

18+

ИМПУЛЬС

Александр Скопинцев

Импульс. Нейробиология
желания, выбора и власти



Александр Скопинцев

**Импульс. Нейробиология
желания, выбора и власти**

«Издательские решения»

Скопинцев А.

Импульс. Нейробиология желания, выбора и власти /
А. Скопинцев — «Издательские решения»,

НЕЗАКОННОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ НАРКОТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ,
ПСИХОТРОПНЫХ ВЕЩЕСТВ, ИХ АНАЛОГОВ ПРИЧИНЯЕТ
ВРЕД ЗДОРОВЬЮ, ИХ НЕЗАКОННЫЙ ОБОРОТ ЗАПРЕЩЕН
И ВЛЕЧЕТ УСТАНОВЛЕННУЮ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВОМ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬ. Импульс. Нейробиология желания, выбора
и власти. Почему мы выбираем именно этого человека — и не можем
объяснить почему? Александр Скопинцев препарирует человеческое
поведение как биологическую систему. Дофамин, окситоцин, зеркальные
нейроны и эволюционные алгоритмы, отточенные миллионами лет — всё это
работает глубже сознания и быстрее рассудка. Эта книга не о том, какими нам
следует быть. Она о том, какими нас сделала эволюция. Неудобная правда
о природе человека.

© Скопинцев А.

© Издательские решения

Содержание

Нейронаука как инструмент верификации	7
Политическая аллергия и её нейробиологические причины	8
Объект анализа: почему женская психология	9
Структура аргументации и методология	10
Введение. Эволюционный парадокс женского выбора	11
Плейстоцен как система отсчёта	12
Локус контроля: нейроанатомическое распределение власти	16
Структура книги как карта исследования	19
Глава 1. Нейрохимия предвкушения	20
Ошибка предсказания: молекулярная механика желания	22
Переменное расписание подкрепления: нейрохимия непоследовательности	23
Сравнительная приматология дофаминергических систем	24
Серотонин: нейромедиатор иерархии	27
Глава 2. Гормональный диктат	31
Прогестерон: молекулярная механика консервативной фазы	35
Глава 3. Архитектура торможения и возбуждения	39
Миндалевидное тело: архитектура быстрого реагирования	41
Сравнительная перспектива: статусная чувствительность у приматов	46
Нейробиология иллюзии контроля	47
Часть II. Эволюция репродуктивных стратегий	48
Глава 4. Асимметрия родительского вклада	48
Конец ознакомительного фрагмента.	50

Импульс. Нейробиология желания, выбора и власти

Александр Скопинцев

Иллюстратор Александр Скопинцев

© Александр Скопинцев, 2026

© Александр Скопинцев, иллюстрации, 2026

ISBN 978-5-0070-3629-0

Создано в интеллектуальной издательской системе Ridero

Предисловие. Место эволюционной психологии в современном мире

Человек — единственное животное, которое систематически лжёт самому себе о природе собственного поведения. Не от злого умысла и не из трусости: это тоже адаптация, и весьма изощрённая. Способность конструировать внутренние нарративы, объясняющие поведение через возвышенные мотивы — разум, свободу воли, моральный выбор, — позволяла нашим предкам поддерживать социальные связи, необходимые для выживания в группе, не обнажая биологических механизмов, которые эти связи на самом деле производили. Примат, открыто декларирующий, что его альтруизм обусловлен расчётом на реципрокность, получил бы значительно меньше союзников, чем примат, искренне убеждённый в собственной доброте. Самообман оказался адаптивно выгоден — и эволюция закрепила его с той же холодной эффективностью, с которой она закрепляет любое другое полезное свойство.

Этот механизм производит определённые эпистемологические трудности. Человек, изучающий человеческое поведение, неизбежно использует тот же инструментарий, который является объектом изучения, — мозг, склонный к рационализации постфактум, к нарративному оформлению уже принятых решений и к систематическому преувеличению роли сознательного выбора в поведенческих результатах. Большая часть того, что на протяжении XX века называлось психологией, страдала именно этим: она принимала вербальные отчёты испытуемых о причинах их поведения за реальное описание причинно-следственных связей. Результатом стала наука, описывавшая поверхность явления с высокой точностью и не имевшая ни малейшего представления о том, что происходит на глубине.

Эволюционная психология возникла из понимания простого факта: поведение является продуктом нервной системы, нервная система является продуктом эволюции, и механизмы поведения не могут быть поняты в отрыве от селективного давления, их сформировавшего. Это не революционное утверждение — оно логически вытекает из синтетической теории эволюции, применённой к поведенческим фенотипам. Революционным оказалось систематическое применение этой логики к тем аспектам человеческого поведения, которые культура предпочитала считать стоящими над биологией: выбору партнёра, ревности, альтруизму, агрессии, политическим предпочтениям, религиозным чувствам. Когда Трайверс в 1972 году показал, что асимметрия родительского вклада предсказывает половые различия в избирательности с математической точностью, он не просто предложил интересную гипотезу. Он предложил механизм — и механизм оказался верным.

Механизм — это то, чего до эволюционной психологии у науки о поведении практически не было. Социология описывала паттерны, антропология фиксировала вариации, клиническая психология классифицировала дисфункции. Но вопрос «почему именно такой паттерн, а не другой?» оставался без ответа — или получал ответ в форме постфактум-рационализации:

потому что так устроена культура, потому что такова социальная норма, потому что так принято. Эволюционная психология впервые предложила критерий, позволяющий различить случайные культурные конвенции от биологически детерминированных универсалий: воспроизводимость паттерна в популяциях, разделённых тысячелетиями и океанами, с минимальными культурными контактами. Если женщины в Токио, Найроби, Бостоне и изолированных деревнях Папуа Новой Гвинеи демонстрируют статистически схожие предпочтения в выборе долгосрочного партнёра — с приоритизацией ресурсного потенциала и социального статуса, — объяснение через культурный трансфер перестаёт работать. Требуется биологический механизм.

Нейронаука как инструмент верификации

Революция в нейровизуализации, произошедшая в 1990-е и 2000-е годы, предоставила эволюционной психологии то, чего ей критически не хватало: инструмент прямой верификации нейронных механизмов, а не только поведенческих паттернов. Функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ) позволила наблюдать в реальном времени, какие именно нейронные структуры активируются при восприятии конкретных стимулов — и сопоставлять эти данные с эволюционными предсказаниями. Результаты оказались ошеломляющими не своей неожиданностью, а своей точностью. Вентральный стриатум — нейронный субстрат системы вознаграждения — активируется при предъявлении лиц с симметричными чертами строго пропорционально степени их симметрии. Миндалевидное тело производит аффективную метку стимулу прежде, чем кора успевает его полностью обработать. Медиальная префронтальная кора активируется при оценке социального статуса воспринимаемых индивидов — независимо от того, пришёл ли испытуемый в лабораторию с намерением кого-то оценивать.

Эти нейронные паттерны воспроизводятся с межкультурной устойчивостью, несопоставимой с воспроизводимостью декларируемых ценностей и социальных норм. Японский испытуемый в токийской лаборатории и кенийский в найробийской демонстрируют статистически неразличимые профили активации вентрального стриатума при предъявлении лиц с высокой симметрией — несмотря на то что декларируемые ими «стандарты красоты» могут существенно различаться. Это не потому, что их мозги одинаковы в силу какого-то мистического единства человечества. Это потому, что их мозги сформированы одним и тем же эволюционным давлением, действовавшим на протяжении миллионов лет, — давлением, которое сделало симметрию надёжным маркером генетического качества задолго до того, как появились первые культурные конвенции о красоте.

Эндокринология добавила к этой картине временное измерение: гормональная ось не просто производит фоновое состояние, в котором разворачивается поведение, — она активно перестраивает нейронную архитектуру восприятия в зависимости от репродуктивного контекста. Эстрадиоловый пик в перiovуляторную фазу изменяет плотность рецепторов в лимбических структурах, снижает порог активации дофаминергических детекторов привлекательности и ослабляет тормозящие проекции орбитофронтальной коры — производя функционально иную нейронную машину оценки, которая при том же наборе входящих данных выдаёт иной поведенческий выход. Это означает, что «один человек» с «одними предпочтениями» является упрощением: нейроэндокринная динамика делает поведенческий профиль функцией гормонального состояния в не меньшей степени, чем функцией стабильных личностных характеристик.

Политическая аллергия и её нейробиологические причины

Ни одна научная дисциплина в истории не вызывала столь стабильного и интенсивного политического сопротивления, как эволюционная психология, — и это само по себе требует объяснения. Механистическое понимание мозга не вызывает политических дискуссий. Генетика человеческих заболеваний не производит идеологических фронтов. Но генетика человеческого поведения — и особенно половые различия в поведении — немедленно становится полем битвы, в которой научные аргументы с трудом различимы за политическим шумом.

Объяснение этой аномалии лежит в самой биологии. Человеческий мозг является продуктом социальной эволюции в группах с жёсткими иерархиями, и поддержание своего положения в этих иерархиях через управление социальными нарративами является одной из его базовых функций. Открытие биологической основы поведения потенциально угрожает двум конкурирующим идеологическим проектам одновременно: левому — поскольку ставит под вопрос полную культурную пластичность человеческой природы, на которой строится программа социальной инженерии; правому — поскольку показывает, что многие «традиционные» поведенческие паттерны являются не моральным достижением, а биологической инерцией. Оба лагеря имеют основания для тревоги — и оба реагируют на неё одинаково: попыткой дисквалифицировать исследование через апелляцию к политической опасности его результатов.

Этот тип аргументации называется *argumentum ad consequentiam* и является логической ошибкой в строгом смысле: истинность утверждения не определяется желательностью или нежелательностью его последствий. Тестостерон влияет на иерархическое поведение не потому, что нам нравится или не нравится эта идея. Флуктуирующая асимметрия является маркером генетического качества не потому, что это политически удобно или неудобно. Факты существуют независимо от того, как мы к ним относимся, — и именно это делает их ценными. Наука, адаптирующая свои выводы к политической приемлемости, перестаёт быть наукой.

Вместе с тем следует признать, что история эволюционной психологии содержит реальные примеры недобросовестного использования биологических аргументов для оправдания существующих социальных неравенств — практика, называемая натуралистической ошибкой: умозаключение от «так есть» к «так должно быть». То, что определённый поведенческий паттерн является биологически детерминированным, не означает ни что он морально оправдан, ни что он неизменен. Агрессия биологически детерминирована — это не аргумент в пользу агрессии. Склонность к трибализму биологически детерминирована — это не аргумент в пользу дискриминации. Понимание механизма не определяет этическую оценку его продуктов. Биология описывает то, что есть, — не то, что должно быть. Эти два регистра не следует смешивать, и данная книга намеренно придерживается первого, оставляя второй читателю.

Объект анализа: почему женская психология

Выбор женской репродуктивной стратегии в качестве основного объекта анализа данной книги требует обоснования — не апологетического, а аналитического. Причины три, и все три имеют биологическое основание.

Первая: женская репродуктивная стратегия демонстрирует большую феноменологическую сложность, чем мужская, именно в силу асимметрии биологических затрат. Мужчина с минимальным обязательным вкладом в потомство (один сперматозоид) и максимальным (годы отцовской инвестиции) располагает широким диапазоном стратегических возможностей, но сама логика этих стратегий относительно проста: максимизировать охват или максимизировать качество. Женщина с колоссальным обязательным вкладом на каждый репродуктивный эпизод вынуждена балансировать между двумя конкурирующими критериями — генетическим качеством партнёра и его инвестиционным потенциалом, — которые частично антагонистичны. Эта балансировка производит значительно более богатую поведенческую феноменологию: циклическую изменчивость предпочтений, дуальные стратегии спаривания, сложные внутриполовые коалиционные механизмы. С точки зрения биологии как науки — это более интересный объект.

Вторая причина: женская психология в значительно большей степени искажена морализаторским наслоением — как религиозного, так и светского происхождения, — чем мужская. Женское сексуальное поведение на протяжении тысячелетий подвергалось нормативному регулированию с интенсивностью, не сопоставимой с регуляцией мужского, — что привело к накоплению мощного слоя социального самоцензурирования вокруг этой темы. Это делает её декларируемые аспекты наименее достоверными и нейробиологические методы наиболее ценными: они обходят вербальный слой и регистрируют физиологическую реальность напрямую. Именно там и находится наиболее информативный материал.

Третья причина имеет отношение к современной политической дискуссии. Ряд наиболее острых социальных конфликтов последних десятилетий — от дебатов о природе половых различий до споров о репродуктивных правах и от феминистских движений до реакции на них — апеллирует к представлениям о женской психологии, которые в большинстве случаев не имеют отношения к актуальной биологии. Заполнить этот пробел точной нейробиологической информацией — задача не политическая, а эпистемологическая.

Структура аргументации и методология

Каждая глава этой книги следует одной и той же четырёхуровневой структуре аргументации, позволяющей проследить механизм от биологической основы до социального проявления. Первый уровень — выявление поведенческого паттерна: устойчивого, воспроизводимого в разных культурах и достаточно специфичного, чтобы требовать объяснения, а не простой констатации. Второй уровень — нейробиологический механизм: что именно происходит в синапсах, в эндокринной системе и в нейронных контурах при производстве данного паттерна. Третий уровень — эволюционная функция: почему именно этот механизм, а не какой-то другой, закрепился в геноме — какую адаптивную задачу он решал в среде своего формирования. Четвёртый уровень — современная проекция: как механизм, оптимизированный под плейстоценовую среду, проявляется в радикально изменившихся условиях XXI века — и с какими последствиями.

Терминология, используемая на протяжении книги, требует нескольких предварительных разъяснений. «Адаптация» означает признак, закреплённый отбором в силу его функциональной ценности в конкретной среде, — и не означает «хорошее», «правильное» или «неизменное». «Биологически детерминированный» означает «имеющий биологический субстрат» — и не означает «неподверженный влиянию среды» или «неизменяемый». «Половой диморфизм» описывает статистические различия между двумя группами и не предполагает никаких утверждений об индивидуальных характеристиках. Индивидуальная вариабельность внутри каждой группы значительно превышает межгрупповые различия практически по любому психологическому параметру — и этот факт сохраняет свою силу независимо от того, насколько воспроизводимы сами межгрупповые различия.

Наконец, о тоне. Эта книга написана с позиции исследователя, для которого биологический детерминизм является аналитическим инструментом, а не мировоззренческой позицией, и который полагает, что честное описание реальности уважает читателя значительно больше, чем комфортное искажение. Местами тон может показаться жёстким — особенно в тех разделах, где анализ демонстрирует, насколько далеко декларируемые мотивы расходятся с нейробиологическими механизмами. Это не цинизм и не редукционизм. Это попытка описать сложную биологическую систему с той точностью, которой она заслуживает, — не упрощая её, не морализируя о ней и не пытаясь сделать её более удобной, чем она есть. Биология неудобна по природе своей — именно поэтому она интересна.

