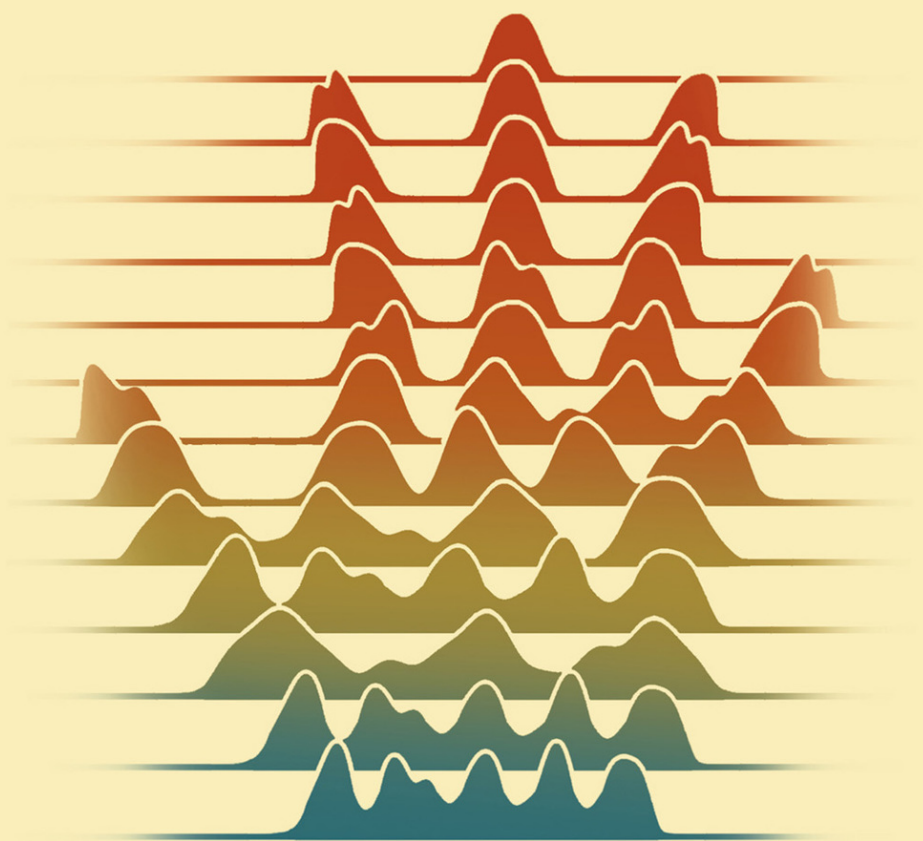


Дэвид Линден

BIG IDEAS

ОСЯЗАНИЕ



ЧУВСТВО, КОТОРОЕ ДЕЛАЕТ НАС ЛЮДЬМИ

Наша жизнь состоит из прикосновений...
Больше знать о механизме осязания — значит лучше понимать,
кто мы такие и в каком мире живем.

The Guardian

Big Ideas

Дэвид Линден

**Осязание. Чувство,
которое делает нас людьми**

Издательство «Синдбад»

2015

УДК 159.9.015
ББК 88.37

Линден Д.

Осязание. Чувство, которое делает нас людьми / Д. Линден —
Издательство «Синдбад», 2015 — (Big Ideas)

ISBN 978-5-00131-066-2

Мы привыкли верить своим глазам и ушам, но не всегда отдаем себе отчет в том, что огромный объем информации получаем не через них, а через кожу. Осязание – самое древнее из чувств. И зрение, и слух возникли в ходе эволюции гораздо позже. Установлено, что человеческий эмбрион уже в материнской утробе способен осязать окружающий мир. Профессор неврологии и известный популяризатор науки Дэвид Линден увлекательно и доступно – буквально «на пальцах» – объясняет, как работают сложные механизмы осязания, а заодно разбирает его многочисленные загадки. Почему перец кажется нам жгучим, а мята – холодной? Почему мы боимся щекотки, если нас щекочет кто-то другой, и не реагируем на нее, если пытаемся пощекотать себя сами? Что на самом деле происходит там, где чешется? Чем оргазм принципиально отличается от других мышечных спазмов, например чихания? В книге Дэвида Линдена читатель найдет ответы на эти и многие другие вопросы.

УДК 159.9.015
ББК 88.37

ISBN 978-5-00131-066-2

© Линден Д., 2015
© Издательство «Синдбад», 2015

Содержание

Пролог	6
Глава 1	10
Глава 2	29
Конец ознакомительного фрагмента.	51

Дэвид Линден Осязание. Чувство, которое делает нас людьми

*Памяти профессора Стивена Сяо, блестящего исследователя
осязания, истинного друга, человека с руками, сердцем и мозгом*

*Внимает душа, сливается плоть —
Где благо пребудет скорей?¹
У. Б. Йейтс. Вторая песня госпожи. 1938*

*Видеть — значит верить, но лишь осязание отражает истину.
Томас Фуллер. Гномология. 1732*

David Linden
TOUCH
The Science of Hand, Heart and Mind
Copyright © 2015, David J. Linden

Научный редактор д.б.н. Елена Чевкина

© Издание на русском языке, перевод на русский язык. Издательство «Синдбад», 2018.

Пролог

Малибу, лето 1975 года

Восемь подростков в лесном лагере поздно вечером жмутся вокруг костра. Сбившись в кучу, словно щенята, оставив позади скалы, леса и пыльную грязь гор Санта-Моники, мы вдыхаем запахи медоносного шалфея, желудей и нестираных футболок. И под мягким покровом темноты, вдали от взрослых, даем волю своим потаенным мыслям поры половой зрелости.

– Твоя очередь, Сэм.

– Ладно... вопрос к Кэролайн. Что бы ты выбрала: поцеловать в засос директора лагеря или съесть живого таракана?

Наши голоса сливаются в греческий хор, исполненный радости и отвращения:

– Дааа!

– Фу, какой ты грубый, Сэм. Не буду отвечать.

– Тебе придется. Такие правила.

– Ну уж нет, ты, извращенец.

– А ты колючка. Я и не думал задеть твои чувства.

– Как же!

– Ну тогда нормальный вопрос. Ты бы лучше умерла от холода в Антарктиде или от жары в Сахаре?

– Парку в Антарктиду взять нельзя?

– Нет, будешь голой.

– Тогда лучше пустыня. Хоть умру загорелой.

Следует добродушный свист. Кэролайн машет рукой, пытаясь унять друзей.

Сэм улыбается:

– Какая ты тщеславная. Ладно... Мне пора.

Все знают, что он притворяется. Ясно, что он без ума от Кэролайн.

– Ну уж нет, скользкий сукин ты сын. Теперь *моя* очередь. Ты должен отказаться от всех чувств, кроме одного. Какое выберешь?

– О боже, тяжелый выбор. Я бы оставил зрение. Хоть осмотреться можно. Или нет, лучше слух – не могу без музыки. Блин, не знаю я. Это просто жесть.

– Да уж.

– Я тронут твоей заботой.

– Да пошел ты.

Потом, лежа в спальном мешке и обдумывая этот полуфлирт, полуперепалку, я очень удивлялся. Нас переполняли гормоны, и мы бешено нуждались в прикосновениях, поцелуях, объятиях и многом другом. Я вел себя достаточно типично: меня так поглощала мысль о том, чтобы обнять и поцеловать милую темноволосую девушку по имени Лорелея, что я еле мог говорить. Осязание играло ключевую роль в наших наваждениях и фантазиях, но ни один из нас не выбрал это чувство, когда ночь за ночью в игре «А что бы ты лучше сделал» то и дело всплывал вопрос Кэролайн. Может, мы не до конца все осознавали? Разумеется, стайка похотливых недосыпающих гиперактивных подростков у костра – не лучшая компания для серьезных размышлений. Или мы просто хорошо представляли, каково было бы лишиться зрения или слуха (ведь все мы регулярно закрываем глаза или затыкаем уши), даже вкуса или обоняния, но никто из нас не в состоянии был воссоздать последствия потери осязания. Возможно, осязание было так тесно вплетено в наше самовосприятие, что мы не сумели бы вообразить жизнь без него. Спустя годы, когда я читал «Лолиту», оказалось, что Владимир Набоков, как всегда, затронул этот вопрос много лет назад: «Но не странно ли, что чувство осязания, которое

бесконечно менее ценится человеком, чем зрение, не только теряется реже всего, но становится в критические минуты нашим главным, если не единственным, критерием действительности».

Для набоковского Гумберта Гумберта прикосновение было настолько драгоценным опытом, что даже самый незначительный тактильный контакт с его любимой Лолитой порождал море ощущений. Для всех нас осязательные ощущения по природе своей эмоциональны, что отражается в общепринятых выражениях. Прочтите разговор, с которого начинается глава, и отметьте такие фразы, как «я *трону*т твоей заботой», «я и не думал *задеть* твои чувства», а также осязательные метафоры: «ты *грубый*», «скользкий сукин сын». А ведь они вполне обычны! Мы привыкли описывать широкий спектр человеческих эмоций, действий и черт характера при помощи осязательных ощущений:

«Меня тронула ее заботливость».

«Очень скользкая ситуация».

«Хватит грубой ругани».

«Проблема стоит жестко».

«Он меня раздражает».

В повседневной речи тактильные ощущения так тесно переплетены с эмоциональными, что эмоционально неуклюжего человека мы называем нечутким, то есть буквально «лишенным осязания».

Вопрос может показаться глупым, хотя это не так: почему мы называем эмоции *ощущениями*, а не *видениями* или *обоняниями*? Действительно ли осязательные метафоры способны что-то рассказать нам о связи кожных ощущений с человеческим сознанием или это просто укоренившиеся примеры современного обыденного языка? В английском языке выражения «я тронут» в значении «я испытываю эмоциональное воздействие» и «мои ощущения» в значении «мои эмоции» используются по меньшей мере с XIII века. И они не уникальны ни для английского языка, ни даже для индоевропейской языковой семьи: они бытуют в таких разных языках, как баскский и китайский.

У людей слепых или глухих от рождения по большей части нормально развиваются тело и мозг (во всех зонах, кроме визуальной или слуховой), они способны жить богатой и плодотворной жизнью. Но если лишить новорожденного социальных прикосновений, как это было в 1980–1990-е годы в румынских сиротских приютах, где отчаянно не хватало персонала, то произойдет катастрофа: рост замедлится, разовьются компульсивное раскачивание и другие способы самоуспокоения, а при отсутствии своевременной помощи – и расстройства настроения, мышления и самоконтроля, которые сохраняются и в зрелые годы. К счастью, на раннем этапе даже сравнительно незначительное вмешательство – час в день осязательного контакта со стороны воспитателя – позволит побороть эту ужасную перспективу. Осязание – не второстепенная часть развития человека. Наше детство длится дольше, чем у любого другого животного: пятилетний отпрыск любого зверя способен жить самостоятельно. Если наше долгое детство не наполнить осязательным контактом, особенно со стороны тех, кто нас любит, последствия окажутся самыми неприятными.

Критически важную роль осязания в раннем развитии осознавали не всегда. Американский психолог Джон Уотсон, основатель бихевиоризма, в 1920-е годы советовал родителям не слишком баловать детей ласками: «Пусть ваше поведение неизменно будет объективным и доброжелательно твердым. Никогда не обнимайте и не целуйте детей. Не позволяйте им сидеть у вас на коленях. Если нужно, целуйте их раз в день в лоб – когда они желают вам спокойной ночи. Утром пожимайте им руки. Если они особенно хорошо справились со сложным заданием, гладьте их по голове».²

² Далее Уотсон пишет: «Попытайтесь. Примерно через неделю вы поймете, как относиться к своему ребенку и максимально

Хотя большинство современных родителей в общении с детьми не ограничиваются поглаживанием по голове, за пределами семьи дело обстоит совсем иначе. Дабы обезопасить детей от сексуально озабоченных взрослых, мы ввели запреты на прикосновения для учителей, тренеров и других педагогов, и это решение, принятое из самых добрых побуждений, производит необратимый эффект, усугубляя осязательную депривацию наших детей. Когда эти дети вырастут в среде неприятия прикосновений и распространят те же страхи на собственных детей, все наше общество подвергнется дальнейшему обеднению.

Вы спросите: «Понятно, что дети чувствительны, но, когда мы становимся взрослыми, какое значение имеет осязательная депривация? Все эти нежности и объятия хороши для хиппи и бездельников. Просто вылейте себе на руки еще порцию антисептика (с хорошо знакомым и успокаивающим хлопьяющим звуком) и возвращайтесь к работе». Ответ таков: межличностное осязательное взаимодействие – важнейший способ склеивания социума. Оно способно превратить сексуальных партнеров в постоянные пары. Оно укрепляет связи между родителями и детьми, между братьями и сестрами. Оно сплачивает соседей и коллег, порождая благодарность, сочувствие и доверие. Люди, к которым официант слегка прикасается в ресторане, обычно оставляют больше чаевых. Врачи, которые дотрагиваются до своих пациентов, считаются более заботливыми, а у их пациентов снижается уровень гормонов стресса и прогноз становится более благоприятным. Даже у людей, стоящих с папками в торговых центрах, больше шансов на то, что вы подпишете их петицию или согласитесь ответить на вопросы, если они слегка дотронутся до вашей руки.

Главная цель этой книги – не просто доказать, что осязание – это хорошо или даже что осязание – это важно. Я скорее стремлюсь объяснить организацию нашей системы осязания – от кожи к нервам и мозгу, – сложной, странной и подчас парадоксальной, и показать, насколько сильно эта система влияет на нашу жизнь. От потребительского выбора до взаимоотношений полов, от использования инструментов до хронической боли и ее исцеления – гены, клетки и нейронные цепи, связанные с чувством осязания, необходимы для порождения уникального опыта каждого человека.

Специфика осязания объясняется его элементами, сформированными за миллионы лет эволюции. Это, например, кожные рецепторы с двумя функциями, благодаря которым мы ощущаем холодок от мяты и жар от перца чили. Это особые нервные волокна, из-за которых нам нравится, когда нас гладят (но только с соответствующей скоростью). Это специализированные мозговые центры эмоционального осязания, без которых оргазм был бы простым мышечным спазмом вроде чихания или судороги. И как бы мы ни считали, что все жестко фиксировано и предопределено, те же самые центры эмоционального осязания – это перекрестки нервов, где сталкиваются ощущения и ожидания, а их корректируют наши воспоминания, культурный и контекстуальный опыт. Активность этих зон мозга определяет, будет ли то или иное прикосновение воспринято как приятное или неприятное. Представьте себе ласку вашего возлюбленного во время приятного, тихого совместного времяпрепровождения – или сразу после того, как он или она сказали вам что-то резкое и грубое. Эти же зоны работают, когда эффект плацебо, гипнотическое внушение или простое предвкушение событий умеряют или увеличивают боль. Собственно говоря, чисто осязательных ощущений не существует, потому что, когда мы воспринимаем прикосновение, оно уже смешано с другими ощущениями, ожиданиями и изрядным количеством эмоций. К счастью, эти процессы перестали быть тайной. В последние годы произошел прорыв в нашем понимании осязания. Появились новые идеи, которые помо-

объективно, и при этом по-доброму. Вам станет стыдно за ваше прежнее тошнотворно-сентиментальное поведение. Чтобы вырастить из щенка сторожевую или охотничью собаку – кого угодно, кроме комнатной собачонки, – нельзя обращаться с ним так, как вы обращаетесь со своим ребенком».

гают объяснить наше самоощущение и восприятие мира. Итак, давайте нырнем в теорию. Вода не такая уж холодная – стоит только привыкнуть. Вам понравится.

Глава 1

Кожа как социальный орган

Варшава, 1915 год

Соломона Аша переполняло возбуждение. Семилетнему мальчику разрешили не ложиться спать и остаться на его первый пасхальный седер. В теплом свете свечей он заметил, что бабушка наливает вино в лишний бокал.

- Для кого это? – спросил Соломон.
- Для пророка Илии, – объяснил дядя.
- Он и правда придет и выпьет с нами вина?
- Конечно, – ответил дядя. – Смотри сам: придет время, и мы откроем ему двери.

Семья в расширенном составе собралась за столом и стала читать отрывок из Агады, в котором излагается история освобождения евреев из египетского плена во времена Моисея. В полном соответствии с Талмудом читали молитвы, пили вино, макали петрушку в соленую воду, полулежа, как свободные люди в древности, ели праздничный ужин. После ужина, как требует традиция, открыли дверь, чтобы встретить пророка. Секундой позже Соломон, горевший нетерпением и пораженный пасхальными ритуалами, увидел, что граница между вином и воздухом в том самом лишнем бокале немного сдвинулась вниз, как если бы Илия пригубил вино, прежде чем выскользнуть из дома, спеша к другим еврейским семьям.

Соломон Аш вместе с семьей эмигрировал в Нью-Йорк в возрасте тринадцати лет и вскоре выучил английский, читая романы Чарльза Диккенса. Повзрослев, он увлекся психологией, особенно социальной психологией, и в 1932 году в Колумбийском университете защитил диссертацию в этой области (рис. 1.1).

Много лет спустя он связывал свой интерес к этой науке с тем, что испытал в детстве в ту пасхальную ночь. Как благодаря коллективной вере празднующих седер он тоже поверил в то, что пророк сделал глоток вина? Его интерес не был чисто академическим. С приходом к власти Гитлера и подъемом нацизма в Европе Аша стали все больше беспокоить два взаимосвязанных социально-политических вопроса, которые он изучал в течение всей карьеры: как общество формирует нашу веру в случае явных свидетельств обратного? И как мы мгновенно оцениваем характер другого человека? «Мы смотрим на человека, и у нас тут же возникает впечатление о его характере. Взгляда, нескольких слов достаточно, чтобы рассказать нам об очень сложной проблеме. Мы знаем, что подобные впечатления складываются удивительно быстро и легко. Дальнейшие наблюдения способны подтвердить или опровергнуть первое впечатление, но мы не в силах его предотвратить, как не можем не воспринимать какой-то визуальный объект или не слышать мелодию»,³ – писал он.

³ Хорошо бы современные авторы научных исследований изъяснялись так четко и выразительно.

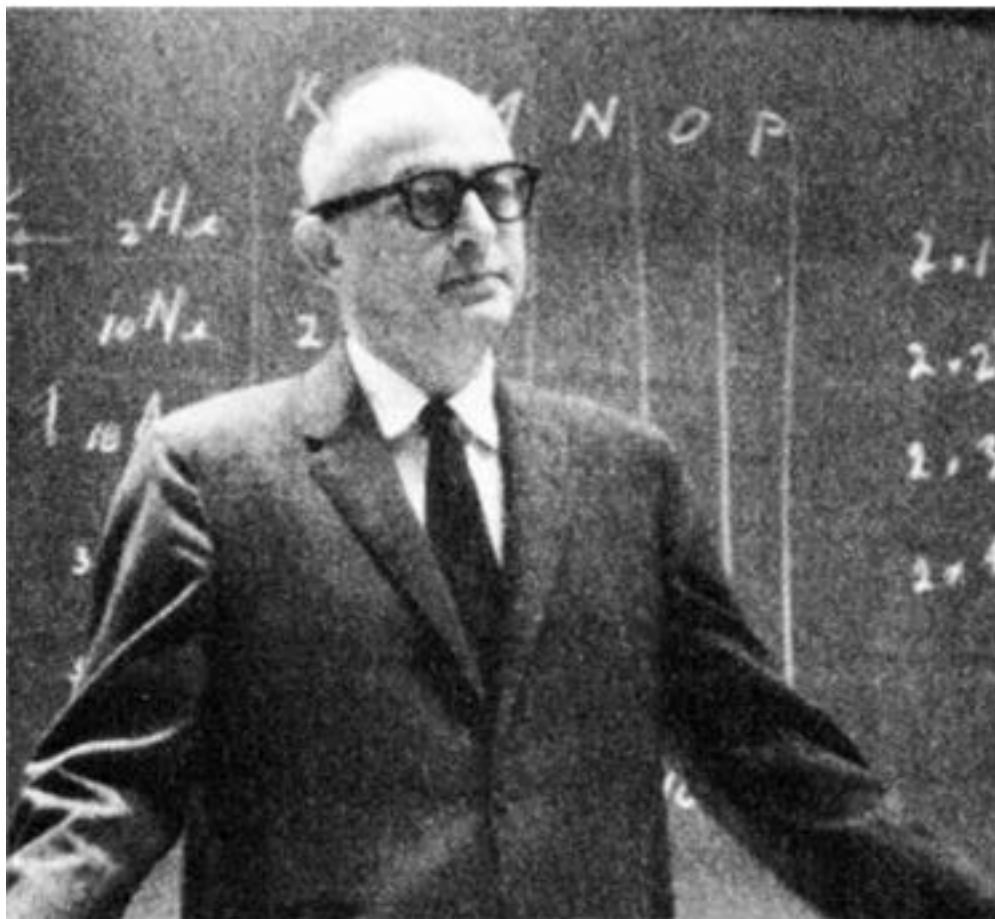


Рис. 1.1.

