

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
Предисловие ко второму изданию	7
Введение	9
Как пользоваться этой книгой	13
Глава 1. «ИДУЩАЯ СИСТЕМА»	15
Введение	15
Системы тела	16
Наше взаимодействие с силой тяжести	19
Энергосбережение	19
Действие сил — сила тяжести и сила реакции опоры	33
Миофасциальная структура	35
Тенсегрити	37
Триангуляция	39
Фасциальные мембраны	40
Фасциальная эффективность	41
Ходьба и цикл растяжения-сокращения	47
Краткое изложение	48
Глава 2. МЕХАНИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ	49
Введение	49
Функции ходьбы	49
Цикл походки	52
Скелетная цепь	53
Двигаемся дальше	73
Краткое содержание	73
Глава 3. САГИТТАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ	75
Введение	75
Начнем с загрузки в сагиттальной плоскости	76
Цикл походки в сагиттальной плоскости	80
Несколько слов об интерпретации электромиографии	81
Схождение с пальцев и фаза подготовки к переносу	83
Перекаты стопы, силовое замыкание, катапульта	84
События самых важных фаз	92
Ключевые события	97
Краткое содержание	104

Глава 4. ФРОНТАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ	105
Введение	105
Движение способствует экономии	105
Начнем с силы тяжести	107
Всё в нашей голове	108
Стабильность таза	112
Эффективность и женский таз	115
Корректировка во фронтальной плоскости	118
Минимизация усилий для максимального результата	119
Ключевые события	123
Краткое содержание	128
Глава 5. ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ	129
Введение	129
Напоминание о реальном и относительном движении	131
Механика нижних конечностей	133
Крестцово-подвздошные суставы	147
Глубокий продольный слинг	150
Двигатель позвоночника	150
Ключевые события	153
Краткое содержание	156
Глава 6. НАША ВНУТРЕННЯЯ ПРУЖИНА	157
Введение	157
Внутренняя механика	159
Стопа	160
Передняя межмышечная перегородка	160
Задняя межмышечная перегородка	161
Глубинная фронтальная линия — от пронации к супинации	162
Схождение с пальцев	165
Совместная сила разгибания бедра и тыльного сгибания голеностопа	167
Разгадывая поясничную мышцу	168
Глубинная фронтальная линия при касании пятки и здоровое тазовое дно	169
Передне-задний баланс	171
Управление упругой эффективностью	172
Ключевые события	173
Краткое содержание	174
Глава 7. КОНТРАЛАТЕРАЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ	175
Введение	175
Контралатеральные слинги	179
Ключевые события	184
Краткое содержание	184
Глава 8. ПРУЖИНИСТАЯ ПОХОДКА	185
Обувь	188
Глава 9. Заключение	193
Предметный указатель	195

МЕХАНИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ

Если вы находитесь в поиске творческих идей, идите гулять. Когда человек гуляет, он слышит шепот ангелов.

Раймонд И. Майерс

■ ВВЕДЕНИЕ

Есть множество причин, объясняющих, почему мы двигаемся именно так, как мы двигаемся. Первая глава уже познакомила нас с многочисленными эволюционными и экономическими преимуществами миофасциальных стратегий, и мы продолжим углублять это понимание, поэтапно разбирая каждую фазу походки с точки зрения отдельных движений и их сложной совокупности. Некоторые примеры из сравнительной анатомии помогут улучшить наше понимание взаимосвязи между формой и функцией. Мы посмотрим на то, как переплетение действующих сил, суставов — с их возможностями и выравниванием, — а также мягких тканей создают симбиотический поток в теле во время ходьбы.

Мы познакомим вас с функциями ходьбы, а затем исследуем все фазы походки и их значение. Каждая фаза цикла походки имеет свои требования к телу, однако наша система адаптирована для того, чтобы использовать напряжение в своих интересах — при условии, что наши ткани способны к взаимодействию. Во время ходьбы основной областью напряжения является стопа, поскольку именно она должна обеспечивать мобильность и стабильность на разных этапах. Мы рассмотрим механизм работы

стопы, позволяющий ей распределять и контролировать действующие силы.

Описывать движение довольно сложно, кроме того, подобные описания могут сбивать с толку, поэтому в данной главе, дабы прояснить, что и когда происходит на самом деле, мы дадим определение реальному и относительному движениям, которые также известны как остеокинематика и артрокинематика. Знание этих терминов и концепций не только поможет читателю продвигаться по книге, но и обеспечит ясность при анализе любого сложного движения.

■ ФУНКЦИИ ХОДЬБЫ

В 2010 году Перри перечислил четыре функции ходьбы: движение вперед, сохранение энергии, стабильность положения и амортизация. Проясним роль мягких тканей в каждой из них при ходьбе.

Движение вперед

Большинство движений человека имеют некую цель: мы представляем желаемый результат, и наше тело ведет нас к нему (помните, что чаще всего ходьба — это тот способ, с помощью которого мы переносим нашу голову и руки туда, куда нам нужно).

Наше сознание не обладает достаточным пространством и энергией, чтобы последовательным образом посылать сигналы соответствующей мускулатуре. Вместо этого, как уже было показано в предыдущей главе, бразды правле-

ния инициацией движения и непосредственно самим движением отданы соматической нервной системе.

Чтобы понять, как происходит движение вперед, нам необходимо составить представление как о намеренных, так и о рефлекторных действиях и возможностях миофасциальной системы. Как уже объяснялось в главе 1, естественная тенденция суставов складываться под действием внешних сил передает силу движения по каналам мягких тканей, вызывая реакцию локальных проприоцептивных рефлексов, встроенных и закрепленных в фасциальной ткани. Эти рефлексы, возникающие в ответ на те силы, которые ощущает локальная коммуникационная система, запускают активацию быстрого локального контроля, тем самым уменьшая необходимость передачи сигнала непосредственно в спинной мозг или — что вызвало бы еще большую задержку — в головной мозг и обратно.

Сохранение энергии

Поначалу может возникнуть искушение рассматривать движение как серию последовательных и чередующихся концентрических и эксцентрических сокращений; однако в действительности, как только начинается движение вперед, большую часть энергии, необходимой для продолжительной ходьбы по плоской поверхности, обеспечивает инерция движущегося тела, и именно благодаря ей мы обладаем локомоторной экономией. Основной механизм рециркуляции энергии уже был изучен в предыдущей главе, однако здесь будет нелишним повторить, что эластичные ткани загружаются той энергией, которую они получают из внешних источников (в числе которых может быть и сокращение мышц) и что основным поставщиком энергии является сила инерции. Наше вертикальное положение скелета и отталкивание стопой при ходьбе по сравнению с четвероногими обуславливает большее вовлечение мягких тканей.

Стабильность положения

Для того чтобы мы могли ходить на двух ногах, мы должны быть способны, стоя на одной ноге и опираясь на нее, переносить через

нее свое тело, подобно тому, как спортсмен, выполняя прыжок, опирается на шест. Для успешности выполнения этого акробатического действия нам потребовалось выстроить свой центр тяжести над точкой опоры на земле; чтобы добиться этого, человеческой анатомии пришлось эволюционировать во многих отношениях. Помимо смещения позиции тазовых костей, потребовалось изменение угла бедренной кости между тазом и коленом: человеческая нога в области бедра расположена под наклоном внутрь и поэтому стопы находятся ближе к средней линии и к центру тяжести тела. У других приматов существует лишь незначительное сближение коленей и стоп. Нижние части их ног расположены латеральнее центра тяжести, что повышает вероятность их падения в том случае, если они окажутся на одной ноге (см. рис. 2.1).