Введение. Эволюционный парадокс женского выбора

Почему импульс — это не хаос, а сложный вычислительный процесс

Представьте вычислительную систему, которая за доли секунды обрабатывает сотни входящих переменных — симметрию лицевых костей, спектральный состав летучих органических соединений, фундаментальную частоту голоса и паттерн её модуляции, кинематику движений туловища и конечностей, социальный контекст присутствия наблюдателей, относительный иерархический ранг объекта в группе, временные характеристики его реакций на социальные стимулы — и на выходе производит единственный бинарный сигнал: интерес или его отсутствие. Никакой явной логики в субъективном опыте, никаких осознанных критериев, никакого совещательного процесса. Просто резкое смещение фокуса внимания, едва заметное учащение сердечного ритма на восемь-десять ударов в минуту, микроскопическое расширение зрачков за счёт активации симпатической иннервации радиальной мышцы радужки, незначительное повышение электропроводности кожи вследствие активации эккринных потовых желёз ладонной поверхности. Всё это происходит за 150—300 миллисекунд — быстрее, чем сознание успевает сформулировать первый вопрос. Именно это и называют «импульсом». И именно это является одним из наиболее изощрённых вычислительных достижений биологической эволюции — системой, разработка которой заняла несколько миллионов лет непрерывного отбора и которую человек последовательно недооценивает, называя её «просто химией» или «необъяснимым притяжением».

Недооценка понятна. Субъективный опыт импульса принципиально не даёт доступа к механизму, его производящему. Человек переживает результат вычисления, но не само вычисление — точно так же, как пользователь смартфона переживает результат работы процессора, не наблюдая операций на уровне транзисторов. Разница в том, что смартфон сообщает о себе через интерфейс, тогда как мозг о своих подкорковых операциях не сообщает ничего. Он поставляет готовый вывод — аффективную метку — и предоставляет коре задачу ретроспективного конструирования нарратива, объясняющего, почему этот конкретный человек «показался интересным». Нарратив будет убедительным. Он будет включать апелляцию к общим интересам, чувству юмора, интеллекту, харизме. Он может быть частично верным. Но он никогда не будет полным объяснением — потому что реальное вычисление произошло на уровне, недоступном для интроспекции, с использованием критериев, которые сознание не контролирует и о которых зачастую не подозревает.

Плейстоцен как система отсчёта

Для понимания механики импульса необходима система отсчёта — среда, в которой описываемые механизмы формировались. Этой средой является плейстоцен: геологическая эпоха, охватывающая период от 2,58 миллиона до 11 700 лет назад. Это не произвольно выбранный временной горизонт. Именно в плейстоцене под давлением специфического набора экологических и социальных условий сформировалась та нейронная архитектура, которая производит описываемое поведение. Её изучение без учёта среды формирования — всё равно что изучение формы птичьего крыла без знания о существовании воздуха.

Плейстоценовая среда обитания *Homo sapiens* и его непосредственных предков характеризовалась несколькими ключевыми параметрами, каждый из которых имеет прямое следствие для понимания поведенческих адаптаций. Группа численностью 50—150 особей — это масштаб социальной среды, для которой оптимизированы нейронные системы социального познания. Робин Данбар, вычислив корреляцию между объёмом неокортекса и размером социальной группы у приматов, получил для человека предсказанный размер группы около 150 особей — знаменитое «число Данбара», воспроизводящееся в антропологических данных по охотникам-собираателям с впечатляющей последовательностью. Это не случайная величина: это ёмкость нейронной системы отслеживания социальных отношений, ограниченная метаболическими затратами на поддержание необходимого объёма ассоциативной коры.

В группе из 150 особей число потенциальных репродуктивных партнёров подходящего возраста и статуса для женщины репродуктивного возраста составляло от пяти до двадцати человек в зависимости от демографических параметров группы. Это принципиально важно: нейронная система оценки партнёра оптимизирована под сравнение небольшого числа хорошо известных кандидатов, наблюдаемых на протяжении длительного времени в разнообразных контекстах, с доступом ко всем сенсорным каналам — зрительному, ольфакторному, аудиальному, тактильному. Современная среда знакомств — сотни профилей в приложении, плоские фотографии, текстовые сообщения, первые свидания с незнакомцами — производит нагрузку на систему, для которой та категорически не проектировалась. Последствия этого несоответствия будут подробно рассмотрены в пятнадцатой главе, но уже здесь, во введении, необходимо зафиксировать его как системную константу: всё описываемое поведение является поведением плейстоценового мозга в постплейстоценовой среде.

Ресурсная неопределённость плейстоценовой среды является вторым критически важным параметром. Отсутствие систем хранения пищи, медицины, юридических механизмов принуждения к контрактным обязательствам и социального страхования означало, что качество партнёра напрямую определяло выживаемость потомства. Мужчина с высоким иерархическим статусом имел преимущественный доступ к лучшим охотничьим угодиям и пищевым ресурсам группы; мужчина с высоким генетическим качеством — воплощённым в устойчивом онтогенезе, симметричной морфологии и эффективной иммунной системе — производил потомство, способное пережить детскую смертность, превышавшую в палеолите 40—50% к пятилетнему возрасту. Ошибка выбора партнёра в этих условиях не означала неудовлетворённость отношениями в психологическом смысле. Она означала гибель потомства и эволюционный тупик. Именно поэтому когнитивные фильтры оценки партнёра столь точны и столь быстры: они эволюционировали под максимальным давлением отбора.

Паразитарная нагрузка плейстоценовой среды формировала третий критически важный параметр. До появления антибиотиков, вакцинации и базовой санитарии инфекционные заболевания и паразиты являлись главной причиной детской смертности. В этих условиях иммунный репертуар потомства определял его шансы на выживание с эффективностью, сопоставимой с любым другим биологическим параметром. Гипотеза «красной королевы», сфор-

мулированная Ли Ван Валеном в 1973 году, описывает непрерывную коэволюционную гонку вооружений между организмами и их паразитами: патогены адаптируются к наиболее распространённым иммунным фенотипам хозяев, создавая давление отбора в пользу генетического разнообразия потомства. Половое размножение — в отличие от клонального — производит это разнообразие за счёт рекомбинации родительских геномов, и именно это разнообразие является его главным адаптивным преимуществом. Для самки это создаёт конкретную репродуктивную задачу: максимизировать иммунологическое разнообразие потомства через выбор партнёра с максимально непохожим иммунным репертуаром. Задача решается через обонятельную систему — самый древний сенсорный канал, напрямую связанный с лимбическими структурами, — и решается без участия сознания.

Мозг как многоуровневый вычислитель: архитектура принятия решений

Прежде чем описывать конкретные механизмы выбора партнёра, необходимо установить общую архитектуру нейронной системы принятия решений — ту вычислительную структуру, внутри которой эти механизмы функционируют. Мозг человека не является единым процессором, последовательно обрабатывающим информацию от сенсорного входа до поведенческого выхода. Он является иерархически организованной параллельной системой, в которой разные уровни обработки оперируют одновременно, с разными скоростями, разными алгоритмами и разными целевыми функциями — и нередко приходят к конкурирующим выводам, которые затем должны быть как-то интегрированы в единый поведенческий ответ.

Нижний уровень этой иерархии — подкорковые структуры, унаследованные от эволюционно древних предков: стволые структуры, гипоталамус, базальные ганглии, миндалевидное тело. Эти структуры работают быстро — в масштабе миллисекунд — и обрабатывают биологически значимые стимулы через автоматические, предустановленные алгоритмы. Их вычисления не требуют сознательного участия и не доступны для интроспекции: они поставляют готовый аффективный результат — влечение, отвращение, страх, агрессию — без сопроводительного описания процесса его получения. Именно этот уровень производит то, что описывается как «импульс».

Средний уровень — лимбическая система: гиппокамп, поясная кора, инсула, орбитофронтальная кора. Эти структуры обрабатывают информацию медленнее, чем подкорковый уровень, но значительно быстрее, чем неокортекс. Они интегрируют подкорковые аффективные сигналы с эпизодической памятью и контекстуальной информацией, производя более сложные оценки с учётом истории взаимодействия, социального контекста и воспринимаемых последствий. Инсулярная кора обрабатывает соматические сигналы — «чувства в теле» — и интегрирует их в социальные оценки через механизм, описанный Антонио Дамасио как «соматические маркеры»: телесные сигналы, ассоциированные с прошлыми решениями и их исходами, активируются при предъявлении похожих ситуаций и влияют на текущую оценку прежде, чем сознание сформулирует явное суждение.

Верхний уровень — неокортекс, прежде всего префронтальная кора. Это медленная система — она включается в обработку с задержкой в 200—500 миллисекунд относительно подкоркового ответа — но это система с наибольшими возможностями интеграции. Дорсолатеральная префронтальная кора обеспечивает рабочую память и исполнительный контроль над нерелевантными реакциями. Вентромедиальная интегрирует соматические маркеры с долгосрочными целями. Орбитофронтальная кора оценивает субъективную ценность вариантов с учётом контекста и истории подкрепления. Медиальная префронтальная кора обрабатывает социальную информацию о ментальных состояниях других — намерениях, убеждениях, вероятном будущем поведении.

Критически важная характеристика этой иерархии, которую нельзя обходить стороной в разговоре о выборе партнёра: связи между уровнями асимметричны. Проекции от подкорко-

вых структур к коре численно и функционально превосходят обратные проекции. Миндалевидное тело, через которое проходит обработка эмоционально значимых стимулов, посылает больше аксонов в кору, чем получает от неё. Это не дефект дизайна — это следствие эволюционного приоритета: быстрый аффективный ответ на биологически значимый стимул важнее его точной когнитивной классификации. Применительно к выбору партнёра это означает, что подкорковый аффективный ответ — первичное ощущение привлекательности или отталкивания — с трудом поддаётся коррекции через последующий когнитивный анализ. Сознание может сформировать список рациональных возражений против данного партнёра — и обнаружить, что аффективный импульс от этих возражений не ослабевает. Это не слабоволие. Это нейроанатомия.

Когнитивные фильтры: от метафоры к нейронному механизму

Термин «когнитивный фильтр» используется в данной книге не как метафора, а как функциональное описание конкретных нейронных контуров, реализующих избирательную обработку информации. Понять, что именно стоит за этим термином, важно для всего последующего анализа — поэтому введение является подходящим местом для его детального описания.

Фильтрация начинается на уровне сенсорных рецепторов и первичных сенсорных областей коры. Зрительная система не передаёт в мозг нейтральное изображение всего, что попадает на сетчатку: она производит активную сегрегацию входящего потока на элементы с различной нейронной приоритетностью. Детекторы биологического движения в зрительной коре — специализированные нейроны верхней височной борозды — выделяют движение живых существ из окружающего визуального шума за 50—70 миллисекунд и направляют этот сигнал приоритетным путём к структурам обработки социальной информации. Это первый уровень фильтрации: биологически значимые движущиеся объекты выделяются из среды прежде, чем их детальный анализ даже начался.

Второй уровень фильтрации разворачивается в фузиформной извилине и смежных областях веретенообразной коры, специализированных на обработке лиц. Лицо является привилегированным социальным стимулом: оно активирует специализированный нейронный модуль с непропорционально большим объёмом кортикальной репрезентации относительно других объектов. Эта нейронная специализация появляется уже у новорождённых — младенцы предпочтительно смотрят на схематические изображения лиц по сравнению с перевёрнутыми или перепутанными вариантами тех же элементов — что указывает на врождённую, а не приобретённую основу лицевого детектора. Внутри лицевой обработки действуют дополнительные фильтры: нейроны, чувствительные к симметрии, к соотношению размеров отдельных элементов, к половому диморфизму черт. Эти детекторы производят первичную оценку генетического качества за 100—150 миллисекунд — за время, недостаточное для сознательного восприятия.

Третий уровень фильтрации — обонятельный — является эволюционно наиболее древним и анатомически наиболее привилегированным в плане доступа к лимбическим структурам. Обонятельная луковица, получающая сигналы от рецепторов обонятельного эпителия, проецирует непосредственно в миндалевидное тело и гиппокамп, минуя таламус — промежуточную relay-станцию, через которую проходят все другие сенсорные модальности. Это означает, что запах как стимул активирует лимбические структуры быстрее и с меньшей кортикальной интерференцией, чем любой визуальный или аудиальный стимул. Именно поэтому запахи обладают непропорциональной способностью вызывать эмоционально насыщенные воспоминания и острые аффективные реакции, не поддающиеся рациональной коррекции: они обходят большую часть кортикальной обработки и достигают эмоциональных центров напрямую.

Для выбора партнёра обонятельная фильтрация осуществляет несколько параллельных функций. Через летучие органические соединения кожных выделений она передаёт информацию о гормональном статусе — уровне тестостерона, эстрадиола, состоянии иммунной системы. Через летучие производные пептидов МНС-комплекса она информирует о генетической совместимости по иммунологическим критериям. Через андростадиенон — стероидное соединение мужского пота — она производит нейроэндокринные эффекты у женщин-реципиентов: повышает уровень кортизола, улучшает настроение в социальном контексте и усиливает фокусировку на социально значимых стимулах. Все эти эффекты разворачиваются без сознательного обнаружения источника: человек не идентифицирует запах андростадиенона как отдельный стимул и не осознаёт его влияния на своё состояние. Фильтр работает в режиме полного информационного молчания.

Нейроэндокринная модуляция: гормон как перепрограммировщик фильтров

Описанные когнитивные фильтры не являются фиксированными параметрами. Они перенастраиваются в зависимости от нейроэндокринного контекста — и эта перенастройка является одним из наиболее важных механизмов адаптивной гибкости репродуктивного поведения. Понять этот механизм — значит понять, почему «тот же» человек в разных физиологических состояниях производит принципиально разные оценки одних и тех же стимулов.

Эстрадиол — основной эстроген женского репродуктивного цикла — достигает пикового уровня в перiovуляторную фазу и производит систематическую перестройку нейронной обработки через несколько параллельных механизмов. Через геномный механизм — связывание эстрогеновых рецепторов ER α и ER β в ядрах нейронов с последующей регуляцией транскрипции генов-мишеней — эстрадиол повышает экспрессию дофаминовых рецепторов D1 и D2 в стриатуме и прилежащем ядре, увеличивая чувствительность системы вознаграждения к релевантным стимулам. Через негеномный механизм — взаимодействие с мембранными рецепторами и активацию вторичных мессенджеров — он немедленно повышает возбудимость нейронов в миндалевидном теле и снижает порог их активации в ответ на социально значимые стимулы, прежде всего маркеры мужского доминирования.

Практическое следствие этой двойной модуляции: в перiovуляторную фазу симметричное лицо, низкий тембр голоса, выраженный маскулинный морфотип и паттерны доминантного поведения производят у женщин значительно более интенсивный нейронный ответ в системе вознаграждения, чем те же стимулы в лютеиновую фазу. Это задокументировано через несколько методологически независимых инструментов: айтрекинг фиксирует более длительную фиксацию взгляда на маскулинных лицах в перiovуляторную фазу; измерение электрокожного ответа показывает более выраженную симпатическую активацию при их предъявлении; нейровизуализация обнаруживает более высокую активацию вентрального стриатума. Совпадение данных через принципиально разные методологии исключает артефакт и указывает на реальный нейробиологический эффект.

Прогестерон, доминирующий в лютеиновой фазе, производит противоположный сдвиг. Через свой нейроактивный метаболит аллопрегнанолон, позитивно модулирующий ГАМК-А-рецепторы, он повышает тормозные влияния на лимбические структуры и снижает их реактивность на стимулы доминантности. Одновременно он смещает когнитивные фильтры в сторону большей чувствительности к сигналам надёжности, кооперативности и инвестиционного потенциала. Та же женщина, та же информация о том же мужчине — но принципиально иная нейронная оценка в зависимости от фазы цикла. Это не непоследовательность. Это адаптивная система, производящая разные оценки в разных репродуктивных контекстах.

