

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ БЕГА

В.А. Демидов¹, Ф.А. Мавлиев¹, А.С. Назаренко¹, В.В. Демидова²

¹Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма, г. Казань, Россия,

²Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия

Цель: оценка точности подхода при анализе эффективности избранной локомоции, в основе которого лежит оценка экономичности по показателям потребления кислорода на единицу массы тела – $\text{VO}_2/\text{кг}/\text{км}$ в условиях, когда испытуемые имеют различия в морфологическом статусе. **Материал и методы.** Производилась оценка аэробной работоспособности представителей мужского пола: бегуны-легкоатлеты (средние и длинные дистанции, $n = 7$) и представители спортивного ориентирования (далее – ориентировщики, $n = 7$), хоккеисты (17 атлетов), футболисты (25 атлетов), пловцы (24 атлета), теннисисты и бадминтонисты (10 атлетов). Спортивный разряд исследуемых от 1 взрослого разряда до мастера спорта РФ. Применялось нагрузочное тестирование с повышающейся нагрузкой: двухминутная разминка, тестовая нагрузка с динамикой возрастания 1 км/ч в минуту, начиная с 7 км/ч. В конце двухминутная заминка. Тестовый стенд представлял собой тредбан Cosmos Quasar и газоанализатор Metalyzer 3B (Германия). **Результаты.** Статистически значимых отличий в эффективности бега в зависимости от ее скорости ни одна из групп спорта не демонстрирует. В то же время не наблюдалось отличий и по объему потребленного кислорода за данный отрезок теста между представителями исследуемых видов спорта. В представленном случае потребление кислорода на различных скоростях мало отличается в зависимости от вида спорта. Поэтому при оценке эффективности необходимо, как минимум, использовать показатели, которые не включают жировой компонент. **Заключение.** Применение расчета потребления кислорода на единицу без жировой массы позволило наиболее точно отразить эффективность технических аспектов реализации бега без применения сложных систем видеоанализа с учетом разных составляющих скорости и ускорения общего центра масс и прочих нюансов биомеханической эффективности. Особенно это важно на этапах начальной спортивной специализации, где наряду с «физиологическим» становлением атлета и его адаптации к специфике вида спорта, можно отслеживать рациональность работы опорно-двигательного аппарата (техники бега) и своевременно при этом ее корректировать.

Ключевые слова: аэробная работоспособность, потребление кислорода, мышечная композиция, безжировая масса тела, эффективность бега, спортсмены.

Введение. В научных исследованиях, посвященных биомеханике двигательной деятельности, актуальной темой является оценка эффективности бега. Особенно важно это для атлетов циклических видов спорта, где наряду с их функциональной подготовкой рациональность техники вносит существенный вклад в достижение лучшего результата. Бег и ходьба являются наиболее распространенными локомоциями в спортивной деятельности. Наиболее простые модели, позволяющие объяснить данные виды перемещения, – это перевернутый маятник и пружина [15]. При этом эффективность технической стороны данной

двигательной активности зависит от разных факторов, к которым можно отнести особенности конституции тела, массы тела, степени развития мышц, участвующих в беге, а также особенности обуви и характеристики опорной поверхности [5, 16].

Многогранность проблемы, отмеченная учеными, приводила к многочисленным исследованиям различных ее аспектов [13]. Так, исследования с применением ограничения в голеностопном суставе во время ходьбы показали, что адекватное участие мышц голеностопа является необходимым условием для лучшей эргономики данной локомоции [8].

Это обстоятельство позволило предположить, что сходные результаты могут наблюдаться и во время бега, например, в условиях низкого развития (тренированности) икроножных и камбаловидных мышц. Другие исследователи изучали причины, которые влияют на переход от ходьбы к бегу и таким образом определили основную – критическую величину частоты шага, обуславливающую переход от ходьбы к бегу [4, 6]. Также установлено, что во время бега основная часть энергозатрат приходится на поддержание массы тела, и при этом, как ни странно, энергозатраты практически не зависят от скорости бега [1, 11]. Известно, что основная часть энергии, используемая во время бега, циклически аккумулируется и освобождается упруго-эластическими компонентами опорно-двигательного аппарата, а небольшая часть энергии – за счет метаболических процессов. Показано также, что рациональность (экономичность) бега может быть изменена, особенно это проявляется в соотношениях показателей скорости бега и потребления кислорода у детей, подростков и взрослых [9, 10]. Поэтому оценка рациональности по «шаблонным» критериям модельных характеристик техники «Лучшего атлета» не всегда является целесообразной из-за существенных физиологических отличий и анатомических особенностей атлетов.

