

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОГО РЕЖИМА В БЕГЕ НА КОРОТКИЕ ДИСТАНЦИИ КВАЛИФИЦИРОВАННЫМИ СПОРТСМЕНАМИ



Позыбанов Э.П.

канд. пед. наук, доцент,
Белорусский
государственный
университет
физической культуры



Сиводедов И.Л.

канд. пед. наук, доцент,
Белорусский
государственный
университет
физической культуры



Го Вэньсюэ

канд. пед. наук,
Белорусский
государственный
университет
физической культуры

В статье приведены результаты исследования кинематических особенностей построения системы двигательных действий дистанционного двойного шага квалифицированными бегунами на короткие дистанции. Количественный и качественный анализ развертывания двигательных конструкций в различные моменты опорного и полетного периодов выявил определенную неоднозначность их формирования в процессе взаимодействия как отдельных биомеханических звеньев, так и рабочих цепей, что следует учитывать как при совершенствовании техники соревновательного упражнения, так и развитии различных сторон моторики спортсменов.

Ключевые слова: бег на короткие дистанции; бег по дистанции; двойной шаг; кинематические показатели; период опоры; период полета; элемент динамической осанки; кинематический механизм.

KINEMATIC FEATURES OF DISTANCE MODE REALIZATION BY QUALIFIED SHORT-DISTANCE RUNNERS

The study results of the kinematic features of a system of motor actions construction of a distance double step by qualified short distance runners are presented in the article. Quantitative and qualitative analysis of the deployment of motor structures at different moments of the support and flight periods revealed a certain ambiguity in their formation in the process of interaction of both individual biomechanical links and working circuits, which should be taken into account both when improving the technique of competitive exercise and the development of various aspects of athletes' motor skills.

Keywords: short-distance running; distance running; double step; kinematic parameters; support period; flight period; dynamic posture element; kinematic mechanism.

ВВЕДЕНИЕ

С начала участия белорусских легкоатлетов в крупнейших международных соревнованиях представители бега на короткие дистанции неоднократно демонстрировали высочайшие достижения, позволившие им выигрывать в личном зачете Олимпийские игры (Ю. Нестеренко), чемпионаты мира и Европы (Н. Сафронникова, М. Иткина), занимать призовые места на чемпионатах мира и Европы (Н. Сафронникова, И. Усович, С. Усович), устанавливать и становиться совладельцами мировых рекордов (М. Иткина, В. Сапая). Кроме этого, большая группа спортсменов успешно выступала на крупнейших международных соревнованиях в составе эстафетных команд (В. Ловецкий, А. Троцило, С. Усович, Н. Сологуб, А. Козак, Ю. Жданович, Ю. Ющенко, И. Хлюстова, О. Драгун, А. Невмержицкая).

Все эти факты свидетельствует о наличии в нашей стране достаточно эффективной национальной школы подготовки бегунов на короткие

дистанции, характеризующейся умелым отбором талантливой молодежи и формированием на этой основе высококлассных исполнителей, способных наравне соперничать с мировой элитой в этом виде легкоатлетических упражнений.

Однако, как показывает анализ, большинство этих международных успехов достигнуто представительницами женской легкой атлетики, национальные рекорды которых также характеризуются высоким уровнем спортивных результатов как в беге на 100 (10,92 с, Ю. Нестеренко), так и на 200 метров (22,68 с, Н. Сафронникова). Соответствующее отставание от мирового рекорда составляет 4,2 и 6,3 %. В этой связи следует признать, что спортивные достижения мужчин в этих легкоатлетических дисциплинах значительно скромнее, а их рекордные результаты, кстати показанные уже более тридцати лет назад, значительно уступают современным показателям элитных бегунов на короткие

дистанции (100 метров: 10,27 с, С. Корнелюк, 1994 и 9,58 с, У. Болт; 200 метров: 20,63 с, А. Старовойтов, 1988 и 19,19 с, У. Болт). Здесь наблюдается более высокий показатель различий, составляющий соответственно 7,2 и 7,5 %.