Соломон Аш, ведущий специалист в области социальной и гештальтпсихологии. Фотография сделана в 1950-е годы, когда Аш был профессором психологического факультета Суортмор-колледжа. Он умер в 1996 году в возрасте 88 лет.

Публикуется с разрешения Исторической библиотеки Суортмор-колледжа

Аш хотел понять, существуют ли глубинные принципы, лежащие в основе формирования мгновенного впечатления о человеке. В конце концов, все, с чем мы сталкиваемся, обладает большим количеством разнообразных характеристик. Так, один человек храбр, умен, за словом в карман не лезет, порывист в движениях, но при этом еще и серьезен, энергичен, терпелив и вежлив. Другой – медлительный, осмотрительный, серьезный, но порой мгновенно приходит в ярость. Как сочетаются такие воспринимаемые черты, формируя общее впечатление о человеке и позволяя нам экстраполировать и предсказывать его поведение в различных обстоятельствах? Сходятся ли все индивидуальные черты вместе и тем самым определяют наше восприятие, или же одна или несколько отдельных черт берут верх над другими, заслоняя их и создавая общее впечатление? И как это сказывается на восприятии крупных публичных фигур вроде Гитлера, Черчилля и Рузвельта, с которыми непосредственно взаимодействовали немногие?

В 1943 году, в разгар Второй мировой войны, Аш провел эксперимент, призванный ответить на эти вопросы. Он набрал испытуемых – в основном это были молодые женщины – с младших курсов психологических факультетов различных университетов Нью-Йорка, таких как Бруклинский и Хантерский колледжи. «Я зачитаю вам ряд определений, которые относятся к конкретному человеку, – заявил он одной собранной таким образом группе. – Пожалуйста, внимательно послушайте и постарайтесь составить впечатление о человеке. Потом вас попросят в нескольких предложениях дать его краткую характеристику. Я буду читать список

медленно и дважды повторять каждое определение: умный... умелый... изобретательный... холодный... решительный... практичный... осторожный». Второй группе прочли тот же список за единственным исключением: слово «холодный» заменили на «теплый». Группа, где прозвучало слово «холодный», предложила примерно такую характеристику: «Очень амбициозный и талантливый человек, который никому не позволит стать у себя на пути к поставленной цели. Следует собственной дорогой. Никогда не сдастся, что бы ни случилось». Члены же «теплой» группы написали: «Человек, который верит в определенные ценности, хочет объяснить свое видение остальным, честен в спорах, но стремится доказать собственную точку зрения». После этого испытуемых попросили описать свои впечатления, выбрав одно прилагательное из пары антонимов (великодушный/мелочный, общительный/необщительный, человечный/безжалостный, слабый/сильный, надежный/ненадежный и честный/нечестный) для характеристики «холодного» и «теплого» индивидуумов. После анализа ответов и применения соответствующих статистических тестов оказалось, что разграничение «холодный/теплый» очень значимо. Человека, названного теплым, чаще описывали как великодушного, общительного и человечного, в то время как холодный индивидуум рассматривался как мелочный, необщительный и безжалостный. Однако теплого не характеризовали чаще как надежного, сильного или честного, что показывало: «теплый» дескриптор не приводил к общему позитивному сдвигу восприятия во всех направлениях. Восприятие человека как «теплого» скорее вызывало в уме определенный набор качеств: способность прийти на помощь, дружелюбие и, что важнее всего, добросовестность. Проще говоря, «теплых» людей не воспринимают как угрозу.⁴

Последующие эксперименты и внелабораторные наблюдения Аша и многих других исследователей показали, что противопоставление «холодный/теплый» – главный источник формирования как первого впечатления о человеке (на втором месте – противопоставление «компетентный/некомпетентный»), так и групповых стереотипов о многих странах и культурах.⁵ Почему мы так реагируем на лингвистическую метафору теплого человека? Очень похоже на то, что у нее – глубокие биологические корни. Мы часто используем термины, знакомые по сенсорному опыту, для создания абстрактных психологических понятий. И в нашей частной жизни, и в истории эволюции человечества физическое ощущение тепла, по большей части благодаря материнским прикосновениям, ассоциируется с безопасностью, доверием и отсутствием угрозы.

Модель формирования впечатлений Аша вызывает очевидный вопрос: связана ли теплота физическая с метафорической? Например, активирует ли у взрослых обычное тактильное восприятие теплоты чувство межличностного тепла, которое переносится и на оценку неизвестного нам человека? Чтобы исследовать этот вопрос, Лоуренс Уильямс и Джон Барг из Колорадского и Йельского университетов соответственно провели хитрый эксперимент. Сотрудница экспериментаторов встречала испытуемых в вестибюле здания факультета психологии. Эта сотрудница (которая, что важно, ничего не знала о сути эксперимента) держала в руках много вещей: стакан с кофе, папку с бумагами, пару тетрадей. Во время подъема на лифте на пятый этаж она обычным тоном просила каждого испытуемого подержать стакан с кофе, пока она записывает информацию об участнике исследования в таблицу, прикрепленную к папке с документами. Затем она забирала кофе и провожала участника к экспериментаторам. В одних случаях в стакане был горячий кофе, в других – кофе со льдом. Когда испытуемые

⁴ Мы называем безэмоциональных и потенциально опасных людей «хладнокровными». Многим из нас легко представить себе эмоциональную жизнь теплокровных (гомойотермных) млекопитающих – обезьян, собак и кошек. Но при этом нам кажется, что хладнокровные – рыбы, ящерицы, змеи – э-э-э, «хладнокровные». Хотя нам мало известно об эмоциональной жизни хладнокровных (пойкилотермных) животных, не стоит считать, что она подобна нашей или, напротив, вообще отсутствует.

⁵ Это имеет смысл в рамках двухчастной модели оценки. Сначала нужно отличить врага от друга (или, по крайней мере, неврага), а затем оценить, способно ли это существо причинить вам вред.

прибывали в лабораторию, им сразу же давали опросник личностной оценки, напоминающий тот, что использовал Аш в оригинальном исследовании 1943 года, но без оппозиции «холодный/теплый» (например, человек А описывался как умный, умелый, изобретательный, решительный, практичный и осторожный).

Затем участников просили оценить вымышленного персонажа по десяти параметрам, используя описанный выше метод антонимов (человечный/безжалостный, честный/бесчестный и т. д.). Оказалось, что участники, которых просили поддержать горячий кофе, считали описываемого персонажа значительно более теплым (человечным, достойным доверия, дружелюбным), чем те, кому давали глянсе. Удивительно, но краткое воздействие физической теплоты на кожу рук и впрямь вызывало теплоту межличностную.⁶

Связано ли влияние случайных тактильных ощущений на нашу оценку незнакомых людей именно с теплом, которое вызывает сильные положительные эмоциональные ассоциации, или же все сказанное относится к осязательным ощущениям в целом? Способны ли иные прикосновения воздействовать на наше подсознательное восприятие людей и ситуаций? Учитывая богатство тактильных метафор в языке – «весомые обстоятельства», «тяжесть ситуации», «гладко прошедшие переговоры», «жесткий делец», – Джон Барг, на этот раз вместе с Джошуа Аккерманом и Кристофером Носерой, решил проверить эту более смелую гипотезу.

Сначала испытуемых просили оценить резюме кандидата на должность, вложенное в легкую или тяжелую папку (340 граммов против 2041 грамма – вес среднего ноутбука). Испытуемые, получившие тяжелую папку, оценивали кандидата как намного более компетентного в целом и проявляющего значительно больше интереса к предлагаемой должности. Тактильное ощущение от тяжелой папки подсознательно заставляло считать кандидата имеющим больше достоинств и более серьезные намерения. Важно отметить, что тяжесть папки не изменяла подсознательных впечатлений по всем пунктам: например, кандидата не считали более или менее склонным ладить с коллегами. Тяжелая папка скорее подчеркивала именно серьезность намерений.⁷

Под впечатлением от метафор типа «грубый ответ» группа Барга перешла к исследованию текстур. Одних прохожих просили собрать простой пазл, кусочки которого были покрыты наждачной бумагой, а другим выдавали такой же пазл, но с гладкой поверхностью. Затем всем участникам предлагали прочитать отрывок, описывающий социальное взаимодействие, в котором ситуация была заведомо неоднозначной. Когда участников исследования просили оценить качество взаимодействия в отрывке, те, кто получал пазл с грубой текстурой, описывали взаимодействие как гораздо более враждебное (а не дружественное), более конкурентное (а не согласованное), более напоминающее ссору, а не обсуждение. Физический контакт с грубой текстурой изменил оценку социального взаимодействия: оно стало более «грубым» метафорически.⁸

Наконец, было проведено еще одно подобное исследование применительно к тактильной оппозиции «жесткий/мягкий». Здесь психологи воспользовались антуражем фокуса. Испытуемых попросили посмотреть фокус и попытаться угадать, в чем его секрет. Им предлагалось изучить предмет, который будет использован в трюке, – якобы чтобы убедиться, что его целост-

⁶ Важно отметить, что, как и в исследовании Аша 1946 года, теплая чашка кофе не вызвала общего эффекта ореола. На характеристики личности, которые не ассоциируются с теплом или холодом (например, надежность/ненадежность и честность/нечестность), температура кофе не влияла.

⁷ Полезно отметить, что более тяжелая папка не просто вызывала более серьезную активацию сенсоров кожи, но и требовала большего сжатия мышц руки, которые обладают собственными рецепторами и связями с мозгом. Этот вопрос будет рассмотрен подробнее в последующих главах.

⁸ Участников также просили оценить степень знакомства вымышленных персонажей прочитанных отрывков (насколько близко они знакомы, носит их знакомство личный или деловой характер), и на этот показатель тактильный опыт никак не влиял.

ность не нарушена. Одни прохожие в процессе ощупывали мягкие ткани, другие – твердый кусок дерева.

После этого трюк откладывался, а участников просили прочитать то же самое намеренно двусмысленное описание социального взаимодействия, что и в предыдущем исследовании гладкой/ грубой текстуры, но на этот раз им сказали, что оно произошло между сотрудником и его начальником. Те, кому пришлось трогать твердое дерево, в ответ на просьбу описать сотрудника чаще характеризовали его как прямого и непреклонного человека, что соответствовало метафоре жесткости при описании неподатливой, безэмоциональной личности. (А фокус – увы! – никому так и не показали.)

Тот факт, что даже случайный тактильный опыт способен оказывать влияние на впечатления людей и наше социальное взаимодействие, нельзя не признать довольно обескураживающим. Как бы отреагировала та милая умная женщина, с которой я болтал в 1983 году в *Caffe Med* в Беркли, если бы держала в руке стаканчик с горячим кофе, а не с холодной содовой? А как насчет того странного декана факультета, который машинально сжимал резиновый мячик, проводя со мной собеседование? Если бы он играл с канцелярским ножом, что бы он обо мне подумал: что у меня более острый ум или что я просто человек жесткий и неподатливый?

Хотя исследования случайных касаний Барга были хорошо организованы, а их результаты – полезны и интересны, у них есть свои недостатки. Прежде всего, они не передают впечатлений, полученных в реальных ситуациях. Такого рода эксперименты требуют, чтобы подсознательно сформированные впечатления были переведены в сознательные и явные, а реакция участников соответствовала заранее установленной исследователем шкале. Это неестественная ситуация. В повседневной жизни мы постоянно формируем представления о людях и ситуациях, но вовсе не проходимся одновременно по табличкам, оценивая человека как «гуманного или безжалостного», а ситуацию – как спор либо ссору. Вот почему важно исследовать социальную функцию прикосновений в контексте повседневности.

Трудно найти лучшую живую лабораторию по исследованию тактильного и социального взаимодействия, чем Национальная баскетбольная ассоциация (НБА) с ее сложным социальным устройством, четкими индикаторами личных и командных результатов и огромным количеством шлепков, обменов «пятюнями» и ударов грудью.

Всем этим занялась исследовательская группа Университета Беркли в составе Майкла Крауса, Кэсси Хуань и Дачера Келтнера. Они рассудили, что если межличностный тактильный контакт способен повысить доверие и сотрудничество между игроками – очень важные факторы для успеха баскетбольной команды, – то активные осязательные контакты между игроками в начале сезона позволяют предсказать более слаженную игру команды на всем его протяжении, которая приведет к лучшим результатам.

Чтобы проверить свое предположение, Краус и коллеги сначала посмотрели видеозаписи игр с участием всех тридцати команд НБА (с участием 294 игроков)⁹ в начале (в первые два месяца) сезона 2008/09. Они записали частоту тактильных контактов, их тип и продолжительность (стуканья кулаками, соприкосновения в воздухе плечами и обеими ладонями и т. д.), которые следовали за точным броском спортсмена. Исследователи составили для этих игр рей-

⁹ Интересно подробное описание методов, примененных группой Крауса: «Кодирование сосредоточено на интенциональных формах контакта, поэтому контакты, вызванные самой игрой в баскетбол (борьба за позицию, постановка заслонов), не кодировались. Кроме того, из-за неудачных углов съемки мы решили не кодировать прикосновения во время повторов, крупных планов, таймаутов или в конце игровых четвертей и сосредоточились на 12 различных типах прикосновений в тех случаях, когда не менее двух игроков праздновали позитивное действие, которое пошло на пользу команде (например, точный бросок). Среди этих прикосновений – удары кулаками, «пятюни», удары грудью, удары плечами, тычки в грудь, шлепки по голове, хватания за голову, «пятюни» внизу, «пятюни» двумя руками, полные и частичные объятия и свалки всей командой». Заметим, что аналитики не упомянули удары задницами и поцелуи. Два независимых эксперта отсматривали каждую игру, и прикосновение фиксировалось, только если его отмечали оба (83 % случаев).

тинги кооперативного поведения – разговоров с одноклубниками, передач мяча и постановок заслона, – то есть такого поведения, которое подразумевает доверие к одноклубникам, порой ценой снижения индивидуальных результатов.

Чтобы оценить индивидуальные и командные результаты в ходе сезона, они обратились к статистике, которую ведет НБА и свободно распространяет через свой официальный сайт.¹⁰

После сбора данных и проведения соответствующих статистических анализов результат получился однозначным: контакты при праздновании попадания в играх начала сезона явным образом коррелировали с улучшением результатов как команды, так и отдельного игрока в ходе этого сезона (рис. 1.2).

Но не объясняется ли эта связь куда проще? Например, тем, что лучшие игроки и команды просто чаще попадают в кольцо, а следовательно, у них больше поводов отметить точные броски? Это изменило бы интерпретацию корреляции прикосновений с результатами. Чтобы изучить такую возможность, Краус с коллегами применили статистическую поправку, учтя общее количество набранных очков, но связь прикосновений с результатами оставалась сильна и для команд, и для игроков. Но что, если команды, которые с самого начала сезона рассматривались как фавориты (в опросах тренеров или спортивных обозревателей), изначально более оптимистично настроены и именно этот фактор приводит к увеличению тактильных контактов при праздновании и более высоким результатам?

Как бы то ни было, корреляция тактильных контактов в начале сезона и результатов осталась неизменной и после применения статистической поправки, учитывающей прогнозы в начале сезона, а также еще одной поправки на статус игроков (и зарплату как его показатель).

После оценки кооперативного поведения выяснилось, что оно во многом ответственно за прикосновения и успешную игру. Хотя исследования такого типа не доказывают наличие причинно-следственной связи, выявленные исследователями корреляции свидетельствуют о том, что короткие прикосновения при праздновании удачных действий (по крайней мере, в профессиональном баскетболе) идут на пользу индивидуальным и групповым результатам, укрепляя сотрудничество и стимулируя кооперативное поведение.

Если же говорить о тех, кто не играет в НБА, – какие функции выполняют взаимные прикосновения? Всегда ли они призваны укрепить доверие и сотрудничество? Для ответа на эти вопросы посмотрим на наших двоюродных братьев-приматов – бабуинов, шимпанзе и зеленых мартышек-верветок. Эти виды живут большими группами: множество глаз и ушей по периметру территории помогает быстро определять угрозу и держаться в безопасности от хищников. Их сила в численности: хотя взрослый леопард почти всегда побеждает в схватке с отдельным бабуином, известны случаи, когда группы бабуинов загоняли леопардов на деревья, а порой и убивали. Многие из таких больших семей обитают в местах с легкодоступной пищей. Благодаря относительной безопасности и изобилию корма, бабуинам хватает времени для сложной общественной жизни.

¹⁰ Любопытны показатели, использованные Краусом и его коллегами. Например, количество набранных очков – не особенно надежный показатель: некоторые игроки набирают много очков потому, что часто делают броски, хотя процент их результативности достаточно низок, так что они просто теряют мяч. Выбранная исследователями статистическая система WinScore оценивает общее положительное влияние игрока на успех команды и учитывает подборы, набранные очки, броски, передачи, блокшоты и потери.

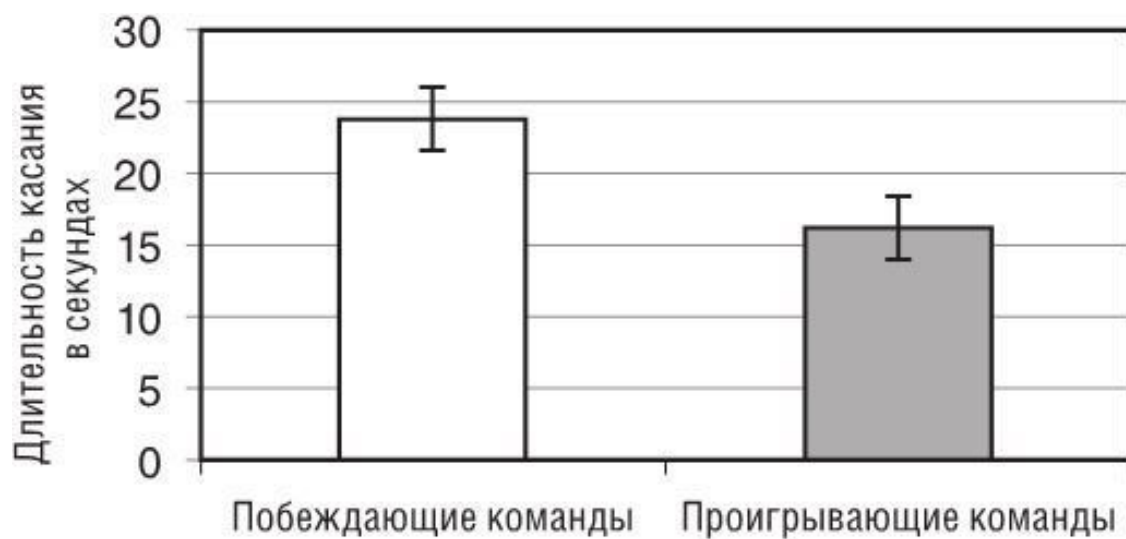


Рис. 1.2. Взаимные прикосновения предсказывают улучшение результатов в играх НБА.
Сверху: Диаграмма показывает общую продолжительность радостных осязательных кон-

тактов для пяти последовательных игр НБА начала сезона 2008/09. Приводится по: Kraus M. W., Huang C., Keltner D. Tactile communication, cooperation, and performance: an ethological study of the NBA // Emotion 10. 2010. 745–749. Опубликовано Американской психологической ассоциацией; воспроизводится с ее разрешения.

Внизу: Баскетболисты сталкиваются грудью в воздухе

Например, британский специалист по поведению приматов Робин Данбар сообщает, что гелады (разновидность бабуинов), живущие на Эфиопском нагорье, до 20 % времени, исключая сон, проводят, роясь в шерсти друг друга. Таким образом, на груминг у них уходит невероятно много времени. Хотя груминг нужен для удаления отмершей кожи, паразитов, спутанной шерсти и кусочков растений, гелады (и многие другие виды приматов) занимаются им значительно больше, чем необходимо для содержания кожи и шерсти в чистоте. Основная функция груминга носит социальный, а не дерматологический характер (рис. 1.3).

