

Нейро-биомеханика максимальной спринтерской скорости

Лорен Сигрейв, Ральф Мучбахани, Кевин О’Доннелл

АННОТАЦИЯ

Наиболее широко распространенная техническая модель бегового шага состоит из трех фаз: энергичного отталкивания, маха и подъема. Однако, используя эту модель и делая упор на развитие силы, чтобы выполнить задачу по приложению большей силы к поверхности, многие тренеры пренебрегают нейро-физиологическими аспектами техники спринта и могут ограничить результат своих спортсменов во время фазы максимальной скорости на 100 метров, известной как ключ к успеху в этом виде. Более современная модель, изучаемая в CECS («Системе обучения и сертификации тренеров ИААФ») и демонстрируемая самыми быстрыми спринтерами мира, обеспечивает лучшее понимание высокоскоростной механики бега и показания для создания и сохранения большей максимальной скорости. В соответствии с мнением авторов, эту модель можно развивать с использованием шести контрольных точек или фокусов: положение тела, механики маха, переходной фазы, фазы подготовки к опоре, наземной фазы и движений рук. Используя видео съемку выступления на соревнованиях бывшего мирового рекордсмена Asafa Powell (Ямайка) для подтверждения их мнения, авторы в подробностях обсуждают каждый аспект. Они также разъясняют, как качество любой фазы в циклическом движении бегового шага определяется за счет качества фазы, которая непосредственно ей предшествует. Они делают вывод, утверждая, что сохранение традиционной модели ограничивает результативный потенциал спортсмена.

АВТОРЫ

Лорен Сигрейв - спортивный директор Института спорта в Университете Мариетта, Джоржия, США. Он создал консультационную фирму Velocity Sport Performance, а также Speed Dynamics. Лорен Сигрейв выступает в качестве лектора на CECS ИААФ.

Ральф Мучбахани - член подготовительного комитета чемпионата мира 2009 года по легкой атлетике в Берлине. Он также является лектором курсов ИААФ.

Кевин О’Доннелл работает в фирме Speed Dynamics, а также более 30 лет тренирует молодых атлетов.

Введение

Неоднократно демонстрировалось, что максимальная скорость бега, достигнутая в середине спринтерской дистанции, сильно коррелирует с конечным результатом и является основным фактором успеха в спринте. Эффективный стартовый разгон позволяет быстрее достигнуть максимальной скорости бега и продолжать удерживать ее на дистанции.

Аристотель отмечал, что животные при беге с максимальной скоростью активно отталкиваются от поверхности земли. Поэтому основное внимание при анализе скорости передвижения необходимо уделять характеру контакта с поверхностью опоры. Приложение максимальной силы в возможно короткое время – основной фактор успеха при передвижении с максимальной скоростью.

Большинство тренеров предпочитают развивать силовой компонент при работе над скоростью. Однако необходимо учитывать, что максимальная сила должна проявляться в очень короткий промежуток времени, который в спринтерском беге меньше чем 100 мсек.

Мощность является комбинацией силы и нервно-мышечной координации (НМК), которая характеризуется включением в работу максимального количества мышечных волокон и оптимальным сочетанием их напряжения и расслабления. Именно координация мышечных усилий в основном связана с техническими особенностями выполнения двигательных актов.

Обычно модель техники спринтерского бега рассматривается с трех позиций -отталкивание, мах и подъем. На Конгрессе тренеров Европы 2008 года в Глазго, Шотландия такой подход к оценке технических особенностей бегового шага был рекомендован для лекционного курса системы обучения и сертификации тренеров. Можно предположить, что, используя модель «отталкивание, мах и подъем», мы можем ограничить скоростные возможности спринтеров в беге на 100 метров. Такой скоростной барьер может стать лимитом скорости в беге быстрее 10 секунд.

В данной статье мы предполагаем сообщить, каким образом спринтеры могут преодолеть скоростной барьер, используя иную техническую модель бегового шага. С помощью рассмотрения механизма бега с максимальной скоростью с позиций нейро-биомеханики возможно практическое решение повышения результатов спринтеров самого высокого класса.

Модель бега с максимальной скоростью применима для всех беговых и прыжковых дисциплин. Существуют определенные различия в технике бега в различных видах, но они незначительны и различаются в скорости, интенсивности и амплитуде отдельных элементов.

Шесть контрольных точек при максимальной скорости бега

Основное внимание данного исследования уделяется фазе бега с максимальной скоростью на дистанции 100 метров. В беге на более длинные дистанции на некоторых отрезках атлет достигает наивысшей скорости для данного бега, но не доходит до высших ее значений. Однако можно отметить, что бег со скоростью 95% от максимальной по своим механическим характеристикам идентичен бегу с максимальной скоростью.

