

УДК 796

DOI: 10.24412/2076-9091-2024-456-125-135

Александр Леонович Оганджанов¹,
Геннадий Васильевич Самойлов²

¹ *Московский городской педагогический университет,
Москва, Россия*

² *Спортивная школа «Виктория»,
Химки, Московская область, Россия*

БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РИТМО-ТЕМПОВОЙ СТРУКТУРЫ БЕГА НА ДИСТАНЦИИ 100 м С БАРЬЕРАМИ СИЛЬНЕЙШИХ БАРЬЕРИСТОК МИРА И РОССИИ

Аннотация. Целью выполненной работы являлся анализ ритмо-темповой структуры бега сильнейших барьеристок мира по результатам последних официальных международных стартов, включая Олимпийские игры в Париже, выявление тенденций развития этой легкоатлетической дисциплины, сравнение с показателями структуры бега сильнейших российских барьеристок на дистанции 100 м с барьерами. Проблемная ситуация заключается в значительном отставании российских спортсменок от лидеров в этой барьерной дисциплине, которое с каждым годом увеличивается. Целью настоящего исследования являлась попытка с помощью видеоанализа выявить современные тенденции развития женского барьерного бега, определить различия в основных биомеханических показателях соревновательного упражнения между сильнейшими спортсменками мира и лидерами отечественного барьерного бега.

Для достижения цели использовались анализ документальных материалов, видеоанализ соревновательной деятельности высококвалифицированных барьеристок, методы математической статистики.

По результатам проведенного исследования были получены данные ритмо-темповой структуры барьерного бега ведущих спортсменок мира, выявлены отстающие показатели соревновательной деятельности ведущих российских барьеристок от показателей мировых лидеров, определены некоторые современные тенденции развития бега на короткую барьерную дистанцию у женщин.

Ключевые слова: барьерный бег, биомеханический анализ, соревновательная деятельность, ритмо-темповая структура

UDC 796

DOI: 10.24412/2076-9091-2024-456-125–135

Alexander Leonovich Ogandzhanov¹,
Gennady Vasilievich Samoilov²

¹ Moscow City University,
Moscow, Russia

² Secondary School “Victoria”,
Khimki, Moscow region, Russia

BIOMECHANICAL ANALYSIS OF THE RHYTHM-TEMPO STRUCTURE OF RUNNING AT A DISTANCE OF 100 m WITH HURDLES OF THE STRONGEST HURDLERS OF THE WORLD AND RUSSIA

Abstract. The purpose of the work was to analyze the rhythm and tempo structure of the world’s strongest hurdlers’ running based on the results of the latest official international competitions, including the Olympic Games in Paris, to identify trends in the development of this track and field discipline, and to compare it with the indicators of the running structure of the strongest Russian hurdlers at a distance of 100 m with hurdles. The problematic situation is that Russian athletes are significantly behind the leaders in this hurdle discipline, which is increasing every year. The purpose of this study was to attempt to use video analysis to identify modern trends in the development of women’s hurdles, to determine the differences in the main biomechanical indicators of the competitive exercise between the world’s strongest athletes and the leaders of domestic hurdles.

To achieve this goal, an analysis of documentary materials, video analysis of the competitive activity of highly qualified hurdlers, and methods of mathematical statistics were used. Based on the results of the study, data on the rhythm-tempo structure of hurdling of the world’s leading female athletes were obtained, indicators of competitive activity of leading Russian hurdlers lagging behind those of world leaders were identified, and some modern trends in the development of short-distance hurdling among women were determined.

Keywords: hurdling, biomechanical analysis, competitive activity, rhythm-tempo structure

Введение

Женский барьерный бег традиционно считается одним из сильнейших видов в отечественной легкой атлетике. Успехи отечественных барьеристок на короткую дистанцию общеизвестны: Татьяна Анисимова, Наталья Лебедева, Вера Комисова, Людмила Нарожиленко становились победителями и призерами многих международных соревнований, включая Олимпийские игры, чемпионаты мира и Европы. К сожалению,

в настоящий период, в связи с отстранением команды российских легкоатлетов с 2015 года от участия в международных стартах, у ведущих российских легкоатлетов несколько снизилась мотивация к целенаправленной подготовке, что не могло не отразиться на результатах спортсменов, которые во многих дисциплинах снизились. Наметившаяся негативная тенденция наиболее заметна по результатам барьеристок в беге на дистанцию 100 м, где среди победителей всероссийских соревнований мы давно не видим результатов быстрее 13 с, а соревновательные показатели ведущих российских спортсменок в настоящий момент отстают от лидеров мирового барьерного бега более чем на секунду.