Локус контроля: нейроанатомическое распределение власти

Концепция локуса контроля, введённая Джулианом Роттером в 1954 году применительно к атрибуции событий внутренним или внешним причинам, приобретает в нейробиологическом контексте принципиально новое измерение. В данной книге термин используется для описания динамического распределения исполнительной власти между нейронными системами разных уровней иерархии — и это использование имеет конкретный анатомический субстрат.

Префронтальная кора, особенно её дорсолатеральный отдел, является главным анатомическим субстратом «внутреннего» локуса контроля в расширенном нейробиологическом смысле: она обеспечивает способность удерживать долгосрочные цели вопреки краткосрочным импульсам, тормозить нерелевантные реакции и производить решения на основе рационального взвешивания вероятных последствий. Подкорковые структуры — миндалевидное тело, прилежащее ядро, гипоталамус — производят быстрые аффективно заряженные сигналы, которые толкают к немедленному действию вне зависимости от долгосрочных соображений.

Баланс между этими системами не является фиксированным параметром — он определяется нейроэндокринным контекстом. Высокий уровень кортизола при хроническом стрессе производит конкретные нейронные эффекты: снижает экспрессию дофаминовых рецепторов D1 в дорсолатеральной префронтальной коре, ослабляя её функциональные возможности, и одновременно усиливает реактивность миндалевидного тела. Результат — смещение локуса контроля вниз по иерархии: решения принимаются с меньшим участием долгосрочного планирования и большим участием непосредственного аффективного ответа. Именно поэтому стресс производит импульсивность — не как психологическую слабость, а как предсказуемый нейроэндокринный эффект.

Применительно к выбору партнёра это означает следующее: тот же человек принимает принципиально разные решения о партнёре в зависимости от своего стрессового статуса, фазы гормонального цикла и информационной нагрузки в момент встречи. Первая встреча на вечеринке после напряжённой рабочей недели в перiovуляторную фазу — это нейробиологически совершенно иная ситуация, чем та же встреча в спокойное воскресное утро в лютеиновой фазе. Нейронная машина оценки та же, но её параметры настроены принципиально по-разному — и выход будет принципиально другим. Осознание этого факта не устраняет гормональных влияний, но создаёт дополнительный кортикальный слой обработки, способный хотя бы частично компенсировать их действие.

Адаптивная пластичность: калибровка системы под среду

Поведенческая система, описываемая в этой книге, не является монолитной программой с фиксированными параметрами. Она демонстрирует адаптивную пластичность — способность перенастраивать базовые параметры в ответ на средовые сигналы, поступавшие в критические периоды развития. Эта пластичность реализуется прежде всего через эпигенетические механизмы — химические модификации ДНК и гистонов, изменяющие экспрессию генов без изменения самой нуклеотидной последовательности.

Один из наиболее изученных примеров этого механизма — эпигенетическая регуляция гена рецептора к глюкокортикоидам (GR) в гиппокампе, исследованная Майклом Миней и его группой на крысах и впоследствии воспроизведённая на человеческом материале. Высококачественная материнская забота в ранний постнатальный период производит гипометилирование промотора GR в нейронах гиппокампа — что повышает экспрессию рецептора и усиливает механизм отрицательной обратной связи, быстро завершающий кортизоловый ответ после сня-

тия стрессора. Детёныш, получивший высококачественный материнский уход, вырастает с нейроэндокринной системой, эффективно регулирующей стресс. Детёныш с ранней депривацией вырастает с хронически гиперреактивной стрессовой системой — с более высоким базальным кортизолом, более интенсивными кортизоловыми ответами и более медленной нормализацией после стресса.

Применительно к репродуктивному поведению это имеет прямые следствия. Индивиды с ранним опытом нестабильного или отсутствующего отцовского вклада — сигналом, интерпретируемым развивающейся нервной системой как информация о ресурсной ненадёжности среды, — демонстрируют во взрослом возрасте смещение в сторону краткосрочных репродуктивных стратегий. Логика этого сдвига прозрачна в эволюционных терминах: если среда сигнализирует о высокой неопределённости ресурсов и низкой надёжности партнёров, откладывать воспроизводство в ожидании идеального стабильного партнёра становится рискованной стратегией — лучше воспроизвестись быстро с носителем хороших генов, чем дожидаться гипотетического идеального инвестора. Эта калибровка стратегии не является сознательным выбором. Она разворачивается на уровне нейроэндокринной архитектуры — в чувствительности дофаминергических систем, в порогах активации защитных контуров, в базальном балансе между краткосрочными и долгосрочными ориентациями — и остаётся относительно стабильной на протяжении последующей жизни, хотя не является абсолютно неизменной.

Парадокс женского выбора: почему иррациональность является рациональностью

Вернёмся к парадоксу, с которого начинается это введение. Женщина, несущая максимальную репродуктивную нагрузку, выбирает партнёров с маркерами нестабильности. Влечение возникает к доминантности, а не к надёжности. Краткосрочный импульс опережает долгосрочный расчёт. Внешнему наблюдателю это выглядит как самосаботаж. Нейробиологу — как предсказуемый результат работы системы, оптимизированной под задачи, которые в текущей среде частично утратили свою исходную функцию.

Доминантность в плейстоценовой группе являлась надёжным маркером доступа к ресурсам и защитным возможностям. Она не была декоративным качеством — она означала приоритетный доступ к лучшей пище, способность защитить территорию и потомство от угроз и высокое положение в социальной иерархии, определявшей распределение всех ресурсов группы. Нейронные детекторы доминантности — настроенные на симметрию, маскулинный морфотип, уверенность движений, нечувствительность к социальному давлению — эволюционировали именно потому, что эти сигналы в плейстоценовой среде надёжно предсказывали репродуктивно значимые характеристики. Проблема состоит в том, что сигналы доминантности в современной среде отделились от ресурсов, которые они исторически маркировали. Нарциссическая самопрезентация имитирует нейробиологический профиль доминирующего самца без реального иерархического статуса. Психопатическое бесстрашие производит поведенческие паттерны доминантности без стоящей за ними реальной силы. Детекторы доминантности не располагают механизмом верификации подлинности сигнала — они реагируют на паттерн, а не на его источник.

Это не единственный источник парадокса. Дуальная стратегия выбора — балансирование между поиском «хороших генов» и поиском «надёжного партнёра», подробно описанное в пятой главе, — создаёт внутреннее противоречие, неустранимое в условиях отрицательной корреляции между двумя наборами маркеров. Высокий тестостероновый фенотип, ассоциированный с генетическим качеством, отрицательно коррелирует с готовностью к длительной отцовской инвестиции. Мужчина с наиболее убедительными маркерами генетического качества с наибольшей вероятностью демонстрирует наименее убедительные маркеры инвестиционной надёжности. Система вынуждена производить компромисс между двумя несовместимыми критериями — и характер этого компромисса зависит от фазы цикла, стрессового

статуса, ресурсной среды и индивидуальной истории привязанности. Нет единственно «правильного» выхода — есть адаптивно оптимальный выход для данных параметров в данном контексте.

Понимание этой логики не устраняет парадокс в субъективном опыте — оно объясняет, почему он существует и почему он неустраим. Парадокс является не ошибкой системы, а следствием её адаптации к условиям, в которых два конкурирующих критерия оценки регулярно воплощались в разных индивидах. Современная среда не изменила эту ситуацию принципиально — она лишь сделала несоответствие между сигналом и его биологическим содержанием значительно более систематическим через механизмы косметической медицины, социальных сетей и культуры нарциссической самопрезентации.

Структура книги как карта исследования

Настоящая книга организована по принципу нарастающего масштаба: от молекулярных механизмов нейромедиаторов и гормонов через поведенческие стратегии к социальным и политическим проекциям. Первые три главы описывают нейробиологический фундамент: нейробиологию предвкушения и роль дофаминовых петель, гормональный диктат овариального цикла и архитектуру конфликта между импульсом и контролем. Следующие три главы разворачивают эволюционный контекст: асимметрию родительского вклада по Трайверсу, дуальную стратегию выбора партнёра и загадку скрытой овуляции как ключевого адаптивного явления, перестроившего социальную навигацию вида. Третья часть — механика конкретных триггеров: визуальные и ольфакторные маркеры, социальное доказательство и копирование выбора, психология дефицита и тёмная триада. Четвёртая часть описывает социальную динамику: непрямую агрессию, женские коалиции и эмпатию как инструмент. Пятая и шестая части разворачивают проекции на современную среду: гормональную контрацепцию как нейроэндокринное вмешательство, эстетическую медицину как взлом детекторов, цифровую сверхстимуляцию, политическое поведение и феномен защитного инстинкта в его масштабированных формах.

Каждый раздел является самостоятельным аналитическим целым — с собственной структурой аргументации от нейронного механизма к социальной проекции. Вместе они образуют единую карту системы, описывающую один и тот же объект — женскую репродуктивную стратегию — с нарастающей разрешающей способностью и в нарастающем масштабе. Читатель, дошедший до последней главы, должен располагать не просто набором интересных фактов о поведении, но функциональной моделью биологической системы — моделью, пригодной для предсказания и понимания конкретных поведенческих паттернов в конкретных ситуациях. Именно в этом состоит различие между информацией и знанием. Эта книга претендует на второе.

Глава 1. Нейрохимия предвкушения

Дофаминовые петли, серотонин и норадреналин. Как мозг сканирует среду и оценивает генетический потенциал за миллисекунды

Предвкушение — эволюционно более древнее и биологически более мощное состояние, чем удовольствие. Это утверждение противоречит интуиции, а интуиция в данном случае ошибается — что само по себе показательно. Интуиция говорит: наибольшая нейронная активность должна сопровождать получение желаемого. Нейрофизиология говорит обратное: наибольшая дофаминергическая активность предшествует получению желаемого и прямо пропорциональна степени неопределённости исхода. Эта инверсия — не случайный артефакт нейронной организации. Она является прямым следствием адаптивной логики: система, оптимизированная под поиск ресурсов в непредсказуемой среде, должна максимально мотивировать сам поиск, а не его завершение. Завершение поиска означает прекращение поискового поведения — в среде, где ресурсы распределены неравномерно и непредсказуемо, это опасная стратегия. Двигатель эволюции работает на ожидании, а не на насыщении.

Именно этот принцип лежит в основе того, что принято называть «химией влечения» — явления, которое романтически настроенные наблюдатели склонны объяснять судьбой, а нейробиологи описывают как каскад нейромедиаторных событий с предсказуемой молекулярной механикой. Чтобы понять этот каскад, необходимо начать с его исходной точки — с конкретного скопления нейронов в среднем мозге, которое производит то, что субъективно переживается как желание.

Анатомия желания: вентральная область покрышки и её проекции

Вентральная область покрышки — *area tegmentalis ventralis* — занимает относительно скромное место в нейроанатомическом атласе: небольшое скопление нейронов в вентральной части среднего мозга, расположенное медиально и несколько каудально относительно чёрной субстанции, с которой оно разделяет часть нейронной популяции и с которой нередко путается в популярных изложениях. Несмотря на скромные размеры — около 400 000 дофаминергических нейронов у человека, что составляет менее 0,002% от общего числа нейронов мозга, — ВОП осуществляет нейромодуляторный контроль над структурами, совокупно занимающими значительно большую часть мозгового объёма. Это принцип рычага: небольшая структура с широкими аксональными проекциями способна производить системные эффекты, несопоставимые с её локальным масштабом.

Дофаминергические нейроны ВОП синтезируют дофамин из тирозина через двухступенчатый биохимический процесс. На первом этапе тирозингидроксилаза катализирует гидроксилирование тирозина с образованием L-ДОФА — реакция, являющаяся лимитирующей стадией всего каскада и регулируемая по принципу обратной связи: высокий внутриклеточный дофамин ингибирует тирозингидроксилазу через аутофосфорилирование. На втором этапе ДОФА-декарбоксилаза (ароматическая L-аминокислотная декарбоксилаза) катализирует декарбоксилирование L-ДОФА с образованием дофамина. Синтезированный дофамин упаковывается в синаптические везикулы везикулярным транспортёром моноаминов 2-го типа (VMAT2) и хранится в пресинаптических терминалях до высвобождения, индуцированного потенциалом действия.

Аксоны ВОП-нейронов формируют два основных проекционных пути. Мезолимбический путь — от ВОП к прилежащему ядру (*nucleus accumbens*), миндалевидному телу, гиппокампу и вентральному стриатуму — является центральным субстратом мотивации, вознаграждения и эмоциональной памяти. Мезокортикальный путь — от ВОП к префронтальной коре, прежде всего к дорсолатеральному и вентромедиальному отделам — обеспечивает дофами-

нергическую модуляцию рабочей памяти, когнитивной гибкости и исполнительного контроля. Для понимания влечения принципиально важен именно мезолимбический путь, поскольку он связывает детектирование потенциально репродуктивно значимых стимулов с производством мотивационного состояния, побуждающего к сближению.

Прилежащее ядро — конечная станция мезолимбического пути и центральный нейронный субстрат того, что принято называть «желанием», — состоит из двух функционально и анатомически различных компартментов. Ядро (core) прилежащего ядра получает основной дофаминергический вход из ВОП и участвует в выработке условных рефлексов на вознаграждение — ассоциировании стимулов среды с ожидаемым вознаграждением. Оболочка (shell) прилежащего ядра играет более критическую роль в обработке новых вознаграждений и получает дополнительную иннервацию от окситоцинергических нейронов паравентрикулярного ядра гипоталамуса — связь, имеющая прямое отношение к формированию избирательной привязанности. Оба компартмента проецируют в вентральный паллидум, который в свою очередь влияет на моторные системы через таламус и далее — замыкая петлю мотивация-действие.

Постсинаптические эффекты дофамина реализуются через пять типов рецепторов, разделённых на две суперсемьи: D1-подобные (D1 и D5) и D2-подобные (D2, D3 и D4). D1-рецепторы сопряжены с G-белком типа Gs, активирующим аденилатциклазу и повышающим внутриклеточный цАМФ — что в итоге приводит к активации протеинкиназы A и фосфорилированию белков-мишеней, усиливающих нейронную возбудимость. D2-рецепторы сопряжены с G-белком типа Gi, ингибирующим аденилатциклазу — и, следовательно, снижающим нейронную возбудимость. Это противостояние D1- и D2-опосредованных эффектов в прилежащем ядре формирует баланс между «желанием» и «торможением», тонкая настройка которого определяет интенсивность мотивационного состояния.

Ошибка предсказания: молекулярная механика желания

Работа Вольфрама Шульца, опубликованная в Science в 1997 году и основанная на нескольких годах электрофизиологических записей у макак-резусов, произвела революцию в понимании дофаминергической функции. До Шульца стандартная модель предполагала, что дофамин кодирует вознаграждение — то есть активируется в ответ на получение чего-то приятного. Шульц показал, что это неверно. Точнее — это верно только при первом предъявлении неожиданного вознаграждения. При повторном предъявлении ожидаемого вознаграждения дофаминергический ответ смещается: нейроны ВОП начинают разряжаться не в момент получения вознаграждения, а в момент предъявления стимула, предсказывающего вознаграждение. Если ожидаемое вознаграждение не поступает — дофаминергические нейроны подавляют свою активность ниже базального уровня. Шульц назвал это явление «сигналом ошибки предсказания вознаграждения» (reward prediction error signal): дофамин кодирует разницу между ожидаемым и фактически полученным вознаграждением, а не само вознаграждение.