Стабильность человека усиливается и за счет того, что задняя часть нашей подвздошной ко-

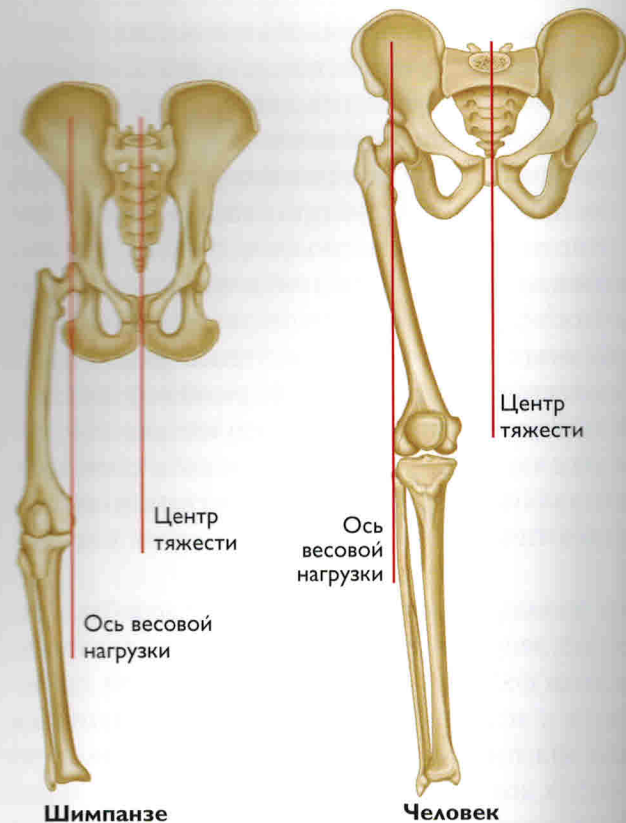


Рис. 2.1. Угол наклона костей ног у человека позволяет сместить центр тяжести ближе к оси его опорной ноги. Другие приматы имеют более вертикальное положение костей ног. В стойке на одной ноге их центр тяжести находится более медиально по отношению к точке опоры

сти располагается более латерально в сравнении с другими приматами (см. рис. 2.2). Это изменяет фасциальную направленность ягодичных мышц, что позволяет им участвовать как в разгибании, так и в отведении в тазобедренном суставе. Отведение (или, может быть, нам следует

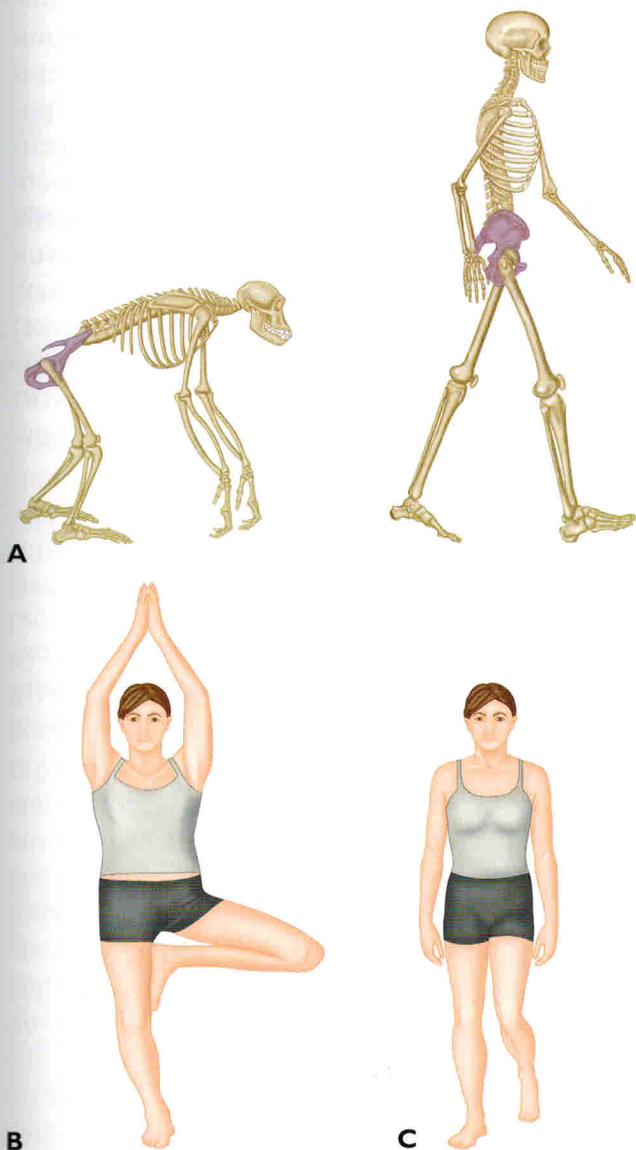


Рис. 2.2. (А) Мы видим изменение в позиции тазовых половинок, произошедшее в ходе эволюции и позволившее разгибателям тазобедренного сустава разместиться более латерально и обеспечить возможность стоять на одной ноге, что является неотъемлемой частью двуногой походки. (В) В этой позе описанный выше угол наклона костей ног (медиальное расположение колена и, соответственно, стопы) и линия действия силы сокращения отводящих мышц, расположенных латерально, помогут удерживать тело от падения влево, тем самым обеспечивая возможность сохранять такую позу в течение долгого промежутка времени. (С) Здесь, в положении, когда одна стопа приземляется, а другая через сгибание переносится вперед, мы видим потребность в латеральной стабильности

назвать это «предотвращением приведения»?) является ключевым фактором способности стоять на одной ноге. У других приматов, подвздошные кости которых обращены назад, ягодичные мышцы в первую очередь выполняют роль разгибателей — отлично подходящих для толчка вперед, но недостаточных для обеспечения устойчивости в положении стоя на одной ноге.

Во время ходьбы люди ставят свои стопы еще ближе к средней линии. Примерное расстояние между стопами составляет 8 сантиметров для мужчин и 7 сантиметров для женщин, что опять же способствует смещению опоры под центр тяжести.

Амортизация

Естественные покачивания вверх и вниз, присущие человеческой походке, в момент касания пяткой создают ударную волну, которую необходимо рассеять прежде, чем она достигнет верхней части тела, чтобы сохранить относительное спокойствие головы. При обычном паттерне походки касание пяткой создает силы, направленные вверх и назад, которые необходимо контролировать. Поглощение, рассеивание и рециркуляция ударных сил является основополагающим элементом нашего исследования и той областью, где суставы и их выравнивание, а также мягкие ткани играют первостепенную роль.

При ударе пяткой сила реакции опоры, инерция движения и смещение центра тяжести естественным образом приводят суставы в движение. Это движение передает механическую информацию о воздействии в «поток» мягких тканей, где она считается заключенными внутри фасции механорецепторами. Если механическая коммуникация работает должным образом, то для предотвращения падения активируются соответствующие мышцы.

Реакция мягких тканей на внешние силы определяется строением сустава, другими словами, действие мягких тканей является реакцией на движение сустава. Например, вас, возможно, учили сгибать колени при приземлении после

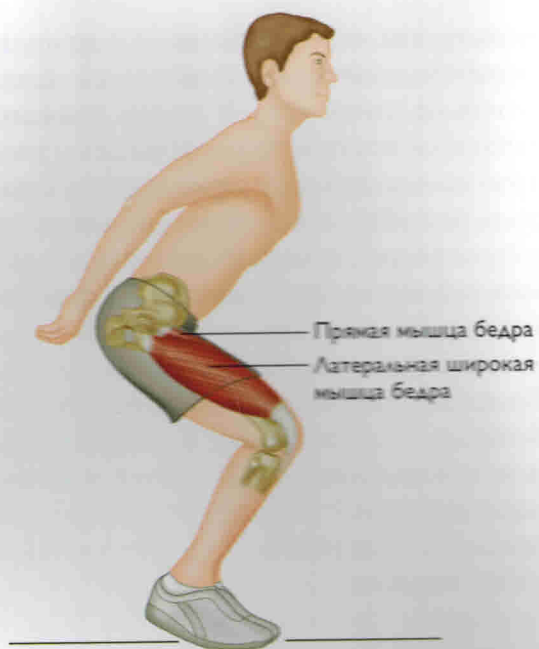


Рис. 2.3. Колени, как и многие другие суставы, за счет «складывания» позволяют миофасциальной ткани поглощать большую часть нагрузки, возникающей в момент приземления после прыжка. Это направляет механическую силу в мягкие ткани, которые эксцентрически удлиняются, чтобы замедлить тело

прыжка — в этой ситуации это единственное верное решение для коленного сустава.

Сгибание колена стимулирует мощную четырехглавую мышцу бедра, которая начинает ра-

ботать эксцентрически, поглощая нисходящую силу и замедляя тело (см. рис. 2.3).

Как мы увидим при изучении биомеханической цепи, некоторые суставы способны поглощать действие различных сил в трех измерениях, тем самым не только способствуя поддержанию равновесия, но и улучшая эффективность движения. Именно суставы определяют векторы прохождения сил через тело; эти силы контролируются нейромиофасциальной сетью, которая — при условии соответствующей жесткости окружающих мягких тканей — будет поглощать напряжение. Однако если в суставах слишком много мобильности и окружающая мускулатура не обладает достаточной силой, это может привести к гипермобильности и разрушению сустава, а также создать напряжение других мышц, чтобы компенсировать потерю упругой энергии.

■ ЦИКЛ ПОХОДКИ

Одна из трудностей анализа походки заключается в тех непрерывных изменениях во всех трех измерениях, которые происходят во время цикла движения.