Если спринтер определенным образом изменит механику технической модели, это, возможно, повысит эффективность его спортивного достижения¹. Данную модель необходимо рассмотреть подробнее, уточняя в последующем ее детали.

При обучении спринтеров тренеру необходимо указать основные момен-

ты, на которые юный атлет должен обратить особое внимание. Впоследствии при спортивном совершенствовании все технические изменения должны оцениваться, используя видеосъемку. Замеченные ошибки необходимо постоянно корректировать, не давая образовываться стойкому навыку. Основные контрольные точки или фокусы следующие:

1. Положение туловища – это основной показатель, который может меняться в технической модели при спортивном совершенствовании. Если спортсмен не может поддерживать правильное положение тела, то все остальные действия не будут выполнены эффективно.
2. Механика маха – первая часть бегового цикла с максимальной скоростью. Некоторые считают это действия пассивным элементом, но с механической точки зрения этот элемент оказывает очень существенное влияние на все последующие действия.
3. Переходная фаза – для этой фазы характерны движения, изменяющие направление. Обычно ошибки при выполнении этих действий хорошо заметны.
4. Подготовка к приземлению – в этой фазе спринтер должен активно подготовиться к правильной постановке стопы на поверхность дорожки. По своему значению эта фаза занимает второе место эффективности беговых действий.
5. Фаза опоры – наиболее важный момент в цикле бегового шага. В

результате взаимодействия с поверхностью центр тяжести тела спортсмена двигается впоследствии по оптимальной траектории.

6. Движения рук – эти действия зачастую вызывает дискуссию между тренерами и специалистами биомеханики. Научные сотрудники считают, что движения рук связаны с соответствующими действиями ног спортсмена. Тренеры, в свою очередь, определяют, что действия рук «контролируют действия ног». Возможно, что оба мнения верны или нет?

Все фазы бегового цикла будут нами рассмотрены с помощью видео материалов бега Asafa Powell (Ямайка), которые были произведены на соревнованиях.

Положение тела

Положение тела характеризуется тремя основными компонентами: стабилизацией тела, контроль позы и регулировка вертикального состояния. Эти компоненты должны быть под постоянным контролем, так как именно они определяют эффективность передвижения.

Стабилизация положения тела

Стабильное положение туловища обеспечивает все возможные действия остальных сегментов тела спортсмена, особенно в период взаимодействия спортсмена с поверхностью дорожки. Атлет должен жестко фиксировать тело, с тем, чтобы силовые воздействия в момент опоры не адсорбировались, а воспринимались эффективно.

Фиксация туловища достигается напряжением мышц брюшного пресса и

спины. Одновременное напряжение мышц, окружающих позвоночник, образуя жесткую структуру, которая позволяет эффективно воспринимать внешние силовые воздействия.

Фиксация позволяет обеспечивать стабильное положение позвоночника и таза в горизонтальном и боковом направлении. Это исключает излишние траты энергии в процессе выполнения бегового шага.

Контроль положения тела

Контроль положения туловища обеспечивается действиями мышц, окружающих позвоночник и таз. Часто спортсмены излишне наклоняют таз, хотя наиболее эффективно его нейтральное положение (Фото 1).

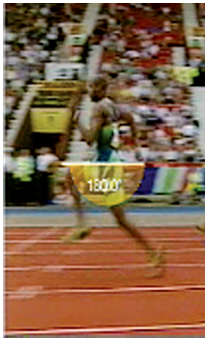


Фото 1

Нейтральное положение таза способствует тому, что сгибатели бедра растягиваются, что в дальнейшем позволяет реализовать эластичную энергию для эффективного маха. Это движение должно производиться с наибольшей скоростью. Ранний наклон укорачивает мышцы сгибатели бедра, снижая эффективность их действия,

что может отразиться на подготовке к постановке ноги на поверхность дорожки.

Коррекция вертикального положения

Напрягая мышцы брюшного пресса и спины, а также правильно располагая таз, спортсмен должен добиваться такого положения, когда плечи находятся над тазом (Фото 2).

