

Из книги Н.М. Сланевская, «Мозг, мышление и общество», 2012, часть 1, Санкт-Петербург, Центр Междисциплинарной Нейронауки, стр. 184-208.

4.2.2. Как проходит творческий процесс в мозге? 184

Рассмотрим гипотезы Арне Дитриха (1), Антонио Дамасио (2) и Натальи Бехтеревой (3).

(1) *Арне Дитрих (Arne Dietrich) о четырех типах креативности на основе функционирующих нейросетей. Нейрофункциональный сетевой подход.*

Арне Дитрих предложил теорию креативности, построенную на четырех основных элементах и базирующуюся на функционировании разных нейросетей головного мозга согласно этим элементам (Dietrich, 2004). Он выделяет две контрастные области знаний – эмоциональная и когнитивная, и два контрастных типа творческого процесса - спонтанный и преднамеренный. Эти четыре элемента (эмоциональная область, когнитивная область, спонтанный творческий процесс, преднамеренный творческий процесс) находятся во взаимодействии и могут быть в разных сочетаниях. Дитрих выделяет четыре основных типа креативности, основанных на вариантах сочетания этих четырех базовых элементов: (1) когнитивная область и преднамеренный процесс, (2) эмоциональная область и преднамеренный процесс, (3) когнитивная область и спонтанный процесс, (4) эмоциональная область и спонтанный процесс. Таким образом, важен процесс и

важна область творчества. Типы не существуют в чистом виде и такое деление условно для творчества, так как, как отмечает Дитрих, человек мыслит как эмоционально, так и рационально, но что-то преобладает в творческом процессе и дает разное нейроанатомическое объяснение. Эмоциональное состояние требует свои нейронные сети (например участие лимбической системы), а когнитивное - свои (больше работает префронтальная часть коры головного мозга, связанная с рабочей памятью). Эмоциональная область универсальна, любой может понять то, что выражает поэт или художник через свое творчество. Когнитивная область, как физика или математика, требует специфических знаний и постоянного обновления. Художник, который когда-то нашел свой собственный язык выражения, который стал новым в искусстве, может творить всю жизнь в этом стиле, используя то, что когда-то нашел. Физик же для того, чтобы сказать что-то свое новое, творческое, должен все время обновлять свои знания через чужие открытия в этой области.

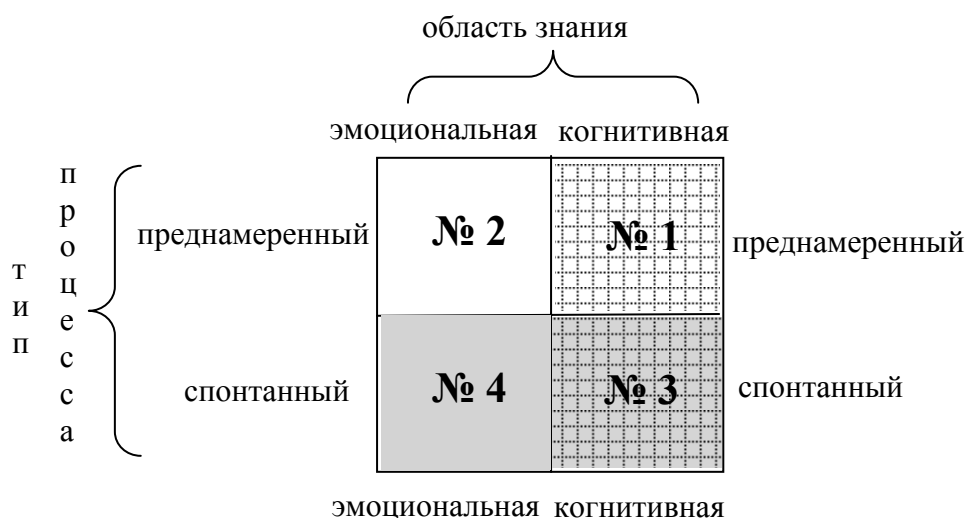


Рис. 36. Четыре типа креативности.¹

Четыре типа креативности на основе функционирующих нейросетей. Выделение этих четырех типов креативности зависит от области знания (эмоциональная или когнитивная) и типа творческого процесса (спонтанный или преднамеренный). Например, тип креативности №1 подразумевает когнитивную область и преднамеренный творческий процесс, №2 – эмоциональную область и преднамеренный процесс, №3 – когнитивную область и спонтанный процесс, а №4 – эмоциональную область и спонтанный творческий процесс.

Тип №1 - когнитивная область и преднамеренный творческий процесс. Биолог, например, работает над проблемой и целенаправленно делает массу опытов, и получается открытие в результате такого преднамеренного творческого процесса. Так, например, многочисленные опыты Эдисона дали массу изобретений и более 1000 патентов в области фотографирования, электричества, коммуникаций и т.д. Ему принадлежат слова: “Гений – это один процент вдохновения и девяносто девять процентов потения”.

Тип № 2 - эмоциональная область и преднамеренный творческий процесс. Известно, например, что Лев Толстой переписывал свои произведения по несколько раз, сознательно выбирая лучшие варианты, пока не добивался совершенства.

¹ На основе 4-х базовых элементов, выделенных Арне Дитрихом (Dietrich, 2004).

Тип № 3 - когнитивная область и спонтанный творческий процесс. Как говорят, Ньютон создал закон всемирного тяготения, когда увидел падающее яблоко.
Тип №4 - эмоциональная область и спонтанный процесс. Поэты, как правило, ждут вдохновения и создают стихотворения спонтанно, без предварительной подготовки.

Дитрих дает следующее нейроанатомическое описание, где особая важность придается работе префронтальной области мозга. Следующая важная область под названием ТВЗ (англ. “ТОР”) объединяет три доли коры: теменную, височную и затылочную (ТВЗ – по первым буквам).

Функции ТВЗ отличаются от функций фронтальной доли. В ТВЗ находятся, в основном, нейроны, предназначенные для восприятия, здесь первичные сенсорные и ассоциативные участки коры. Фронтальная кора не получает прямой сенсорной информации и не имеет долговременной памяти в отличие от ТВЗ. Когда нейроны ТВЗ расшифровывают сенсорную информацию, репрезентация этой информации присутствует и в рабочей памяти согласно электрофизиологическим исследованиям.

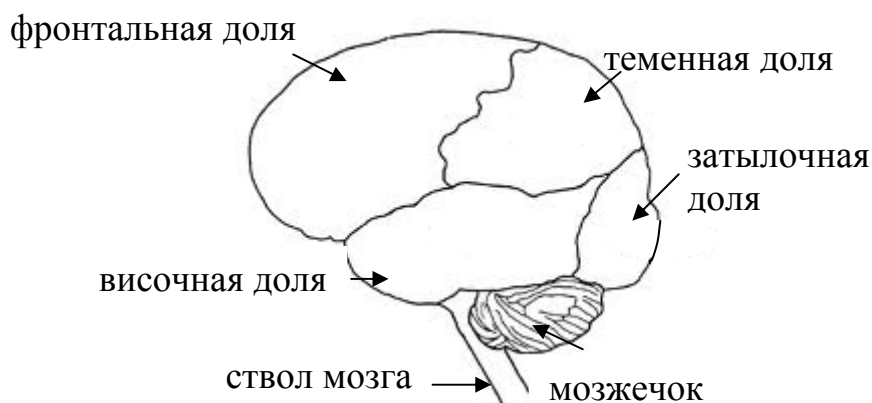


Рис. 37. Мозг человека.

Левое полушарие мозга, лоб слева, затылок справа. На рисунке обозначены доли мозга, а также мозжечок и ствол мозга.

Префронтальная кора занимает примерно половину фронтальной коры и интегрирует уже обработанную информацию, отвечает за волевые решения, абстрактное мышление, временную интеграцию, поддержание и управление вниманием во времени и пространстве, обеспечивает когнитивную гибкость, новые комбинации, критическую оценку, рабочую память (Carlsson, Wendt, Risberg, 2000). Префронтальная кора неоднородна и имеет свои участки с разными функциями, характеризующиеся разными нейросетями и связями с подкорковыми структурами. Важнейшие области - дорсолатеральная префронтальная кора и вентромедиальная префронтальная кора. Вентромедиальная префронтальная кора связана с лимбической системой (амигдала, поясная извилина, и т.д.) и выполняет функцию социального общения и эмоций. Дорсолатеральная префронтальная кора правого полушария поддерживает внимание, а левого - извлекает информацию, связанную с семантической памятью.

Дорсолатеральная префронтальная кора вовлечена в контролирующие исполнение функции, интегрирует уже обработанную информацию и отличается по тканям от вентромедиальной префронтальной коры и ближе к тканям гиппокампа (гиппокамп

отвечает за формирование эмоций, консолидацию памяти, то есть за переход кратковременной памяти в долговременную) (Dietrich, 2004). Повреждение дорсолатеральной префронтальной коры не влечет за собой личностных и эмоциональных изменений в отличие от вентромедиальной. Если дорсолатеральная кора повреждена, то наблюдается отсутствие гибкости мышления и способности к абстрактному мышлению. Дорсолатеральная префронтальная кора участвует в рабочей памяти, саморефлексии, в целенаправленном внимании и в интеграции во времени. (Dietrich, 2004).

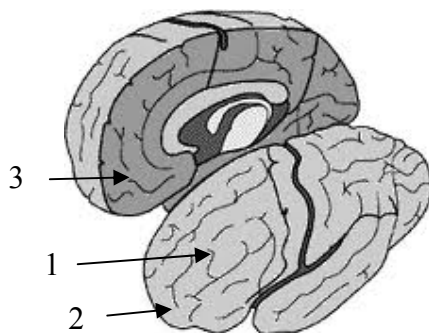


Рис. 38. Участки префронтальной коры.

1. Дорсолатеральная префронтальная кора (англ. DLPFC).
2. Передняя часть префронтальной коры (англ. aPFC).
3. Вентромедиальная префронтальная кора (англ. VMPFC).

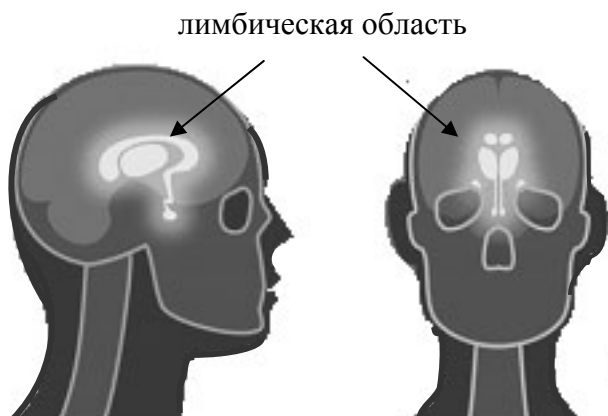


Рис. 39. Лимбическая система мозга.

Лимбическая система находится в глубине мозга. На картинках лимбическая система обозначена белым цветом внутри мозга.