Общепринятыми представлениями об экономичности, а соответственно и метаболической стоимости пути принято считать наименьшие колебания центра масс тела в вертикальной плоскости, эффективную постановку ноги в момент начала опоры, которая должна свести до минимума потери горизонтальной составляющей скорости и т. д. [1, 6]. Иным перспективным способом является оценка потребления кислорода, которая может быть хорошим показателем энергозатрат атлета на данную локомоцию. Тогда соотношение, к примеру, скорость/потребление позволит хотя и не полностью, но в значительной степени представить метаболическую стоимость перемещения. Необходимо отметить, что предельные значения потребления будут коррелировать с мышечной композицией (содержанием медленных волокон I типа) [3], тогда как остальные аспекты будут зависеть от антропометрических особенностей атлета и техники в избранной локомоции. Есть предположение, что в нормальных условиях любой организм для перемещения выбирает наиболее оптимальную (экономичную) локомоцию,

сводящую до возможного минимума затраты на единицу расстояния [18]. В качестве критерия экономичности может выступать критерий потребления кислорода на килограмм веса бегуна на километр дистанции. Но, следует заметить, что в ряде случаев возможны неправильные выводы, следуя которым можно получить «ложную» экономичность. Важным, на наш взгляд, при применении данного метода является унифицированный подход – учет композиционного состава тела, особенно жирового компонента. При этом два атлета, имеющие одинаковый уровень мастерства (разряд) в избранном виде спорта и сходную по эффективности технику, но различное содержание жирового компонента покажут отличия в потреблении кислорода при перерасчете на килограмм массы. Атлет с большим количеством жира будет иметь меньшие значения $\text{VO}_2/\text{кг}$ при заданной скорости. Данная разница будет нивелироваться при перерасчете потребления на мышечную массу. В связи с этим в представленном исследовании рабочей гипотезой является утверждение о низкой информативности подхода, где расчет эффективности/метаболическая стоимость производится посредством оценки соотношения потребления кислорода и скорости/пути без учета композиционного состава тела. Особенно актуальным это становится в исследованиях, где участвуют представители различных видов спорта, имеющие существенные различия в антропометрических показателях.

Цель исследования – оценка точности подхода при анализе эффективности избранной локомоции, в основе которого лежит оценка экономичности по показателям потребления кислорода на единицу массы тела – $\text{VO}_2/\text{кг}/\text{км}$ в условиях, когда испытуемые имеют различия в морфологическом статусе.

Материалы и методы, модель исследования. Производилась оценка аэробной работоспособности представителей мужского пола: бегуны-легкоатлеты (средние и длинные дистанции, $n = 7$) и представители спортивного ориентирования (далее – ориентировщики, $n = 7$), хоккеисты (17 атлетов), футболисты (25 атлетов), пловцы (24 атлета), теннисисты и бадминтонисты (10 атлетов). Спортивный разряд исследуемых от 1 взрослого разряда до мастера спорта РФ. Показатели длины тела не имели статистически значимых отличий между группами, а показатели массы тела были наименьшими в группе бегунов (см. таблицу).

Антропометрические показатели у исследуемых групп
Anthropometric indicators in the groups studied

Виды спорта / Sport	Длина тела, см / Height, cm	Масса тела, кг / Weight, kg
Бег (1) / Running (1)	180,00 ± 5,95	65,41 ± 6,50 ²³⁴⁵
Плавание (2) / Swimming (2)	181,62 ± 6,72	71,64 ± 9,84 ¹⁵
Теннис, бадминтон (3) / Tennis, badminton (3)	180,00 ± 6,19	74,28 ± 10,01 ¹
Футбол (4) / Football (4)	181,32 ± 7,67	72,80 ± 4,97 ¹⁵
Хоккей (5) / Hockey (5)	178,85 ± 5,90	79,82 ± 9,85 ¹²⁴

Примечание. ¹²³⁴⁵ – статистическая значимость при $p < 0,05$ по сравнению с остальными.
Note. ¹²³⁴⁵ – statistical significance at $p < 0.05$ compared to others.

