

# 6

## Физические основы бега

*Естественный бег — это движения всего тела. В предыдущих главах мы рассмотрели типы стоп и виды шагов. Однако очень важно понимать, что естественный бег — это не только то, как стопа приземляется. Это движение всего тела, управляемого мозгом, координирующим множество действий и постоянно поддерживающим баланс с силой гравитации.*

Как описывалось в 4-й главе, с каждым движением, спортивным или каким-либо иным, мозг получает информацию от всей нервной системы и использует ее для придания телу подходящего положения для продолжения движения или подготовки к ожидаемым изменениям. Например, если вы поднимаетесь по лестнице, ваш мозг фиксирует, что под вами твердая поверхность, каждый шаг требует значительного подъема — перед тем, как коснуться поверхности и заново начать процесс балансировки, стопа должна подняться, например, на 25 сантиметров вверх и продвинуться на 25 сантиметров вперед. Мозг моментально оценивает пространственную диспозицию и проводит тело через сложную последовательность движений, позволяющих подниматься по лестнице.

Другой пример — прыжки со скакалкой. Простое упражнение, но требующее внимания, проприоцепции, высокой

частоты движений и хорошего чувства равновесия. Вы должны вращать ее и одновременно прыгать с частотой, позволяющей превратить все в плавное последовательное движение. Как и в случае ходьбы по лестнице, бега, прыжки со скакалкой требуют движения всего тела.

Во-первых, важно отметить, что, выполняя упражнение со скакалкой, когда вы отрываетесь от поверхности, вы делаете это из атлетической позиции (полусогнутые колени, голеностопы выступают в качестве естественной системы подвески), характерной практически для любого спортивного движения. Во-вторых, когда вы касаетесь поверхности, легко приземляетесь на переднюю часть стопы. При каждом скачке тело и руки занимают такое положение, чтобы вы могли приземлиться в сбалансированной позиции, не теряя момента движения, поддерживая определенную частоту прыжков и проноса скакалки.

Подобная кинематика справедлива для других динамических движений, включая бег. Если вам потребуется занять какое-нибудь неудобное положение, например встать на цепную ограду, а затем спрыгнуть с нее на землю, тело постарается сделать все, чтобы приземлиться как можно безопаснее. Возможно, в первый раз вы неуклюже грохнетесь на землю. Но если повторите это несколько раз подряд, тело на основании полученного опыта отточит свои реакции и вы будете уже приземляться легко (насколько это возможно), потому что мозг обретет понимание, с какой высоты вы прыгиваете, на какую поверхность и как приземлиться безопасно, сохранив при этом баланс.

Между осознанием мозгом акта движения и реакцией вашего тела — прямая взаимосвязь. Ваш мозг находит наиболее рациональный, эффективный и безопасный способ бега. Когда у вас на ногах традиционные кроссовки, мозг позволяет бежать с приземлением на пятку, потому что учитывает громоздкую геометрию подобной



обуви, он воспринимает такой способ бега как рациональный. Мозг, исходя из данного момента, выбирает наиболее практичный вариант, не принимая во внимание негативный эффект, который может сказаться в будущем. Однако если вы снимете кроссовки, то побежите, легко приземляясь на среднюю или переднюю часть стопы. Поэтому не путайте адаптацию с естественным движением. Современные бегуны, адаптировавшись к своим кроссовкам, просто стали рациональными в нерациональном беге.

## Максимизация связи «мозг—тело»

Когда мы бежим естественно, есть два фактора, позволяющих принимать наилучшую, здоровую и самую рациональную беговую позу. Первый — баланс. Второй — сенсорный ответ, который мы получаем от стоп, в особенности от их передней части. Мозг настолько мощный компьютер, что, если информация поступает в него быстро и в нужном объеме, он практически мгновенно решает, как должно двигаться все тело. Если вы бежите с естественной техникой, вам не надо специально задумываться над тем, что должны делать ваши голова, руки и туловище, — связь «мозг—тело» автоматически позаботится об этом.