Процесс внимания, как селективное восприятие, присутствует на всех уровнях, но намеренный контроль сфокусированного внимания и поддержка концентрации внимания осуществляется во фронтальной доле. Креативность – это создание чего-то нового. Чем больше мозговых структур связано с интеграцией, тем больше присутствует комбинаций новых вариаций. Любые нейросети, которые обрабатывают информацию, производят новые комбинации этой информации. Однако оценка уместности и полезности зависит от работы особых высших отделов мозга, которые оценивают новое с точки зрения существующей культуры. Дитрих считает, что префронтальная кора отвечает за оценку уместности новой идеи, когда она осознается и становится озарением, попадая в рабочую память. Пока

информация не представлена в рабочей памяти и неосознаваема, мы не можем ее передавать или размышлять о ней. Но так как на всех уровнях нейронные сети могут активировать моторную систему, то такое неосознанное знание может создавать новое поведение. Однако сложное креативное поведение требует осознания. Озарение - только первый шаг по превращению новой комбинации информации в креативный результат. Далее префронтальная кора начинает извлекать из памяти информацию сознательно, оценивать, поддерживать и управлять вниманием, решать, как реализовать в жизни новую идею и как представить ее.

Дитрих ссылается на Газзанигу (Gazzaniga), который утверждает, что неосознающий мозг работает как параллельный процессор, в отличие от осознающего. Новые комбинации информации создаются постоянно, но для осознания важен тип обработки информации – намеренный или спонтанный. При намеренно-осознанном или преднамеренном способе действуют нейроны префронтальной коры, и работа структурирована, рациональна и соответствует внутренним ценностям и системе убеждений.

Согласно Дитриху, спонтанный способ, это когда система внимания не отбирает активно содержание сознания, а позволяет отражать работу памяти, неосознанные мысли, более случайные и нефилтрованные.

Длительная концентрация внимания ведет к переутомлению и к меньшей степени контроля и управления со стороны префронтальной коры. Отсюда и меньше запретов. Поэтому мы сталкиваемся с рассказами великих ученых, которые сделали открытия во сне, в ванне, во время беседы с кем-то на отвлеченные темы и т.д., то есть тогда, когда они вроде бы и не думали о своей профессиональной проблеме, а это получилось как бы случайно. Префронтальная кора извлекает информацию из ТВЗ во временную память и использует свою гибкость, чтобы создать новые комбинации. Она не будет извлекать того, что не соответствует убеждениям и прошлому опыту. Поэтому сознательное обдумывание может ухудшить творческое решение проблемы. Оптимальные варианты решения могут быть заблокированы существующими убеждениями и привычкой решения, так как префронтальная кора ищет на основе формальной логики (А вызывает В) и отмечает все то, что не соответствует этой логике. При этом рабочая память, сама по себе, имеет ограниченные возможности для хранения информации, и отсюда меньше вариантов для решения проблем. Спонтанный процесс же не ограничивает ментальную парадигму, так как он не инициируется префронтальной корой и не ограничивается рамками рабочей памяти.

Обычно решение при спонтанном процессе воспринимается как момент случая, но переход информации в рабочую память не случаен. Длительная память находится в ассоциативных нейросетях. Память, зависящая от гиппокампа, считается ассоциативной.

Даже сама активность через нейросеть, хранящую знания, может способствовать новому общему состоянию (gestalt). Новые идеи собираются бессознательно и предстают в рабочей памяти в законченном виде. Возможно, этот процесс объясняет интуицию (вывод без рассуждения). Сон признается как самая оптимальная форма спонтанного процесса, ведущего к озарению. Однако для творчества нужны знания и освоение навыков. Знание и креативность не одно и то же. Знания - это работа

ТВЗ, а креативность - это работа дорсолатеральной префронтальной коры и развитая рабочая память. Такова суть теории Дитриха.

(2) Антонио Дамасио (Antonio Damasio) о важности нейрoхимии мозга для творческого процесса. Биохимический функциональный системный подход Антонио Дамасио.

Антонио Дамасио объединяет мозг и тело, разум и эмоции в одно целое, через гормоны, нейротрансмиттеры (другой название – нейромедиаторы), нейромодуляторы и функционирование нервной системы (Damasio, 2006). Химические вещества, возникающие в результате деятельности тела, могут достичь мозга через поток крови и повлиять на оперативные возможности мозга либо прямо, либо с помощью активации специальных разделов мозга. Мозг также воздействует на тело, производя или вызывая производство химических веществ, высвобождаемых в кровяной поток. Среди них - гормоны, нейротрансмиттеры и нейромодуляторы. Изменения в количестве и распределении высвобожденного химического вещества одного из таких нейротрансмиттеров, или даже изменения в относительном балансе нейротрансмиттеров в определенной области головного мозга, могут повлиять на быстроту импульсной активности коры. Скорость мышления может замедлиться или ускориться, а создание новых образов или воспоминание старых может уменьшиться или увеличиться в объеме, как и степень концентрации внимания.

В коре мозга есть много ассоциативных зон (80% территории коры), не связанных непосредственно с сенсорными или моторными процессами, где происходит ассоциация (соединение) разносенсорной информации. Каждая такая ассоциативная область коры тесно связана сразу с несколькими проекционными (сенсорными или моторными) зонами. Нейроны ассоциативных областей имеют полисенсорность (умеют реагировать на различные сигналы, поступающие от слуховой, зрительной, кожной и других систем). Такая полисенсорность нейронов позволяет им объединять сенсорную информацию, организовывать и координировать взаимодействие сенсорных и моторных областей коры. Каждая проекционная область коры, будь то сенсорная или моторная, окружена ассоциативными областями. Антонио Дамасио характеризует творческий процесс следующим образом (Damasio, 2001):

- Первичная картированная нейронная репрезентация (карта активности нейронов) появляется при восприятии предмета (работают зрительная и слуховая области коры). Эта нейронная карта представляет собой конфигурацию сигналов, полученных человеком по отношению к этому предмету. Вторичная ассоциативная кора хранит память об активированных нейронных сетях при первичном восприятии в виде диспозиционной репрезентации. Диспозиционные репрезентации хранят невидимые записи всех картированных репрезентаций (карту нейронной активности), и они идут в обратном направлении в первоначальную картированную область, где мозг пытается воссоздать первоначальный образ. Воспоминание ведет к первичной картированной репрезентации, при этом возникает модификация образов и новизна. Если вы видите лицо человека впервые, у вас создается первичная картированная нейронная репрезентация. Если вы уже знаете человека и вспоминаете его лицо, не видя его самого, то вы используете диспозиционную

репрезентацию. Если же при воспоминании его лица вы чувствуете радость и улыбаетесь, то здесь участвует диспозиционная репрезентация префронтальной коры. Для диспозиционных репрезентаций нейронных цепей в префронтальной коре не важны черты лица человека, им важна релевантность этой репрезентации для всего организма человека в целом. Эти диспозиционные репрезентации релевантны к той памяти, которая соотносится с первоначальным эффектом события на внутреннюю жизнь организма и внутренние фундаментальные процессы. Возможно, некоторые отобранные репрезентации реконструируются в картированные, т.е. в нейроцепочки, и затем передаются во внешний мир как произведения искусства или науки.

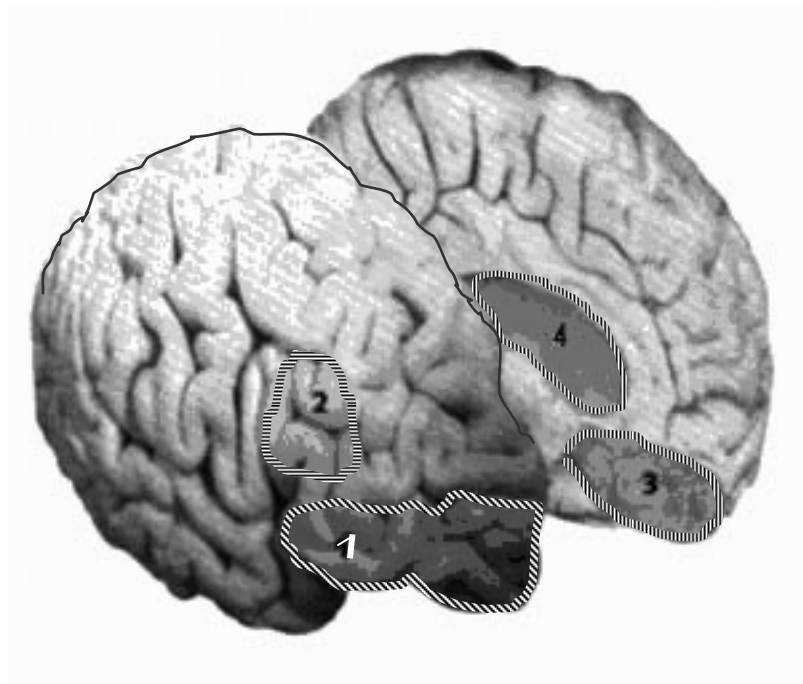


Рис. 40. Вентромедиальная кора².

На рисунке два полушария мозга, левое полушарие отделено от правого, ближнего к нам, чтобы видеть мозг изнутри. На рисунке выделены некоторые области префронтальной коры и лимбическая область: 1 - орбитофронтальная кора, 2 - латеральная префронтальная кора, 3 - вентромедиальная префронтальная кора, 4 - лимбическая область.

При столкновении с какой-то ситуацией у человека возникает эмоциональный всплеск, в котором участвует вентромедиальная кора, амигдала и другие эмоциональные структуры мозга. Через более низкие структуры мозга (мозговой ствол, промежуточный мозг) информация идет к телу, и происходят изменения в состоянии тела, что передается через автономную нервную систему и гормоны. Этот процесс Дамасио называет эмоциями. Эти изменения тела передаются назад в соматосенсорную кору и инсулу мозга через ствол мозга и ощущаются как чувства. Дамасио называет этот процесс “body loop” (“петля-тело”). Таким образом создается соматический маркер (“сома” - тело). Однако знакомые ассоциации могут передаваться прямо из ассоциативной коры в соматосенсорную кору, вызывая чувства без первоначального этапа изменения состояния тела, как если бы

² Модификация с сайта thebrain.mcgill.ca

соматосенсорная кора получила информацию от тела (“as if body loop” – “как если бы петля-тело”).