Это открытие имеет фундаментальные следствия для понимания влечения к партнёру. Новый потенциальный партнёр представляет собой ситуацию максимальной неопределённости: его генетическое качество, иерархический статус, готовность к инвестициям и множество других репродуктивно значимых характеристик неизвестны. Каждый новый сигнал, уточняющий оценку этих характеристик, производит ошибку предсказания — разницу между тем, что ожидалось, и тем, что оказалось. Если новый сигнал оказывается более позитивным, чем ожидалось, — дофаминергический выброс. Если — более негативным — дофаминергическое подавление. Совокупность этих сигналов создаёт нейрохимическую карту оценки партнёра, обновляющуюся по мере получения новой информации.

Из этого следует нечто нетривиальное: наибольший дофаминергический ответ вызывает не «идеальный» партнёр — чьё качество однозначно предсказуемо заранее, — а партнёр, чьё качество трудно предсказать. Неопределённость сама по себе является нейрохимическим триггером — именно потому, что ошибка предсказания тем больше, чем менее точным было исходное предсказание. Партнёр, о котором известно слишком мало, производит максимальный дофаминергический ответ при любом новом сигнале — положительном или отрицательном. Партнёр, которого хорошо знают и чьё поведение хорошо предсказуемо, производит минимальный дофаминергический ответ — именно потому, что ошибка предсказания минимальна. Это нейрохимическое объяснение феномена снижения влечения в длительных устойчивых отношениях — феномена, который культура описывает через понятие «привычки», тогда как нейробиология описывает через понятие снижения дофаминергической реактивности на полностью предсказуемый стимул.

Переменное расписание подкрепления: нейрохимия непоследовательности

Б. Ф. Скиннер обнаружил в 1950-х годах, работая с голубями в камерах оперантного обусловливания, феномен, который впоследствии стал одним из наиболее практически эксплуатируемых открытий нейронауки. Из нескольких возможных расписаний подкрепления — когда именно появляется награда в ответ на правильное поведение — наиболее мощным в плане поддержания поведения оказалось переменное соотношение: награда появляется через случайное, непредсказуемое число повторений правильного действия. Поведение, подкреплённое по такому расписанию, демонстрирует максимальную частоту и максимальную устойчивость к угасанию — то есть продолжается дольше всего даже после полного прекращения подкрепления.

Нейрохимический механизм этого феномена теперь понятен через призму теории ошибки предсказания Шульца. Переменное расписание подкрепления поддерживает максимальную неопределённость относительно того, когда именно появится следующая награда — что означает постоянно высокий потенциал для крупных ошибок предсказания при каждом появлении вознаграждения. В результате дофаминергическая система находится в состоянии хронической активации — ожидание вознаграждения поддерживается непрерывно, поскольку вознаграждение может появиться в любой момент. Именно этим объясняется нейрохимическая эквивалентность игровой зависимости и романтической привязанности к непоследовательному партнёру: оба состояния являются продуктом переменного расписания подкрепления, реализованного через один и тот же молекулярный механизм.

Партнёр, чьё поведение характеризуется непоследовательностью — периоды интенсивного внимания, сменяющиеся периодами дистанции и недоступности, — создаёт именно это расписание в репродуктивном контексте. Каждый сигнал интереса с его стороны производит мощный дофаминергический ответ именно потому, что он появился после периода отсутствия, в момент, когда не был предсказуем. Каждый период отсутствия поддерживает состояние ожидания, при котором дофаминергические нейроны ВОП сохраняют повышенный базальный тонус. Совокупный нейрохимический эффект — хроническая гиперактивация мезолимбического пути — субъективно переживается как интенсивная привязанность, ощущение «зависимости» от конкретного человека, невозможность прекратить думать о нём, неспособность оценивать альтернативы с нейтральностью. Всё это является точным описанием состояния дофаминергической гиперактивации — с той же молекулярной механикой, что и при других формах зависимости.

Томографические исследования Хелен Фишер, Люси Браун и Артура Арона, сравнивавшие паттерны нейронной активации при романтическом влечении и при кокаиновой зависимости, показали не просто сходство, а практически идентичные профили: активация вентральной области покрышки, прилежащего ядра и хвостатого ядра — при одновременной деактивации орбитофронтальных областей, обеспечивающих критическую оценку объекта. Именно эта деактивация объясняет феномен «любовной слепоты»: снижение кортикальной критической обработки объекта влечения — не метафора, а нейровизуализационно верифицированный факт.

Сравнительная приматология дофаминергических систем

Понять специфику человеческой дофаминергической системы невозможно без сравнения с ближайшими родственниками — и это сравнение обнаруживает как сходства, определяющие общие закономерности, так и различия, объясняющие специфически человеческие паттерны.

Шимпанзе (*Pan troglodytes*) демонстрируют чёткую дофаминергическую активацию при детектировании потенциальных репродуктивных возможностей — что фиксируется через косвенные поведенческие маркеры, прежде всего через интенсивность и избирательность ухаживательного поведения самцов. При предъявлении самки с визуальными маркерами фертильности — перианальным отёком в периовуляторную фазу — самцы шимпанзе демонстрируют поведенческий профиль, соответствующий описанному дофаминергическому состоянию: учащение активности, снижение порога агрессивного ответа на конкурентов, повышение рискованного поведения. Поскольку прямые измерения дофамина в ВОП у свободноживущих шимпанзе технически невозможны, большинство данных получено косвенным путём — через измерение метаболитов дофамина в спинномозговой жидкости или через поведенческие корреляты.

Принципиальное различие между шимпанзе и человеком в контексте дофаминергической системы определяется мозговым объёмом и, что важнее, относительным размером префронтальной коры. У шимпанзе префронтальная кора составляет около 17% объёма неокортекса; у человека — около 29%. Этот дополнительный объём кортикальной ткани обеспечивает более мощные нисходящие тормозные проекции на мезолимбическую систему — теоретически позволяя более эффективно регулировать дофаминергические импульсы. На практике, однако, это преимущество реализуется с переменным успехом: нисходящий кортикальный контроль уступает восходящему лимбическому давлению в условиях высокой эмоциональной активации, стресса или гормональных сдвигов — именно тех условий, которые сопровождают встречу с потенциально привлекательным партнёром. Дополнительные нейроны префронтальной коры дают потенциал для лучшего контроля — не гарантию его реализации.

Бонобо (*Pan paniscus*) предоставляют третью точку сравнения с особой аналитической ценностью. У бонобо сексуальное поведение значительно менее тесно связано с репродуктивным контекстом, чем у шимпанзе или человека: оно широко используется в аффилиативных, тензиоредуцирующих и коалиционных функциях, не имеющих прямого отношения к воспроизводству. Это предполагает, что дофаминергическая активация при сексуальных взаимодействиях у бонобо может быть более диффузно связана с социальным вознаграждением в целом, а не специфически с репродуктивными возможностями. Нейробиологические данные по бонобо остаются крайне ограниченными, однако поведенческий профиль согласуется с предположением о менее строгой специализации дофаминергической системы под репродуктивные цели — что отличает их как от шимпанзе, так и от человека.

Молекулярный маршрут норадреналина: от голубого пятна до сенсорного усиления

Параллельно с дофаминергическим каскадом при детектировании потенциально значимого партнёра разворачивается норадренергический ответ — независимый по происхождению, но функционально синергичный. Голубое пятно (*locus coeruleus*) — компактное ядро в дорсальной части варолиева моста, содержащее около 50 000 норадренергических нейронов у человека, — является источником норадренергической иннервации практически всего головного мозга. Его аксоны достигают коры, гиппокампа, мозжечка, спинного мозга и большинства промежуточных структур, создавая широкую нейромодуляторную сеть с единым химическим медиатором.

Норадреналин синтезируется из дофамина через однократную реакцию гидроксилирования, катализируемой дофамин- β -гидроксилазой в адренергических везикулах — что делает дофамин непосредственным биохимическим предшественником норадреналина. Это родство не является случайным: обе молекулы принадлежат к семейству катехоламинов и разделяют общие черты молекулярной структуры, обуславливающие их сродство к частично перекрывающимся наборам рецепторов. Норадреналин действует через $\alpha 1$ -, $\alpha 2$ - и β -адренорецепторы, распределённые по всему мозгу с различными постсинаптическими эффектами. $\alpha 2$ -рецепторы на пресинаптических терминалях голубого пятна функционируют как автоингибиторы: высокая концентрация норадреналина в синаптической щели подавляет дальнейшее высвобождение — механизм отрицательной обратной связи, предотвращающий чрезмерную активацию системы.

Функциональный принцип голубого пятна — инвертированная U-образная зависимость когнитивной эффективности от уровня норадренергической активации. При низком уровне норадреналина — состоянии сонливости, низкого возбуждения — отношение сигнал/шум в сенсорных и когнитивных системах низкое: слабые сигналы тонут в фоновом шуме. При умеренном уровне норадреналина — оптимальном рабочем состоянии — отношение сигнал/шум максимально: значимые стимулы выделяются отчётливо, внимание сосредоточено, обработка эффективна. При высоком уровне норадреналина — состоянии острого стресса или тревоги — отношение сигнал/шум снова снижается, но по иному механизму: широкое неизбирательное возбуждение производит дезорганизацию обработки, снижает специфичность ответов и ухудшает точность суждений. Оптимум находится в средней части этой кривой — и именно в этой зоне работает норадренергическая система при умеренном возбуждении, вызванном детектированием потенциально привлекательного партнёра.

Гиппокамп, получающий плотную норадренергическую иннервацию из голубого пятна, является ключевым субстратом норадренергических эффектов на память. β -адренорецепторы гиппокампа при активации норадреналином запускают каскад вторичных мессенджеров через G-белок Gs и аденилатциклазу, что приводит к активации протеинкиназы A и в конечном итоге — к фосфорилированию фактора транскрипции CREB (cAMP response element-binding protein). Фосфорилированный CREB стимулирует синтез белков, необходимых для долгосрочного потенцирования — молекулярного субстрата долговременной памяти. Это означает, что норадреналин, высвобождающийся при эмоционально значимых событиях, буквально укрепляет синаптические связи, кодирующие эти события, делая соответствующие воспоминания более устойчивыми и более легко извлекаемыми. Феномен «образа, который невозможно выбросить из головы» — точное описание нейронного механизма: норадренергически потенцированная консолидация эпизодической памяти с одновременным снижением порога её воспроизведения.

Периферические эффекты норадреналина при встрече с привлекательным партнёром включают весь комплекс симпатической активации: норадреналин из симпатических нервных окончаний связывается с $\beta 1$ -рецепторами сердца, увеличивая частоту и силу сердечных сокращений; с $\alpha 1$ -рецепторами сосудов кожи, вызывая вазоконстрикцию и бледность или лёгкое покраснение в зависимости от относительного преобладания периферической вазоконстрикции и центральной вазодилатации; с $\alpha 2$ -рецепторами сосудов скелетных мышц, обеспечивая перераспределение кровотока. Параллельно мозговое вещество надпочечников секретирует адреналин в системный кровоток — молекулу, идентичную норадреналину за исключением одной метильной группы на атоме азота, но с несколько иным профилем рецепторного сродства. Адреналин вызывает расширение зрачков через стимуляцию $\alpha 1$ -рецепторов дилататора радужки, повышает электропроводность кожи через активацию эккринных желёз ладоней и подошв, иннервируемых исключительно симпатически, и повышает частоту дыхания. Именно совокупность этих периферических эффектов регистрируется полиграфом — прибором, изна-

чально разработанным для детекции лжи, но с равным успехом, фиксирующим физиологические маркеры влечения.

Серотонин: нейромедиатор иерархии

Если дофамин является нейрохимической валютой желания, а норадреналин — нейрохимическим инструментом внимания, то серотонин является нейрохимическим субстратом иерархии — и это его значение для понимания выбора партнёра столь же фундаментально, сколь менее очевидно.

Серотонин синтезируется из триптофана через двухэтапный процесс: триптофангидроксилаза катализирует образование 5-гидрокситриптофана, который затем декарбоксилируется той же ДОФА-декарбоксилазой, что участвует в синтезе дофамина, с образованием серотонина. Около 90% серотонина организма синтезируется в энтерохромаффинных клетках желудочно-кишечного тракта — где он регулирует кишечную моторику. Оставшиеся 10% синтезируются в центральной нервной системе — преимущественно в нейронах ядер шва ствола мозга, проецирующих в практически все отделы головного мозга через восходящие серотонинергические пути.

Ключевой для понимания иерархической функции серотонина является работа Майкла Маккинни и его коллег, проводившаяся на зелёных мартышках (*Chlorocebus sabaeus*) в 1980—90-х годах. Доминирующие самцы этого вида демонстрировали концентрацию серотонина в крови в 2—3 раза выше, чем подчинённые. Экспериментальное повышение серотонинергического тонуса у подчинённых самцов через введение триптофана или ингибиторов обратного захвата серотонина приводило к устойчивому повышению их иерархического ранга в группе. Инверсная манипуляция — снижение серотонинергического тонуса — производила противоположный эффект. Причинно-следственная связь оказалась двунаправленной: статус влияет на серотонин, серотонин влияет на поведение, поведение влияет на статус. Это не порочный круг — это адаптивная петля самоусиления, стабилизирующая достигнутое иерархическое положение.

У человека та же логика реализуется через поведенческие маркеры серотонинергического тонуса. Высокий серотонинергический тонус ассоциирован с характерным двигательным профилем: медленные, уверенные движения без суетливых микродвижений подчинения, ровная речь без учащений и пауз, характерных для вокального стресса, устойчивый взгляд без избыточного мигания и уклоняющихся движений глаз, низкий уровень жестов самоприкосновения, являющихся сигналами самоуспокоения при тревоге. Женская нервная система детектирует этот профиль как маркер иерархического ранга — через те же нейронные системы социального восприятия в верхней височной борозде и медиальной префронтальной коре, которые у приматов специализированы на считывании социального статуса сородичей. Это считывание происходит быстрее, чем формируется осознанное суждение: изменение паттерна дыхания наблюдателя, смещение взгляда к центру лица объекта и незначительное повышение электропроводности кожи регистрируются аппаратурой прежде, чем испытуемый способен описать, почему данный человек произвёл на него впечатление.

Низкий серотонинергический тонус, напротив, снижает порог импульсивных реакций через конкретный нейронный механизм. Серотонинергические проекции из ядер шва к орбитофронтальной коре активируют тормозные ГАМК-эргические интернейроны, которые в норме ограничивают активность нейронов, передающих сигналы из лимбических структур в моторные системы. Снижение серотонина ослабляет эту тормозную иннервацию — и лимбические импульсы получают менее эффективное торможение со стороны орбитофронтальных контуров. Иными словами, серотониновый дефицит непосредственно снижает эффективность механизма, сдерживающего переход от импульса к действию. В репродуктивном контексте это производит сдвиг в сторону краткосрочных стратегий: при хронически низком серотонинергическом тонусе — что является типичным следствием социального исключения, хронического

стресса или депрессии — выбор партнёра смещается к приоритизации немедленно доступных маркеров привлекательности за счёт долгосрочных критериев надёжности.

Перекрёстные реакции между серотонином и другими нейромедиаторными системами добавляют дополнительные уровни сложности. Серотонинергические нейроны ядер шва проецируют к дофаминергическим нейронам ВОП и модулируют их активность через несколько типов серотониновых рецепторов. 5-HT_{2A}-рецепторы на дофаминергических нейронах ВОП, при активации серотонином, ингибируют их разряд — снижая дофаминергическую активность. 5-HT_{1B}-рецепторы на пресинаптических терминалях норадренергических нейронов подавляют высвобождение норадреналина. Это означает, что серотонин, помимо своих прямых эффектов на поведенческое торможение, дополнительно модулирует интенсивность дофаминергического и норадренергического ответов на стимулы влечения — создавая трёхстороннее нейрохимическое взаимодействие, результирующий вектор которого определяет интенсивность итогового мотивационного состояния.