При естественном беге передняя часть стопы начинает чувствовать поверхность в тот момент, когда касается ее. Она запускает кинематическую цепочку, которая определяет вашу механику бега, придает телу наиболее рациональную и эффективную позу применительно к данному виду покрытия. Подсознательно вы слегка видоизменяете технику бега в зависимости от различных видов покрытия и условий — скользко, сухо, каменисто, грязно, круто, плоско. Это происходит потому, что мозг принимает сигналы

от сенсоров передней части стопы и соответствующим образом позиционирует тело.

Эта способность может оказаться нарушенной, если вводятся дополнительные переменные: врожденный физический недостаток, прошлая травма, неправильная привычка, а также несбалансированная поза, недостаточная обратная связь между стопой и поверхностью, вызванные обувью. И тем не менее мозг помогает телу произвести необходимые корректировки и путем компромисса найти баланс с силой тяжести. Но эти корректировки неизбежно повлияют на кинематику движения.

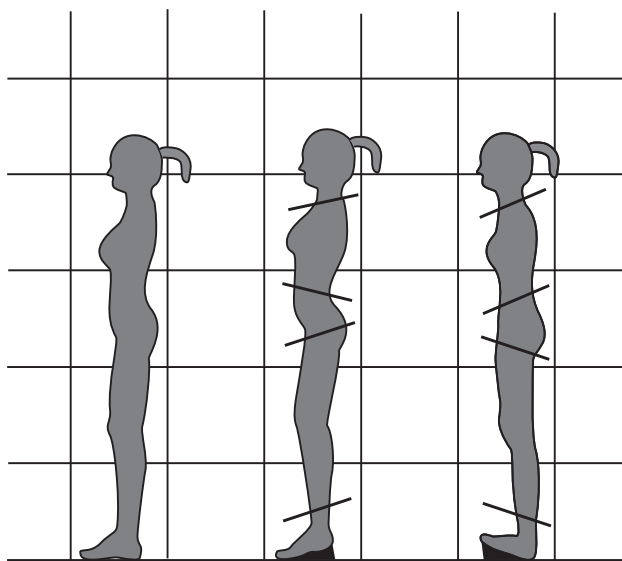
## Влияние обуви на кинематику бега

Некоторые переменные, влияющие на способность бежать естественно, неподвластны нашему контролю. Они, безусловно, могут быть преодолены, но это будет длительный процесс. С другой стороны, обувь — это добровольный выбор, и он может негативно влиять на нашу позу, заставляя вырабатывать неправильные навыки. Это относится, к слову, не только к беговой, но и к повседневной обуви.

Поскольку тело постоянно находится в балансе с силой гравитации, все, что находится под стопой и изменяет ее горизонтальное сбалансированное положение, заставляет тело реагировать в попытке найти баланс. Другими словами, тело компенсирует несбалансированность обуви.

Давайте взглянем на позицию тела с точки зрения взаимодействия стопы с поверхностью (см. *рис. 6.1*). Для наглядности вы можете самостоятельно воспроизвести каждую из нижеперечисленных ситуаций, стоя босиком и поочередно подкладывая что-то толщиной с картонную колоду попеременно под пятки и носки.





**Рис. 6.1.** Горизонтальная стопа, приподнятая пятка, приподнятый носок

## Горизонтальная стопа

Если стопы расположены параллельно поверхности, ваше тело находится прямо над ними (как это происходит, когда вы стоите босиком или в обуви с горизонтальной подошвой). Вы чувствуете, что точка равновесия располагается в средней части стопы, именно на нее вы и будете приземляться. В сходную позу мозг установит тело и при беге босиком, давая вам, таким образом, возможность бежать легко, рационально, с естественной техникой.

## Приподнятая пятка

Что произойдет, если вы поднимете пятку на полтора-два сантиметра? Ваше тело приспособится к этому, сдвинув центр тяжести назад. Таз сдвинется вперед, поясница

изогнется, верхняя часть тела отклонится назад. Попытка приземлиться параллельно земле во время бега будет затруднительна. Скорее всего, вы побежите с приземлением на пятку, поскольку она будет первой касаться земли, а мозг запомнит пятку как точку равновесия.