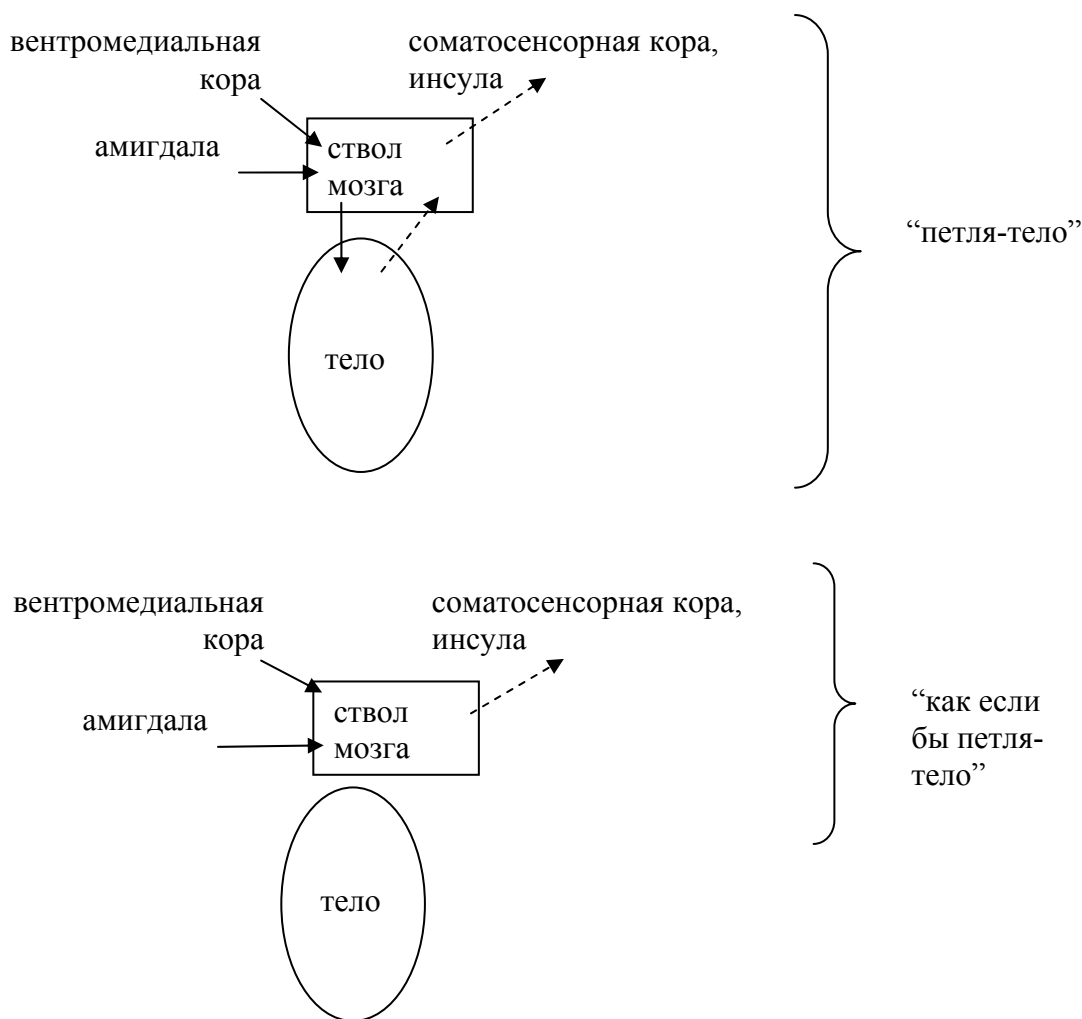


Рис. 41. “Петля-тело” и “как если бы петля-тело”.³

“Петля-тело” – это информация, идущая из вентромедиальной коры и амигдалы через ствол мозга в тело и сопровождающаяся нейрохимической и гормональной реакцией организма. В стволе мозга есть клетки, которые имеют связь с корой, а также и все основные нейротрансмиттеры – допамин, норадреналин, ацетилхолин (Bechara, Damasio, 2005). Далее информация об изменении в теле идет обратно (пунктирная стрелка) через структуры ствола мозга в инсулу и соматосенсорную кору, откладываясь в памяти. Формируется “соматический маркер” (“сома” – тело), и при подобных же обстоятельствах в будущем появится такая же эмоциональная реакция, которая повлияет на принятие решения. “Как если бы петля-тело” – это информация, идущая от вентромедиальной коры и амигдалы, минуя тело, и напоминающая о бывших эмоциональных состояниях организма структурам ствола мозга, соматосенсорной коре и инсуле, что вызывает похожую реакцию, как если бы тело втягивалось в эту цепь.

Тело принимает участие в принятии решения (воспоминания о реакции на определенные события), и иногда это является оптимальным средством (так как существует настолько много вариантов, что не хватило бы времени, чтобы перебрать все варианты в уме), а иногда - нет (так как слишком сильная

³ Модификация по Bechara, Damasio, 2005: 342.

эмоциональная реакция на событие в прошлом перекрывает возможность в дальнейшем принимать разумные решения). Антонио Дамасио (Antonio Damasio), Ханна Дамасио (Hanna Damasio) и Антуан Бешара (Antoine Bechara) придают большое значение вентромедиальной коре, в которую включают прямую извилину (gyrus rectus), медиальную половину орбитофронтальной коры и нижнюю половину медиальной префронтальной коры от самой хвостовой до самой роstralной в лобном полюсе, что включает области по Бродману – 10, 11, 12, 13, 25, 32 и белое вещество в окружающих областях этих полей (Bechara, Damasio, Damasio, 2000). Некоторые определяют вентромедиальную кору менее широко, чем Дамасио, и относят поля 11, 12, 47 и прямую извилину к орбитофронтальной коре, а к вентромедиальной - поля 10 и 25 (как область, расположенную над медиальной орбитофронтальной корой) (поля Бродмана на рис. 42)

(3) Полиметодический подход Н.П. Бехтеревой к исследованию мозга во время творческого процесса.

Творческий процесс, согласно Бехтеревой, связан с реорганизацией активности нейронов в мозге, которая идет параллельно творческому мышлению. Эта реорганизация осуществляется двумя путями. Путем постоянной активации при аналогичной деятельности определенных нейропутей (жесткие связи) и путем активации других нейропутей (гибкие связи), представляющих собой как бы “мерцающие” связи (работают то одни, то другие) (Бехтерева, 2008). Мерцающие связи зависят от внешних причин (окружающая обстановка, различные факторы обстановки), но могут зависеть и от внутренних (монотонность деятельности).

Мозг воюет с монотонностью своими средствами – с помощью самоорганизации, или точнее, самореорганизации. Жесткие звенья (связи) продолжают работать, а гибкие звенья (связи) работают попеременно (одни выключаются, а другие включаются). Монотонность работы исследователя сопровождается сменой гибких звеньев, причем все они, тем не менее, продолжают выполнять задачу исследователя. Чем больший процент мозговой ткани вовлекается в мышление за счет гибких звеньев, тем менее избиты ассоциации исследователя (Бехтерева, 2008). Нейрофизиологически измеряется перестройка частоты импульсной активности нейронов, участвующих в выполнении задания. Анализируется активность нейронов в совокупности (их физиологический шум).

На ПСГ (постстимульная гистограмма) может появиться коротколатентный всплеск (уменьшение или увеличение частоты разрядов) через 100-200 мс после стимула (очевидно реакция на физические характеристики стимула). Значимое увеличение или уменьшение частоты разрядов после стимула после 300-400 мс означает обработку значения и смысла стимула. Если реакция еще более задерживается, то это означает либо подготовку к двигательной фазе, либо к эмоциональной реакции. Однако невозможно узнать содержание мыслительной деятельности по частотной динамике импульсной активности нейронов.

Эмоциональная реакция может существенно повлиять на процесс мышления и деятельность человека. “Исследование сверхмедленных физиологических процессов при эмоциональных реакциях и состояниях раскрыли сущность того, как большая радость и особенно большая печаль могут нарушить нормальное течение мыслительных процессов, а в еще более яркой форме это происходит при

болезненных эмоциональных реакциях и состояниях” (Бехтерева, 2008: 81). Происходят массивные местные физиологические сдвиги во многих зонах мозга, что ведет к изменению свойств этих зон или затруднению выполнения мыслительной работы, и более тонкие нейрохимические перестройки мозга. Бехтерева предполагает, что такие сверхмедленные физиологические процессы вместе с вызываемыми ими нейрохимическими перестройками создают предпосылки для сверхзапоминания, незапоминания и забывания (Бехтерева, 2008).

Мозг человека хорошо защищен от внешнего повреждения (кость, несколько оболочек), но хуже всего обстоит дело с влиянием изнутри организма – это эмоции, болезни, усталость, которые могут навредить мозгу изнутри организма (Бехтерева, 2008).

Творческое состояние требует особую эмоциональную атмосферу. Тревога, раздражение, сильные эмоции могут выбить из творческого состояния, и мозг не сможет творить. Отрицательные эмоции способны разбалансировать нормальный мозг. “Несбалансированность ‘заставляет’ уровни электрических процессов становиться слишком высокими или слишком низкими, в свою очередь далее влияя на баланс эмоций” (Бехтерева, 2008: 184). Человек становится или крайне возбужденным (мозг в перевозбужденном состоянии), что заканчивается нервным срывом, или эмоционально подавленным (“психическое оупение”) вследствие чрезмерной активности собственных защитных механизмов мозга. Творческий потенциал потерян. Происходит сверхмедленный физиологический сдвиг в мозге. В каждой зоне мозга есть определенный уровень медленно меняющейся базовой активности, постоянный небольшой потенциал.

“Сверхмедленные физиологические процессы (СМФП) представляют собой комплекс, состоящий из этого постоянного, устойчивого потенциала, а также медленных физиологических колебаний разной длительности” (Бехтерева, 2008: 186). Для таких постоянных потенциалов, которые играют решающую роль в функционировании нормального мозга, есть определенные оптимальные диапазоны, различные для разных участков мозга. Причем, если постоянный потенциал вышел за рамки своего оптимального диапазона, то эта зона мозга не может функционировать нормально, как прежде. Эмоции являются важнейшим фактором, влияющим на уровень СМФП. Чем больше зон захватывается эмоциями, тем больше зон имеют СМФП, и тем меньше человек способен мыслить, и тем меньше потенциал творчества у человека. “Эмоционализированный мозг” блокирует нормальную мыслительную активность и малейшее воздействие, обычные мелкие жизненные неурядицы, становятся “важной атакующей силой” (Бехтерева, 2008: 187). Интегративно уравновешенное состояние мозга теряется. Человек реагирует слишком бурно на любой эмоциогенный раздражитель. Если постоянный потенциал опускается ниже нормального во многих зонах, то становится все труднее испытывать радость или печаль, наступает эмоциональный ступор, и человек не чувствует устрашающей ситуации. Может последовать желание найти более сильные эмоции со всеми вытекающими последствиями.

Мозг человека запоминает свои состояния – нормальные или патологические, и стремится возвратиться к такому состоянию. Трудно бороться с устойчивым патологическим состоянием, зафиксированным в долгосрочной памяти.

“Увеличивающееся число людей с устойчивыми патологическими состояниями мозга может привести к глобальной неустойчивости” (Бехтерева, 2008: 189).

Бехтерева видит выход в физической активности, в использовании устной речи. Ее эксперименты показали, как движение и речь приводят иногда неблагоприятное состояние мозга в норму.

Творчество – это гимнастика для мозга, упражнение для привлечения к работе разных гибких звеньев нейросетей мозга. Мозг требует гимнастику, как и мышцы. Творчество - это механизм самосохранения и самозащиты для мозга. К механизмам самозащиты относятся также ночные вспышки медленных волн для стирания нежелательных очагов возбуждения, соизмеримость разнонаправленных сдвигов сверхмедленных процессов по количеству включенных зон мозга и интенсивности защиты (например, “вал торможения” около патологического очага возбуждения), межсистемная защита – движение против избыточных эмоций (Бехтерева, 2008: 90). Кроме того, что в мозге есть много клеток и связей, одни и те же клетки или клеточные скопления могут выполнять разную функцию – они полифункциональны. У человека также работает система детекции ошибок в мозгу (Бехтерева, 2008). Когда человек предполагал что-то сделать, но что-то отклонилось от плана, то детектор ошибки (передняя часть поясной извилины) сообщает ему об этом иногда на бессознательном уровне (смутное чувство чего-то невыполненного или выполненного неправильно). Переактивация этой системы ведет к навязчивым проверкам, правильно ли сделал, и к ненужному контролю в процессе творческого полета.