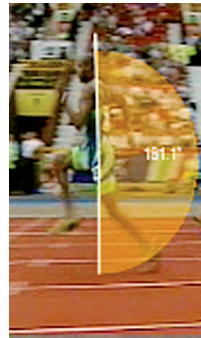


Фото 2

Такое положение позволяет накапливать эластичную энергию мышц сгибателей бедра. При максимально быстром беге, следуя советам «наклоняться вперед» атлет сокращает длину сгибателей бедра, что в дальнейшем отражается на эффективности маха вперед, из-за того, что не было достигнуто оптимального растяжения этих мышц. Для возможной компенсации такого положения спортсмен вынужден сильно напрягать сгибатели бедра, что, естественно, отражается на результативности бега.

В процессе стартового ускорения проекция плеч находится впереди для более

эффективного выполнения усилий при продвижении вперед.

Принципы управления качеством движений

В циклических движениях качество каждой отдельной части определяется, прежде всего, качеством выполнения предыдущей фазы. Качество выполнения отдельного движения можно измерить как процентное отношение к идеальному исполнению. При анализе движений в максимально быстром беге мы должны определять качество в комплексе из шести контрольных точек и в первую очередь положения тела спортсмена.

Как мы говорили ранее, самой главной фазой спринтерского шага является опорное положение. Но известно, что прежде чем анализировать главную фазу спринтерского бега, мы должны остановиться на характере выполнения предыдущей фазы (подготовка к постановке на опору), которая, в свою очередь, характеризуется фазой полета, и так далее.

Таким образом, прежде чем рассматривать основную фазу спринтерского шага, необходимо внимательно рассмотреть то, что ей предшествует, то есть фазу полета и маховые движения.

Механика фазы восстановления

Эта фаза состоит из двух позиций завершения отталкивания и начала маха вперед.

Завершение отталкивания

Завершение отталкивания начинается с момента отрыва стопы от поверхности дорожки и заканчивается в момент, когда бедро начинает двигаться вперед. Качество выполнения движений зависит от характера действий в фазе опоры. В этой фазе представляется хорошая возможность снизить временные затраты при выполнении всего движения в целом.

Во время отталкивания нога в тазобедренном суставе продолжает выпрямляться. Это является результатом того, что бедро движется активно в процессе опоры. В данный момент спортсмен должен перепрограммировать действия нервной системы с тем, чтобы изменить направление движения бедра. Подъем тела вверх позволяет оптимально растянуть напряженные мышцы сгибателей бедра и использовать эластичную энергию для последующего движения бедра вперед.

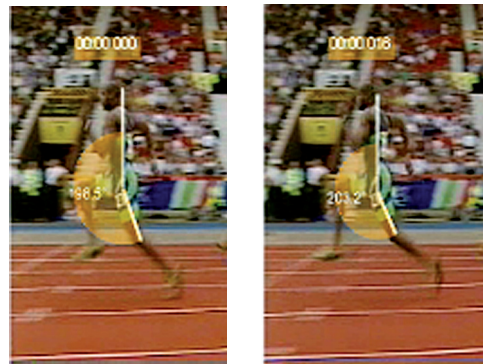


Фото 3 и 4

Высокий подъем на стопе при прямом положении туловища позволяет начать работу мышц - сгибателей бедра (Фото 3 и 4). Скорость начала маха вперед является критически важной.

Mouchbanani et al., отмечают, что именно этот момент отличает высококлассных спринтеров от остальных². Сильнейшие спринтеры (как показывает электромиография) начинают включать сгибатели бедра в момент, когда проекция центра тяжести находится над опорной стопой. Здесь происходит так называемый процесс антиципации, то есть ранняя посылка сигнала перепрограммирующего характера деятельности.

Фаза маха

Фаза маха начинается в момент начала ускорения движения бедра вперед. Задача этого движения максимально ускорить продвижение ноги вперед по оптимальной траектории. С этой целью используется эластичная энергия, накопленная в напряженных мышцах передней поверхности бедра, а также снижается момент инерции системы бедро – голень – стопа.

Минимизация момента инерции достигается сокращением длины маятника вследствие максимального сгибания голени за счет использования эластичной энергии накопленной в икроножной мышце. Эти действия позволяют выполнять движение маховой ноги с максимальной скоростью.

Стопа производит тыльное сгибание, что позволяет уменьшить угол сгибания в колене во всем процессе маха вперед (Фото 5, 6, 7).

Когда позиция коленей опорной и маховой ноги находятся рядом, икроножная мышца очень близка к мышцам задней поверхности бедра.

