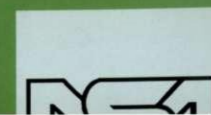
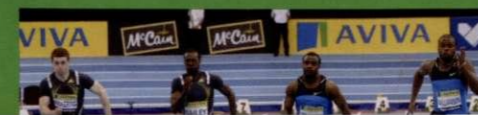




Спортивная ходьба

содержание

- Обзор
Юрген Шиффер
- Биомеханика элитных скороходов: анализ техники и влияние утомления
Бриан Хейнли, Эндрю Дрейк, Атанасиос Биссас
- Основные результаты биомеханического анализа техники спортивной ходьбы на Кубке мира 2008 года
Брайан Хейнли, Атанасиос Биссас, Эндрю Дрейк
- Прогнозирование результата в спортивной ходьбе на основании лабораторных исследований и результатов контрольных тестов
Эндрю Дрейк, Роберт Джеймс
- Квалификация судей в спортивной ходьбе
Никола Маггио



IAAF ATHLETICS



Спортивная ходьба

Юрген Шиффер

АВТОРЫ

Юрген Шиффер – кандидат философии, вице-директор Центральной библиотеки Спортивного немецкого Университета, Кельн, и редактор отдела документации «Легкоатлетического вестника IAAF»

Введение

Спортивная ходьба может показаться второстепенным видом легкой атлетики, но такое мнение, скорее всего, спорно. В беговых дисциплинах побеждает спортсмен, продвигающийся по дистанции с максимальной скоростью, в то время как в спортивной ходьбе атлеты должны сдерживать себя, чтобы не нарушить Правило IAAF 230.1, которое гласит: «не должно быть видимой (для человеческого глаза) потери контакта с поверхностью». Спортивная ходьба, таким образом, является в определенной степени парадоксом, так как скороходы должны двигаться с максимальной скоростью, но не переходить в бег.

Задача данной статьи – представить аспекты и дискуссии по вопросам спортивной ходьбы. Основные разделы обзора следующие:

- История

История

В XVIII и XIX веках в Англии были очень популярны пешеходные прогулки и длительные переходы. В период 1775 – 1800 г.г. начали проводиться первые «пешеходные соревнования», которые иногда занимали несколько дней. Однако проводились не только длительные переходы – например, Charles Westhall – атлет, который первым преодолел границу в 4:30 в беге на одну милю – прошел дистанцию в семь миль за 54 минуты на соревнованиях Newmarket Heath (Marlow 1990).

Одним из самых популярных ходоков был Robert Barclay Allardice, аристократ из Шотландии (рожд. 1779 г.), более известный под именем Капитан Barclay. Как это часто было принято в те времена, большинство рекордов этого скорохода было достигнуто в результате пари. В 1809 году он прошел 1000 миль, проходя каждую милю за час, и затратил на это 1000 часов, что обеспечило ему приз в 1000 гиней. Соревнования, которые широко освещались в прессе, начались 1 июня и закончились 12 июля. Вообще Капитан Barclay выиграл на пари множество призов общей стоимостью в 100 000 фунтов, что эквивалентно 40 млн. фунтов в настоящее время (Radford 2002).

В настоящее время соревнования по спортивной ходьбе включены в программу Олимпийских игр: 20 км для мужчин и женщин и 50 км для мужчин. Ходьба также представлена на чемпионатах мира,

где спортсмены преодолевали пол-мили, предваряя соревнования.

В 1906 году были проведены соревнования в ходьбе на 1500 и 3000 метров (для мужчин), а впоследствии, за исключением Олимпиады 1928 года, проводились только на одной дистанции.

Много споров относительно судейства соревнований по ходьбе возникло на Олимпийских играх 1912 года в Стокгольме, где были дисквалифицированы большинство участников ходьбы на 10 км, а финишировать удалось лишь четверым скороходам.

На Играх 1924 года в Париже из-за ошибок в судействе вся бригада судей предварительных состязаний была заменена в финале. Вследствие таких событий соревнования по спортивной ходьбе были исключены из программы Олимпийских игр 1928 года.

Однако, уступая требованиям английских официальных лиц, ходьба была возвращена в программу Игр 1932 года в Лос-Анджелесе. В 1970 году в результате разногласий была исключена из программы дистанция 50 км. Однако впоследствии эта дистанция была возвращена в программу современных Игр (Marlow 1990).

Значительным событием в истории развития спортивной ходьбы была организация соревнований Lugano Trophy в 1961 году. Эти командные соревнования сейчас носят название Кубок ИААФ по спортивной ходьбе и проводятся каждые два года на олимпийских дистанциях 20 и 50 км. В 2004 году в программу были добавлены соревнования юниоров 19 лет и моложе.

реования Lugano Trophy, а в 1979 году они приняли официальный статус (Marlow 1990). Соревнования по ходьбе на 10 км были впервые включены в программу чемпионата мира в 1987 году, а в Олимпийскую программу — в 1992 году в Барселоне. На чемпионате мира 1999 года дистанция в ходьбе была увеличена до 20 км.

Судейство

Соревнования в ходьбе в XVI и XVII веках не проводились по стандартным правилам и, как правило, не обслуживались судейским аппаратом. Все это приводило к постоянным разногласиям относительно правил ходьбы и бега и дискредитировало спортивную ходьбу. В конце XIX века и начале XX ходьба перестала быть в центре внимания интересов публики (Marlow 1990, Oster-Houdt 2000).

Первые попытки легализовать правила спортивной ходьбы были предприняты в XIX веке. Westhall определял их следующим образом: «Хороший и честный ходок должен держать свое тело прямо или с небольшим наклоном, плечи должны быть откинута назад, руки согнуты и слегка подняты вверх, при каждом шаге они должны двигаться поперек туловища. Поясница должна быть расслаблена, для того чтобы бедро имело возможность большей свободы и двигалось прямо вперед. Движения рук позволяют сохранять баланс» (цитируется по Heel and Toe Online 2007).

Все эти правила носили туманный характер и следовали определению «правильной постановки пятки и отрыва носка». Этот термин обозначал, что прежде

ли в 1866 году, в которых на дистанции семь миль победил John Chambers. При проведении ежегодного чемпионата любительской ассоциации Англии в 1880 году были опубликованы первые правила соревнований, состоящие из 16 разделов.

Правило 14 и 15 представляли особенной интерес для скороходов: «В соревнованиях замечания и дисквалификация полностью зависят от мнения судей (Правило 14). Решение судей является окончательным (Правило 15)». Судя по всему, судьи сами определяли правильность соблюдения правила «правильной постановки пятки и отрыва носка» (Heel and Toe Online 2007).

Впервые на специальном Конгрессе правила спортивной ходьбы были приняты в Австралии. А.О.Barret (секретарь клуба любительской ходьбы Мельбурна) и R.H.Croll (член клуба любительской ходьбы) определили следующие правила спортивной ходьбы:

- Ходок должен быть в контакте с поверхностью дорожки одной ногой в каждом шаге и находиться на опоре на двух ногах в конце каждого шага.
- Пятка, при постановке на опору, должна касаться поверхности, прежде чем другая нога оторвется от дорожки.
- При постановке ноги на дорожку она должна быть выпрямленной и коленный сустав зафиксирован.
- Тело и голова должны быть в вертикальном положении.

Эти правила были приняты как официальные и, в соответствии с ними, проводились все последующие состязания. Потребовалось более 50 лет, чтобы несколько уточнить некоторые детали спортивных со-

спортивной ходьбы. В 1912 году в ИААФ была сформирована специальная Комиссия по спортивной ходьбе, но до 1928 года основным правилом являлось: «Ходьба является последовательным выполнением шагов без отрыва от поверхности дорожки». Этим правилом руководствовались судьи на международных соревнованиях.

Однако простое правило ИААФ не обсуждалось, и судьи были вправе самостоятельно решать — делать замечание скороходу или даже дисквалифицировать его, что вызывало множество дискуссий. Время от времени выдвигались новые предположения о корректировке правил. Некоторые из них рассматривались на конгрессах ИААФ, но реально приняты не были.

На Конгрессе 1949 года в Стокгольме была принята окончательная редакция правил в ходьбе, которая гласила: «Ходьба — это последовательное продвижение вперед при постоянном контакте с поверхностью дорожки. В каждом шаге опорная нога должна находиться на земле до тех пор, пока маховая не коснется поверхности дорожки» (Heel and Toe Online 2007).

Внимание на постоянном контакте очень скоро было подвергнуто сомнению особенно после чемпионата Европы 1950 года и Олимпийских Игр 1952 года. В 1956 году на Олимпийских Играх в Мельбурне основное правило ходьбы было разделено на два пункта:

1. Определение. Спортивная ходьба — это последовательное продвижение вперед при постоянном контакте с поверхностью дорожки.
2. Судейство. Судьи по спортивной ходь-

прямленной (то есть коленной сустав должен быть распрямлен) до последнего момента (Heel and Toe Online 2007).

Это правило еще раз подчеркивало концепцию «пятки и носка», которая являлась основной в спортивной ходьбе. В октябре 1972 года было внесено уточнение, что опорная нога должна быть выпрямленной только в вертикальном положении. Такая поправка была необходима в связи с тем, что при возрастании скорости было трудно определить состояние опорной ноги после прохождения момента вертикали.

Судейство было облегчено, и теперь правило ходьбы гласило: «Спортивная ходьба — это последовательное продвижение вперед при постоянном контакте с поверхностью дорожки. В каждом шаге опорная нога должна касаться земли до тех пор, пока маховая не коснется поверхности дорожки. Опорная нога должна быть выпрямлена в колене, особенно в период вертикального положения» (Heel and Toe Online 2007).

Эта версия правил недолго выдержала проверку временем, так как при высокой скорости трудно было уследить за положением ног. Все еще судьи затруднялись точно фиксировать положение выпрямленной ноги, поэтому достаточно часто происходят случаи субъективных решений. Появляется масса фотографий, фиксирующих нарушения у отдельных скороходов.

Последнее правило было принято в апреле 1996 года. Добавление было внесено в положение ноги при постановке на поверхность дорожки. Таким образом, правило выглядело следующим образом: «Спортивная ходьба — это последовательное вы-

га должна быть прямой при постановке на землю (то есть колено должно быть разогнуто) и находиться в таком положении до вертикальной позиции (Heel and Toe Online 2007).

В международных соревнованиях судьи строго соблюдают это правило. Три судейских замечания ведут к дисквалификации спортсмена. На дистанции помещается информационный щит, где отмечаются все нарушения. После получения третьего предупреждения главный судья дисквалифицирует спортсмена.

Судья может давать только одно предупреждение отдельному спортсмену, старший судья не дает замечаний, а только дисквалифицирует скороходов. С целью успешного контроля соревнования по спортивной ходьбе проводятся по замкнутому кругу, чтобы спортсмены проходили мимо судей несколько раз. Судьи могут также давать замечание специальной карточкой, на которой обозначается характер нарушения фаза полета или согнутое колено.

ИААФ и национальные федерации проводят специальные курсы по правилам спортивной ходьбы.

Как сообщает Osterhoudt (2000), модификация правил, требующая четкой постановки ноги на поверхность дорожки, является значительной ошибкой по следующим двум причинам:

1. Последующий эффект в результате применения новой модификации более существенен, чем при старом толковании, потому что горизонтальное расстояние между общим центром тяжести и точкой касания поверхности большее, чем в старых требованиях, а угол при новых — бо-

Osterhoudt также утверждает, что нет четких определений потери контакта и что новая модификация оценки техники вызывает больше разногласий и должна быть отменена.

По вопросу сгибания опорной ноги Knicker and Loch (1990) провели специальное исследование. Они определили, что никто из скороходов высокого класса не нарушал правила сгибания опорной ноги, однако судьи в данных соревнованиях в 48% замечаний определили нарушение именно этого параграфа.

Авторы считают, что требования выпрямления опорной ноги в коленном суставе должно быть отменено, поскольку его нарушение не дает преимуществ ходоку. Таким образом, можно отметить, что судейство соревнований по спортивной ходьбе представляется весьма сложным действием.

Техника и биомеханика

Как отмечают Payne and Payne (1981), спортивная ходьба не является естественным движением человека, потому что с раннего детства человек передвигается несколько иным способом. Поэтому при обучении технике спортивной ходьбы тренеры должны потратить много времени на обучение правилам ходьбы.