Бехтерева и ее группа изучала реорганизацию физиологических процессов мозга при индуцированном развитии творческого процесса на основе анализа данных локального мозгового кровотока с помощью позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) и количественной электроэнцефалографии – локальной и пространственной синхронизации, а также психологических тестов на вербальную креативность (Danko et al., 2005; Бехтерева, 2008). Тесты на креативность были на мониторах в виде черно-белых матриц с набором различных текстов и словесными заданиями к ним.

Первый тест состоял из 4 заданий, второй тест - из 3 заданий. В каждом задании первого теста испытуемому показывали в течение 90 секунд наборы из 16 слов, причем для каждого задания разные (8 инфинитивов и 8 существительных единственного числа именительного падежа), каждое слово состояло из 2-3 слогов. В первом тесте в задании D (наиболее сложный вариант) надо было составить в уме рассказ, используя как можно больше слов из списка, которые были из разных семантических полей. Задание E (более простой вариант) отличалось только тем, что слова принадлежали одному семантическому полю. В задании D и E разрешалось менять грамматическую форму и вставлять свои дополнительные слова. Третье задание R требовало составить связный текст из слов без изменения порядка их следования. Разрешалось изменять словоформы и добавлять служебные слова. В четвертом задании W (запоминание слов) нужно было механически запомнить слова в той последовательности, которую давали.

Во втором тесте (90 секунд, черно-белая матрица на мониторах, 12 слов из 1-4 слогов, разные в каждом задании) в задании D нужно было произносить вслух

слова-существительные и искать ассоциативную связь между парами. Например, пара “стекло” и “река” могла быть связана с другой парой “отражение” и “вода”, так как можно было образовать ассоциативную цепочку “стекло, отражение, вода, река”. В задании Е нужно было подобрать 5 слов к данному слову определенной категории (к слову “одежда” можно было взять “юбка”, “брюки”, “носки” и т.д.). Задание R – чтение вслух данных слов. Анализировались контрастные пары (сложное - простое задание, например: пара D-E, пара D-R, пара D-W и др.).

Данные ЭЭГ показали общую активацию при выполнении более сложных заданий в контрастных парах и местные перестройки, в основном, в височных областях (на основе данных локальной синхронизации) и большее количество достоверных различий в контрастах D-R, D-W при пространственной синхронизации.

Бехтерева отмечает, что данные эксперимента с использованием ЭЭГ являются воспроизводимыми, но каждый раз были какие-то новые вариации у новых людей, потому что существует много творческих путей решения, и у каждого накопился свой собственный опыт. Данные ПЭТ тоже были воспроизводимыми в тестах на вербальное творчество и дали следующие результаты.

В контрасте D-E – были следующие зоны активности в мозге (по ПЭТ), причем в первом тесте - левое полушарие ВА 39 (поле Бродмана), во второй тесте – левое полушарие ВА 6, 8, 40.

В контрасте D-R - в первом тесте – левое полушарие ВА 8, 9, 46, 39, во втором тесте левое полушарие ВА 8, 10, 44, 45, 47, 32, 19.

В контрасте пары D-W - в первом тесте левое полушарие ВА 6, 39, 8, 47, правое полушарие - ВА 45, 47, 35, 8. Бехтерева приводит в таблицах другие контрастные пары (E-D, E-R, E-W, R-D, R-E, R-W, W-D, W-E, W-R) и зоны активации (Бехтерева, 2008: 350- 351).

Бехтерева приходит к выводу, что по данным ПЭТ наиболее значимыми зонами для творческого процесса оказались ВА 39 и ВА 40, важна и ВА 32 (поясная извилина). Существенная активация происходит и в других зонах – ВА 8, 45, 46, 47 (Бехтерева, 2008: 353). Она также ссылается на зарубежные исследование, в которых сообщалось, что при использовании творческих (сопоставлялись творческие и нетворческие) заданий была активация в зонах – ВА 10, 9, 9/32, 17, 18, 40, 32, 24, 18, 9/10.

Бехтерева при сравнении обнаружила, что данные по творческой активности зон мозга, выявленные с помощью ПЭТ и с помощью ЭЭГ, могут не совпадать. Бехтерева обращает внимание, что, несмотря на важность полиметодического исследования для того, чтобы получить максимально достоверные данные, данные ЭЭГ и ПЭТ, если и будут показывать одинаковые зоны активации, они, очевидно, будут показывать разные стороны жизнедеятельности этих зон.

Другими словами, даже если исследуемые зоны с помощью разных методик будут показывать топографически одни и те же зоны активации, они будут данными разных характеристик жизнедеятельности этих зон. Такие данные скорее будут дополнять друг друга.

Полиметодический подход предпочтительнее в любом случае, он дает более полную картину.

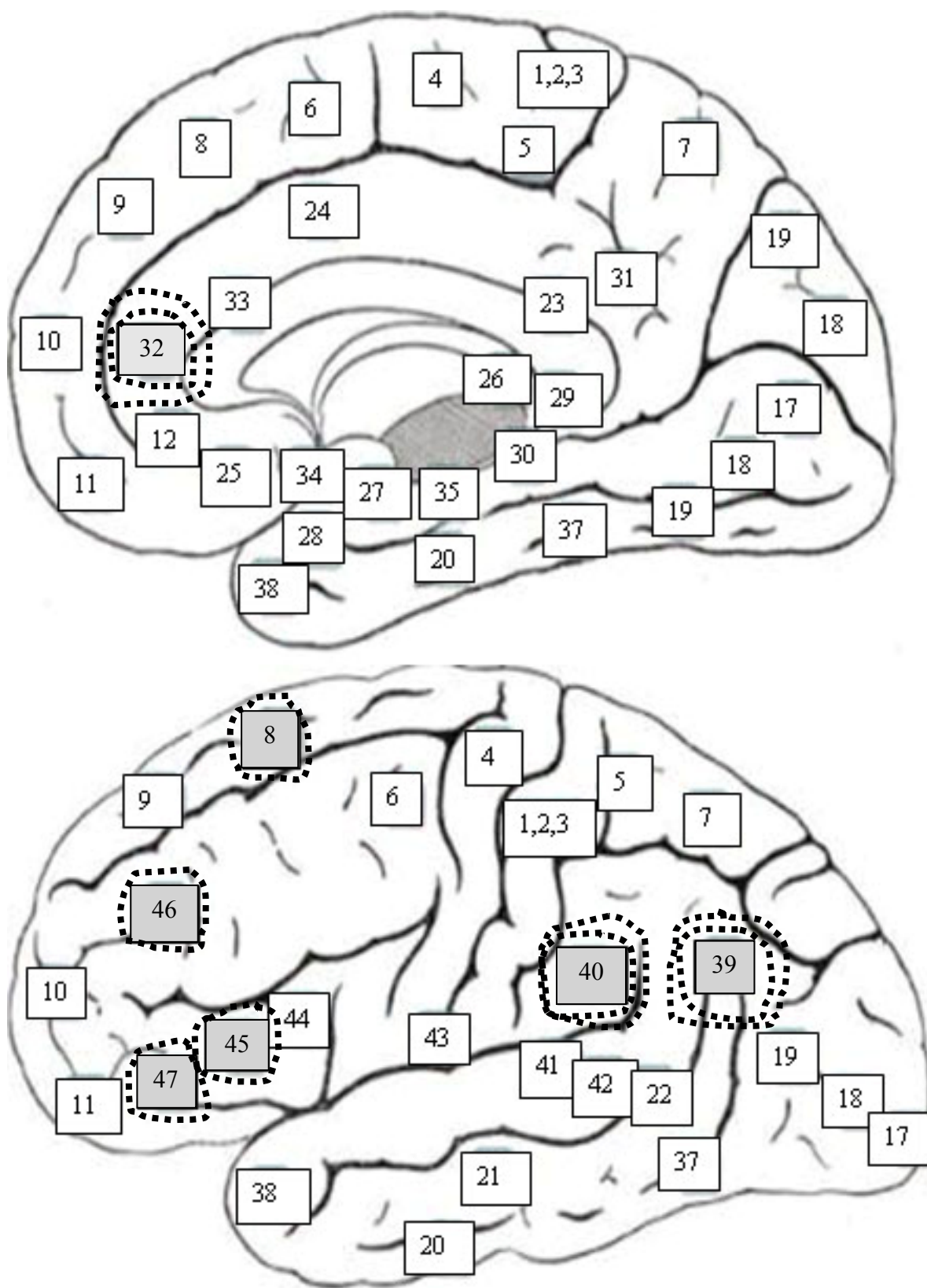


Рис. 42. Поля Бродмана. Значимые зоны для творческого процесса по Бехтеревой при ПЭТ сканировании.

На рисунке сверху вид изнутри правого полушария, а внизу вид боковой стороны левого полушария (слева лоб, справа затылок). В кружки обведены области, со значимой активацией при творческом процессе. В основном, это левое полушарие при вербальном творчестве. В двойных кружках – наиболее значимая активация (ВА 32, 39, 40).

Группой Бехтеревой проводились также исследования по влиянию эмоций на творческий процесс (Шемякина, Данько 2004). Было выявлено влияние характера эмоций на изменение мозговой активности.

Без индукции эмоций наибольшие изменения локальной синхронизации при выполнении творческих заданий наблюдались в левой лобной (фронтальной) зоне (уменьшение локальной синхронизации). При этом пространственная синхронизация в основном уменьшалась в межполушарных парах “с фокусами сходимости в переднелобных, передне-, средневисочных зонах левого полушария и средне-, задневисочных зонах правого полушария (а также в зонах отведения – F4, O2)” (Бехтерева, 2008: 359).

Вызов положительных эмоций при творческих заданиях значительно увеличивал локальную и пространственную синхронизацию с участием большинства зон коры. В то время как индукция отрицательных эмоций способствовала более топографически диффузной картине с разнонаправленными по знаку (и увеличение и уменьшение) изменениями параметров ЭЭГ. Положительные эмоции вызывали таким образом больший эффект, чем отрицательные. Бехтерева и ее группа исследователей предприняли эксперимент с индукцией эмоций, так как известно, что творчество происходит при определенном эмоциональном состоянии. “Однако на основе физиологических данных создалось впечатление, что вызванные в нашем эксперименте эмоции – были чужеродны творческому процессу” и далее “при творческом процессе развивается свое, особое эмоциональное состояние, в данный момент и именно этому процессу присущее” (Бехтерева, 2008: 360).

Детектор ошибок (передняя поясная извилина) играет свою ограничительную роль в творческом процессе, оценивая возможности творчества и творческого результата. Бехтерева указывает на связь мозговых зон детекции ошибки (передняя часть поясной извилины – ВА 32) и главных творческих зон, таких как ВА 40, ВА 8, что свидетельствует об участии ВА 32 в творчестве. Бехтерева ссылается на зарубежное исследование, в котором было выявлено, что ВА 40 в процессе принятия решений более активно при низкой частоте появления ошибок. Процесс творчества не предполагает знание правильного ответа и, следовательно, выявление ошибок. Однако детекция важна в анализе результата творчества. Поэтому корреляция передней части поясной извилины (детектора ошибки) может быть как негативной (в процессе самого творчества), так и положительной (при оценке результатов творчества и выявлении ошибок по сравнению с существующим знанием).