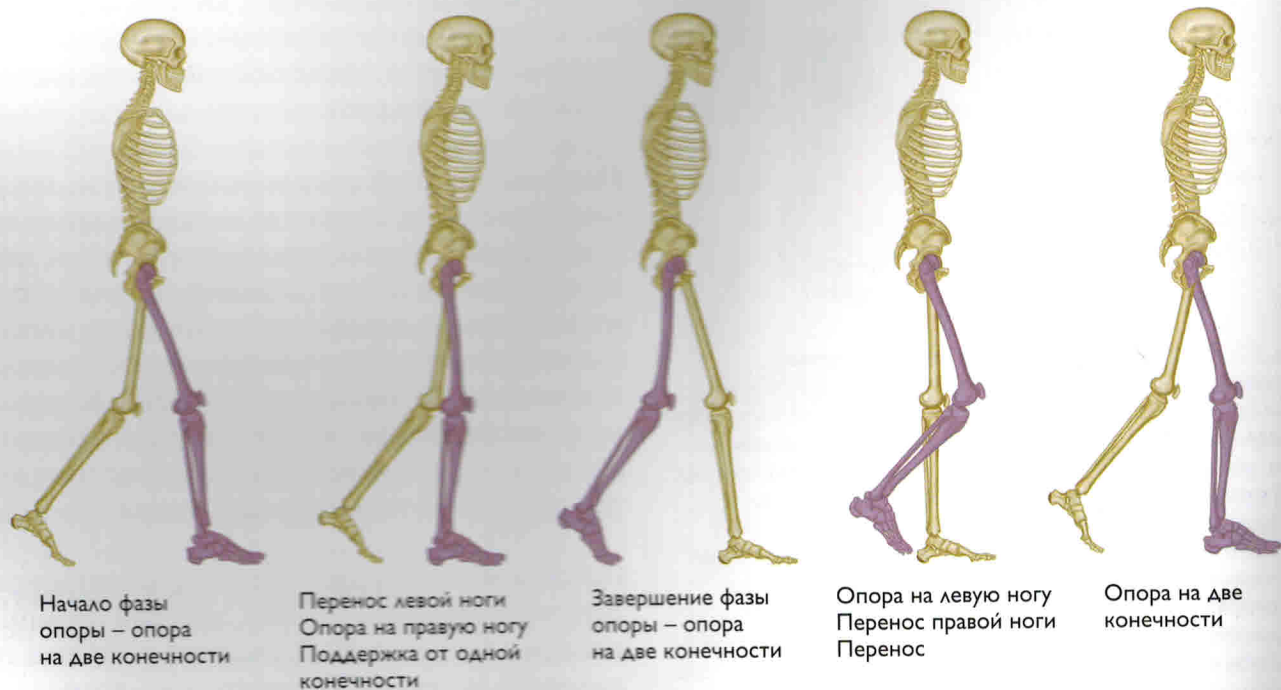


Рис. 2.4. Этапы походки (согласно Перри и Бернфилду, 2010)

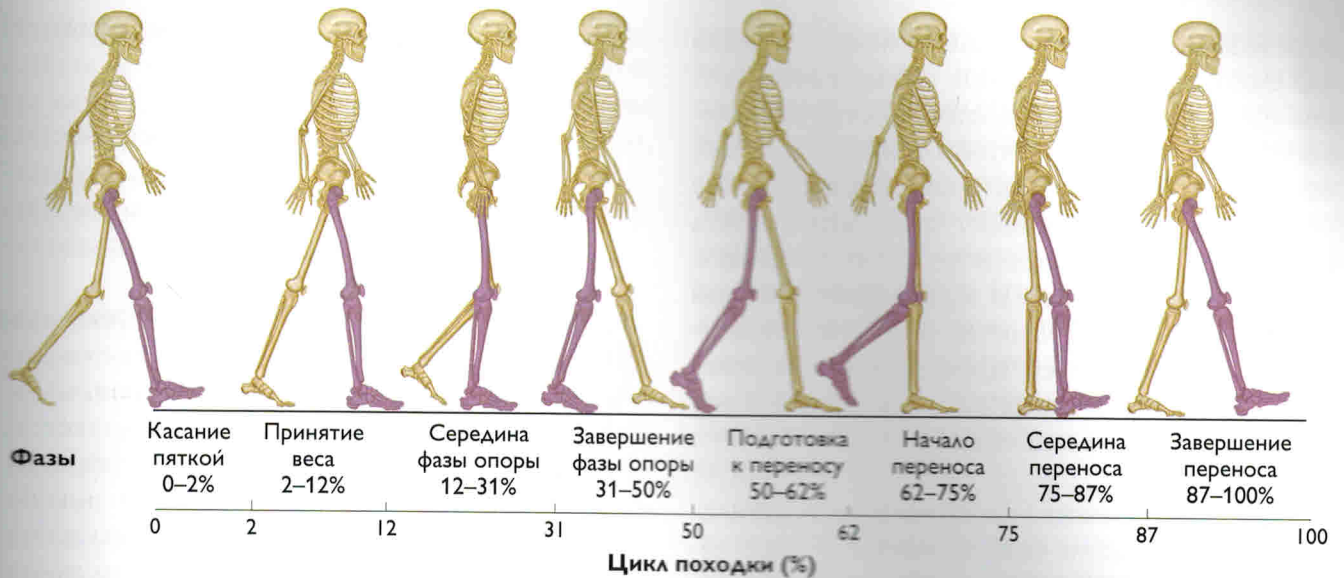


Рис. 2.5. Этапы цикла походки

Восемь основных фаз¹, которые мы рассмотрим в данном тексте, включают в себя: касание пяткой (0–2%); принятие веса (2–12%); середину фазы опоры (12–31%); завершение фазы опоры (31–50%); подготовку к переносу (50–62%²); начало переноса (62–75%); середину переноса (75–87%) и завершение переноса (87–100%); после чего мы вновь возвращаемся к касанию пяткой. Мы будем использовать эту терминологию для описания полного цикла шага, который в действительности состоит из двух шагов: мы начинаем с касания правой пяткой, делаем шаг вперед, чтобы коснуться левой пяткой, и затем снова возвращаемся к касанию правой пяткой. Знание терминологии фаз и их периодичности (рис. 2.4 и 2.5) вам пригодится, но необязательно запоминать их прямо сейчас. По мере того как вы будете продвигаться по книге и понимать, что происходит в каждой фазе, терминология будет становиться понятной сама собой.

Один полный цикл шага походки состоит из фазы опоры, когда стопа находится на земле, и фазы переноса, когда она перемещается по воздуху. Фаза опоры требует принятия веса и поддержки одной конечности в течение пер-

вых четырех этапов, а фаза переноса происходит между моментом схода с пальцев и касанием пяткой (рис. 2.4 и 2.5).

■ СКЕЛЕТНАЯ ЦЕПЬ

Роль стопы

Стопа человека — это шедевр инженерной мысли и произведение искусства.

Леонардо да Винчи

То внимание, которое привлекла стопа в ответ на повальное увлечение бегом босиком, помогло нам по-новому осознать всю красоту и сложность той инженерной конструкции, которая лежит в основе нижней части наших ног. Стопа должна быть в состоянии справиться с теми силами, которые действуют на нее после приземления: она должна выдержать наш вес, а затем создать устойчивую платформу, с которой можно было бы вновь начать движение вперед. Чтобы справиться с этими силами, стопа перекачивается через череду округлых костей и суставных поверхностей, от пятки к пальцам (см. «Перекаат стопы, силовое замыкание и эффект катапульты» ниже), в то время как мы «перескакиваем» через нее в различных скрутках и поворотах. Во время

¹ Данные фазы и их тайминг основываются на работе Перри и Бернфилда, 2010; в другой литературе данные могут отличаться с точки зрения тайминга, но эти незначительные отклонения не должны нас беспокоить.

² Толчок пальцами произойдет при 62%.

ФРОНТАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ

Это **Ниагарский водопад**, одно из самых красивых природных чудес в мире. Кому бы не хотелось пройти по нему?

Ник Валленда

■ ВВЕДЕНИЕ

В то время как сагиттальная плоскость в большей степени связана с инерцией движения, во фронтальной плоскости речь идет о поиске равновесия, что вызвано смещением между вектором силы реакции опоры, идущим вверх к тазобедренному суставу, и вектором действия нашего центра тяжести, который располагается где-то в нижней части живота. Хотя лишь немногие из нас хотели бы пересечь Ниагарский водопад по канату, все мы обладаем определенными характеристиками скелета, которые позволяют нашим стопам при ходьбе приземляться относительно близко к средней линии. Расположение нашего центра опоры под центром тяжести имеет свой функциональный смысл, создавая дополнительное преимущество преднатяжения тех многих мышц, которые обеспечивают нам поддержку в момент, когда при ходьбе мы оказываемся в опоре на одной ноге.

