотя в этих занятиях довольно много общего. Замена рисунка осмысленным текстом подключает ещё несколько полей неокортекса в общий пул возбуждения. При написании слова его обычно произносят про себя. Скрытое проговаривание слов без генерации звуков занимает в три раза меньше времени, чем при вокализации. Тем не менее, думая, мы каждый раз сокращаем мускулатуру языка, челюстного аппарата, глотки и гортани. Только наша скрытая артикуляция осуществляется не полностью и очень быстро. По этой причине поля управления лицевой мускулатурой включаются в работу. При скоростной видеозаписи все мышечные сокращения, связанные с тайным проговариванием слов, хорошо заметны, а с возрастом они сказываются на рельефе лицевой мускулатуры. Для полного контроля над письмом активируются слуховая область и сопредельные зоны мозга, которые занимают верхнюю часть височной доли и заметную зону нижнетеменной области (см. нахзац).

Особое внимание следует уделить проблеме письменной речи, которая активно развивается в возрасте от 5 до 12—14 лет. После этого периода почерк детей становится довольно устойчивым и слабо модифицируется.

Именно на это время приходится один из самых ответственных периодов созревания мозга. Под влиянием литературы, социальных взаимодействий и письма формируется комплекс просоциальных моральных представлений о мире. Поначалу все дети являются отпетыми лимбическими эгоистами, проповедующими активный социальный паразитизм. В это время их мозг проходит стадии созревания, характерные для наших далёких предков — ранних приматов. Именно с 5—6 лет начинается очень медленная замена центрированных на собственных интересах (гедонистических) форм поведения на просоциальные. Надо отметить, что некоторые дети так и не переходят этот барьер созревания мозга и до конца жизни остаются в приматно-гедонистическом раю социальной наивности.

Довольно сложные и очень продолжительные исследования этого вопроса крайне редки, но эпизодически встречаются в специальной литературе. Так, в продолжавшемся 7 лет исследовании 5—12-летних детей было показано, как гедонистические приоритеты детей постепенно заменяются на социальное поведение и учёт потребностей других людей. При этом эмпатия подростков обоих полов положительно коррелировала с развитием социальных моральных суждений и отрицательно — с гедонистическими (Eisenberg et al., 1987).

Не вызывает сомнения, что обучение письму в 6—7-летнем возрасте происходит при весьма незрелой коре, которая ещё не накопила в своих связях драгоценные социальные инстинкты. Эти обширные области мозга продолжают активно формировать весь комплекс как ближних, так и дальних межкорковых связей. Кроме самого факта дифференцировки, под осмысленной нагрузкой происходит комплексное запоминание сенсомоторных, речевых и слуховых алгоритмов речи. Проговаривая выписываемые ручкой слова, ребёнок создаёт беспрецедентную ситуацию в развитии мозга. Для написания связного предложения он должен заниматься смысловым планированием расположения слов, которые следует изобразить по сложным законам письменной речи. Всё это должно происходить одновременно и очень быстро. Под таким когнитивным давлением мозг растущего человека находится очень редко. Это приводит к нескольким важнейшим последствиям.

С одной стороны, интенсивно формируются связи между самыми «человеческими» центрами мозга, где межнейронные синаптические контакты создают надёжные системы хранения алгоритмов сложных движений. Развитие навыка письма невозможно без привлечения памяти, слуховых и речевых центров коры. Результатом становится приобретение драгоценных социальных

преимуществ, которые высоко ценятся в сообществе гоминид. В этом отношении письмо заставляет ребёнка использовать и напрягать память. Данное свойство мозга очень важно в биологических процессах. Так, при изучении условно-рефлекторной и образной памяти было показано, что в ряду скаты—акулы— костистые рыбы— черепахи—ужи—крысы—обезьяны удержание следов событий увеличивается от нескольких суток до 120 дней. Это ценное качество нашего мозга немного зависит от наших желаний. После начала обучения письменной речи способности к запоминанию примерно удваиваются, что было установлено при сравнении безграмотных и обученных детей.

С другой стороны, письменная речь создаёт базу для когнитивных индивидуальных успехов в освоении окружающего мира. Логика построения фраз, осмысленность излагаемого текста заставляют ребёнка продумывать и моделировать результат работы. При написании текстов мы сталкиваемся уже не с биологическими, а с человеческими законами, влияющими на созревание нервной системы. Осмысленность написанного текста является внешнегенным способом наследования всех форм социальных инстинктов, выработанных человечеством. По этой причине освоение письменной речи стало первой и наиболее удачной попыткой разорвать ненадёжный круг демонстрационно-речевых методов выноса гоминидных знаний за пределы генома.

Говоря о письменной речи, необходимо отметить, что способность читать и писать даётся далеко не всем. Регулярно появляются дети, практически неспособные к освоению этого способа общения. В результате титанических педагогических усилий их удаётся обучить самому примитивному письму, которое вызывает у них почти физиологическое отторжение. Это связано с тем, что так называемая область письма у части людей может быть очень небольшого размера (см. нахзац). Если это так, то обучить письменной речи некоторых детей невозможно по причинам индивидуальных особенностей организации коры полушарий большого мозга. К счастью, такие особенности строения коры крайне редки, а неспособность к обучению обычно является следствием традиционно убогого воспитания и социальной дикости родителей.

Тем не менее большинство детей осваивают письменную речь. Этому помогают конкуренция и стадное освоение общих навыков в начальной школе. В основе поведения детей пока лежит не осознанный и рассудочный выбор, а примитивное подражание, которое обременено следованием врождённым и социальным инстинктам. Самое печальное, что в качестве побудительных мотивов выступают гормональная регуляция и стремление к улучшению своего биологического состояния через систему социального доминирования. Научившись писать, дети быстро переходят к более примитивному тыканью пальцем в планшет или телефон. В результате возникает ситуация замены принудительной нагрузки на развивающийся мозг благостью компьютерных подсказок, искусственным синтаксисом и пунктуацией.

В конечном счёте исключение рукописных текстов из детского развития снижает формирование структурных основ самосознания и когнитивных способностей. При этом наше сообщество ориентировано на то, чтобы творческие отклонения самостоятельного мышления никогда и не появлялись. Только примитивное демонстрационное доминирование в популяциях предельно ограниченных социальных имитаторов и конформистов гарантирует иллюзию личного процветания. По этой причине развитая письменная речь постепенно заменяется невнятными и безграмотными фразами, картинками и эмоциональными символами-смайликами. Эта ситуация начинает осознаваться в среде тех, кто способен к небологическому мышлению.

Альтернативой упрощению и биологизации развития мозга человека являются искусственные способы контроля над дифференцировкой и созреванием нервной системы. Мы остановились на письменной речи как основном источнике когнитивных запечатлений и способе вмешательства в становление рассудочной части мозга. Попробуем рассмотреть варианты противодействия деградации индивидуального образования. В этом отношении огромную роль играет всем давно известная каллиграфия. Речь идёт об аккуратном и красивом написании букв и слов, которые складываются в предложения и тексты. Если человек занимается каллиграфией, то его способность контролировать собственный мозг многократно увеличивается. Это связано с тем, что, кроме умения писать и смыслового содержания текста, возникают художественные критерии оценки плодов детского труда.

