

UNITED WISDOM

Нейробиология медитации: что видно в МРТ

Мир и сознание

Andrey Zarinsh & Maria Evilkut

W20 · RU

@andrey.zarinsh @ilkutki

Нейробиология медитации: что видно в МРТ

I. Когда философия попала в сканер

Тысячи лет философы и мистики говорили примерно одно. Внутри человека есть место, не зависящее от обстоятельств. Адвайта называла его свидетелем. Стоики — прохайресисом, нравственным намерением. Миф изображал его как огонь, добытый Прометеем. Мандала рисовала его как точку bindu в центре круга.

Это были слова. Очень разные слова, из разных культур, на разных языках. Их можно было любить, можно было высмеивать, можно было относить к «восточной экзотике» или «эллинскому идеализму».

С 2004 года эти слова стали поддаваться измерению. Не в смысле, что измерили самого свидетеля — этого по-прежнему никто не умеет. А в том смысле, что у людей, которые систематически с этим свидетелем работают, в мозгу стало видно нечто, чего нет у обычных людей. Сначала у тибетских монахов. Потом у среднестатистических американцев, прошедших восьминедельный курс.

Эта статья — о том, что именно видно. И о том, что из этого не следует.

II. Сканер и его слепые пятна

Прежде всего — два слова о методах.

Функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ) измеряет не «мысли» и не «сознание». Она измеряет приток крови в разные участки мозга. Где активность нейронов выше — там больше кислорода требуется, туда быстрее идёт кровь, и магнитный сигнал от этой крови ловится сканером. Это называется BOLD-сигнал (blood-oxygen-level-dependent).

Электроэнцефалография (ЭЭГ) измеряет электрическую активность коры через электроды на коже головы. Низкое временное разрешение фМРТ компенсируется здесь высоким — миллисекунды. Зато пространственное разрешение хуже: где именно в мозге электрический ритм — приходится восстанавливать математически.

Структурная МРТ — третий инструмент. Она не показывает активность, но показывает, сколько серого вещества в каждой области и какая там плотность связей. Это статичная картинка, но её можно сделать у одного человека дважды — до и после, например, восьми недель практики.

@andrey.zarinsh @ilkutki

У всех трёх методов есть слепые пятна. Они показывают группы нейронов, а не отдельные клетки. Они показывают изменения, но не причины. Они показывают коррелят, но не сам опыт. С этим надо договариваться сразу: нейронаука не «находит» сознание в мозге. Она находит, что у одних людей мозг работает иначе, чем у других, и пытается понять, какие тренировки приводят к каким изменениям.

Медитация в этом плане — удобный объект. Её легко стандартизировать. Её легко дозировать (часы практики). Есть группы людей с многолетним опытом, и есть программы, по которым новички могут пройти проверяемый курс. И есть субъективные отчёты, которые можно сопоставить с объективными измерениями.

III. DMN: сеть «я думаю о себе»

В 2001 году нейробиолог Маркус Райхл из Вашингтонского университета сделал неожиданное наблюдение. Когда испытуемые в сканере ничего конкретного не делают — лежат, ждут, отдыхают, — у них активируется определённая сеть областей. Когда им дают задачу (например, считать в обратном порядке), эта сеть, наоборот, тормозится.

Райхл назвал её Default Mode Network, сеть пассивного режима (DMN). Её главные узлы: — mPFC (медиальная префронтальная кора) — передняя часть лба по средней линии; — PCC (задняя поясная кора) — глубже, в центре мозга, ближе к затылку; — прекунеус — рядом с PCC; — угловая извилина и височно-теменной стык по бокам.

Что делает эта сеть, когда человек «ничего не делает»? Множество экспериментов следующих лет показало: она генерирует мысли о себе. Воспоминания. Планы.

Сравнения. Внутренний диалог. Воображаемые сценарии встреч. Обиды на коллегу.

Размышления «достаточно ли я хорош». Прогон будущих разговоров. Возвращение к старым ошибкам.

Психиатры подхватили это быстро. Гиперактивная DMN коррелирует с депрессией: депрессивные руминации — это, по сути, застрявшая DMN. Гиперактивная DMN коррелирует с тревожными расстройствами. С хроническим стрессом. С низкой способностью присутствовать в моменте.

И тут возник интересный вопрос. Если DMN — это нейронный субстрат «нарратива о себе», что происходит у людей, которые тренируются от этого нарратива отстраняться? У медитаторов?