## Приподнятый носок

Что произойдет, если наивысшей точкой вашей обуви окажется носок? Это, конечно, нетипично — обувь с такой геометрией почти не встретишь, разве что балетные пуанты и тренировочные баскетбольные ботинки, специально рассчитанные на развитие прыжковой силы и навыка резкой смены направления движения. В обуви такого типа спортсмен тоже будет смещать центр тяжести по направлению к верхней точке, на этот раз к приподнятому носку. Таз отклонится назад, поясница выпрямится, верхняя часть тела уйдет вперед, растянутся икроножные мышцы и ахилловы сухожилия.

Если ваша стартовая позиция находится в равновесии с силой тяжести и стопы параллельны земле, ваше тело в безопасности. Слегка наклонившись вперед, вы начнете падать. Поднимите ногу и поставьте стопу параллельно поверхности под туловище. Повторяйте наклоны и подъемы стоп — и вы будете бежать естественно! (См. рис. 6.2.) Если у вас есть возможность, понаблюдайте, как бегают дети или большинство марафонцев элитного уровня. Вы увидите именно такую технику движений. Это то, что знакомо вашему телу с момента рождения, и это наиболее рациональная техника бега. Она позволяет мышцам, сердцу и легким, прилагая наименьшие усилия, обеспечивать бег практически с любой скоростью.





**Рис. 6.2.** Спортсмен,  
бегущий с естественной техникой

## Торможение, отталкивание и подпрыгивание

Если вы когда-нибудь бегали по льду, снегу или любой другой скользкой поверхности, вы знаете, насколько важно располагать центр тяжести тела над приземляющейся стопой. Предположим, я бегу по льду и выставляю пятку для приземления и торможения впереди центра тяжести. Масса тела в этом случае находится позади точки приземления; я поскользываюсь и падаю назад на ягодицы. Теперь представим обратное: я бегу на носках и с силой отталкиваюсь, прилагая избыточную мощность. В итоге поскользываюсь и падаю лицом вперед.

Но если я буду держать колени и голеностопы полусогнутыми, мягко приземляться на среднюю/переднюю часть стопы, держать верхнюю часть тела непосредственно

над точкой приземления и просто поднимать ногу, у меня будет гораздо больше шансов пробежать по льду без последствий. Это происходит потому, что я контролирую свой центр тяжести, приземляюсь мягко, просто поднимаю ногу, а не отталкиваюсь и торможу. Этот пример показывает, насколько неэффективно торможение и сильное отталкивание.

Как тренер по технике бега, я многие годы неустанно повторяю: «Трение — враг бега!» Трение — это торможение, а силы торможения снижают вашу скорость. Когда вы приземляетесь на пятку, возникает трение; вы видите это по износу подошвы. Также приземление на пятку усиливает удар, вызывает ротационные силы во всем теле. Затем вы перекачиваетесь вперед, с силой отталкиваетесь (оба эти движения тоже вызывают трение); ваши проталкивающие мышцы расходуют много энергии, вы дополнительно нагружаете соединительные ткани, как это происходит при спринте.

Немного реже, но все же встречается другая ситуация: оттягивание носков вниз и приземление на них или переднюю часть стопы впереди тела. В этом случае верхней части тела требуется время, чтобы найти равновесие над приземляющейся стопой, а затем приложить большую силу для отталкивания, что, по сути, тоже торможение, но уже передней частью стопы.

Некоторые бегуны при каждом шаге шаркают, еле-еле отрывая ноги от земли. Это еще один из вариантов торможения.

Чтобы снизить трение во время бега, нужно хорошо чувствовать поверхность, мягко приземляться под центром тяжести и поднимать стопы. Приземляясь под центром тяжести, вы регулируете удар, используя нижнюю часть тела как пружину, а затем лишь поднимаете ногу с земли сгибанием бедра. Слегка наклонив тело вперед (см. рис. 6.3),



вы меньше перемещаетесь в вертикальной плоскости и благодаря этому испытываете меньшую ударную силу, лучше используете собственную кинетическую энергию для продвижения вперед.