Отводящие мышцы со стороны опорной ноги преднатягиваются наклоном таза из стороны в сторону, который является одним из ключевых событий фронтальной плоскости в походке. Это действие из стороны в сторону — при условии, что его можно контролировать вплоть до наклона в 4 градуса, — обеспечивает дополнительную жесткость тканям отводящих мышц, помогая им контролировать каскад пронации.

Существует несколько ключевых событий, без которых не будет происходить наклон таза из стороны в сторону, среди них:

- боковое сгибание поясничного отдела позвоночника;
- приведение бедра опорной конечности;
- отведение бедра противоположной конечности.

■ ДВИЖЕНИЕ СПОСОБСТВУЕТ ЭКОНОМИИ

В третьей главе мы рассмотрели преимущества последовательного преднатяжения тканей, ориентированных на сагиттальную плоскость, и увидели, как эти «сагиттальные» ткани выигрывают от той загрузки, которая происходит в ответ на направленную вперед инерцию движения. Ткани во фронтальной плоскости в большей степени используют противодействие между силой реакции опоры, поднимающейся вверх от нижней конечности, и весом тела, спускающимся вниз из центра тяжести, а также их смещение, которое приводит к наклону таза. Хотя иногда это рассматривается как негативная особенность, мы увидим, что в действительности этот наклон запускает механизмы эффективности тела.

При каждом шаге мы должны удерживать себя от падения. Когда стопа «ударяет» о землю, значительная часть нисходящей силы поглощается мягкими тканями тела, и, хотя большая часть этой работы происходит в сагиттальной плоскости и выполняется разгибателями бедра и колена, для предотвращения приведения во фронтальной плоскости необходимо действие отводящих мышц.

Как мы видели в главе 1, именно это складывание суставов — присущая системе нестабильность — обеспечивает поглощение ударов (т. е. защищает наш мозг от тряски), создавая метаболически дешевую упругую энергию. Нисходящее движение нагружает пружины миофасции (см. рис. 4.1), и поэтому не стоит рассматривать подобные «падения» как нечто плохое — они вызваны смещением сил в суставах и обеспечивают миофасциальную эффективность.

В то время как свободная нога совершает перенос вперед, а опорная нога проходит этап перекатов переднего отдела стопы, все тело слегка приподнимается. При касании пяткой тело вновь опускается вниз. Похоже, что эти восходящее и нисходящее движения способствуют загрузке эластичных тканей, используя преимущества цикла растяжения-сжатия. Подъем тела необходим для выработки потенциальной энергии, которая при его «падении» превращается в кинетическую энергию (т. е. в движение), и именно торможение этого движения загружает упругие ткани, что впоследствии способствует упругой отдаче.

Исследование, проведенное Ортега и Фарли в 2005 году, показало, что уменьшение вертикального смещения головы (т. е. «отскока» вверх/вниз при ходьбе) увеличивает метаболические издержки ходьбы, поскольку в этом случае мышцы должны работать усерднее. Увеличение потребления энергии при меньшем вертикальном движении кажется противоречащим традиционному мышлению, которое, наоборот, предполагает, что минимизация движения вверх/вниз приведет к большей энергоэффективности. Однако как для создания предварительного растяжения упругих тканей в сагиттальной плоскости телу требуется инерция движения, так вертикальные колебания нам необходимы для повышения эффективности нашей походки на двух ногах.

Вертикальные колебания, создаваемые взаимодействием силы тяжести и силы реакции опоры, обеспечивают преднатяжение латеральных тканей, аналогично тому, как это происходит в сагиттальной плоскости под действием инерции движения.

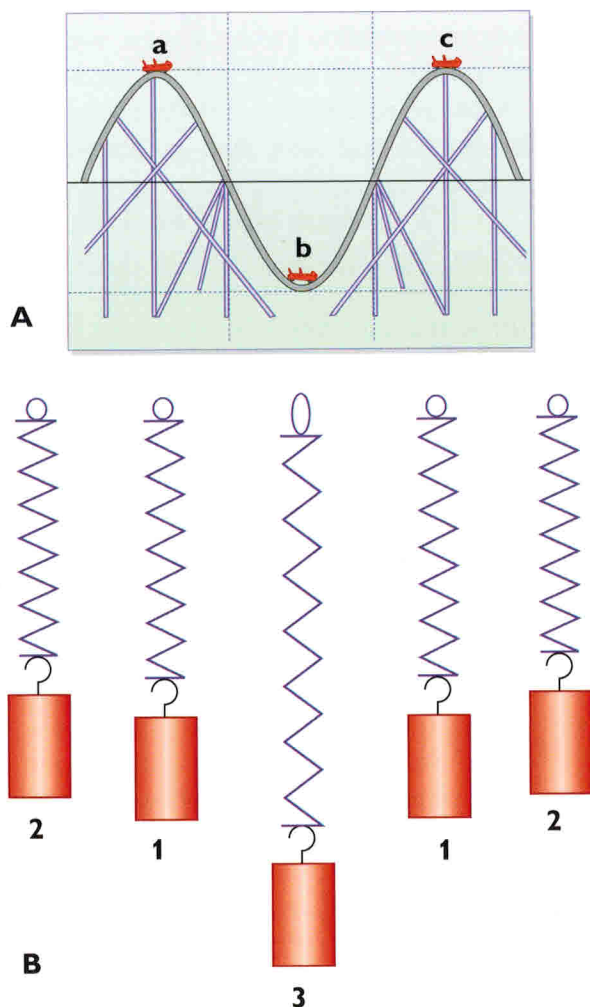


Рис. 4.1. (А) Когда вагончик на американских горках скользит вниз по трассе (из пункта а в пункт b), он вырабатывает кинетическую энергию, необходимую для того, чтобы преодолеть следующий подъем (пункт с). К моменту достижения вершины большая часть кинетической энергии уже была использована (в качестве рабочей), но, благодаря своему новому положению на верхней точке маршрута, вагончик теперь обладает большой потенциальной энергией. Эта потенциальная энергия быстро превращается в кинетическую энергию, как только вагончик оказывается на нисходящей части подъема и начинает ускоряться. (В) Нисходящее движение грузика замедляется сопротивлением пружин. Кинетическая энергия нисходящего движения передается пружине, которая достигает той точки, где сила, приложенная грузиком, соответствует упругой силе пружины. Как только две силы совпадают, движение вниз прекращается. Самая низкая точка отскока пружины аналогична той точке, где вагончик американских горок оказывается на вершине подъема — это означает, что теперь в пружине накопилось достаточно потенциальной энергии для того, чтобы грузик «отскочил» обратно вверх.

Вертикальное смещение связано с размером тела и его скоростью: если мы увеличиваем скорость, то тем самым увеличиваем вертикальное движение, создавая больше растяжения и загрузку упругих тканей, чтобы обеспечить кинетическую

энергию при их высвобождении. Это изменение в стратегии может объяснить некоторые изменения, которые мы видим в походке при увеличении скорости. Повышение эффективности вслед за переключением локомоторной «передачи» было отмечено Хойтом и Тейлором (1981), измерившими затраты энергии пони при разных скоростях движения. Они обнаружили, что для каждого паттерна походки — шага, рыси или галопа — животные выбирали определенную, наиболее энергоэффективную для этого паттерна скорость: различные стили движения приводили к оптимальной упругой нагрузке (см. рис. 4.2).

Хойт и Тейлор (1981) обнаружили, что затраты энергии пони сначала увеличивались — по мере увеличения скорости в каждом стиле «походки», а затем, при смене паттерна походки с шага на рысь, а также с рыси на галоп, — уменьшались (рис. 4.2А). Каждый переход снижал количество затрачиваемых усилий: медленная рысь требовала меньше усилий, чем быстрый шаг; а медленный галоп был метаболически дешевле быстрой рыси. Если проанализировать эти данные на предмет изменения затрат в зависимости от дистанции (рис. 4.2В), мы увидим, что каждый паттерн походки использует одно и то же отношение энергии к расстоянию (примерно 300 джоулей на метр). Интересно также отметить, что шаг имеет очень узкий диапазон эффективности (показан длиной черточки в нижней части графика на рис. 4.2В) по сравнению с рысью и галопом. Это означает, что

эффективность шага у лошадей очень чувствительна к изменениям скорости.