Применялось нагрузочное тестирование с повышающейся нагрузкой: двухминутная разминка, тестовая нагрузка с динамикой возрастания 1 км/ч в минуту, начиная с 7 км/ч. В конце проводилась двухминутная заминка. Тестовый стенд представлял собой тредбан Cosmos Quasar и газоанализатор Metalyzer 3B (Германия).

Статистическая обработка полученных данных проводилась с помощью программы SPSS 20. Все данные были проверены на нормальность распределения с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. Для определения статистически значимых различий использовались Ткр Стьюдента (для связанных и несвязанных выборок с нормальным распределением), критерий Колмогорова–Смирнова (для несвязанных выборок с ненормальным распределением) и критерий Уилкоксона (для связанных выборок с ненормальным распределением).

Результаты исследования. Исследуемые атлеты относятся к различным видам спорта, в некоторых из которых бег представлен лишь как средство достижения цели, а не сама цель и/или возможная часть общей физической подготовки (хоккей, футбол, бадминтон, теннис, плавание).

Как видно из рис. 1, статистически значимых отличий в эффективности бега в зависимости от ее скорости ни одна из групп спорта не демонстрирует. В то же время не наблюдалось отличий и по объему потребленного кислорода за данный отрезок теста между представителями исследованных видов спорта (рис. 2).

Данный факт объясняется, на наш взгляд, тем, что у атлетов-небегунов статистически значимо высокий процент жира. К примеру, известно, что у бегунов на длинные дистан-

ции, велосипедистов-шоссейников и лыжников отмечается низкий процент жира, значения которого могут достигать до 4–8 %, тогда как представители игровых видов спорта часто имеют содержание жировой компоненты в массе тела от 14 до 17 % [2, 12, 17]. В представленном случае потребление кислорода на различных скоростях мало отличается в зависимости от вида спорта. Поэтому при оценке эффективности необходимо, как минимум, использовать показатели, которые исключают жировую компонент. Можно использовать безжировую массу (БМ). Показано, что атлеты различных специализаций имеют значительный разброс по данному параметру, даже нормированные по площади значения БМ, то есть показатели индекса БМ ($\text{кг}/\text{м}^2$) имеют существенные колебания. Исследования композиционного состава представителей 20 видов спорта показали, что индекс БМ варьируется от 14,29 до 22,22 $\text{кг}/\text{м}^2$ [17]. Несомненно, безжировая масса – это не эквивалент мышечной массы атлета, к тому же во время бега (кроме спринтерского) процент активных, участвующих в данной локомоции мышц, по мнению исследователей, около 10 кг [14].

Моделируя потребление кислорода при пересчете на безжировую массу, можно получить ложное увеличение экономичности. На рис. 3 представлен атлет с весом 70 кг и потреблением 5 л/мин. Традиционный расчет на единицу веса без учета композиции будет показывать потребление 71,4 мл/кг/мин. Изменения относительного потребления кислорода в зависимости от способа расчета показывают, что со снижением содержания жировой компоненты при прочих равных условиях увеличивается и потребление кислорода на безжировую массу. Так как у бегунов безжи-

