

3. Повышение методической грамотности курсовых офицеров и обучающихся по вопросам самостоятельной физкультурно-спортивной деятельности с использованием специального военного обмундирования.

4. Утвердить в распоряжке дня института время для отработки пропущенных учебных занятий по физической подготовке.

5. Усилить контроль за самостоятельной физкультурно-спортивной деятельностью курсантов.

6. Рассмотреть возможность разработки системы поощрения и взыскания по итогам выполнения нормативов, характеризующих уровень физической подготовленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Индивидуальный план по физической подготовке на основе средств и методик кроссфита для курсантов войск национальной гвардии с недостаточным уровнем физической подготовленности / Е.В. Кошкин, И.В. Гойнов, О.Б. Рыжак, А.А. Акиндинов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2020. – № 4 (182). – С. 235–240.

2. Скаковец И.С. Научно-теоретические и методико-практические компетентностные аспекты в сфере физической подготовки и спорта курсантов / И.С. Скаковец, К.С. Кручинина, Л.А. Зеленин // Спортивно-массовая работа в войсках национальной гвардии Российской Федерации: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, (Пермь, 22 апреля 2022 года). – Пермь, 2022. – С. 117–123.

3. Рациональная структура построения занятий по физической подготовке для формирования профессионально-важных физических качеств обучающихся войск национальной гвардии средствами кроссфита / А.А. Смирнов, Е.В. Кошкин, О.Б. Рыжак, Б.Г. Карачев // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2020. – № 3 (181). – С. 422–426.

4. Фофанов, А.М. Экспериментальная проверка модели физической тренировки курсантов с недостаточным уровнем физической подготовки / А.М. Фофанов, В.Н. Коваленко // Актуальные проблемы физической и специальной подготовки силовых структур. – 2019. – № 2. – С. 53.

REFERENCES

1. Koshkin E.V., Goinov I.V., Ryzhak O.B., Akindinov A.A. (2020), "Individual plan for physical training based on crossfit tools and techniques for cadets of the National Guard troops with an insufficient level of physical fitness", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafte*, No. 4 (182), pp. 235–240.

2. Skakovets, I.S., Kruchinina, K.S. and, Zelenin L.A. (2022), "Scientific-theoretical and methodological-practical competency-based aspects in the field of physical training and sports of cadets", Sports and mass work in the troops of the National Guard of the Russian Federation", *Scientific-theoretical and methodological-practical competence, collection of articles*, Perm, pp. 117–123.

3. Smirnov, A.A., Koshkin, E.V., Ryzhak, O.B. and Karachev B.G. (2020) , "Rational structure of the construction of physical training classes for the formation of professionally important physical qualities of the National Guard troops training by means of crossfit". *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafte*, No. 3 (181), pp. 422–426.

4. Fofanov, A.M. and Kovalenko V.N.(2019), "Experimental verification of the model of physical training of cadets with an insufficient level of physical training", *Actual problems of physical and special training of law enforcement agencies*, No. 2, pp. 53.

Контактная информация: kochkin.evg@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 16.01.2023

УДК 796.422.1:612.76

БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ И БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ТЕХНИКИ БЕГА НА СРЕДНИЕ И ДЛИННЫЕ ДИСТАНЦИИ

Валерий Дмитриевич Кряжев, доктор педагогических наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный научный центр физической культуры и спорта (ВНИИФК), Москва;

Александр Викторович Доронцев, кандидат педагогических наук, доцент, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань; Андрей Валентинович Швецов, кандидат педагогических наук, доцент, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва; Екатерина Николаевна Амелина, доцент, Московский архитектурный институт (МАРХИ), Москва

Аннотация

Главным критерием эффективности техники бега на средние и длинные дистанции является высокой экономичность беговых движений, которая косвенно может быть оценена по ряду кинетических показателей. Цель исследования - определение кинематических характеристик, как критериев техники бега, способствующих снижению энергозатрат и повышению спортивной результативности. Методы организации исследований. Работа выполнена на основе систематизации экспериментальных данных обследования сильнейших спортсменов Мира, ранее полученных с помощью биомеханической киносъёмки, тензодинамометрии, математического моделирования, а также анализа материалов научных статей. Результаты исследования и их обсуждение. Выявлено, что бег сильнейших спортсменов отличается меньшей величиной механической работы, производимой на перемещение звеньев тела и центра массы тела во время бега, которая определяется: величиной вертикальных колебаний тела, амплитудой колебаний скорости в продольном направлении, посадочной скоростью стопы в момент постановки, амплитудой маховых движений бедра, положением корпуса в момент отталкивания и постановки стопы на опору. Выводы. Главным критерием техники бега на средние и длинные дистанции является показатель экономичности бега – энергетическая стоимость метра пути. Кинематические показатели, влияющие на экономичность бега, являются косвенными критериями эффективной техники.