Вы можете сами почувствовать эту динамику, отправившись на прогулку и постепенно набирая скорость. Если вы пойдете достаточно быстро, то сначала вы естественным образом переключитесь на бег трусцой, затем на бег и, наконец, на спринт. После каждой такой «смены» вы можете почувствовать, как восстанавливаете некоторую эффективность, поскольку такое движение позволяет вам использовать преимущество цикла растяжения-сжатия, уменьшающего мышечные усилия. Однако важно помнить, что в данном случае, помимо скорости, будут участвовать и другие факторы, включая мышечную силу и биомеханику. В этой книге основное внимание уделяется наиболее эффективным и распространенным биомеханическим траекториям, которые используют преимущества миофасциальных тканей.

■ НАЧНЕМ С СИЛЫ ТЯЖЕСТИ

Путь в тысячу ли начинается с первого шага.

Лао-Цзы

Прежде чем менять скорость, мы сначала должны начать идти; мы уже видели в главе 3 те преимущества, которые создает предварительная

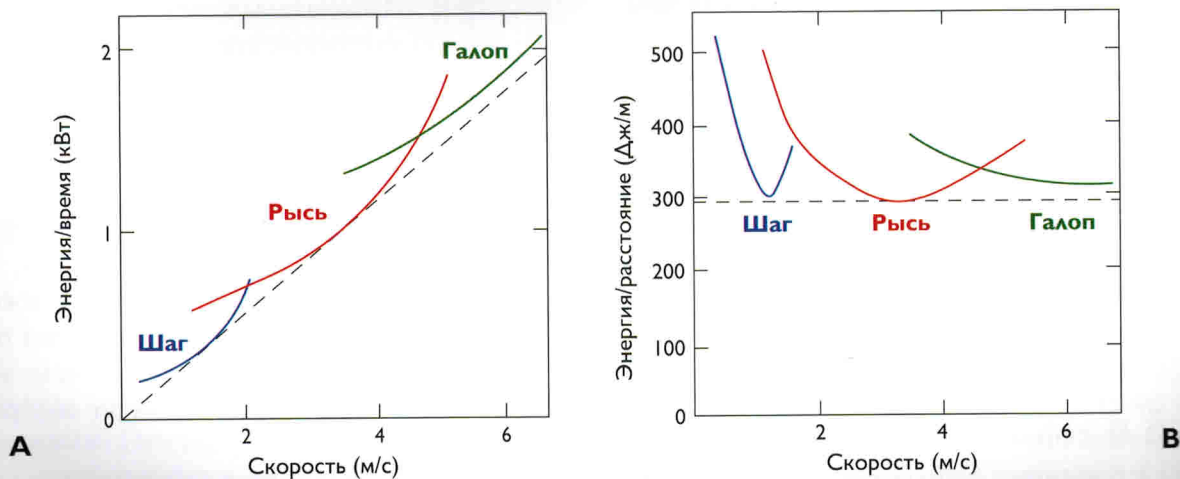


Рис. 4.2. (А) Энергетические затраты как функция скорости для трех стилей движения лошади. (В) Изменение энергетических затрат на метр в зависимости от скорости лошади. (По материалам Хойта и Тейлора, 1981.)

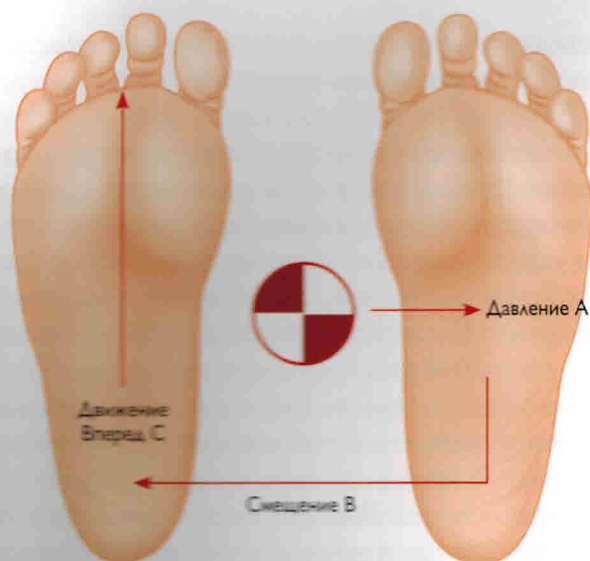


Рис. 4.3. Анализ прижимной пластины показывает, что, готовясь к первому шагу, мы на мгновение перемещаем наш центр тяжести на ногу, выполняющую перенос вперед, прежде чем перенести его на опорную ногу, чтобы начать шаг. Это может помочь механической загрузке ткани переносимой вперед ноги, способствуя ее подъему и передвижению вперед. Перемещение веса тела на переносимую ногу нагружает и потенциально слегка деформирует ткань, создавая пружину для облегчения первого подъема. (По материалам Perry и Burnfield, 2010.)

загрузка в сагиттальной плоскости для начала ходьбы, однако мы также получаем выгоду от предварительной загрузки и во фронтальной плоскости. Перенос веса тела в сторону ноги, выполняющей движение вперед, прежде чем мы начнем идти, создает вертикальную нагрузку на конечность и натягивает боковые ткани, создавая легкое приведение в несущем вес тазобедренном суставе.

Стоя и намереваясь сделать шаг, прежде чем перенести вес тела на опорную ногу, мы ненадолго (и неосознанно) смещаем его из центрального положения над стопами в сторону той ноги, которую собираемся поднять (см. рис. 4.3). Смещение веса до начала движения предполагает, что вертикальная нагрузка на ногу в фазе переноса способствует ее «отскоку» вверх и вперед, одновременно загружая миофасции нижней конечности.

■ ВСЁ В НАШЕЙ ГОЛОВЕ

Ученые, изучающие родословную предков гоминидов, часто используют размер головного мозга в качестве индикатора принадлежности

к тому или иному виду. Наряду с другими морфологическими показателями размер мозга использовался для дифференциации *Homo genus* от более раннего *Australopithecus* — и от предшествовавшего ему *Ardipithecus* (см. рис. 4.4)¹. Однако мало кто понимает, что наши вымершие двоюродные братья, неандертальцы, с которыми мы делили мир на протяжении около трехсот тысяч лет, не только обладали более крупными и мускулистыми телами, чем *Homo sapiens*, но и имели больший по размеру мозг. Почему же тогда мы смогли пережить своих более умных и смелых сородичей?

В книге «Анатомические поезда» (2015) Майерс описывает, что наши многофункциональные сенсорные органы слуха расположены по боковой стороне, что могло стать тем самым конкурентным преимуществом. Как указывают Майерс (2015) и МакКреди (2007), с эволюционной точки зрения боковые стороны наших тел произошли из боковых линий рыб, в которые были встроены органы, воспринимающие вибрации от окружающей среды. Эти сенсорные органы рыб эволюционировали в человеческое ухо, способное не только слышать, но и ощущать ориентацию и движение. Полукружные каналы (ПКК), расположенные во внутреннем ухе, являются важной частью этой системы, взаимодействуя с глазами и подзатылочными мышцами, чтобы создать вестибуло-окулярный рефлекс для стабилизации зрения при движении глаз и головы.

ПКК — это неотъемлемая часть вестибулярной системы, обеспечивающая ее баланс и ориентацию (рис. 4.5). Являясь частью внутреннего уха, три заполненных жидкостью канала ориентированы на сагиттальную, фронтальную и горизонтальную плоскости, где каждая плоскость движения соответственно своей функции официально называется тангажом, креном и рысканием. Когда происходит движение в одной из плоскостей, канал совершает перемещение в пространстве дальше, чем эндолимфатическая жидкость, которая содержит-

¹ *Homo genus* — человеческий род, *Australopithecus* — австралопитек, *Ardipithecus* — ардипитек. — Прим. перев.

что хотя, как и следовало ожидать, фактический размер ПКК растет с увеличением размера тела, соотношение между размером ПКК и размером тела не всегда было одинаковым.