Эстетика каллиграфического письма является не только признаком принадлежности к гоминидам, но и способом самоутверждения. Демонстрация прекрасно написанного текста считается отличным методом мотивирования подростков к каллиграфическим подвигам. Возникающая смысловая и эстетическая дисциплина приводит к развитию уникальных моторных навыков, способности к концентрации внимания и элементарной аккуратности. Эти закономерности давно известны и не подлежат сомнению. В настоящее время многие простые мысли стали доходить и до пророков компьютерных религий. По этой причине выпущены две популярные программы стилусно-пальцевого писания по активным экранам компьютеров (abc PocketPhonics и WritePad). В привилегированных школах Америки и Европы чистописание занимает не менее часа в неделю, а в Японии и Китае каллиграфия культивируется как гимнастика и способ упорядочивания мыслей. Широко известно, что обладатели каллиграфического почерка в большинстве случаев показывают вдвое лучшие результаты, чем разгильдяи, пишущие как «курица лапой».



Занимательно сравнение способностей детей, пишущих на клавиатуре компьютера или ручкой. Писание ручкой удваивает способность осваивать новый учебный материал и логическое изложение собственных мыслей.

Надо отметить, что чёткость и скорость написания текста имеют давно отмеченную связь с интеллектом. Специальное исследование мужчин и женщин показало, что чёткость почерка становится менее значимой для оценки интеллекта взрослых людей, а скорость письма коррелирует с развитием умственных способностей всю жизнь (May, Brannin, 1984). При этом корреляция у мужчин существенно выше, чем у женщин, но во всех случаях она достоверна.

Каллиграфия в сочетании с письменным упорядочиванием своих собственных мыслей является прекрасным способом выявления детской одарённости или склонности к определённым видам деятельности. Если способности и не проявятся, то такие занятия в любом случае более полезны, чем компьютерная имитация знаний и навыков. В этом отношении занимательны идеи об исчезновении способностей детей от неупражнения. Существует представление о том, что из-за роста мозга и образования связей в детском возрасте необходимо постоянное использование одарённости и таланта (Clark, 1986). По мнению автора, если этого не происходит, то способности утрачиваются. Это говорит о том, что исследованные дети никакими талантами не обладали, а лишь имитировали их. Структурная одарённость не может быть радикально изменена или утрачена путём снижения межклеточных контактов в условиях интеллектуальной депривации. Причиной потери детской «гениальности» является элементарная неравномерность созревания головного мозга. Одни области дифференцируются быстрее, а другие медленнее. По этой причине детская одарённость динамически меняется в зависимости от созревания той или иной функции мозга. Окончательные соотношения церебральных структур устанавливаются лишь к половому созреванию.

Не менее волнующая тема в созревании мозга человека связана с наивными идеями принудительно «стимулировать» какие-либо способности у детей. Любому, особенно состоятельному, чадолобцу хочется сотворить из своего потомка выдающегося гения. Страстный поиск такой отсроченной доминантности вполне понятен, но бесполезен по биологическим причинам. Новых нейронов в большинстве структур мозга не появляется, а в зонах следовой и непродолжительной пролиферации она никак не сказывается на размерах функционирующих центров (Sorrells et al., 2018). Из-за этой досадной проблемы ни за какие деньги прикупить немного дополнительных нейронов для мозга любимого потомка не получится. Однако кое-какие возможности для развития способностей у человека всё же есть. Ещё в 80-е годы XX века в экспериментальных работах на приматах было показано, что корковое представительство может немного изменяться. Самый простой случай мной подробно обсуждён в нескольких книгах, где рассматриваются лимитрофные адаптации между полями неокортекса (Савельев, 2015, 2016).

Если кратко остановиться на таком варианте индивидуального развития, то суть процесса очень проста. Каждое специализированное поле неокортекса окружено небольшой зоной, являющейся переходом к другому полю, но с иными функциями. В этой зоне нейроны образуют обычную шестислойную кору, которую невозможно отнести ни к одному, ни к другому полю. Цитоархитектонические признаки однозначности не дают, а сама зона обладает смешанными функциями. Если регулярно функционально нагружать одно и то же поле, то оно начинает захватывать лимитрофные области с переходными нейронами. При большой длительности этих процессов возникает функциональное расширение поля, но оно нестабильно. Ситуация сохраняется только при постоянном использовании наиболее востребованных функций. По этой причине при созревании коры социальные факторы играют большую роль. Обследование 7172 детей в Великобритании в 80-е годы XX века показало, что чтение, математические навыки, вербальные и невербальные способности намного выше в привилегированных слоях населения (McManus, Mascie-Taylor, 1983). Потом такими работами перестали увлекаться, чтобы не раздражать обывателей интеллектуальными последствиями социального неравенства.

Феномен расширения коркового представительства особенно заметен в не очень гуманных, но показательных опытах на обезьянах. Самые яркие результаты получались при ампутации пальцев. Если проделать такой эксперимент на мартышке, то корковое представительство соматосенсорной системы соседних пальцев лапы расширится в область бывшего представительства ампутированного пальца (Merzenich, Jenkins, 1983). Похожие перестройки происходят в коре при длительном, но однотипном обучении. Эти эксперименты доказывают, что дендритные отростки нейронов очень активны и сохраняют морфогенетический потенциал всю жизнь.

Следует отметить, что в процессе непростой жизни нервная система отказывается нормально работать примерно у 7-10% взрослого населения. У детей до пубертатного периода эти отклонения списывают на особенности развития или скрытую одарённость. В зависимости от образования и самомнения родителей детей начинают воспитывать особыми способами, усугубляя церебральные отклонения развития. Результатом становится зрелый асоциальный субъект с комплексом сомнительных, но произвольно созданных алгоритмов социального поведения. Эта конфликтная группа обычно не поддаётся коррекции и быстро элиминируется сообществом.

Наиболее обширной частью допубертатных подростков являются так называемые обыкновенные дети, которые формируются при балансе созревания лимбической системы и неокортикальных комплексов двойственного сознания. Они неплохо учатся и не оставляют у окружающих никакого впечатления о своей индивидуальности. Дети и подростки этой группы составляют около 70% биологических охранителей собственного мозга от любых признаков рассудочной деятельности. Их поведение базируется на природных механизмах морфогенеза, которым они полностью подчинены, как и любые обитатели планеты. Эти социализированные инстинктивно-гормональные конформисты формируют основу стабильности любой популяции. Они с равной вероятностью могут трансформироваться в истинных гениев и талантов или остаться обычными обывателями. Гениев можно не учитывать, поскольку их очень мало. Иногда гениальные задатки проявляются довольно рано, но за их демонстрацию обычно принимают придурковатое поведение детей из первой группы с органическими или функциональными расстройствами.