Ключевые слова: биомеханические и биоэнергетические критерии, техника бега, экономичность бега, средние и длинные дистанции.

DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2023.01.p267-271

BIOMECHANICAL AND BIOENERGY CRITERIA FOR MIDDLE AND LONG DISTANCES RUNNING TECHNIQUE

Valery Dmitrievich Kryazhev, the doctor of pedagogical sciences, leading research associate, Federal Science Center of Physical Culture and Sport, Moscow; Alexander Viktorovich Dorontsev, the candidate of pedagogical sciences, docent, Astrakhan State Medical University, Astrakhan; Andrey Valentinovich Shvetsov, the candidate of pedagogical sciences, docent, Financial University under the Government of Russian Federation, Moscow; Ekaterina Nikolaevna Amelina, the docent, Moscow Architectural Institute, Moscow

Abstract

The main criterion for the effectiveness of running technique for medium and long distances is the high efficiency of running movements, which can be indirectly assessed by several kinetic indicators. The purpose of the study is to determine kinematic characteristics as criteria for running technique that help reduce energy costs and increase sports performance. Research organization methods. The work was carried out based on systematization of experimental data from the examination of the world's strongest athletes, previously obtained using biomechanical filming, tensodynamometry, mathematical modeling, as well as analysis of materials from scientific articles. Results of the study and their discussion. It was revealed that the running of the strongest athletes is characterized by a smaller amount of mechanical work performed to move the body links and the center of mass of the body during the run, which is determined by: the magnitude of the vertical oscillations of the body, the amplitude of the speed oscillations in the longitudinal direction, the landing speed of the foot at the time of setting, the amplitude of the swing movements hips, the position of the body at the moment of repulsion and placing the foot on the support. Conclusions. The main criterion for running technique for medium and long distances is the indicator of running economy - the energy cost of a meter of distance. Kinematic indicators that affect the economy of running are indirect criteria for effective technique.

Keywords: biomechanical and bioenergetic criteria, running technique, running economy, middle and long distances.

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с результатами математического моделирования результат в беге на средние и длинные дистанции с высокой степенью достоверности определяется уровнем метаболической мощности (аэробной и анаэробной), вырабатываемой организмом спортсмена, и экономичностью расходования этой энергии во время бега по дистанции [1, 3, 5]. Под экономичностью бега подразумевается энергетическая стоимость преодоления метра пути без учёта сопротивления воздуха [4]. Измеряется в джоулях на 1 м и на кг веса. На практике экономичность часто измеряется потреблением кислорода и количеством энергии, полученным анаэробным путём, на основе регистрации кислородного долга или уровня лактата на финише. Долгое время считалось, что экономичность ведущих спортсменов мира относительно стабильна и находится на уровне 3,76–3,84 Дж./кг/м [1, 5]. Поэтому полагали, что дальнейшее повышение спортивных результатов должно сопровождаться повышением энергетического потенциала. В первую очередь это относилось к $\text{VO}_{2\text{max}}$, которое должно быть выше 83–86 мл/кг/мин [1, 5]. Однако этого не произошло. Было выявлено, что мировые достижения в беге на средние дистанции североамериканский бегунов (Кении, Эфиопии и Эритреи), живущих на эфиопском нагорье на высоте около 2000 м, обусловлена в первую очередь высокой экономичностью бега [1]. Энергетическая стоимость пути у этих спортсменов находится на уровне 3,30 Дж./кг/м, или на 12–14% ниже, чем у европейцев. При этом $\text{VO}_{2\text{max}}$ не превышало 74–76 мл/кг/мин. Высокая экономичность бега африканских бегунов объясняется особенностями телосложения, обеспечивающими им биомеханические преимущества (более низкое значение диаметра нижней части бедра и голени, строение стопы и ахиллова сухожилия). Понятно, что генетически обусловленные факторы телосложения изменить сложно, поэтому стоит вопрос о повышении экономичности бега за счёт улучшения кинематики беговых движений.

МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа выполнена на основе систематизации экспериментальных данных обследования сильнейших спортсменов мира, ранее полученных с помощью биомеханической кинесъёмки, тензодинамометрии, математического моделирования, а также анализа материалов научных статей.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе обследования соревновательной деятельности сильнейших спортсменов мира и бегунов национального уровня (МС и МСМК) было выявлено, что бег сильнейших спортсменов отличается меньшей величиной механической работы, производимой на перемещение звеньев тела и центра масс во время бега [2]. Так, на скорости 7,5 м/с аппроксимированная по линии регрессии величина полной механической работы в шаге у сильнейших бегунов находилась в диапазоне 372–384 Дж, а у МС 423–479 Дж. Полная механическая мощность на скорости 7,5 м/с у сильнейших бегунов планеты была также ниже (в среднем 1308 ± 84 и 1451 ± 96 Вт соответственно). Вклад механической работы, производимой на вертикальные колебания тела, а также на разгон тела в фазе отталкивания и на его торможение в фазе амортизации может составлять 33–37%. Поэтому важными критериями техники бега являются величина вертикальных колебаний центра масс тела спортсмена и потеря горизонтальной скорости в амортизации. Оптимальная величина вертикальных колебаний общего центра масс тела (ОЦМТ) для сильнейших спортсменов в беге на средние дистанции составляет 6–7 см, в беге на длинные дистанции 4–5 см. Увеличенные вертикальные колебания тела бегуна повышают механические затраты на его перемещение. Так, у бегунов-студентов величина вертикальных колебаний тела может составлять 8–10 см, что делает их бег менее экономичным. Снижение вертикальных колебаний достигается за счёт увеличения частоты шагов, что может увеличивать энергоза-

траты на маховые движения нижних конечностей. Отсюда возникает понимание оптимального значения для длины и частоты шагов в зависимости от скорости бега и антропометрических характеристик спортсмена. Оптимальная длина шагов бегунов на средние дистанции в зависимости от скорости может быть вычислена по формуле, предложенной профессором А.А. Логиновым:

$$L_{ш} = L_{ног} * 40,5 * \lg V_{бега}$$

Регистрация вертикальных колебаний ОЦМТ – технически достаточно сложная процедура. Поэтому на практике предлагается использовать другой показатель – время полёта, который может быть получен с помощью видеосъёмки на смартфоне. Для бегунов на средние дистанции оптимальная величина времени полёта составляет 125–130 мс. Для бегунов на длинные дистанции – 110–120 мс. Критерием техники бега является посадочная скорость стопы, то есть скорость стопы в момент касания опоры. У сильнейших бегунов мира на скорости бега 6–8 м/с посадочная скорость стопы по горизонтали меняется от 0,9 до 2,1 м/с. У мастеров спорта посадочная скорость стопы регистрируется в диапазоне 1,8–2,9 м/с. У бегунов-студентов это значение ещё выше, что объясняется недостаточной синхронизацией угловой скорости вращения бедра и голени «под себя» в момент постановки. Регистрация посадочной скорости стопы достаточно трудоёмкий процесс: требуется скоростная видеосъёмка и специальная математическая обработка по прогнозированию значения скорости в момент касания опоры, потому что в самой опоре скорость стопы равна нулю. Поэтому этот аспект техники оценивается по положению голени и углу сгибание стопы в момент постановки [6]. Высокая посадочная скорость стопы увеличивает отрицательную горизонтальную силу реакции опоры. Эта сила торможения у сильнейших бегунов на скорости 7 м/с составляет 7,0–9,5 Н/кг. У мастеров спорта этот показатель находится в диапазоне 12,1–15,3 Н/кг [2]. Наличие тормозящей силы приводит к снижению горизонтальной скорости ОЦМТ в фазе амортизации. У сильнейших бегунов на средние дистанции потеря скорости может составлять 0,3–0,4 метров в секунду. У мастеров спорта 0,5–0,7 м/с. Важным критерием техники бега является и положение туловища в момент отталкивания и приземления. У сильнейших бегунов наклон туловища относительно вертикали находится в диапазоне 0,5–4,5°. У бегунов-студентов в отталкивании туловище часто наклоняется до 10 градусов [6]. Повышенный наклон тела затрудняет вынос ноги вперёд и увеличивает амплитуду маховых движений бедра, что повышает энергозатраты. У сильнейших бегунов амплитуда махового движения бедра в переносе на соревновательной скорости составляет на линии регрессии 92°, а у бегунов-студентов – 103° [6]. Кроме этого, наклон корпуса вперёд в момент постановки ноги на опору для поддержания равновесия заставляет спортсмена выводить ногу дальше вперёд и вытягивать носок, что увеличивает тормозящую силу. Меньший диапазон движения бедра в сагиттальной плоскости, меньший наклон корпуса, меньший угол подошвенного сгибания стопы в момент постановки составляет 95,7% ($P \leq 0.001$) вариаций изменения спортивных результатов в беге на 1500 м в диапазоне 3:43,3–4:05,4 с. [6]. Важным критерием технических возможностей спортсменов является максимальная скорость бега при наличии высокого спортивного результата на длинных дистанциях. Лучшие спортсмены мира, как правило, имеют и хорошие результаты и на дистанциях 100 и 400 м. В связи с этим в данной группе высококвалифицированных спортсменов возникает положительная корреляция между скоростью бега на 100 и 10000 м, что специалисты объясняют хорошей техникой. Эта способность дает им преимущество на финише.