В беге основными параметрами техники являются длина и частота шагов. При ускорениях в ходьбе спортсмен не может преодолеть барьер частоты, который он приобрел в процессе тренировок. Частота зависит от определенных характеристик мышц. Таким образом, увеличивать скорость передвижения возможно в таком случае за счет увеличения длины шага.

и частоты шагов в процессе наступающего утомления.

Как и в большинстве видов легкой атлетики, важным фактором, влияющим на длину шагов, является качество гибкости в тазобедренных суставах. Длина шага в ходьбе также зависит от постановки стоп на одной линии по направлению движения. В спортивной ходьбе движения рук и плеч более важны, чем в беге, так как они в значительной мере компенсируют вращательные движения бедер и таза.

Выделяют следующие стили спортивной ходьбы:

1. Активное «протаскивание» опорной ноги в период, когда проекция центра тяжести находится еще за точкой опоры. Такое действие снижает горизонтальное торможение и способствует увеличению скорости ходьбы.
2. Переразгибание колена: строение коленного сустава у некоторых спортсменов позволяют им добиваться большего угла в колене (вместо обычных 180° угол в коленном суставе может быть 185° и более) в опорной фазе. Поскольку судьи считают такое положение как выпрямленная нога, то спортсмен может пронести центр тяжести ниже, чем при угле в 180°.
3. Ортодоксальный европейский стиль. Он выражается в незначительных перемещениях головы и плеч и активных движений рук, которые подняты достаточно высоко.
4. Мексиканский стиль. По сравнению с жестким положением туловища и головы у европейцев, мексиканские скороходы выполняют более активные, но свободные движения частями верхней части тела. Мексиканский стиль отличается точной постановкой стоп на одной линии.

у представителей европейского континента.

Salvage et al (2000) считают, что главным фактором хорошей техники спортивной ходьбы является строгая горизонтальная траектория общего центра тяжести и отсутствие боковых колебаний.

Влияние скорости спортивной ходьбы на отдельные параметры техники скорохода исследовали Neumann (2005) и Neumann et al. (2006). Было определено, что нарушение основных правил ходьбы (фаза полета и сгибание опорной ноги) происходит при скорости 2.75 – 4.00 м/сек. Максимальную скорость передвижения, при которой начинают проявляться основные ошибки, Neumann et al. определили как «координационный порог».

Тренировка

Тренировка скороходов очень сходна с подготовкой бегунов на длинные дистанции (Salvage et al., 2000). Hillard (1986) указывает, что спортивная ходьба – это аэробное упражнение, требующее еще и развития определенных специфических качеств. Это:

- 1) техника и гибкость,
- 2) специальная выносливость,
- 3) скорость движений,
- 4) сила и силовая выносливость. Все эти компоненты должны учитываться в программах подготовки спортсмена в процессе годового цикла. Тренеры должны таким образом составлять тренировочные программы, чтобы выводить скорохода на пик спортивной формы к определенному периоду главных соревнований.

По мнению Hillard (1991), в тренировоч-

дет способствовать совершенствованию техники спортивной ходьбы и большей психологической уверенности спортсмена. Специальная силовая подготовка (например, ходьба в гору) должна проводиться регулярно (2-3 раза в неделю).

Scholich (1992) считает, что специальная силовая подготовка должна быть тесно связана с особенностями техники спортивной ходьбы. Он также рекомендует специальные упражнения на гибкость и стретчинг. Обычно силовые упражнения для ходоков делятся на три категории:

- 1) Специальные силовые упражнения, тесно связанные со структурой спортивной ходьбы;
- 2) Специальные подготовительные упражнения;
- 3) Силовые упражнения общего характера. Основное направление специальной силовой подготовки – развитие силовой выносливости мышечных групп, непосредственно вовлеченных в работу скорохода. Такая подготовка должна быть скоординирована с функциональной подготовкой других систем.

При составлении тренировочных программ необходимо учитывать специфику подготовки спортсменов к дистанции 20 или 50 км (Vallance 2005). Подготовку к дистанции 50 км следует начинать только после возраста 18-23 лет, когда скороход добился хороших достижений на дистанции 20 км.

Тренировка детей должна, прежде всего, основываться на совершенствовании техники спортивной ходьбы. Hedge (2002) считает, что без основательного изучения техники нет смысла начинать выступления в соревнованиях из-за угрозы дисквалификации. Важно отметить, что новички долж-

клонившись вперед. Движения рук должны быть хорошо сбалансированы с перемещением ног.

Сначала техника скорохода изучается на незначительной скорости и все ошибки должны немедленно исправляться при повышении скорости ходьбы. Необходимо индивидуально выявлять оптимальную скорость, при которой не происходит нарушения правил спортивной ходьбы. Для юных скороходов хорошо проводить соревнования в эстафете с этапами в 100 или 200 метров. После напряженной ходьбы спортсмены должны проходить определенную дистанцию в свободном и ослабленном стиле. Перед началом сезона проводится анаэробная работа (например, повторные отрезки в гору или кроссовые пробежки в быстром темпе Hedge 2002).

Новички должны тренироваться четыре – пять раз в неделю. Nihill (1975) предлагает такой тренировочный план: 1-2 тренировки на дорожке стадиона, а остальные тренировки на шоссе до пяти миль (8 км) для 15 – летних спортсменов и до семи миль (12 км) для 15-17-летних ходоков.

Для отбора юных ходоков Mогозов (1998) предлагает такой тест: давать детям задание идти, и через каждые 5-10 минут стараться увеличивать скорость передвижения. Юноши или девушки, сохраняющие технику при повышении скорости (наклон туловища и прямая опорная нога), могут быть рекомендованы для дальнейшего совершенствования.

Медицинские аспекты

Основные травмы скороходов связаны с перегрузкой (Donahoo, 1998). Такие травмы затрагивают мышцы, связки и сухожи-

Травмы голени связаны, как правило, с активным поворотом голени в период отталкивания. Обычно они связаны с перегрузкой надкостницы при ударной постановке. В спортивной ходьбе отмечаются также растяжение связок тазобедренного сустава вследствие активного поворота бедер, а также нарушение мышечной ткани задней поверхности бедра из-за излишнего напряжения в коленном суставе (Kummant 1981).

Дегенеративные изменения суставов таза и колена не проявляются у скороходов как в процессе спортивной карьеры, так и после ее завершения (Ekstrand et al. 1990). Спортивная ходьба не является травмоопасным видом спорта, что подтверждается исследованиями Francis et al. (1998). Наблюдения за 400 скороходами показали, что в среднем травмы у ходока могут случаться один раз за период 5.7 лет тренировки. Возможность травмы более высока у тех спортсменов, которые тренируются 6-7 раз в неделю, по сравнению с ходоками, которые проводят тренировочные занятия три или менее раз в неделю. Возможность травмирования возрастает также по мере возрастания общего объема тренировки.

Психология

Спортивная ходьба – особый вид легкой атлетики, в котором спортсмены преодолевают последствия утомления, но вынуждены в тоже время обращать особое внимание на сохранение технических требований. Таким образом, атлет постоянно находится в стрессе, желая, с одной стороны увеличить скорость для победы, а с другой – не превысить ее критическое значение – 4.5 м/сек (Kirch-Gassner and Meissner, 1996).

Таким образом, выступление в сорев-

позволяющих атлету трезво оценивать окружающую ситуацию. Для успеха в соревнованиях по спортивной ходьбе необходимо сочетание следующих требований:

- Дисциплина, старательность и активность в процессе тренировочных занятий. Дисциплина включает в себя необходимость соблюдения правильной техники даже в моменты наивысшего утомления.
- Упорство в критические моменты спортивного состязания. Часто волевое усилие позволяет преодолеть желание снизить скорость ходьбы или сойти с дистанции.
- Эмоциональный контроль, который необходимо совершенствовать в тренировочном процессе и на соревнованиях.

Скореходы должны иметь постоянное стремление быть победителями или стремиться к повышению личных достижений. Все это достигается не только в результате тяжелых тренировочных занятий, но повышением качества самоконтроля и концентрации. Ходоки должны быть готовы к тому, что в процессе соревнований может наступить критический момент, ко-

Литература

DONAHOO, M. (1998). An injury potential in race walking. *Modern Athlete and Coach*, 36(4), 31-34.

EKSTRAND, J.; JØRGENSEN, U.; STENPORTT, G. & INGVARSSON, S. (1990). The connection between competitive walking and osteoarthritis in the knee and hip joints. *New Studies in Athletics*, 5(3), 55-60.

торый будет очень трудно преодолеть. Надо использовать различные психологические приемы для отвлечения от болевых ощущений и желания прекратить соревнования. Обычно для этих целей используются определенные способы переключения.

В течение длительного времени соревнований у спортсменов возникают различные мысли, которыми необходимо научиться управлять. Такое умение отличает спортсменов самого высокого класса от всех остальных.

Многие спортсмены при подготовке к соревнованиям используют просмотр видеоматериалов, где опытные психологи рекомендуют способы преодоления критических состояний (такими советами могут быть «опусти руки», «подними голову, наблюдай за спортсменом впереди», «смотри по сторонам» и т.д.). (Yukelson and Fenton, 1992).

Присылайте Вашу корреспонденцию по адресу:

Dr. Jurgen Schiffer
j.schiffer@dshs-koeln.de

racewalking. *Journal of Athletic Training*, 33(2), 22-129.

HEDGE, R. (2002). First steps in racewalking. *Modern Athlete and Coach*, 40(1), 27-29. Heel and Toe Online. The official organ of the Victorian Race Walking Club (2006/2007), No. 48, 26 September 2007; URL: <http://www.vrwc.org.au/heelandtoe-2007-num48.pdf>.

HILLIARD, C. (1991). Weight training and conditioning for walkers. *Modern Athlete and Coach*, 29(2), 36-38

KIRCHGÄSSNER, H. & MEISSNER, A. (1996). Ansätze und erste Ergebnisse des Trainings volitiver Prozesse in den Ausdauersportarten: am Beispiel des sportlichen Gehens [Approaches to and first results of training of motivational processes in endurance sports as shown with the example of race walking]. *Leipziger Sportwis-senschaftliche Beiträge*, 37(1), 105-135.

KNICKER, A. & LOCH, M. (1990). Race walking technique and judging: the final report of the International Athletic Foundation research project. *New Studies in Athletics*, 5(3), 25-38.

KUMMANT, I. (1981). Race-walking gains new popularity (brief reports). *The Physician and Sportsmedicine*, 9(1), 19-20.

MARLOW, P. (1990). A brief history of race walking. *New Studies in Athletics*, 5(3), 21-24.

MOROZOV, V. (1998). About the development of young race walkers. *Modern Athlete and Coach*, 36(1), 19-22.

NEUMANN, H. F. (2005). Koordinative Schwelle – kritische Geschwindigkeit zwischen Regelkonformität und Disqualifikation im sportlichen Gehen [Coordinative threshold – critical velocity between rule conformity and disqualification in race walking]. *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge*, 46(2), 130-135.

in Sports, Proceedings of XXIV, International Symposium on Biomechanics in Sports 2006 (pp.135-138). Salzburg, Austria: University of Salzburg.

NIHILL, P. (1975). Beginning race walking. *Track Technique*, (59), 1868.

OSTERHOUDT, R. G. (2000). The grace and disgrace of race walking. *Track Coach*, (153), 4880-4883.

PAYNE, H.; PAYNE, R. (1981). Walks. In H. Payne & R. Payne, *The science of track and field athletics* (pp. 363-369). London: Pelham Books.

RADFORD, P. (2002). The Celebrated Captain Barclay: Sport, gambling and adventure in Regency times. London: Headline.

SALVAGEE, J.; BOLWICASKI, B.; ROBERTSON, G.; WHATLEY, I. & WESTERFIELD, G. (2000). Racewalking. In J. L. Rogers (Ed.), *USA track & field coaching manual*. Champaign, Ill.: USA Track & Field, Human Kinetics.

SCHOLICH, M. (1992). Why technique oriented strength development for race walkers? *Modern Athlete and Coach*, 30(4), 27-29.

VALLANCE, B. (2005). The men's 20km walk. *Modern Athlete and Coach*, 43(2), 12-17.