IV. Brewer 2011: у медитаторов DMN тише

В 2011 году Джадсон Брюэр, тогда работавший в Йельском университете, опубликовал в PNAS исследование, ставшее одним из самых цитируемых в этой области.

Дизайн простой. Двенадцать опытных медитаторов с практикой 10 000+ часов и двенадцать сопоставленных по возрасту и полу контролей. Всех помещали в фМРТ-сканер и просили выполнять три типа медитации: концентрация на дыхании, любящая доброта (mettā), безобъектное осознавание. И между ними — отдых.

Результат: у медитаторов основные узлы DMN — mPFC и PCC — были относительно деактивированы при всех типах практики. Это раз. Во-вторых, у них же была усилена связь PCC с латеральной префронтальной корой и передней поясной — областями, отвечающими за когнитивный контроль и мониторинг.

Иначе говоря: у медитатора в момент практики «сеть нарратива о себе» становится тише, а «сеть наблюдения за тем, что происходит» — активнее и плотнее связана с первой. Получается петля: блуждание ума замечается раньше, и наблюдающая система гасит его до того, как оно разрастётся.

Сами медитаторы в опросах после сеанса сообщали значительно меньше «блуждания ума», чем контрольная группа. То есть субъективный отчёт совпал с

тем, что видно на BOLD-сигнале.

Это не доказывает, что они «увидели Бога» или «прикоснулись к абсолюту». Это показывает простую вещь: тренировка внимания меняет работу сетей мозга, и меняет именно тех, которые отвечают за самокопание.

V. Лазар 2005: толще кора у медитаторов

Раньше, чем работа Брюэра, появилось другое — структурное — исследование.

Сара Лазар в 2005 году в Массачусетской больнице (Mass General, при Гарвардской медицинской школе) сделала структурную МРТ у двадцати опытных практикующих випассану (буддийская «медитация прозрения») и двадцати контролей. Средний возраст практики — около десяти лет, около сорока минут в день.

Результат: у медитаторов кора в нескольких областях была толще, чем у контролей. — Правая островковая доля (insula) — область, связанная с интероцепцией, то есть восприятием телесных сигналов; — Передняя поясная — внимание, мониторинг конфликта; — Префронтальная — высшие функции, регуляция; — Сенсорные области, обрабатывающие слух и тактильность.

Прибавка тонкая — от четырёх до восьми тысячных дюйма (0,1–0,2 мм). Но это статистически значимо. И — что важно — у самых опытных практикующих эффект был выражен сильнее. То есть это не «такие люди просто пришли в медитацию», а «практика их к этому привела». Дозо-зависимый эффект, на языке науки.

Лазар написала тогда фразу, которую цитировали много раз: «структура мозга взрослого человека может меняться в ответ на повторяющуюся практику». Это казалось вызовом старому учебнику нейробиологии, где говорилось, что после двадцати пяти лет мозг уже не растёт. Через десять лет такие утверждения стали общим местом. В 2005-м они звучали ещё дерзко.

VI. Хёльцель 2011: восьми недель достаточно

Возражение к работе Лазар очевидно. Возможно, толстая кора в этих областях — не результат медитации, а её причина. Возможно, у людей с такой корой просто получается медитировать, и они становятся практикующими. Корреляция, а не причинность.

Чтобы разрешить эту неоднозначность, нужен лонгитюд: взять людей, не имеющих опыта, измерить их мозг, обучить, измерить снова, сравнить.

Британцо-немецкая исследовательница Бритта Хёльцель сделала именно это. В 2011 году она опубликовала в Psychiatry Research: Neuroimaging исследование с дизайном «до–после».

Шестнадцать человек без опыта медитации прошли восьминедельный курс MBSR (Mindfulness-Based Stress Reduction) — программу, разработанную Джоном Кабат-Зинном в 1979 году в Университете Массачусетса. Сорок пять минут практики в день, плюс еженедельные занятия в группе. Перед курсом и после — структурная МРТ. Контрольная группа из семнадцати человек проходила то же по времени, но без обучения.

Результаты: — Левый гиппокамп — плотность серого вещества возросла. Гиппокамп отвечает за память и обучение, и его уменьшение ассоциируется с депрессией и хроническим стрессом. — Задняя поясная (PCC) — плотность возросла. (Парадоксально: это узел DMN, но плотность нейронов выросла, а активность в моменты медитации, как у Брюэра, наоборот, падает.) — Височно-теменной стык (TPJ) — возрос. Эта область связана с принятием перспективы другого, эмпатией, теорией ума. — Мозжечок — возрос. Сегодня всё больше данных, что мозжечок участвует не только в координации движений, но и в эмоциональной регуляции.