Гелады живут большими группами – от ста до четырехсот особей, но в каждой такой группе существует несколько более мелких объединений: гаремы, состоящие из четырех-пяти самок, детеныши и один самец-добытчик. Когда молодые гелады вступают в стадию взросления, юные самцы уходят из гарема и сбиваются в холостяцкие стаи, а самки остаются. Таким образом, социальным ядром гарема оказывается группа самок-родственниц: матерей, сестер, теток, двоюродных сестер. Эти гаремные самки образуют лояльную и долгосрочную коалицию, которая укрепляется и поддерживается при помощи груминга.¹¹ Их сестринская солидарность проявляется различным образом, но нет ничего интереснее случаев, когда участнице коалиции грозит опасность со стороны доминантного самца. Единственный самец-добытчик, глава гарема, должен постоянно следить за самками, чтобы они не вступали в сексуальные отношения с более молодыми самцами из холостяцких групп, которые постоянно отираются неподалеку. Помимо отпугивания самцов-холостяков, самец-добытчик часто пытается утратить и саму самку, угрожая ей и ведя себя агрессивно (пыхтит и скалит зубы). В этом случае ее родственницы спешат на выручку и коллективно отгоняют самца-добытчика. Но внутри этой женской коалиции не все отношения равноправны, а связи между некоторыми ее участницами крепче, чем у других. Если внутри гарема возникает свара, самка объединяется с наиболее усердной партнершей по грумингу.¹²

¹¹ Данбар отмечает, что кооперативное поведение характерно далеко не для всех приматов: оно не встречается у большинства видов Нового Света и у некоторых видов Старого Света – например, колобусов и лемурув. В целом чем больше социальная группа, тем более вероятно кооперативное поведение, сопровождаемое постоянным грумингом.

¹² Конечно, жизнь бабуинов не сводится к милому и счастливому взаимному грумингу. Они бывают настоящими стервецами. Роберт Сапольски, изучающий стресс в сообществах бабуинов, пишет: «Бабуины – идеальные модели для той экосистемы, которой я занимаюсь. Они живут в прекрасном месте – в Серенгети, в Восточной Африке, селятся большими группами, так что хищники им угрожают редко. Детская смертность низкая. Более того, бабуинам достаточно три часа позаниматься собирательством, чтобы получить дневную норму калорий. А раз на добычу еды они тратят всего три часа, у них есть девять часов, чтобы угнетать других бабуинов. Как и мы, они находятся в экологически привилегированном положении и располагают временем на создание психологического стресса для других обезьян. Если бабун в Серенгети несчастен, то в этом всегда виноват другой бабун» (курсив мой. – Д. Л.).



Рис. 1.3. Молодой самец гелады (Theropithecus gelada) занимается грумингом взрослого самца. Это ключевое поведение для создания длительных социальных связей и формирования союзов

В этих социальных группах приматов груминг столь же социально важен, как выбор соседа по парте у старшеклассников. Матери ухаживают за своими отпрысками; сексуальные пары ухаживают друг за другом; друзья ухаживают за друзьями – как в мужских, так и в женских парах. Как и в старших классах школы, приматы с более высоким статусом получают при ухаживании больше внимания, чем уделяют его сами. Груминг создает и укрепляет сеть лояльности, так что члены коалиции с большей вероятностью приходят на помощь представителю своей группы, которому угрожает опасность в гаремной ссоре, или со стороны участника другой группы, или даже со стороны хищника. Использование аудиозаписей показало, что шимпанзе и макаки чаще реагируют на призыв о помощи (даже подвергаясь опасности сами), если он исходит от животного, которое недавно за ними ухаживало.

Молодой самец шимпанзе или бабуина занимается грумингом альфа-самца, чтобы добиться его расположения, или же, надеясь свергнуть вожака, устанавливает на основе гру-

минга альянс с другим молодым самцом. Когда сбросить альфа-самца удастся, молодой самец часто сам делает жест доброй воли по отношению к свергнутому монарху, чтобы уменьшить вероятность его нападения с целью вернуть себе прежний статус. Новый король, если ему хватит ума, даже сделает прежнего вожака союзником, чтобы вместе отпугивать других самцов в переходный период. Свергнутый вожак, поняв, что не в силах вернуть себе прежний статус, предпочтет с этим смириться, чтобы остаться в группе и защищать своих отпрысков, даже если его царствование уже завершено. Существует ритуал подобного примирения: победитель подставляет свергнутому самцу зад, а тот пробирается между задними лапами нового вожака и легонько касается его пениса. Покончив с формальностями, пара ухаживает друг за другом, как друзья после долгой разлуки, тем самым скрепляя сделку.

Итак, ситуации очень похожи и для людей – игроков НБА, и для приматов за пределами рода *Ното*, таких как гелады: социальные прикосновения, как правило, укрепляют сотрудничество и лояльность. И люди, и другие приматы используют груминг и прочие формы социального взаимодействия для утешения, примирения, образования альянсов, вознаграждения за совместные действия и укрепления родственных и дружеских уз. Но характерно ли такое поведение только для приматов или же его признаки можно найти и у других животных?

Есть как минимум один яркий пример социального груминга за пределами семейства приматов. Обыкновенный вампир – летучая мышь, *Desmodus rotundus*, летает по ночам и питается кровью живых млекопитающих – чаще всего лошадей, ослов, крупного рогатого скота и тапиров. Это его единственный источник питания, потому что из-за узкого горла твердая пища ему недоступна. Если животное покрыто шерстью, то вампиры при помощи клыков и моляров осторожно ее выстригают, прежде чем вгрызться в кожу острыми верхними резцами и начать сосать кровь. Слюна летучих мышей содержит антикоагулянт, благодаря которому кровь не сворачивается в течение 20–30 минут, необходимых для переваривания пищи. (Иногда другая летучая мышь терпеливо ожидает у той же самой ранки.) Взрослая самка вампира обычно весит около 40 граммов, но высасывает до 20 граммов крови, прежде чем улетит, отяжелевшая и насытившаяся. Но у вампиров очень интенсивный метаболизм, так что если одну-две ночи подряд они не найдут себе пищи, то потеряют до 25 % веса и рискуют погибнуть.

В одной части своего ареала, в Коста-Рике, летучие мыши-вампиры обитают в дуплистых деревьях группами от восьми до двенадцати особей. Джеральд Уилкинсон и его коллеги из Университета Колорадо несколько месяцев наблюдали этих летучих мышей на их древесных насестах. Оказалось, что к обоюдному грумингу больше склонны родственники или те особи, которые часто становятся соседями по насесту. Груминг также стимулировал особый вид сотрудничества: после процедуры животное нередко делилось с партнером по ней едой, отрывая часть пищи (рис. 1.4). Судя по всему, груминг служит способом убедить партнера поделиться пищей.

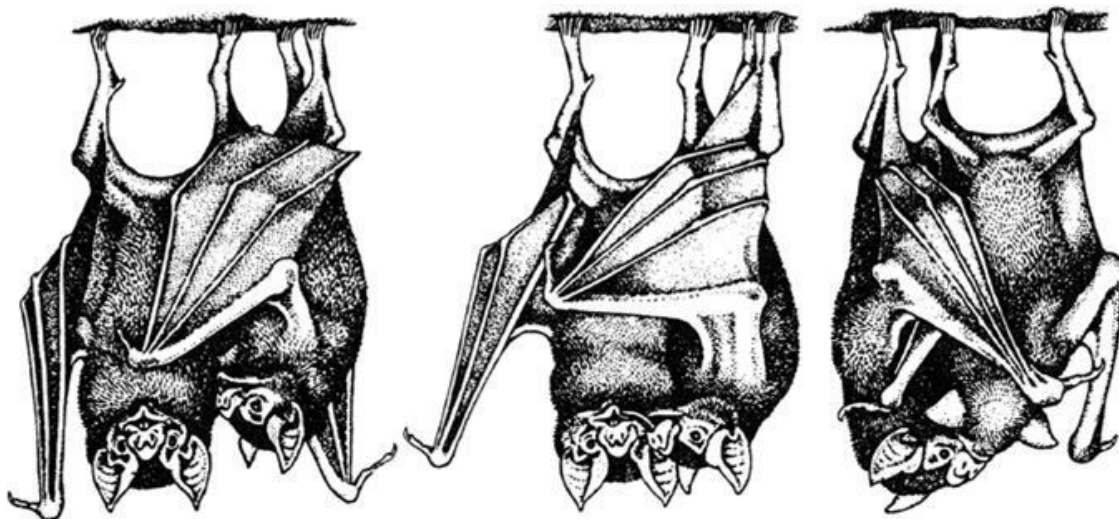


Рис. 1.4. Голодная летучая мышь получает отрыгнутую кровь. Грумминг начинается с того, что голодный вампир облизывает потенциального донора под крылом (слева), а затем лизжет ему губы (в центре). Если донор согласен, он отрыгивает немного крови (справа). Кровью делятся только близкие родственники или давние соседи по месту отдыха. Иллюстрация Патрисии Уинн; используется с ее разрешения. Рисунок впервые опубликован в: Wilkinson G. S. Food sharing in vampire bats // *Scientific American* 262. 1990. 76–82

Выпросив еду у соседки, вернувшейся с обеда, летучая мышь переживет ночь и получит возможность найти кровь самостоятельно. В мире вампиров такие отношения выглядят взаимовыгодными: я поухаживаю за тобой, а ты выплюнешь кровь мне в горло. В следующий раз, возможно, я сделаю то же для тебя.

У нас уже имеется много свидетельств того, что социальные прикосновения способствуют доверию и сотрудничеству. Интерпретируя все эти данные, мы исходим из того, что все млекопитающие – люди, гелады, вампиры – в детстве испытывали материнские прикосновения, что побуждает их ассоциировать теплые, легкие тактильные контакты с безопасностью. Но что происходит, когда этот ранний опыт материнских контактов отсутствует?

В конце 1950-х годов Сеймур Левин и его коллеги из Центра здоровья Университета Огайо изучали, как сказываются события первых дней жизни особи на формировании ее личности, в особенности в плане реакции на стресс. Они выращивали в лаборатории серых крыс и вскоре после рождения выбирали троих из помета (в котором обычно бывает 10–12 крысят) и гладили их в течение 15 минут. Эта процедура повторялась изо дня в день с одними и теми же особями, пока им не исполнилось по три недели. Став взрослыми, эти обласканные особи демонстрировали позитивные черты в поведении: были менее боязливыми, проявляли большую склонность к исследованию новых условий и оказались меньше подвержены стрессу по сравнению со своими однопометниками. Анализ крови показал, что у детенышей, которых гладили, в стрессовой ситуации вырабатывалось меньше кортикостерона и аденкортикотропного гормона.¹³

Эти первичные исследования не имели целью анализ конкретных механизмов, того, как поглаживание запускает гормональные и поведенческие изменения в ответ на стресс. Левин

¹³ Первые исследования учитывали обращение с новорожденными вплоть до двадцать первого дня; в дальнейшем выяснилось, что значение имеют лишь первые семь дней – следующие не оказывали особого влияния. Можно ли считать это формой материнской депривации? Едва ли, поскольку в течение дня матери-крысы обычно покидают убежище на 20–25 минут.

предположил, что изменения были связаны не столько с самим поглаживанием, сколько с последующим поведением матери-крысы.

Когда после поглаживания крысята возвращались в родную клетку, они издавали ультразвуковой плач, в ответ на который мать удваивала усилия по вылизыванию и грумингу, что увеличивало тактильное внимание к этим крысятам в течение всего периода поглаживания.

Хотя поведение матерей-крыс поразительно само по себе, куда интереснее, можно ли экстраполировать подобную корреляцию и на развитие человека. Интерес к этому зародился после серии экспериментов, проведенных исследователями Университета Макгилла во главе с Майклом Мини.

В ходе наблюдений за множеством матерей-крыс (серых, одной и той же лабораторной линии Лонга – Эванса) выяснилось, что одни вылизывают детенышей часто, а другие гораздо реже. Более того, самые внимательные матери вылизывали детенышей и ухаживали за ними почти в три раза дольше, чем самые нерадивые. И оказалось, что человеческие поглаживания выравнивают это распределение: менее внимательные матери усиливают тактильные контакты и догоняют более заботливых.

Выросшие детеныши менее заботливых крыс хуже ориентировались в пространстве и были боязливей, чем те, кого матери вылизывали чаще. Они проявляли меньшую склонность к исследованию новых территорий и реже пробовали непривычную пищу. С некоторой долей антропоморфизма позволим себе сказать, что они просто-напросто дрейфили. Их боязливость может быть связана с сигналами гормонов стресса. Таким образом, мы видим закономерность: крысы, которых редко вылизывали матери, всю жизнь имеют повышенный уровень гормона стресса (рис. 1.5).

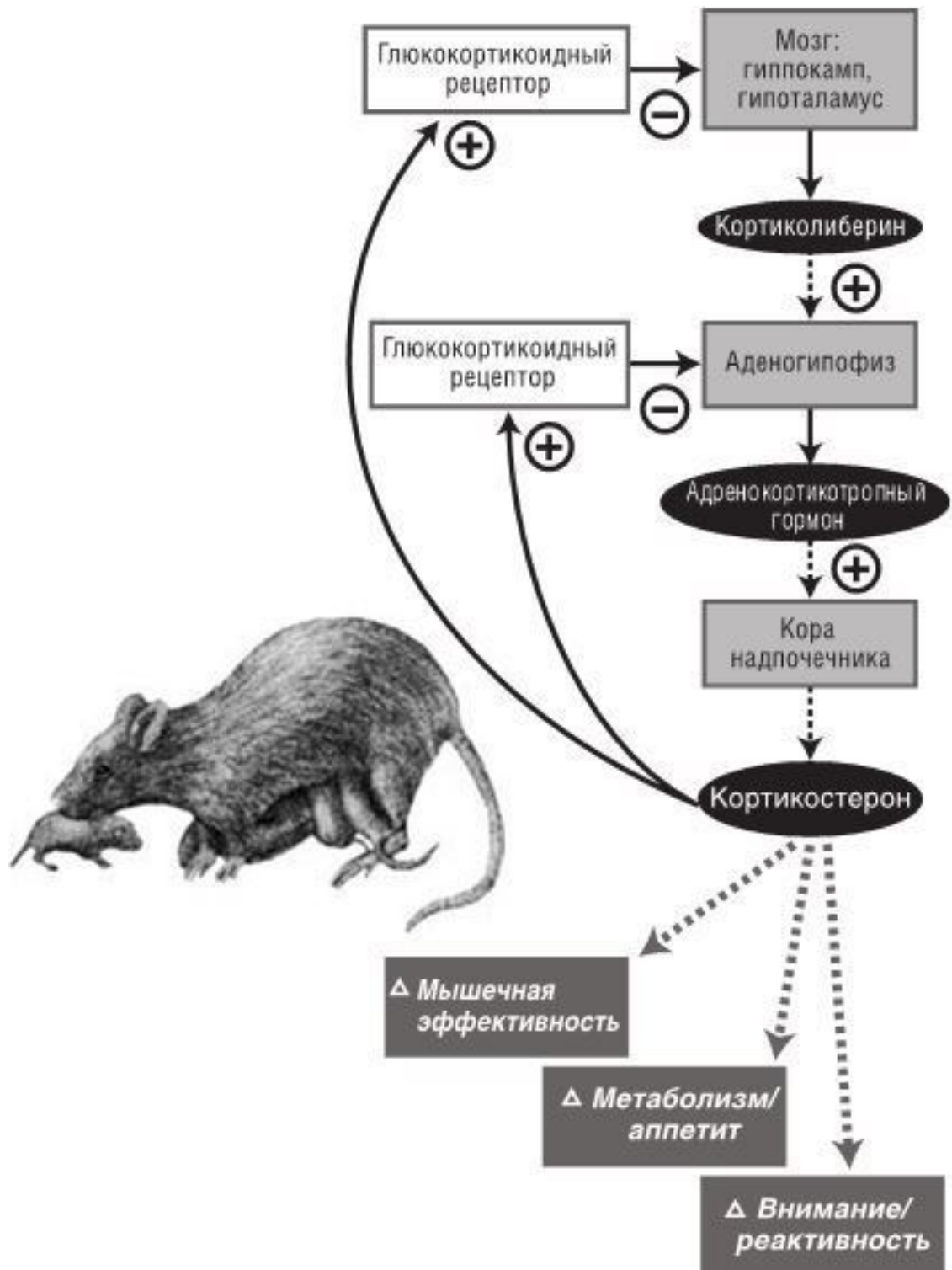


Рис. 1.5. Материнское вылизывание и груминг новорожденных крысят на всю жизнь порождают изменения в сигналах гормонов стресса. Стресс вызывает каскад гормональных ответов, которые порождаются в зоне мозга, именуемой гипоталамусом, где выделяется гормон кортиколиберин (КРГ). Он активизирует переднюю часть гипофиза, где, в свою очередь, выделяется еще один гормон – адренокортикотропный, циркулирующий по кровеносной системе к надпочечной железе. Затем надпочечная железа выделяет гормон кортикостерон, который оказывает множественное влияние на организм – регулирует мышечную эффективность, метаболизм, электролитный баланс, аппетит и внимание. Кортикостерон также связывает глюкокортикоидные рецепторы мозга, формируя отрицательную обрат-

ную связь, которая подавляет выработку кортиколиберина. Весь этот путь сигнализации о стрессе носит название гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы (ГГН). У детенышей, которых матери недостаточно вылизывали, в результате умеренного кратковременного стресса (взрослых крыс запирали в пластиковых трубках на двадцать минут, а затем брали образцы их крови) возрастает уровень адренокортикотропного гормона и кортикостерона. К тому же в мозге таких крыс меньше глюкокортикоидных рецепторов, способных связывать циркулирующий кортикостерон, что снижает отрицательную обратную связь и усиливает эффекты гормонов стресса

Какой вывод можно из этого сделать? Объясняется ли этот уровень именно недостатком вылизывания или следует говорить лишь о корреляции? Способны ли не склонные к вылизыванию матери передавать эту черту по наследству своему потомству? В ходе исследований выяснилось и еще одно обстоятельство: как у людей нерадивые матери часто встречаются в одной семье из поколения в поколение, так и самки серых крыс, чьи матери плохо их вылизывали, сами, становясь взрослыми, оказались не склонны к вылизыванию своих детенышей.

В науке о человеческом поведении распутывание проблем класса «природа или воспитание» часто включает исследования близнецов, усыновленных разными семьями. Нечто похожее можно проделать и с крысами. Два крысенок из помета мало вылизывающей детенышей матери в течение двенадцати часов после рождения были отняты от нее (их поместили несмываемым маркером) и подброшены в помет матери, склонной к вылизыванию. Когда крысята выросли, оказалось, что их поведенческий отклик и гормональная реакция на стресс ниже, чем у братьев и сестер, оставшихся с матерью.

Кроме того, самки, подвергнутые пересадке к другой матери, имели больше шансов сами стать матерями, склонными к вылизыванию потомства. И наоборот – крысята, перенесенные от часто вылизывающих потомство матерей к не склонным это делать самкам, имели повышенный отклик на стресс, а у молодых самок было больше шансов стать матерями, не склонными к вылизыванию потомства.¹⁴ Эти результаты, вкупе с благотворным эффектом от поглаживания человеком крысят, рожденных мало вылизывающей их самкой, говорят в пользу поведенческой, а не генетической передачи реакций на стресс.

Но воздействие частого вылизывания и груминга должно каким-то образом видоизменять мозг и гормональную систему крысят, так что эти эффекты все равно носят биологический характер. Собственно говоря, сейчас мы уже знаем некоторые биохимические детали того, как материнское вылизывание и груминг постоянно модифицируют гены, ответственные за передачу поведения через поколения. Эти «эпигенетические сигналы» – пример того, как природа и воспитание встречаются на молекулярном уровне.¹⁵

Если воспитание потомства, устойчивого к стрессу, действительно выгодно, то почему не все крысы-матери склонны к частому вылизыванию и грумингу своих крысят? Ведь это дало

¹⁴ Эксперименты проводились под строгим контролем: детеныши мало вылизывающих матерей передавались другим мало вылизывающим матерям, а «подкидышей» забирали у матерей всего на несколько минут и вскоре возвращали.