Были разработаны тесты на влияние детектора ошибок на творческий процесс. Предъявлялись хорошо известные пословицы или поговорки, где надо было вставить последнее отсутствующее слово, изменив смысл пословицы или поговорки (творческое задание С), и давалось контрольное задание, где надо было просто вспомнить конец пословицы (задание R). Также было задание CD, где предполагалось, что будет вовлечен детектор ошибок (D), и где надо было не только выполнить основную задачу, но и найти ошибки в тексте (осознанный вариант) и задание RD (также с детектором ошибок), где надо было решать творческую задачу, не обращая внимания на ошибки (неосознанный вариант). Исследовалась локальная синхронизация в различных диапазонах ЭЭГ. Была обнаружена ощутимая разница особенно в полосе гамма-частот в контрасте С-R, но и также в контрасте CD - С. Добавление детекции ошибок уменьшало мощность гамма-ритма, и поэтому

уменьшалось различие в контрасте С-D и в контрасте CD - R. Похожий, но меньший результат наблюдался в полосе В-2 ритма (Bechtereva et al., 2005).

Гамма-активность, характеризующая мыслительный процесс, оказалась критерием разницы между просто творчеством и творчеством с детекцией ошибки. Произошло подавление творческого потенциала мозга из-за активации детектора ошибок в эксперименте Бехтерева.

По поводу детектора ошибок Бехтерева суммирует результаты следующим образом:

1. В ходе обучения и выполнения стереотипных видов деятельности детектор ошибок оберегает от излишнего размышления, обнаруживая отклонение от обычного, но он также помогает наложить табу на некоторые действия, как ошибочные.

2. Детектор ошибок может разрушиться, или его деятельность может стать чрезмерной, и в этом случае он превратится в детерминатор ошибок, т.е. будет вызывать ошибочное поведение вместо определения ошибочного поведения (например при наркомании) (Медведев, Аничков, Поляков, 2003). В обоих случаях, как при недостаточной активации детектора ошибки, так и при избыточной, развиваются нарушения психической деятельности.

3. Человек рождается с огромным творческим потенциалом, но начинает его терять в силу ограничений при воспитании и обучении, и в той степени, в какой есть индивидуальная зависимость от этих ограничений в силу характера личности. Поэтому детектор ошибок может препятствовать “выходу в новизну”, когда человек не может преодолеть сформировавшиеся ограничения и полученные догмы при обучении (Бехтерева, 2008: 265). Преодоление ограничений может быть либо сознательным, либо в силу характера, т.е. любознательности и непокорности.

Бехтерева считает, что никакие новые и более совершенные технологии не помогут получить совершенно одинаковые воспроизводимые данные в ходе экспериментов по творчеству, так как существует много разных индивидуальных стратегий и тактик у разных людей, если их творчество не ограничивать рамками.

4.2.3. Каковы свойства творческого мозга?

Рассмотрим гипотезы Рекса Юнга (1), Вильянура Рамачандрана (2) и Андреа Кузевски (3).

(1) *Нейрохимические и нейроанатомические исследования креативности в работах Рекса Юнга (Rex Jung) и коллег.*

Рекс Юнг и коллеги исследовали креативность, используя биохимические и нейроанатомические методы. Юнг (2009), изучая креативность, связал способность к творчеству с толщиной коры головного мозга (Jung et al., 2009a). Он и его коллеги провели ряд исследований, измеряя кору в нескольких участках. Они также разработали и провели цикл тестов по креативности. Испытуемым давали вопросник (Creative Achievement Questionnaire – CAQ), и они отвечали на вопросы о своих творческих достижениях. Юнг провел также тест на общий индекс креативности (Composite Creativity Index – CCI) и была использована магнитно-резонансная томография. Креативность проверялась на тестах по дивергентности мышления. Юнг и коллеги улучшили качество тестирования креативности с помощью расширенного тестирования креативности и индекса CCI. Была использована

техника сканирования протон-магнитно-резонансной спектроскопии (proton magnetic resonance spectroscopy, H-MRS), которая позволяет видеть нейробиологию в реальном времени. Если брать всю кору в целом то, чем меньше толщина коры, тем выше креативность, так как наблюдается больше ассоциаций, а чем больше ассоциаций, тем больше творческих вариантов. Однако увеличение кортикальной толщины в поясной извилине (поясная извилина отвечает за обнаружение ошибок) будет коррелировать с увеличением креативности, другими словами, чем толще, тем лучше. Область (поле 18) язычной извилины, например, отрицательно коррелировала с общим индексом креативности (ССИ) (чем тоньше, тем лучше). Вот некоторые результаты корреляции творчества и толщины коры по общему индексу креативности (ССИ) (задания на дивергентное мышление) (Jung et al., 2009a).

Левое полушарие:

-4,31 для 376,78 мм² в язычной извилине (ВА 18).⁴

Правое полушарие:

-3,425 для 165,95 мм² в области клина (ВА 18),

-3,069 для 138,14 мм² в веретенообразной извилине (ВА 19),

-2,789 для 109,54 мм² в угловой извилине (ВА 39),

3,311 для 90,04 мм² в поясной извилине (ВА 24) (Jung, et al., 2009a: 7).

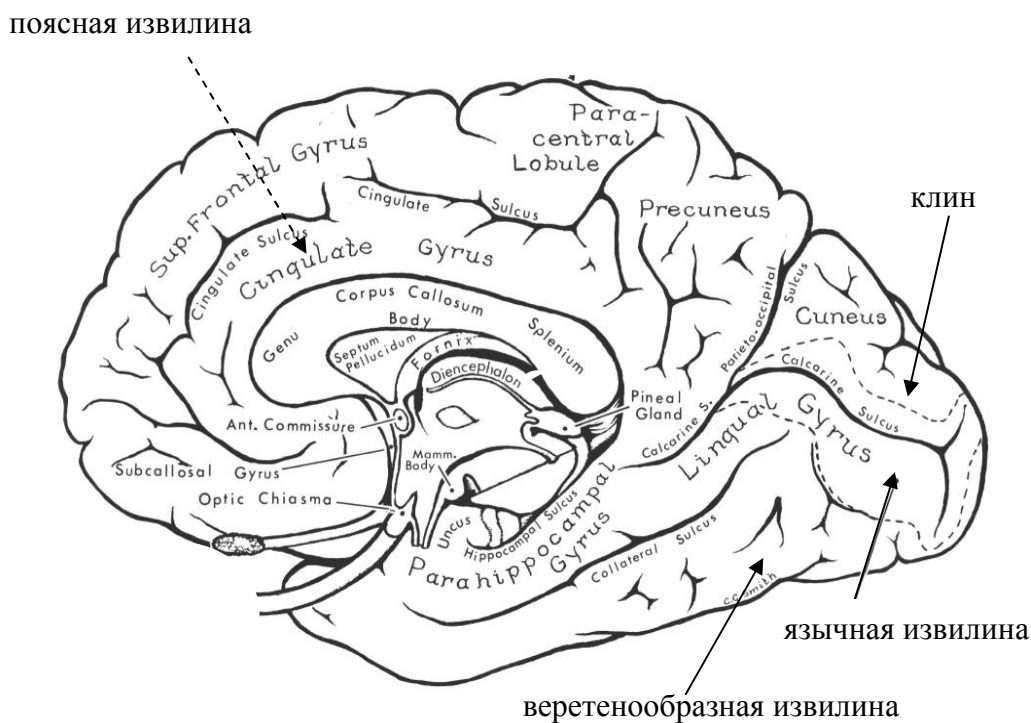


Рис.43. Зоны измерения толщины коры по отношению к креативности.⁵

На рисунке - правое полушарие со срезом по середине (слева лоб, справа затылок). Стрелками указаны области извилин, кроме угловой, которые показали значительные результаты. Поясная извилина измерялась в левом полушарии, здесь отмечена условно на правом полушарии. Уточняющие данные приводятся Юнгом по полям Бродмана (см. поля Бродмана – рис.42).

⁴ Классификации областей коры мозга по Бродману или поля Бродмана (Brodmann areas – “ВА”).

⁵ На основе измерений Юнга (Jung et al., 2009a: 7).

Исследование Юнга по корреляции толщины коры и креативности связано с его вторым исследованием по изучению корреляции креативности и количества N-ацетиласпартата (N-acetylaspartate, NAA)⁶ в коре (Jung et al., 2009b). N-ацетиласпартат играет разную роль у тех, у кого коэффициент интеллектуального уровня (IQ) средний и у того, у кого очень высокий (выше 120). У людей с высоким IQ, NAA концентрируется в особой части фронтальной доли. У людей со средним IQ, NAA распространяется на всю фронтальную долю, возможно потому, что, как считает Юнг, им нужно задействовать больше нейропутей, чтобы найти новое и уникальное. IQ выше 120 (порог креативности) не влияет на креативность, и это подтверждается биохимически через NAA. Исследование Юнга показало, что у людей со средним уровнем интеллекта и имеющих высокий уровень креативности наблюдается больше NAA, чем у тех, у кого IQ высокое. То есть выдвигается идея о том, что наличие определенного химического вещества связано с креативностью. Юнг пришел к выводу, что креативность нельзя будет никогда локализовать в мозге ни в правом, ни в левом полушарии (считают, что для креативности важнее правое полушарие, чем левое, и чем выше взаимосвязь между полушариями, тем выше креативность). Результаты будут зависеть от лабораторных заданий, при которых измеряется креативность, качества тестов на креативность (дивергентных тестов недостаточно), самих участников исследования в лабораторных условиях и даже методологического подхода (структурный или функциональный подход по изучению организации мозга).

(2) Нейроанатомический подход к проблеме креативности Вильянура Рамачандрана (Vilayanur Ramachandran).

Американский нейрочеловек Вильянура Рамачандран выдвигает идею о связи творческого потенциала с явлением синестезии (synesthesia) (Ramachandran, 2007; Ramachandran, Hubbard, 2001). Синестезия, как предполагают Рамачандран и Хаббард, способствует метафорическому мышлению, вот почему наблюдается такой большой процент синестезии среди поэтов и художников (Ramachandran, Hubbard, 2001). Синестезия – это неврологический феномен, в котором стимуляция одного нейропути автоматически ведет к отклику в другом, и оба, как показывает сканирование мозга, начинают работать вместе. Если обладатель синестезии смотрит на цифры, он видит одни цифры в красном цвете, другие – в черном, то есть, он всегда видит цифры или графемы в цвете. Считается, что многие люди склонны к синестезии, и один человек из 23 имеет ее в каком-либо виде. Рамачандран считает, что умение пользоваться метафорами, то есть связывать вещи, не связанные между собой в реальности, происходит от этого. Синестезия наблюдается как наследственное свойство, но может появиться после травмы, кровоизлияния в мозг, употребления лекарств. Многие люди используют синестезию в творчестве как помощь для передачи чувств в искусстве, а также и в когнитивной области знаний. Такие известные люди, как писатель Набоков (цвет и графема), художник Кандинский (цвет, слух, прикосновение, запах), композитор

⁶ NAA (N-Acetylaspartic acid) - производное аспарагиновой кислоты. Уровни концентрации NAA в мозге измеряются с помощью магнитно-резонансной спектроскопии. Снижение уровня NAA считается достоверным индикатором нейрональной дисфункции и гибели нейронов. В больших количествах содержится в тканях мозга и является маркером плотности массы.