Параллельная работа Хёльцель показала ещё одно: миндалина (amygdala), главный «тревожный центр» мозга, уменьшалась в плотности — причём это уменьшение коррелировало с самооценочным снижением стресса у участников.

То есть восьми недель умеренной ежедневной практики достаточно, чтобы у обычных людей измеримо поменялась структура мозга в областях, отвечающих за память, эмоции, эмпатию и стресс.

Это исследование стало одним из самых тиражируемых в массовой прессе.

Заголовок Harvard Gazette звучал так: «Восемь недель к лучшему мозгу». Заголовок упрощает — наука не утверждает, что «лучше», она утверждает, что «иначе». Но направление изменений в большинстве случаев совпадает с тем, что сами участники называют улучшением.

VII. Дэвидсон и Лутц: гамма-волны у монахов

Параллельно со всеми этими работами шла другая линия — изучение людей с экстремально большим стажем практики.

Ричард Дэвидсон, нейробиолог из Висконсин-Мэдисона, в начале 2000-х получил необычное предложение от Далай-ламы: тибетские монахи готовы участвовать в исследованиях, если это поможет науке. Дэвидсон собрал группу из восьми монахов с практикой от 10 000 до 50 000 часов. Большинство — мастера тибетских традиций Кагью и Ньингма. И группу контроля — десять студентов, прошедших одну неделю обучения медитации.

В 2004 году в PNAS Антуан Лутц и Ричард Дэвидсон опубликовали результат, который в академической среде восприняли с недоверием.

Когда монахи входили в состояние медитации сострадания (non-referential compassion), у них в коре регистрировались гамма-волны частотой 25–42 Гц с амплитудой, которая в среднем в тридцать раз превышала фоновую. Контрольная группа таких амплитуд не показывала.

Гамма-ритм связан с интеграцией информации между разными областями мозга.

Когда вы внимательно слушаете музыку и узнаёте мелодию, или решаете сложную задачу с инсайтом — у вас в эти секунды растёт гамма. Но обычно — на короткие миллисекунды и локально. У монахов гамма-синхронизация была устойчивой, длительной и охватывала широкие участки коры.

Более того: даже когда монахи не медитировали, а просто отдыхали, их базовый уровень гамма-активности был выше нормы. То есть многолетняя практика,

по-видимому, меняет не только состояния, но и черту — стабильную характеристику мозга.

Эту работу обсуждали много. Некоторые говорили: эффект случайный, выборка маленькая. Другие: гамма — это всего лишь электрический ритм, отождествлять его с «просветлением» нельзя. И то, и другое справедливо. Но факт остаётся: у людей, тренировавшихся десятилетиями, мозг работает иначе на физическом уровне, и эта инаковость — не миф, а измеренная величина.

VIII. Тан и Познер: пять дней меняют внимание

Из работ Дэвидсона легко сделать неверный вывод: чтобы что-то изменилось, нужны десятилетия. Это не так.

Иван (И-Юань) Тан, китайский нейробиолог, и Майкл Познер, один из ведущих исследователей внимания в США, в 2007 году сделали исследование с радикально короткими сроками.

Сорок китайских студентов случайным образом разделили на две группы. Первая — пять дней по двадцать минут IBMT (Integrative Body–Mind Training), интегративная практика, сочетающая дыхание, расслабление и мягкое осознавание. Вторая — пять дней по двадцать минут расслабления без медитативного компонента.

После пяти дней: — Группа IBMT значительно лучше справилась с Attention Network Test, особенно с конфликтным компонентом (когда зрительная подсказка указывает в одну сторону, а правильный ответ — в другую). Прирост сохранился даже на следующий день. — Уровень кортизола (главный гормон стресса) после лабораторного стресс-теста у IBMT-группы вырос меньше. — Самооценочная тревога и негативные эмоции снизились.

Пять дней по двадцать минут. Сто минут общей практики. Не десять лет, не десять тысяч часов. И уже измеримый эффект на внимание и стрессовую реактивность.

С тех пор было много репликаций. Размер эффекта при коротких курсах меньше, чем у долгих, и не все компоненты восстанавливаются (например, изменения структуры коры за пять дней не успевают). Но даже минимальная дозировка даёт сдвиг.