Интеграция трёх систем: фоновый аудит репродуктивной среды

Три нейромедиаторные системы — дофаминергическая, норадренергическая и серотонинергическая — не функционируют независимо. Они образуют интегрированную систему непрерывного мониторинга среды на предмет репродуктивно значимых стимулов, работающую в фоновом режиме без участия осознанного внимания и потребляющую минимум метаболических ресурсов до тех пор, пока не обнаружит стимул, заслуживающий перераспределения когнитивных ресурсов.

Этот фоновый аудит организован иерархически по временному масштабу. На наиболее быстром уровне — миллисекунды — работают подкорковые детекторы, осуществляющие грубую первичную сортировку стимулов. Детекторы биологического движения в верхней височной борозде извлекают движение живых существ из визуального потока за 50—70 миллисекунд. Детекторы лицевой конфигурации в фузиформной извилине производят первичную оценку симметрии и полового диморфизма лицевых черт за 100—150 миллисекунд. Обязательная система, минуя таламус и получая прямой вход в миндалевидное тело и гиппокамп, активирует первичный ольфакторный ответ на химические сигналы партнёра практически мгновенно — ограничение здесь определяется скоростью диффузии летучих соединений, а не нейронной обработкой.

На следующем уровне — сотни миллисекунд — разворачивается более детальная обработка с участием лимбических структур. Миндалевидное тело присваивает аффективную метку стимулу, обобщая информацию из нескольких сенсорных модальностей. Прилежащее ядро получает дофаминергический сигнал ошибки предсказания и формирует первичный мотивационный ответ — импульс к сближению или уклонению. Гиппокамп активирует релевантные эпизодические воспоминания, сопоставляя новый стимул с историей предыдущих взаимодействий с похожими индивидами.

На третьем уровне — секунды — в обработку включается кора: орбитофронтальная производит оценку субъективной ценности с учётом контекста и альтернатив; медиальная префронтальная строит модель ментального состояния объекта — его вероятных намерений, эмоций, социального статуса; дорсолатеральная удерживает в рабочей памяти контекстуальные ограничения — текущие отношения, социальные нормы, репутационные соображения. К этому моменту решение о первичном интересе уже принято на подкорковом уровне. Кортикальная обработка либо потенцирует его через позитивную обратную связь, либо производит тормозное вмешательство — с переменным успехом, зависящим от интенсивности подкоркового сигнала и текущего нейроэндокринного контекста.

Совокупная архитектура этой трёхуровневой системы объясняет феномен, который культура описывает через метафору «удара молнии» при первой встрече с партнёром. Это не

мистическое явление и не случайность. Это ситуация, в которой подкорковые детекторы обнаружили совокупность сигналов — симметрия, тестостероновый морфотип, обонятельные маркеры иммунной компатибельности, паттерны движений, сигнализирующие о серотонинергическом тоне, — производящих мощный суммарный ошибочный предсказательный сигнал, превышающий порог немедленной кортикальной реориентации. Нейрохимический каскад разворачивается за доли секунды. Осознание отстаёт на несколько секунд. Нарратив «я увидел её и сразу понял» конструируется постфактум. Машина уже приняла решение — сознание получает только отчёт о его результате.

Адаптивная пластичность нейромедиаторных систем: среда формирует химию

Описанные нейромедиаторные системы не являются фиксированными параметрами биологической системы. Они демонстрируют адаптивную пластичность — способность к перестройке базальных параметров функционирования под влиянием средовых сигналов, особенно в критические периоды развития. Эта пластичность реализуется через несколько механизмов, имеющих прямое отношение к индивидуальным различиям в интенсивности влечения и привязанности.

На молекулярном уровне одним из ключевых механизмов является регуляция плотности рецепторов. Хроническая гиперактивация дофаминергической системы — например, при длительном воздействии психостимуляторов или при хроническом стрессе с непредсказуемым вознаграждением — приводит к снижению числа D2-рецепторов в стриатуме через механизм интернализации рецепторов: рецепторные белки перемещаются с клеточной поверхности внутрь клетки в эндосомальные компартменты, снижая чувствительность системы к медиатору. Это явление, называемое гетерологичной десенситизацией, является молекулярным субстратом толерантности: для достижения того же эффекта требуется всё более высокая концентрация медиатора. В контексте влечения это означает, что индивиды с историей интенсивной дофаминергической стимуляции — хроническое использование социальных сетей, приложений для знакомств, порнографии — могут демонстрировать сниженную базальную чувствительность к естественным репродуктивным стимулам: реальный партнёр производит меньший дофаминергический ответ на фоне хронически десенситизированных рецепторов.

Ранний жизненный опыт производит эпигенетические модификации, настраивающие чувствительность нейромедиаторных систем на десятилетия. Стресс раннего детства повышает метилирование промотора гена переносчика серотонина (5-HTT), снижая его экспрессию и тем самым замедляя обратный захват серотонина — что приводит к изменению кинетики серотониновой нейротрансмиссии и изменённой реактивности системы на стрессоры. Индивиды с коротким аллелем гена 5-HTTLPR в сочетании с ранним стрессом демонстрируют повышенную амигдаларную реактивность на угрозы, сниженный серотонинергический контроль над лимбическими импульсами и повышенную склонность к депрессивным эпизодам при стрессе. Применительно к выбору партнёра этот нейробиологический профиль предсказуемо смещает стратегию в сторону краткосрочных решений с повышенной чувствительностью к сигналам доминантности и пониженной — к сигналам долгосрочной надёжности.

Иллюзия суверенности выбора — убеждение в том, что влечение к конкретному партнёру является продуктом осознанного предпочтения — разрушается при детальном рассмотрении этой нейромедиаторной архитектуры. Не потому, что свободы воли не существует вовсе. А потому что та область, в которой она действительно существует, значительно уже, чем принято думать. Выбор партнёра производится в нейрохимическом пространстве, параметры которого заданы эволюцией, настроены ранним опытом и перекалиброваны текущим гормональным контекстом. В этом пространстве сознание является участником с ограниченными полномочиями — его вмешательство возможно и реально, но оно действует против нейрохимического течения, а не вместе с ним. Следующие главы опишут конкретные параметры этого простран-

ства с той точностью, которая делает ограничения реальными, а возможности для навигации внутри них — понятными.

Глава 2. Гормональный диктат

Динамика эстрадиола, прогестерона и окситоцина. Влияние овариального цикла на когнитивные фильтры и оценку рисков

Представление о том, что гормоны «влияют на настроение», — одно из самых безобидных и одновременно наиболее вводящих в заблуждение упрощений, которые медицинская популяризация подарила массовому сознанию. Оно безобидно в том смысле, что не производит немедленного вреда при бытовом употреблении. Оно вводит в заблуждение в том смысле, что катастрофически занижает масштаб описываемого явления — примерно так, как утверждение «ядерная реакция нагревает воду» технически верно, но не передаёт ничего существенного о происходящем процессе. Гормоны не влияют на настроение так, как погода влияет на планы пикника — то есть как внешний контекстуальный фактор, воздействующий на принципиально стабильную внутреннюю систему. Они перестраивают саму архитектуру восприятия: меняют пороги нейронной активации, перераспределяют метаболические ресурсы между конкурирующими когнитивными системами, модифицируют плотность рецепторов в ключевых нейронных структурах и буквально реконфигурируют то, какую информацию мозг считает заслуживающей обработки, а какую — нет.

Овариальный цикл — это не косметическое физиологическое явление, сводящееся к раздражительности перед менструацией и сентиментальности в середине месяца. Это ежемесячная масштабная перекалибровка всей нейроэндокринной системы, производящая функционально различные состояния мозга, каждое из которых по-своему оценивает риски, по-своему интерпретирует социальные стимулы и по-своему взвешивает репродуктивные приоритеты. Если бы нейробиолог, не зная пола испытуемого, провёл функциональную МРТ в перiovуляторную и лютеиновую фазы и сравнил профили активации при предъявлении идентичных социальных стимулов, он увидел бы паттерны, характерные для принципиально разных мотивационных состояний. При этом речь идёт об одном и том же индивиде с одним и тем же геномом, одним и тем же опытом и одними и теми же декларируемыми ценностями. Разница создаётся молекулами — молекулами с конкретными биохимическими маршрутами, конкретными рецепторами и конкретными нейронными последствиями, которые мы рассмотрим с той детальностью, которой эта тема заслуживает.

Полный биохимический маршрут эстрадиола: от фолликула до рецептора

Эстрадиол — 17 β -эстрадиол в химической номенклатуре — является наиболее биологически активной из трёх эндогенных эстрогенов человека (эстрон, эстрадиол, эстриол) и основным эстрогеном репродуктивного возраста. Его синтез начинается в гранулёзных клетках яичникового фолликула и разворачивается через многоступенчатый стероидогенный каскад, начинающийся от холестерина.

Холестерин транспортируется в митохондрии гранулёзных клеток при участии транслокаторного белка (TSPO) и стероидогенного острого регуляторного белка (StAR) — этот перенос является лимитирующей стадией всего стероидогенеза и регулируется фолликулостимулирующим гормоном (ФСГ) гипофиза. В митохондриях фермент CYP11A1 (холестерол-сайд-цепь-клеваж-фермент, P450_{sc}) катализирует окислительное расщепление боковой цепи холестерина с образованием прегненолона. Прегненолон через несколько промежуточных стадий превращается в андростендион в клетках теки фолликула — соседней клеточной популяции, взаимодействующей с гранулёзными клетками. Андростендион диффундирует в гранулёзные клетки, где фермент CYP19A1 (ароматаза) катализирует его ароматизацию — превращение андрогенного предшественника в эстрон, который затем быстро восстанавливается до эстрадиола ферментом 17 β -гидроксистероид-дегидрогеназой 1-го типа (17 β -HSD1).

Активность ароматазы в гранулёзных клетках регулируется ФСГ через цАМФ-зависимый механизм и является ключевым детерминантом уровня эстрадиола в крови. По мере роста доминантного фолликула его гранулёзные клетки увеличиваются в числе и активности ароматазы — что обуславливает экспоненциальный рост уровня эстрадиола в периовуляторной фазе. Когда концентрация эстрадиола превышает пороговый уровень — около 200 пг/мл в течение не менее 50 часов — гипоталамус переключается из режима отрицательной обратной связи (при котором эстрадиол подавляет ГнРГ) в режим положительной обратной связи, производя лавинообразный выброс ГнРГ, который стимулирует гипофизарный выброс ЛГ — лютеинизирующего гормона — и запускает овуляцию. Этот переключатель обратной связи является одним из наиболее изощрённых регуляторных механизмов в эндокринологии и до сих пор не полностью расшифрован на молекулярном уровне.

Секретированный эстрадиол поступает в системный кровоток, где около 98% его молекул связаны с белками плазмы — глобулином, связывающим половые гормоны (ГСПГ), и альбумином. Биологически активна только несвязанная фракция — около 2% от общего уровня. Свободный эстрадиол, будучи липофильной молекулой, пассивно диффундирует через клеточные мембраны, включая гематоэнцефалический барьер, и достигает клеток-мишеней в головном мозге — нейронов и астроцитов, экспрессирующих эстрогеновые рецепторы.

Эстрогеновые рецепторы двух основных типов — ER α (ген ESR1) и ER β (ген ESR2) — принадлежат к суперсемейству ядерных рецепторов и функционируют как лиганд-активируемые факторы транскрипции. Связывание эстрадиола с рецептором вызывает конформационные изменения, диссоциацию рецептора от шаперонных белков теплового шока (HSP90, HSP70), гомодимеризацию рецептора и транслокацию рецептор-лигандного комплекса в ядро. В ядре рецепторные димеры связываются с эстрогенчувствительными элементами (ERE) в промоторных областях генов-мишеней и модулируют их транскрипцию через рекрутирование коактиваторов или корепрессоров транскрипции.

ER α и ER β демонстрируют различные паттерны распределения в мозге. ER α преобладает в гипоталамусе, особенно в вентромедиальном ядре и преоптической области — структурах, критических для репродуктивного и сексуального поведения. ER β широко распределён в лимбических структурах — гиппокампе, миндалевидном теле, коре — и имеет более значимое отношение к когнитивным и аффективным эффектам эстрадиола. Эта анатомическая специализация означает, что различные нейробиологические эффекты эстрадиола реализуются через разные рецепторные подтипы в разных регионах — что усложняет интерпретацию фармакологических данных и объясняет, почему синтетические эстрогены с различной ER α /ER β -селективностью производят принципиально разные поведенческие профили.

Помимо геномного механизма — медленного, разворачивающегося в масштабе часов и суток через регуляцию транскрипции, — эстрадиол реализует быстрые, негеномные эффекты через мембранно-связанные рецепторы и внутриклеточные сигнальные каскады. Мембранные формы ER α и ER β , а также рецептор GPER1 (G-protein coupled estrogen receptor 1), активируясь эстрадиолом, запускают внутриклеточные пути через протеинкиназы (PI3K, MAPK, ERK) в масштабе секунд — производя быстрые изменения нейронной возбудимости без транскрипционных эффектов. Именно этими негеномными механизмами объясняется то, что изменения в нейронной активности, ассоциированные с эстрадиоловым пиком, обнаруживаются значительно быстрее, чем можно было бы ожидать от исключительно геномного механизма действия.

Эстрадиол и нейромедиаторные системы: перекрёстные реакции

Нейробиологические эффекты эстрадиола на поведение и когнитивные процессы реализуются в значительной мере через его влияние на основные нейромедиаторные системы — дофаминергическую, серотонинергическую, норадренергическую и ГАМК-эргическую. Эти

перекрёстные реакции формируют сложную сеть взаимодействий, функциональный результат которых — описываемая перекалибровка нейронных приоритетов в перiovуляторной фазе.

Взаимодействие с дофаминергической системой является наиболее изученным и наиболее непосредственно релевантным для понимания влечения. Эстрадиол через ER α повышает экспрессию тирозингидроксилазы в дофаминергических нейронах ВОП — что увеличивает синтез дофамина. Одновременно он повышает экспрессию переносчика везикулярных моноаминов 2-го типа (VMAT2), увеличивая пакетирование дофамина в везикулы и тем самым количество медиатора, доступного для высвобождения при потенциале действия. В постсинаптических нейронах стриатума и прилежащего ядра эстрадиол повышает экспрессию D1-рецепторов и снижает экспрессию D2-рецепторов — что смещает баланс постсинаптических дофаминергических эффектов в сторону возбуждения. Совокупный функциональный результат — повышение дофаминергической активности мезолимбического пути: больше дофамина синтезируется, больше высвобождается и более мощный постсинаптический ответ производится при его высвобождении. Применительно к влечению это означает, что перiovуляторная фаза является фазой максимальной дофаминергической реактивности системы вознаграждения на репродуктивно значимые стимулы.

Взаимодействие с серотонинергической системой не менее значимо, хотя часто остаётся за рамками обсуждения. Эстрадиол через ER β повышает экспрессию серотонина-2A-рецепторов (5-HT $_{2A}$) в коре и лимбических структурах, снижает активность моноаминоксидазы А (МАО-А) — фермента, катаболизирующего серотонин, — и повышает активность триптофангидроксилазы 2-го типа (ТПГ2) в ядрах шва ствола мозга. Совокупный эффект — повышение серотонинергического тонуса, улучшение настроения и снижение тревожности в перiovуляторный период. Именно этим объясняется улучшение субъективного самочувствия, которое многие женщины отмечают в середине цикла — не как нейтральный гормональный фон, а как конкретный нейрoхимический эффект повышенного серотонина, реализующий своё поведенческое значение через снижение порога социальной открытости.