YUKELSON, D. & FENTON, R. (1992). Psychological considerations in race walking. *Track and Field Quarterly Review*, 92(1), 72-76. Internet sources: <http://www.iaaf.org/community/athletics/race>



Биомеханика элитных скороходов: анализ техники и влияние утомления

NSI © by IAAF
23:4; 17-25, 2008

Брайан Хейнли, Эндрю Дрейк, Атанасиос Биссас

АННОТАЦИЯ

Целью представленного исследования являлось выявить основные кинематические параметры техники ходьбы сильнейших скороходов. Была произведена видеосъемка восьмидесяти спортсменов во время 7-го Кубка Европы по спортивной ходьбе на дистанциях 20 и 50 км у мужчин и 20 км у женщин. Были проанализированы длина и частота шагов, положение отдельных сегментов тела и угловые характеристики суставов. Среди результатов можно выделить такие: длина шага у сильнейших атлетов составляла 70% от их роста, и они были способны увеличивать частоту шагов на дистанции. Углы в суставах не оказывают определенного влияния на скорость ходьбы, однако угловая скорость является решающим компонентом. Техника ходьбы анализировалась в трех точках каждой дистанции у двенадцати скороходов с целью выявления влияния утомления на параметры техники. В среднем у большинства атлетов скорость ходьбы снижалась по мере приближения к финишу. У мужчин укорачивался шаг, а у женщин уменьшалась частота шагов. Почти все спортсмены выдерживали правило «прямой ноги», но большинство имели незначительную, почти неразличимую фазу полета. На дистанции 50 км уменьшился угол сгибания в колене во время опоры под влиянием утомления.

АВТОРЫ

Брайан Хейнли — лектор факультета спортивной биомеханики Университета Лидс, Великобритания.

Эндрю Дрейк — директор отдела прикладных исследований в спорте Университета Ковентри, Великобритания. Он также является тренером по спортивной ходьбе и длинным дистанциям.

Атанасиос Биссас — лектор по спортивной биомеханике факультета спорта Университета Лидс, Великобритания.

Введение

В спортивной ходьбе побеждает атлет, способный развить наивысшую скорость при соблюдении двух основных правил техники.

Скорость передвижения определяется частотой и длиной шагов. Длина шага считается наиболее важным компонентом техники (Hoga et al., 2003) и в основном зависит от характера движений тазобедренного сустава.

Частота шагов определяется временем одиночного шага, которое зависит от длительности двухопорного контакта (Cairns et al., 1986). Положение опорной

передвижения. Слишком далекая постановка маховой ноги может вызывать тормозящий эффект (Lafortune et al., 1989).

Расстояние от момента вертикали до отрыва опорной ноги определяет длину шага и характеризует продвижение вперед (Hoga et al., 2003).

Существует прямая взаимосвязь между углами отдельных суставов нижней конечности. Угол тазобедренного сустава определяет, как далеко вперед или назад относительно туловища спортсмена помещается нога.

Изменение угловой скорости тазобедренного сустава определяет время опоры (Lafortune et al., 1989). Движение в коленном суставе связано с выполнением технических ограничений. Прямое положение коленного сустава в обычной ходьбе не происходит, но является необходимым условием в спортивной ходьбе (Cairns et al., 1986). Угол голеностопного сустава также определяет характер момента вертикали и завершения одноопорной фазы шага (White and Winter, 1985).

Успех в спортивной ходьбе в большей степени зависит от техники, нежели от физиологических факторов (Hoga et al., 2003), поэтому коррекция и оптимизация техники является наиболее важным элементом спортивной подготовки скорохода.

Модификация отдельных параметров техники ходьбы может влиять на энергетическую стоимость передвижения (Brisswalter et al., 1998) и, таким образом, удалять или приближать наступление утомления. В видах спорта, связанных с проявлением выносливости, при наступлении утомления возможно изменение технических параметров движения, при этом в спортивной ходьбе такие изменения могут повлечь за собой дисквалифика-

ции. Обычно такие случаи происходят на заключительной части дистанции, где определяется победитель соревнований. Таким образом, в спортивной ходьбе особенно важно выявить изменение параметров техники под воздействием утомления спортсмена.

Целью данного исследования было выявление кинематических различий техники ходьбы сильнейших скороходов. Было определено два главных направления, чтобы решить эту задачу. В каждом исследовались различия между мужчинами и женщинами на различных дистанциях:

- Первое – выявить определенный стиль ходьбы, который наиболее продуктивен. Теоретическая модель может быть представлена, чтобы спортсмены и тренеры использовали ее для сравнения со своими техническими параметрами и выявляли свои сильные и слабые стороны.
- Второе – определить изменение параметров техники под влиянием утомления. В большинстве исследований спортсменов наблюдают только в одной точке дистанции. Мы пытались выявить индивидуальные изменения техники в процессе всей дистанции.

Методы

Наблюдения производились в процессе 7-ого Кубка Европы по спортивной ходьбе в Royal Leamington Spa (Англия) в мае 2007 года. Фиксировались данные на дистанции 50 км и на 20 км у мужчин и женщин. Две стационарные камеры (Canon, Токуо) были установлены под углом 45° и

Таблица 1: Возраст, рост и вес испытуемых

Дистанция	Спортсмены	Возраст (лет)	Рост (м)	Вес (кг)
Женщины 20 км	30	26 (± 5)	1.64 (± .05)	51 (± 5)
Мужчины 20 км	29	27 (± 5)	1.80 (± .06)	67 (± 5)
Мужчины 50 км	21	31 (± 7)	1.78 (± .08)	67 (± 6)

Таблица 2: Точки наблюдений

Дистанция	Спортсмены	1	2	3	4
Женщины 20 км	12	4.5 км	8.5 км	13.5 км	18.5 км
Мужчины 20 км	12				
Мужчины 50 км	12	18.5 км	28.5 км	38.5 км	48.5 км

Таблица 3: Скорость, длина и частота шагов

Дистанция	Скорость (км/час)	Длина шага (м)	Длина шага (%)	Частота (гц)
Женщины 20 км	13.29 (± .78)	1.08 (± .05)	66.1 (± 3.2)	3.41 (± .12)
Мужчины 20 км	14.80 (± .52)	1.23 (± .05)	68.4 (± 2.4)	3.35 (± .13)
Мужчины 50 км	14.14 (± .55)	1.22 (± .06)	68.4 (± 3.4)	3.23 (± .17)

Зона наблюдения составляла: 5 м по длине, 2 м по ширине и 2.16 м по высоте, что позволяло исследовать 3 последовательных шага и проводить калибровку для трехмерных измерений. Основные данные участников представлены в Таблице 1.

Анализ проводился примерно в середине дистанции. Для 20 км у мужчин – на 8.5 км, а у женщин на 13.5 км (поскольку они шли плотной группой). На дистанции 50 км измерения проводились на отрезке 28.5 км. Каждый раз анализировались технические параметры 12 атлетов в четырех точках дистанции. Расположение точек анализа представлено в Таблице 2. Спортсмены, которые были дисквалифицированы или не закончили дистанцию, в расчет не принимались.

Видео-данные были обработаны согласно программе SIMI, Munich. Записи были отфильтрованы с помощью

- Исследовались следующие параметры:
- Скорость; средняя горизонтальная скорость в процессе двух последовательных шагов.
 - Длина шага; расстояние между точками опоры в шаге.
 - Частота шагов; частное от деления скорости на длину шага.
 - Угловая скорость; скорость вращения в определенном суставе.
- Анализировались также следующие данные:
- Контакт; первое очевидное касание поверхности дорожки.
 - Отталкивание; заметный отрыв ноги от поверхности.
 - Середина шага; точка, где центр тяжести тела находится между двумя опорами, согласно правилу ИААФ 230.1 определяется как вертикальное положение.

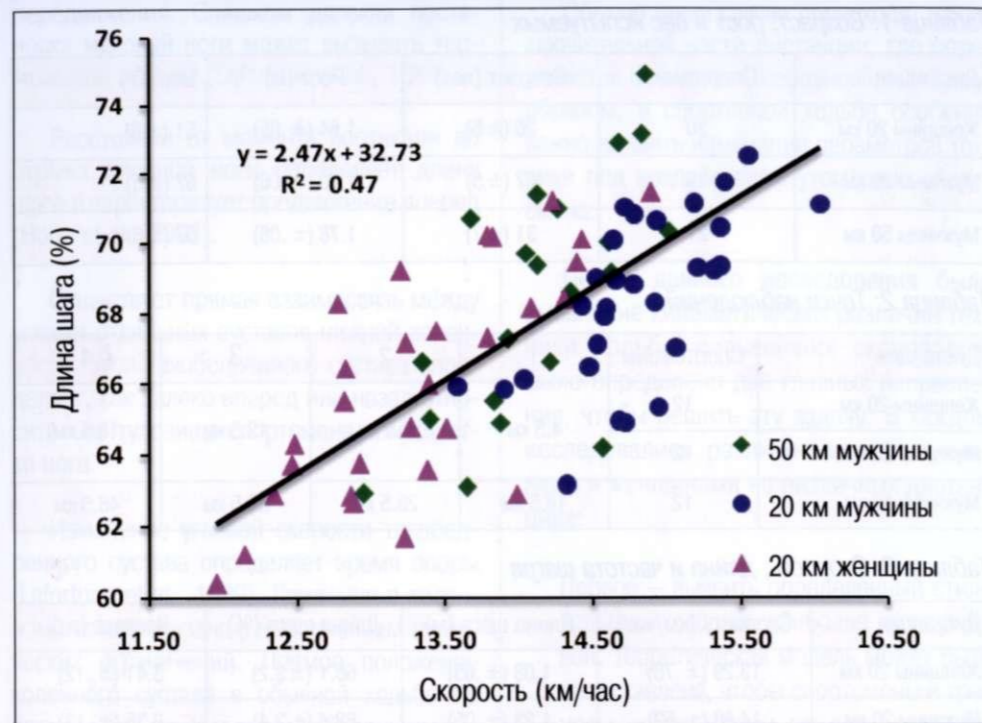


Рисунок 1: Соотношения между скоростью ходьбы и длиной шага (%) у всех участников

- Расстояние от проекции центра тяжести тела до момента отрыва ноги от опоры

Рассчитывался коэффициент корреляции (Pearson) для каждой группы атлетов. Рассчитывались также коэффициенты вариации между 20 км – мужчины и женщины и 50 км – мужчины. Статистически рассчитывался также эффект влияния утомления. Для каждого подсчета учитывались средние данные для правой и левой ноги.

Результаты

Скорость определяется двумя факторами – длиной шага и частотой шагов, эти значения приведены в Таблице 1. Длина шага также может быть выражена в процентном отношении к росту спортсмена.

центном отношении к росту атлета в ходьбе на 20 км у мужчин и женщин ($p < .01$). В ходьбе на 50 км скорость не коррелирует с абсолютной длиной шага ($r = .19$), но коррелирует с процентным отношением к росту атлета ($p < .01$).

На Рисунке 1 показаны корреляционные отношения между длиной шага (%) и скоростью ходьбы для всех участников. Самые быстрые спортсмены (средняя скорость около 15 км/час) имеют значение длины шага в среднем 70–72% от роста.