ВЫВОДЫ

Главным критерием техники бега на средние и длинные дистанции является показатель экономичности бега, который определяется энергетической стоимостью преодоления метра пути. Кинематическими показателями экономичности техники бега являются: оптимальные величины вертикальных колебаний тела, оцениваемое временем полета;

низкое значение посадочной скорости стопы, которая определяется координацией работы мышц бедра и голени при приближении к опоре, а также положение стопы и степень ее сгибания в момент постановки; положение туловища в момент отталкивания, близкое к вертикальному, которое позволяет снижать амплитуду маховых движений бедра на соревновательной скорости бега и уменьшать торможение в момент постановки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биоэнергетика соревновательного бега на длинные дистанции сильнейших спортсменов мира / В.Д. Кряжев, В.Ю. Карпов, К.К. Скоросов, В.И. Шарагин // Теория и практика физической культуры. – 2021. – № 6. – С. 3–5.
2. Кряжев, В. Д. Совершенствование беговых движений / В. Д. Кряжев. – Москва : ВНИИФК, 2002. – 191 с.
3. Кряжев В.Д. Индивидуальная оценка биоэнергетических показателей бегунов на средние дистанции / В.Д. Кряжев, С.В. Кряжев // Вестник спортивной науки. – 2019. – № 1. – С. 15–20.
4. Кряжев В.Д. Экономичность бега: определение, оценка, элементы и структура, резервы повышения / В.Д. Кряжев, Е.В. Толстой, Н.Н. Маринина // Вестник спортивной науки. – 2020. – № 4. – С. 9–15.
5. Кряжев В.Д. Математический анализ биоэнергетики мировых рекордов в беге на средние дистанции / В.Д. Кряжев, С.В. Кряжев, Ф.В. Ростовцев // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2020. – № 4 (182). – С. 244–249.
6. The relationship between performance and biomechanics in middle-distance runners. / Trowell D, Phillips E, Saunders P, Bonacci // J Sports Biomech. – 2021 Dec – Vol. 20 (8) – P. 974–984.

REFERENCES

1. Kryazhev, V.D., Karpov, V.Yu., Skorosov, K.K. and Sharagin, V.I. (2021), “World long-distance running elite: ethnicity-specific run energy efficiency analysis”, *Theory and Practice of Physical Culture*, No.6, pp. 3–5.
2. Kryazhev, V.D. (2002), Improving running movements, Publishing house “ASIIPC”, Moscow.
3. Kryazhev, V.D. and Kryazhev, S.V. (2019), “Individual assessment of bioenergetics of middle distances runners”, *Sport science bulletin*, No. 1, pp. 15–20.
4. Kryazhev, V.D., Tolstoy, E.V. and Marinina N.N. (2020), “Running economy: definition, estimation, elements and structure, reserves of improving”, *Sport science bulletin*, No. 4, pp. 9–15.
5. Kryazhev, V.D., Kryazhev, S.V. and Rostovtsev, F.V. (2020), “Mathematical analysis of bioenergetics of the middle distance world records”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol.182, No.4, pp. 244–249.
6. Trowell, D., Phillips, E., Saunders, P., Bonacci, N. (2021), “The relationship between performance and biomechanics in middle-distance runners”, *Journal of Sports Biomechanics*, Vol. 20, No.8, pp. 974–984.

Контактная информация: kryzev@mail.ru

Статья поступила в редакцию 28.01.2023

УДК 378

ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПРИ ПОДГОТОВКИ БУДУЩЕГО УЧИТЕЛЯ

Светлана Юрьевна Ланина, кандидат физико-математических наук, доцент, Благовещенский государственный педагогический университет, г. Благовещенск

Аннотация

В статье рассматриваются особенности организации образовательного процесса при подготовке будущего учителя. Целью исследования является рассмотрение основных направлений трансформации образовательного процесса при подготовке учителя в высшей школе. Практическая значимость исследования состоит в подробном описании каждого из направлений трансформации