Взаимодействие с ГАМК-А-рецепторами, реализующееся через сам эстрадиол как положительный аллостерический модулятор, производит парадоксальный эффект: в орбитофронтальной коре, где ГАМК-А-рецепторы тонически подавляют пирамидальные нейроны орбитофронтальной коры, снижение ГАМК-А-активности — через конкурентное взаимодействие — ведёт к растормаживанию этих нейронов и изменению функционального баланса между орбитофронтальными тормозными влияниями на вентральный стриатум и стриарными импульсными тенденциями. Функциональный результат — ослабление тормозного контроля орбитофронтальной коры над импульсивными тенденциями стриатума — именно то, что наблюдается при повышенной готовности к риску в перiovуляторную фазу. Это не сбой системы: это целенаправленное фармакологическое действие эндогенного гормона, эволюционно настроенного на временное снижение чрезмерной осторожности именно в тот момент, когда репродуктивная возможность биологически актуальна.

Когнитивные фильтры под влиянием эстрадиола: данные и интерпретации

Поведенческие последствия описанных нейрoхимических изменений зафиксированы в достаточно большом корпусе исследований, чтобы их совокупный вывод мог считаться установленным фактом, а не артефактом конкретной лаборатории. Методологически эти исследования разделяются на несколько категорий, каждая из которых использует различные инструменты для обхода проблемы социально желательных ответов — главного ограничения анкетных методов в изучении сексуальных предпочтений.

Исследования с использованием айтрекинга фиксируют временные характеристики первичного взгляда и характер последующих фиксаций при предъявлении лицевых стимулов с различной степенью маскулинности. В перiovуляторной фазе женщины демонстрируют более

длительные первичные фиксации на маскулинных лицах — с выраженной мандибулой, выступающими надбровными дугами, широкими скулами — относительно тех же стимулов в лютеиновую фазу. Критически важно, что разница в паттерне первичного взгляда предшествует разнице в декларируемых предпочтениях и не коррелирует с ними по величине: испытуемые, чьи глаза проводят больше времени на маскулинных лицах в перiovуляторную фазу, не обязательно сообщают о более высоком предпочтении маскулинных черт в анкетах. Это указывает на то, что измеряемые паттерны отражают подкорковую, досознательную обработку, а не сознательное предпочтение — и, следовательно, труднее поддаются произвольной коррекции.

Измерение времени реакции при предъявлении лицевых стимулов в задачах ориентировочной оценки привлекательности показывает, что в перiovуляторную фазу реакция на маскулинные лица быстрее, чем в лютеиновую — что интерпретируется как маркер более низкого порога их аффективного опознавания. Электрокожный ответ — физиологический маркер симпатической активации — при предъявлении маскулинных лиц более выражен в перiovуляторную фазу. Данные нейровизуализации из нескольких независимых лабораторий показывают более высокую активацию вентрального стриатума и миндалевидного тела при предъявлении маскулинных лиц в перiovуляторную фазу относительно лютеиновой.

Исследования оценки риска с использованием Iowa Gambling Task (IGT) — компьютерной задачи, моделирующей выбор между краткосрочным высоким вознаграждением с высоким риском потери и долгосрочным умеренным вознаграждением с низким риском — показали статистически достоверные различия в зависимости от фазы цикла. В перiovуляторной фазе женщины чаще выбирают высокорисковые колоды с высоким потенциальным вознаграждением, тогда как в лютеиновой фазе смещение происходит в сторону консервативных колод с более предсказуемым, хотя и меньшим выигрышем. Этот эффект воспроизводится при контроле по уровню тревожности, импульсивности и другим личностным переменным — что указывает на специфически гормональную детерминацию, а не на влияние стабильных личностных характеристик.

Один из наиболее методологически чистых дизайнов для изучения этих эффектов — сравнение женщин, принимающих гормональные контрацептивы, с женщинами с нормальным циклом. Поскольку контрацептивы подавляют овуляторный эстрадиоловый пик, они устраняют циклические вариации в когнитивных фильтрах — предоставляя контрольную группу с зафиксированными на хронически низком уровне перiovуляторными нейроэндокринными эффектами. Исследования с таким дизайном стабильно показывают отсутствие циклических вариаций в предпочтении маскулинных черт, в рисковом поведении и в электрофизиологических маркерах внимания у пользовательниц контрацептивов — и их наличие у женщин с нормальным циклом. Это является сильным аргументом в пользу причинной роли циклической гормональной динамики, а не каких-либо конфаундирующих переменных.

Прогестерон: молекулярная механика консервативной фазы

После овуляции лопнувший фолликул претерпевает быструю лютеинизацию — трансформацию в жёлтое тело, структуру, специализированную на секреции прогестерона. Этот процесс индуцируется овуляторным ЛГ-суджем и включает выраженные морфологические изменения: гранулёзные клетки увеличиваются в размере, накапливают липидные капли — источник стероидогенного субстрата, холестерина, — и радикально изменяют свой ферментативный профиль. CYP19A1 (ароматаза), доминировавшая в фолликулярной фазе, подавляется, тогда как 3β -гидроксистероид-дегидрогеназа (3β -HSD) и другие ферменты прогестино-вой ветви стероидогенеза активируются.

Синтез прогестерона в жёлтом теле следует тому же исходному маршруту, что и синтез эстрадиола, — через холестерин, StAR, P450scc и прегненолон, — но затем разветвляется: вместо конверсии в андрогены и далее в эстрогены прегненолон превращается в прогестерон через 3β -HSD. Уровень прогестерона нарастает на протяжении лютеиновой фазы, достигает пика примерно на 7—8-й день после овуляции — около 10—30 нг/мл в сыворотке — и резко падает при деградации жёлтого тела при отсутствии оплодотворения, что запускает менструацию. При оплодотворении хорионический гонадотропин (ХГЧ) от трофобласта «спасает» жёлтое тело от деградации, поддерживая его функцию до тех пор, пока не сформируется плацента, принимающая на себя прогестероновую секрецию.

Нейробиологические эффекты прогестерона реализуются преимущественно через два механизма: рецепторный и метаболитный. Рецепторный механизм — связывание прогестерона с ядерными прогестероновыми рецепторами (PRA и PRB) — является медленным и производит транскрипционные эффекты. Прогестероновые рецепторы широко распределены в гипоталамусе, преоптической области, миндалевидном теле и коре, причём их экспрессия в этих регионах частично индуцируется самим эстрадиолом — обстоятельство, объясняющее, почему эффекты прогестерона зависят от предшествующего эстрогенового воздействия.

Метаболитный механизм — значительно более быстрый — реализуется через нейроактивный метаболит прогестерона аллопрегнанола (3α -гидрокси- 5α -прегнан-20-он). Прогестерон восстанавливается в мозге и периферически через 5α -редуктазу (образование 5α -дигидропрогестерона) и затем 3α -гидроксистероид-дегидрогеназу (образование аллопрегнанолон). Аллопрегнанола является мощным положительным аллостерическим модулятором ГАМК-А-рецепторов — он связывается с нейростероидным связывающим сайтом ГАМК-А-рецептора, отличным от бензодиазепинового и барбитуратного сайтов, и существенно усиливает ГАМК-опосредованный хлоридный ток при активации рецептора ГАМК. В высоких концентрациях аллопрегнанола способен прямо активировать ГАМК-А-рецептор в отсутствие ГАМК. Функциональный результат — повышение тормозных влияний ГАМК-эргических нейронов, снижение общей возбудимости нейронных сетей и производство анксиолитического, седативного и противосудорожного эффектов — спектра действий, аналогичного бензодиазепинам.

Именно через аллопрегнанола прогестерон производит своё ключевое поведенческое действие в лютеиновой фазе: снижение реактивности на новые, незнакомые стимулы, нарастание консервативности в оценке неопределённых ситуаций, повышение порога тяги к новизне. Лимбические структуры, работающие в условиях усиленного ГАМК-А-опосредованного торможения, производят менее интенсивные аффективные ответы на те же стимулы, которые активировали их с высокой интенсивностью в периовуляторную фазу. Это не эмоциональное уплощение в клиническом смысле — это адаптивный сдвиг чувствительности, синхронизированный с репродуктивным контекстом: в потенциально беременном состоянии риск-ориенти-

рованное исследовательское поведение биологически дисфункционально, и нейроэндокринная система производит его снижение через точный фармакологический механизм.

Важная перекрёстная реакция: у части женщин в лютеиновой фазе, особенно предменструально, наблюдается парадоксальная реакция на аллопрегнанолон — вместо ожидаемого анксиолитического эффекта они испытывают тревожность и раздражительность. Молекулярное объяснение этого феномена — изменение субъединичного состава ГАМК-А-рецепторов в ответ на хронически повышенный аллопрегнанолон: рецепторы с $\alpha 4$ -субъединицей вместо обычной $\alpha 1$ демонстрируют изменённую фармакологию и могут реагировать на аллопрегнанолон снижением хлоридного тока, а не его усилением. Это объясняет синдром предменструального дисфорического расстройства (ПМДР) как патологию рецепторной адаптации, а не как избыточный гормональный уровень — что имеет прямые терапевтические импликации: традиционные СИОЗС при ПМДР действуют не через серотонинергический механизм, а через ингибирование 5α -редуктазы в мозге, снижающее синтез аллопрегнанолона до уровня, при котором не происходит патологической рецепторной адаптации.

Окситоцин: от гипоталамуса до социальной ориентации

Окситоцин синтезируется в крупноклеточных нейронах паравентрикулярного ядра (ПВЯ) и супраоптического ядра (СОЯ) гипоталамуса в форме препрегормона — более крупного белка-предшественника, который транспортируется по аксонам к задней доле гипофиза и процессируется в зрелый нейропептид в ходе транспорта. Созревший окситоцин упаковывается в крупные плотоядерные везикулы вместе с нейрофизинем I — белком-носителем — и секретируется в капиллярное русло задней доли гипофиза при деполяризации терминальных бутонов.

Одновременно с периферической секрецией происходит центральная — через коллатеральные аксональные ветви, проецирующие из ПВЯ, и СОЯ непосредственно в другие мозговые структуры: прилежащее ядро, миндалевидное тело, гиппокамп, ствол мозга, спинной мозг. Это разграничение принципиально: периферический окситоцин не проникает через гематоэнцефалический барьер в значимых количествах — что означает, что поведенческие эффекты окситоцина реализуются через центральное высвобождение, а не через периферическую концентрацию. Измерение окситоцина в плазме крови, широко практикуемое в исследованиях, является косвенным маркером гипофизарной активности, а не непосредственным отражением центральных окситоциновых уровней.

Центральные окситоциновые рецепторы (OTR) — одноподтипные рецепторы, сопряжённые с G-белком типа Gq, активирующим фосфолипазу C и повышающим внутриклеточный кальций, — распределены в мозге неравномерно. Их плотность наиболее высока в прилежащем ядре, обонятельной луковице, гиппокампе, амигдале, гипоталамусе и нескольких стволовых ядрах. Активация OTR в прилежащем ядре производит эффекты, синергичные с дофаминергической активацией: потенцирует дофаминергический ответ на социально значимые стимулы через взаимодействие с дофаминовыми рецепторами D2 на уровне G-белкового комплекса. Именно это взаимодействие является молекулярной основой механизма избирательной привязанности: окситоцин, высвобождающийся при взаимодействии с конкретным индивидом, потенцирует дофаминергическое вознаграждение, ассоциированное с этим индивидом, — создавая специфический нейронный «след» взаимодействия, не воспроизводимый с другими партнёрами с той же интенсивностью.

Сравнительная приматология окситоцинергических систем обнаруживает интригующие различия. Луговые полёвки (*Microtus ochrogaster*) — моногамный вид грызунов, часто используемый в качестве модели парной привязанности, — демонстрируют значительно более высокую плотность OTR в прилежащем ядре относительно горных полёвок (*Microtus montanus*), которые не образуют устойчивых пар. Экспериментальное повышение экспрессии OTR в при-

лежащем ядре горных полёвок через вирусную трансфекцию производит паропредпочтительное поведение, характерное для луговых. Обратная манипуляция — блокада OTR в прилежащем ядре луговых полёвок — нарушает формирование парной привязанности. Человеческая нейробиология, при всей сложности проведения аналогичных экспериментов, демонстрирует, что вариации в числе повторов промотора гена OTR коррелируют с измеримыми различиями в социальной привязанности и эмпатии. Это позволяет предположить, что индивидуальные различия в окситоцинергическом связывании являются одним из биологических детерминантов индивидуальной склонности к формированию глубоких привязанностей.

Взаимодействие окситоцина с эстрадиолом добавляет критически важный уровень нейроэндокринной интеграции. ER β , широко представленные в тех же регионах, что и OTR, при активации эстрадиолом повышают транскрипцию гена OTR — увеличивая плотность окситоциновых рецепторов в лимбических структурах именно в периовуляторный период. Одновременно эстрадиол повышает транскрипцию гена препро-окситоцина в ПВЯ, увеличивая производство нейропептида. Совокупный эффект — повышение чувствительности центральной окситоцинергической системы в фертильную фазу — создаёт нейрохимическое условие, при котором социальный контакт в этот период с существенно более высокой вероятностью производит устойчивую аффективную связь, чем тот же контакт вне фертильного окна. Это не романтическая гиперболизация. Это конкретный молекулярный механизм: больше рецепторов, больше лиганда, более интенсивный постсинаптический ответ, более выраженная потенциация дофаминергического вознаграждения в прилежащем ядре при взаимодействии с партнёром.

Стратегический осциллятор: синхронизация фаз с репродуктивным контекстом

Рассматривая совокупную картину — эстрадиоловый пик с его дофаминергической активацией, снижением тормозного контроля и повышенной чувствительностью к маркерам доминантности, сменяемый прогестероновой фазой с её аллопрегнанолон-опосредованным торможением, консерватизмом и приоритизацией существующих связей — становится очевидна системная логика этого осциллятора. Он производит принципиально различные нейробиологические состояния не произвольно, а в строгой синхронизации с биологической актуальностью репродуктивных решений.

В фертильный период — когда оплодотворение биологически возможно — система максимально открыта к исследованию потенциальных высококачественных партнёров, минимально ограничена тормозными влияниями и максимально чувствительна к маркерам генетического качества. Это оптимальный момент для принятия краткосрочных репродуктивных решений. В нефертильный период — когда оплодотворение невозможно — система переключается в режим консолидации: приоритизирует существующие коалиционные связи, оценивает долгосрочную надёжность партнёров через иные когнитивные фильтры и производит более консервативные решения с более высоким весом долгосрочных последствий. Это оптимальный момент для оценки качества уже существующих отношений.

Феномен, который клинические психологи описывают как циклические колебания удовлетворённости отношениями, получает нейробиологическое объяснение именно через этот механизм. Партнёр, кажущийся захватывающим в периовуляторный период, оценивается иными нейронными сетями с иными весовыми коэффициентами в лютеиновую фазу — и разница в оценке отражает не изменение реальных характеристик партнёра и не «непоследовательность» оценщика, а предсказуемое переключение между двумя функционально различными режимами нейронной обработки. Это означает, что традиционная рекомендация психологов «не принимать важных решений об отношениях в эмоционально заряженные периоды» имеет нейробиологическое обоснование: эмоционально заряженный период — это, как правило, период максимальной дофаминергической активации и минимального тормозного

контроля, то есть период наименее сбалансированной нейронной обработки в контексте долгосрочных решений.