Длина шага и частота отрицательно коррелируют на обеих дистанциях у мужчин ($p < .01$), что обозначает, что чем длиннее шаг, тем ниже частота. Напротив, у женщин такой зависимости выявлено не было. Интересно отметить,

Таблица 4: Скорость ходьбы на каждом анализируемом отрезке (среднее \pm SD)

	Отрезок	20 км женщины	20 км мужчины	Отрезок	50 км мужчины
Скорость (км/час)	4.5 км	13.56 (± 1.21)	15.12 (± 0.53)	18.5 км	14.11 (± 0.61)
	8.5 км	13.20 (± 0.72)	14.73 (± 0.63)	28.5 км	14.15 (± 0.60)
	13.5 км	13.08 (± 0.77)	14.66 (± 0.79)	38.5 км	13.98 (± 0.76)
	18.5 км	12.65 (± 1.03)	14.51 (± 0.85)	48.5 км	13.43 (± 0.71)

Таблица 5: Длина шагов на каждом анализируемом отрезке (среднее \pm SD)

	Отрезок	20 км женщины	20 км мужчины	Отрезок	50 км мужчины
Длина шага (м)	4.5 км	1.10 (± 0.08)	1.27 (± 0.02)	18.5 км	1.25 (± 0.05)
	8.5 км	1.08 (± 0.04)	1.24 (± 0.04)	28.5 км	1.24 (± 0.04)
	13.5 км	1.07 (± 0.06)	1.24 (± 0.03)	38.5 км	1.23 (± 0.05)
	18.5 км	1.05 (± 0.07)	1.23 (± 0.04)	48.5 км	1.20 (± 0.05)

Таблица 6: Частота шагов на каждом анализируемом отрезке (среднее \pm SD)

	Отрезок	20 км женщины	20 км мужчины	Отрезок	50 км мужчины
Частота шагов (Гц)	4.5 км	3.43 (± 0.11)	3.30 (± 0.11)	18.5 км	3.14 (± 0.08)
	8.5 км	3.40 (± 0.14)	3.29 (± 0.11)	28.5 км	3.16 (± 0.09)
	13.5 км	3.41 (± 0.13)	3.29 (± 0.15)	38.5 км	3.16 (± 0.11)
	18.5 км	3.35 (± 0.16)	3.27 (± 0.18)	48.5 км	3.12 (± 0.13)

Значение длины шага в ходьбе на 20 км у женщин была значительно короче, чем у мужчин как в абсолютном значении, так и в процентном по отношению к росту ($p < .01$). на дистанции 20 и 50 км у мужчин нет существенных различий в длине шагов, но частота шагов существенно отличалась ($P < .01$). Отмечается также, что нет существенных отличий в частоте шагов на дистанции 20 км у мужчин и женщин.

Значения представленные в Таблице 4 показывают значительное падение скорости на всех дистанциях ($p < .01$). Наибольшее падение на дистанции 20 км у мужчин было на отрезке между 4.5 и 8.5 км (0.39 км/час), наибольшая величина падения скорости у женщин и мужчин на 50 км была

В Таблице 5 представлены значения длины шагов на отрезках дистанции. Во всех случаях отмечается последовательное сокращение длины шагов от старта к финишу. У мужчин такое снижение статистически достоверно ($p < .01$), в то время как у женщин такого факта не отмечается ($p = .13$), по-видимому, в результате существенного стандартного отклонения групповых значений.

Средние значения частоты шагов представлены в Таблице 6. Статистический анализ показывает, что значения частоты у женщин снизились существенно ($p < .01$), в то время как у мужчин нет. Можно отметить, что под влиянием утомления у муж-

Таблица 7: Время шага, время контакта и время полета (среднее ± SD)

	Время шага (с)	Контакт (с)	Полет (с)	Контакт (%)
Женщины 20 км	0.30 (±0.01)	0.28 (±0.02)	0.02 (±0.01)	92.8 (±4.0)
Мужчины 20 км	0.30 (±0.01)	0.27 (±0.02)	0.03 (±0.01)	89.2 (±3.8)
Мужчины 50 км	0.31 (±0.02)	0.30 (±0.02)	0.02 (±0.01)	94.2 (±4.1)

Таблица 8: Положение стоп относительно проекции центра тяжести тела в абсолютных и относительных значениях (среднее ± SD)

	Стопа впереди (м)	Стопа сзади (м)	Стопа впереди (%)	Стопа сзади (%)
Женщины 20 км	0.33 (±0.03)	0.42 (±0.02)	19.8 (±1.7)	25.9 (±1.1)
Мужчины 20 км	0.37 (±0.04)	0.46 (±0.03)	20.8 (±1.9)	25.8 (±1.4)
Мужчины 50 км	0.38 (±0.04)	0.51 (±0.03)	21.2 (±1.9)	28.6 (±1.5)

Таблица 9: Угловые характеристики в суставах (среднее ± SD)

	Бедро	Колено	Стопа	
	Контакт (°)	Контакт (°)	Середина опоры (°)	Контакт (°)
Женщины 20 км	169 (±3)	178 (±3)	189 (±4)	109 (±3)
Мужчины 20 км	167 (±4)	178 (±3)	188 (±3)	107 (±3)
Мужчины 50 км	171 (±2)	180 (±3)	185 (±5)	103 (±2)

Частота кадров камеры составляла 50 гц, таким образом, временные интервалы фиксировались с точностью 0.02 сек. Как видно из Таблицы 7, время полета в 0.02 сек было одинаковым для женщин в ходьбе на 20 км и мужчин – на 50 км. На дистанции 20 км у мужчин время полета составляло 0.03 сек, на этой же дистанции отмечено и наименьшее время контакта ($p < .01$). Учитывая, что согласно Правилу 230.1, необходимо постоянно осуществлять контакт с поверхностью дорожки, мы отметили, что только 8 слабейших участников не нарушали его. Мы определили, что чем короче время контакта, тем дольше время полета и выше частота шагов ($p < .01$ на дистанции 20 км и $p < .05$ на дистанции 50 км). Время контакта в % показано в Таблице 7.

Таким образом, снижение скорости ходьбы связано с увеличением времени

наименьшее время полета. Только три ходока из двадцати одного спортсмена имели время большее, чем 0.02 сек.

Положение опорной ноги показано в Таблице 8. В ней указано положение опорной ноги в процентах и абсолютных значениях.

Ходоки на 50 км характеризуются большими значениями при контакте и при отрыве ноги, эти значения статистически значимы по сравнению с дистанцией 20 км у мужчин ($p < .05$); кроме того у мужчин в ходьбе на 20 км эти расстояния больше нежели чем у женщин ($p < .01$). Расстояния впереди и сзади опорной ноги отрицательно коррелируют с частотой шагов у мужчин ($p < .01$), но такого соотношения у женщин не отмечено. В ходьбе на 20 км в обеих группах не отмечено изменений в этих параметрах, но в ходьбе на 50 км отмечено существенное уменьше-

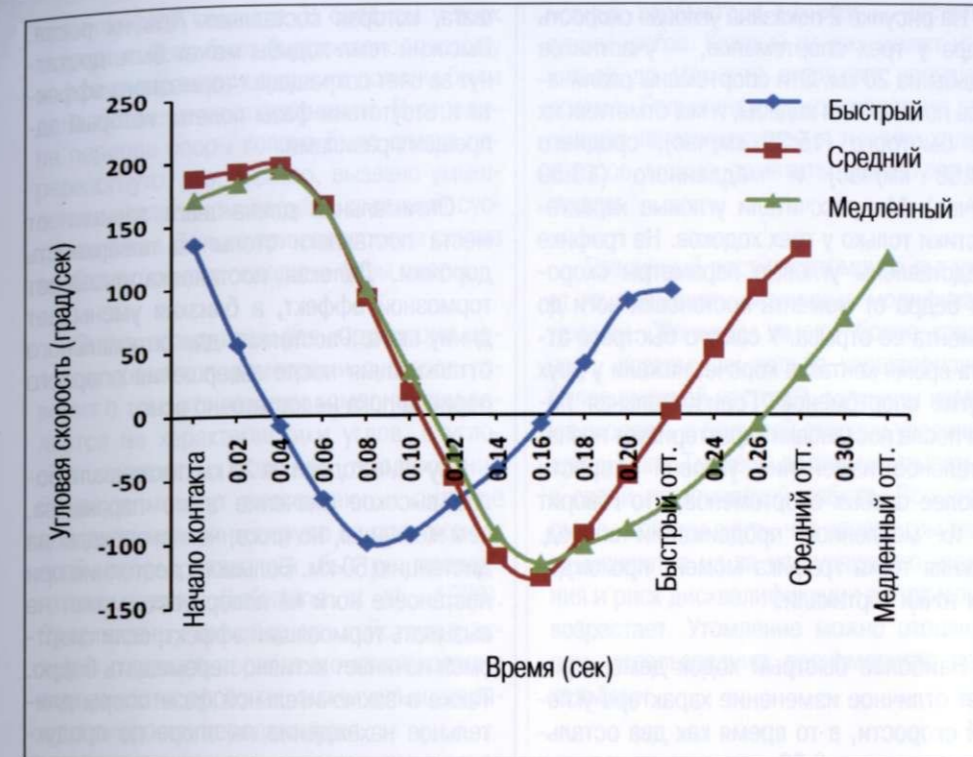


Рисунок 2: Угловая скорость бедра от момента постановки до отталкивания трех спортсменов в ходьбе на 20 км

Угловые характеристики в суставах ног представлены в Таблице 9. Считается, что при угле в 180° нога полностью выпрямлена. Однако при начальном контакте это значение расходится на 9-13°. Отмечается существенное различие угла бедер при постановке у женщин и у ходоков на 50 км ($p < .05$) и у мужчин ходоков на 20 и 50 км ($p < .01$). Не отмечено существенных связей угловых характеристик и основных параметров техники (длины и частоты шагов) у женщин и ходоков на 50 км. Однако у мужчин на дистанции 20 км заметна отрицательная взаимосвязь угловых характеристик бедро, колена и стопы с временем контакта (и, следовательно, с длительностью шага) ($p < .05$). То есть чем больше эти углы, тем короче время шага и выше частота шагов.

первичного контакта. У специалистов ходьбы на 20 км это значение несколько меньше. Наименьшее значение было отмечено в ходьбе на 20 км у мужчин – 169°. В вертикальном положении во всех группах отмечается переразгибание колена, особенно у женщин.

Два спортсмена в ходьбе на 50 км и одна женщина слегка сгибали колено в фазе вертикали, показывая значение 177°. Под влиянием утомления изменение угловых характеристик произошло у ходоков на 50 км – с 181° на 18.5 км до 179° на 48.5 км, последующий анализ показал, что этот параметр изменился на отрезке 38.5 км. Наибольшие индивидуальные изменения на отрезках с 18.5 км к 48.5 км были 182° до 175°, соответственно. В среднем уменьше-

На рисунке 2 показана угловая скорость бедра у трех спортсменов, — участников ходьбы на 20 км. Эти спортсмены различались по скорости ходьбы, и мы отметили их как быстрого (15.39 км/час), среднего (14.58 км/час) и медленного (13.59 км/час). Мы рассчитали угловые характеристики только у трех ходоков. На графике представлены угловые параметры скорости бедра от момента постановки ноги до момента ее отрыва. У самого быстрого атлета время контакта короче, нежели у двух других спортсменов. Горизонтальная линия после постановки характеризует незначительное изменение угловой скорости у более слабых спортсменов, что говорит об их медленном продвижении вперед. Нижняя точка графика момент прохождения точки вертикали.

Наиболее быстрый ходок демонстрирует отличное изменение характера угловой скорости, в то время как два остальных в течение 0.08 сек не подвигаются вперед.

Дискуссия

Наиболее важные факторы спортивной ходьбы — высокая скорость, почти незаметная фаза полета и прямой коленный сустав в период опоры. По скорости наиболее быстрыми были ходоки на 20 км, затем на 50 км и менее быстрыми — женщины. У мужчин была примерно одинаковая длина шага, и скорость определялась лишь частотой шагов. По длине шагов мужчины превосходили женщин. Частота шагов на дистанции 20 км у мужчин и женщин была примерно одинаковой. Таким образом, длина шага более важна для скорости, чем частота (Hoga et al., 2003), однако при одинаковой длине шага более успешен атлет с большей частотой. Длина шагов и их частота находятся в отрицательной взаимосвязи, поэтому необходим определенный баланс

шага, которая составляет 70% их роста. Высокий темп ходьбы может быть достигнут за счет сокращения тормозного эффекта и отсутствия фазы полета, который запрещен правилами.

Оптимальная длина шага зависит от места постановки стопы на поверхность дорожки. Далекая постановка вызывает тормозной эффект, а близкая уменьшает длину шага. Расстояние для оптимального отталкивания после завершения опорного периода пока недостаточно ясно.

Лучшие ходоки на 20 км показывали более высокое значение этого параметра, чем женщины, но ниже, чем скороходы на дистанцию 50 км. Большое расстояние при постановке ноги на поверхность может не вызывать тормозящий эффект, если спортсмен начинает активно перемещать бедро. Также в заключительной фазе опоры длительное нахождение на опоре не продуктивно, если не происходит активного проталкивания. Можно заключить, что быстрые короткие шаги эффективнее, чем длинные, но медленные.

Активные действия в период опоры зависят от силы мышц, обеспечивающих угловые перемещения бедер и движения стопы.