К пубертатному периоду развития, как правило, формируются ещё две малозаметные группы детей с вполне вменяемым и социально зрелым поведением. У них проявляется выраженное гетерохронное (неодновременное) созревание головного мозга, но оно может быть двух типов: лимбическое и кортикальное. В наиболее распространённом случае созревание лимбической системы идёт ударными темпами и быстро становится базовым компонентом поведения. Такие дети, как кажется взрослым, всё прекрасно понимают, но ведут себя как-то не так из-за отсутствия жизненного опыта. На самом деле их поведение строится на биологических мотивациях инстинктивно-гормонального происхождения и подражательно-имитационных формах общения. Эти явления можно легко наблюдать у рассудительных девочек, которые хорошо учатся, слушаются родителей, но занимаются исключительно подготовкой быстрого репродуктивного успеха. Обычно он наступает вскоре после прохождения пубертатного периода.

Ещё более скрытны мальчики из этой группы, которые становятся образцами социальной доминантности. Они очень рано начинают радовать родителей успешным социальным паразитизмом и финансовыми удачами. У детей из этой группы лимбический комплекс базовой двойственности сознания остаётся ведущим на всю жизнь. Это не так плохо, как выглядит и звучит. Такие люди, как правило, социально успешны и составляют около 10% популяции. Они умело пользуются рассудочно-неокортикальной частью своего сознания как удобной вспомогательной системой для получения биологических преимуществ.

Оставшиеся от общей популяции 10% детей являются носителями своеобразных проблем созревания головного мозга. Это всё те же гетерохронии развития, но осложнённые отсроченным созреванием неокортекса. В этой группе детей консервативная лимбическая система дифференцируется в обычные сроки развития. Однако неокортикальный компонент двойственности сознания формируется очень долго. Такая задержка развития неокортекса приводит к двум поведенческим последствиям. С одной стороны, вполне обычные дети самостоятельно принимают очень эгоистические решения, которые слабо сочетаются с постоянной демонстрацией их социального конформизма, с другой — созревание неокортикального компонента затягивается на полтора десятка лет. Родителям или окружающим обычно кажется, что осмысленного поведения ожидать уже не следует. Однако отсроченное созревание коры приводит к резкому изменению принципа принятия решений, а лимбическая система переходит в подчинённое состояние.

К сожалению, из этой группы менее 1 % людей могут воспользоваться преимуществами позднего созревания неокортекса. В момент перестройки мышления обладатели указанных особенностей мозга уже обременены социальными обязательствами, профессиональными навыками и репродуктивными успехами. Отказаться в пользу творческой неокортикальной активности мозга от сложившейся системы отношений большинство людей не может. Эволюционные и социальные преимущества позднего созревания неокортекса становятся стратегическим, но неиспользованным ресурсом человечества. Эти события будут рассмотрены во втором томе книги о морфологии сознания.

## ЛИТЕРАТУРА

- Вербицкая Л.Б.* Развитие ядер вестибулярного комплекса в онтогенезе человека // *Арх. анат.* — 1973. — Т. 64, №2.-С. 5-13.
- Гулимова В.И., Савельев С.В.* Раннее эмбриональное формирование системы вомероназального органа человека // *Изв. РАН. Сер. биол.* - 1995. - № 3. - С. 327-335.
- Кононова Е.П.* Лобная область большого мозга. — Л.: Гос. изд-во мед. лит., 1962.
- Куртова А.И., Савельев С.В.* Первичная эмбриональная иннервация желобоватых сосочков языка плодов человека // *Клин. и экспер. морфол.* — 2013а. — № 7. — С. 33-37.
- Куртова А.И., Черников В.П., Савельев С.В.* Ранний онтогенез реснитчатых клеток в ротовой полости человека // *Онтогенез.* - 2013б. - Т. 44, № 6. - С. 389-395.
- Львович А.И.* Развитие проводящих путей мамиллярного тела мозга человека // *Вопросы морфологии нервной системы.* — М.: Медицина, 1973. — С. 26—35.
- Павлов А.В., Савельев С.В.* Онтогенетические трансформации cito- и ангиоархитектоники сосцевидных тел головного мозга человека // *Клин. и экспер. морфол.* — 2012.-№3.-С. 22-26.
- Пейпер А.* Функции мозга грудного ребёнка. — М.—Л.: Госиздат, 1929.
- Поляков Г.И.* Развитие изокортекса человека на ранних стадиях онтогенеза // *Труды Ин-та мозга.* — М., 1935. — Вып. 1.-С. 11-48.
- Савельев С.В.* Сравнительная анатомия нервной системы позвоночных. — М.: Гэотар-мед, 2001. — 272 с.
- Савельев С.В.* Стадии эмбрионального развития мозга человека. - М.: ВЕДИ, 2002. - 112 с.
- Савельев С.В.* Атлас мозга человека. — М.: ВЕДИ, 2005а. — 400 с.
- Савельев С.В.* Происхождение мозга. — М.: ВЕДИ, 2005б. — 368 с.
- Савельев С.В.* Эмбриональная патология нервной системы. - М.: ВЕДИ, 2007. - 216 с.
- Савельев С.В.* Возникновение мозга человека. — М.: ВЕДИ, 2010.-324 с.
- Савельев С.В.* Изменчивость и гениальность. 2-е изд., доп. — М.гВЕДИ, 2015.-144 с.
- Савельев С.В.* Нищета мозга. 2-е изд., доп. — М.: ВЕДИ, 2016.-200 с.
- Саркисов С.А., Филимонов И.Н., Кононова Е.П. и др.* Атлас citoархитектоники коры большого мозга человека. — М.: Гос. изд-во мед. лит., 1955.
- Сорокин В.А.* Онтогенетическое и экспериментально-морфологическое исследование корковых и мозжечковых связей красного ядра // *Вопросы морфологии нервной системы.* — М.: Медицина, 1973. — С. 18—25.
- Станкевич И.А.* Вопросы эволюции коры большого мозга и ошибочная их трактовка некоторыми зарубежными авторами // *Некоторые теоретические вопросы строения и деятельности мозга.* — М.:Медгиз, 1960.— С. 107— 121.
- Степанов П.Ф., Сапожников А.Г.* Возрастная анатомия интрамурального аппарата мужской половой железы с оболочками // *Вопросы морфологии нервной системы.* - М.: Медицина, 1973. - С. 157—162.
- Филимонов И.Н.* Филогенез и онтогенез нервной системы // *Руководство по неврологии.* Т. 1. — М.: Медгиз, 1955.-С. 9-88.
- Филимонов И.Н.* Избранные труды. - М.: Медицина, 1974.
- Харламова А.С., Савельев С.В., Барабанов В.М.* Дополнительные обонятельные луковицы человека в пре-натальном онтогенезе // *Клин. и экспер. морфол.* — 2014. - № 2. - С. 13-20.
- Шовен Р.* Поведение животных. — М.: Мир, 1972.
- Abraham E., Gingold H.* Learning via observation during the second year of life // *Dev. Psychol.* - 1985. - Vol. 21, No. 4.-P. 614-623.
- Anderson D.J.* On the evolution of human brood size // *Evolution.* - 1990. - Vol. 44, No. 2. - P. 438-440.