Значительный скачок результатов мировых лидеров женского барьерного бега на короткую дистанцию в последние годы заставляет внимательно проанализировать биомеханические показатели соревновательной деятельности спортсменок, выраженные в динамике основных показателей ритмо-темповой структуры барьерного бега. В 2022 году нигерийская спортсменка Тоби Амюсан устанавливает мировой рекорд, пробежав 100 м с барьерами за 12,12 с в полуфинале мирового первенства, проводившегося в Орегоне (США) в 2022 году. В финале спортсменка еще улучшает этот результат, показывая 12,06 с, правда с небольшим превышением скорости попутного ветра (+2,5 м/с), поэтому новый мировой рекорд не состоялся. Интрига заключается в том, что к предыдущему рекорду, установленному в 2016 году американкой Кендра Харрисон, мировая легкая атлетика шла 28 лет. Кроме того, в финале этих соревнований кроме нигерийки еще три спортсменки показали результат 12,30 с. В следующем, 2023 году атака на новые рубежи скорости в женском барьерном беге продолжается. На сегодняшний день пять действующих спортсменок, лидеров мирового барьерного бега на этой дистанции, имеют результат 12,30 с и быстрее. Очевидно, что этот вид переживает время «большого скачка» и мировой рекорд Т. Амюсан может быть еще улучшен в ближайшее время.

Если обратиться к отечественному бегу с барьерами, то лучший результат российских спортсменок на короткой барьерной дистанции в 2023 году Виктории Погребняк (13,15 с) находился на 142-м месте в списке World Athletics и уступает мировому рекорду больше чем на секунду. Этот факт можно объяснить, очевидно, как отставанием уровня физической и технической подготовленности российских барьеристок, так и наметившимся отставанием отечественной методики подготовки, не учитывающей в полной мере современные тенденции развития барьерного бега.

В связи с обозначенными выше проблемами в данной работе была поставлена следующая **цель исследования**: с помощью видеоанализа соревновательной деятельности на международных и всероссийских соревнованиях определить различия в основных биомеханических показателях соревновательного упражнения между сильнейшими спортсменками мира и лидерами отечественного барьерного бега.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие **задачи**:

- 1) исследовать ритмо-темповую структуру барьерного бега мировых лидеров в короткой барьерной дисциплине;
- 2) провести сравнительный анализ ритмо-темповой структуры барьерного бега мировых лидеров на короткой барьерной дистанции и ведущих российских барьеристок;
- 3) выявить современные тенденции развития женского барьерного на дистанции 100 м.

Материалы и методы исследования

В рамках проделанной исследовательской работы использовались: анализ документальных материалов¹, видеоанализ соревновательной деятельности барьеристок на дистанции 100 м с барьерами, методы математической статистики.

Результаты исследования и их обсуждение

В настоящем исследовании была выполнена попытка с помощью видеоанализа выявить основные различия в выполнении соревновательного упражнения сильнейшими спортсменами мира и лидерами отечественного барьерного бега.

При рассмотрении техники спортивного упражнения выделяются ее ключевые моменты, выполнение которых связано с определенными двигательными задачами. От того, насколько эффективно решаются эти задачи, зависит успешность всего упражнения. Спецификой техники барьерного бега является преодоление препятствий. Для быстрого барьерного бега характерно выполнение основного условия: достижение и сохранение высокой горизонтальной скорости продвижения по всей дистанции [1, 4, 5].

Если не брать во внимание особенности старта и стартового разгона, выполнение этого условия в барьерном беге выражается в уменьшении времени преодоления каждого межбарьерного блока [1, 2]. Для этого решаются следующие задачи:

- уменьшить время преодоления барьера;
- повысить темп беговых шагов между барьерами.

Для решения этих задач, в свою очередь, формируются более конкретные частные двигательные задачи, которые являются программирующим фактором

¹ Википедия. Чемпионат мира по легкой атлетике 2023. https://ru.wikipedia.org/wiki/Чемпионат_мира_по_лёгкой_атлетике_2023; World Athletics Home Page | [Worldathletics.org](https://worldathletics.org/).

для построения и выполнения условий подготовки, способствующих приближению двигательных умений к модельным показателям.