В ходьбе на 20 км мужчины и женщины имеют одинаковую частоту, но соотношение времени полета и опоры у них различно. У мужчин короче время контакта и длиннее фаза полета. Ходоки на 50 км характеризуются меньшей частотой шагов, чем спортсмены других групп, поскольку время контакта у них больше. Однако нужно помнить, что в ходьбе на 50 км нельзя идти со скоростью ходока на 20 км из-за раннего наступления утомления, поэтому более длинная фаза контакта дает им возможность продержаться дольше.

чальной фазе контакта. В среднем у всех ходоков колено было выпрямлено, поэтому по этому параметру судьи не должны были делать замечания спортсменам. В середине периода опоры колено было слегка переразогнуто, что, видимо, вызвано умышленным старанием держать коленный сустав прямым. Только три спортсмена слегка сгибали колено в середине фазы опоры.

Очень незначительная корреляция между угловыми параметрами суставов говорит о том, что важным компонентом является не характеристики углов, а угловые скорости. Активное продвижение бедра в момент постановки и сильное действие мышечных групп на протяжении всей опоры позволяет быстро продвигаться вперед (Lafortune et al., 1989). Спортсмены, которые не действуют активно с самого первого момента касания поверхности дорожки, значительно теряют в скорости передвижения.

Заключение

Оптимизация результата в спортивной ходьбе заключается в поиске баланса ос-

Литература

- BRISWALTER, J.; FOUGERON, B., & LEGROS, P. (1998). Variability in energy cost and walking gait during race walking in competitive race walkers, *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 30(9):1451-1455.
- CAIRNS, M.; BURDETTE, R.; PISCIOTTA, J., & SIMON, S. (1986). A biomechanical analysis of racewalking gait, *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 18(4):446-453.
- DE LEVA, P. (1996). Adjustments to Zatsiorski-

новых параметров техники — частоты и длины шагов. Каждый из них может изменяться до момента видимого нарушения правил. Большинство скороходов не показывают явного нарушения техники ходьбы, которое можно заметить невооруженным глазом.

Различный рост спортсменов вынуждает их применять различные модификации техники. Женщины имеют более короткие ноги, поэтому их ходьба характеризуется более высокой частотой, мужчины изменяют скорость в большей степени увеличивая длину шага. Тренеры должны учитывать это в своей практической работе. Все спортсмены должны знать, что параметры техники меняются из-за наступающего утомления и риск дисквалификации в этот момент возрастает. Утомление можно отодвинуть при использовании равномерного темпа ходьбы.

Присылайте Вашу корреспонденцию по адресу:

Brian Hanley
b.hanley@leedsmet.ac.uk

- HOGA, K.; AE, M.; ENOMOTO, Y.; & FUJII, N. (2003). Mechanical energy flow in the recovery leg of elite race walkers, *Sports Biomechanics*, 2(1):1-13.

- LAFORTUNE, M.; COCHRANE, A., & WRIGHT, A. (1989). Selected biomechanical parameters of race walking, *Excel*, 5(3):15-17.

- WHITE, S. C. & WINTER, D. (1985). Mechanical power analysis of the lower limb musculature in race walking. *International Journal of Sport*



Основные результаты биомеханического анализа техники спортивной ходьбы на Кубке мира 2008 года

NSA © by IAAF
23:4; 27-34, 2008

Брайан Хейнли, Атанасиос Биссас, Эндрю Дрейк

АННОТАЦИЯ

Целью проведенного исследования было проанализировать технику сильнейших скороходов на различных дистанциях на 23 Кубке мира в Чебоксарах, Россия. На каждой дистанции техника фиксировалась двумя видеокамерами на каждом круге. Анализировалась техника первых восьми спортсменов на дистанции 20 км у женщин и 50 км у мужчин, а также спортсменов, занявших с 3-го по 10-е места в ходьбе на 20 км у мужчин.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что соотношение частоты и длины шагов имеет решающее значение для достижения успеха. Для соблюдения Правила ИААФ 230 сила мышц бедра и стопы должна обеспечивать соответствующую мощность при повышении скорости ходьбы. У мужчин и женщин заметны различия в повороте таза и плеч.

Мужчины могут увеличивать длину шага за счет более активного движения бедер. По контрасту с параметрами углов в суставах ног, движения плеч и рук были весьма вариативны.

В заключение предлагаются рекомендации по совершенствованию техники в процессе спортивного совершенствования.

АВТОРЫ

Брайан Хейнли – лектор факультета спортивной биомеханики Университета Лидс, Великобритания.

Атанасиос Биссас – лектор по спортивной биомеханике факультета спорта Университета Лидс, Великобритания.

Эндрю Дрейк – директор отдела прикладных исследований в спорте Университета Ковентри, Великобритания. Он также является тренером по спортивной ходьбе и длинным дистанциям.

Введение

Техника спортивной ходьбы исследуется во многих работах, но особенности параметров движений сильнейших скороходов изучаются достаточно редко.

Такие исследования необходимы для выявления оптимальной техники спортивной ходьбы. Важно проводить анализ техники во время крупнейших соревнований.

Задачей данного исследования было анализ биомеханических особенностей

сарах, Россия, в мае 2008 года. Соревнования привлекли сильнейших атлетов мира, и нам удалось изучить технику призеров в ходьбе на 20 и 50 км.

Трасса соревнований построена специально для спортивной ходьбы и представляет собой замкнутый круг в 2 км с длинными прямыми отрезками.

Замечательная окружающая природа позволяет ходокам устанавливать личные и национальные рекорды. Новый мировой рекорд был установлен на дистанции 50 км, а результаты в ходьбе на 20 км у мужчин и женщин являлись рекордами этих соревнований.

Методы

Две цифровые камеры (50 гц) были установлены вдоль трассы под углом 45° и 135° по отношению к фронтальной плоскости. Исследовалась сфера размером длина 5.2 м. ширина 2 м и высота 2 м, что позволяло изучать три последовательных шага в трехмерном пространстве. Камеры располагались на 200 м круга.

Анализировалась техника ходьбы на отрезке 14.2 км на дистанции 20 км и 28.2 км на дистанции 50 км. К этому моменту спортсмены не двигались вместе в большой группе.

Была проанализирована техника лучших восьми спортсменов на каждой дистанции. В ходьбе на 20 км у мужчин мы не смогли заснять первых двух призеров, поэтому анализировалась ходьба спортсменов с 3-го по 10 место.

Видео-данные обрабатывались программой SIMI, Munich. Фильтрация материалов проводилась с помощью Butter-

модель De Leva (1996). Данные спортсменов приведены в таблице 1а-с.

Исследовались следующие параметры:

- Скорость: средняя горизонтальная скорость двух шагов.
- Длина шага: расстояние между опорами в каждом шаге.
- Частота шагов: частное от деления горизонтальной скорости на длину шага.
- Поворот бедер и плеч: движения в горизонтальном плане.

Кроме того, исследовались такие моменты:

- Начальный контакт: момент касания поверхности дорожки маховой ноги.
- Отрыв стопы от поверхности дорожки.
- Положение вертикали: момент, когда проекция центра тяжести тела проходит через опорную ногу (Правило ИА-АФ 230.1)
- Расстояние между проекцией центра тяжести и постановкой ноги на опору.
- Расстояние между проекцией центра тяжести и отрывом ноги от опоры.

Результаты и обсуждение

Скорость ходьбы, длина и частота шагов на дистанциях 20 и 50 км представлены в Таблицах 2а, 2б и 2с. Скорость ходьбы у мужчин на дистанции 20 км была на 1.5 км/час быстрее, чем в двух других случаях, где скорость была примерно равна. У мужчин на 20 км была наибольшая длина шагов, а женщин зарегистрирована наивысшая частота шагов, что объясняется их мень-

Таблица 1а: Женщины – участницы соревнований в ходьбе на 20 км, возраст, рост и лучшие достижения

Место	Спортсмен	Возраст	Рост	Результат	Достижения
1	Kaniskina (RUS)	23	1.60	1:25:42	2008 олимпийский чемпион
2	Sibileva (RUS)	27	1.60	1:26:29	
3	Santor (POR)	25	1.64	1:28:17	Личный рекорд
4	Archipova (RUS)	29	1.64	1:28:29	
5	Vasco (ESP)	32	1.57	1:28:39	2000 ОИ бронза
6	Loughnane (IRL)	32	1.63	1:29:17	Личный рекорд
7	Saville (AUS)	33	1.64	1:29:27	2004 ОИ бронза
8	Poves (ESP)	30	1.68	1:29:31	Личный рекорд

Таблица 1б: Мужчины – участники соревнований в ходьбе на 20км, возраст, рост и лучшие достижения

Место	Спортсмен	Возраст	Рост	Результат	Достижения
3	Sanchez (MEX)	21	1.76	1:18:34	Личный рекорд
4	Markov (RUS)	35	1.74	1:19:04	1999 чемпион мира
5	Krilov (RUS)	22	1.85	1:19:10	
6	Tysse (NOR)	27	1.90	1:19:11	Национальный рекорд
7	Adams (AUS)	31	1.89	1:19:15	Личный рекорд
8	Molina (ESP)	29	1.73	1:19:19	2002 ЧЕ бронза
9	Heffernan (IRL)	30	1.70	1:19:22	Национальный рекорд
10	Tallent (AUS)	23	1.78	1:19:48	2008 ОИ бронза

Таблица 1с: Мужчины – участники соревнований в ходьбе на 50км, возраст, рост и лучшие достижения

Место	Спортсмен	Возраст	Рост	Результат	Достижения
1	Nizhegorodov (RUS)	27	1.74	3:34:14	Мировой рекорд
2	Schwazer (ITA)	23	1.85	3:37:04	2008 олимпийский чемпион
3	Nymark (NOR)	31	1.80	3:44:59	2006 Кубок мира, серебро
4	Odrizola (ESP)	34	1.78	3:47:30	
5	Nava (MEX)	26	1.76	3:47:55	Личный рекорд
6	Kirdyapkin (RUS)	27	1.78	3:48:29	2005 чемпион мира
7	Hohne (GER)	30	1.85	3:49:03	
8	De Luca (ITA)	26	1.88	3:49:21	

В ходьбе на 20 км у женщин Kaniskina финишировала раньше Sibileva почти на 50 секунд и на две с половиной минуты впереди Santos. Ее преимущество было в наи-

шинство женщин имело частоту шагов 3.34 -3.47 гц. Самая низкорослая спортсменка Vasco отличалась самой высокой частотой шагов, но шаг у нее был на 6 см

Таблица 2а: Скорость, длина и частота шагов – женщины 20 км

Спортсмен	Скорость (км/час)	Длина шага (м)	Длина шага (%)	Частота шагов (гц)
Kaniskina	14.79	1.19	74.1	3.47
Sibileva	13.75	1.10	69.0	3.46
Santor	13.89	1.16	70.5	3.34
Archipova	13.58	1.12	68.6	3.35
Vasco	14.19	1.06	67.5	3.72
Loughnane	13.80	1.11	68.4	3.44
Saville	13.22	1.06	64.7	3.46
Poves	13.37	1.08	64.0	3.45
Среднее	13.82	1.12	68.4	3.46
SD	0.50	0.04	3.2	0.12

Таблица 2б: Скорость, длина и частота шагов – мужчины 20 км

Спортсмен	Скорость (км/час)	Длина шага (м)	Длина шага (%)	Частота шагов (гц)
Sanchez	15.77	1.24	70.3	3.54
Markov	15.68	1.29	74.4	3.37
Krilov	15.42	1.36	73.4	3.16
Tysse	15.09	1.29	68.1	3.24
Adams	14.93	1.26	66.6	3.30
Molina	15.79	1.27	73.6	3.44
Heffernan	15.34	1.23	72.5	3.46
Tallent	15.19	1.22	68.6	3.45
Среднее	15.40	1.27	70.9	3.37
SD	0.32	0.04	2.9	0.13

Таблица 2с: Скорость, длина и частота шагов – мужчины 50 км

Спортсмен	Скорость (км/час)	Длина шага (м)	Длина шага (%)	Частота шагов (гц)
Nizhegorodov	14.52	1.20	69.2	3.35
Schwazer	14.28	1.23	66.5	3.22
Nymark	13.76	1.16	64.5	3.29
Odrizola	13.11	1.12	62.8	3.26
Nava	13.54	1.17	66.3	3.22
Kirlyapkin	14.23	1.22	68.3	3.25
Hohne	13.33	1.24	67.0	2.99
De Luca	13.39	1.22	65.1	3.04