IX. Что меняется в опыте

Если собрать всё это вместе, выходит примерно такая картина субъективных эффектов: — меньше блуждания ума, выше способность возвращать внимание; — быстрее замечается, что произошёл «захват» мыслью или эмоцией; — миндалина реагирует слабее на отрицательные стимулы — меньше «автопилотных» вспышек; — чувство тела (интероцепция) становится точнее: телесные сигналы доходят раньше, чем перерастают в проблему; — ощущение «я» становится менее жёстким, более прозрачным.

Последний пункт особенно интересен. Опытные практикующие описывают его одинаково: «нарратив о себе» становится одним из объектов внимания, а не его рамкой. Не «я думаю о работе», а «я замечаю мысль о работе». Эта разница в опыте, по-видимому, коррелирует именно с ослаблением DMN.

И здесь, в этой точке, нейронаука встречается с тем, что Адвайта называла свидетелем. Не «я-нарратив», а та инстанция, которая видит «я-нарратив» как явление.

X. Три механизма

Нейробиологи объясняют все эти эффекты тремя пересекающимися механизмами.

Регуляция внимания. Передняя поясная кора и латеральная префронтальная действуют как «диспетчер», который замечает отклонение от выбранного объекта и возвращает к нему. Тренировка медитации тренирует именно этот контур — миллисекунды отклонения становятся всё короче.

Регуляция эмоций. Префронтальная кора имеет тормозные связи с миндалиной.

Чем активнее эти связи, тем меньше «автопилот» страха и гнева. Медитация (особенно практика принятия и сострадания) укрепляет эту связку, и миндалина становится менее гиперреактивной.

Изменение самосознания. DMN ослабляется в моменты практики и в среднем у долго практикующих. Это коррелирует с менее жёстким переживанием «я». В пределе — то, что в традициях называется «прозрачным я», «свидетелем», «не-я».

В обзорной статье 2015 года в Nature Reviews Neuroscience Иван Тан, Бритта Хёльцель и Майкл Познер свели всё это в единую модель. Их вывод осторожен: имеются множественные эффекты, в разных областях мозга, и совокупно они согласуются с тем, что описывают сами практикующие.

XI. Чего нейронаука не доказывает

Здесь нужно остановиться. Нейробиология — мощный инструмент. Но у неё есть пределы, о которых стоит сказать прямо.

Она не доказывает, что медитация ведёт к «просветлению». Гамма-волны, толщина коры и спокойная миндалина — это не описание мистического переживания. Это описание физических коррелятов. Что переживает человек внутри своего опыта, сканер не показывает.

Она не подтверждает существование «души» или «свидетеля» как метафизической сущности. То, что у медитаторов есть нейронный коррелят «прозрачного я», не означает, что это «я» есть вечная неизменная сущность. Это означает, что есть нейронная конфигурация, при которой ощущение «я» работает иначе.

Она не валидирует субъективные отчёты буддистов как истину о мире. Когда монах говорит «есть сознание за пределами тела», это его опыт. Нейронаука может только сказать, какой нейронной активностью этот опыт сопровождается. Что лежит в основе самого опыта — другой вопрос.

Иногда в популярной литературе эти границы стираются. «Учёные доказали, что медитация открывает дверь к высшей реальности». Не доказали. Учёные показали, что медитация меняет мозг измеримым образом. Это и так не мало.

XII. Что нейронаука подтверждает

С другой стороны — список того, что нейронаука действительно показала:

— Мозг взрослого человека пластичен. Структура серого вещества меняется в ответ на тренировку. — Восемь недель умеренной ежедневной практики дают измеримые структурные изменения. — Длительная практика меняет базовые черты мозга, а не только текущие состояния. — Существуют конкретные нейронные сети, ответственные за «нарратив о себе» (DMN), и эти сети ослабляются у практикующих. — Существуют конкретные сети, ответственные за наблюдение (передняя поясная, латеральная префронтальная), и они усиливаются. — Эмоциональная реактивность миндалины снижается с практикой.

Этого достаточно, чтобы перестать называть медитацию «мистикой». Это тренировка. Как пианино или языки. С теми же общими принципами: регулярность важнее интенсивности, дозо-зависимый эффект, изменения накапливаются годами, но первые сдвиги — за недели.

XIII. Оговорки

Самокритика нужна по нескольким пунктам.