В этом исследовании коснемся следующих модельных показателей соревновательного упражнения (барьерного бега на 100 м), которые могут служить программируемыми факторами при работе над дистанционной скоростью [3–5]:

- время преодоления одного барьерного цикла (блока);
- время преодоления барьера;
- частота беговых шагов между барьерами.

Для анализа были взяты показатели бега рекордсменки мира и чемпионки мира 2022 года Тоби Амюсан (Нигерия) в полуфинале чемпионата мира в Орегоне (США) (рис. 1). На графике видно, что 8 из 9 барьерных блоков спортсменка преодолевает быстрее, чем за 1 секунду. Скорость бега увеличивается до 5-го барьера, лучшее время показано на 4-м блоке — 0,91 с (9,34 м/с). Далее следует фаза удержания скорости (6–8-й блок) и на 9-м блоке скорость бега уменьшается. Более половина барьерных блоков дистанции преодолеваются со средним временем 0,95 с и быстрее.

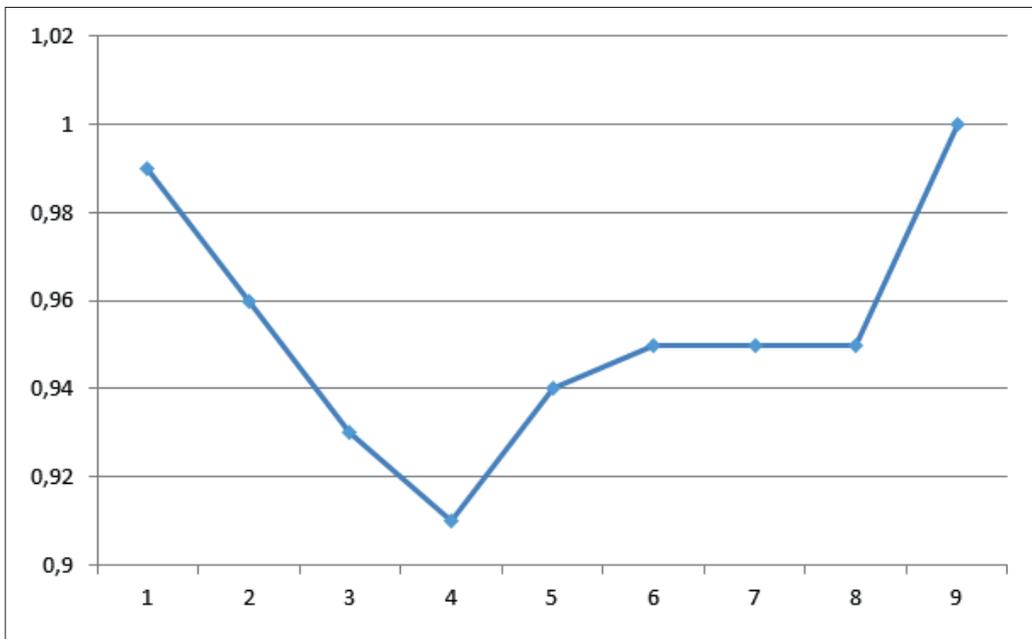


Рис. 1. Время преодоление барьерных блоков Т. Амюсан (12,12 с)

Время преодоления барьерных блоков складывается из времени преодоления барьера и времени выполнения шагов между барьерами. Основными факторами, ограничивающими время преодоления барьера, на которые приходится опираться при анализе бега высококвалифицированных барьеристов, являются [1, 4, 5]:

- высота траектории полетной фазы;
- подвижность в суставах и эластичность мышечных волокон, влияющих на свободу выполняемых движений;
- техника выполняемых движений над барьером.

Факторами, ограничивающими выполнение бега между барьерами с высокой частотой, являются [1, 5]:

- техника приземления при спуске с барьера;
- глубина амортизации в суставах в опорных фазах в отталкивании при атаке барьера и при приземлении после спуска с барьера;
- амплитуда маховых действий;
- индивидуальная способность к выполнению движений с высокой частотой.

Важным моментом техники барьерного бега является также сохранение необходимого положения тела в переходных фазах бега: при переходе от бега к атаке барьера и при переходе от приземления после преодоления препятствия к бегу между барьерами. Для выполнения этих условий спортсмен старается сохранять определенную динамическую позу на протяжении всех межбарьерных циклов.