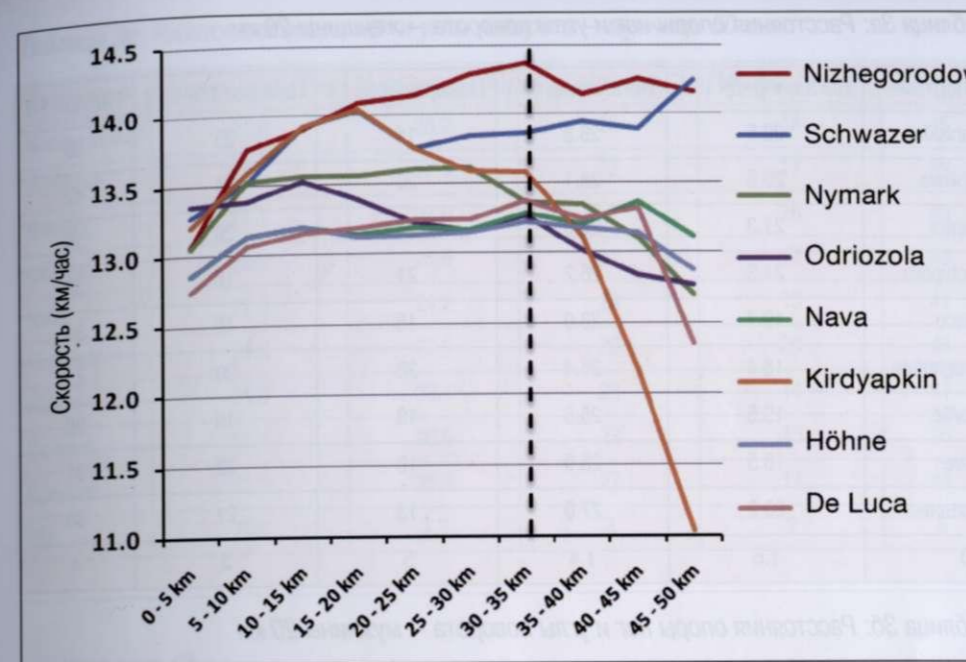


Рисунок 1: Скорость по пятикилометровым отрезкам в ходьбе на 50 км у первых восьми спортсменов

в минуту. У нее вторые по величине показатели скорости, что является следствием высокой частоты шагов.

У мужчин в ходьбе на 20 км только 18 секунд разделяют 4-го и 9-го атлета. В момент измерения скорость спортсменов распределялась в таком порядке: Molina, Sanchez, Markov, Krilov и Heffernan. Интересно отметить, что все пять атлетов имели относительную длину шага более 70%. Реальная длина шага спортсменов была от 1.23 м до 1.36 м. Krilov имел наибольшую длину шага и, соответственно, наименьшую частоту. Возможно, для него это слишком большое значение длины и незначительное ее снижение может способствовать лучшему результату.

Ходьба на 50 км – в большей степени испытание выносливости, чем техники и скорости. На Рисунке 1 показана средняя скорость на каждом пятикилометровом отрезке.

где скорость большинства ходяков заметно снижается. Nizhegorodov почти сохраняет свою скорость, лишь незначительно снижая ее в конце. Schwazer, который выиграл Олимпийские игры три месяца спустя, ускоряется в конце дистанции. Nizhegorodov выделяется большей длиной (%) и частотой шагов. Два самых высоких ходяка Hohne и De Luca показали самую низкую частоту шагов.

Расстояние между проекцией центра тяжести впереди и позади ноги на опоре, а также поворот плеч и таза показаны в Таблицах 3а, 3б и 3с. Для того чтобы легче провести сравнения, расстояния приведены в процентах к росту спортсменов.

Kaniskina существенно отличается от других спортсменов. Она ставит ногу дальше от проекции центра тяжести тела, чем остальные, и расстояние сзади у нее тоже больше. Schwazer и Nizhegorodov...

Таблица 3а: Расстояния опоры ног и углы поворота – женщины 20 км

Спортсмен	Нога впереди (%)	Нога сзади (%)	Поворот таза (°)	Поворот плеч (°)	Наклон (°)
Kaniskina	22.5	28.8	15	25	35
Sibileva	20.6	28.1	20	24	42
Santor	21.3	28.0	24	20	39
Archipova	21.3	26.2	21	16	36
Vasco	19.7	28.0	15	19	34
Loughnane	18.4	26.4	23	20	41
Saville	19.5	25.6	13	19	30
Poves	18.5	25.0	10	22	31
Среднее	20.2	27.0	18	21	36
SD	1.5	1.4	5	3	4

Таблица 3б: Расстояния опоры ног и углы поворота – мужчины 20 км

Спортсмен	Нога впереди (%)	Нога сзади (%)	Поворот таза (°)	Поворот плеч (°)	Наклон (°)
Sanchez	21.0	26.1	26	16	40
Markov	21.3	27.0	18	15	32
Krilov	21.6	27.6	23	16	37
Tysse	20.5	28.4	22	15	36
Adams	20.1	24.9	25	14	38
Molina	19.1	27.7	20	14	30
Heffernan	21.8	27.1	23	19	42
Tallent	21.3	25.3	24	14	36
Среднее	20.8	26.8	23	15	37
SD	0.9	1.2	3	2	4

шага не дает преимуществ. Однако у всех женщин расстояние постановки ноги возрастает при увеличении скорости.

Такой же характер проявляется при измерении расстояния позади проекции центра тяжести (Hoda et al., 2003). У мужчин было меньше разнообразия на обеих дистанциях 20 и 50 км. Следует отметить, что мы наблюдали спортсменов мирового

Женщины имеют более широкий размер таза, видимо, поэтому у них меньше его поворот, наибольший поворот таза отмечен у ходоков на дистанцию 50 км. По контрасту поворот плечевого пояса отмечается в большей степени у женщин. Большое изменение поворота таза позволяет удлинять шаг (Murray et al., 1983). Для увеличения скорости ходьбы у женщин за счет длины шага

Таблица 3с: Расстояния опоры ног и углы поворота – мужчины 50 км

Спортсмен	Нога впереди (%)	Нога сзади (%)	Поворот таза (°)	Поворот плеч (°)	Наклон (°)
Nizhegorodov	21.8	28.2	28	18	45
Schwazer	21.8	27.1	22	17	39
Nymark	21.1	27.0	27	18	43
Odrizola	20.0	25.6	31	17	48
Nava	21.9	24.2	28	13	41
Kirdyapkin	21.6	27.8	29	20	48
Hohne	21.9	26.4	28	14	41
De Luca	21.1	26.5	23	15	36
Среднее	21.2	26.4	27	17	43
SD	0.8	1.3	3	2	5

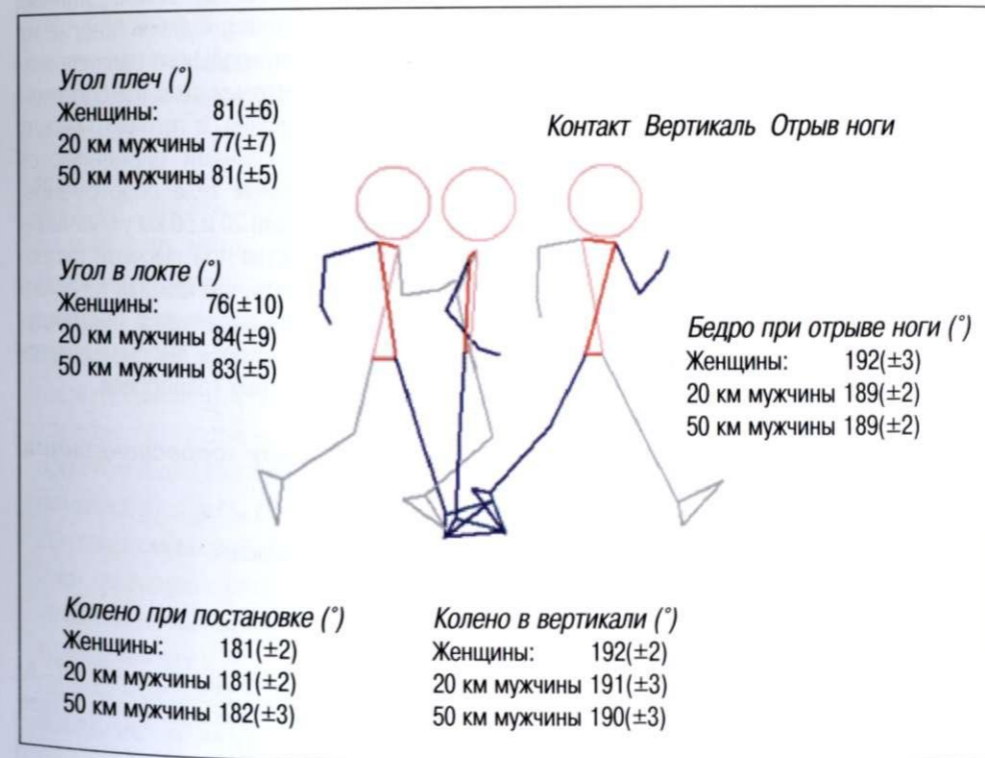


Рисунок 2: Угловые параметры для каждой группы ходоков (Темная линия – правая сторона спортсмена, но измерения показаны в среднем для обеих сторон)

У мужчин поворот плеч позволяет балансировать поворот таза. при этом высокие си-

Наклон плеч и таза также показан в таблицах. Этот угол изменен в результате ана-

У некоторых атлетов максимальный поворот плеч и таза происходил одновременно (например, Vasco, Heffernan), но у большинства моменты максимальных значений слегка отличались друг от друга. У ходоков на 20 км мало времени на выполнение движений в процессе шага, а у спортсменов на дистанции 50 км есть время на изменение наклона тела.

Основные угловые измерения представлены на Рисунке 2. Углы постановки ноги на опору и в момент вертикали особенно важны в соответствии с требованиями правила ИААФ 230.1. В каждой группе среднее значение этого угла было больше 180°, девять из 24 ходоков имели значение этих углов меньше (от 177° до 179°). Семеро из них имели предупреждение за это нарушение. Все ходоки демонстрировали переразгибание колена в этот момент.

Угол бедра при отрыве ноги составлял 189° у мужчин и 192° у женщин и превосходил прямое положение на 9° и 12° соответственно. Небольшое увеличение угла у женщин, возможно, компенсирует незначительный поворот таза и позволяет удлинить шаг. Можно отметить незначительные различия в угловых параметрах бедер и коленей, как на отдельных дистанциях, так и между мужчинами и женщинами. Однако данные поворота плеч и таза имеют существенные вариации.

Литература

DE LEVA, P. (1996). Adjustments to Zatsiorsky-Seluyanov's segment inertia parameters, *Journal of Biomechanics*, 29(9), 1223-1230.
 HOGA, K.; AE, M., ENOMOTO, Y., & FUJII, N. (2003). Mechanical energy flow in the recovery leg of elite race walkers, *Sports Biomechanics*, 2(1), 1-13.
 KNICKER, A. & LOCH, M. (1990). Race walking technique and judging – the final report to the

Угол поворота плеч (Рисунок 2) имеет максимальное значение в момент постановки ноги на опору (в той же стороне тела). У женщин и ходоков на 50 км имеют примерно одни и те же значения этих углов. Угол сгибания в локтевом суставе в момент вертикали имеет значение как показатель техники тренерам рекомендован угол в 90° (Markham, 1989), но в наших данных он несколько меньше. Наибольшие расхождения были заметны у женщин – две спортсменки из Испании Vasco и Poves имели значение этого показателя в момент вертикали в 68°.

В заключение необходимо отметить, что сильнейшие ходоки мира достигают высоких скоростей за счет более длинных шагов и высокого темпа ходьбы. Многие из них добиваются оптимального баланса между этими параметрами техники спортивной ходьбы. Различия в технике между мужчинами и женщинами определяются различным строением тела спортсменов, а между дистанциями 20 и 50 км у мужчин – строгостью судейства при высокой скорости. Можно отметить, что каждый из высококлассных атлетов выделяется индивидуальной техникой, которая вырабатывается в процессе длительных тренировок.