В тоже время необходимо отметить, что в последние годы в мужском спринте появилась перспективная группа бегунов, которые уже неоднократно пытались преодолеть временной рубеж как на дистанции 100, так и 200 метров. Н. Жигар показал результат международного уровня – 20,40 с, что сократило отставание в этом виде от мирового рекорда до 6,3 %. В этой связи появилась необходимость внимательного рассмотрения различного рода характеристик, отражающих состояние технической, физической, психологической и тактической подготовленности молодых спортсменов с целью наметить дальнейшие эффективные пути совершенствования их спортивного мастерства. Естественно, что в первую очередь это касается кинематических особенностей формирования двигательных действий, реализуемых на различных участках соревновательной дистанции. К наиболее значимым из них следует отнести базовые кинематические показатели, отражающие качество построения двойного шага в беге по дистанции. Данный элемент рассматриваемого соревновательного упражнения играет ведущую роль в реализации его основной двигательной задачи [1–3], а временные, пространственные, пространственно-временные и ритмо-темповые параметры двигательных действий на этом участке дистанции представляют тренеру важнейшую срочную и объективную информацию о качестве организации моторного акта.

Необходимо отметить, что объективному рассмотрению настоящего вопроса во многом способствует значительный объем научно-методической информации, накопленный в данной области в процессе становления и развития этого вида легкоатлетических упражнений. Несмотря на свою кажущуюся внешнюю простоту, доступность в освоении и совершенствовании, бег на короткие дистанции представляет собой сложнейшую систему взаимодействия всех без исключения биомеханических звеньев двигательного аппарата, функционирующую практически на пределе скоростных возможностей человека. Именно этот фактор решения основной двигательной задачи в спринтерском беге и определил устойчивый научный интерес специалистов в области биомеханики, физиологии, психологии и педагогики к исследованию различного рода функциональных проявлений, процессов, механизмов, общих и частных закономерностей, определяющих перспективы совершенствования исполнителей в этом быстротекущем спортивном действии [4–9].

Несомненно, что наиболее используемой основой анализа технических действий бегунов на

короткие дистанции является качественное и количественное рассмотрение внешней формы и кинематической структуры двигательных действий спортсменов на различных участках дистанции. На этой основе, естественно, проведено и наибольшее количество научных исследований, позволивших определить вполне обоснованные модельные параметры основных базовых показателей временных, пространственных, пространственно-временных и ритмо-темповых характеристик исполнителей различной квалификации. Структуризация данных показателей позволила выявить и существенные системные закономерности взаимодействия биомеханических звеньев и цепей в процессе становления спортивного мастерства бегунов на короткие дистанции [10, 11]. Настоящая информация и послужила основой для аналитического рассмотрения характера построения системных действий белорусских спринтеров в процессе построения ими двойного шага в беге по дистанции.

■ МЕТОДИКА

Качественная и количественная информация была получена в ходе соревновательной деятельности спортсменов. Для сбора экспериментального материала использовалась скоростная съемка с частотой 250 кадров в секунду (к/с). Обработка визуальной информации проводилась с помощью специализированной компьютерной программы Kinovea. Определялись кинематические показатели двигательных действий: временные (в миллисекундах, мс), пространственные (в градусах), ритмо-темповые (шаг в секунду, ш/с). Задача исследования состояла в изучении комплекса временных, пространственных и темпо-ритмических характеристик, отражающих индивидуальные особенности двигательных действий спортсменов в период основных соревнований. Съемка беговых координат происходила в районе 50-метровой отметки стометровой дистанции и 150-метровой отметки двухсотметровой дистанции, которые спортсмены преодолевают с практически максимальной скоростью своего перемещения. Здесь следует отметить, что средняя скорость у элитных спринтеров на второй половине двухсотметровой дистанции всегда выше аналогичной на ее первой половине, так как она преодолевается с ходу и уровень специальной выносливости исполнителей позволяет удерживать требуемый уровень активности двигательных действий. Например, У. Болт преодолевал вторую половину дистанции за 9,23 с (результат 19,19 с), а М. Джонсон за 9,20 с (19,32 с) [3]. Соотношение реальных спортивных результатов с личными достижениями свидетельствует, что средняя интенсивность рассматриваемых двигательных действий находилась в районе 98 % от максимальной скорости исполнителей.