Понижению траектории полетной фазы над барьером способствуют следующие условия [1, 4]:

- снижение амортизации в опорной ноге в отталкивании при выполнении атаки на барьер;
- уменьшение угла отталкивания и, как следствие, угла вылета;
- увеличение расстояния от места отталкивания до барьера;
- выполнение действий, способствующих сохранению равновесия и понижению ОЦМТ спортсменки во время преодоления препятствия.

Условием, благоприятствующим быстроте выполнения движений над препятствиями, является комфортная траектория общего центра масс тела (ОЦМТ), сохранение равновесного положения тела, а также высокая стабильность и надежность техники движений. То есть для быстрого выполнения движения необходима отточенная техника выполняемого действия, способствующая не только быстрому выполнению самого движения, но и снижению воздействия факторов, тормозящих это движение.

В процессе видеонализа определялось время преодоления барьера, которое является временной разницей от момента постановки ноги на опору перед отталкиванием на барьер до момента касания стопой дорожки после преодоления барьера.

Т. Амюсан в беге на 12,12 с демонстрирует очень быстрое время преодоления барьера — менее 0,40 с на каждом препятствии (рис. 2). Скорость преодоления улучшается до 5-го барьера (лучшее время — 0,36 с), после этого происходит некоторая стабилизация, на уровне 0,38 с, 1-й, 2-й и 10-й барьер преодолеваются за 0,39 с. Время преодоления препятствий практически не меняется до конца дистанции, что показывает высокий уровень специальной подготовленности спортсменки.

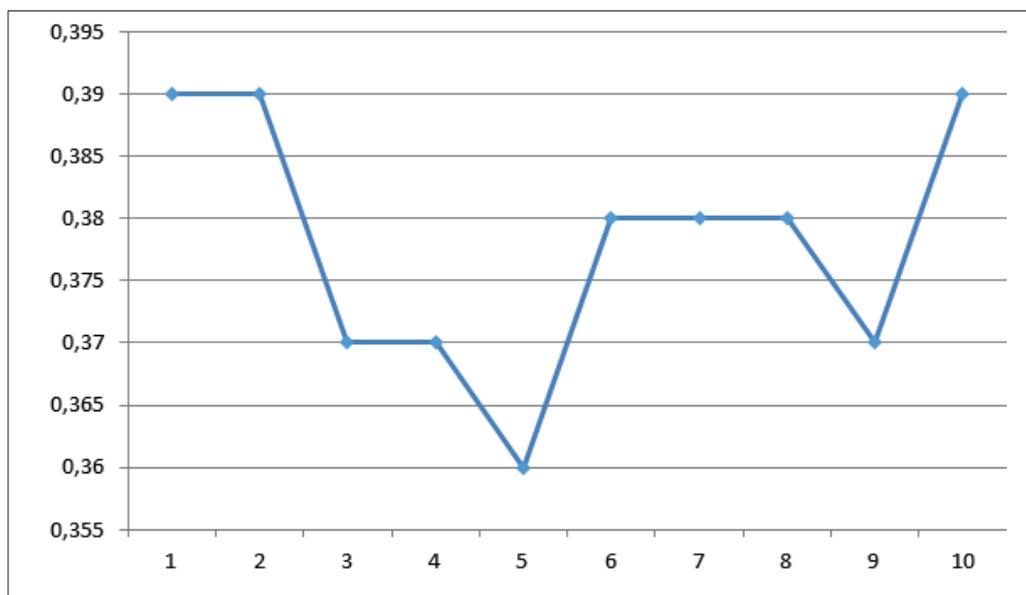


Рис. 2. Время преодоления барьеров на дистанции Т. Амюсан (12,12 с)

При преодолении препятствий характерной особенностью движений спортсменки является высокая экономичность и целесообразность движений, основной задачей которых является не само по себе преодоление препятствий, а сохранение скорости бега по дистанции. Это выражается в небольшой амплитуде выполняемых маховых действий при отталкивании, стремлении к опережающей активизации действий при сходе с барьера. Отличительной чертой бега Т. Амюсан является также пониженное колебание угла наклона туловища по ходу всего бега, практическое отсутствие зависания в так называемой позе барьерного седа над барьером.

Другой важной составляющей барьерного бега является бег между барьерами, задачей которого является:

- сохранение необходимой скорости продвижения;
- сохранение активности взаимодействия с опорой и уменьшения амортизации опорных фаз отталкивания, а также после схода с барьера.