¹⁵ Хотя мы не до конца пока понимаем все клеточные и молекулярные процессы, участвующие в формировании тактильных ощущений новорожденных детенышей и дальнейших изменений в сигнальной системе гормонов стресса, некоторые аспекты уже ясны. Например, детеныши склонных к вылизыванию матерей обладают модификацией гена, кодирующего глюкокортикоидный рецептор. Эта модификация называется деметилированием ДНК и способствует проявлению гена глюкокортикоидного рецептора. Метильные группы присоединяются к участку гена, называемому промотором, и препятствуют связыванию вспомогательного белка – транскрипционного фактора NGFI-A. Когда деметилирование вследствие вылизывания происходит на раннем этапе развития, оно способствует проявлению этого гена и, соответственно, повышению уровня белка глюкокортикоидного рецептора и формированию отрицательной обратной связи, которая подавляет выработку кортиколиберина (см. рис. 1.5). Ключевая особенность этого механизма состоит в том, что он скорее эпигенетический, чем генетический, то есть не меняет последовательность нуклеотидов, составляющих генетический код отдельной крысы, а химически модифицирует гены, подавляя их активность или способствуя ей.

бы последним преимущество в выживании и размножении? Такой отбор возможен, даже когда информация передается на поведенческом, а не генетическом уровне: если у крысят, рожденных не склонными к вылизыванию матерями, меньше шансов выжить и размножиться, почему тогда склонность к вылизыванию не стала доминирующей? Ответ на этот вопрос не до конца ясен. Поскольку в диких условиях серые крысы занимают множество экологических ниш – от городских помоек до лесов и лугов, – они сталкиваются с широким спектром экологических условий: различаются их естественные враги, пищевые ресурсы, погода. Майкл Мини и его коллеги высказали предположение, что в некоторых экологических нишах – с большим количеством хищников и недостатком пищи – высокий уровень реакции на стресс, заложенный менее внимательной крысой-матерью, как раз окажется преимуществом: если приходится жить в постоянной опасности остаться голодным или быть съеденным, все чувства должны быть начеку. Как это происходит на практике, позволяет понять простая аналогия. Подобно работающим человеческим мамам, крысы-матери, которым приходится далеко отлучаться за пищей, чаще покидают нору и попросту имеют меньше времени на уход за детенышами.

Что связь между материнской тактильной стимуляцией и ответом на стресс у крыс поможет нам узнать о других видах? Посмотрим на филогенетическое дерево – сначала вниз, потом вверх. Мелкий круглый червь (нематода) *C. elegans* живет в почве и питается бактериями. Максимальной длины в 1 миллиметр он достигает взрослым, через три дня после выведения. Это любимец биологов: его легко вырастить в лаборатории, он быстро размножается, к тому же он прозрачен. Сейчас у нас есть полная карта нервной системы взрослого *C. elegans*, состоящая из 302 нейронов (для сравнения: в человеческом мозге около 500 миллиардов нейронов). Лишь шесть из них составляют осязательные рецепторы, находящиеся в стенке тела. Эти сенсорные нейроны предоставляют информацию, которая заставляет червя продвигаться вперед или назад в зависимости от того, что он встречает на своем пути (частицы почвы, поверхность воды, другого червя). Только что выведенные черви, получившие возможность развиваться группами по 30–40 особей в лабораторной посуде, полной питательных веществ, достигли максимальной длины, сравнимой с дикими червями, собранными в образцах почвы.

Когда осязательные рецепторы этих взрослых червей, выросших в колониях, касались стенки лабораторной посуды, животные обычно меняли направление и плыли назад. Но если яйцо червя помещали в отдельную емкость и появившаяся из него особь росла в изоляции от других червей, она не достигала максимальной длины и слабее реагировала на касания стенки лабораторной посуды. Изолированные черви продолжали пытаться плыть вперед, как если бы не чувствовали никакой вибрации.

Катарина Рэнкин и ее коллеги из Университета Британской Колумбии обнаружили, что полностью компенсировать недостатки как длины тела, так и осязательных ощущений можно удивительно примитивным способом: поместив емкость с червем после вылупления на двадцать четыре часа в обитый чем-нибудь ящик и периодически сбрасывать этот ящик с пятисантиметровой высоты – тридцать раз в течение нескольких минут. Это точно так же запускало биохимические и структурные изменения в шести сенсорных нейронах. Даже для такого простого организма, как этот червь, без всякой материнской поддержки и всего с шестью нейронами, ответственными за осязание, тактильная стимуляция оказалась важна для развития организма и нервной системы, а ее эффекты сохранялись и во взрослом возрасте.

Считается, что у людей осязание – первое из чувств, формирующихся в период внутриутробного развития, примерно на восьмой неделе беременности. В этот период человеческий зародыш имеет длину примерно полтора сантиметра, весит около грамма и проявляет первые признаки мозговой активности. С развитием эмбриона его осязательная деятельность из рефлекторной становится целенаправленной.

Я с теплотой вспоминаю, как смотрел на своих еще не рожденных близнецов на мониторе ультразвукового аппарата: они реагировали на толчки и удары друг друга во время последнего

триместра беременности. Джейкоб бил Натали по голове, а она отвечала серией ударов в живот. Это выглядело как настоящие боевые приемы, только у зародышей.

Когда дети рождаются, большинство матерей и отцов уделяют им достаточно тактильного внимания. Дети не страдают от длительных нарушений здоровья оттого, что им не делают ежедневный массаж, не дают послушать программы *Baby Einstein* и не развлекают электрическими мобилями над кроваткой. Тем не менее в исследованиях роли осязания в развитии ребенка рассматривались случаи крайней осязательной депривации в домах ребенка с недостатком персонала или у недоношенных детей, изолированных в инкубаторах.

Сейчас таких исследований уже много, и результаты говорят сами за себя: у детей с серьезной осязательной депривацией и недоношенных существует множество проблем развития – от замедления роста, частой рвоты и ослабленной иммунной системы до нарушения когнитивного и моторного развития и формирования привязанности. Как и в случае с крысами, эти нарушения не ограничиваются младенческим периодом. Постоянная осязательная депривация у детей приводит к значительно более частым случаям ожирения, диабета 2-го типа, сердечных и желудочно-кишечных заболеваний во взрослом возрасте. Нейропсихиатрические проблемы у таких взрослых тоже встречаются гораздо чаще: среди них тревожность, аффективные расстройства, психозы и плохой самоконтроль.¹⁶

Конечно, к подобным данным нужно подходить с осторожностью: например, дети, выросшие в приютах с недостатком персонала, скорее всего и питались неполноценно, и не получали должного медицинского ухода, а также с большей вероятностью росли в нищете. У преждевременно родившихся детей также множество проблем со здоровьем, никак не связанных с осязательной депривацией.

Важно понимать, что, хотя изучение корреляции не позволяет убедительно доказать причинно-следственную связь, тщательные методы анализа все больше свидетельствуют в ее пользу. Например, статистические данные говорят о том, что последствия осязательной депривации бывают значительными даже в сообществах, не страдающих от бедности, голода и низкого уровня медицины.

Впрочем, не стоит расстраиваться: чтобы устранить вредное влияние осязательной депривации на детей, нужно приложить не так много усилий. Всего 20–60 минут в день легкого массажа и разминания конечностей в основном нейтрализовали ее отрицательные последствия у детей из приютов с нехваткой персонала. После такой осязательной терапии дети быстрее набирали вес, были меньше подвержены инфекциями, лучше спали и меньше плакали, у них быстрее развивались координация движений, внимание и когнитивные навыки.

Один из эффективных способов легкой тактильной стимуляции недоношенных детей называется методом кенгуру. Эту технику изобрели по необходимости – в переполненном отделении неонатальной интенсивной терапии в Институте материнства и детства в Боготе, столице Колумбии.

В 1978 году доктор Эдгар Рей Санабрия столкнулся с ужасающим показателем смертности в отделении – 70 %, – по большей части вызванной инфекциями и нарушениями дыхания. Не хватало врачей, медсестер и инкубаторов. Доктор Санабрия просил матерей по многу часов в день поддерживать телесный контакт с ребенком, согревая своим теплом и при первой возможности кормить грудью. Обычно использовалась позиция «грудь к груди» в вертикальном положении, как кенгуренок сидит в материнской сумке. Тактильная стимуляция была не главной целью внедрения метода кенгуру, но оказалась одним из основных его преимуществ. Введение метода быстро снизило смертность в отделении Санабрии до 10 %.

¹⁶ В обеспеченных семьях осязательная депривация обычно возникает позже – в школьном возрасте. Последствия такой поздней депривации бывают существенными, но не настолько значительными, как те, к которым приводит более ранний недостаток тактильных контактов.

Метод кенгуру не требует финансовых затрат и невероятно эффективен, так что он распространился по всему миру и положительно повлиял на уход за младенцами (рис. 1.6). В одном из недавних исследований участвовали две группы преждевременно родившихся младенцев: к одной две недели подряд применяли метод кенгуру, а к другой – стандартный инкубаторный метод. Поразительно, но явная польза ранних тактильных контактов ощущается даже в десятилетнем возрасте! Те, к кому применяли метод кенгуру, выросли менее подверженными стрессу; у них было выше качество сна, концентрация внимания и взаимопонимание с матерью.

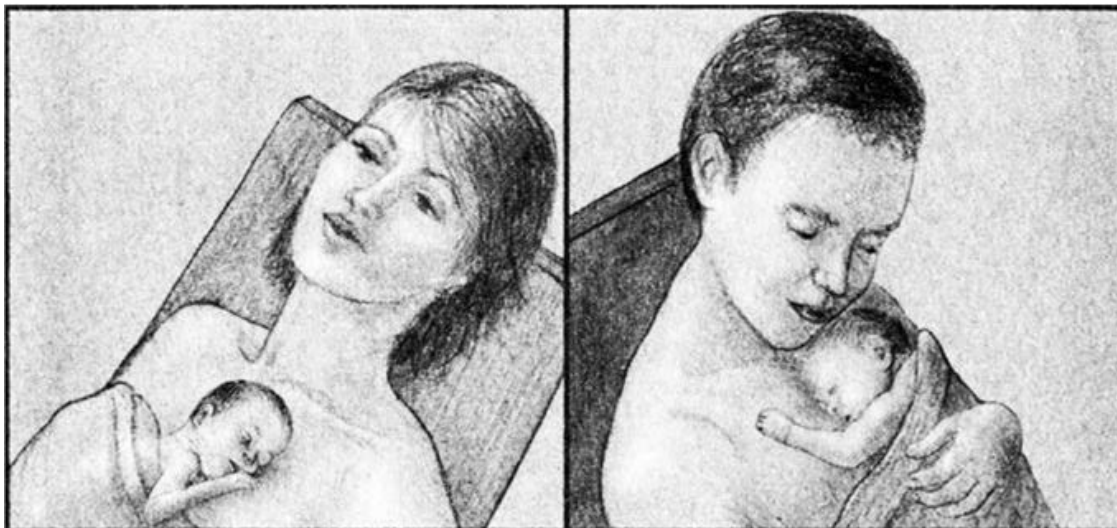


Рис. 1.6. Метод кенгуру для недоношенных младенцев. Для максимального физического контакта ребенка оставляют в одних подгузниках (и иногда в чепчике). В большинстве случаев к методу кенгуру прибегают матери, но с тем же успехом его могут использовать и отцы. Сегодня более чем в 80 % отделений интенсивной неонатальной терапии в США применяется метод кенгуру, в основном благодаря его эффективной пропаганде Сьюзен Лудингтон, профессора педиатрии Университета Кейс-Вестерн-Резерв

Из собственного повседневного опыта мы знаем, что прикосновения вместе с другими сенсорными сигналами можно использовать для передачи широкого спектра эмоциональных смыслов, в том числе поддержки, согласия, одобрения, доминирования, привлечения внимания, сексуального интереса, игры, принятия. Эти смыслы зафиксированы в самоотчетных исследованиях, когда респондентов просили делать краткие записи сразу после того, как они к кому-то прикасались или же кто-то дотрагивался до них самих. Преимущество самоотчетных исследований в том, что в них анализируется поведение в реальной жизни, но у них есть и недостаток: вся восхитительная мультисенсорная и ситуативная сложность реального мира мешает однозначно истолковать роль прикосновений в каждом конкретном взаимодействии.

Остановимся здесь подольше. Передает ли прикосновение определенные эмоции или только усиливает эмоции, уже полученные через другие органы чувств – слух или зрение? Или же, возможно, ответ лежит где-то посередине: осязание может передавать эмоции, но лишь в самом общем виде, к тому же ограничивается сигналами и тональностью: теплота/интимность/доверие или боль/дискомфорт/агрессия. Мэтью Хертенстайн и его коллеги по Университету ДеПоу придумали ряд экспериментов, позволяющих выявить роль социальных прикосновений в передаче эмоций. В одном из исследований пары студентов одного из калифорнийских университетов сидели за столами, отделенные друг от друга черной шторой. Им не разрешалось смотреть друг на друга и разговаривать. Одному из участников, назначенному кодировщиком, показывали листок бумаги со словом, обозначающим эмоцию и произвольно выбранным из двенадцати заранее известных. Затем участника или участницу просили подумать, как

передать эту эмоцию, и попытаться сделать это, в течение пяти секунд любым образом касаясь обнаженной руки второго участника. Воспринимающий участник, или декодировщик, не видел этого прикосновения, поскольку его рука лежала за шторой, на стороне кодировщика. После каждого прикосновения декодирующему участнику предлагалось оценить намерения кодировщика в письменном виде, выбрав одно из тех же двенадцати расположенных в случайном порядке слов, обозначающих эмоции (гнев, отвращение, страх, счастье, печаль, удивление, сочувствие, растерянность, любовь, зависть, гордость и благодарность) или же вариант «все ответы неправильны». Все прикосновения фиксировались на видео и впоследствии оценивались другими участниками, которые не имели представления ни о передаваемых, ни о получаемых эмоциях.

После анализа результатов ста шести пар участников обнаружилось, что эмоции, обращенные на себя, – растерянность, зависть и гордость – эффективно передавать не получалось, а социальные эмоции – любовь (выражалась в основном поглаживанием и переплетением пальцев), благодарность (рукопожатия) и сочувствие (похлопывание и поглаживание) – удавалось расшифровать с частотой, намного превосходящей случайную. Если говорить о других эмоциях, легко выражаемых при помощи мимики, то гнев (передаваемый ударами или сжатием), страх (дрожью, сжатием) и отвращение (отталкиванием) распознавались успешно, а счастье, удивление и печаль – нет. Позднее другую группу студентов попросили оценить видеозаписи этих прикосновений в соответствии с тем же списком из двенадцати вариантов плюс вариант «ничего из вышеперечисленного». Им тоже в большинстве случаев удалось распознать любовь, благодарность, сочувствие, гнев, страх и отвращение, но не другие эмоции. Исследователи заключили, что люди действительно могут отчетливо передавать эмоции через осязание, а следовательно, роль прикосновений не ограничивается усилением или ослаблением эмоций, переданных ранее через иные каналы.

Но дьявол, как обычно, кроется в деталях. Смыслы и ожидания, связанные с осязанием, различаются для разных культур, для различных взаимодействий между полами и даже для разных ситуаций. Эти переменные могут серьезно влиять на осязательную коммуникацию. Когда аналогичный эксперимент с касаниями руки провели в Испании, результаты получились почти такие же. Но, пересмотрев данные по калифорнийскому исследованию, Хертенстайн с товарищами выявили некоторые любопытные гендерные закономерности. Мужчине ни разу не удалось расшифровать гнев, если эту эмоцию пыталась выразить женщина. Когда же мужчина хотел таким анонимным прикосновением выразить женщине сочувствие, у нее также не получалось распознать эту эмоцию.

Эти лабораторные эксперименты, связанные с анонимными прикосновениями, оказались полезны для определения границ того, что вообще способно выразить прикосновение само по себе, но, конечно, в реальной жизни никто никогда не использует осязание с такой целью. Во-первых, большинство тактильных контактов не происходит между незнакомцами: это слишком интимная форма взаимодействия. Во-вторых, в реальном мире прикосновения всегда имеют определенный контекст. Мы по собственному опыту знаем, что одно и то же осязательное ощущение имеет совершенно разные эмоциональные значения в зависимости от пола, силы действия, истории отношений и культурного контекста – всего, что связывает инициатора и получателя контакта.

Рука на плече может выражать множество эмоциональных намерений – от приобщения к коллективу и сочувствия до сексуального интереса и социального превосходства. Ну и конечно, огромное значение имеет культура социальных прикосновений, особенно публичного характера.

В 1960-е годы психолог Сидни Джуард наблюдал за парами, разговаривающими в кафе по всему миру.¹⁷ В каждом городе он методично изучал одно и то же количество пар за одно и то же время. Джуард выяснил, что пары в Сан-Хуане, столице Пуэрто-Рико, прикасались друг к другу в среднем 180 раз в час, в Париже – 110 раз в час, в Гейнсвилле, штат Флорида, – два раза в час, в Лондоне – 0 раз в час.¹⁸ Подобные же различия выявило исследование прикосновений представителей 26 разных наций в залах вылета международного аэропорта на Западном побережье США.¹⁹

Прощальные тактильные контакты были наиболее характерны для тех, кто родился в США, Латинской и Карибской Америке и Европе, а наименее – для жителей Северо-Восточной Азии.

С тем существенным влиянием, которое культура, гендер и общественная ситуация оказывают на восприятие межличностных осязательных контактов, связан важный вопрос: почему одно и то же действие (например, кратковременное похлопывание по плечу), произведенное с одним и тем же усилием и с одинаковой динамикой и порождающее один и тот же сигнал, поступающий в мозг от кожи и мышц, вызывает такие различные ощущения у тех, кто его воспринимает? Причем речь идет не о том, что эти ощущения поначалу кажутся всем одинаковыми и уже затем как-то по-разному интерпретируются. Напротив, они кажутся различными с самого начала – сразу, как только улавливаются. Тактильное восприятие руки, которую положил вам на плечо склонный к доминированию начальник, разительно отличается от того же жеста со стороны хорошего друга и тем более любовника. Само тактильное восприятие должно сочетаться с предыдущим жизненным опытом – начиная с материнской утробы и заканчивая текущим моментом; большую роль играют культура, гендерные роли, история взаимоотношений – и все это рождает полное нюансов восприятие социального прикосновения. Такое соединение прошлого с настоящим занимает десятки доли секунды. И наша задача – выяснить, как биология кожи, нервов и мозга определяет этот ключевой интегрирующий аспект жизни человека как общественного животного.

¹⁷ В этом исследовании принимали участие и однополые, и разнополые пары. Их опрос не проводился, так что люди в парах могли быть и друзьями, и любовниками.

¹⁸ Британцы традиционно занимают последние места в международном рейтинге социальных прикосновений. Известен случай с принцем Чарльзом: он описывает крайне неприятную ситуацию из своего детства, когда его мать, королева Елизавета, вернулась из зарубежной поездки, а ему пришлось ждать в очереди из желающих поздравить ее с прибытием, причем все общение сводилось к рукопожатию.

¹⁹ Национальность участников исследования уточнялась устно уже после осязательных контактов. Хотя исследование интересно, оно не обладает статистической убедительностью и недостаточно широко охватывает мировые культуры: в нем не принимали участия африканцы и почти не были представлены уроженцы Южной Европы.

Глава 2

Что у меня в кармане?

На всякого мудреца довольно простоты. Например, Аристотель попытался осмыслить и объяснить человеческое когнитивное превосходство. Как могут люди быть настолько умнее других существ, если ястреб гораздо лучше видит, у собаки великолепное обоняние, а у кошки гораздо более острый слух?²⁰

Размышляя над этим, Аристотель пришел к убеждению, что у человека необыкновенно сильно развито осязание и что именно это качество и отвечает за его интеллект:

В других чувствах человек уступает многим животным, а что касается осязания, то он далеко превосходит их в тонкости этого чувства. Именно поэтому человек есть самое разумное из всех живых существ. Это видно также из того, что и в человеческом роде одаренность и неодаренность зависят от этого органа чувства и ни от какого другого. Действительно, люди с плотным телом не одарены умом, люди же с мягким телом одарены умом.²¹

Исследования в области биологии осязания не подтверждают ни посылку, ни вывод Аристотеля. На самом деле по способности к осязанию мы превосходим вовсе не всех животных. К тому же и у людей нет никакой корреляции между разумом и нежностью кожи или способностью остро воспринимать легчайшие прикосновения. Судя по всему, Аристотель основывал свои выводы на классовой структуре общества: по его мнению, рабы и люди, чьи руки загрубели от физического труда, были определенно не так умны, как философы и знать, обладающие «мягким телом».