Размер выборок. Хёльцель — 16 человек. Лутц-Дэвидсон — 8 монахов. Лазар — 20+20. Это очень мало для надёжных выводов. С такими выборками легко получить случайно красивый результат.

Публикационная предвзятость. В науке проще опубликовать «нашли эффект», чем «не нашли». В медитации это особенно остро, поскольку область популярна и финансируется.

Энтузиазм исследователей. Многие пионеры — сами практикующие медитаторы (Хёльцель, Лазар, Кабат-Зинн, Дэвидсон). Это не порок, но это смещение. Учёный, который десять лет медитирует, имеет интерес найти эффект.

Метаанализы. Когда в 2014–2020 годах вышли крупные метаанализы (например, JAMA Internal Medicine 2014, Perspectives on Psychological Science 2018), выводы стали скромнее. Эффекты есть, но они умеренные, и их часто переоценивают.

Бóльшая часть популярных утверждений вроде «медитация вдвое снижает риск депрессии» — преувеличение.

Это не повод отказываться от практики. Это повод не ждать от неё чудес и не разочаровываться, когда чудес не случается.

XIV. Что остаётся после сканера

Нейронаука не делает практику осмысленной. Никто не идёт медитировать, потому что у него возрастёт плотность гиппокампа. Люди идут, потому что им тяжело, потому что мысли не дают спать, потому что хочется быть менее реактивным, или потому что они чувствуют, что есть что-то за их обычной жизнью, и хотят это узнать.

Что нейронаука делает — это снимает с медитации ярлык «мистики».

Тысячи лет адвайтисты говорили: есть свидетель. Стоики: есть прохайресис.

Митраисты: есть огонь в человеке. Буддисты: есть наблюдающее сознание. Юнг: есть Самость. И всякий раз внешний наблюдатель имел право пожать плечами: красиво, но как проверишь.

Теперь проверять умеют. И когда проверили, оказалось: люди, которые тренируются с этим «местом внутри», физически отличаются от тех, кто не тренируется. Не отличаются эзотерически, не отличаются по самоописанию, не отличаются по приверженности

учению — отличаются на уровне нейронных сетей, плотности серого вещества, ритмов коры.

Четыре тысячи лет философской традиции встретились с двадцатью годами нейровизуализации и оказались — в самой сердцевине — об одном и том же явлении.

XV. Замыкание цикла

Серия закрывается этой статьёй. Стоит подвести итог.

В адвайте мы говорили о свидетеле — sākṣin — той инстанции, которая видит мысли, но не есть мысли; видит тело, но не есть тело; видит время, но не есть время. Tat tvam asi, ты есть То.

В стоицизме мы говорили о прохайресисе — нравственном намерении, инстанции, выбирающей отношение к обстоятельствам; о том, что не зависит от внешних, и поэтому свободно.

В мифе о Прометее мы говорили об огне, добытом ценой страдания, — символе того момента, когда сознание впервые отделилось от природной слепоты и обрело способность видеть себя.

В символе мандалы мы говорили о круге с центром — о геометрии того места, где сознание находит свой центр, где противоположности удерживаются вместе.

Сегодня мы можем добавить: эти описания согласуются с тем, что показывает фМРТ и ЭЭГ. У людей, тренирующих внимание и наблюдение, ослабляется сеть «нарратива о себе», усиливается сеть «наблюдения за наблюдением», утолщается кора, ответственная за восприятие телесных сигналов и принятие перспективы, гасится реактивность миндалины. Не доказательство свидетеля — но согласованность.

Не вера. Не философская позиция. Не культурная принадлежность. Тренировка.

Внимание, направленное внутрь, повторённое тысячи раз, оставляющее в мозге след — точно так же, как тренировка пальцев у пианиста, тренировка пространственного воображения у математика, тренировка слуха у переводчика.

Свидетель в Адвайте, прохайресис у стоиков, огонь у Прометея, центр мандалы, ослабленная DMN с усиленной передней поясной у современного медитатора — пять способов сказать одно. Каждый — на языке своей эпохи. Каждый — частично. Все вместе — приближаются к описанию.

Что остаётся? Простое. Внутри есть нечто, что можно тренировать. Это нечто не зависит от того, как его называть. Можно начать сегодня — двадцать минут, как у Тана; восемь недель, как у Хёльцель; десять лет, как у Лазар; всю жизнь, как у тибетского монаха.

Через любое из этих окон смотрит одно и то же.