Удержание высокого положения ОЦМТ при беге между барьерами необходимо для сохранения условий, способствующих успешному преодолению следующего препятствия. При беге между барьерами важным является также поддержание высокого темпа беговых движений в условиях, ограничивающих длину беговых шагов (см. рис. 3). Уровень физической подготовленности сильнейших спортсменок-барьеристок позволяет им реализовывать максимальную скорость бега при длине шагов 2,10–2,20 м. В барьерном беге длина шагов ограничивается расстоянием между барьерами, что заставляет поддерживать скорость бега, в первую очередь за счет темпа шагов. При высоком темпе шагов амплитуда движений является фактором, ограничивающим скорость

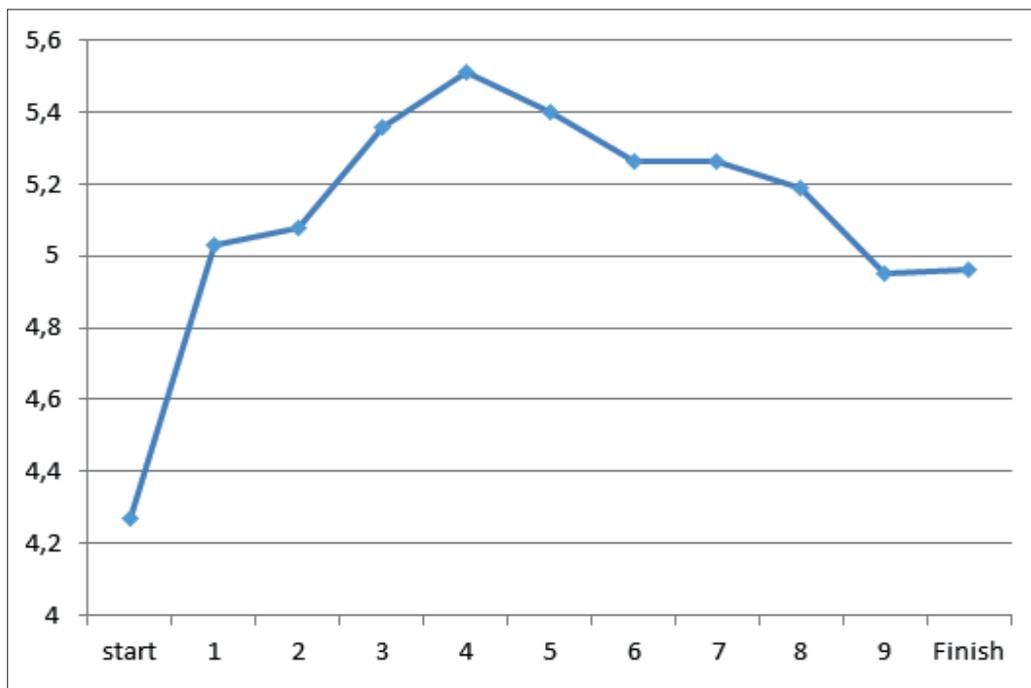


Рис. 3. Темп шагов между барьерами Т. Амюсан при беге на результат 12,12 с

передвижения. Поэтому бег современных высококвалифицированных барьеристок между барьерами отличается относительно небольшой амплитудой маховых действий и, как следствие, укороченными шагами, по сравнению с бегом женщин-спринтеров. Для большинства элитных спринтеров, специализирующихся в беге на 100 м, характерна высокая частота шагов, но она находится в пределах 4,6–4,8 ш/с. В барьерном беге спортсмены высокого класса вынуждены бежать в более высоком темпе, чем 5 ш/с. Так, при беге на результат 12,12 с Т. Амюсан достигает частоты шагов 5,51 ш/с на межбарьерном блоке при среднем показателе в забеге 5,23 ш/с. В 2023 году спортсменка при беге на результат 12,30 с на том же четвертом межбарьерном блоке показала еще более высокий темп шагов — 5,63 ш/с при среднем показателе 5,29 ш/с. Таким образом, именно повышение темпа шагов между барьерами помогает спортсменкам достигать высоких результатов в беге на 100 м с барьерами.

Анализ выполнения барьерного бега лидером летнего сезона 2023 года ямайской спортсменки А. Нугент (12,26 с) показывает, что время преодоления барьеров у нее улучшается вплоть до 7–8-го барьера (до 0,36 с), но частота шагов начинает снижаться в обоих случаях после 4-го межбарьерного блока.