Хронический стресс нарушает работу этого осциллятора через гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую ось. Кортизол, хронически повышенный при стрессе, ингибирует секрецию ГнРГ в гипоталамусе — что ведёт к снижению частоты и амплитуды ГнРГ-пульсов, подавлению ФСГ и ЛГ и в конечном счёте к ослаблению или исчезновению овуляторного пика. Это не побочный эффект стрессовой системы — это адаптивный механизм: в условиях ресурсного кризиса репродукция не является оптимальной стратегией, и стрессовая ось производит её временное подавление. В современной среде, где хронический психосоциальный стресс является нормой, а не временным кризисом, этот механизм переводит репродуктивную нейроэндокринную систему в хронически стрессированный режим — с уплощёнными гормональными пиками, редуцированными циклическими вариациями когнитивных фильтров и систематическим смещением нейробиологических приоритетов в сторону стрессового режима, а не репродуктивного. Последствия этого смещения для выбора партнёра, долгосрочного удовлетворения от отношений и психологического благополучия — тема, требующая отдельного детального рассмотрения, которое будет проведено в последующих главах в контексте конкретных поведенческих паттернов.

Глава 3. Архитектура торможения и возбуждения

Конфликт префронтальной коры и миндалевидного тела при встрече с высокостатусным стимулом

Человек любит думать о себе как о существе, которое сначала думает, а потом действует. Эта самооценка настолько укоренилась в культурном нарративе о разумности и свободе воли, что разрушать её неловко — примерно так же неловко, как объяснять ребёнку, что волшебник на сцене не умеет летать. Между тем нейроанатомия недвусмысленна: между импульсом и его осознанием пролегает временной зазор в 300—500 миллисекунд, в течение которых мозг уже принял решение, тело уже начало готовиться к действию, а сознание ещё только приступает к формулированию вопроса о том, что, собственно, происходит. Классический эксперимент Бенджамина Либета, воспроизведённый и расширенный десятками последующих исследований с использованием ЭЭГ, фМРТ и инвазивных нейронных записей, зафиксировал этот зазор с электрофизиологической точностью. Потенциал готовности в дополнительной моторной коре — медленное нарастание электрической активности, предшествующее произвольному движению, — появляется за 550 миллисекунд до того, как испытуемый сообщает об осознанном намерении совершить это движение. Нейронная машина запускается раньше, чем её декларируемый оператор успевает прочесть показания приборов.

Либет сам интерпретировал это открытие осторожно: он указывал, что сознание сохраняет возможность «вето» — подавления уже инициированного движения в узком временном окне до его завершения. Последующие исследования Джона-Дилана Хайнса с использованием более мощной нейровизуализации показали, что паттерны активности в префронтальной и теменной коре предсказывают выбор испытуемого за 7—10 секунд до достижения сознательного решения — значительно превосходя временной горизонт, в котором либетовское «вето» оставалось бы осмысленным. Это не означает, что свободы воли не существует. Это означает, что пространство её существования значительно уже и позже в цепочке обработки, чем принято думать. Применительно к выбору партнёра это означает следующее: к тому моменту, когда сознание формулирует суждение «он мне нравится», подкорковые системы уже произвели полный цикл оценки, запустили физиологическую реакцию и сформировали мотивационное состояние, изменить которое через последующий рациональный анализ значительно труднее, чем принято допускать.

Нейроанатомия префронтальной коры: три функциональных домена

Префронтальная кора — широкое понятие, охватывающее несколько анатомически и функционально различных регионов лобных долей, расположенных впереди от первичной моторной и премоторной коры. Она занимает около 29% поверхности неокортекса у человека — непропорционально большую долю по сравнению с другими приматами: у шимпанзе этот показатель составляет около 17%, у макака — около 12%. Это расширение не является равномерным: разные субрегионы увеличились в разной степени, что отражает специфику когнитивных давлений, формировавших их.

Дорсолатеральная префронтальная кора (ДЛПФК) — регион, наиболее часто ассоциируемый с «рациональным мышлением» в популярном изложении, — обеспечивает рабочую память, когнитивную гибкость, планирование и торможение нерелевантных реакций. Нейроны ДЛПФК поддерживают устойчивые паттерны активности в отсутствие сенсорного стимула — то есть удерживают представления «в уме» на протяжении нескольких секунд при необходимости использовать их в текущей задаче. Именно эта способность к удержанию контекстуальной информации позволяет учитывать при принятии решений факторы, не присутствующие непосредственно в перцептивном поле: существующие обязательства, репутационные послед-

ствия, долгосрочные цели. ДЛПФК получает основной кортизоловый удар при хроническом стрессе: высокая плотность глюкокортикоидных рецепторов в её нейронах делает её мишенью номер один для кортизол-индуцированного нейронного ремоделирования — снижения дендритной сложности и ослабления синаптических контактов при хроническом гиперкортизолизме. Этим объясняется ухудшение рабочей памяти и исполнительного контроля при хроническом стрессе.

Орбитофронтальная кора (ОФК) — регион на нижней поверхности лобных долей, получивший своё название от анатомической близости к глазным орбитам, — специализируется на присвоении субъективной ценности стимулам с учётом контекста и истории подкрепления. Нейроны ОФК кодируют ожидаемое вознаграждение и обновляют его оценку в ответ на изменение обстоятельств — обеспечивая гибкость оценочных процессов, необходимую для адаптации к изменяющейся среде. ОФК получает прямые проекции из миндалевидного тела и обонятельной системы — что делает её ключевым регионом интеграции аффективной и когнитивной информации. Именно ОФК производит то, что можно назвать «взвешенным первым впечатлением»: быстрым, но не рефлекторным суждением о ценности стимула, учитывающим одновременно его сенсорные характеристики и контекстуальные ассоциации.

Вентромедиальная префронтальная кора (ВМПФК) интегрирует соматические маркеры — телесные сигналы, ассоциированные с прошлыми решениями и их исходами, — в текущую оценку. Антонио Дамасио, исследовавший пациентов с поражениями ВМПФК, описал их клинический профиль: сохраненный интеллект, нормальный когнитивный тест, но катастрофически нарушенное принятие решений в реальной жизни — особенно в социальном и репродуктивном контекстах. Эти пациенты оказывались неспособны использовать эмоциональный опыт прошлых решений для руководства текущим выбором: они могли аналитически перечислить все соображения за и против, но не чувствовали, какой выбор правильный. Дамасио заключил, что эмоция является не помехой рациональному решению, а его необходимым компонентом: без соматических маркеров, предоставляемых ВМПФК, процесс выбора становится бесконечным — отсутствует механизм финализации, позволяющий остановить перебор вариантов и остановиться на одном.

Медиальная префронтальная кора (МПФК) — регион, граничащий с передней поясной корой — специализируется на ментализации: построении моделей психических состояний других людей, их убеждений, намерений и эмоций. Это структура «теории разума» — способности понимать, что другие обладают собственными психическими состояниями, отличными от состояний наблюдателя. У шимпанзе теория разума существует в редуцированной форме; у человека она является одним из наиболее значительных когнитивных достижений, опосредующим всю сложность социального взаимодействия. Применительно к выбору партнёра МПФК обрабатывает вопрос «что он думает обо мне» — критически важный для стратегического управления ухаживанием — и оценивает социальный ранг объекта через интерпретацию поведенческих маркеров статуса.

Миндалевидное тело: архитектура быстрого реагирования

Миндалевидное тело — *corpus amygdaloideum* в классической нейроанатомии — представляет собой не единую структуру, а комплекс из приблизительно тринадцати ядер, анатомически и функционально подразделяемых на три основных группы: базолатеральный комплекс, центральное ядро и медиальную группу.

Базолатеральный комплекс (БЛА) — включающий латеральное, базальное и аксессуарное базальное ядра — является «входными воротами» миндалевидного тела: он получает конвергентные проекции из всех сенсорных областей коры, из таламических ядер, из гиппокампа и из других ассоциативных областей. Нейроны БЛА обучаются ассоциировать сенсорные стимулы с аффективной валентностью — вознаграждением или наказанием — через механизмы долгосрочного потенцирования в глутаматергических синапсах. Это ассоциативное обучение является стандартным механизмом формирования эмоциональной памяти: запах, однажды связанный с авersive опытом, активирует БЛА и производит защитную реакцию при последующем предъявлении. Те же механизмы работают при формировании позитивных аффективных ассоциаций — например, запах конкретного человека, ассоциированный с вознаграждающим социальным взаимодействием, активирует БЛА и производит приближающее поведение при последующем предъявлении.

Центральное ядро (ЦЯ) является «выходными воротами» миндалевидного тела: оно получает обработанный сигнал из БЛА и транслирует его в физиологические эффекторные системы через проекции в несколько мишеней. Проекции в гипоталамус — прежде всего в паравентрикулярное ядро и латеральный гипоталамус — активируют нейроэндокринную ось и автономную нервную систему. Проекции в ядро ложа конечной полоски и в паравентрикулярное ядро гипоталамуса запускают кортизоловый ответ через гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую ось. Проекции в серое вещество водопровода мозга активируют замирательные реакции и стрессовые вокализации. Проекции в ядро одиночного пути и ретикулярное образование влияют на кардиоваскулярные и дыхательные функции. Совокупность этих проекций производит то, что воспринимается как физиологическое возбуждение — учащённое сердцебиение, изменение дыхания, мышечное напряжение — задолго до того, как сознание категоризировало вызвавший его стимул.

Медиальная группа ядер миндалевидного тела получает основную ольфакторную афферентацию — прямые проекции из обонятельной луковицы и первичной обонятельной коры. Именно через эту связь летучие химические сигналы партнёра производят быстрые аффективные ответы: обонятельный сигнал достигает миндалевидного тела быстрее и с меньшей кортикальной интерференцией, чем любой другой сенсорный стимул. Медиальное ядро также получает феромональные входы через вомероназальный орган у большинства млекопитающих — хотя у человека эта связь редуцирована, и её функциональная роль остаётся дискуссионной.

Два пути к миндалевидному телу: скорость против точности

Джозеф Леду, картировавший нейронные пути страха на протяжении более трёх десятилетий, описал принципиальное разграничение между двумя маршрутами сенсорной информации к миндалевидному телу. «Низкий путь» — прямая таламо-амигдаларная проекция, минуя кору — передаёт грубую, быстро обработанную информацию о стимуле за 12—15 миллисекунд. Эта информация лишена деталей: она позволяет различить «змею» и «не змею» задолго до того, как позволит идентифицировать конкретный вид, размер и поведение конкретной змеи. «Высокий путь» — через кору зрительной, слуховой или другой модальности — занимает вдвое больше времени (25—30 миллисекунд), но передаёт детализированную информацию, позволяющую точно классифицировать стимул и скорректировать аффективный ответ.

В репродуктивном контексте этот архитектурный принцип производит следующие последствия. Первичный аффективный ответ на потенциально привлекательного партнёра формируется через «низкий путь» на основе грубых пространственных характеристик — симметрии, пропорций, общего морфотипа — за время, недостаточное для сознательного восприятия. Эта первичная оценка маркирует стимул как «перспективный» или «неперспективный» прежде, чем высокий путь успевает передать детализированную информацию. К моменту, когда детализированная обработка завершена и её результаты поступают к уже возбуждённому миндалевидному телу, первичная аффективная метка уже сформирована — и последующая информация интерпретируется через её призму. Это механизм первичности восприятия в аффективном контексте: первое впечатление не просто влияет на последующую оценку, оно формирует нейронный контекст, в котором эта оценка производится.

Асимметрия проекций — численное и функциональное превосходство амигдалярных проекций к префронтальной коре над обратными префронтально-амигдалярными проекциями — имеет конкретный нейроанатомический субстрат. Базолатеральный комплекс миндалевидного тела проецирует в орбитофронтальную кору, вентромедиальную префронтальную кору и переднюю поясную кору через массивные глутаматергические аксональные пути. Обратные проекции от этих регионов к миндалевидному телу анатомически существуют, но являются преимущественно тормозными — они активируют интернейроны внутри миндалевидного тела, а не возбуждают нейроны напрямую. Это означает, что кора может ослабить амигдалярный ответ, но не может его отменить — и ослабление требует значительно больших ресурсов, чем активация. Леду формулировал это так: легче напугать кого-то, чем успокоить.

Высокостатусный стимул: сенсорный анализ и нейронная детонация

Высокостатусный стимул в репродуктивном контексте является не абстрактной категорией, а конкретным набором сенсорных паттернов, каждый из которых имеет специфический нейронный детектор, специфический временной профиль обработки и специфический путь к миндалевидному телу. Понимание этой конкретности необходимо для понимания того, почему реакция на высокостатусный стимул настолько быстра, настолько физиологически интенсивна и настолько резистентна к последующей рациональной коррекции.

Симметрия лицевых структур обрабатывается нейронами первичной и вторичной зрительной коры (V1 и V4), специализированными на обработке пространственных частот и ориентаций. Оценка симметрии не требует высокоуровневой объектной классификации — она производится на уровне обработки пространственных частот, которая разворачивается в первых 100—150 миллисекундах зрительной обработки. Детектированный симметричный паттерн через вентральный зрительный поток передаётся в фузиформную извилину — специализированный детектор лиц — и далее в базолатеральный комплекс миндалевидного тела, где получает первичную аффективную метку. Параллельно низкочастотная информация о симметрии может достигать миндалевидного тела через прямой таламо-амигдалярный путь ещё быстрее — без участия зрительной коры. Нейровизуализационные исследования стабильно показывают положительную корреляцию между степенью симметрии лицевого стимула и активацией вентрального стриатума — нейронного субстрата вознаграждения — при его предъявлении, независимо от пола испытуемого и культуры происхождения.

Фундаментальная частота голоса — F0, определяющая тембр, — обрабатывается в первичной слуховой коре (поле Гешля в верхней височной извилине) и в прилегающих областях слуховой ассоциативной коры. Низкий тембр мужского голоса, обусловленный андроген-индуцированным ростом голосовых складок в пубертате, является маркером пренатального и пубертального уровня тестостерона. Исследования Фитча и Джипрая показали, что у приматов вокальный тракт длиннее у самцов с более высоким андрогенным статусом, что производит более низкий формантный паттерн. Для женских слуховых систем низкий тембр является

сигналом с предсказуемой аффективной валентностью: исследования с использованием синтезированного голоса с варьируемой фундаментальной частотой при неизменном содержании показывают более высокую активацию прилежащего ядра при предъявлении голосов с более низкой F0 у женских испытуемых — эффект, более выраженный в периовуляторную фазу.

Кинематика локомоции считается через систему зеркальных нейронов в нижней лобной извилине и нижней теменной дольке, а также через детекторы биологического движения в верхней височной борозде. Устойчивая, медленная ходьба с минимумом суетливых микродвижений производит двигательный паттерн, ассоциированный у приматов с доминантными особями — теми, кто не испытывает необходимости демонстрировать готовность к быстрому реагированию. Суетливость, напротив, является сигналом субдоминантного статуса у большинства приматов: избыточные движения self-grooming, тревожного перебора конечностями и частого взгляда по сторонам маркируют особь, ожидающую угрозы сверху иерархии. Женская нервная система детектирует эти двигательные паттерны через те же контуры, что и у других приматов — и атрибутирует им соответствующий иерархический ранг без участия сознательного анализа.