**Рис. 6.3.** Триатлет Крейг Александер демонстрирует правильный наклон вперед

У меня была возможность пообщаться с профессором MIT Алексом Слокумом, в тот момент возобновившим свои занятия бегом. Он заметил, что производители беговой обуви больше зациклены на тонкостях маркетинга и контрактах со звездами спорта, нежели на физических аспектах движения человека в процессе бега. Он утверждал, что чем пристальнее мы смотрим на бег с научной точки зрения, в первую очередь с позиции физики, тем больший смысл приобретает оптимизация положения тела.

Слокум подчеркнул, что повторяющиеся торможение при приземлении впереди центра тяжести и отклонение

грудной клетки назад противоречат главному намерению бегуна — его продвижению вперед. К тому же отталкивание для поддержания момента движения увеличивает вертикальное колебание тела, так называемую вертикальную осцилляцию. Проще говоря, вертикальная осцилляция — это эффект подпрыгивания при каждом шаге. Чем больше диапазон вертикальной осцилляции, тем менее рационален бег. При естественном беговом шаге вертикальная осцилляция сведена к минимуму, потому что торможение минимально, не нужно прилагать дополнительных усилий для отталкивания в начале нового шага (см. рис. 6.4).



**Рис. 6.4.** Вертикальная осцилляция минимальна при естественном беге

Но при приземлении на пятку, особенно если бегун двигается с низким каденсом и затянутыми шагами, диапазон вертикальной осцилляции значительно повышается. В попытках поддержать момент движения такой бегун расходует ценную энергию и в итоге становится нерациональным.

Чем больше высота, с которой вы падаете на землю, тем сильнее удар, когда вы встречаетесь с поверхностью. Однако Слокум особо подчеркнул, что притяжение не работает ни за, ни против нас. Это мы сами работаем против себя, когда бежим неестественно, с приземлением на пятку.

Бег с приземлением на пятку также означает, что вам требуется больше времени для выхода из фазы приспособления, когда стопа поворачивается, устанавливаясь на поверхность, чтобы достигнуть равновесия тела. Уже



упоминавшееся выше исследование, проведенное доктором Кейси Керриган в декабре 2009 года, показало, что на колени, таз и голеностопные суставы бегунов в кроссовках с мощным амортизатором под пяткой действуют намного бóльшие ударные силы, чем при беге босиком. У таких бегунов исследование выявило усиление ротационного момента в тазобедренном суставе в среднем на 54%, в коленном суставе — на 36%, а скручивающего момента — на 38%. Эти дополнительные нагрузки могут приводить к травмам коленного, тазобедренного суставов и остеоартриту.

Некоторые тренеры говорят: «Создавайте тягу вперед за счет гравитации». Вообще гравитация не работает на продвижение вперед или назад. При естественном беге с приземлением на переднюю/среднюю часть стопы ваш центр тяжести находится примерно на одном и том же расстоянии от земли. Что может дать наклоненное вперед туловище, так это способность бежать с приземлением стопы под центром тяжести, отчего вы меньше подпрыгиваете. А чем меньше ваш центр тяжести будет перемещаться вверх-вниз, тем более рациональным будет бег и меньшими ударные силы; мышцы и суставы подвергнутся меньшему разрушению.

Как говорит Алекс Слокум, позиционирование тела, когда стопа приземляется с малым перемещением центра тяжести вверх-вниз, — проявление естественной биомеханики движения человеческого тела. Природа создала нас рациональными босоногими беговыми машинами. Поэтому бегуны должны сначала осознать, как нужно бегать босиком, и затем выбрать обувь, позволяющую им двигаться, имитируя естественный бег. Если кроссовки позволяют приземляться под центром тяжести, вы будете терять меньше энергии, побежите рационально и с меньшей вертикальной осцилляцией.

## Как бегать рационально и эффективно

На протяжении многих лет я изучал вопрос, как стать выносливым бегуном, через понимание биохимических процессов, происходящих в организме человека. Большинство авторов утверждало, что для этого надо знать две вещи: показатели МПК (максимального потребления кислорода, то есть максимальную способность организма транспортировать и усваивать кислород) и лактатного порога.