- Asa S.L., Kovacs K., Laszlo F.A. et al.* Human fetal adenohypophysis. Histologic and immunocytochemical analysis // *Neuroendocrinology*. - 1986. - Vol. 43, No. 3. - P. 308-316.
- Bardon N.* Verbal creations in children from 4 to 6 years of age // *Neuropsychiatr. Enfance Adolesc.* — 1984. —Vol. 32, No. 7-8.-P. 331-339.
- Beauchamp G.K.* Congenital and experimental factors in the development of human flavor preferences // *Appetite*. —1985. - Vol. 6, No. 4. - P. 357-372.
- Bedoya J.M.* Estudio de los movimientos embrionarios e fetales con ecografia de tiempo reale su relation con el desarrollo del sistema nervioso central // *Toko-ginecol. Pract.* - 1983. - Vol. 42, No. 479. - P. 217-222.
- Bennett M.R.* Development of neuromuscular synapses // *Physiol. Rev.* - 1983. - Vol. 63, No. 3. - P. 915-1048.
- Bennett M.R., Lavidis N.A.* Development of the topographical projection of motor neurons to amphibian muscle accompanies motor neuron death // *Dev. Brain Res.* — 1981. — Vol. 254, No. 3. - P. 448-452.
- Biringer Z.C* Infant attention to facial expression and facial motion // *J. Genet. Psychol.* - 1987. - Vol. 148, No. 1. -P. 127-133.
- Birnholz J.C* The development of human fetal eye movement patterns // *Science*. - 1981. - Vol. 213, No. 4508. -P. 679-681.
- Bossy J.* Sequence of development of cutaneous innervation of the limbs in the human embryo // *Bull. Assoc. Anat. (Nancy)*. - 1982. - Vol. 66, No. 192. - P. 57-61. *Bofs R.S.,*
- Nijhuis J.G., Martin C.B., Prechtl H.F.* Human fetal eye movements: detection in utero by ultrasonography // *Early Hum. Dev.* - 1981. - Vol. 5, No. 1. - P. 87-94.
- Bredberg G.* The Anatomy of the Developing Ear // *Auditory Development in Infancy*. - N.Y.-Lond., 1985. - P. 3-20. *Bret D.,*
- Challamel M.J., Lahlou S.* Micro-analyse des mimiques faciales d'un nouveau-ne du 7 jours au cours des etats de vigilance // *Bull. Saadi, «Bull. SFECA»*. - 1986. - Vol. 1, No. 2.-P. 165-173.
- Briend A.* Do maternal energy reserves limit fetal growth? // *Lancet*. - 1985. - No. 8419. - P. 38-40.
- Brock I.E.* Nutrition and human constitution // *S. Afr. Med. J.* - 1972. - Vol. 46, No. 32. - P. 1109-1116.
- Brodmann K.* Vergleichende Localisationslehre der Grosshirn-rinde. — Leipzig: Verlag von Johann Amdrosius Barth, 1925.-324 s.
- Brooks-Gunn J., Lewis M.* The development of early visual self-recognition // *Dev. Rev.* - 1984. - Vol. 4, No. 3. -P. 215-239.
- Brown J. W.* Early prenatal development of the human precommissural septum // *J. Corp. Neurol.* — 1983. — Vol. 215, No. 3. - P. 331-350.
- Brownell C.A., Strauss M.S.* Infant stimulation and development: conceptual and empirical considerations // *J. Children Contemp. Soc.* - 1984. - Vol. 17, No. 1. - P. 109-130.
- Burkhalter A., Bernardo K.L., Charles V.* Development of local circuits in human visual cortex // *J. Neurosci.* — 1993. — Vol. 13, No. 5.-P. 1916-1931.
- Cheat M.* Environmental enrichment facilitates foraging behavior // *Physiol. Behav.* - 1987. - Vol. 39, No. 2. - P. 281— 283.
- Chiva M.* Gout et communication non verbale chezle jeune enfant // *Enfance*. - 1983. - Vol. 36, No. 1. - P. 53-64.
- Cismaresco A.S., Montagner H., Taillard C* Evolution post-natale de la reconnaissance des pleurs du nouveau-ne par la mere // *Bull. Audiophonol.* - 1986. - Vol. 2, No. 5-6. -P. 521-534.
- Clandinin M.T., Chappell J.E., Heim N. et al.* Fatty acid accretion in the development of human spinal cord // *Early Hum. Dev.* - 1981. - Vol. 5, No. 1. - P. 1-6.
- Clark B.* Early development of cognitive abilities and gifted-ness // *J. Children Contemp. Soc.* - 1986. - Vol. 18, No. 3-4. - P. 5-15.
- Clifton R.K., Gwiazda J., Bauer J. et al.* Growth in head size during infancy: implications for sound

localization // *Dev. Psychol.* - 1988. - Vol. 24, No. 4. - P. 477-483.

*Colette C, Nirhy-Lanto A.R.* L'activite motrice du foetus // *Rev. Fr. Gynecol. Obstet.* - 1985. - Vol. 80, No. 6bis. -p. 437-443.

*Comans P.E., McLennan I.S., Mark R.F., Hendry I.A.* Mammalian motoneuron development: effect of peripheral deprivation on motoneuron numbers in a marsupial // *J. Corp. Neurol.* - 1988. - Vol. 270, No. 1. - P. 111-120.

*Cowan N., Davidson G.* Salient childhood memories // *J. Genet. Psychol.* - 1984. - Vol. 145, No. 1. - P. 101-107.

*Cowart B.J., Beauchamp G.K.* The importance of sensory context in young children's acceptance of salty tastes // *Child Dev.* - 1986. - Vol. 57, No. 4. - P. 1034-1039.

*Dechesne C.J., Sans A.* Development of vestibular receptor surfaces in human fetuses // *Am. J. Otolaryngol.* — 1985. - Vol. 6, No. 5. - P. 378-387.

*Derby J.M., Viteux V., Pauwels P.C.* Le sex-ratio // *Probio-Rev.* - 1985. - Vol. 8, No. 3. - P. 253-265.

*Dornan i.C, Ritchie J.W., Ruff S.* The rate and regularity of breathing movements in the normal and growth-retarded fetus // *Br. J. Obstet. Gynaecol.* - 1984. - Vol. 91, No. 1.-P. 31-36.

*Dourov N., Milaire J., Arys A.* Electron scanning microscopy study of the lingual mucous surface of human embryos and fetuses // *Bull. Group. Int. Rech. Sci. Stomatol. Odontol.* - 1981. - Vol. 24, No. 4. - P. 219-233.