Когда несколько высокостатусных сигналов появляются одновременно — симметричное лицо, низкий голос, доминантная локомоция, подтверждённый социальный статус в группе — нейронный ответ миндалевидного тела не является простой суммой ответов на каждый сигнал в отдельности. Он демонстрирует нелинейную сумму: конвергенция нескольких сигналов выше порога в БЛА производит переход системы от субпорогового к полному возбуждению — явление, аналогичное детонации в химии. Это объясняет интенсивность физиологического ответа при встрече с индивидом, одновременно демонстрирующим высокие значения по нескольким статусным каналам: суммарный нейронный эффект непропорционально превышает частные эффекты.

Нейроэндокринная модуляция баланса: гормоны как управляющие параметры

Баланс между амигдалярным импульсом и префронтальным торможением не является фиксированным параметром системы. Он непрерывно перестраивается нейроэндокринными механизмами — прежде всего половыми стероидами и кортизолом — производя состояния с принципиально разным соотношением между скоростью реагирования и точностью оценки.

Эстрадиол модулирует этот баланс через несколько конкурентных механизмов с нетривиальным суммарным эффектом. С одной стороны, он повышает возбудимость нейронов базолатерального комплекса миндалевидного тела через снижение ГАМК-эргического торможения в этом регионе — что снижает порог активации миндалевидного тела на эмоционально значимые стимулы и усиливает интенсивность аффективного ответа. С другой стороны, он потенциально усиливает серотонинергическую иннервацию префронтальной коры, теоретически повышая её функциональные возможности. Результирующий эффект, однако, состоит в снижении тормозного контроля над эмоциональными реакциями — что подтверждается как поведенческими данными о повышенной импульсивности в периовуляторную фазу, так и нейровизуализационными данными о сниженной активности орбитофронтальной коры при оценке рискованных решений в этот период.

Прогестерон через аллопрегнанолаон производит противоположный сдвиг: усиление ГАМК-А-опосредованного торможения в лимбических структурах, включая миндалевидное тело, снижает его реактивность на возбуждающие стимулы. Одновременно усиление тормозных интернейронов в префронтальной коре также не улучшает однозначно её тормозной контроль над миндалевидным телом — паттерн более сложный, чем простое «прогестерон делает вас рациональнее». Функциональный результат — снижение общей лимбической реактивности и смещение поведенческого профиля в сторону осторожности — реализуется через систем-

ное снижение нейронного возбуждения, а не через специфическое усиление кортикального контроля.

Кортизол производит наиболее драматические эффекты при хроническом воздействии — и здесь нейроанатомия особенно информативна. Хронически высокие уровни кортизола производят дивергентные эффекты на миндалевидное тело и префронтальную кору. В миндалевидном теле кортизол усиливает ветвление дендритов в базолатеральном комплексе и повышает плотность синапсов — анатомические изменения, увеличивающие интеграционную мощность структуры и повышающие её реактивность на стимулы. В дорсолатеральной и медиальной префронтальной коре кортизол производит противоположные изменения: ретракцию дендритов, снижение плотности синапсов и атрофию дендритного дерева. Эти морфологические изменения не являются мгновенными — они разворачиваются на протяжении недель и месяцев хронического стресса — но они и не являются немедленно обратимыми. Мозг человека, переживающего длительный хронический стресс, буквально структурно реорганизуется в направлении повышенной лимбической реактивности и сниженного префронтального контроля. Применительно к выбору партнёра это означает, что хронически стрессированный человек принимает репродуктивные решения в условиях принципиально изменённой нейронной архитектуры — с более мощными амигдаллярными входами и менее эффективными префронтальными тормозами.

Тестостерон и статусная чувствительность: специфика мужского и женского профиля

Тестостерон добавляет специфический компонент к описываемой динамике — и делает это у обоих полов, хотя с разными базальными уровнями и разными функциональными паттернами. У женщин тестостерон синтезируется преимущественно в надпочечниках и яичниках, его базальный уровень составляет около 5—10% от мужского, но биологические эффекты реализуются через те же рецепторные системы, что и у мужчин — через андрогеновый рецептор (AR), широко распределённый в лимбических структурах, гипоталамусе и коре.

Тестостерон в миндалевидном теле снижает активность ГАМК-эргических интернейронов через андрогеновый рецептор — что повышает возбудимость нейронов базолатерального комплекса и снижает порог детекции социально значимых стимулов, особенно стимулов, связанных с иерархией и конкуренцией. Это объясняет наблюдаемое у женщин с более высоким тестостероном повышение конкурентной чувствительности и более интенсивный аффективный ответ на маркеры статуса и доминантности — эффект, не зависящий от эстрадиолового цикла, но взаимодействующий с ним. В перiovуляторную фазу, когда эстрадиол уже повысил амигдаллярную чувствительность, дополнительный тестостероновый вклад может производить суммарный эффект, превышающий предсказанный из простой аддитивности.

Ситуационный тестостерон — острое повышение уровня гормона в ответ на воспринимаемую конкурентную угрозу или победу в конкурентной ситуации — производит немедленные поведенческие эффекты через негеномные мембранные механизмы. При встрече с потенциальным конкурентом за высокостатусного партнёра уровень тестостерона в слюне повышается в течение 15—20 минут — временной масштаб, указывающий на быстрый надпочечниковый, а не гонадный источник. Это повышение усиливает конкурентно-ориентированное поведение — включая более интенсивную самопрезентацию, более агрессивные стратегии ухаживания и повышенную готовность к риску в социальном контексте.

Когнитивный дефолт на авторитет: нейронная механика подчинения

Один из наиболее контринтуитивных — и наиболее эволюционно значимых — аспектов описываемой системы состоит в том, что высокостатусный стимул не просто усиливает амигдаллярный ответ, но одновременно ослабляет префронтальный контроль через специфический механизм, который можно назвать нейронным дефолтом на авторитет.

Медиальная префронтальная кора, в норме генерирующая критический скептический анализ поступающей информации, при предъявлении высокостатусных лиц демонстрирует снижение активности критической обработки при одновременном усилении активности систем, связанных с социальным обучением и подражанием. Томографические данные нескольких независимых лабораторий, использовавших различные операционализации «высокого статуса» — от экспертных суждений до социальных иерархий в экспериментальных группах, — сходятся в одном наблюдении: присвоение статуса «эксперта» или «доминирующего» источнику информации снижает активность регионов, связанных с критической оценкой, и повышает активность регионов, связанных с интеграцией внешней информации.

Этот механизм имеет прозрачную эволюционную функцию. В иерархически организованных группах, характерных для всех известных человеческих обществ и для большинства социальных приматов, поведенческая информация, поступающая от высокостатусных индивидов, статистически более ценна, чем аналогичная информация от низкостатусных: доминирующая особь, как правило, располагает большим объёмом ресурсов, большим опытом успешных решений и более полным доступом к групповой информации. Автоматический «дефолт на авторитет» — снижение критического порога для информации от высокостатусных источников — является адаптивным ярлыком в среде, где иерархический ранг надёжно коррелирует с информационной ценностью. В современной среде, где иерархический ранг в социальных сетях создаётся через манипуляцию алгоритмами, а информационная ценность источника не коррелирует с числом подписчиков, тот же механизм производит систематическое снижение критического порога для информации из высокостатусных источников — с очевидными последствиями для устойчивости к манипуляции.

Сравнительная перспектива: статусная чувствительность у приматов

Понимание специфики человеческой реакции на высокостатусные стимулы выигрывает от сравнения с паттернами, наблюдаемыми у других приматов — прежде всего потому, что это сравнение позволяет разграничить видоспецифичные особенности и универсальные млекопитающие механизмы.

Шимпанзе (*Pan troglodytes*) демонстрируют выраженную статусную чувствительность, реализующуюся через чёткие поведенческие ритуалы. Подчинённые самцы демонстрируют доминирующим специфические сигналы субмиссии — вокальные («pant-grunt» — частые низкочастотные хрюкающие звуки) и постральные (приседание, избегание прямого взгляда) — которые не просто социально конвенциональны, но нейробиологически подкреплены: доминирующий самец, не получивший ожидаемых сигналов субмиссии, может расценить это как вызов и реагировать агрессивно. Нейрофизиологических записей из миндалевидного тела шимпанзе при статус-специфических взаимодействиях практически нет — техническая сложность таких исследований огромна, — но поведенческий профиль реакций на статусные стимулы структурно идентичен человеческому: немедленный ответ, характерный двигательный рисунок и выраженная физиологическая активация.

Бонобо (*Pan paniscus*) предоставляют контрастирующий пример с интересной нейробиологической интерпретацией. Иерархические взаимодействия у бонобо значительно менее выражены и менее жёстко структурированы, чем у шимпанзе, — что соответствует их более высокому уровню окситоцина в крови (задокументированному в нескольких исследованиях) и менее интенсивной амигдаларной реактивности на социальные угрозы по сравнению с шимпанзе. Бонобо реже демонстрируют явную иерархическую субмиссию и чаще разрешают социальную напряжённость через аффилиативное поведение — что согласуется с предположением о менее интенсивной кортикотропной реакции на статусные сигналы. Если шимпанзиная социальность строится во многом на страхе перед доминирующим, бонобовская строится во многом на аффилиации с союзниками — различие, потенциально отражающее разные относительные веса амигдаларных и окситоцинергических контуров в социальной навигации.

Человек занимает промежуточную позицию с уникальными особенностями. Как и шимпанзе, человеческий мозг демонстрирует выраженную статусную чувствительность с быстрыми амигдаларными ответами на иерархические сигналы. Как и бонобо, человеческая социальность включает мощные аффилиативные механизмы, опосредованные окситоцином. Уникально человеческим является масштаб абстракции статусных маркеров: шимпанзе и бонобо оценивают статус через прямое взаимодействие и непосредственное наблюдение; человек оценивает статус через социальные символы — профессиональные титулы, материальные маркеры, репутационные нарративы, — которые могут передаваться через несколько уровней социальных сетей без прямого наблюдения. Это масштабирование статусной оценки через символические системы является уникально человеческим когнитивным достижением — и уникально человеческой уязвимостью, поскольку символические статусные маркеры значительно легче подделать, чем прямые поведенческие маркеры доминирования.

Нейробиология иллюзии контроля

Иллюзия рационального контроля над репродуктивными решениями — убеждение в том, что сознательный анализ определяет исход — не является случайным артефактом культуры. Она является прямым следствием архитектуры нарративной самоатрибуции: задней поясной коры и предклинья — регионов, активно участвующих в самореферентной обработке и конструировании автобиографических нарративов. Когда подкорковые системы производят поведенческое решение, эти регионы конструируют постфактум-нарратив, в котором это решение выглядит как продукт сознательного взвешивания. Нарратив убедителен именно потому, что он конструируется нейронными системами, специализированными на производстве убедительных нарративов о «я» — это их эволюционная функция, и они выполняют её превосходно.

Нейробиология предлагает не разрушение этого нарратива, а его точную калибровку. Понимание архитектуры торможения и возбуждения — конкретного временного профиля амигдаларных и префронтальных процессов, конкретных нейроэндокринных детерминант их баланса — позволяет создать дополнительный уровень мета-когнитивной обработки: способность замечать, когда система работает в режиме высокой лимбической реактивности и пониженного кортикального контроля. Эта мета-когниция не устраняет амигдаларный ответ — она создаёт временной зазор между ним и поведенческим воплощением. Это именно то пространство, в котором префронтальные системы располагают возможностью для вмешательства — узкое, требующее ресурсов, но реальное. Следующие главы описывают конкретные контексты, в которых это пространство сужается до минимума — и те, в которых оно достаточно широко для осмысленного участия более медленных, но более информированных кортикальных систем.

Часть II. Эволюция репродуктивных стратегий

Глава 4. Асимметрия родительского вклада

Теория Трайверса. Почему женская избирательность исторически обусловлена высокой биологической ценой ошибки

В 1972 году Роберт Трайверс опубликовал статью, которая по концептуальной плотности и предсказательной силе занимает место в том узком корпусе работ, что действительно изменили направление научной мысли, а не просто добавили новую точку данных к уже существующей карте. Статья называлась просто — «Родительский вклад и половой отбор» — и на тридцати с небольшим страницах сформулировала принцип, объясняющий не просто половые различия в избирательности при спаривании, но всю архитектуру межполовых отношений у любого вида с половым размножением — от рыбы-клоуна до *Homo sapiens*. Принцип настолько прямолинеен, что его элегантность граничит с жестокостью: тот пол, который вкладывает в потомство больше, становится ограниченным ресурсом, за доступ к которому конкурирует другой пол. Избирательность является неизбежным следствием этого дефицита. Там, где ресурс ограничен, возникает конкуренция; там, где конкуренция существует, возникает давление отбора на разборчивость у того, кто предоставляет ресурс, — и на настойчивость у того, кто за него конкурирует. Каждое наблюдение из области эволюционной психологии половых различий в итоге отсылает к этому принципу как к своей исходной аксиоме.

Гаметная асимметрия: исходная точка биологической логики

Асимметрия родительского вклада начинается не с поведения, не с нейронной архитектуры и не с гормональных систем. Она начинается с молекулярной биологии гамет — с базового факта о том, что яйцеклетка и сперматозоид производятся по принципиально различным биологическим экономикам. Это исходная точка всей последующей аргументации, и её конкретность важна: именно эта конкретность превращает принцип Трайверса из теоретической элегантности в физиологически укоренённое объяснение.

Яйцеклетка человека — ооцит второго порядка в момент овуляции — является крупнейшей клеткой женского организма с диаметром около 100—120 микрометров. Её цитоплазма содержит полный набор органелл: митохондрии, рибосомы, эндоплазматический ретикулум, аппарат Гольджи, а также запасы мРНК, белков и питательных веществ, необходимых для поддержания жизнедеятельности зиготы в первые дни после оплодотворения — до того момента, когда активируется геном нового организма и начинается его самостоятельный синтез белков. Суммарная масса яйцеклетки составляет около 4 миллионов пикограммов — цифра, которую трудно воспринимать без сравнения. Сперматозоид содержит около 2,5 пикограмма, из которых подавляющую часть составляет ДНК, упакованная в минимальный белковый каркас со жгутиком для перемещения. Цитоплазмы, органелл, запасов питательных веществ — практически ничего. Разница в объёме инвестиций на клеточном уровне составляет шесть порядков величины. Это не метафора асимметрии — это её молекулярное основание.

Производственная экономика гамет усугубляет эту асимметрию. Женский организм производит на протяжении всей репродуктивной жизни от 400 до 500 яйцеклеток — не более одной в цикл при нормальной физиологии. Этот запас невозобновляем: все ооциты-предшественники закладываются ещё во внутриутробном периоде, их число только убывает с возрастом, и к менопаузе фолликулярный резерв истощается. Мужской организм производит от 100 до 300 миллионов сперматозоидов в сутки на протяжении большей части жизни — биологически бесконечный ресурс по сравнению с конечным женским. Оогенез — производство

яйцеклеток — занимает месяцы: ооцит начинает первое мейотическое деление ещё во внутриутробном периоде и завершает его только при овуляции несколько десятилетий спустя. Сперматогенез — производство сперматозоидов — занимает около 74 дней от стволовой клетки до зрелого сперматозоида и идёт непрерывно в нескольких волнах одновременно. Уже на уровне гаметной биологии экономика определена: редкий, дорогостоящий, невозобновляемый ресурс против массового, дешёвого, непрерывно производимого.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.