Но Аристотель не знал, что мы (как и другие животные) обладаем широким спектром осязательных рецепторов на коже, каждый из которых представляет собой великолепный специализированный микроскопический механизм, созданный эволюцией для добычи конкретной информации о нашем мире. Нервные волокна, которые передают информацию от этих рецепторов к спинному мозгу, в основном отвечают за какой-то один класс ощущений: одни – за текстуру, другие – за вибрацию, третьи – за растяжку и т. д. Когда мы используем тактильную информацию, играя на скрипке, занимаясь любовью или потягивая кофе, мы не думаем о том, сколько разнообразных кожных рецепторов в этом задействовано.

Потоки информации, поступающие от этих рецепторов, соединяются и обрабатываются в нашем мозгу, так что к тому времени, когда мы получаем к ним осознанный доступ, они обретают форму единого удобного объекта восприятия. Более того, осязательная информация на подсознательном уровне комбинируется с данными, получаемыми от зрительных, слуховых и проприоцепторных (проприоцепция – ощущение собственной позы в пространстве, достига-

²⁰ Путаница в этом вопросе происходит на нескольких уровнях. Во-первых, распространено мнение, будто сенсорный опыт – ключевой фактор формирования интеллекта. Но мы знаем, что слепые или глухие от рождения люди обладают нормальным интеллектом. Во-вторых, точное значение высказываний типа «более острый слух» и «более зоркий глаз» установить трудно. Приведем несколько примеров. Наш слух чрезвычайно чувствителен к частотам, которые преобладают в человеческой речи: на них мы улавливаем самые слабые звуки не хуже любого другого животного. Однако более низкие частоты, которые улавливают слоны, киты, носороги и луговые тетерева, лишь незначительно возбуждают сенсорный аппарат в среднем ухе человека. А летучие мыши, собаки, дельфины и мыши улавливают частоты, находящиеся за верхними пределами человеческого восприятия (предел у детей – 20 000 Гц). Если говорить о зрении, то ястребы и другие хищные птицы обладают и большей остротой зрения (в кабинете окулиста ястреб получил бы оценку 20:2, то есть на расстоянии 5 метров разглядел бы такие подробности, которые человек увидит лишь с 50 сантиметров), и большим спектром восприятия цветов (например, они способны увидеть ультрафиолетовый свет, который излучает моча их потенциальных жертв и который человеком не воспринимается).

²¹ Аристотель. О душе. Перевод П. С. Попова, исправленный и дополненный М. И. Иткиным. Цит. по: Аристотель. Соч. в 4 томах. Т. 1. С. 371–448. М.: Мысль, 1976.

емое благодаря нервным окончаниям в мышцах и связках) рецепторов, что порождает богатое, детализированное восприятие.

Кожа – посредник между нашим внутренним и внешним миром и в силу этого, является зоной контакта. Помимо сбора осязательной информации, она отвечает за защиту от множества опасностей. Кожа служит барьером, отражающим такие угрозы, как паразиты, микробы, механические и химические повреждения, ультрафиолетовое излучение и т. д. Помогает ей в этом собственная система иммунной защиты, вырабатывающая специфические гормоны.²² Кожа человека – на удивление большой орган. Если бы я, как в фильмах ужасов, пал жертвой зловещей убийцы-психопатки и она решила бы тщательно меня освежать, то вес снятой кожи примерно равнялся бы весу шара для боулинга (6,35 килограмма): это крупнейший орган в человеческом организме. Чтобы у вас екнуло в животе при мысли о той площади, которую можно покрыть человеческой кожей, представьте, что вам доставили девять семейных пицц и уложили на полу квадратом три на три.²³

Есть два основных типа кожи: покрытая волосами и безволосая. Безволосая кожа в медицине именуется гладкой, и вы, возможно, думаете, что такую кожу легко найти во всяких гладких местах – например, на щеках Киры Найтли. Но если приглядеться, то вы увидите, что и ее прекрасное лицо покрыто множеством тонких, коротких, светлых волосков, именуемых пушковыми. Они растут и на других гладких на вид участках человеческой кожи – на внутренней части бицепса и внутренней части бедра. Эти мягкие пушковые волосы выполняют функцию отведения влаги, удаляя с кожи пот и тем самым повышая эффективность испарительного охлаждения. Единственные действительно безволосые участки кожи – это ладони (а также внутренняя сторона пальцев), подошвы, губы, соски и часть гениталий.²⁴ У женщин кожа малых половых губ и клитора гладкая, а на коже больших половых губ есть волоски. У мужчин гладкая кожа на крайней плоти и головке полового члена, а основание члена имеет волоски (даже у лоснящихся, химически эпилированных порноактеров).

Общая структура и у волосистой, и у гладкой кожи одинакова. Представьте себе двухслойный торт, верхний слой которого разделен на несколько подслоев (рис. 2.1). У обоих типов кожи есть внешний подслой уплотненных мертвых клеток – так называемый роговой слой эпидермиса и еще три подслоя, каждый из которых содержит смесь нескольких типов живых клеток, в том числе кератиноциты, клетки Лангерганса (составная часть иммунной системы) и меланоциты. В меланоцитах образуются гранулы пигмента меланина, ответственного за цвет кожи. Вместе эти четыре подслоя образуют эпидермис. Клетки эпидермиса постоянно регенерируют: новые создаются посредством деления в самом глубоком подслое и постепенно продвигаются вверх. От давления снизу верхние клетки уплощаются, а их внутренняя структура изменяется: в роговом слое остаются жесткие блинообразные клеточные оболочки, которые

²² В 1900 году психолог И. М. Бентли из Корнеллского университета воспеал кожу: «Один из сюрпризов физиологии – поразительное разнообразие функций, которые выполняет этот вроде бы простой орган. Как оболочка, он служит не только вместилищем, но и преградой, а также посредником между организмом и миром: покров, защита, промежуточное звено. Настоящее чудо, что его работа представлена в ментальных процессах; что многие из наших самых обычных и полезных ощущений рождаются из кожного осязания».

²³ На моей коже примерно 5 миллионов волосков и около 2 миллионов потовых желез. Удивительно, но даже у женщин с густыми и длинными волосами на голову приходится лишь 2 % всех волос, поскольку большая их часть – пушковые. При больших нагрузках в жаркой и влажной среде наши потовые железы выделяют около 4 литров жидкости в час. Люди – чемпионы по потению во всем животном царстве. Возможно, у нас не лучшее зрение или слух, зато потеем как бешеные! Вперед, *Homo sapiens!* И не забудьте об увлажнении организма.

²⁴ Некоторые врачи используют специальный термин для той части гладкой кожи, которая граничит со слизистыми мембранами. Это так называемый кожно-слизистый покров, который включает губы, конъюнктиву (внешнюю оболочку глаз), малые половые губы, кожу вокруг уретры и ануса и т. д. Если соски полностью гладкие, то у ареолы гладкий только центр, а кожа вокруг покрыта волосками. Хуно Диас упоминает об этом в своем великолепном романе «Короткая фантастическая жизнь Оскара Вау»: «У матери огромнейшие груди... Размер G, помноженный на три, соски как блюдца и черные как смола, а по краям торчат волоски, которые мать иногда выдергивает, а иногда нет». (Перевод Е. Полецкой.)

впоследствии исчезают с поверхности. Таким образом, эпидермис полностью обновляется примерно раз в пятьдесят дней. Под эпидермисом лежит следующий слой – дерма, в которой находятся нервы, кровеносные сосуды, потовые железы и плотная сеть эластичных волокон.

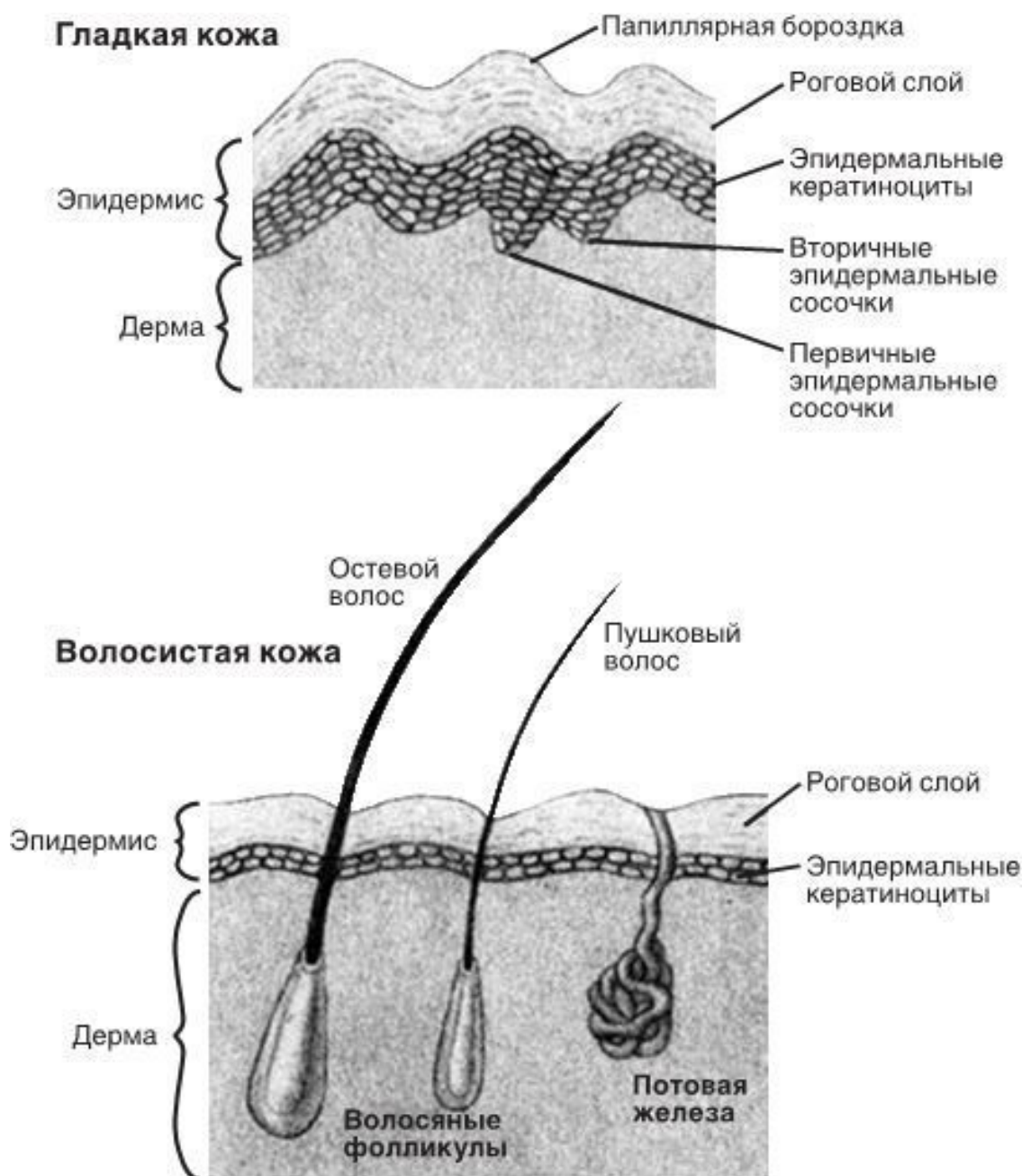


Рис. 2.1. Структура гладкой и волосистой кожи в целом сходна, но имеет и ряд существенных различий

Ключевые структурные различия между гладкой и волосистой кожей показаны на рис. 2.1. На волосистой коже есть как тонкие бледные пушковые волоски, так и более длинные и толстые, лучше заметные остевые волосы. Эпидермис гладкой кожи обычно более плотный, чем у кожи, покрытой волосами.²⁵ Кроме того, форма у него тоже иная – не плоская, а волни-

²⁵ Например, эпидермис гладкой кожи на кончиках пальцев почти в десять раз толще, чем эпидермис волосистой части кожи на предплечье. Но самый толстый эпидермис на гладкой коже подошвы – около 1 мм, в двадцать раз толще, чем на предплечье. Дело в том, что кожа на подошвах подвергается большой механической нагрузке при ходьбе и беге. Неудивительно,

стая. На поверхности кожи образуются волнистые бороздки: мы сразу вспоминаем папиллярный рисунок на кончиках пальцев рук; впрочем, он имеется и на ладонях, подошвах и пальцах ног).

Внутренняя поверхность волнистого эпидермиса образует частично комплементарные друг другу структуры – первичные и вторичные эпидермальные сосочки, которые можно назвать отпечатками пальцев, направленными внутрь.

Само понятие отпечатков пальцев наполнено для нас особым эмоциональным и символическим смыслом. Это маркер человеческой неповторимости, записанный при помощи некоего неведомого кода. Папиллярный рисунок начинают формироваться у зародыша примерно на двадцать шестой неделе и к рождению уже таков, каким останется на всю жизнь. В традиции племен дине (известных также как индейцы навахо) именно из кожного рисунка пальцев истекают Духи Ветра – своего рода жизненная сила:

На кончиках пальцев у нас есть завитки. Такие же есть у нас и на пальцах ног. Здесь и живут Ветра – там, где мягкая кожа, где есть спирали... Те Ветра, что истекают из завитков на пальцах ног, удерживают нас на Земле. Те, что истекают из завитков на пальцах рук, поднимают нас к Небу. Потому мы и не падаем, когда передвигаемся.²⁶

Это чудесное описание одновременно и трогательно, и очень наглядно. Но какова биологическая функция узора на пальцах (а также на ладони, пальцах ног и подошве)? Уже долгое время существует гипотеза, что они помогают при захватывании предметов и лазанье, но в последнее время она поставлена под сомнение. Когда измерили трение между кончиком пальца и гладкой сухой поверхностью, оказалось, что, как ни странно, отпечатки пальцев снижают эффективность захвата примерно на 30 %. А вот если поверхность влажная или грубая, то отпечатки пальцев увеличивают трение и стабилизируют захват. В этом отношении они напоминают автомобильные покрышки: на гоночные автомобили, которые ездят только по гладким и сухим автодромам, ставят гладкие шины, чтобы максимально увеличить зону контакта между шиной и дорогой и тем самым обеспечить максимальное сцепление колеса с грунтом. Напротив, пассажирские автомобили обычно ездят по мокрым и неровным дорогам, и в этих условиях рифленые шины, по пазам которых вода утекает из зоны контакта, подходят лучше.

что клетки эпидермиса дольше обновляются на тех участках, где он очень плотный. Толщина дермы тоже варьируется – от 1 мм в подмышках до 2,5 мм на спине.

²⁶ McNeeley J. K. Holy wind in Navajo philosophy. Tucson: University of Arizona Press, 1981.



Рис. 2.2. Отпечатки пальцев человека, коалы и шимпанзе практически одинаковы. Эволюционные пути человека и коалы разошлись по меньшей мере 70 миллионов лет назад, однако отпечатки пальцев есть и у тех и у других, а вот у родственников коалы отсутствуют. Печатается по: Henneberg M. J., Lambert K. M., Leigh C. M. Fingerprint homoplasy: koalas and humans // *Natural Science* 1. 1997. Article 4, с разрешения Heron Publishing. Благодарю доктора Мачея Хеннеберга, Университет Аделаиды, Австралия

Рисунок на пальцах имеется не только у людей: он есть и у горилл и шимпанзе. Да и не у одних приматов, а у самых неожиданных групп других млекопитающих. В Австралии, например, он есть у коалы, но отсутствует и у их близкого родственника – волосатого вомбата, и у другого обитателя крон – древесного кенгуру.²⁷ Он есть у куниц-рыболовов, живущих в Северной Америке, но не наблюдается у их близких родственников из семейства куньих. На данный момент мы не вполне уверены, что наличие папиллярного рисунка у конкретных видов как-то связано с их способностью к захвату. При всей их символической значимости мы все еще не знаем, зачем нужны отпечатки пальцев.

Я до сих пор помню, как мама в детстве говорила мне: «Вылезай из ванны, а то будешь как чернослив!» Многие считают, что морщинки на пальцах рук и ног, которые образуются от длительного контакта с водой, – результат пассивного процесса, при котором вода постепенно впитывается отмершими клетками рогового слоя эпидермиса. Но еще в 1936 году было доказано, что это не так. Ключевым наблюдением в изучении этого феномена стало то, что сморщивания кожи на подушечках пальцев не происходит, если электрические сигналы не поступают в спинной мозг при рассечении нерва или его лекарственной блокировке, а ведь такие манипуляции не имеют никакого отношения к роговому слою. Особое влияние на сморщивание оказывает отдел подсознательной автономной нервной системы, именуемый симпатическим оттоком.²⁸

Так в чем же смысл сморщивания, если, конечно, он есть вообще? Марк Чангизи и его коллеги из 2AI Labs предполагают, что морщинки на пальцах, как и папиллярные узоры, служат чем-то вроде дождевых протекторов, увеличивая сцепление с влажной поверхностью. Они

²⁷ См. в: Henneberg M. J., Lambert K. M., Leigh C. M. Fingerprint homoplasy: koalas and humans // *Natural Science* 1, article 4 (1997). Те же авторы утверждают, что узор, подобный отпечаткам пальцев, наблюдается на хватательных хвостах у некоторых видов млекопитающих.

²⁸ Интересно, что гладкая кожа без симпатически контролируемых потовых желез (например, на пенисе и клиторе) при намокании не сморщивается.

отмечают, что реакция сморщивания кожи известна также у макак и шимпанзе, и считают, что это может быть результатом адаптации приматов к влажной скользкой среде.²⁹ Подкрепляют эту гипотезу результаты исследования Кириакоса Карекласа и его коллег из Университета Ньюкасла, показавшие, что люди со сморщенными подушечками пальцев гораздо быстрее перемещали мокрые кирпичи из одного контейнера в другой, чем люди с более гладкими подушечками. При этом никакого преимущества при перетаскивании сухих кирпичей сморщенные подушечки не давали.

Как распределены по коже специализированные рецепторы осязания и как это распределение влияет на наши осязательные ощущения? Этот вопрос оказался довольно сложным. Чтобы разобраться в нем, давайте возьмем какую-нибудь повседневную задачу и разобьем ее на крошечные этапы. Допустим, вы опаздываете в кино и с радостью обнаруживаете парковочное место на переполненной стоянке рядом с кинотеатром. Подойдя к допотопному механическому паркомату, вы обнаруживаете, что он принимает только четвертаки. Запустив руку в карман с монетами и прочей мелочью, вы ощупью ищете там четвертак, вынимаете его и опускаете в прорезь автомата. После этого вы беретесь за ручку и поворачиваете ее. При этом вы с удовлетворением ощущаете, как срабатывает храповой механизм, вибрации от падения четвертака с характерным звуком и, наконец, силу, с которой ручка вертится в обратную сторону, принимая исходное положение.

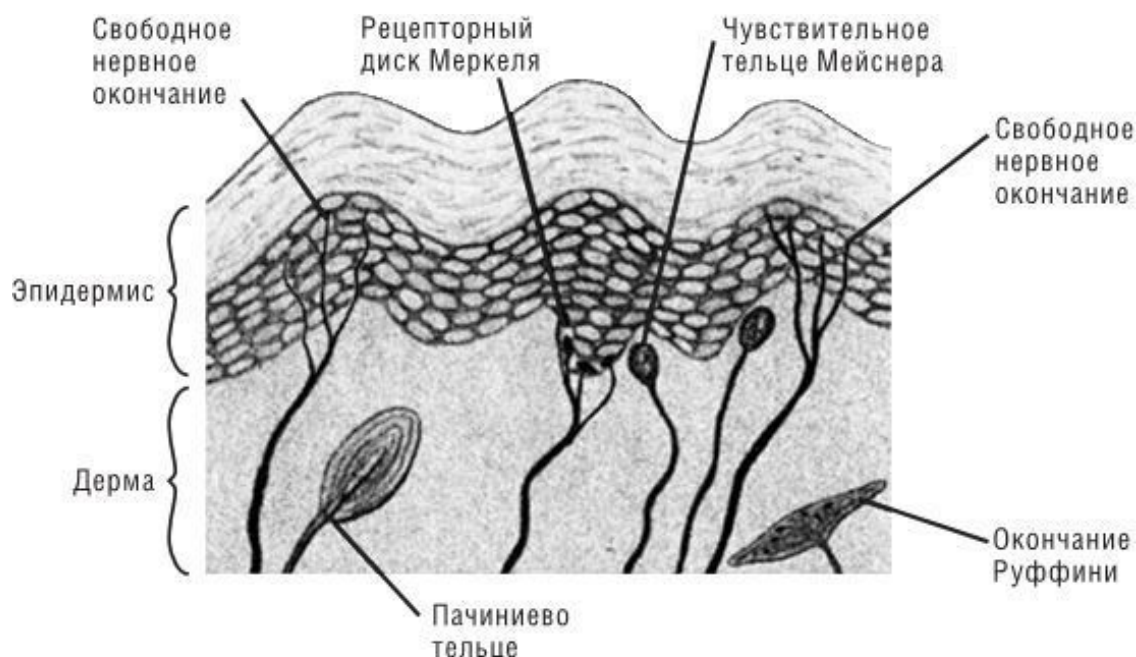
Такое прозаическое действие мы выполняем практически машинально, почти не прилагая умственных усилий, и тем не менее мы способны заткнуть здесь за пояс самых изощренных современных роботов, окажись они в подобной ситуации. Это свидетельствует о том, что даже самые простые задачи с участием осязания требуют обработки огромного потока информации (а также знаний об устройстве нашего организма и внешнего мира). Скармливая монетку парковочному автомату, мы задействуем четыре основных типа осязательных рецепторов и соответствующих им нервных волокон в гладкой коже кончиков пальцев (рис. 2.3).