Проведенный корреляционный анализ биомеханических показателей соревновательной деятельности рекордсменки мира показал, что в беге на 12,12 с время перехода барьера и темп шагов между барьерами имеют высокую статистическую взаимосвязь со временем бега на каждом межбарьерном блоке

($r_1 = 0,853$ ($p < 0,01$) и $r_2 = -0,954$ ($p < 0,001$) соответственно). При беге на 12,30 с эта взаимосвязь изменилась ($r_1 = -0,392$ ($p > 0,05$) и $r_2 = -0,882$ ($p < 0,01$), то есть темп межбарьерных шагов стал приоритетным.

Простое моделирование показывает, что при сохранении средней частоты шагов между барьерами на уровне 5,29 ш/с, показанной Т. Амюсан при беге на результат 12,30 с в 2023 году, среднего времени преодоления барьеров на уровне 0,38 с, показанного в 2022 году, спортсменка вполне может достичь быстрее, чем за 12 секунд. Сумма лучших временных параметров у нее составляет 11,61 с, что с учетом электронного хронометража и времени реакции на старте соответствует результату 11,95–12,00 с.

Сравнение анализируемых показателей ведущих барьеристок мира с показателями лучших отечественных спортсменок показывает отставание последних именно в темпе шагов между барьерами (рис. 4).

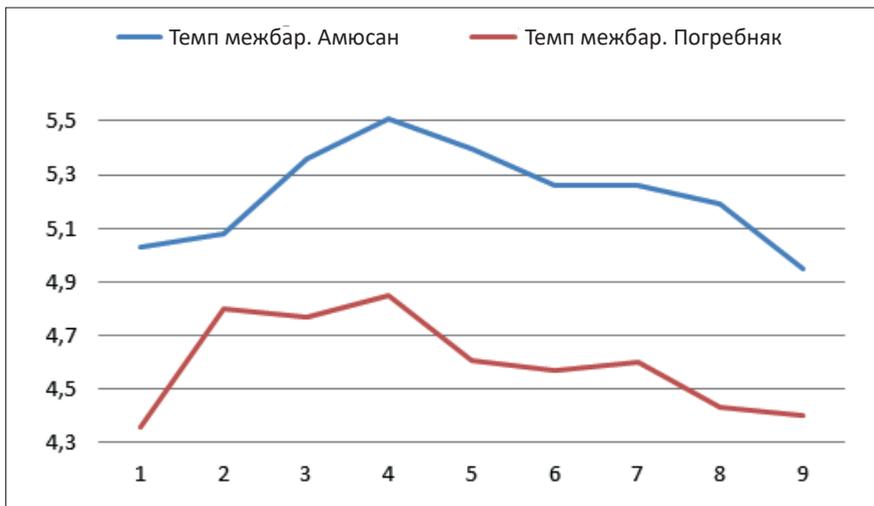


Рис. 4. Темп шагов между барьерами Т. Амюсан (12,12 с) и В. Погребняк (13,44 с)

Бег Виктории Погребняк, лидера последних лет в России (13,15 с) характеризуется быстрыми и четкими движениями при атаке, преодолении и спуске с препятствий. Время преодоления барьеров у нее практически не отличается от этого показателя ведущей спортсменки мира. Но именно в темпе движений при беге между барьерами имеет место колоссальное отставание от мировой рекордсменки (средний темп российской спортсменки — всего 4,60 ш/с, максимальный темп на третьем межбарьерном участке — 4,85 ш/с). Корреляционный анализ показателей соревновательной деятельности показал, что для ее бега характерна (как и у Т. Амюсан) высокая взаимосвязь скорости бега на каждом межбарьерном блоке с темпом беговых шагов ($r = 0,920$, $p < 0,001$) и временем преодоления препятствия ($r = -0,781$, $p < 0,01$). Таким образом, удержание высокого темпа в беге между барьерами является основным прогрессирующим фактором спортивного результата ведущей отечественной барьеристки.