*Duncan S. W., Todd C.M., Perlmutter M., Masters J.C.* Affect and memory in young children // *Motiv. Emotion.* — 1985. - Vol. 9, No. 4. - P. 391-405.

*Eckendorf M., Rakic P.* Nature and fate of proliferative cells in the hippocampal dentate gyrus during the life span of the rhesus monkey // *J. Neurosci.* - 1988. - Vol. 8, No. 8. - P. 2729-2747.

*Eisenberg N., Shell R., Pasternack J. et al.* Prosocial development in middle childhood: a longitudinal study // *Dev. Psychol.* - 1987. - Vol. 23, No. 5. - P. 712-718.

*Eisenman R.* Creativity, birth order, and risk taking // *Bull. Psychon. Soc.* - 1987. - Vol. 25, No. 2. - P. 87-88.

*Falk D.* A reconsideration of the endocast of *Proconsul afri-canus*: implications for primate brain evolution // *New Interpretations of Ape and Human Ancestry / Eds R.L Cio-chon, R.S. Corruccini.* — N.Y.: Plenum Press, 1983. -P. 239-248.

*Falk D.* Hominid paleoneurology // *Annu. Rev. Anthropol.* — 1987.-Vol. 16.-P. 13-30.

*Fitzgerald J.E., Windle W.F.* Some observations on early human fetal movements // *J. Corp. Neurol.* — 1942. — Vol. 76.-P. 159-167.

*Fleagle J.G.* *Primate Adaptation and Evolution.* — N.Y.: Academic Press, 1988.

*Forger N.G., Breedlove S.M.* Motoneuronal death during human fetal development // *J. Corp. Neurol.* - 1987. -Vol. 264, No. 1.-P. 118-122.

*Freedman W.J.* The development of children's knowledge of temporal structure // *Child Dev.* - 1986. - Vol. 57, No. 6.-P. 1386-1400.

*Frost G.J.* How did big brains evolve? The role of neonatal body size // *Hum. Evol.* - 1987. - Vol. 2, No. 3. - P. 193— 203.

*Fujiyama T., Yamaguchi R., Noda K.* Nerve distribution in human fetal appendages, particularly in the umbilical cord // *TohokuJ. Exp. Med.*-1971.-Vol. 105, No. 2.-P. 111-121.,

*Garey L.J., de Courten C.* Structural development of the lateral geniculate nucleus and visual cortex in monkey and man // *Behav. Brain Res.* - 1983. - Vol. 10, No. 1. -P. 3-13.

*Garsia-Velasco J., Mondragon M.* The incidence of the vomeronasal organ in 1000 human subjects and its possible clinical significance // *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.* — 1991. - Vol. 39, No. 4B. - P. 561-563.

*Ghodsian-Carpey J., Baker LA.* Genetic and environmental influences on aggression in 4- to 7-year-old twins // *Aggressive Behav.* - 1987. -Vol. 13, No. 4. - P. 173-186.

*Girard J.R.* Metabolic fuels of the fetus // *Isr. J. Med. Sci.* -1975. - Vol. 11, No. 6. - P. 591-600.

*Gnepp J., McKee E., Domanic J.A.* Children's use situational information to infer emotion: understanding

emotionally equivocal situations // *Dev. Psychol.* — 1987. — Vol. 23, No. 1.-P. 114-123.

*Greenough W.T., Schwark H.O.* Age-related aspects of experience effects upon brain structure // *Continuities and Discontinuities in Development / Eds R.N. Emde, R.J. Harmon.* - Boston: Springer, 1984. - P. 69-91.

*Griffin D.R.* Animal consciousness // *Neurosci. Biobehav. Rev.* - 1985. - Vol. 9, No. 4. - P. 615-622.

*Groen G.J., Baljet B., Boekelaar A.B., Dukker J.* Branches of the thoracic sympathetic trunk in the human fetus // *Anat. Embryol. (Berl.)*. - 1987. -Vol. 176, No. 4. - P. 401-411.

*Guido M.G.* Zur Bedeutung des embryonalen Zelluntergangs im Vorderhirn. II. Histochemische Untersuchungen bei der Maus // *Acta Anat. (Basel)*. - 1973. - Bd 85, No. 2. -S. 206-215.

*Guillermo M.S., Licon A.O.* Aspectos morfológicos de los huesecillos del oído en embriones humanos // *Gas. Med. Caracas.* - 1988. - Vol. 96, No. 1-3. - P. 57-72.

*Halata Z.* Ultrastructure of sensory nerve endings in the skin of the prepuce in men // *Anat. Anz.* — 1984. - Bd 156. -S. 499-500.

*Haller U., Henner H., Schmidt W., Kubli F.* Fetal movements // *Invest. Ultrasonol. 2. Clin. Adv.* - Lond., 1981. - P. 87-98.

*Heyns C.F.* The gubernaculum during testicular descent in the human fetus // *J. Anat.* - 1987. - Vol. 153. - P. 93-112.

*Hickey T.L.* Postnatal development of the human lateral geniculate nucleus: relationship to a critical period for the visual system // *Science.* - 1977. - Vol. 198, No. 4319. -P. 836-838.

*Horan P.E., Rosser R.A.* A multivariable analysis of spatial abilities by sex // *Dev. Rev.* - 1984. - Vol. 4, No. 4. -P. 387-411.

*Hulanicka B.* O wpływie czynników psychicznych na dojrzewanie // *Mater. Prz. Antropol.* - 1986. - Vol. 107, No. 3. - P. 45-80.

*Huttenlocher P.R., Courrier C.* The development of synapses in striate cortex of man // *Hum. Neurobiol.* — 1987. — Vol. 6, No. 1.-P. 1-9.

*Igarashi Y.* Ontogeny of human inner: a scanning electron microscope study // *Scanning Electron Microscopy Cell Biol, and Med. Proc. Int. Symp., Kyoto, 11-15 may, 1980.* -Amsterdam, 1981. - P. 427-432.

*Iglesias J., Loeches A., Serrano J.M., Garretie L.* Muscular basis of infant facial behavior to the stranger approach // *Int. J. Psychophysiol.* - 1989. - Vol. 7, No. 2-4. - P. 237— 238.

*Iriki F., Nozaki S., Nakamura Y.* Feeding behavior in mammals: corticobulbar projection is reorganized during conversion from sucking to chewing // *Dev. Brain Res.* — 1988. — Vol. 44, No. 2. - P. 189-196.

*Jouen F.* La contribution des recepteurs visues et labyrinthiques a la detection des déplacements du corps propre chez le nourrisson // *Annee Psychol.* — 1986. — Vol. 86, No. 2.-P. 169-182.

*Juntunen J., Teravainen H.* Structural development of myoneural junctions in the human embryo // *Histochemie.* — 1972. - Vol. 32, No. 2. - P. 107-112.

*Kagan J.* Continuity and change in the opening years of life // *Continuities and Discontinuities in Development / Eds R.M., Emde, R.J. Harmon.* - N.Y.: Plenum, 1984. - P. 15-39.