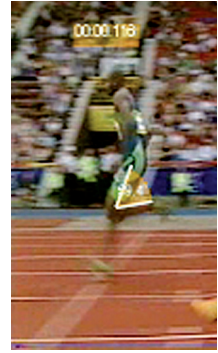
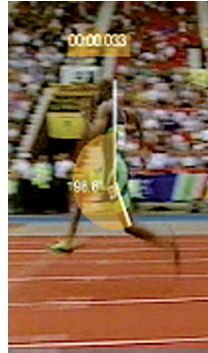


Фото 5,6 и 7

Укорочение периода начала маха вперед является единственным шансом на сокращение времени всего маха в целом. Заключительной частью маха является подготовка к постановке ноги на поверхность дорожки (Фото 8).

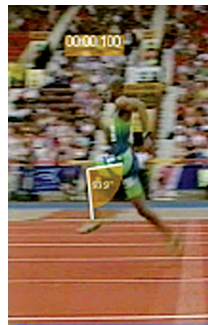


Фото 8

Резкое прекращение ускорения обозначает окончание фазы маха при оптимальном угле сгибания бедра. Стопа

должна находиться в положении тыльно-го сгибания, а колено должно продолжать сгибаться, причем носок стопы должен проходить у колена опорной ноги. Такое действие гарантирует наименьшее значение момента инерции и способствует развитию углового ускорения бедра до момента его остановки. Момент, когда оба колена сближены, является характерным для анализа техники бега с максимальной скоростью.

Переходная фаза

Переходная фаза начинается в момент завершения ускорения бедра. Блокировка бедра соответствует моменту отталкивания опорной ноги. Такая блокировка позволяет трансформировать количество движения бедра в действие тела атлета, снижая его вес. Результатом такого действия будет подъем центра тяжести вперед-вверх, что позитивно отразится на длине шага. Переходная фаза завершается в момент начала отрицательного ускорения бедра.

Можно заметить, что в этот момент спринтер как бы неподвижно зависает в воздухе. Однако в этот момент происходит важная работа по подготовке к постановке на поверхность дорожки.

Замечание: длительная переходная фаза является результатом предыдущей фазы. Ноги работают подобно ножницам. Бедро не может производить отрицательное ускорение без того, чтобы бедро другой ноги не производило положительное ускорение. Таким образом, качество переходной фазы, в свою очередь, зависит от качества предыдущей.

Подготовка к приземлению

Подготовка к приземлению является второй по значимости фазой бегового

цикла. Существует очень высокий уровень корреляции между параметрами фазы приземления и максимальной скоростью бега.

Подготовка к приземлению начинается при отрицательном ускорении бедра. Необходимо сказать, что атлет, достигнув высокого значения угловой скорости, сможет опускать бедро лишь за счет сил гравитации. Спринтеры высокого класса активно включают группу мышц *gluteals*, разгоняя бедро при подготовке к приземлению.

Момент инерции в этот момент должен быть минимизирован. Это обеспечивается расслаблением мышц, окружающих коленный сустав. Если коленный сустав свободен, то масса и длина нижней части ноги не оказывает влияние на момент инерции бедра. Если же мышцы, окружающие коленный сустав, напряжены, то длина и масса нижней части ноги увеличивают момент инерции, снижая возможности ускорения бедра вниз.

Перед приземлением стопа выполняет подошвенное сгибание. Атлет в этом случае слегка поворачивает стопу, чтобы накопить эластичную энергию в процессе опоры.

В то время как бедро активно ускоряется, в нижней части ноги, из-за собственного момента инерции, пассивно распрямляется коленный сустав. Великий американский тренер Bud Winter обозначил этот момент как «опускание передней лапы»⁴. Это положение иногда неправильно интерпретируется в том смысле, что разгибание ноги в колене обеспечивается активными мышечными действиями, однако в этот момент мышцы, окружающие коленный сустав расслаблены (Фото 9).

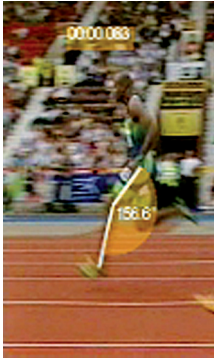


Фото 9

Перед самым приземлением, в момент максимального пассивного разгибания колена, атлет максимально напрягает мышцы коленного сустава, фиксируя колено. Это позволяет спортсмену использовать систему напряженной ноги как «фиберглассовый шест». Максимальная скорость движения бедра при этом позволяет минимизировать тормозящий момент при встрече с поверхностью дорожки.

Значительное угловое ускорение является результатом совместного действия с маховой ногой, что позволяет осуществлять постановку близко к проекции центра тяжести тела. Это тоже снижает тормозящий момент постановки.

Фаза опоры

Фаза опоры начинается в момент постановки стопы на поверхность дорожки. Эта фаза разделяется на два периода, различающиеся между собой по механике действий. При беге с максимальной скоростью эти периоды существенно отличаются от действий в стартовом разгоне.