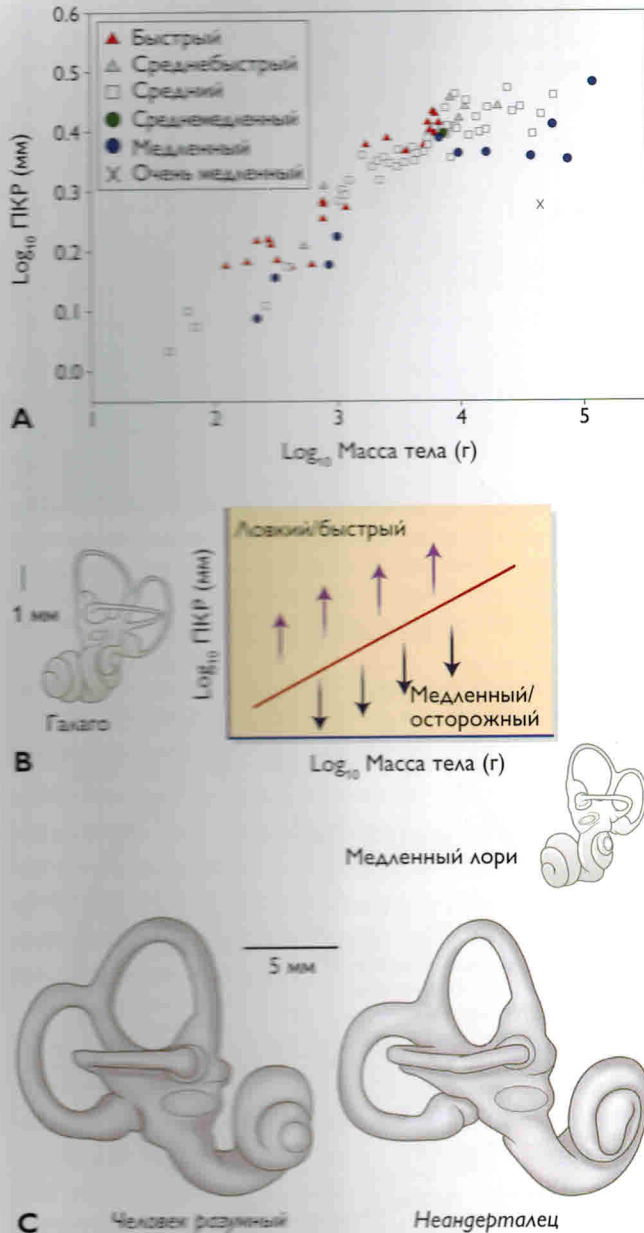


Рис. 4.6. (А) Диаграмма, показывающая распределение массы тела приматов (г) по отношению к радиусу ПКК (мм) к \log_{10} , нанесенная на график в соответствии с локомоторным типом. (В) Линия наилучшего соответствия для 4.6А отражает тренд, что ловкое и быстрое движение коррелирует с относительно большим ПКК, что продемонстрировано на примере галаго и медленного лори. (С) *Homo sapiens* и *Homo neanderthalensis* показывают аналогичное несоответствие в радиусе ПКК, за исключением боковой дуги (ответственной за определение движения в горизонтальной плоскости), которая у неандертальцев больше (Spoor et al., 2003)

При нанесении на график вариаций 91 примата с разными стилями движения (от быстрых к очень медленному, см. рис. 4.6А) в зависимости от массы тела и радиуса ПКК, была обнаружена закономерность: более подвижные приматы имели относительно большие ПКК, чем следовало бы ожидать. Можно провести очевидное сравнение между галаго, который является быстрым и ловким прыгуном, и медленным лори (*Nycticebus*), который двигается особенно медленно и тяжеловесно (что, увы, делает его популярным среди сомнительных владельцев домашних животных) (рис. 4.6В). Эти два животных имеют одинаковую массу тела, но очень разные модели движения: галаго использует быстрое и мощное упругое прыжковое действие, чтобы поймать свою жертву среди насекомых, в отличие от трудоемкого перемещения лори. Одна из причин различия их стратегий движения может заключаться в соотношении массы к ПКК.

Недавние исследования неандертальцев показали, что их ПКК были меньше и менее развиты, чем у *Homo sapiens* (рис. 4.6С). Такие задачи, как баланс, координация, бег и метание, вероятно, были для них более сложными (но выполнимыми). Анализ скелетов неандертальцев выявил износ, травмы и артрозы, аналогичные тем, с которыми сталкиваются современные всадники родео; предположительно, они были вызваны необходимостью подойти достаточно близко к своей жертве, чтобы проткнуть ее копьем (McCredie, 2007; Wynn and Coolidge, 2012).

Сравните это с картиной *Homo sapiens*, написанной Брамблом, Либерманом (2004) и Магдугаллом (2010), на которой изображен грациозный бегун на длинные дистанции, перепрыгивающий с одного каменного валуна на другой и перешагивающий через корни деревьев. Продолжительная охота предполагает преследование добычи до ее истощения и смерти, и, в сочетании с необходимостью точного метания копий и стрельбы стрелами очевидно, что охотникам-собираателям требовался высокий уровень равновесия и координации. Было высказано предположение, что всеми этими способностями наряду с улучшенными навигационными навыками нас обеспечил уникальный аппарат внутреннего уха. Способность найти

НАША ВНУТРЕННЯЯ ПРУЖИНА

Идя вдали от транспортных средств или машин, от каких-либо посредников, я имитирую земное состояние человека, снова воплощая в себе врожденную, существенную нищету человека. Вот почему смирение не унижительно: оно просто отбрасывает напрасные претензии и тем самым подталкивает нас к подлинности.

Фредерик Гро. *Философия ходьбы*

■ ВВЕДЕНИЕ

До сих пор в центре нашего внимания были поверхностные ткани в каждой плоскости и миофасциальные непрерывности там, где они доказаны. Теперь мы можем погрузиться в изучение более сложных глубоких тканей, что даст нам возможность соединить все плоскости между собой и рассмотреть наш тезис о том, что тело саморегулирует уровни натяжения для оптимизации эффективности. Тело считает проходящие через него силы и использует эту информацию для того, чтобы минимизировать эксцентрические и концентрические сокращения посредством применения этих сил для преднатяжения миофасциальных тканей. Являются ли эти ткани независимыми друг от друга, или последовательными, или параллельными, — каждая из них будет играть определенную роль в очертании тела в процессе его движения вперед.

Та конфигурация, которую принимает тело, является результатом выравнивания скелета и действия внешних сил. Наш паттерн движения не случаен — он оттачивался на протяжении многих тысячелетий, и любые отклонения от наиболее эффективного его использования будут

влиять на ткани. Приведет ли вызванная этими отклонениями дополнительная работа мышц к появлению боли, к износу тканей или к любой другой патологии — можно порассуждать где-то за пределами этой книги; что же касается данной книги — она фокусируется на эффективном движении, при котором все его необходимые составляющие происходят должным образом. Если же что-то из этих составляющих (которыми являются почти все ключевые события) не происходит, то на какие-то определенные ткани это будет оказывать более сильное влияние, чем на другие (как правило, это поясничная мышца, квадратная мышца поясницы или подвздошная мышца); кроме того, пропадет наше внутреннее ощущение пружинистости.

Происходящее по всему телу внутреннее слияние миофасции и висцеральной фасции может являться одной из причин, по которой прогулка за городом прекрасным весенним днем дается вам намного проще, чем утомительный путь на работу зимой. Наше состояние во многом зависит от нашего настроения, и большинство из них оказывает влияние на то, как мы используем свое тело. Все определяется центром нашего тела. Представьте, например, как бы вы двигались, если вам грустно или вы даже в депрессии. Очевидно, что подобная внутренняя подавленность лишит ваш шаг пружинистости. При этом, как мы уже обсуждали ранее, вполне вероятно, что часть этой потери будет связана с укорочением шага, однако значительная ее часть будет определяться более низким тонусом мышц и потерей той связи, которая проходит через центр вашего тела.

Хотя непрерывность многих фасциальных линий ставилась под сомнение, лишь немногие

исследователи изучали внутренние ткани Глубинной Фронтальной Линии, как назвал ее Майерс. Эту линию, соединяющую подбородок с подошвой стопы через шею, грудную клетку, брюшную область и таз, часто называют центром. Этот термин может показаться преувеличенным и недостаточно определенным, но он дает представление о той внутренней поддержке, которую обеспечивает Глубинная Фронтальная Линия¹, если она в тонусе. Мы увидим, что ГФЛ используется как при касании пятки (сгибание в тазобедренном суставе), так и в момент, когда мы сходим с пальцев (разгибание в тазобедренном суставе); это происходит за счет связи диафрагмы и тазового дна со стопами через приводящие мышцы бедра, которые также участвуют в сгибании и разгибании.

Анатомия ГФЛ Майерса сложнее, чем те одноплоскостные ткани, которые он предложил для Поверхностной Фронтальной и Задней Линий, а также для Латеральной Линии. Вместо того, чтобы представить ГФЛ как линию, он называет ее объемом — тем, что заполняет внутреннее пространство туловища и идет вниз по внутренней стороне нижних конечностей. ГФЛ включает в себя ткани, которые мануальные терапевты часто считают «уставшими», «переутомленными», «заполненными триггерными точками», или гипер-/гипотоническими. Как правило, в одну из этих категорий попадают приводящие мышцы бедра, подвздошная и поясничная мышцы, а также квадратная мышца поясницы.