*Kato M., Motegi S.* Über die Innervation der menschlichen Harnblase//*Anat. Anz.*- 1971.-Bd 130. -S. 683-684.

*Keller H., Scholmerich A.* Infant vocalizations and parental reactions during the first 4 months of life // *Dev. Psychol.* - 1987. - Vol. 23, No. 1. - P. 62-67.

*Ken V.* The development of cholinergic neurons // *Brain Res.* - 1988. - Vol. 13, No. 3. - P. 261-286.

*Kikuchi I.* The biological significance of the mongolian spot // *Int. J. Dermatol.* - 1989. - Vol. 28, No. 8. - P. 513-514.

*Kjaer M., Fabricius K., Siggaard R.K., Pakkenberg B.* Neocortical development in brain of young children — a stereological study // *Cereb. Cortex.* - 2017. - Vol. 27, No. 12. -P. 5477-5484. doi: 10.1093/cercor/bhw314

*Kostovic-Knezevic L.* Sporadic cell death in the development cortex of the human fetal brain // *Anat. Anz.* -

1984. -Bd 156.-S. 303-304.

*Krmpotic-Nemanic J., Kostovic I., Bogdanovic N. et al.* Cyto-architectonic parameters of developmental capacity of the human associative auditory cortex during postnatal life // *Acta Otolaryngol.* - 1988. - Vol. 105. - P. 463-466.

*Krmpotic-Nemanic J., Kostovic I., Nemanic D.* The development of medial geniculate body in man: changes in the cholinesterase (CHE) activite during fetal and perinatal life // *Acta Otolaryngol.* - 1983. - Vol. 95. - P. 695-699.

*Kuzmak S.D., Gelman R.* Young children's understanding of random phenomena // *Child Dev.* - 1986. - Vol. 57, No. 3. - P. 559-566.

*Lambertini G.* L'innte et l'acguis // *Quad. Anat. Prat.* -1981.-No. 1-4.-P. 15-29.

*Lanqlois J.H., Roggman L.A., Casey R.J. et al.* Infant preferences for attractive faces: Rudiments of a stereotype? // *Dev. Psychol.* - 1987. - Vol. 23, No. 3. - P. 363-369.

*Larroche J.C., Amakawa H.* Glia of myelination and fat deposit during early myelogenesis // *Biol. Neonate.* — 1973. — Vol. 22, No. 5.-P. 421-435.

*Larsen W.J.* *Human Embryology.* 3rd ed. — N.Y.: Churchill Livingstone, 2001. - 548 p.

*Laurent J.L., CzybaJ.C., CirodC.* Development embryologique des appareils genitaux. La differenciation masculine // *Cah. Med. Lyonn.* - 1972. - Vol. 48, No. 38. - P. 4567— 4586.

*Lavigne-Rebillard M., Pujol R.* Development of the auditory hair cell surface in human fetuses. A scanning electron microscopy study // *Anat. Embryol. (Berl.).* - 1986. -Vol. 174, No. 3.-P. 369-377.

*Leader L.R., Baillie P., Martin B., Vermeulen E.* The assessment and significance of habituation to a repeated stimulus by the human fetus // *Early Hum. Dev.* - 1982. -Vol. 7, No. 3.-P. 211-219.

*Lieberman P.* Some aspects of dimorphism and human speech // *Hum. Evol.* - 1986. - Vol. 1, No. 1. - P. 67-75.

*LichtmanJ. W., Purves D.* Learning and developmntnt: activity-mediated neural change // *Nature.* — 1983. — Vol. 301, No. 5901. - P. 563-564.

*Lutzer V.D.* Perceptual learning of non-focal color discrimination between ages three and six // *J. Gen. Psychol.* — 1987. - Vol. 114, No. 3. - P. 273-279.

*Malinska J.* Postnatal volume changes in the spinal cord of man // *Acta Univ. Palackl. Olomuc. Fac. Med.* - 1972. -Vol. 63. - P. 203-222.

*MathenyA.PJr., Riese M.L., Wilson R.S.* Rudiments of infant temperament: newborn to nine months // *Dev. Psychol.* — 1985. - Vol. 21, No. 3. - P. 486-494.

*May D.S., Brannin J.R.* A possible relationship between handwriting speed and intelligence: Human Learning // *J. Practical Res. Applications.* - 1984. - Vol. 3, No. 3. -P. 209-213.

*McManus I.C., Mascie-Taylor C.G.N.* Biosocial correlates of cognitive abilities // *J. Biosoc. Sci.* - 1983. - Vol. 15, No. 3. - P. 289-306.

*Meban C*The surface area and volume of the human fetus // *J. Anat.* - 1983. - Vol. 137, Pt. 2. - P. 271-278.

*Menkes B., Chegiu J., Prelipceanu O.* Uber «Platzhalterfunk-tionen» beim menschlichen Embryo // *Rev. Roum. Morphol. Embryol. Physiol. Morphol. Embryol.* — 1985. — Vol.,31, No. 2. - P. 111-114.

*Merzenich M.M., Jenkins W.M.* Dynamic maintenance and al-terability of cortical maps in adults; some implications // «Hearing — Physiological Bases and Psychophysics». *Proceedings of the 6th International Symposium on Hearing, Bad Nauheim / Eds R. Klinke, R. Hartmann.* — Berlin, 1983.-P. 162-167.

*Michel G.F., Ovrut M.R., Harkins D.A.* Hand-use preference for reaching and object manipulation in 6-through 13-month-old infants // *Genet. Soc. Gen. Psychol. Monogr.* — 1985. - Vol. 111, No. 4. - P. 407-427.

*Mihajlovic P., Zecevic N.* Development of the human dentate nucleus // *Hum. Neurobiol.* - 1986. — Vol. 5, No. 3. — P. 189-197.

*Minkowski M.* Sur les modalites et la localisation du reflexe plantaire au cours de son evolution du foetus a l'adulte // *Cong, des Medic. Alieniste et Neurol., I.* 1926.

*Minkowski M.* Neurobiologische Studien am menschlichen Foetus // *Handbuch der biologischen*

Arbeitsmethoden. Abt. V. Methoden zum Studium der Funktionen der einzelnen Organe im Tierischen Organismus. Teil 5B / Ed. E. Abderhalden. - Berlin, 1938.

*Mittwoch U., Kirk D.* Superior growth of the right gonad in human fetuses // *Nature*. - 1975. - Vol. 257, No. 5529. - P. 791-792.

*Molliver M.E., Kostovic I., van der Loos H.* The development of synapses in cerebral cortex of the human fetus // *Brain Res.* - 1973. - Vol. 50, No. 2. - P. 403-407.

*Moore S., Munger B.L.* The early ontogeny of the afferent nerves and papillary ridges in human digital glabrous skin // *Brain Res. Dev. Brain Res.* - 1989. - Vol. 48, No. 1. - P. 119-141.

*Moran D., Jafek B.W., Rowley J.C.* The vomeronasal (Jacobson's) organ in man: ultrastructure and frequency of occurrence // *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.* — 1991. — Vol. 39, No. 4B. - P. 545-552.