Основная часть. При анализе беговых двигательных конструкций наиболее используемыми и в то же время отвечающими высоким требованиям информационного обеспечения чаще всего выступают временные показатели. В беге на короткие дистанции некоторые из них (время опоры) даже выступают в качестве объективного критерия предрасположенности юного спортсмена к реализации своих задатков именно в этом соревновательном упражнении [12]. С этих позиций, принимая во внимание абсолютные параметры исследуемых характеристик у отечественных спортсменов, следует отметить их достаточно высокий уровень относительно модельных показателей элитных спринтеров, естественно, с учетом специфики рассматриваемой соревновательной дистанции. Так, например, время взаимодействия с опорой у М. Граборенко в беге на 100 метров на участке достижения максимальной скорости равняется 88 мс, что только на 7,3 % отличается от модельного показателя. Соответствующее расхождение у Н. Жигара и А. Власюка между величиной этого параметра у чемпиона мира в беге на 200 метров Р. Гулиева составляет 7,5 %. Здесь необходимо отметить, что данный показатель достаточно объективно отражает и уровень мощности двигательных действий исполнителя на опоре, повышение которой закономерно приводит к сокращению времени контактного взаимодействия [9]. Таким образом, уже первые сопоставления вполне объективно представляют тренеру и спортсмену возможность целенаправленной трансформации тренировочного процесса в аспекте повышения качества реализации моторного потенциала последнего во время опорного периода.

Анализ временных параметров полетного периода свидетельствует об определенном влиянии индивидуальной двигательной установки спортсменов на общее построение бегового шага. Так, перемещение М. Граборенко и А. Власюка характеризуются очень высокой частотой шагов в беге по дистанции, что в значительной мере формируется за счет сокращения продолжительности безопорного положения исполнителей, составляющее у них 108 и 112 мс, в то время как соответствующее двигательное действие у Н. Жигара выстраивается в течение 132 мс. Отсюда один из важнейших показателей, в целом определяющий скорость бега по дистанции [2], составляет у них соответственно 5,10, 4,72 и 4,31 ш/с. Сравнение этих величин с модельными показывает, что у первых двух исполнителей она находится на уровне верхней границы реализации двигательного потенциала спортсменов, в то время как у Н. Жигара имеется возможность ее повышения до 4,5–4,6 ш/с с учетом сохранения оптимального взаимоотношения с длиной шага.

О потенциальных возможностях совершенствования темпо-ритмовой структуры построения

бегового шага наших спортсменов свидетельствует еще два показателя, информирующих как о соотношении между продолжительностью полетного и опорного периодов, так и временем фазы отталкивания и амортизации при контакте исполнителей с поверхностью дорожки. Средняя величина первого у элитных представителей этого вида легкой атлетики составляет около 1,4 условных единиц. В данном случае наиболее близок к модельному параметру коэффициент активности бегового шага Н. Жигара, равный 1,32 у. е. Соответствующие показатели М. Граборенко (1,23 у. е) и, особенно, А. Власюка (1,12 у. е.) свидетельствуют о наличии позитивных возможностей в перестройке кинематической структуры бегового шага посредством нахождения оптимального соотношения между временем полета и опоры. Величина второго критерия (ритмового коэффициента) у белорусских спортсменов варьирует в пределах 2,12–2,14 у. е. В целом это не очень высокий уровень показателя, так как у элитных бегунов на короткие дистанции он приближается к 2,5 у. е. В качестве же позитивного фактора выстраивания опорного контакта следует отметить, что у всех представителей белорусской школы спринта фаза амортизации реализуется в пределах 30 мс. Это обеспечивает значительное повышение эффективности действия голеностопного сустава в фазе отталкивания как за счет использования энергии упругой деформации трехглавой мышцы голени, так и собственного сокращения мышечных волокон, запускаемого при их растяжении в фазе амортизации благодаря стреч-рефлексу [13].