Скрябин (цвет и звук), физик Файнман (цвет и цифры, цветные уравнения) обладали синестезией. Рамачандран говорит, что его точка зрения на креативность напоминает френологическую. Близость и связи между веретенообразной извилиной и другими областями коры, отвечающими за сенсорное восприятие, может привести к синестезии. Синестезию объясняют по какой-то причине несформировавшимися в детстве четкими границами между функционально отличающимися областями. В детстве у ребенка отмирают многие неиспользуемые нейроны, и качественные связи образуются за счет быстроты передачи импульса по одним и тем же путям. А также объясняют замедленным торможением при обратной связи по сравнению с нормальным. Аналогичное явление может произойти под действием лекарств, медитации, глубокой концентрации, психоделиков.

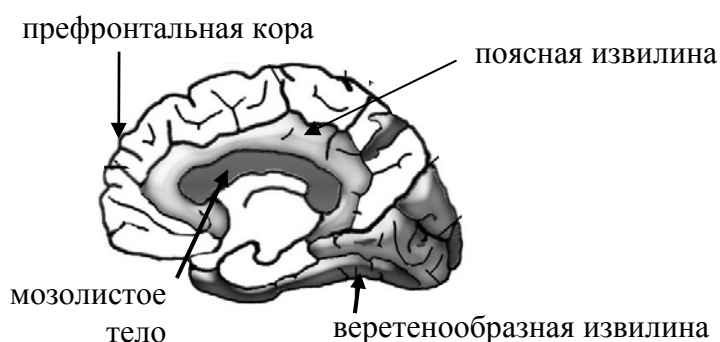


Рис. 44. Веретенообразная извилина (fusiform gyrus).

На рисунке веретенообразная извилина. Правое полушарие мозга изнутри, разрез по середине, затылок справа.

(3) Генетический (молекулярный) подход Андреа Кузевски (Andrea Kuszewski).

Андреа Кузевски выдвигает гипотезу о генетической предрасположенности к творчеству (Kuszewski, 2009). И не только она одна. Нэнси Андреасен (Nancy Andreasen) также связывает творческие способности с наследственностью, а гениальность - с ментальными нарушениями. Но Андреасен считает, что это не является необходимым условием для расцвета творчества. Она советует воспитывать творческие навыки с детства. Андреасен также разделяет экстраординарные творческие возможности и обычные творческие возможности. Нейрональный процесс в этих двух случаях разный. При экстраординарном творчестве участвует бессознательное. Гении одарены необычным мозгом, который позволяет им видеть и думать по-другому, чем обычным людям, пусть даже творчески одаренным (Andreasen, 2005).

В клинической нейронаучной лаборатории при университете Вандербильта в Нэшвилле, штат Теннесси, США (Vanderbilt University, Nashville, Tennessee) изучают креативность и ее связь с психозами (Parklab, 2010). Согласно их исследованиям 80% больных шизофренией имеют когнитивный дефицит, но другие 20% не имеют. И именно эти 20% показывают высокую степень креативности. Исследователи под руководством Парк (Dr. Sohee Park) выделили 4 фактора, которые важны для креативности: склонность к психозам, снижение латерализации,

неподавляемое внимание и хорошая рабочая память. В лаборатории проводились исследования людей шизоидного типа и шизофреников по оценке дивергентного мышления и мозговой активности при дивергентном мышлении. Было обнаружено, что вербальная креативность усилена у здоровых индивидуумов шизоидного типа, и это связано с увеличенной активностью правой фронтальной доли (Folley, Park, 2005). Исследовались также люди, страдающие биполярными расстройствами и их ближайшие родственники. Была выдвинута гипотеза, что, возможно, тот, кто имеет генетический риск заболевания психозом, имеет когнитивные преимущества по сравнению с обычными людьми (Parklab, 2010).

Андреа Кузевски отмечает, что люди, страдающие некоторыми формами шизофрении, могут быть очень творчески одаренными, так как многие черты, отличающие творческого человека от нетворческого, присутствуют и у них. И раз шизофрения передается по наследству, то и креативность тоже должна быть наследственной чертой (Kuszewski, 2009). Кузевски приводит примеры: сын Эйнштейна – шизофреник, мать Пикассо - шизофреник, в семье Вирджинии Вульф, вероятно, были биполярные расстройства или шизофрения и т.д.

Отличие заключается в отсутствии когнитивного контроля у шизофреника из-за плохого функционирования префронтальной области коры: нет фильтрации по признакам полезности и достижимости. У шизофреников также плохо работает передняя часть поясной извилины (детектор ошибок) в отличие от нормальных креативных людей. Креативное мышление имеет следующие черты: 1. дивергентность мышления, 2. способность к отдаленным ассоциативным связям, 3. способность переключаться между привычными идеями и непривычным (гибкость мышления), 4. внимание к неважным и случайным деталям, 5. умение создавать оригинальные новые идеи, которые могут быть использованы, 6. готовность к риску, 7. тенденции к нонконформизму и к функционирующему несогласию. Почти все эти черты присутствуют и у шизофреника. Отличие в отсутствии когнитивного контроля при фильтрации творческих решений на предмет возможности применения.

Кузевски ссылается на Рейтера (Reuter) и его коллег, которые, исследуя связь допамина с креативностью, обнаружили, что ген допаминового рецептора DRD2 A1 allele коррелирует с определенными областями креативности. D2-рецептор вовлечен в функционирование префронтальной коры, а дорсолатеральная префронтальная кора задействована в рабочей памяти, она же отвечает и за гибкость мышления, что важно для творческого процесса. ДНК связано с тем, как организм использует и производит допамин (дофамин).

Многие нейроченые считают, что у креативных людей наблюдается усиленная активность правого полушария, большая активность переключения между полушариями и лучше развиты ассоциативные связи. Нормальное функционирование основывается на активности мезокортикального пути допаминергической (дофаминергической) системы, ведущего к префронтальной коре. У шизофреников наблюдаются изменения в этой системе. При шизофрении говорят либо о слишком большой активности мезолимбического пути (бред и галлюцинации), либо о слишком низкой активности мезокортикального пути (когнитивные нарушения).

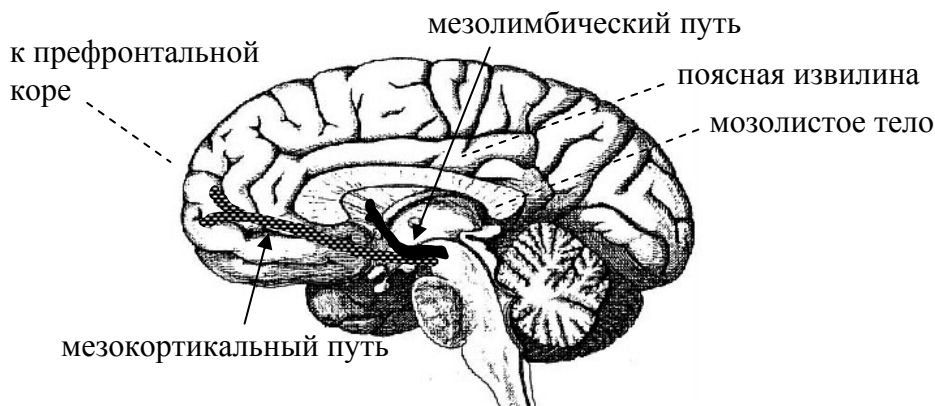


Рис. 45. Допаминаргические пути и шизофрения.

Правое полушарие в разрезе, справа затылок, слева лоб. Шизофрения связана либо со слишком большой активностью мезолимбического пути (черная линия), либо со слишком низкой активностью мезокортикального пути (заштрихованная линия).

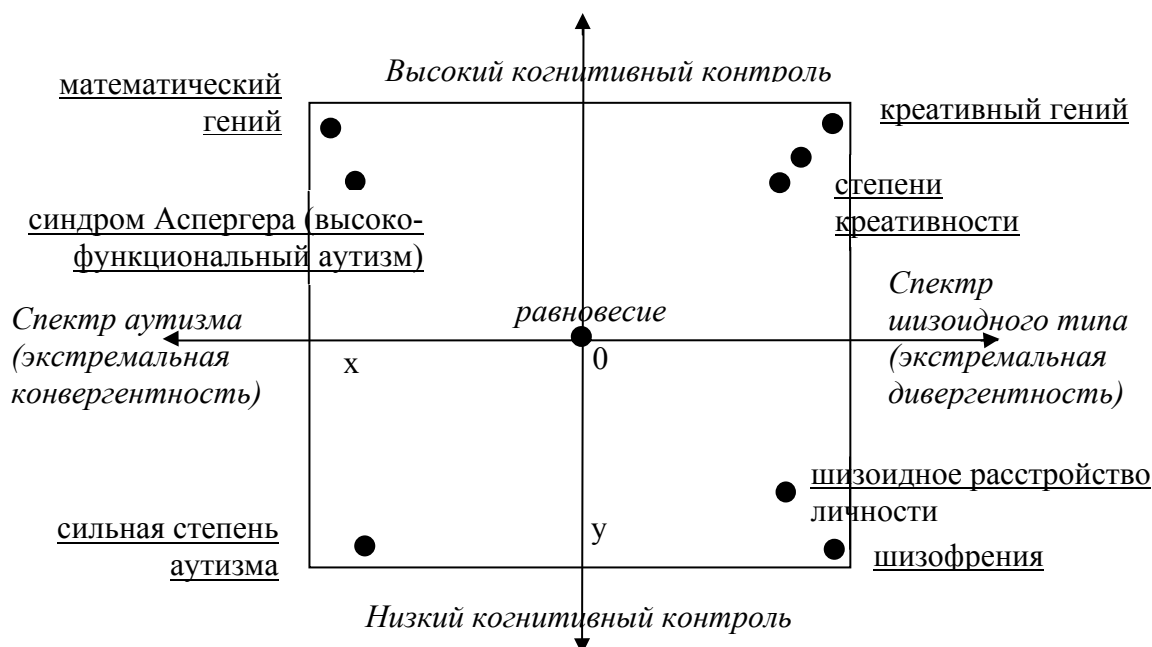


Рис. 46. Шизофрения и гениальность.⁷

В таблице точка в центре показывает равновесие. От точки равновесия налево - спектр усиления конвергентности, а направо - спектр усиления дивергентности. От точки равновесия вверх - усиление когнитивного контроля, от точки равновесия вниз - уменьшение когнитивного контроля. Экстремальная степень дивергентности и низкий когнитивный контроль - это шизофрения (справа в самом низу), высокий когнитивный контроль и экстремальная дивергентность - креативный гений (справа в самом верху). По мере усиления контроля и дивергентности, креативность увеличивается. При снижении когнитивного контроля и увеличении дивергентности появляются шизоидные расстройства личности. Низкий когнитивный контроль и конвергентность - сильная степень аутизма (слева в самом низу). При увеличении когнитивного контроля и конвергентности - синдром Аспергера (высокофункциональный аутизм, то есть аутизм, при котором способность человека функционировать в обществе, относительно сохранена).

⁷ Модификация таблицы Кузевски (Kuszewski, 2009).

Содержание допамина, возможно, связано с недостатком латентного торможения,⁸ что, возможно, ведет к психозам. Если слишком мало допамина, человек не обращает внимания на окружение и не соотносит свое существование с окружением. Если слишком много, то человек все замечает из-за недостатка латентного торможения. В экстремальной форме наблюдается допаминовый психоз. Однако в сочетании с высоким уровнем интеллекта и хорошей памятью, низкий уровень латентного торможения может стать фактором гениальности: есть способность видеть то, что не видят другие и строить на этом оригинальные выводы.