Знание МПК и частоты сердечных сокращений (ЧСС) в соответствующих тренировочных зонах позволяет тренироваться с различной степенью интенсивности. Хотя МПК с возрастом снижается, это падение в течение конкретного тренировочного периода происходит настолько плавно, что практически незаметно. Правильная тренировка в пределах определенных тренировочных зон — ключевой фактор улучшения ваших возможностей как бегуна на длинные дистанции.

Знание лактатного (или аэробного) порога, то есть точки, в которой утилизация лактата в организме начинает отставать от скорости его выработки, даст представление о физической форме в конкретный момент времени. При достижении индивидуального лактатного порога наступает усталость, не позволяющая продолжать бег с прежней интенсивностью (или в прежнем темпе). Лактатный порог можно повысить за счет планомерных тренировок.

## Правильная биомеханика

А как насчет улучшения рациональности бега за счет совершенствования биомеханики? Дискуссии на этот счет продолжаются уже многие годы. Но почти все их



участники неизбежно приходят к одному и тому же выводу: бегуны, которые дольше тренируются с высокими объемами и в более быстром темпе, будут обладать и большей эффективностью.

В наш просвещенный век мы знаем: оптимальная механика играет большую роль в повышении эффективности бега, позволяет бежать с высоким уровнем интенсивности в течение длительного времени (проще говоря, вы способны быстрее пробежать дистанцию в 5, 10 километров, полумарафон или марафон.) Главный вывод состоит в том, что бег с естественной техникой повышает его рациональность. Улучшения в вашу технику вы можете начинать вносить прямо с сегодняшнего дня (в отличие от МПК и лактатного порога, которые требуют недель тренировок). Биомеханика естественного бега — мягкое приземление на среднюю/переднюю часть стопы под центром тяжести, прямой и слегка наклоненный вперед корпус, работа рук близко к туловищу с согнутыми под углом в 90 градусов локтями и относительно высокая частота движений. Все это позволяет достичь наивысшей экономичности.

Экономичность важна потому, что она основной фактор, определяющий, как быстро вы можете бежать и восстанавливаться при данной физической подготовке. Например, если два бегуна одинакового уровня физической и спортивной подготовки совершат десятиминутный забег на стадионе, более рациональный бегун с лучшей экономичностью пробежит быстрее, чем бегун с меньшей экономичностью. Зачастую именно экономичность бега играет главную роль в олимпийских финалах на 1500 метров или в Нью-Йоркском марафоне. Это еще одна из основных причин, почему стоит попробовать овладеть естественным стилем бега.

Другой пример. Если бегун правильно тренировался, чтобы пробежать марафон менее чем за три часа, важней-

ший инструмент в преодолении 42,2-километровой дистанции — убедиться, что вы можете бежать с максимальной экономичностью, достигнутой за счет комбинации правильной тренировочной программы, направленной на повышение аэробной и анаэробной выносливости, восстановления, подводки к старту, грамотного употребления энергетиков и жидкости на дистанции, а также оптимальной рациональной техники бега. Если один из вышеперечисленных компонентов окажется не на должном уровне, это неминуемо отразится на результате.

Не существует точной науки, особого тренировочного плана, определяющего, какой из всех этих факторов наиболее важен. Все они важны, но именно экономичности бега уделяется наименьшее внимание. Если вы находитесь в наилучшей форме, хорошо отдохнули к моменту выхода на старт, но бежите с ужасно нерациональной техникой, вы неизбежно пробежите медленнее, чем могли бы.

Я сотрудничал с группой исследователей из MIT, перед которыми была поставлена задача измерить, как рациональная техника влияет на беговую экономичность. Со Стивом Лайонсом я познакомился в свое время на тренировочном сборе Multisport.com. Он рассказал мне, что приехал с целью изменить свою технику бега, повысить рациональность и, как следствие, свои результаты. Тогда же Лайонс пригласил меня в MIT в качестве консультанта в класс химии спорта, который он вместе с доктором Пэтти Кристи намерен был организовать в наступающем учебном году.

Под руководством Кристи и Лайонса 25 спортсменов с различным уровнем беговых способностей прошли восьминедельную тренировку на выносливость. Программа включала в себя и занятия по технике естественного и рационального бега. Исследование базировалось



на изучении способностей спортсменов пробегать серии  $4 \times 800$  м и  $4 \times 1600$  м с заданной ЧСС.