Фаза переднего толчка

Основная задача фазы переднего толчка в кратчайшее время переместить общий центр тяжести тела к положению активного отталкивания. В момент пе-

реднего толчка спортсмены самого высокого класса продолжают ускоренное движение бедра во время приземления. В этот момент в результате фиксированного положения коленного сустава и незначительного расстояния от места приземления до проекции общего центра тяжести, амортизационное сгибание колена весьма незначительно (Фото 10 и 11)

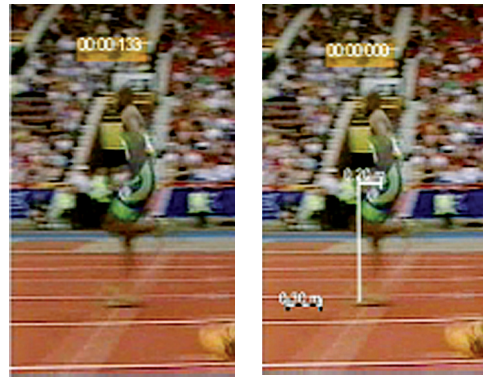


Фото 10 и 11

В этот момент активно взаимодействуют мышцы hamstring и gluteals, которые обеспечивают активное продвижение общего центра тяжести в горизонтальном направлении.

Фаза заднего толчка

Эта фаза начинается в момент, когда проекция общего центра тяжести тела находится над площадью опоры. Действия атлета должны заключаться в том, чтобы продолжать движение бедра. Существует мнение, что в этот момент нужно ускорять свои действия, готовясь к завершению отталкивания.

Интересно и даже несколько неожиданно, что наиболее важной из двух фаз отталкивания при беге с максимальной скоростью является

фаза переднего толчка. В беге с максимальной скоростью при эффективной технике 70% от общей энергии накапливается в момент переднего толчка и только 30% создается в заключительной фазе отталкивания. Таким образом, чем больше спортсмен сумеет аккумулировать энергию и чем эффективнее он использует эластичные свойства мышц, связок и сухожилий, тем выше будет скорость его бега.

Движения рук

Действия рук напоминают движение транспорта по улице с односторонним движением. Движение в спринте - это использование сил, выпрямляющих суставы. Позиция руки характеризуется положением с большим пальцем, направленным вверх и слегка согнутой кистью. Локти согнуты под углом в 90°.

Действия рук обеспечиваются мышцами, окружающими плечевой сустав. Представьте себе, что ваши руки - это молотки, и вам необходимо забить гвозди, которые находятся за вашей спиной. Теперь необходимо вбить гвоздь в стену как можно с большей силой и ускорением. Kevin McNair называет такие действия «вбивание рукой»⁵, что обеспечивается активными действиями плечевого пояса и, в частности, мышцами anterior

deltoids, pectoralis и особенно biceps brachii. Движения рук должны быть такими, чтобы кисть не достигала положения выше уровня плеча.

Ошибку в движениях рук в Америке обозначают как «действия передних лап плавающей собаки». Так происходит вследствие слабой работы biceps brachii. Эта группа мышц наиболее важна при накоплении эластичной энергии.

Заключение

Тренеры спринтеров самого высокого класса используют техническую модель бега с максимальной скоростью, которую мы обсудили в данной статье. Данные взгляды являются достаточно новыми, в отличие от тех, которые излагаются в системе обучения тренеров Центральной Америки и Карибского Бассейна, а также ИААФ. Сейчас необходимо изменить взгляды на традиционную техническую модель, которая ограничивает потенциал большинства спринтеров.

Присылайте Вашу корреспонденцию по адресу:

Loren Seagrave

lorenseagrave@aol.com

ЛИТЕРАТУРА

1 The basic idea for the conceptual model and many of the key points in this article were made in a presentation by Ralph Mann at the US Olympic Training Center,

Colorado Springs, Colorado, USA, in October 1986.

2 MOUCHBAHANI, R.; GOLHOFER, A. & DICKHUTH, H.-H. (1996). Zugwiderstandslufe im Schnelligkeitstraining. Die Lehre der Leichtathletik, 35, 21-26.

3 Taken from personal conversation in 1985 with Tony Wells, who is the Head Coach of the Colorado Flyers Track Club in Colorado, USA.

4 WINTER, B. (1956). So you want to be a sprinter. San Francisco: Fearon Publishers.

5 We first heard this description by McNair, a coach and speed consultant from Orange County, California, USA, in 1979.