4.2.4. Как можно помочь мозгу быть творческим?

Джон Грузельер, Тобиас Эгнер, Дэвид Вернон и другие нейрочуные используют нейрофизиологические исследования и подчеркивают важность нейробиоритмов мозга для творческого процесса (Vernon, Gruzelier, 2008; Gruzelier, Egner, 2004).

Энцефалографические исследования показывают, что креативные люди имеют более низкий уровень мозговой активности (гипофронтальная активность), когда заняты креативным решением проблемы. Создание оригинального продукта и креативная деятельность связаны с увеличением связи между нейропутями во время отдыха с открытыми глазами и с более сильной центроотечной альфа-синхронизацией. Нейрочуные занимаются исследованием корреляции творчества с нейробиоритмами и даже обучают желающих контролировать свою ритмическую электроактивность мозга. Количество активности при определенной частоте отражает обработку информации (сфокусированная концентрация, мечтательность днем, сонное состояние, алертность⁹ и т.д.). Смотря на экран, человек учится контролировать свои нейробиоритмы по специальной методике. Когда тета-амплитуда в 5-7 Гц становится более заметной по отношению к альфе в 8-11 Гц, наступает гипнотическое состояние (переход от пробуждения к сонному состоянию, сопровождаемое зрительными образами и обрывками мыслей) (Leach, Gruzelier, 2008). Гипотеза заключается в том, что если научиться поддерживать гипнотическое состояние без засыпания с помощью обратной связи с электроэнцефалограммой, то человек сможет преднамеренно входить в состояние, способствующее творческому процессу (Leach, Gruzelier, 2008). Саморегулирование включает контроль над функциями центральной нервной системы и периферической, а также автономной и соматической. Раньше считалось, что научиться произвольно контролировать автономную систему (пульс, давление крови) невозможно, но теперь известно, что без мускульного напряжения (активности) можно достичь контроля и лечить головные боли, астму, кровоизлияние (Gruzelier, Egner, 2004).

Мозговые волны – это электрическая активность нейронов. Ритмы мозга отличаются по частоте (или скорости) и измеряются в герцах и амплитуде (напряжению) и измеряются в микровольтах. Существуют следующие основные ритмы: дельта (0,5 - 4 Гц), тета 1 (4 - 6 Гц), тета 2 (6 - 8 Гц), альфа (8 - 12 Гц), бета 1 (12 - 20 Гц), бета 2 (20 - 30 Гц), гамма-волны (30 - 100 Гц). Один ритм может передавать много разнообразных функциональных состояний нейронной коммуникации и

⁸ Латентное торможение – это способность мозга удалять из памяти второстепенную по важности информацию.

⁹ Алертность – это готовность ко всему, способность моментального перехода к активному действию, бдительность, собранность.

вырабатывается разными структурами мозга, и для каждого человека функциональное значение ритма может варьироваться.

Гамма-волны (30-100 Гц; 10-20 мкВ) появляются, когда человек очень активен и возбужден. Высокая частота волн определяет их слабый электрический потенциал. Отсутствие волн с 40 Гц характеризует людей, которым тяжело учиться. Иногда возникают спонтанно у людей с психическими заболеваниями.

Бета-волны (12-30 Гц; 5-30 мкВ) доминируют над другими волнами, когда человек думает о чем-то или пытается вспомнить, концентрирует свое внимание на чем-то или решает задачу. Интенсивность бета-волн повышается от страха и беспокойства и понижается с мышечной активностью или мышечной релаксацией. Бета-волны связаны с быстрым метаболизмом и повышенным кровяным давлением. Бета-волны характеризуют быстрый сон (со сновидениями). Люди, страдающие от синдрома тревожного расстройства, имеют повышенное выражение бета-ритма. Если существует переизбыток бета-волн, то возникает беспокойство, страх и паника, а если недостаток, то - депрессия, плохое избирательное внимание и плохое запоминание информации.

Альфа-волны (8-12 Гц; 20-200 мкВ) появляются, когда человек созерцает что-то или ему хочется спать, делает монотонную работу, идет пешком, ест, то есть когда отсутствует активный мыслительный процесс. Эти волны наиболее ритмичные и мощные. Было также обнаружено, что альфа-ритм больше характеризует правое полушарие. Альфа-ритм дает ощущение спокойствия и удовлетворенности. Когда мозг производит большое количество альфа-волн, у человека создается ощущение ясности мышления. Если закрыть глаза, то альфа-волны становятся еще сильнее, и воображение начинает создавать образы, внимание переключается от одной идеи (или образа) к другой и самым непредсказуемым образом. Альфа-волны оказывают лечебное воздействие. Считается, что в альфа-волнах есть диапазон частот, которые резонируют с магнитным полем Земли (резонанс Шумана - Schumann resonance¹⁰). Когда человек болеет, его мозг не активен, и его частота падает. Волны с частотой 10 Гц связывают с выделением серотонина, ощущением потока, творчеством, позитивным мышлением, ощущением повышенной способности к познанию. Каждая область мозга имеет характерный альфа-ритм, но альфа-волны с самой высокой амплитудой находятся в теменной и затылочной областях. Амплитуда альфа-волн уменьшается, когда человек открывает глаза. Так как на электроэнцефалограмме (ЭЭГ) здорового спокойного человека альфа-волн всегда много, то их недостаток считается признаком стресса, неспособности к полноценному отдыху, нарушением в деятельности мозга или болезнью. Также полагают, что альфа-волны обеспечивают связь сознания с подсознанием. Было установлено, что люди, пережившие в детстве события, связанные с сильными душевными травмами, или с посттравматическим синдромом, имеют подавленную альфа-активность мозга. Так как в этом диапазоне лежит сенсорно-моторный ритм,

¹⁰ Резонансом Шумана называется явление образования стоячих электромагнитных волн низких и сверхнизких частот между поверхностью Земли и ионосферой. Земля и её ионосфера - это гигантский сферический резонатор, полость которого заполнена слабоэлектропроводящей средой. Электромагнитная волна, возникшая в этой среде, после огибания земного шара может снова совпасть с собственной фазой (войти в резонанс). Частота резонанса Шумана - 7,83 Гц. Возможны вариации в пределах 7-11 Гц для основной частоты. А альфа-волны мозга человека - 8-12 Гц.

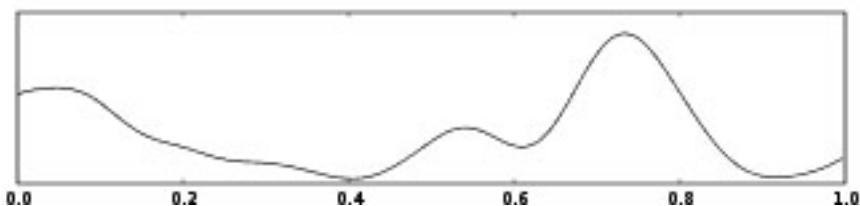
то у людей, страдающих посттравматическим синдромом, затруднен произвольный доступ к чувственно-образным представлениям. (Патрушев, веб-статья).

Тета-волны (4-8 Гц; 10-30 мкВ) появляются, в основном, когда человек спит, медитирует, отдыхает, в минуты творческого озарения. Он не думает, он в полусознательном состоянии, работает подсознание. В этом состоянии сознание не контролирует, что приходит на ум. Поток воспоминаний, ощущений, эмоций не может прорваться напрямую, но впоследствии оказывает влияние на идеи, ощущения и отношения. Тета-ритм связывают с паранормальными явлениями, усиленной способностью к творчеству. Может появиться ощущение духовного познания, или могут проснуться творческие способности и идеи. Комбинация тета-волн с другими волнами может помочь реализоваться творческой идее. Тета-ритм обычно высокий у детей, у людей с депрессией и с нарушениями в обучении. Тета-ритм может появляться и при бодрствовании, когда человек испытывает фрустрацию. Появление тета-волн очень варьируется у индивидуумов. Именно в тета-состоянии человеческий мозг напоминает свое гипнотическое состояние (гипногения) из-за картины распределения и сочетания электрических потенциалов головного мозга. Считается, что тренировка мозга в тета-диапазоне увеличивает творческие способности человека. Также значительно снижается потребность в алкоголе и наркотиках. Пристрастие некоторых людей к алкоголю и наркотикам, возможно, объясняется тем, что мозг этих людей не способен по каким-то причинам в обычном состоянии генерировать достаточное количество альфа- и тета-волн, а при наркотическом или алкогольном опьянении мощность электрической активности мозга в альфа- и тета-диапазоне у них резко возрастает.

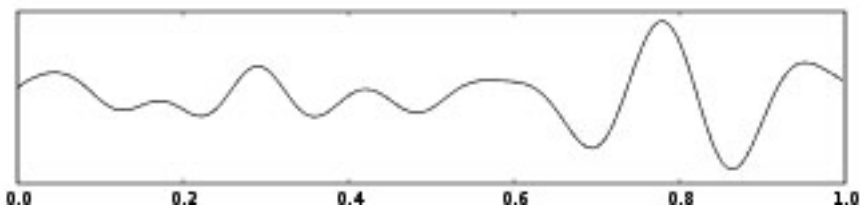
Дельта-волны (0,5-4 Гц; 100-150 мкВ) характеризуют глубокий сон. Глубокий сон без сновидений обычно имеет частоту 1,5-3 Гц. Однако некоторые люди могут находиться в дельта-состоянии, не теряя осознанности (глубокое трансное состояние). Когда человек проявляет действительную заинтересованность в чем-то, то мощность электрической активности мозга в дельта-диапазоне значительно возрастает (наряду с бета-активностью). Тренировка мозга в дельта-диапазоне позволяет избавиться от бессонницы, помочь психологу и психотерапевту подстроиться под пациента, а затем восстановиться. В дельта-ритме мозг выделяет наибольшее количество гормона роста, а также в организме наиболее интенсивно идут процессы самовосстановления и самоисцеления. Дельта-волны иногда сравнивают с радаром, с их помощью человек получает информацию на уровне интуиции. Люди с большой амплитудой дельта-волн имеют усиленную интуицию. Огромные дельта-волны также связывают со способностью чувствовать сердцем и помогать людям. Некоторые полагают, что если человек понимает, как использовать свои дельта-волны с высокой амплитудой - это может быть бесценным даром.

Существует также *ритм сенсомоторной коры* с частотой 12-15 герц (сенсомоторный ритм). Этот ритм сенсомоторной коры с частотой 12-20 герц и с пиком в 12-14 был обнаружен в эксперименте с кошками и был назван SMR (сенсомоторный ритм). Наблюдалась неподвижность (замирание), связанное с волной SMR (Gruzelier, Vernon, 2008). Этот ритм SMR с подавлением тета-ритма (4-8 Гц) может помочь в лечении эпилепсии и детской гиперактивности. Для усиления внимания требуется подавление тета-активности и усиление более высокой беты (15-18 герц).