Присылайте Вашу корреспонденцию по адресу:
 Brian Hanley
 b.hanley@leedsmet.ac.uk

LAFORTUNE, M.; COCHRANE, A., & WRIGHT, A. (1989). Selected biomechanical parameters of race walking, *Excel*, 5(3), 15-17.
 MARKHAM, P. (1989). Race Walking, British Amateur Athletics Board, Birmingham.
 MURRAY, M. P.; GUTEN, G. N.; MOLLINGER, L. A., & GARDNER, G. M. (1983). Kinematic and elec-

Прогнозирование результата в спортивной ходьбе на основании лабораторных исследований и результатов контрольных тестов

Эндрю Дрейк, Роберт Джеймс

АННОТАЦИЯ

Возможно, было бы интересно прогнозировать результаты спортивных соревнований в ходьбе на основании анализа лабораторных тестов, таких как определение лактата (V_{lac}) или максимального потребления кислорода (VO_{2max}), однако эти данные не всегда информативны для практики.

Задачей данного исследования было разработать метод прогнозирования спортивного результата и/или физиологических показателей на основании результатов контрольных тестов с фиксацией времени. Тесты проводились на тредбане с участием 68 спортсменов, при этом выявлялись V_{lac} , VO_{2max} и экономичность ходьбы (мл $O_2/кг/км$). Затем 20 спортсменов выполняли заход на 2 км по дорожке стадиона с целью выявления их соревновательного темпа ходьбы (км/час).

Полученные результаты сравнивались и выявлялись возможные показатели, которые можно было использовать при прогнозировании. Была выявлена высокая корреляция между значением VO_{2max} и скоростью ходьбы в контрольных испытаниях, что может быть ис-

АВТОРЫ

Эндрю Дрейк – директор научной группы Департамента биомеханики и спорта Университета Ковентри, Великобритания. Он также тренер по спортивной ходьбе и по средним и длинным дистанциям.

Роберт Джеймс – заместитель руководителя Департамента биомеханики и спорта Университета Ковентри, Великобритания

Введение

В предыдущих исследованиях спортивной ходьбы (Drake et al., 2003; Hagberg and Coyle, 1983; Yoshida et al., 1989) определили, что успех в этой дисциплине зависит от способности поддерживать высокую скорость передвижения без накопления значительного уровня лактата (V_{lac}).

Таким образом, для тренеров, спортсменов и специалистов спорта важно прогнозировать спортивный результат на основании соотношения соревновательной скорости ходьбы и различных физиологических показателей – таких как V_{lac} или

нием лабораторных испытаний, то необходимо установить соотношение отдельных физиологических параметров, полученных в результате лабораторных тестов и результатов контрольных испытаний на стадионе.

Mercier et al., (1986) разработали номограмму, прогнозирующую результаты бегунов, на основе предварительного тестирования; Billat et al., (1994) and Berthon et al., (1997) проводили контрольные тесты на дорожке и на их основании анализа скорости вычисляли уровень максимального потребления кислорода ($V\text{-VO}_2 \text{ max}$). Dabonville et al., (2003), определили, что пятиминутный тест, проведенный Berthon et al., (1997) надежен для определения ($V\text{-VO}_2 \text{ max}$) только в одной попытке. Billat et al., (1994) определили, что длительность поддержания скорости при $V\text{-VO}_2 \text{ max}$ составляет $5:21 \pm 1:23$. Berthon et al., (1997) определили, что скорость при $V\text{-VO}_2 \text{ max}$ коррелирует с лучшим результатом на дистанции свыше 3000 метров, который варьирует от 8:08 до 15:36 ($r=0.97$, $p < 0.05$, у девяти бегунов); Daniels et al., (1998) представили скорость на основании $V\text{-VO}_2 \text{ max}$ для бега продолжительностью от 10 до 15 минут.

Возможно, лабораторные испытания, анализ лучших достижений и тесты на дорожке могут выявить взаимоотношения между ними, что позволит создать номограмму прогнозирования результатов в ходьбе на 3000м, 5000м, 10км, 20км и 50м на основе показателей $\text{VO}_2 \text{ max}$, $V\text{-VO}_2 \text{ max}$ и результата в беге на 2000 метров на стадионе.

Задачей нашего исследования было создать номограмму (диаграмма, представляющая соотношения между тремя или более параметрами), которая могла бы прогнозировать достижение на какой либо дистанции в спортивной ходьбе на основе...

Методы

Испытуемые

Сорок пять мужчин и двадцать три женщины приняли участие в исследованиях, которые проводились в Университете Ковентри. Средние значения возраста, роста, веса и максимального потребления кислорода составляли 27 ± 8 лет, 1.73 ± 0.08 м, 64.3 ± 9.8 кг и 62.9 ± 11.3 мл/кг/мин соответственно.

Лабораторные тесты на тредбане

Спортсмены выполняли ходьбу на тредбане – от шести до девяти отрезков по 4 мин каждый. Все тесты выполнялись при наклоне в 1% и начинались со скорости 2.0 км/час, изменяясь на 0.5 км/час через каждые 4 минуты. После каждого отрезка производился забор капиллярной крови из уха для определения уровня лактата Blac. Выдыхаемый воздух собирался в мешки Douglas в последние 60 секунд каждого отрезка для определений потребления кислорода (VO_2) и экономичности ходьбы (мл $\text{O}_2/\text{кг}/\text{км}$). Когда частота сердечных сокращений достигала 95% от максимальной или уровень лактата превышал 4 ммоль/л наклон тредбана увеличивался на 1% каждые 60 секунд. Тест продолжался до достижения максимального уровня потребления кислорода ($\text{VO}_2 \text{ max}$). Скорость при пороге анаэробного обмена рассчитывалась на основании анализа кривой динамики лактата. Скорость при $\text{VO}_2 \text{ max}$ ($V\text{-VO}_2 \text{ max}$) определялась на основании линейной регрессии при субмаксимальной скорости ходьбы и величины потребления кислорода (VO_2).

Контрольный тест на 2000 м

Тринадцать мужчин и восемь женщин из общей группы проходили дистанцию в 2000 метров по дорожке стадиона для вычисления скорости V-2км (км/час). Эти испытания проводились спустя 24 часа после лабораторных исследований. Испытуемым сообщалось, что они должны идти с максимально возможной скоростью. Контроль...

Испытуемые проходили дистанцию по одиночке для того, чтобы избежать взаимной конкуренции. Средние значения возраста, роста, веса и максимального потребления кислорода составляли 22 ± 9 лет, 1.75 ± 0.07 м, 62.3 ± 9.1 кг и 55.6 ± 8.9 мл/кг/мин соответственно.

Определение соотношений между данными

Сравнение скорости ходьбы на два километра (V-2км) и ее соотношение с уровнем $\text{VO}_2 \text{ max}$, полученным в лаборатории, а также с личными достижениями на дистанции 3000 м, 5000 м, 10 км, 20 км и 50 км были учтены при наших расчетах. Кроме того, мы включили в расчеты лучшие достижения в мире на дистанциях 3000 м, 5000 м, 10 км, 20 км и 50 км, а также результаты сильнейших 50 ходоков Италии и Великобритании для прогнозирования спортивного результата на основании данных лабораторных исследований или теста в ходьбе на 2000 метров.

Результаты

Контрольный тест на 2000 метров

Среднее значение результата в ходьбе на 2000 метров составляло 554 ± 65 сек. Средняя скорость ходьбы (V-2км) сравнивалась с показателями $V\text{-VO}_2 \text{ max}$ и результатами соревнований в ходьбе на 3000 м, 5000 м, 10 км, 20 км и 50 км, которые происходили в течение четырех недель до или после тестирования. Скорость V-2км (13.2 ± 1.6 км/час) была на 0.2% выше, чем $V\text{-VO}_2 \text{ max}$ (13.1 ± 1.5 км/час) ($p > 0.05$) и на 10.9% выше чем V-LTP (11.7 ± 0.7 км/час) ($p > 0.05$). $V\text{-VO}_2 \text{ max}$, что соответствует 94% возможному результату в ходьбе на 2000 м при анализе с помощью линейной регрессии.

Взаимоотношения между $V\text{-VO}_2 \text{ max}$ и V-2км были определены и представлены в Таблице 1 в графе «Стадион-лаборатория». Соотношение $\text{VO}_2 \text{ max}$, $V\text{-VO}_2 \text{ max}$ и результат в ходьбе на 2000 м были определены на основании программы Field,

Таблица 1: Соотношение между парными дистанциями, которые соответствуют линейной регрессии 3000 м, 5000 м, 10 км, 20 км и 50 км = hh:mm:ss (данные достижений мировых, итальянских и английских атлетов за 1999–20003 годы, они статистически не значимы для наших исследований ($p > 0.05$), линейная регрессия не соответствует двум параметрам)

Стадион – лаборатория	Скорость ходьбы – VO_2 экономичность	Результат – стадион	
v-2 km (km/h) = 1.1042 v-VO2max (km/h) – 1.4011 $r = 0.96^*$, $R2 = 0.96$, $n = 21$	VO_2 (ml/kg/min) = 5.2482 тредбан (km/h) – 12.334 $r = 0.85^*$, $R2 = 0.996$, $n = 68$	v-3 km (km/h) = 0.8624 v-2 km (km/h) + 1.6626 $r = 0.93^*$, $R2 = 0.76$, $n = 21$	
Парные дистанции (часы: мин: сек) данные номограммы			
3000 м – 5000 м	5000 м – 10 км	10 км – 20 км	20 км – 50 км
5000m = 1.4468 3000m + 0.0024 $R2 = 0.90$, $n = 31$	10 km = 2.0906 5000m – 0.0002 $R2 = 0.92$, $n = 44$	20 km = 2.1031 10 km – 0.0009 $R2 = 0.87$, $n = 44$	50 km = 2.8868 20 km – 0.0039 $R2 = 0.74$, $n = 63$
Парные дистанции (часы: мин: сек) по нашим данным			
3000 м – 5000 м	5000 м – 10 км	10 км – 20 км	20 км – 50 км
5000m = 1.463 3000m = 0.0024	10 km = 1.8573	20km = 2.2811	

2005. Распределение значений $VO_2 \max$ ($D(21) = 0.12$ ($p > 0.05$)), значений $V \cdot VO_2 \max$ ($D(21) = 0.21$ ($p > 0.05$)) и скорости в ходьбе на 2 км $V \cdot 2\text{км}$ ($D(21) = 0.16$ ($p > 0.05$)), что определяет нормальное распределение.

Взаимосвязи между результатами

В данном исследовании мы объединили некоторые данные – скорость ходьбы и VO_2 (экономичность) Таблица 1 ($R_2 = 0.996$, $n = 68$); стадион – лаборатория, где сравнивались результаты в ходьбе на 2000 м на стадионе и 3000 м на тредбане ($R_2 = 0.976$, $n = 21$). Модель создавалась на основе анализа 182 парных результатов в ходьбе на 3000 м, 5000 м, 10 км, 20 км и 50 км (Таблица 1). Для определения взаимосвязей между лабораторией, лучшим результатом и тестом на 2000 метров использовалась номограмма (Рисунок 1), которая может прогнозировать результат на дистанциях спортивной ходьбы и $VO_2 \max$.

Полученные результаты и их распределение

Линейная регрессия, представленная в Таблице 1 свидетельствует о небольших расхождениях в результатах. Например, $VO_2 \max$ мужчин, которые принимали участие в ходьбе на 2000 метров, было 55.6 ± 8.9 мл/кг/км (Таблица 2), что соответствовало $V \cdot 2\text{км}$ 13.2 км/час (расчет «стадион – лаборатория» Таблица 1), это позволяет вычислить скорость на 3000 метров 13.02 км/час.

Линейная регрессия таблицы 1 предсказывает 1.6% разницы между результатом в ходьбе на 5000 м (22:26 получены из результатов распределения и 22:47 получены в наших исследованиях); 1.3% разницы между результатом в ходьбе на 10 км (46:37 и 47:13 соответственно); и 1.8% в ходьбе на 20 км (1:36:44 и 1:38:30 соответственно). Результаты между пар-

Обсуждение

Определенные допущения были приняты нами при составлении номограмм для определения взаимоотношений между скоростью ходьбы (км/час) и $VO_2 \max$ (мл/кг/мин). Кривая регрессии определяет уровень экономичности ходьбы, однако данные иногда расходятся с практикой. Например, спортсмен на стадионе закончил дистанцию в 2000 метров с результатом 8:00 со скоростью 15.0 км/час, что должно соответствовать его максимальному уровню потребления кислорода в 66.0 мл/кг/мин, однако реально такие значения скорости в 15.0 км/час может достигнуть спортсмен с более низким показателем $VO_2 \max$. Это расхождение, прежде всего, касается экономичности ходьбы, зависящей от нескольких различных факторов.