В предыдущих главах я попытался правдиво рассказать об анатомии непрерывности тканей и о том, где она может или не может пересекаться с повседневной функцией. Уилке не внес ГФЛ в свой метаанализ, поэтому для тех соединений тканей, которые Майерс включил в состав этой линии, существуют лишь результаты менее независимой проверки. Отсутствие доказательств означает, что нам следует опираться на внутреннее ощущение ГФЛ, а не на объективные факты.

Я надеюсь, что, почувствовав ее в положениях удлинения, описанных ниже, вы испытаете те физические изменения, которые обеспечивают эти соединения; однако, повторяю, передача силы здесь может происходить как через фасциальные ткани, так и без их участия — это по-прежнему остается недоказанным. Независимо от того, происходит ли это через фасциальные ткани или нет, этот момент второстепенен по отношению к тому реальному паттерну движения, который создается посредством натяжения передней части Глубинной Фронтальной Линии, и этот двигательный паттерн — положение разгибания в момент схождения с пальцев.

При схождении с пальцев мы используем преимущество достаточного преднатяжения соответствующих тканей и повторной супинации стопы для создания жесткого рычага. Неспособность достичь такого «идеального» положения с присущей ему эффективностью приведет к появлению компенсаторных паттернов, затрудняющих процесс ходьбы. Одна из отличительных черт, присущих нашему виду, — это адаптивная пластичность, которую мы демонстрируем в наших стратегиях движения: мы можем ходить без разгибания пальцев, с ограниченным боковым сгибанием и т. д. Однако какова цена подобной адаптивности?

Например, чтобы растянуть (то есть преднатянуть) поясничную мышцу «идеальным» образом (упражнение 6.1), нога должна располагаться в разгибании, с соответствующим ему отведением и медиальной ротацией бедра. Внимательный читатель поймет, что мы уже рассмотрели эти ключевые события для сагиттальной, фронтальной и горизонтальной плоскостей и что неспособность достичь данного положения потребует использования менее эффективных стратегий движения. Покойный Леон Чейтоу в качестве причин дисфункции мягких тканей часто называл «чрезмерное использование, неправильное использование, неиспользование и злоупотребление», и вопрос здесь заключается в том, являются ли описанные выше симптомы результатом неспособности использовать инерцию движения для надлежащего преднатяжения тканей перед началом их использования. Существует мно-

¹ Говоря о задействовании ГФЛ, я имею в виду не традиционные упражнения на «центр», которые используют намеренное сокращение мышц, а обращаюсь к механическому вовлечению линии, которое происходит, когда соответствующее движение обеспечивает стимуляцию миофасции линии.

жество причин, по которым человек может не иметь возможности создать преднапряжение глубоких тканей, — в действительности, все они уже были перечислены, и крайне редко можно встретить клиента без каких-либо нарушений хотя бы в одном из ключевых событий.

Пересечение ключевых событий Глубокой Фронтальной Линии и уже рассмотренных нами до этого плоскостей движения дает нам возможность вновь повторить многие из механизмов, а также саму динамику походки. Такое повторение будет весьма полезным, поскольку теперь мы сможем собрать воедино все плоскости движения, осознать всю сложность более глубоких тканей и посмотреть на каждое событие другими глазами.

■ ВНУТРЕННЯЯ МЕХАНИКА

В движении ГФЛ (рис. 6.1) ведет нас в разных направлениях, используя несколько «стрелок» или соединений. В области ног ГФЛ начина-

ся тремя мышцами глубокого заднего отдела, затем пересекает медиальную сторону колена и разделяется на передние и задние приводящие мышцы. Расхождение миофасциальных тканей над коленом образует стрелку, которая позволяет этой линии быть активной как при сгибании, так и при разгибании бедра, поскольку передние приводящие мышцы (гребенчатая, короткая приводящая и длинная приводящая) пересекают тазобедренный сустав спереди, а задние приводящие мышцы (большая приводящая) — сзади. От соответствующих мест прикреплений в области таза приводящие мышцы ведут нас в тазовую, брюшную и грудную полости и, наконец, через комплекс подъязычных мышц и горло приводят нас к голове.

Глубинная Фронтальная Линия, безусловно, включает в себя большую часть глубокой миофасции, связанной с внутренней поддержкой и жизненной силой. Эта фасция окружает наши внутренние органы, чувствительные органы тела, и тесно связана с нашими эмоциональ-

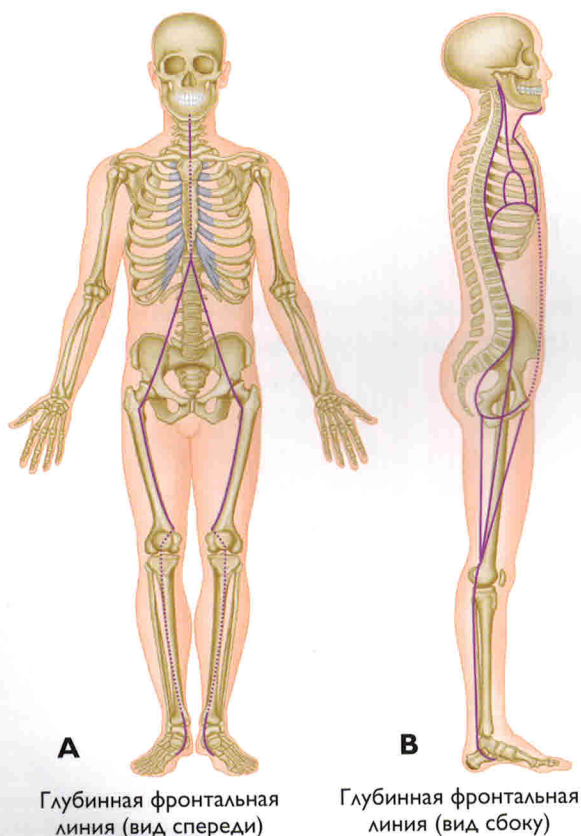


Рис. 6.1. Глубинная Фронтальная Линия ведет нас через центр тела — вид спереди (А) и сбоку (В). Многие специалисты, называя ее центром, считают, что она выполняет роль нашей внутренней поддержки

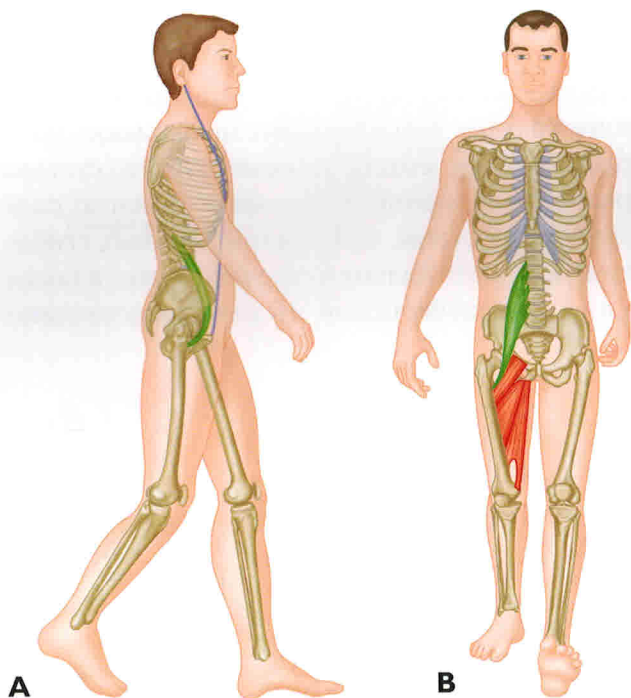


Рис. 6.2. (А) Любая неспособность клиента полностью удлинить поверхностные ткани, в данном случае прямую мышцу бедра, предотвращает механическое натяжение поясничных мышц в сагиттальной плоскости. (В) Это может привести либо к ее чрезмерному использованию, либо к компенсационному паттерну, при котором клиент использует внешнее вращение бедра, чтобы задействовать приводящие мышцы для сгибания бедра

ными состояниями и с нашей сексуальностью. Чтобы эта важная линия была способна выполнять самые разные роли во время движения, требуется целый ряд факторов. Так, например, необходим баланс с более поверхностными миофасциальными тканями, которые должны быть достаточно свободными, чтобы позволить силам натяжения перемещаться в более глубокие ткани (см. рис. 6.2). И наоборот, проблемы изнутри ГФЛ, такие как внутреннее здоровье (эмоциональное или структурное), могут передаваться наружу, часто вынуждая наружные линии компенсировать ослабленный центр.