*Nicolay-Pirmolin M.* Role du temps dans l'acquisition du langage // *Bull. Audiophonol.* - 1986. - Vol. 2, No. 5-6. - P. 561-580.

*Nishimura Y., Kumoi T.* The embryologic development of the human external auditory meatus. Preliminary report // *Acta Otolaryngol.* - 1992. - Vol. 112, No. 3. - P. 496-503.

*Okado N.* Onset of synapse formation in the human spinal cord // *J. Comp. Neurol.* - 1981. - Vol. 201, No. 2. - P. 211-219.

*Okado N., Yokota N.* Axoglial synaptoid contacts in the neural lobe of the human fetus // *Anat. Rec.* - 1982. - Vol. 202, No. 1. - P. 117-124.

*Okawa H., Morokuma S., Maehara K. et al.* Eye movement activity in normal human fetuses between 24 and 39 weeks of gestation // *PLoS one*. - 2017. doi: 10.1371/journal.pone.0178722

*Olsho L.W., Koch E.G., Halpin C.F.* Level and age effects in infant frequency discrimination // *J. Acoust. Soc. Am.* — 1987. - Vol. 82, No. 2. - P. 454-464.

*Olson G.M., Strauss M.S.* The development of infant memory // *Advances in the Study of Communication and Affect* / Ed. M. Moscovitch. Vol. 9: «Infant memory». — N.Y.: Plenum Press, 1984. - P. 29-48.

*Olszewski J.* Variations of the pudendal nerve in man // *Folia Morphol. (Warsaw)*. - 1982. - Vol. 41, No. 2. - P. 245-252.

*Olszewski J.* Le développement foetal du muscle de l'étrier // *Can. Oto-rhino-laryngol.* - 1987. - Vol. 22, No. 5. - P. 360-361.

*Olszewski J.* Budowa ucha środkowego w wieku niemowlęcym // *Otolaryngol. Pol.* - 1989. - Vol. 43, No. 4. - P. 278-283.

*Oppenheim R.W.* Cell death during development of the nervous system // *Annu. Rev. Neurosci.* — 1991. — Vol. 14. - P. 453-501.

*O'Rahilly R.* The prenatal development of the human eye // *Exp. Eye Res.* - 1975. - Vol. 21, No. 2. - P. 93-112.

*Overton W., Ward S.L., Noveck I.A. et al.* Form and content in the development of deductive reasoning // *Dev. Psychol.* - 1987. - Vol. 23, No. 1. - P. 22-30.

*Owens M.E., Todt E.H.* Pain in infancy: neonatal reaction to a heel lance // *Pain*. - 1984. - Vol. 20, No. 1. - P. 77-86.

*Patrick S., Anders S., Matti H.* Malnutrition and morphological development of the nervous system // *Symp. Swed. Nutr. Found.* - 1974. - Vol. 12, No. 2. - P. 39-54.

*Pemberton E.* The drawing rules of children: sequence and direction // *Bull. Psychon. Soc.* - 1987. - Vol. 25, No. 5. - P. 383-386.

*Perry L.C., Perry D.G., Weiss R.* Age differences in children's beliefs about whether altruism makes the actor feel good // *Soc. Cognit.* - 1986. - Vol. 4, No. 3. - P. 263-269.

*Pitkin R.M., Reynolds W.A.* Fetal ingestion and metabolism of amniotic fluid protein // *Am. J. Obstet. Gynecol.* — 1975. - Vol. 123, No. 4. - P. 356-363.

*Porter R.H., Balogh R.D., Cernoch J.M., Franchi C.* Recognition of kin through characteristic body odors // *Chem. Sens.* - 1986. - Vol. 11, No. 3. - P. 389-395.



- Porter R.H., Cernoch J.M., McLaughlin F.J. Maternal recognition of neonates through olfactory cues // *Physiol. Behav.* - 1983. - Vol. 30, No. 1. - P. 151-154.
- Povlishock J.T. Dense core vesicles in cerebral cortex of the human fetus // *Experientia.* - 1975. - Vol. 31, No. 12. -p. 1447-1449.
- Prejzner-Morawska A., Paneck-Mikula J., Urbanowicz M. Lumbar part of the sympathetic trunk in human fetuses and newborns // *Folia Morphol. (Warsaw).* - 1975. — Vol. 34, No. 3. - P. 275-283.
- Preyer W. *Specielle Physiologie des Embryo: Untersuchungen ueber die Lebenserscheinungen vor der Geburt.* — Leipzig, 1885.
- Price M.L., Griffiths W.A.D. Normal body hair - a review // *Clin. Exp. Dermatol.* - 1985. - Vol. 10, No. 2. - P. 87-97.
- Prominska E. Demorfizm plciowi w ontogenezie czlowieka // *Cosmos.* - 1987. - Vol. 36, No. 1. - P. 77-89.
- Provis J.M., van Driel D., Billson F., Russell P. Development of the human retina: patterns of cell distribution in the ganglion cell layer // *J. Corp. Neurol.* - 1985. - Vol. 233, No. 4.-P. 429-451.
- Pujol R., Lavigne-Rebillard M. Early stages of innervation and sensory cell differentiation in the human fetal organ of corti // *Acta Otolaryngol. Suppl.* - 1985. - Vol. 423. -P. 43-50.
- Rath G., Gopinath G., Bijlani V. Prenatal development of the human spinal cord. I. Ventral motor neurons // *J. Neurosci. Res.* - 1982. - Vol. 7, No. 4. - P. 437-441.
- Rebillard M., Pujol R. Auditory hair cells in human fetuses: synaptogenesis and ciliogenesis // *J. Electron Microsc. Tech.*- 1990.-Vol. 15, No. 2. - P. 115-122.
- Reger Z. The functions of imitation in child language // *Appl. Psycholinguist.* - 1986. - Vol. 7, No. 4. - P. 323-352.
- Reichman B., Chessex P., Putet G. et al. Diet, fat accretion, and growth in premature infants // *N. Engl. J. Med.* — 1981. - Vol. 305, No. 25. - P. 1495-1500.
- Reinold E. Fetal motor behaviour during pregnancy as a dynamic criterion of embryo-fetal health // *Invest. Ultrasonol. 2. Clin. Adv. - Lond., 1981.* - P. 78-86.
- Rheingold H.L., Cook K.V., Kolowitz V. Commands activate the behavior and pleasure of two-year-old children // *Dev. Psychol.* - 1987. - Vol. 23, No. 1. - P. 146-151.
- Richards J.E. The development of sustained visual attention in infants from 14 to 26 weeks of age // *Psychophysiology.* - 1985. - Vol. 22, No. 4. - P. 409-416.
- Riese M.L. Temperament stability between the neonatal period and 24 months // *Dev. Psychol.* - 1987. - Vol. 23, No. 2.-P. 216-222.
- Roodenburg P.J., Wladimiroff J. W., van Es A., Prechtel H.F. Classification and quantitative aspects of fetal movements during the second half of normal pregnancy // *Early Hum. Dev.* - 1991. - Vol. 25, No. 1. - P. 19-35.
- Sadler T.W. *Langman's Medical Embryology.* 7th ed. — Baltimore: Williams & Wilkins, 1995. - 460 p.
- Sadovsky E., Yaffe H. Daily fetal movement recording and fetal prognosis // *Obstet. Gynecol.* - 1973. - Vol. 41, No. 6. - P. 845-850.
- Saraga-Babia M., Lehtonen E., Svajger A., Wartiovaara J. Morphological and immunohistochemical characteristics of axial structures in the transitory human tail // *Ann. Anat.* - 1994. - Vol. 176, No. 3. - P. 277-286.
- Sauer B., Kammradt G., Krauthansen I. et al. Qualitative and quantitative development of the visual cortex in man // *J. Corp. Neurol.* - 1983. - Vol. 214, No. 4. - P. 441 — 450.
- Schade J.P., Smith C.J. Cytodendrogenesis in the cerebral cortex and Uttley's brain model // *Quad. Recerca Sci.* — 1965.-No. 31.-P. 263-572.
- Schmidt C.R., Shatz M. Development of conventional object term descriptions // *Dev. Psychol.* - 1986. - Vol. 22, No. 4.-P. 557-561.
- Schopf V., Schlegl T., Jakaba. et al. The relationship between eye movement and vision develops before birth // *Front. Hum. Neurosci.* - 2014. doi: 10.3389/fnhum.2014.00775