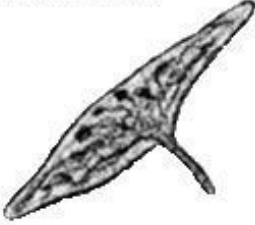
Начав копаться в кармане брюк (или в кошельке, или в рюкзаке) в поисках четвертака и пытаясь определить его исключительно на ощупь, вы обнаруживаете флешку, две слипшиеся таблетки ибупрофена, десятицентовик, пару центовых монеток и пятицентовик, пока наконец не понимаете по размеру и текстуре монеты (рельефу аверса и реверса и ребристому краю), что нащупали нужную. При этом активно работают все четыре типа осязательных рецепторов на коже, но главным из них – тем, который помогает определить края предметов, их кривизну и грубую текстуру, – будет так называемая осязательная клетка Меркеля. Она названа в честь немецкого анатома Фридриха Меркеля, который впервые описал ее в 1875 году и назвал *Tastzelle*, буквально «осязательная клетка». Эти специализированные клетки эпидермиса объединяются в диски по несколько клеток в каждом. Диски находятся на вершинах первичных эпидермальных сосочков, на границе эпидермиса и дермы (рис. 2.3). Диск Меркеля контактирует с единственным нервным волокном, которое передает информацию от него к спинному мозгу, откуда она поступает в отдел головного мозга, отвечающий за осязание. Информация, передаваемая посредством изменения электрического потенциала, кодируется кратковременными изменениями напряжения, которые длятся всего около тысячной доли секунды и называются скачками.³⁰ Уже давно стоит вопрос о том, как механическая энергия деформации кожи

²⁹ Их гипотеза поддерживается следующим наблюдением: определенные рисунки бороздок и ложбинок на мокрых пальцах рук и ног хорошо выполняют дренажную функцию и копируют естественный дренаж горных склонов, хотя, разумеется, в гораздо меньшем масштабе.

³⁰ Электрические разряды (также именуемые потенциалами действия) – основное средство передачи данных на дальнее расстояние почти для всех нейронов, а не только для тех, которые отвечают за распространение информации от кожи к спинному и головному мозгу. Разность потенциалов по отношению к внешним мембранам у большинства нейронов в состоянии покоя составляет около –70 милливольт. Когда нейрон деполяризуется до уровня примерно –55 милливольт, открываются потенциалочувствительные ионные каналы, через которые устремляются ионы натрия. Поскольку эти ионы заряжены поло-

преобразуется в нервном окончании в электрический сигнал. Пока лучшая гипотеза такова: это происходит благодаря молекулам в мембране нервного окончания (так называемым ионным каналам), активируемым растяжением.



	Краткий сигнал	Устойчивый сигнал
Поверхностный	Низкочастотная вибрация; контроль захвата  Тельце Мейснера	Края предметов; форма и текстура  Рецепторный диск Меркеля
Глубокий	Высокочастотная вибрация; ощущения, опосредованные инструментами  Пачиниево тельце	Растяжение кожи  Окончание Руффини

жительно, их вторжение в нейрон приводит к дальнейшей деполяризации – открываются новые ионные каналы, формируется цепь положительной обратной связи, сигнал быстро усиливается. Примерно через миллисекунду открываются потенциалочувствительные калиевые каналы, а натриевые закрываются. Ионы калия выходят, способствуя затуханию сигнала. Важно отметить, что сигналы могут распространяться от одного участка мембраны к другому, как пламя по бикфордову шнуру. Вот так сигналы и проходят по нервным волокнам от кожи в спинной мозг, а затем и в головной.

Рис. 2.3. В гладкой коже находятся четыре типа рецепторов механических стимулов. Диски Меркеля расположены в самой глубокой части эпидермиса, где он граничит с дермой, – на вершинах первичных эпидермальных сосочков. Чувствительные тельца Мейснера находятся в верхней части дермы, в ложбинках между вершинами эпидермальных сосочков, а пачиниевы тельца и окончания Руффини залегают глубже в дерме. Нервные окончания, получающие сигналы от тельца Мейснера и Пачини, отправляют кратковременные электрические сигналы в мозг – только в начале и в конце прикосновения, а те окончания, которые работают с тельцами Руффини и клетками Меркеля, посылают устойчивый сигнал в течение всего осязательного контакта. Здесь также показаны свободные нервные окончания, которые воспринимают определенные химические соединения, температуру, боль и зуд. О них речь пойдет в следующих главах

Эти молекулы образуют пору, которая в состоянии покоя закрыта, но открывается при растяжении клеточной мембраны, впуская в нервную клетку положительные ионы натрия и кальция и тем самым генерируя скачок напряжения.³¹

Дисков Меркеля больше в коже губ и кончиков пальцев, меньше в других областях гладкой кожи и совсем мало в коже, покрытой волосами. Они чувствительны к очень незначительным воздействиям, которые приводят к изменению линии кожи на 0,05 миллиметра, и продолжают реагировать все сильнее (вызывая более сильные скачки напряжения) по линейному закону; максимальную реакцию они вызывают при растяжении кожи на 1,5 миллиметра. Записи электрических сигналов отдельных нервных волокон, передающих сигналы дисков Меркеля, показывают, что эти волокна продолжают посылать сигналы, пока кожа не придет в исходное положение.³² Искусственная электрическая стимуляция отдельного нервного волокна, отвечающего за диски Меркеля и проходящего по плечу, вызвала у респондентов ощущение, как будто «по коже по касательной водят мягкой кисточкой».³³

³¹ Нужно отметить, что существует несколько различных групп ионных каналов, активируемых растяжением, и они присутствуют во многих типах клеток – от лейкоцитов до почечных клеток. В нервной системе эти ионные каналы также играют важную роль в клетках волосков внутреннего уха, где помогают преобразовывать механическую энергию звуковых волн в электрические сигналы, направляемые в мозг. Молекулярная природа ионных каналов, активируемых растяжением, пока не вполне ясна. В настоящее время лучшие кандидаты на роль ответственных за восприятие – белки пьезо-1 и пьезо-2.

³² Хотя Меркель назвал открытые клетки *Tastzellen*, споры о том, действительно ли они являются осязательными рецепторами, не утихали много лет – точнее, 124 года. В 2009 году Худа Зоги с коллегами наконец-то доказала это, выведя при помощи генной инженерии мышей без клеток Меркеля. Записи с нервных волокон таких мышей показали отсутствие характерной реакции на легкие прикосновения. Порой наука требует изрядного терпения. Некоторые важные вопросы остаются без ответа до сих пор: где именно сила растяжения кожи преобразуется в электрический сигнал? В клетках Меркеля, в связанных с ними нервных волокнах или и там, и там? Если клетки Меркеля удалить генетическим способом, электрической реакции в осязательных нервных волокнах не происходит, но объяснений этому может быть несколько: а) клетки Меркеля участвуют в механической передаче силы растяжения кожи на мембраны нервных волокон, где при помощи пьезобелков и формируемых ими пьезоканалов она трансформируется в электрические сигналы. При удалении клеток Меркеля отклика от нервных волокон не поступает, потому что их окончания не подвергаются должному механическому возбуждению; б) клетки Меркеля преобразуют механическую силу в электрические сигналы, а затем испускают химический сигнал (нейромедиатор), который генерирует электрический импульс в нервных окончаниях; в) когда клетки Меркеля генетическим способом удаляются у мышей-мутантов, побочные эффекты развития не дают нервным волокнам преобразовывать силу в электрические сигналы, хотя у нормальных мышей все происходит именно так (как, вероятно, и у людей). Пока эта книга готовилась к печати, поступил новый отчет, проливающий свет на эту интересную проблему. Методом генной инженерии были получены мыши, у которых ионный канал пьезо-2, активируемый растяжением, был удален из клеток кожи (в том числе клеток Меркеля), но не из сенсорных нервов. У этих мышей в клетках Меркеля отсутствовал производимый осязанием электрический ток, при этом чувствительность гладкой кожи к тонкой механической стимуляции снизилась, но не исчезла совсем. Это предполагает наличие двусторонней модели переноса механической энергии как клетками Меркеля, так и сенсорными нервами, то есть своего рода гибрид моделей а) и б), приведенных выше.

³³ Этот метод требует от экспериментатора большого искусства, а от участника эксперимента – недюжинного терпения. Требуется вручную ввести в руку очень тонкий электрод (диаметр кончика – 0,01 мм), тщательно отыскав одиночное тактильное нервное волокно, исходящее из руки, для записи сигналов и, в некоторых случаях, для стимуляции этого волокна. Такие эксперименты могут длиться часами. Отметим, что стимуляция одиночных механосенсорных нервных волокон способна вызвать четкие осязательные ощущения и активировать определенные участки мозга, что видно при картографирова-

Диски Меркеля позволяют нам кончиками пальцев различать отдельные признаки поверхностей – например, грубые насечки на ребре четвертака. Следует отметить, что способность дисков Меркеля передавать осязательные характеристики объясняется их структурой, расположением и связями. Поскольку клетки Меркеля находятся в довольно близком к поверхности слое кожи, они реагируют на мельчайшие изменения этой поверхности. А поскольку в кончиках пальцев этих клеток огромное количество и каждая связана с собственным нервным волокном, такой спектр рецепторов может сообщить о различии поверхностей объектов, даже если разница между ними составляет всего 0,7 миллиметра.³⁴

Итак, вы распознали четвертак. Вы зажимаете его между большим и указательным пальцами и начинаете вынимать его из кармана, а затем подносите к прорези автомата. Как определить силу, приложенную вами при этом зажимающем движении? Вы едва ли собираетесь применять максимальную силу, рискуя сломать себе кости при захвате всего подряд: возможно, четвертак и не пострадает, а вот с яйцом или детской ладошкой могут возникнуть проблемы. Но и слишком малая сила не подойдет: четвертак просто выскользнет из пальцев. В идеале неплохо было бы применить минимально необходимую для удержания четвертака силу. В этой задаче вы полагаетесь в основном на другой кожный рецептор, именуемый тельцем Мейснера (рис. 2.3). Как и диски Меркеля, тельца Мейснера расположены на границе дермы и эпидермиса.³⁵ Они находятся в дерме, в бороздках между сосочками, где эпидермис тоньше всего. Каждое тельце Мейснера состоит из уложенных в спираль нервных окончаний, переплетенных со слоями ненейронных клеток – так называемых шванновских. Вместе они образуют луковичную замкнутую структуру – тельце, которое присоединено к близлежащим клеткам кожи структурными нитями, состоящими из белка коллагена. Тельца Мейснера физически деформируются при натягивании этих нитей, когда кожа растягивается, и возвращаются в исходное состояние, когда растягивающий объект удаляется.

Плотность телец Мейснера на кончиках пальцев еще выше, чем плотность дисков Меркеля, а расположены они еще ближе к поверхности кожи. Эти наблюдения наводят на мысль, что тельца Мейснера тоже призваны передавать информацию о тонких свойствах объектов – текстуре, краях, кривизне, – но при записи электрических импульсов, поступающих от нервных волокон, которые пронизывают скопления телец Мейснера, мы получаем совсем другие реакции. Во-первых, волокна Мейснера посылают сигналы лишь в самом начале и самом конце продолжительного воздействия на кожу: когда деформация кожи только начинается и когда все возвращается на место. Это означает, что, в отличие от дисков Меркеля, тельца Мейснера не так хорошо реагируют на устойчивое приложение силы к коже, но резко активируются слабыми низкочастотными вибрациями, которые постоянно меняют форму кожи и восстанавливают ее. Во-вторых, одно свободное нервное окончание передает и собирает сигналы многих телец Мейснера, распределенных по 10 квадратным миллиметрам поверхности кожи. Даже

нии мозга и ЭЭГ.

³⁴ Хотя в каждом окончании Меркеля имеется единственный сенсорный аксон, один этот аксон может отвечать за 10–50 дисков, расположенных в зоне от 1 до 3 мм. То, что диски Меркеля могут слабо реагировать на небольшие растяжения и сильно – на серьезные (и эта зависимость линейна), не удивляет, но этот факт оказывается принципиально важным для восприятия кривизны объектов – например, помогает отличить ребро цента от ребра пятицентовой монеты. Если увеличить и рассмотреть зону контакта кончика вашего пальца с центом, мы увидим, что кожа натягивается сильнее всего в центре, а по направлению к краям степень растяжения снижается. Конечно, скорость снижения растяжения кожи будет пропорциональна кривизне объекта – меньше для десятицентовика и больше для цента. Плотный слой нервных окончаний дисков Меркеля выдает точную информацию об уровне растяжения, а затем эта информация передается в головной мозг, который и оценивает приблизительную кривизну объектов.

³⁵ Если вы начали подозревать, что немецким анатомам XIX столетия принадлежит выдающаяся роль в описании клеточной структуры, то вы правы. Тельца Мейснера было открыто Георгом Мейснером и его учителем Рудольфом Вагнером из Геттингенского университета и описано в публикации 1852 года. На следующий год Мейснер снова опубликовал работу об этих структурах, на сей раз не упомянув Вагнера в числе авторов. Последовал спор о первенстве, который так и не разрешился до самой смерти Вагнера в 1864 году.

несмотря на то, что тельца Мейснера очень плотно расположены на кончиках пальцев, записи электрических сигналов показывают, что эти клетки не распознают тонкие особенности предметов. Конвергентное соединение системы Мейснера приспособлено для того, чтобы с исключительной чуткостью улавливать мельчайшие, быстрые движения кожи, но локализовать эти движения может лишь с умеренной точностью.

Однако какое отношение все это имеет к тому, чтобы нормально зацепить четвертак? Оказывается, что, когда вы захватываете и перемещаете объект, он совершает микроскопические движения по вашей коже. Эти движения и обнаруживаются системой Мейснера, которая отправляет электрические сигналы нейронам спинного мозга, а те сокращают соответствующие мышцы пальцев, увеличивая силу захвата, пока эти движения не прекратятся. Это позволяет вам аккуратно манипулировать предметами, используя минимально необходимую силу для каждой задачи. Поскольку контроль захвата системой Мейснера управляется спинным мозгом, он работает на уровне рефлексов и не всегда отмечается вашим сознанием. Нам незначает думать о том, как бы покрепче зацепить четвертак, вынимая его из кармана и поднося к прорези для монет: это происходит само собой.

Чтобы сполна осознать, как анатомия и физиология телец Мейснера на кончиках пальцев позволяет добиться точного контроля захвата, давайте позволим себе немного научной фантастики. Представьте альтернативную биологию человека, в которой тельца Мейснера посылают сигналы в течение всего периода воздействия на кожу, а не только в начале и в конце. Если бы дело обстояло так, они были бы чувствительны к непрерывному приложению силы, ведь они расположены прямо в пальцах.

В этой альтернативной модели реакция телец Мейснера на значительную непрерывную силу затмила бы небольшие сигналы, производимые микроперемещениями на локальном уровне. Полезные сигналы о силе захвата потонули бы в море шума, так что хорошо контролировать захват не удалось бы. А без хорошего контроля захвата мы не смогли бы овладеть орудиями, а следовательно, с большой вероятностью и человеческой культурой в том виде, в каком мы ее знаем. Иногда даже мельчайшие, казалось бы ненужные, биологические детали оказываются решающими.

Итак, вы наконец готовы отправить четвертак в прорезь парковочного автомата. Опуская туда монету, вы начинаете испытывать поступающие от нее ощущения: вот она соприкасается с внешними стенками прорези, и вы подсознательно используете этот тактильный ответ, чтобы изменить траекторию движений руки, ладони и пальцев и просунуть монету более точно. В этой задаче главную роль играет рецептор, именуемый пачиниевым тельцем.³⁶ Пачиниевы тельца выглядят очень мило (см. рис. 2.3), каждое из них состоит из одного нервного волокна, обложенного множеством концентрических слоев поддерживающих клеток, пространства между которыми заполнены межклеточной жидкостью. В разрезе они похожи на луковицу или на задание в инженерном конкурсе для старшеклассников, где требуется изобрести легкий футляр для защиты яйца, которое нужно сбросить с крыши дома.³⁷ В каждом пальце примерно 350 пачиниевых телец, они расположены в более глубоких частях дермы. Записи электрических сигналов от пачиниевых телец показывают, что, как и тельца Мейснера, они плохо реагируют на длительное приложение силы, а отправляют импульсы только в начале и в конце воздействия на кожу. Малоприспособленные для анализа поверхности объекта, пачиниевы тельца исключительно чувствительны к мелким вибрациям и контролируют

³⁶ Пачиниевы тельца были открыты в 1831 году в ходе планового вскрытия трупов итальянским анатомом Филиппо Пачини, когда тот был еще студентом медицинского университета в Пистойе (небольшой город в Тоскане). (Этот пример должен вдохновлять медиков всего мира!) Впервые он опубликовал свое открытие чуть позже, в 1840 году. Пачиниевы тельца также именуются пластинчатыми, поскольку состоят из нескольких пластин.

³⁷ Их концентрическая пластинчатая структура напоминает знаменитую фотографию поперечного сечения артишока, сделанную Эвардом Уэстоном: http://www.masters-of-photography.com/W/Weston_artichoke_halved_full.html.

немалое пространство: одно пачиниево тельце на кончике пальца благодаря своему глубокому расположению и многослойной обертке может быть активировано вибрациями, возникшими в любом месте пальца. В определенном смысле свойства телец Мейснера (чувствительность к мелким вибрациям и нечувствительность к продолжительному приложению силы или мелким пространственным деталям) у пачиниевых телец доводятся до предела. Пачиниевы тельца наиболее чувствительны к высокочастотным вибрациям в диапазоне 200–300 Гц, на которых они могут выявить передвижение кожи всего на 0,00001 миллиметра (в двести раз меньше диаметра пушкового волоса).

В детстве я любил смотреть на сейсмограф в обсерватории Гриффита в своем родном Лос-Анджелесе. При помощи чернильных перьев, чертивших причудливые линии на ленте регистратора, этот исключительно чувствительный инструмент мог зафиксировать колебания от землетрясения в Японии, распространяющиеся через весь Тихий океан, или от испытания бомбы в Неваде за сотни миль от Калифорнии. Его могли активировать и тридцать шумных школьников, прыгающих в той же комнате, в которой находился сам инструмент (поверьте, этот эксперимент я проводил сам). Но без контекстной информации от других сейсмографов, расположенных в других местах, инструмент из Гриффит-парка не отличил бы одно событие от другого. Грубо говоря, пачиниево тельце устроено в соответствии с теми же принципами, что и сейсмограф: исключительная чувствительность к вибрациям за счет отказа от локализации.³⁸

Еще одна функция пачиниевых осязательных рецепторов состоит в создании очень точного нейронного представления об импульсных и колебательных стимулах, передающихся руке через предмет, который в этой руке находится. Этот предмет может быть, как в нашем случае, четвертаком, или, что более важно, инструментом или шупом. Когда мы используем инструмент – например, лопату, – мы можем улавливать тактильные события, которые происходят на рабочем конце инструмента, почти с такой же четкостью, как если бы они происходили с нашими пальцами. Представьте себе, что вы сначала копали щебенку, а затем перешли на мягкий перегной. Вы легко отличите свойства щебенки от свойств перегноя посредством лопаты, несмотря на то что ваши руки находятся довольно далеко от места контакта. Более того, с опытом наша способность интерпретировать такую удаленную осязательную информацию улучшается. Таким образом, смычок скрипача, скальпель хирурга, гаечный ключ механика или резец скульптора становятся практически продолжением тела.