Первая серия интервалов выполнялась в традиционных кроссовках на вспененной подошве из EVA. Последняя — в кроссовках Newton. В итоге все 100% бегунов, принявших участие в исследовании, продемонстрировали улучшение результатов, когда переобулись в кроссовки Newton. 77% из них пробежали быстрее два или более отрезков, 55% — все отрезки серий. Повторно проведенный эксперимент подтвердил, что бег с рациональной техникой в кроссовках, рассчитанных на естественное приземление на среднюю/переднюю часть стопы, приводит к улучшению результатов<sup>19</sup>.

## Обувь влияет на технику

Я давно знал, что тип обуви вкупе с улучшенной беговой механикой играют важную роль в повышении экономичности бега. Это, собственно, и стало одной из причин, почему я основал Newton Running. В конце 1990-х годов я обратился к доктору Эми Робертс, физиологу из Института сердца в Боулдере, с предложением провести сравнительное исследование пяти бегунов с целью определить экономичность их бега в традиционных кроссовках и кроссовках-прототипах Newton.

Робертс согласилась и обнаружила, что смена обуви привела к существенной разнице в экономичности бега у всех пяти участников эксперимента. Она сама занималась бегом, поэтому решила лично испробовать прототипы Newton и убедилась, что они действительно помогают сохранять правильную технику бега. После первого тестирования она написала: «В лабораторных условиях данная технология демонстрирует повышенную экономичность бега. Можно предположить, что она повысится и в полевых условиях»<sup>20</sup>.

После того как Эми Робертс перешла на работу в Центр спортивной медицины в Боулдере, мы продолжили совместные исследования. У нас было много дискуссий о биомеханике человека, о том, как функционируют стопы в обуви и босиком. Она помогла мне глубже понять технику естественного бега, разобраться, как влияет обувь на кровоснабжение стоп. Она подвела научное обоснование под то, о чем все мы говорим, когда речь заходит о технике бега или дизайне обуви.

Доктор Робертс отметила целый ряд недостатков в биомеханике бега в традиционной спортивной обуви с завышенной пяткой.

*Сниженные беговые характеристики*

- Подошвы традиционных кроссовок имеют жесткий протектор и высокую среднюю часть, ограничивающие естественное движение стопы. При сгибании стопы кроссовка неизбежно смещается вперед. На это расходуется дополнительная энергия.
- При беге в традиционных кроссовках стопа проваливается в мягкую подошву. Материалы подошвы сдавливаются и рассеивают прилагаемую энергию в стороны, она не возвращается обратно к бегуну.

*Уменьшенный возврат энергии при приземлении на пятку*

- Когда приземление идет на пятку, стопа выступает в роли тормоза, возникают более сильные ударные и ротационные силы.
- Когда стопа приземляется не параллельно полу, тело не уравновешено, оно неспособно быстро отреагировать на изменение положения; на поддержание баланса тратится больше энергии.
- При приземлении на пятку впереди центра тяжести стопа дольше задерживается на поверхности. Это ведет к снижению частоты шагов, бег происходит с более низким каденсом.
- Материалы, из которых изготавливаются традиционные кроссовки, снижают способность стопы чувствовать поверхность земли и регулировать степень удара, используя положение тела в пространстве.



*Высокий беговой травматизм*

— При беге в кроссовках с завышенной задней частью первой касается земли пятка. В итоге бегун приземляется с большим ударом. Ударная сила ведет к появлению болей в надкостнице, воспалению подошвенной фасции и иным травмам.

После изучения различий в кинематике бега босиком и в обуви Робертс пришла к заключению, что бег босиком может считаться оптимальным и это необходимо учитывать при разработке моделей беговых кроссовок.

В общем, дискуссия на тему естественной техники бега — это не простая прихоть академических умов. Она несет в себе большой практический смысл. Тем более что неэффективный бег с приземлением на пятку — первопричина большинства травм, вызываемых износом тканей. Их описание и причины возникновения — в следующей главе.