Важно уметь видеть и распознавать такие паттерны: они могут происходить в любом месте тела, в любых поверхностных тканях, препятствуя передаче механической нагрузки более глубоким структурам и их способности помогать в осуществлении желаемого движения. Движение становится легким и грациозным тогда, когда поверхностные и глубокие ткани работают вместе, и каждая из них выполняет свою часть работы.

■ СТОПА

Миофасция Глубинной Фронтальной Линии тесно связана с поддержкой медиальной продольной арки стопы и поперечного сустава предплюсны, которые образуют сложную систему внутри стопы. Сухожилия длинных сгибателей большого пальца и пальцев стопы, а также задней большеберцовой мышцы представляют

собой заключительный набор взаимодействующих струн и шкивов, обеспечивающий часть механизма силового замыкания стопы и способствующий супинации.

Каждое из сухожилий глубокого заднего отдела оборачивается вокруг медиальной лодыжки и «ныряет» под подошву стопы. Особенно важным среди них является длинный сгибатель большого пальца стопы, поскольку он пролегает под опорой таранной кости (выступом пяточной кости, поддерживающим таранную кость). Натягиваясь при тыльном сгибании, эти три сухожилия также играют важную роль в подготовке стопы к схождению с пальцев (см. рис. 6.3).

Из глубокого заднего отдела через медиальную сторону колена фасция ведет нас к бедренной кости. Начинаясь отсюда, ткань переходит в приводящие мышцы. При анализе причин наклонов и смещений таза нам может потребоваться обратить внимание именно на приводящие мышцы, поскольку они способны влиять на положение таза. Но во время ходьбы их функция состоит в том, чтобы передавать изменения натяжения от таза в медиальную продольную арку.

■ ПЕРЕДНЯЯ МЕЖМЫШЕЧНАЯ ПЕРЕГОРОДКА

Если мы проследим от медиального надмыщелка (приводящего бугорка) по передней части

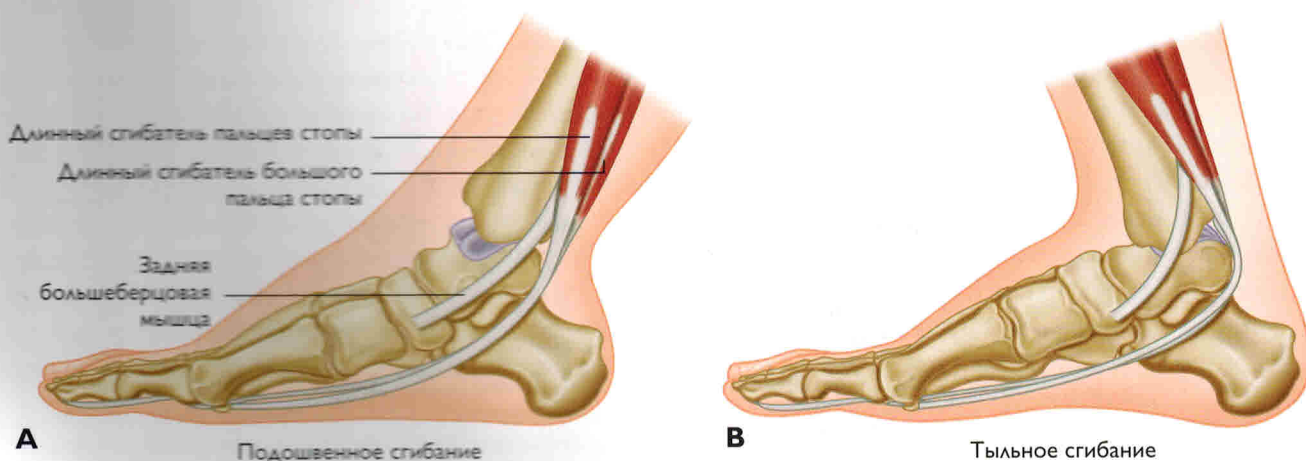


Рис. 6.3. (А) Три сухожилия глубокого заднего отдела голени оборачиваются вокруг задней части медиальной лодыжки, которая выполняет роль шкива: когда голеностоп переходит в тыльное сгибание (В), сухожилия натягиваются и сближают кости стопы друг с другом. Это напоминает то, как вы зашнуровываете свои ботинки: натягивая шнурки, вы стягиваете края обуви, используя петли в качестве шкива (см. также рис. 6.9)

приводящих мышц, то этот фасциальный отдел приведет нас к малому вертелу — через длинную и короткую приводящие мышцы и гребенчатую мышцу. Эти мышцы прикрепляются к лобковой ветви, но их фасциальная перегородка сливается с фасцией подвздошной и поясничной мышц и общим сухожилием пересекает переднюю часть таза (Майерс, 2015). Таким образом, эта передняя линия соединяет внутреннюю часть стопы с диафрагмой посредством трех путей: через поясничную мышцу, через квадратную мышцу поясницы и подвздошную мышцу и через гребенчатую и малую поясничную мышцы (см. рис. 6.4; Майерс, 2015).

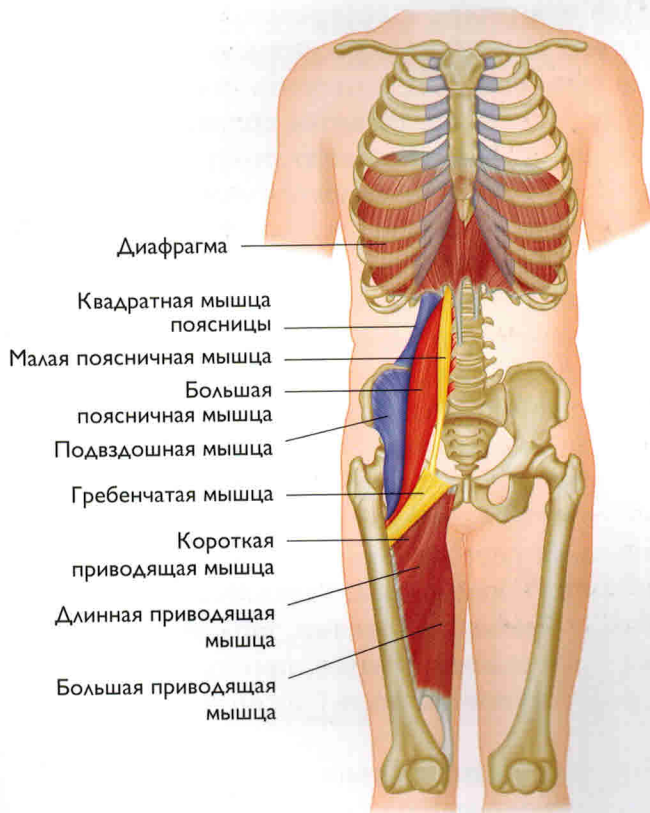


Рис. 6.4. После того как фасции передних приводящих мышц достигают малого вертела, они продолжают свой путь к диафрагме тремя путями: через «экспресс» поясничной мышцы (помечен красным); через подвздошную мышцу, которая сливается с фасцией квадратной мышцы поясницы (помечена синим); и через гребенчатую мышцу, которая ведет к малой поясничной мышце (помечена желтым). Эти три непрерывности обеспечивают прочную взаимосвязь между диафрагмой и мышцами верхней части бедра, которые задействуются при разгибании тазобедренного сустава, особенно когда оно сочетается с внутренним вращением и отведением (как показано на рисунке). Такое сочетание является идеальным положением для включения этой фасциальной линии при схождении с пальцев

■ ЗАДНЯЯ МЕЖМЫШЕЧНАЯ ПЕРЕГОРОДКА

Если вернуться к медиальной надмышелку и от него проследовать по задней перегородке приводящих мышц к седалищно-лобковой ветви, то через большую приводящую мышцу мы придем к внутренней запирающей мышце, фасция которой вплетается в тазовое дно. От тазового дна миофасциальная непрерывность продолжается до головы, проходя по передней продольной связке позвоночника, а также через глубокий слой поперечной мышцы живота, который сливается с абдоминальной и грудной внутриполостными выстилками, приводя нас к горлу и достигая черепа (см. рис. 6.5; Майерс, 2015). Как мы увидим позже в этой главе, натяжение задней линии в области бедра играет важную роль в обеспечении поддержки «центра» при касании пяткой.



Рис. 6.5. Задняя межмышечная перегородка приводит нас по большой приводящей мышце к седалищно-лобковой ветви, где она сливается с внутренней запирающей мышцей, а через нее — и к тазовому дну. Начиная от тазового дна, эта непрерывность также может проходить по двум направлениям — спереди, через поперечную мышцу живота, или вдоль передней части позвоночника, по передней продольной связке. Оба эти пути приведут нас к черепу