И этот эффект не ограничивается простыми инструментами. Водители-энтузиасты поют дифирамбы «чувству дороги» – достоверности тактильной информации о дорожной поверхности, передаваемой рукам водителя через целый ряд взаимосвязанных механических деталей (шины, колеса, рулевые наконечники, рулевая колонка, сам руль). Шоферы расстраиваются, когда появившиеся новые технические возможности нарушают привычное «чувство дороги». Вот что писал Лоуренс Ульрих в обзоре *Porsche Booster 2013* года в *New York Times*:

Как и любая другая компания, мечтающая снизить расход бензина, *Porsche* заменяет традиционное гидравлическое управление электроусилителями. Описать разницу между гидравлическим и рулевым управлением непросто. Но раньше вести «порше» было словно проводить рукой по лицу, закрыв глаза, – кончиками пальцев можно почувствовать все складки, волоски и ямочки, то есть вы получали четкое тактильное представление о дороге. Электроусилитель несколько притупляет ощущения.

Поэтому, когда вы в следующий раз сядете за руль своего старомодного «порше» с гидроусилителем и будете наслаждаться дорогой на ощупь, знайте: это ощущение формируется пачи-

³⁸ Конечно, землетрясения и испытания бомб тоже несут определенную частотную информацию, и, чтобы их вызвать, прыгающие дети должны обладать удивительной способностью контролировать движения. Так что это был всего лишь мысленный эксперимент.

ниевыми тельцами. Более того, даже если вы слишком сильно нажали на газ и теперь в ужасе вцепились в руль, вы все равно сможете воспринимать эти чудесные ощущения от дороги, поскольку пачиниевы тельца сообщают информацию только о высокочастотных вибрациях, передаваемых через рулевое колесо, а не о постоянном усилии, прилагаемом вашими побелевшими пальцами.

Но вернемся к парковке. Услышав, что монетка упала в приемник, вы беретесь за ручку и начинаете ее поворачивать. Это действие активирует все три упомянутых ранее типа рецепторов. Клетки Меркеля дают вам информацию о краях и кривизне ручки, как и о постоянной силе ее сопротивления вашему нажиму. Тельца Мейснера воспринимают низкочастотные вибрации и сигналы о микроскопических перемещениях, которые вы рефлекторно используете, чтобы усилить захват ручки. Пачиниевы тельца передают сигнал о высокочастотных колебаниях внутреннего храпового механизма автомата. Четвертая система, которая вступает в игру в этот момент, связана с восприятием горизонтального растяжения кожи и именуется окончаниями Руффини. Окончания Руффини образуют вытянутые капсулы в глубоких подслоях дермы, где нервные окончания переплетаются с коллагеновыми волокнами кожи (рис. 2.3).³⁹ Продольная ось окончаний Руффини обычно идет параллельно поверхности кожи, что, возможно, объясняет их высокую чувствительность к горизонтальному натяжению и меньшую чувствительность к деформации кожи. Окончаний Руффини в подушечках пальцев гораздо меньше, чем рецепторов трех остальных типов, поэтому с пространственной локализацией дело у них обстоит туго. Записи сигналов от нервных волокон Руффини показывают, что они испускаются при длительных растяжениях и имеют довольно слабую чувствительность к вибрациям. Стимуляция одиночных нервных волокон Руффини иногда может вызвать ощущение растяжения кожи.

Как именно мозг пользуется информацией, поступающей от окончаний Руффини, пока не вполне понятно. Их сигналы могут помочь распознать движения предметов по поверхности кожи, поскольку такой предмет растягивает кожу на каком-то участке. Более интересно предположение о том, что окончания Руффини предоставляют мозгу информацию об изменении конфигурации рук и пальцев при помощи сигналов о растяжении кожи: например, если вы вытягиваете пальцы, на подушечках натягивается гладкая кожа.⁴⁰ Предполагается также, что окончания Руффини выполняют подобную функцию и для всех конечностей, при этом горизонтальное растяжение кожи свидетельствует о положении конечности. Например, волосистая кожа локтя растягивается вместе с локтевым суставом, что помогает известить мозг о состоянии руки и ее готовности к определенным движениям.

Четыре типа осязательных рецепторов гладкой кожи, приведенные на рис. 2.3, обладают великолепной функциональной симметрией: два рецептора находятся в глубине и два – почти на поверхности; одни отправляют кратковременные сигналы, другие – постоянные. Предусмотрены все возможности. Эти четыре потока информации поступают в спинной мозг независимо. Одно нервное волокно отвечает за один тип рецепторов: оно не может, например, одновременно контактировать с пачиниевым тельцем и окончанием Руффини. Каждый из четырех типов нервных волокон – это «выделенная линия», созданная для передачи единственного типа информации прямо к спинному мозгу и мозговому стволу.⁴¹

³⁹ Окончания Руффини впервые описаны итальянским анатомом Анджело Руффини.

⁴⁰ Наличие окончаний Руффини в гладкой коже рук до сих пор оспаривается. Например, судя по всему, их нет на подушечках пальцев обезьян: они имеются лишь у ногтей.

⁴¹ Хотя в нервных волокнах, которые передают информацию от механорецепторов, сигналы от нескольких детекторов не смешиваются, такие «выделенные линии» не сохраняются на протяжении всего пути до головного мозга. На каждом промежуточном этапе определенное смешение все же происходит. В дальнейшем мы узнаем, что смешение сигналов способно вызывать изменения в осязательном восприятии: например, в спинном мозге существуют нейроны, которые возбуждаются от слабых прикосновений (механосензитивно) и температуры либо, например, от слабых прикосновений и боли.

Четыре системы осязательных рецепторов, которые мы рассмотрели, называются механорецепторами, поскольку они обладают общей способностью преобразовывать механическую энергию воздействия на кожу в электрические сигналы. Но в коже присутствуют и рецепторы, реагирующие на немеханические стимулы. И в волосистой, и в гладкой коже есть свободные нервные окончания, которые заканчиваются в эпидермисе (рис. 2.3 и 2.4) и отвечают за восприятие боли, зуда, определенных химических веществ, воспаления и температуры. Пока не забивайте себе голову этой информацией: мы вернемся к иным ощущениям кожи в следующих главах.

В колледже у меня был друг Чак – профессиональный пловец мощного телосложения, который регулярно брил руки, ноги и грудь, считая, что депилированное тело лучше скользит по воде. Я, впрочем, сомневался, что его мотивация была связана исключительно с гидродинамикой. Когда я стал его дразнить, он закатил глаза и признался низким глубоким голосом: «Может, на скорость плавания это вообще никак не влияет, но мне очень нравится ощущение скольжения ночью по простыням».

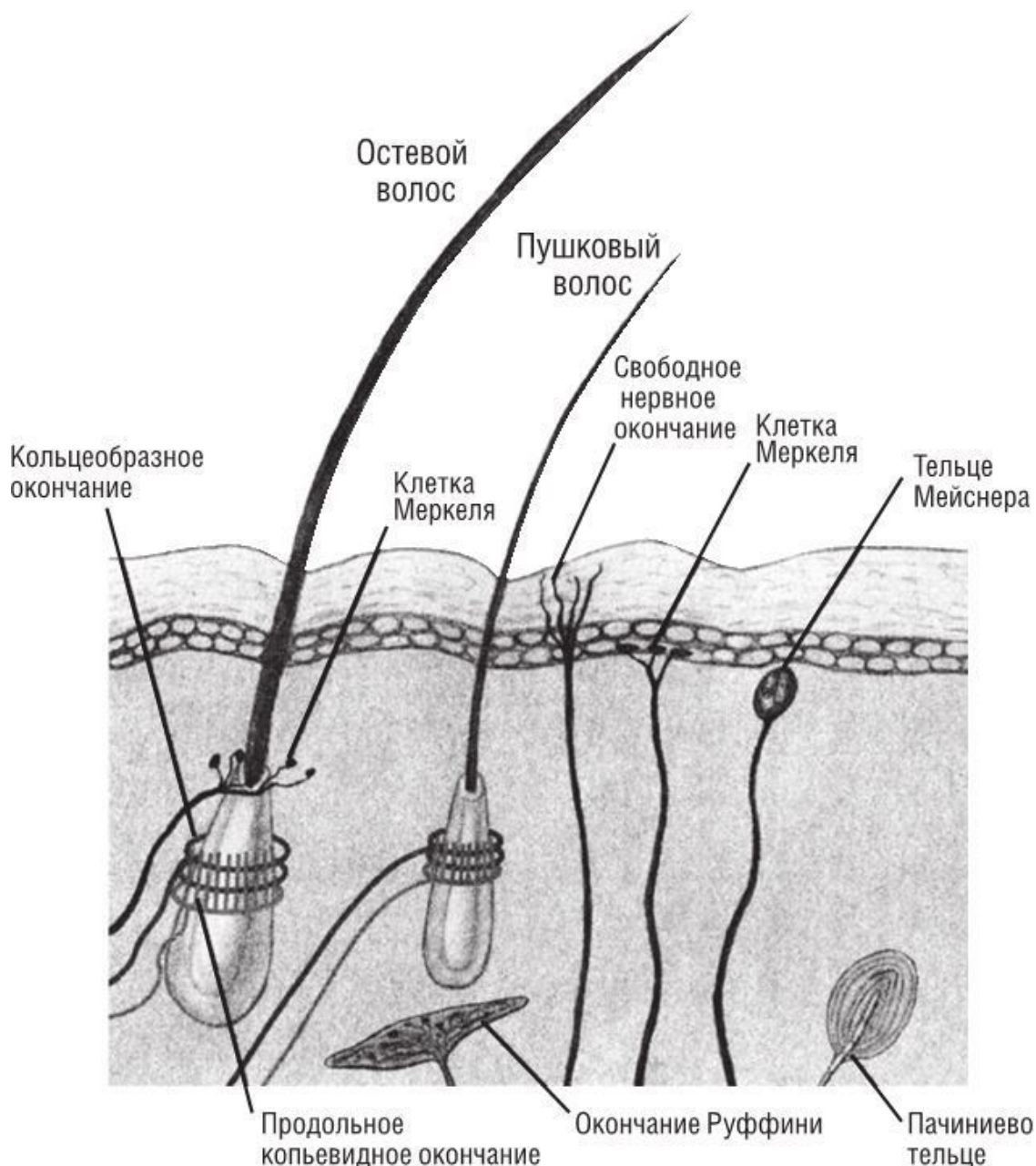


Рис. 2.4. Иннервация волосистой кожи. У остевых волосков на ближней поверхности части луковицы формируются скопления клеток Меркеля. Остевые и пушковые волосы пронизаны продольными копьевидными и кольцеобразными окончаниями. Здесь продольные копьевидные окончания показаны как единый комплекс. На самом деле существует как минимум три типа продольных копьевидных окончаний, каждое из которых в ответ на изгибание волоса порождает свой сигнал. Если сравнить анатомию осязательных рецепторов в гладкой и волосистой коже, станет очевидно, что, хотя оба вида поверхности соседствуют и имеют общее происхождение, это по сути два разных органа, каждый из которых в ходе эволюции приспособился реагировать на разные виды тактильной стимуляции

Осязательные ощущения волосистой кожи исследованы гораздо меньше, чем кожи гладкой. В волосистой коже присутствуют те же четыре вида механорецепторов, что и в гладкой, но обычно в гораздо меньшем количестве. Как признал Чак, ощущения волосистой кожи во многом определяются взаимодействием волосков и окружающих тканей. В волосистой коже комплексы из клеток Меркеля и соответствующих им волокон располагаются в скоплениях

вокруг луковиц остевых волос, где могут деформироваться из-за сгибания волоса и выдавать устойчивый сигнал.

Но основной рецепторный сигнал об изгибе волоса краток и посылается специализированными свободными нервными волокнами, которые окружают основание волоса луковицы таким образом, что напоминают вертикальные прутья тюремной решетки (рис. 2.4). Они называются продольными копьевидными окончаниями и могут фиксировать даже очень небольшие изгибы волос. Как и наши домашние кошки, мы знаем, что одно дело – когда тебя гладят по направлению роста волос и совсем другое – если против него. Это объясняется способностью продольных копьевидных окончаний по-разному реагировать на отклонения волос в сторону кожи и от нее.⁴² Волосы также иннервируются кольцеобразными нервными окончаниями в форме лассо, которые особенно чувствительны к тянущим движениям, что особенно радует мальчишек всего мира (дергающих девчонок за косички).

Луи Брайль родился в 1809 году в Кувре – небольшом городке в 40 километрах от Парижа – и был младшим из четырех детей в семье. Его отец Симон Рене был сапожником, и Луи еще в раннем детстве любил играть в его мастерской. В трехлетнем возрасте Луи вздумалось поиграть с шилом. Для лучшего обзора он положил голову на верстак, и, когда пытался проткнуть шилом кусок кожи, случилось страшное: острое шило прошло сквозь кожу и попало ему в глаз. В раненом глазу началось заражение, которое затем перешло на другой глаз. В пять лет Луи полностью ослеп. (Дело было задолго до появления антибиотиков.) Вскоре Луи научился передвигаться по городу с помощью трости, которую смастерил отец, твердо решивший сделать все возможное, чтобы его ребенок полноценно взаимодействовал с окружающим миром. В школе Луи поразил учителей своим умом и решительностью, и в десять лет ему предложили поступить в специальное учебное заведение – только что появившуюся в Париже Национальную школу для слепых детей.

Эта школа, одно из первых в мире учреждений для слепых, была основана филантропом и педагогом Валентином Гаюи, который стал ее директором. Учеников учили читать и писать по разработанной Гаюи системе: буквы латинского алфавита, изготовленные из медной проволоки, впечатывались в толстую бумагу, а полученные отпечатки можно было «читать» пальцами. Система Гаюи была полезной, но довольно ограниченной. Чтобы различать буквы, требовалось совершать много мелких движений, так что скорость чтения была очень низкой. Поскольку матрицы букв приходилось делать большими, на одной странице удавалось разместить всего несколько предложений, потому на выпуск книг по системе Гаюи уходило много времени и денег. (Когда Луи поступил в школу, там было всего три такие книги.) Ну и конечно, слепые дети не могли таким методом научиться писать: для этого понадобилась бы целая мастерская.

Луи успешно учился по имевшимся книгам Гаюи и слушая лекции, но мечтал о создании новой системы чтения и письма для слепых, более быстрой и простой. В 1821 году, когда ему было всего двенадцать, он услышал о системе осязательного письма, изобретенной капитаном французской армии Шарлем Барбье. Его «ночное письмо» было придумано для полевых условий, когда нельзя говорить или подавать световые сигналы, чтобы не навлечь на себя огонь противника. Система Барбье состояла из выпуклых точек и тире. Она превосходила систему Гаюи, поскольку обученный солдат мог прочесть ее единым прикосновением руки, но была слишком медленной и неудобной для чтения длинных отрывков текста. Вдохновляясь системой письма Барбье, Луи начал работу над более компактным и эффективным тактильным алфавитом. Поработав с шилом – тем самым инструментом, который ослепил его много лет назад, –

⁴² З. раздражает, если я глажу ее по руке против направления роста волос. Она говорит: «Если бы ты так гладил кошку, она бы тебя укусила или бы, по крайней мере, ушла».

Луи придумал компактную матрицу 2×3 из выпуклых точек и создал код, в котором каждой букве латинского алфавита соответствовал уникальный набор точек. Он также разработал желобчатые доски и стилус, с помощью которых слепой мог легко писать на бумаге. Поразительно, но к пятнадцати годам он практически закончил работу над письменностью для слепых, которая ныне носит его имя.

Став учителем в той же школе, Луи продолжал выпускать книги по своей системе письменности и еще одной рельефно-точечной системе, которую разработал для записи нот. К сожалению, шрифт Брайля не был взят на вооружение при его жизни – ни в школе, где он работал, ни где-либо еще. Директор Гаюи, который был зрячим, больше интересовался пропагандой собственного метода письма, который легко читали и зрячие.

В результате нараставших протестов со стороны учеников Брайля его шрифт был наконец принят в Национальной школе, но только через два года после его смерти от туберкулеза в возрасте 43 лет. Вскоре шрифт распространился по всему франкоязычному миру, но за его пределы шагнул далеко не сразу: так, в США его официально не принимали до 1916 года. Сегодня шрифт Брайля – это мировой стандарт. В мире применяются различные его адаптации, в том числе и для языков с отличным от латинского алфавитом (греческого и русского), и для языков, использующих иероглифы (китайского); есть механические прессы Брайля и даже компьютерные интерфейсы для этого шрифта.

Средняя скорость чтения людей, хорошо владеющих шрифтом Брайля, – около 120 слов в минуту, а самые проворные успевают прочесть до 200 слов в минуту.⁴³ Это требует невероятно быстрой обработки тактильной информации: каждый символ шрифта Брайля нужно успеть распознать примерно за двадцатую долю секунды (50 миллисекунд). Когда Луи Брайль разрабатывал свою систему письма, он ничего не знал о свойствах пачиниевых телец, окончаний Меркеля или рецепторных нервов. Он просто пользовался собственным осязательным опытом, тщательно расставляя точки – достаточно далеко друг от друга, чтобы одну точку не перепутали с соседней, и достаточно близко, чтобы всю решетку со сторонами 2 и 3 можно было воспринять кончиком пальца.

Какие из четырех механорецепторов работают при дешифровке символов Брайля? Чтобы ответить на этот вопрос, Кеннет Джонсон и его коллеги из медицинской школы Университета Джона Хопкинса записали сигналы отдельных нервных волокон исследуемого при сканировании им кончиками пальцев символов шрифта Брайля. Полученные электрические импульсы были собраны в матрицу, и таким образом удалось визуализировать информацию, переданную четырьмя различными типами нервных волокон (рис. 2.5А). Этот замечательный эксперимент показал, что точки Брайля достоверно распознаются только волокнами Меркеля. Волокна Мейснера сформировали довольно размытое изображение, а рецепторы, расположенные глубже (пачиниевы тельца и окончания Руффини), вообще не смогли распознать точки Брайля. Когда эксперимент повторили с уменьшенными выпуклыми буквами Гаюи, волокна Меркеля тоже справились с задачей, но полученное нейронное изображение отражало неопределенность, изначально заложенную в системе Гаюи. Посмотрев на рисунок 2.5В, можно заметить, что нейронные ответы на некоторые буквы легко перепутать: С, G, o и Q почти одинаковы; R очень напоминает H, а P похожа на F. И действительно, когда участников эксперимента попросили назвать латинские буквы после их осязания, они чаще всего путали буквы этого ряда.

⁴³ Для сравнения: средняя скорость чтения английского текста зрячим человеком составляет около 250 слов в минуту. Как при зрячем чтении, так и при чтении шрифта Брайля существует компромисс между скоростью и точным пониманием текста.