Следует также отметить, что сравнение общей продолжительности формирования бегового шага левой и правой ногой у рассматриваемых спортсменов не обнаружило временной асимметрии в этом процессе. В данном случае это свидетельствует о достаточном уровне сбалансированности двигательной активности всех без исключения биомеханических звеньев, принимающих участие в построении техники бега по дистанции.

Значительно большие различия в построении двигательной конструкции опорного периода обнаруживаются при анализе пространственных показателей рассматриваемых бегунов. Однако следует отметить, что для всех исполнителей характерна одна очень важная позитивная позиция, отражающая качество подготовительных действий полетного периода и способствующая эффективно-му взаимодействию опорной и маховой ноги в момент организации контакта с опорой. Количественно она характеризуется углом продольной оси бедра переносной ноги относительно вертикали. При его положительном значении, то есть выведении бедра вперед за вертикаль, что наблюдается у всех спортсменов, происходит более качественная организация общего силового поля опорного периода (рисунки 1, б; 2, б, в; 4, б). Положение же рассматри-



Рисунок 1 – Базовые моменты опорного периода (Н. Жигар): а, б – момент постановки ноги на опору; в – момент вертикали; г, д – момент окончания отталкивания



Рисунок 2 – Момент постановки правой (а, б) и левой (в, г, д) ноги на опору (М. Граборенко)



Рисунок 3 – Момент вертикали правой (а) и левой ногой (б), момент окончания отталкивания правой (в) и левой ногой (г, д) (М. Граборенко)

ваемого звена до вертикали в этот момент приводит к появлению непродуктивных сил, снижающих продольное перемещение ОЦМТ бегуна.

При оценке качества биомеханической конструкции бегунов на короткие дистанции наиболее часто используется анализ суставных углов

опорной ноги. По мнению ряда исследователей, эти показатели позволяют достаточно объективно судить «о степени ее жесткости и передачи потока механической энергии от туловища через тазобедренный сустав на дистальные суставы опорной ноги. Это одно из необходимых условий для



Рисунок 4 – Базовые моменты опорного периода (А. Власюк): а, б – момент постановки ноги на опору; в – момент вертикали; г, д – момент окончания отталкивания

растяжения мышц коленного и голеностопного суставов в фазе амортизации, что усиливает их сокращение в фазе отталкивания» [14, с. 34]. Ими же пользуются и при определении вида беговой осанки исполнителя, классифицируя ее как низкую или высокую [2]. В рассматриваемых случаях анализ показывает, что исследуемые спортсмены характеризуются в значительной степени отличающимися показателями пространственного формирования биомеханической цепи, реализующей опорную функцию. Так, исходя из угловых величин в моменты постановки ноги на опору, вертикали и окончания отталкивания, беговая посадка Н. Жигара характеризуется как высокая, поскольку в начальный момент угол его коленного сустава составляет 161, а в момент вертикали – 153 градуса. При этом также следует обратить внимание на весьма значительный угол в его голеностопном суставе – 128 градусов, изменение которого в фазе амортизации не приводит к образованию полного подошвенного контакта стопой в течение всего опорного периода (рисунок 1). Это объективно свидетельствует о высокой степени специальной подготовленности мышечно-сухожильного комплекса данного сустава, играющего ведущую роль в продольном перемещении бегуна [8].