- Schwartz A.E.* Earliest memories: sex-differences and the meaning of experience // *Imag. Cognit. Pers.* — 1984. — Vol. 4, No. 1.-P. 43-52.
- Sherman T.* Categorization skills in infants // *Child Dev.* — 1985. - Vol. 56, No. 6. - P. 1561-1573.
- Shiota K., Uwabe C, Nishimura H.* High prevalence of defective human embryos at the early postimplantation period // *Teratology.* - 1987. - Vol. 35, No. 3. - P. 309-316.
- Silver J., Hughes A.F.* The role of cell death during morphogenesis of the mammalian eye // *J. Morphol.* — 1973. — Vol. 140, No. 2.-P. 159-170.
- Soede N.M., Kemp B., van der Lende T.* Embryonal mortality in swine: conditions for a low incidence // *Tijdschr. Diergeneeskd.* - 1993. - Vol. 118, No. 16. - P. 505-510.
- Sorokin Y., Dierker L.J.* Fetal movement // *Clin. Obstet. Gynecol.* - 1982. - Vol. 25, No. 4. - P. 719-734.
- Sorrells S.F., Paredes M.F., Cebrian-Silla A. et al.* Human hippocampal neurogenesis drops sharply in children to undetectable levels in adults // *Nature.* - 2018. - Vol. 555, No. 7696.-P. 377-381.
- Spinelli D.* Lo sviluppo delle funzioni vitive di base nel bambino // *G. Ital. Psicol.* - 1987. - Vol. 14, No. 1. - P. 23-44.
- Stensaas L.J., Lavker R.M., Monti-Blonch L. et al.* Infrastructure of the human vomeronasal organ // *J. Steroid Bio-chem. Mol. Biol.* - 1991. - Vol. 39, No. 4B. - P. 553-560.
- Sturrock R.R.* Changes in the number of axons in the human embryonic optic nerve from 8 to 18 weeks gestation // *J. Hirnforsch.* - 1987. - Vol. 28, No. 6. - P. 649-652.
- St. Wecker P.G., Farel P.B.* Hindlimb sensory neuron number increases with body size // *J. Comp. Neurol.* — 1994. — Vol. 342, No. 3. - P. 430-438.
- Tadros M.A., Lim R., Hughes D.I. et al.* Electrical maturation of spinal neurons in the human fetus: comparison of ventral and dorsal horn // *J. Neurophysiol.* - 2015. — Vol. 114, No. 5. - P. 2661-2671. doi: 10.1152/jn.00682.2015
- Tawia S.* When is the capacity for sentience acquired during human fetal development? // *J. Maternal-Fetal Neonatal Med.* - 2009. - Vol. 1, No. 3. - P. 153-165.
- Thoulong J.M., Trouillas J.* L'embryogenese: deux bons mots pour une bonne vie // *Cah. Med.* - 1983. - Vol. 8, No. 13. -P. 743-746.
- Tomasello M., Farrar M.J.* Joint attention and language // *Child Dev.* - 1986. - Vol. 57, No. 6. - P. 1454-1463.
- Warner D., Cook J.E., Schneck M.E. et al.* Tritan discriminations by 1- and 2-month-old human infants // *Vision Res.* - 1985. - Vol. 25, No. 6. - P. 821-831.
- Verley R.* Comparative ontogeny of man // *Ontogeny of Reproductive Biology. 8th Seminar of Reproductive Biology / Ed. P.O. Hubinont.* - Brussels, 1984. - P. 99-109.
- Vinter A.* The role of movement in eliciting early imitations // *Child Dev.* - 1986. - Vol. 57, No. 1. - P. 66-71.
- Westin-Lindgren G.* Physical and mental growth controlling for social background // *Human Growth and Dev. 3rd Int. Congr. Auxol., Drusseles, Aug. 26-30, 1982.* - N.Y.-Lond., 1984.-P. 705-717.
- Wilson H.R.* Development of spatiotemporal mechanisms in infant vision // *Vision Res.* - 1988. - Vol. 28, No. 5. -P. 611-628.
- Wilson J.D., George F. W., Griffin J.E.* The hormonal control of sexual development // *Science.* - 1981. - Vol. 211, No. 4488. - P. 1278-1284.
- Wright L.L., Smolen A.J.* The role of neuron death in the development of the gender difference in the number of neurons in the rat superior cervical ganglion // *J. Int. Dev. Neurosci.* - 1987. - Vol. 5, No. 4. - P. 305-311.
- Yamaguchi K., Goto N., Yamamoto T. Y.* Development of human cerebellar nuclei. Morphometric study // *Acta Anat. (Basel).* - 1989. - Vol. 136, No. 1. - P. 61-68.
- Yamasaki F., Takahashi K.* A description of the times of appearance and regression of marginal lingual papillae in human fetuses and newborns // *Anat. Res.* — 1982. — Vol. 204, No. 2. - P. 171-173.
- Yuodelis C, Hendrickson A.* A qualitative and quantitative analysis of the human fovea during development // *Vision Res.* - 1986. - Vol. 26, No. 6. - P. 847-855.

*Zamenhof S.* Malnutrition and brain development // Handbook of Neurochemistry. Vol. 9. - N.Y.-Lond., 1985. — P. 151-172.

*Zeveloff S.I., Boyce M.S.* Why human neonates are so altricial // Am. Nat. - 1982. - Vol. 120, No. 4. - P. 537-542.