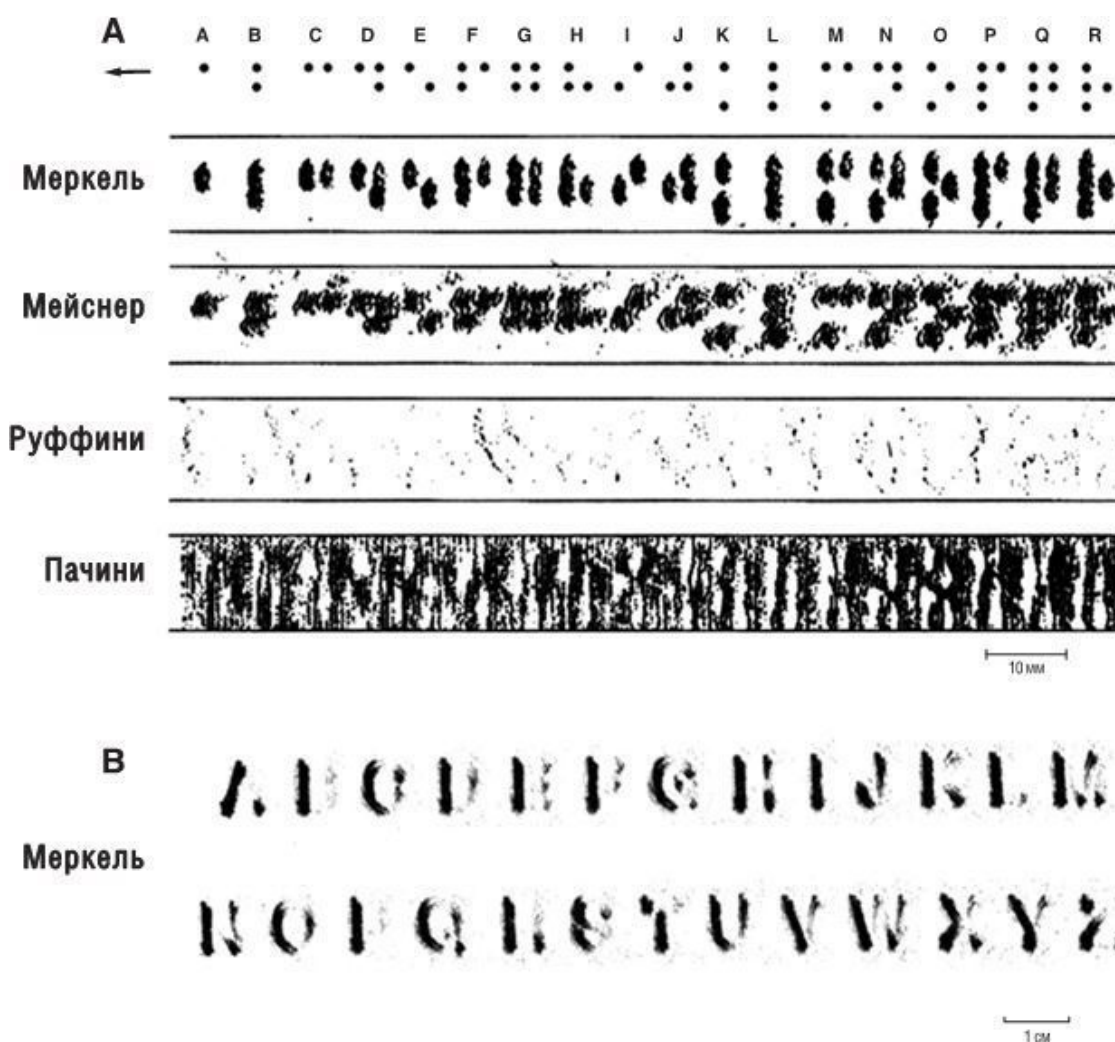


Рис. 2.5. Реакция одиночных аксонов, расположенных на кончиках пальцев человека, на шрифт Брайля и выпуклые латинские буквы Гаюи. (А) Символы Брайля «читались» пальцами со скоростью примерно 60 миллиметров в секунду и записывалась соответствующая электрическая активность волокон разных типов. Изображение создавалось так: когда в волокне порождался импульс, ставилась точка и проводилась горизонтальная линия. Затем шаблон Брайля вертикально перемещался на 0,2 миллиметра и вновь сканировался, процесс повторялся – получилось растровое изображение. Символы Брайля достоверно удалось распознать только клеткам Меркеля. Реакция телец Мейснера оказалась более размытой, а глубоко расположенные рецепторы – тельца Пачини и Руффини – вообще не дали информации о точках Брайля. Печатается в адаптированном виде по: Phillips J. P., Johansson R. S., Johnson K. O. Representation of Braille characters in human nerve fibres // *Experimental Brain Research* 81. 1990. 589–592, с разрешения Springer. (В) Реакция волокон Меркеля на выпуклые латинские буквы достаточно, чтобы что-то понять, но возможны ошибки в интерпретации. Печатается по: Vega-Bermudez F., Johnson K. O., Hsiao S. S. Human tactile pattern recognition: active versus passive touch, velocity effects, and patterns of confusion. *Journal of Neurophysiology* 65. 1991. 531–546, с разрешения Американского физиологического общества

Мне нравятся разговоры в подпитии, когда стеснительность отступает, и люди задают вопросы, которые могут показаться глупыми, но на деле касаются довольно важных вещей. Много лет назад я разговаривал со своей подругой К. (не из научного сообщества) об осязании, и она задала такой замечательный вопрос: если вы – слепой, знаете шрифт Брайля, но потеряли пальцы, удастся вам научиться читать его при помощи других чувствительных орга-

нов – например, гениталий? Ведь они, заметила она, дают сильную реакцию на самые легкие прикосновения. Я ответил ей, что гениталии (мужские и женские, гладкая и волосистая зоны) *чувствительны* в том смысле, что распознают легчайшие деформации кожи. Но они обладают низкой *избирательностью*, то есть не дают возможности различить точное расположение, текстуру или форму объектов, взаимодействующих с кожей. Эти зоны кожи лишены способности различать прикосновения, поскольку в них недостаточно поверхностных осязательных рецепторов, в особенности дисков Меркеля.

К. отнеслась к моему пояснению скептически, так что, расспросив меня о том, как вообще ставить эксперимент, решила провести собственное исследование. Она взяла циркуль с тупыми концами, повязку на глаза и добровольца (собственного мужа). Он должен был постоянно прижимать к ее малым половым губам концы циркуля, изменяя расстояние между ними от 1 до 20 миллиметров и отмечая, чувствует она раздражитель как одиночный предмет или как два разных. Это стандартный способ картирования кожи, он называется пороговым тестом на двухточечную дискриминацию. Затем роли поменялись, и теперь К. делала то же самое с пенисом мужа.⁴⁴ Результаты этих эксцентричных действий оказались следующими: порог двухточечной дискриминации на малых половых губах составлял примерно 7 миллиметров, на пенисе – 5 миллиметров для гладкой кожи на головке и 12 миллиметров для волосистой кожи у основания. Для кончиков пальцев этот показатель составляет 1 мм, что доказывает: читать шрифт Брайля собственной промежностью не получится. Впрочем, не все эрогенные зоны так плохо различают пространственные детали. Губы и язык содержат окончания Меркеля в большом количестве, а потому хорошо различают пространственное положение и подходят для чтения шрифта Брайля.⁴⁵

У нейронов обычно есть клеточное тело, которое содержит ядро с упакованной в нем ДНК, и другие органеллы, а также два разных вида вытянутых волокон – дендриты и аксоны. Дендрит – разветвленная структура для приема сигнала, которая пассивно проводит электрические сигналы через клеточное тело к аксону, ответственному за передачу информации от нейрона. В начале аксона есть особая зона, которая возбуждает сигналы-импульсы. Эти импульсы способны, возобновляясь (как огонь, движущийся по запалу и непрерывно воспламеняющий следующий его участок), передаваться на значительные расстояния.

Когда сигнал достигает окончания аксона, происходит быстрая серия биохимических реакций, в результате чего высвобождается особый химический нейромедиатор, который диффундирует в небольшом, заполненном жидкостью промежутке между нейронами и активирует специализированные нейромедиаторные рецепторы в дендрите следующего нейрона. Такое соединение нейронов называется синапсом. Процесс, благодаря которому электрические сигналы преобразуются в химические и затем вновь в электрические в принимающем нейроне, называется синаптической передачей.

⁴⁴ Зная, знаю – звучит это просто безумно. Но все мы приносим жертвы во имя истины. И поскольку я понимаю, о чем вы думаете, хочу уточнить: эксперименты на клиторе не проводились.

⁴⁵ Пороговый тест на двухточечную дискриминацию уже много лет является стандартным неврологическим тестом, но селективность осязания в нем постоянно недооценивается. В большинстве лабораторий он заменен другим тестом, в котором к коже с постоянной силой прижимаются решетчатые листы с выпуклыми гранями. Расстояние между гранями систематически изменяется, и участника эксперимента просят определить, вертикальны эти грани или горизонтальны.

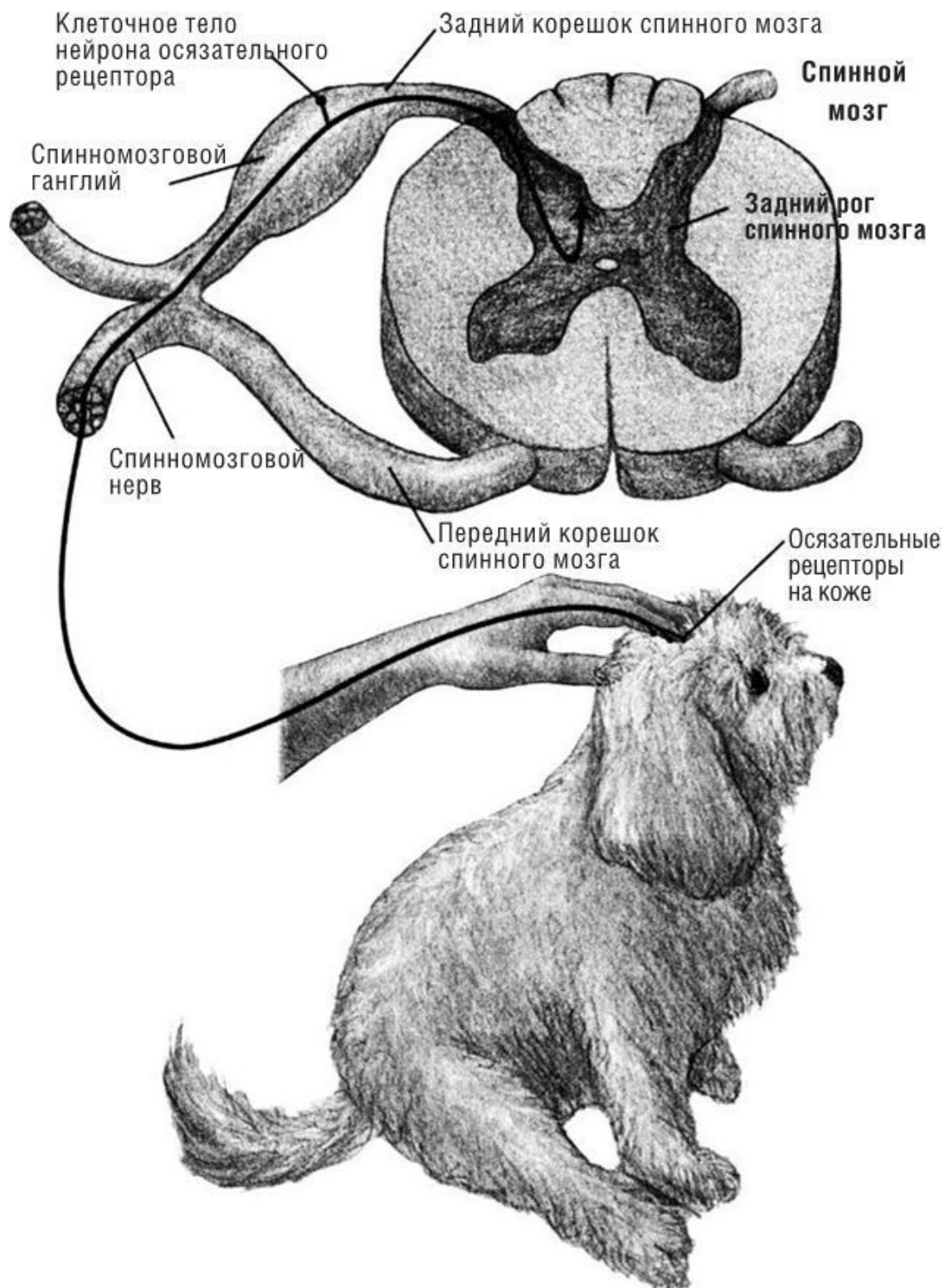


Рис. 2.6. Электрические сигналы от рецепторов на коже передаются в спинной мозг, а оттуда в головной мозг по аксонам нейронов, клеточные тела которых расположены в спинномозговых ганглиях.

© Джоан М. К. Тикко

Нейроны, которые передают тактильную информацию от кожи к спинному и головному мозгу, однако, не обладают типичным строением «дендрит – клеточное тело – аксон». Вместо всего этого у них есть один-единственный длинный аксон, проходящий от точки на коже, за

ощущения которой они отвечают, к спинному мозгу. Клеточное тело прикреплено к аксону коротким корешком, смещенным вбок. Клеточные тела сенсорных нейронов соединяются в структуру, именуемую спинномозговым ганглием и расположенную рядом со спинным мозгом (рис. 2.6). Спинномозговые ганглии располагаются парами, и каждая связана с одним из позвонков.⁴⁶

Когда мы говорим об электрических сигналах, то представляем себе импульсы, исходящие от наших ноутбуков или плееров, которые движутся со скоростью чуть меньшей, чем скорость света, – около 1077 миллионов километров в час. Но передача электрических сигналов в нервной системе – процесс гораздо более медленный. Аксоны, получающие информацию от механорецепторов на вашей коже, передают импульсы со скоростью примерно 70 метров в секунду.

Это одни из самых быстродействующих аксонов в нервной системе, хотя и они более чем в четыре миллиона раз уступают по скорости сигналам в электронных устройствах. Иными словами, представьте себе великаншу, которая лежит головой в Балтиморе, а ноги находятся в воде близ южноафриканского Кейптауна. Если в полдень понедельника ее большого пальца коснется пучок водорослей, активировав механорецепторы кожи, она не почувствует этого до раннего вечера среды, когда сигнал дойдет до неокортекса головного мозга, а убрать ногу в ответ у нее не получится ранее утра субботы.⁴⁷ Оставим гигантов, поясним: электрическим сигналам, которые начинают свой путь в коже, на то, чтобы добраться до мозга требуется время, и тем больше, чем дальше от мозга находится соответствующая часть тела: например, от пальцев ног сигнал идет дольше, чем от лица.

В начале XX века в Европе и Америке пациенты, в основном женщины, стали жаловаться на потерю чувствительности в той или иной части тела – осталось только странное слабое покалывание. Есть ли неврологическое объяснение этим симптомам? Мы знаем, что нервы в спинном и головном мозге передают тактильные сигналы. Возможно, проблема состояла в том, что нечто мешало функционированию конкретных сенсорных нервов – какое-то сдавливание или, например, инфекция, – и именно поэтому возникало локализованное омертвление?

На рис. 2.7 человеческое тело изображено так, что на нем показаны зоны кожи, пронизанные парами спинномозговых ганглиев. Например, можно увидеть, что четвертый грудной спинномозговой ганглий охватывает кожу туловища на уровне сосков, а первый крестцовый ганглий, расположенный у нижней части позвоночника, тянется по наружной части голени, лодыжки и стопы. Каждая из зон кожи, которую пронизывает одна пара спинномозговых ганглиев, именуется дерматомом.

Если бы причиной онемения и покалывания была травма сенсорного нерва или спинномозгового ганглия, следовало бы предположить, что пациенты жаловались бы на ощущение в области, соответствующей дерматому или, возможно, двум соседним дерматомам. Но когда при исследовании кожи картографировали области утраты ощущений, все оказалось совсем иначе. Чаще всего зона онемения соответствовала вовсе не конфигурации дерматома, а форме различных видов нижнего белья: корсетам, подштанникам, панталонам, подвязкам, чулкам и т. д. Это заставило многих врачей того времени, включая Зигмунда Фрейда, заключить, что симптомы онемения были связаны не с повреждением сенсорных нервов: чувство онемения зон, ограниченных формой нижнего белья, возникало в результате психологических и социальных факторов. Сегодня зоны онемения в форме нижнего белья встречаются значительно реже. (Трудно себе представить зону онемения в форме стрингов.)

⁴⁶ В случае шеи и головы спинномозговой ганглий заменяется сходной структурой – тройничным ганглием. Научное название нейронов, имеющих эту форму, – «псевдоуниполярные нейроны».

⁴⁷ При этом предполагается, что механосенсорные аксоны нашей великанши передают сигналы с той же скоростью, что и у обычных людей.

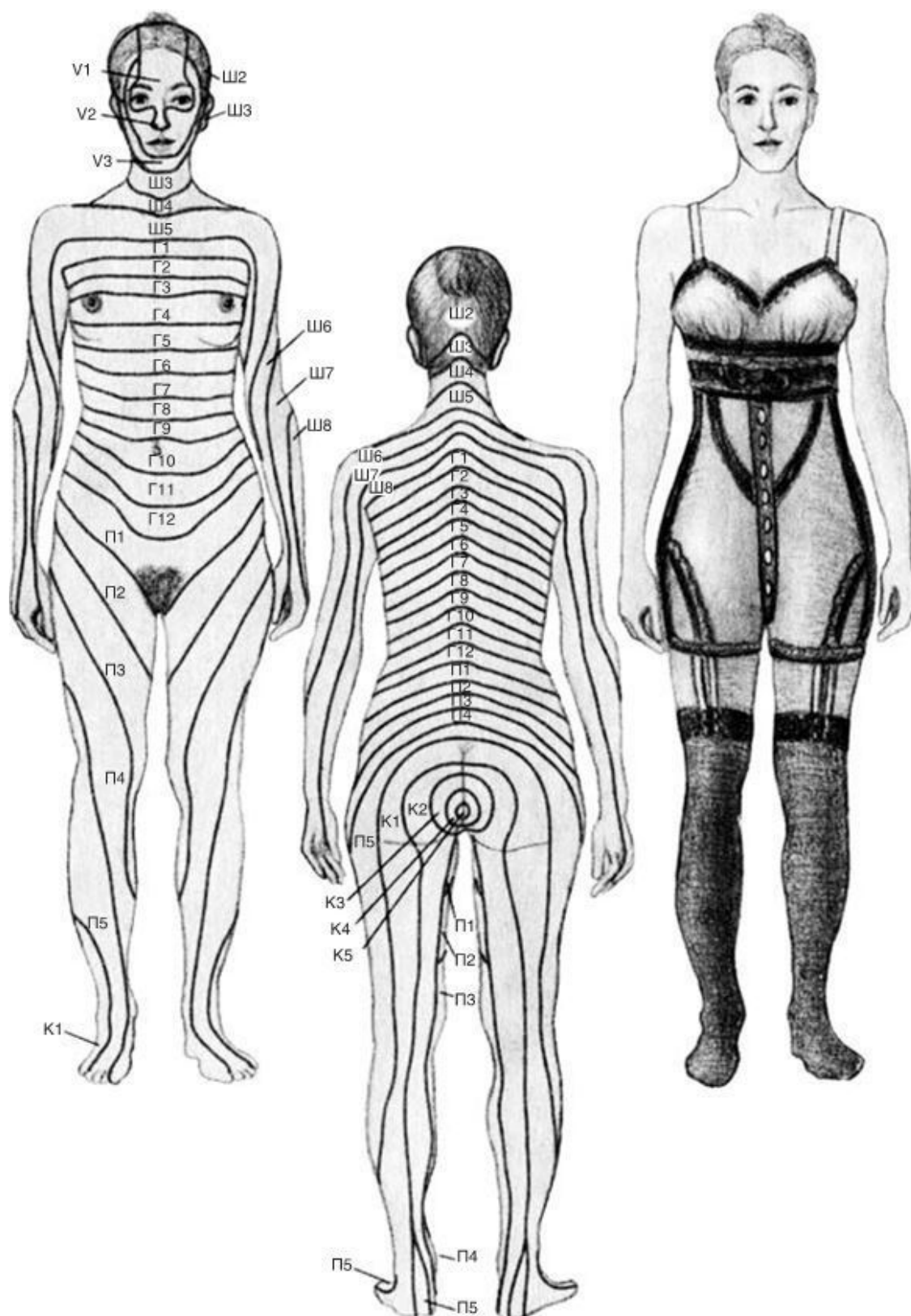


Рис. 2.7. Карта зон кожи, пронизанных волокнами различных спинномозговых нервов и тройничного нерва, отвечающего за некоторые части лица. Эта карта (левое и центральное изображения) показывает, что дерматомы не совпадают со сформированными нижним бельем областями онемения. Буквы К, П, Г, Ш соответствуют группам позвонков снизу вверх по позвоночнику: крестцовый, поясничный, грудной и шейный. Буква V соответствует трой-

ничному нерву, который начинается в стволовой части мозга. Это пятый черепной нерв, потому он обозначается римской цифрой V

Раз нейроны – это клетки, то нам представляется нечто микроскопическое, и в каком-то смысле это верно: клеточные тела сенсорных нейронов в спинномозговых ганглиях имеют диаметр от 0,01 до 0,05 миллиметра. (Крупнейшее из этих клеточных тел по диаметру примерно соответствует диаметру остевого волоса человека.) Однако длина, которую должны иметь определенные сенсорные нейроны, чтобы передавать осязательные сигналы, поражает. Представим себе аксон механосенсорного нейрона, расположенного в пятке. Он тянется от пятки вверх по ноге в область таза и по спинномозговому ганглию попадает в позвоночник в первом крестцовом нерве. Затем он продолжает тянуться вверх по позвоночнику, заканчиваясь и формируя синапсы в зоне ствола мозга, именуемой тонким ядром. В среднем у человека этот нейрон имеет длину около полутора метров. (Да, а у жирафа еще длиннее.) Эти нейроны – самые длинные клетки в организме.

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.