Стиль же организации двигательных действий А. Власюка следует признать как перемещение в низкой беговой посадке, так как угол коленного сустава в момент постановки у него составляет 153, а в момент вертикали – 134 градуса, что значительно меньше граничного уровня, определяющего высокую посадку (рисунок 4 в, б, в). В то же время обращает на себя внимание достаточно эффективная конструкция бегуна в момент отталкивания, характеризующаяся оптимальным углом расположения бедра переносной ноги относительно горизонтали (17 градусов), а также взаиморасположением бедра и голени опорной ноги (149 градусов).

Анализ рассматриваемых пространственных показателей опорной биомеханической цепи правой и левой ноги у М. Граборенко свидетельствует о некоторой двигательной асимметрии в их работе. На наличие данного типа построения двойного шага ранее указывали Е. Juszkiwicz, W. Starosta (2001) и G. A. Savagna (2006), причем последний установил, что «в этом случае бегуны больше отталкиваются одной ногой, а вторая работает меньше и служит как stickleg, то есть как «нога – трость»». Другими словами, эта нога мало проталкивает тело бегуна, играя больше, до некоторой степени, роль почти пассивной и довольно жесткой опоры» [14, с. 36]. Подобное разворачивание двигательных действий на опоре отмечали и у У. Болта [14, 15].

Объективной аргументацией подобного построения двигательной координации двойного шага у М. Граборенко выступает сравнение параметров углов постановки и отталкивания, коленного и голеностопного суставов, разведения бедер в разные моменты опорного периода. Формирование контактного взаимодействия у спортсмена, при тождественности углов голеностопного сустава, характеризуется значительным отличием угловых показателей коленных суставов. Так, постановка правой ноги на поверхность дорожки осуществляется при практически полном разгибании данного сочленения (176), что приводит в этот момент к закономерному уменьшению угла ее продольной оси по отношению к опоре до 61 градуса. Даже с учетом некоторой погрешности измерения, схожие параметры левой ноги составляют 152 и 65 градусов (рисунок 2). Амортизационные изменения коленного сустава правой ноги составляют 22, а левой – всего лишь 5 градусов. Причем следует отметить, что в данной фазе обнаружены различные величины сгибания и голеностопных суставов: в правой конечности уменьшение угла составило 19, а в левой – 32 градуса. Естественно, что подобный

характер развертывания двигательной конструкции в подготовительной фазе непосредственно отразился и на базовых параметрах фазы отталкивания. Для правой ноги они составили: угол отталкивания – 64, а для левой – 58 градусов, коленного сустава – 156 и 160 градусов, разведения бедер – 102 и 109 градусов, положение продольной оси бедра переносной ноги относительно горизонтали – 14 и 10 градусов. К сожалению, в научно-методической литературе мы не нашли развернутого ответа на предпосылки возникновения подобной структуры формирования двойного дистанционного шага, однако можно предположить, что реальная причина этого явления в значительной степени связана с функциональной асимметрией нижних конечностей (толчковая и маховая нога), которая в отдельных случаях и обнаруживает себя посредством, как в данном случае, неравнозначного построения пространственных конструкций.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Значительные отличия кинематических показателей, выявленные у квалифицированных бегунов на короткие дистанции при анализе построения системы двигательных действий двойного дистанционного шага, убедительно аргументируют наличие существенных индивидуальных проявлений исполнителей при формировании технических конструкций этого элемента соревновательного упражнения. Следует признать, что не все из них в должной мере играют позитивную роль в развертывании целесообразного бегового движения, вызывая необходимость их безотлагательного переформатирования на основе объективных биомеханических закономерностей организации рассматриваемого вида двигательных действий. Положительные же технические особенности следует акцентированно совершенствовать, превращая их в мощный фактор повышения спортивного мастерства исполнителей. В данном случае, и это касается всех рассмотренных спортсменов, серьезным фактором их дальнейшего профессионального роста выступает повышение мощности движений на опоре, позитивным критерием которой выступает уменьшение времени взаимодействия бегуна с поверхностью дорожки. То, что такая перспектива актуальна, показало сравнение с модельными параметрами элитных представителей этого вида легкой атлетики. Этому же в определенной мере будет способствовать и устранение некоторых технических отклонений, отмеченных в работе.