Mercier et al., (1986) разработали номограмму прогнозирования результатов в беге на различные дистанции. В спортивной ходьбе наша номограмма позволяет интерполировать и экстраполировать достижения, например, спортсмен показал в ходьбе на 2000 м результат 8:00сек, а в ходьбе на 10км 44:06, то можно ожидать, что в ходьбе на 5000 м его результат будет 21:14, или результат в ходьбе на 2000 метров равен 7:21 и на 10 км 41:04, то можно ожидать результата в ходьбе на 50 км 3:59:58. При использовании нашей номограммы можно разрабатывать результаты для выполнения квалификационных нормативов, например, стандарт «А» для Олимпийских игр 2008 года в ходьбе на 20 км был равен 1:23:00, для его выполнения необходимо было показывать результаты в ходьбе на 2000 метров 7:08, 3000 м – 10.57, 5000 м – 19.18 и 10 км 40.03. В предыдущих исследованиях (Drake et al., 2003; Hagberg and Coyle, 1983; Yoshida et al., 1989) выявляются взаимоотношения между различными физиологическими параметрами и результатами в спортивных со-

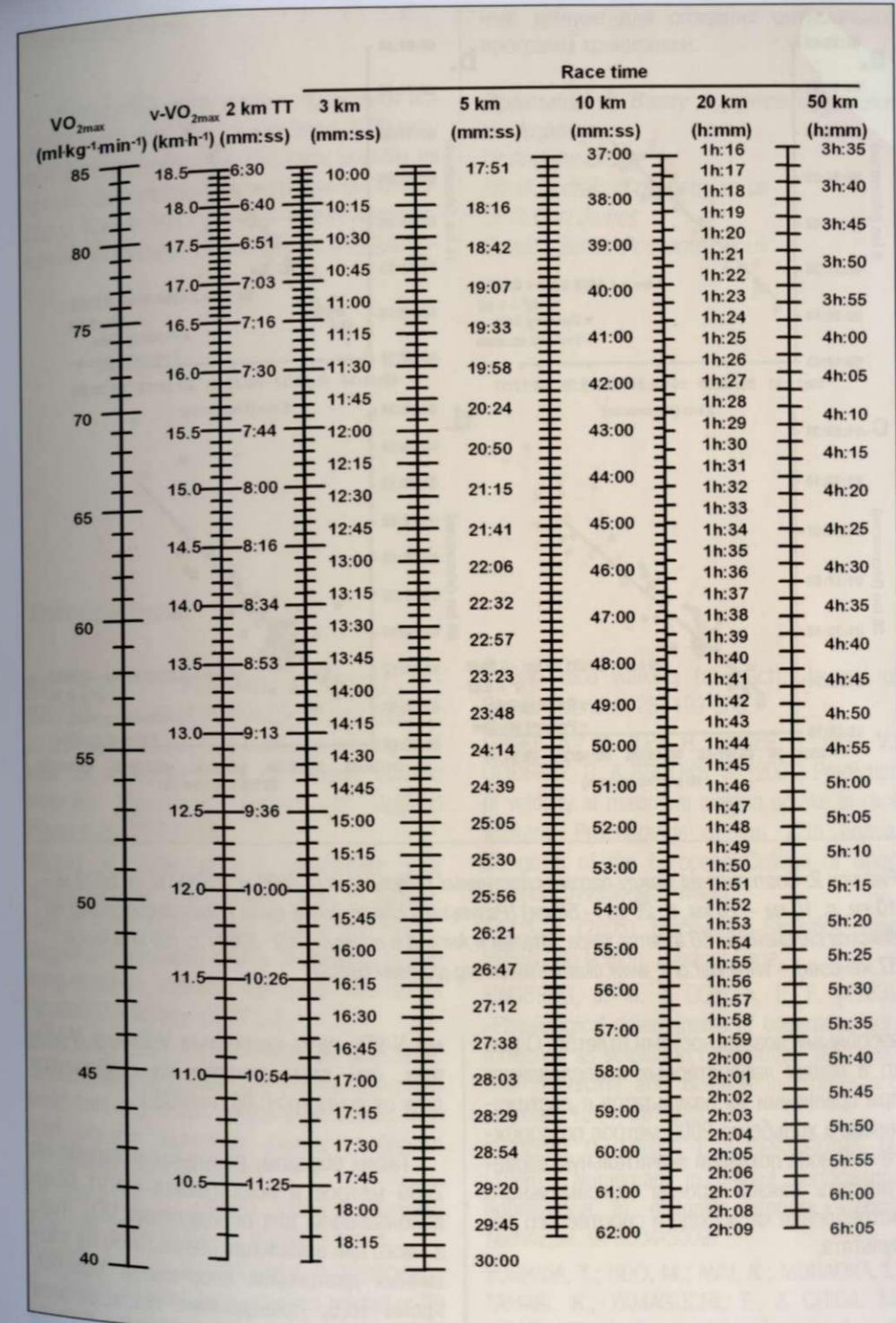


Рисунок 1: Номограмма прогнозирования результатов на дистанциях от 2000 м до 50 км и $VO_2 \max$

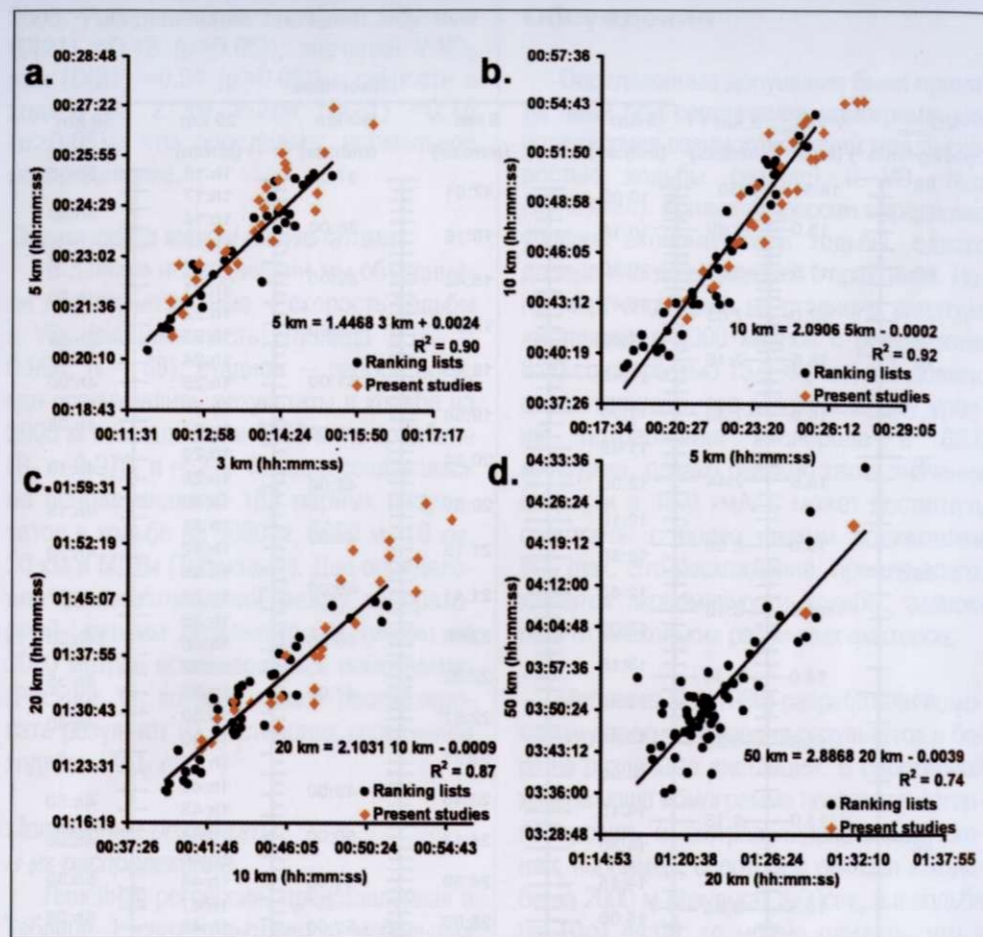


Рисунок 2: Соотношения между парами спортивных результатов (а. 3000 м – 5000 м, б. 5000 м – 10 км, с. 10 км – 20 км, д. 20 км – 50 км) (Результаты спортсменов были проанализированы из списков сильнейших 50 атлетов мира, Италии и Англии в период 1999 -2003 г.г. (56 мужчин и 37 женщин) – www.iaaf.org; www.ukathletics.org.uk; www.fidal.it)

аэробными возможностями атлетов. Однако в наших лабораторных исследованиях при сравнении их результатов с достижениями в ходьбе на 2000 метров по дорожке стадиона показали значительную вариативность связей уровня максимального потребления кислорода и спортивного результата.

Заключение

ми $V\text{-}VO_2 \text{ max}$; скоростью $V\text{-}2\text{km}$ и $V\text{-}VO_2 \text{ max}$, они статистически не отличаются друг от друга ($p > 0.05$, $r = 0.98$).

Таким образом, результат в ходьбе на 2000 метров и номограмма могут быть использованы для определения $VO_2 \text{ max}$, а также для выявления результатов на различных дистанциях спортивной ходьбы. Кроме того, проведенные исследования уточнили соотношения между различными физиологическими параметрами и спор-

Рекомендации

Представленные данные позволяют использовать результат в ходьбе на 2000 метров для предсказания скорости ходьбы на уровне максимального потребления кислорода. Кроме того, данные наших исследований позволяют использовать лаборатор-

ные данные для создания оптимальных программ тренировки.

Присылайте Вашу корреспонденцию по адресу:

Dr Andrew Drake

Email: a.drake@coventry.ac.uk

Dr Robert James

Email: r.james@coventry.ac.uk

Литература

BERTHON, P.; FELLMAN, N.; BEDU, M.; BEAUNE, B.; DABONNEVILLE, M.; COUDERT, J. & CHAMOIX, A. (1997). A 5-min running field test as a measurement of maximal aerobic velocity. *European Journal of Applied Physiology*, 75 233-23.

BILLAT, V.; RENOIX, J.C.; PINOTEAU, J. & KORALSZTEIN, J. P. (1994). Times to exhaustion at 100% of velocity at $VO_2\text{max}$ and modeling of the time limit/velocity relationship in elite long-distance runners. *European Journal of Applied Physiology*, 69 271-3.

DABONNEVILLE, M.; BERTHON, P.; VASLIN, P. & FELLMAN, N. (2003). The 5 min running field test: test and retest reliability on trained men and women. *European Journal of Applied Physiology*, 88 353-360.

DANIELS, J. T. (1998). Daniels' Running Formula. Champaign, IL: Human Kinetics.

DRAKE, A.; COX, V.; GODFREY, R. & BROOKS, S. (2003). Physiological variables related to 20 km race walk performance (abstract). *Journal of Sports Sciences*. 21, 269-270.

trained race walkers (abstract). *Journal of Sports Sciences*, 23, 199-200.

DRAKE, A.; WOOLEY, R.; JAMES, R.; COX, V.; GODFREY, R. & BROOKS, S. (2007) Prediction of velocity at maximum oxygen uptake in race walkers. *Proceedings of the 12th Annual Congress of the European College of Sport Science*, Jyväskylä, Finland.

FIELD, A. (2005). *Discovering Statistics Using SPSS*. 2nd edition. London: Sage.

HAGBERG, J. M. & COYLE, E. F. (1983). «Physiological determinants of endurance performance as studied in competitive race walkers.» *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 15 (4) 287-289.

MERCIER, D.; LEGER, L. & DESJARDINS, M. (1986). "Nomogram to predict performance equivalence in distance runners." *Track Technique*, 94 3004-3009.

YOSHIDA, T.; UDO, M.; IWAI, K.; MURAOKA, I.; TAMAKI, K.; YAMAGUCHI, T., & CHIDA, M. (1989) «Physiological determinants of race walking performance in female