Выводы

1. Среди кинематических показателей мировых лидеров бега на короткую барьерную дистанцию, оба параметра, отражающих скорость барьерного бега, — время преодоления препятствия и темп шагов между барьерами, — играют важную роль в достижении спортивного результата. Лучший показатель времени преодоления барьера среди исследованных спортсменок выявлен у мировой рекордсменки, нигерийской барьеристки Тоби Амюсан ($-0,36$ с), при среднем показателе на дистанции у спортсменки $-0,38$ с. Частота шагов при беге между барьерами у спортсменов высокого класса является более лабильной характеристикой по сравнению со временем выполнения барьерного шага, а лидеры барьерного бега достигают в лучших попытках темп бега более $5,5$ ш/с при среднем показателе $5,2-5,3$ ш/с.

2. При важности обоих параметров для достижения высокого результата в барьерном беге, частота (темп) межбарьерных шагов у женщин демонстрирует более высокую корреляционную взаимосвязь со временем преодоления межбарьерных расстояний. С увеличением скорости бега это различие несколько снижается, но темп шагов остается более приоритетным кинематическим показателем, чем время преодоления препятствия.

3. Отставание в соревновательном результате российских спортсменок от мировых лидеров барьерного бега на короткую дистанцию обусловлено, прежде всего, отставанием в темпе шагов между барьерами, при этом отставание во времени преодоления препятствий незначительно. Указанные выше ритмо-темповые параметры барьерного бега мировых лидеров могут служить модельным ориентиром технической подготовленности для отечественных барьеристок.

Список источников

1. Михайлов Н. Г. Якунин Н. А., Алешинский С. Ю., Лазарев И.В., Балахничев В. В. Биомеханика барьерного бега: лекция для студентов и слушателей Высшей школы тренеров ГЦОЛИФК. М.: Союзспортобеспечение, 1982. 33 с.

2. Оганджанов А. Л. Комплексная оценка соревновательной деятельности и технической подготовленности многоборцев в барьерном беге с использованием видеонализа // Вестник спортивной науки. 2020. № 2. С. 10–14.

3. Оганджанов А. Л., Цыпленкова Е. С. Контроль технической подготовленности квалифицированных десятиборцев в барьерном беге // Известия Тульского государственного университета. Тула, 2020. Вып. 3. С. 111–118.

4. Столяр Л. М., Кузнецов В. С., Столяр К. Э. Барьерный бег: техника, методика, правила соревнований: методические разработки для студентов факультетов физической культуры педагогических университетов и институтов. М.: МПГУ, 2003. 36 с.

5. Столяр Л. М., Кузнецов В. С., Столяр К. Э. Бег с барьерами: теория, методика обучения и тренировка. М.: Прометей, 2005. 48 с.

References

1. Mikhailov N. G., Yakunin N. A., Aleshinsky. S. Yu., Lazarev I. V., Balakhnichev V. V. Biomechanics of barrier running: lecture for students and students of the Higher School of Trainers of the SCOLIFK. M.: Soyuzov sports provision. 1982. 33 s. (In Russ.).
2. Ogandzhanov A. L. Comprehensive assessment of competitive activity and technical readiness of all-rounders in hurdling using video analysis. Bulletin of Sports Science. 2020;(2):10–14. (In Russ.).
3. Ogandzhanov A. L., Tsyplenkova E. S. Control of technical readiness of qualified decathletes in hurdling. News of Tula State University. Tula. 2020;(3):111–118. (In Russ.).
4. Stolyar L. M., Kuznetsov V. S., Stolyar K. E. Barrier running: technique, methodology, competition rules: methodological developments for students of the faculties of physical culture of pedagogical universities and institutes. M.: Moscow state pedagogical university. 2003. 36 s. (In Russ.).
5. Stolyar L. M., Kuznetsov V. S., Stolyar K. E. Running with barriers: theory, teaching methodology and training. M.: Prometheus. 2005. 48 s. (In Russ.).

Информация об авторах / Information about the authors:

Оганджанов Александр Леонович — доктор педагогических наук, профессор, профессор департамента физической культуры, спорта и медиакоммуникаций, Институт естествознания и спортивных технологий, Московский городской педагогический университет, Москва, Россия.

Ogandzhanov Alexander Leonovich — Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Physical Culture, Sports and Media Communications of the Institute of Natural Sciences and Sports Technologies, Moscow City University, Moscow, Russia.

ogandjanoval@mgpu.ru

Самойлов Геннадий Васильевич — кандидат педагогических наук, главный специалист спортивной школы «Виктория», Химки, Московская область, Россия.

Samoilov Gennady Vasilievich — Candidate of Pedagogical Sciences, Chief Specialist of Secondary School “Victoria”, Khimki, Moscow Region, Russia.

gensam61@mail.ru