■ ЛИТЕРАТУРА

1. Левченко, А. В. Соревновательная деятельность в беге на короткие дистанции : учеб. пособие для слушателей Высшей школы тренеров, факультета повышения квалификации и студентов Академии / А. В. Левченко. – М. : РГАФК, 1996. – 77 с.
2. Озолин, Э. С. Спринтерский бег / Э. С. Озолин. – Спорт, 2010. – 172 с.
3. Бег на короткие дистанции : пособие / В. В. Мехрикадзе [и др.]. – Минск : БГУФК, 2014. – 134 с.
4. Майский, А. Б. Экспериментальное исследование взаимодействия ног, туловища и рук при беге на короткие дистанции : автореф. дис. ... канд. пед. наук / А. Б. Майский; ТГУ. – Тарту, 1969. – 24 с.
5. Гойхман, П. О роли фаз движений в беговом шаге / П. Гойхман // Легкая атлетика. – 2003. – № 11–12. – С. 34 – 36.
6. Немцев, О. Б. Взаимодействие стопы с опорой в спринтерском беге : моногр. / О. Б. Немцев, Е. А. Доронина. – Майкоп : АГУ, 2008. – 117 с.
7. Частота шагов и роль маховой ноги в спринтерском беге / В. Тюпа [и др.] // Легкая атлетика. – 1917. – № 3–4. – С. 2–8.
8. Тюпа, В. Кинематика бега по дистанции / В. Тюпа // Легкая атлетика. – 1918. – № 5–6. – С. 40–48.
9. Тюпа, В. Динамика бега по дистанции / В. Тюпа // Легкая атлетика. – 1918. – № 7–8. – С. 34–9.
10. Шалманов, А. А. Методологические основы изучения двигательных действий в спортивной биомеханике : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / А. А. Шалманов ; ГЦОЛИФК. – М., 2002. – 334 л.
11. Тюпа, В. Эффективность техники бега с равномерной скоростью / В. Тюпа, О. Мнухина, О. Михайлова // Легкая атлетика. – 2019. – № 3–4. – С. 18–28.
12. Бальсевич, В. К. Онтокинезиология человека / В. К. Бальсевич. – М. : Теория и практика физической культуры, 2000. – 275 с.
13. Солодков, А. С. Физиология человека. Спортивная. Возрастная : учеб. для высш. учеб. заведений физич. культуры / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Терра-Спорт, Олимпия Пресс, 2001. – 520 с.
14. Тюпа, В. Спринтерский бег – особенности отталкивания от опоры У. Болта / В. Тюпа // Легкая атлетика. – 1919. – № 5–6. – С. 34–39.
15. Романов, Н. Усейн Болт. Отличительные характеристики техники бега / Н. Романов // Легкая атлетика. – 2009. – № 8. – С. 26–27.

15.09.2025

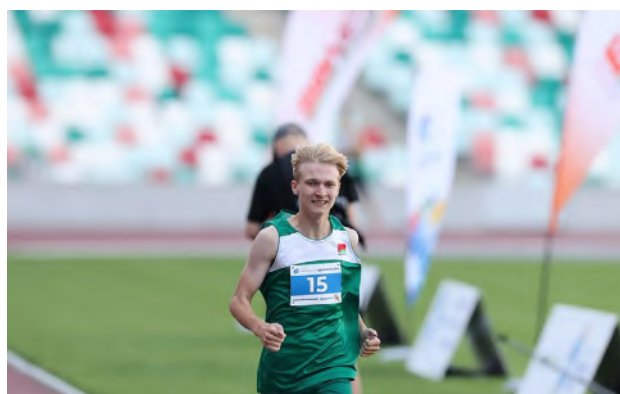


Фото: БелТА