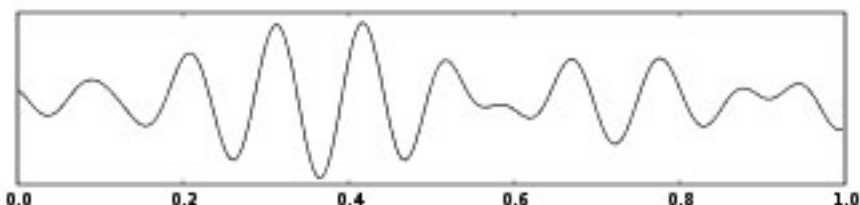
	<i>Диапазон частоты</i>	<i>Диапазон амплитуды</i>
Дельта-волны (за секунду). Глубокий сон.	0,5-4 Гц	100-150 мкВ



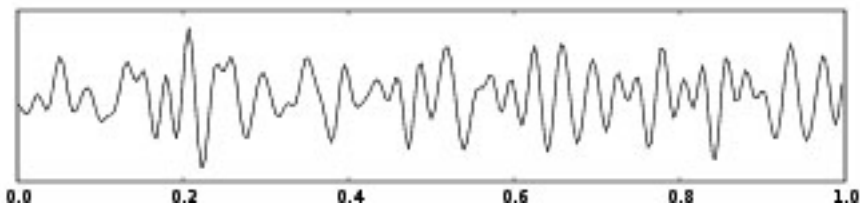
Тета-волны (за секунду). Уменьшенная alertность. Медитация. Сон.	4-8 Гц	10-30 мкВ
---	--------	-----------



Альфа-волны (за секунду). Бодрствование. Релаксация.	8-12 Гц	20-200 мкВ
---	---------	------------



Бета-волны (за секунду). Бодрствование. Активный мыслительный процесс.	12-30 Гц	5-30 мкВ
---	----------	----------



Гамма-волны (за секунду). Бодрствование. Сильное возбуждение.	30-100 Гц	10-20 мкВ
--	-----------	-----------

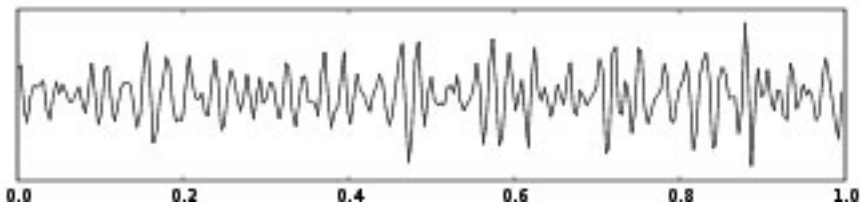


Рис. 47. Основные мозговые волны.

Диапазон частоты означает, сколько волн пройдет за секунду (т.е. скорость) и измеряется в герцах (Гц; Hz). Герц - единица измерения частоты периодических процессов (например колебаний). Диапазон амплитуды означает силу сигнала (высоту волны по отношению к базовой линии) и обозначается в микровольтах (мкВ; μV). Микровольт - единица измерения электрического напряжения, потенциала и электродвижущей силы. Здесь представлены пять основных ритмов: дельта-волны (delta), тета-волны (theta), альфа-волны (alpha), бета-волны (beta), гамма-волны (gamma). Рисунок изображает ритм за 1 секунду.

Beta/SMR – в основном используется при лечении дефицита внимания (Gruzelier, Egner, 2005). Альфа-волны (8-12 Гц) в затылочной части мозга человек распознает сам без аппаратуры – релаксированное и мирное состояние. Саморегуляция альфа- и тета-волн используется как техника релаксации, а также при лечении алкоголизма и посттравматического шока (увеличение преобладания теты, 4-8 Гц, над альфой, 8-12 Гц, при закрытых глазах) (Gruzelier, Egner, 2004). Обычно при закрытых глазах доминирует альфа-ритм, но когда человек успокаивается, то начинает преобладать тета, а если впадает в дремотное состояние, то - дельта-ритм. Медитация (когда человек не засыпает) характеризуется преобладанием теты над альфой (Gruzelier, Egner, 2004). Гипнотическое состояние наступает тогда, когда тета-амплитуда становится заметной по отношению к альфе.

Практический эксперимент показал, что самотренировка по поддержанию гипнотического состояния без засыпания с помощью обратной связи с электроэнцефалограммой при обучении нужному ритму дает преимущество для воплощения креативной деятельности. Эксперименты были удачными для тех, которые занимаются искусством, улучшением спортивных навыков и деятельностью, которая сопровождается нервными состояниями и большой концентрацией внимания (Vernon et al., 2003; Gruzelier et al., 2006; Ros et al., 2009).

Студенты музыки, а именно музыканты-инструменталисты и начинающие вокалисты были разделены на три группы (Leach, Gruzelier, 2008):

1. группа с тренировкой в альфа-тета,
2. с тренировкой ритма SMR,
3. контрольная группа.

Электроэнцефалограмма снималась с Pz (центрально-теменная область), бралась мочка левого уха¹¹, глаза закрыты, обратная связь через слуховые сигналы, фоновая музыка колебалась между звуками моря – это тета и реки – это альфа. Если достигается порог, установленный экспериментатором, то мгновенно звучание усиливается. Если человек засыпает, то обратная связь прекращается.

Тренировка изменила уровень творческого потенциала в группе альфа-тета. В группе SMR исчезли только ошибки из-за импульсивности, невнимательности.

Улучшения в группе альфа-тета было между 13,5% и 17%, а в среднем 12% по всем оцененным параметрам (музыкальность, техника исполнения, выразительность, связь с аудиторией, свобода исполнения и т.д.). Некоторые даже имели 50%. Некоторые студенты характеризовали новое приобретенное состояние, как “полет мысли” (Leach, Gruzelier, 2008; Gruzelier, Egner, 2004).

Библиография

Bechara, A., Damasio, A. (2005) “The Somatic Marker Hypothesis: A Neural Theory of Economic Decision” in *Games and Economic Behaviour* 52 (2005): 336-372.

Bechara, A., Damasio, H., Damasio, A. (2000) “Emotion, Decision Making and the Orbitofrontal Cortex” in *Cerebral Cortex* 10 (3): 295-307.

¹¹ Запись потенциалов с каждого электрода осуществляется относительно нулевого потенциала референта, за который принимается мочка уха или кончик носа.

Bechtereva, N.P., Shemyakina, N.V., Starchenko, M.G., Danko, S.G., Medvedev, S.V. (2005) "Error Detection Mechanism of the Brain: Background and Prospects" in *The International Journal of Psychophysiology*, 2005, Vol. 58: 227-234.

Bremner, J.D. (2006) "Stress and Brain Atrophy" in *CNS and Neurological Disorders - Drug Targets*, Vol. 5, No 5: 503-512.

Csikszentmihalyi, M. (1997) *Creativity: Flow and the Psychology of Discovery and Invention*, New York, Harper Perennial (Csikszentmihalyi, M., видео <http://www.ozon.ru/context/detail/id/6233608/?type=3&img=1#pages>)

Damasio, A. (2006) *Descartes' Error*, London, Vintage.

Danko, S.G., Bechtereva, N.P., Kachalova, L.M., Shemyakina, N.V., Starchenko M.G. (2005) "Electroencephalographic Correlates of Brain States During Verbal Learning: I. Characteristics of EEG Local Synchronization" in *Human Physiology*, Vol. 31, No 5: 504.

Dietrich, A. (2004) "The Cognitive Neuroscience of Creativity" in *Psychonomic Bulletin & Review*, Psychonomic Society.

Findlay, J.C., (2008) "Immunity at Risk and Art Therapy" in Noah Hass-Cohen and Richard Carr (eds.) *Art Therapy and Clinical Neuroscience*, London and Philadelphia, Jessica Kingsley Publishers: 207-222.

Gruzelier, J. (2009) "A Theory of Alpha/Theta Neurofeedback, Creative Performance Enhancement, Long Distance Functional Connectivity and Psychological Integration" in *Cognitive Processing*, Vol. 10, Supplement 1: 101-109.

Gruzelier, J. Egner, T. (2005) "Critical Validation Studies of Neurofeedback" in *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, 14: 83-104.

Gruzelier, J., Egner, T. (2004) "Physiological Self-regulation: Biofeedback and Neurofeedback" (Chapter 11) in A. Williamon (ed.) *Musical Excellence: Strategies and Techniques to Enhance Performance*, Oxford University Press: 197-219.

Gruzelier, J., Egner, T., Vernon, D. (2006) "Validating the Efficacy of Neurofeedback for Optimising Performance" in *Progress in Brain Research*, Vol. 159: 421-431.

Jung, R. et al. (2009b) "Biochemical Support for the 'Threshold' Theory of Creativity: A Magnetic Resonance Spectroscopy Study" in *The Journal of Neuroscience*, 29(16): 5319-5325.

Jung, R.E., Segall, J.M., Bockholt, H.J., Flores, R.A., Smith, S.M., Chavez, R.S., Haier, R.J. (2009a) "Neuroanatomy of Creativity" in *Human Brain Mapping*, published online in Wiley InterScience, www.interscience.wiley.com

Kuszewski, A. (2009) "The Genetics of Creativity: a Serendipitous Assemblage of Madness", in *Método Working Paper No 58*, Método Foundation, March, 1, 2009.

Leach, J., Gruzelier, J. (2008) "The Enhancement of Music Performance With EEG-Biofeedback: a Replication" at *British Psychological Society Annual Conference*, 2-4 April 2008, Dublin, Ireland.

Lieberman, M.D., Jarcho, J.M., Satpute, A.B. (2004) "Evidence-Based and Intuition-Based Self-Knowledge: An fMRI Study" in *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 87, No 4: 421-436.

Parklab (2010) <http://www.psy.vanderbilt.edu/faculty/sohee/index.htm>
<http://www.psy.vanderbilt.edu/faculty/sohee/creativity.htm> Parklab is a Vanderbilt University Clinical Neuroscience Laboratory (Dr. Sohee Park) взято 20.12.2010.

Ramachandran V. (2007) (video, TED, www.ted.com)
http://www.ted.com/talks/vilayanur_ramachandran_on_your_mind.html , взято 20.12.2011.

Ramachandran, V., S., Hubbard, E., M. (2001) “Psychophysical Investigations into the Neural Basis of Synaesthesia” in *Proceedings of the Royal Society of London, Section B. - Biological Sciences*, 268: 979-983.

Ros, T., Moseley, M.J., Bloom, P.A., Benjamin, L., Parkinson, L.A., Gruzelier, J. (2009) “Optimizing Microsurgical Skills with EEG Neurofeedback” in *BMC Neuroscience*, 10 (87), <http://www.biomedcentral.com/1471-2202/10/87>

Sapolsky, R.M. (1998) *Why Zebras Don't Get Ulcers: an Updated Guide to Stress, Stress Related Diseases and Coping*, New York, W.H.Freeman and Company.

Vernon, D., Gruzelier, J. (2008). “Electroencephalographic Biofeedback as a Mechanism to Alter Mood, Creativity and Artistic Performance” in B.N. De Luca (ed.) *Mind-body and Relaxation Research Focus*, Nova Science Publishers: 149-164.



Бехтерева, Н.П. (2008) *Магия мозга и лабиринты жизни*, Москва - С.Петербург, Сова.

Медведев, С.В., Аничков, А.Д., Поляков, Ю.И. (2003) “Физиологические механизмы эффективности стереотаксической билатеральной цингулотомии в лечении устойчивой психической зависимости при наркоманиях” в *Физиология человека*, т. 29, № 4: 117-123.

Шемякина, Н.В., Данько, С.Г. (2004) “Влияние эмоциональной окраски воспринимаемого сигнала на электроэнцефалографические корреляты творческой деятельности” в *Физиология человека*, 2004, т. 30, № 2: 22-29.