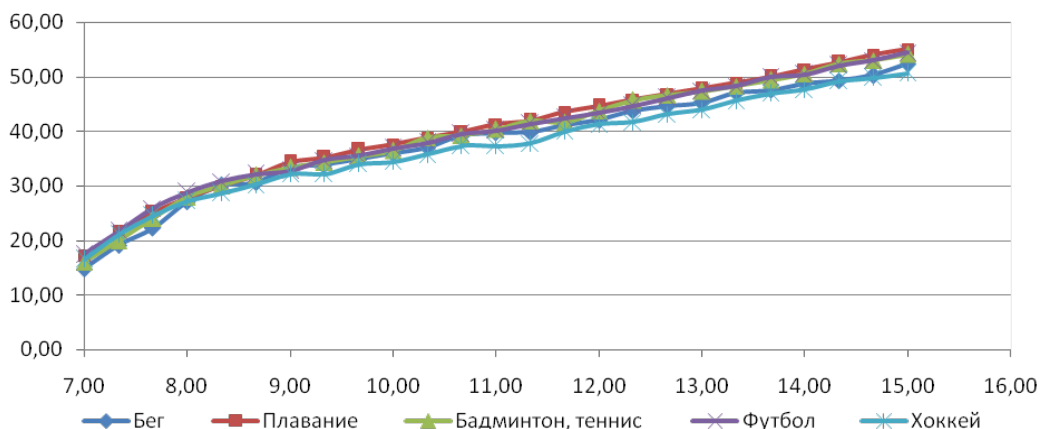


Рис. 1. Динамика потребления кислорода у атлетов в зависимости от скорости бега
Fig. 1. Dynamics of oxygen consumption in athletes depending on running speed

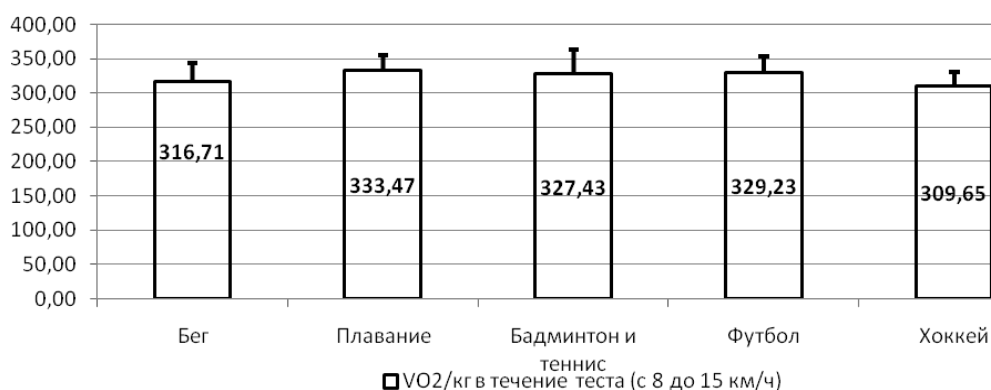


Рис. 2. Объем потребления кислорода за отрезок теста от 8 до 15 км/ч
Fig. 2. Volume of oxygen consumption per test segment from 8 to 15 km/h

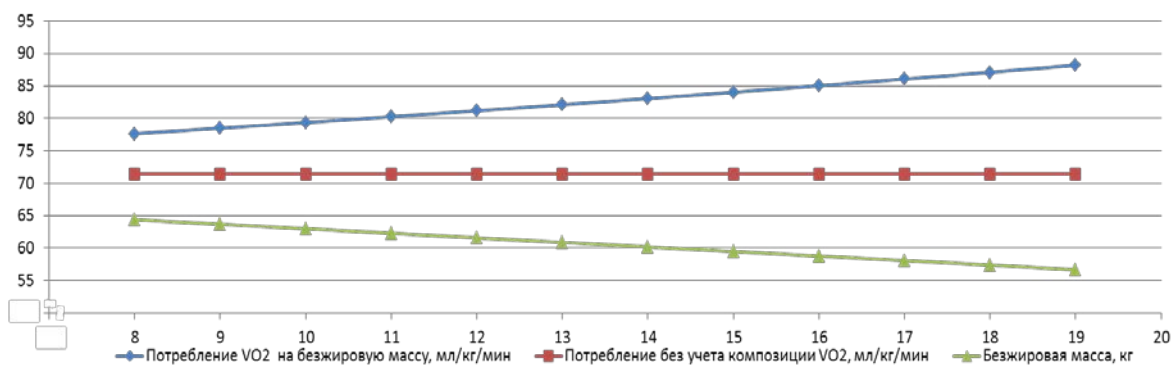


Рис. 3. Относительное потребление кислорода с учетом и без учета жировой массы атлета:
ось абсцисс – процент жира, ось ординат – потребление кислорода в мл/кг/мин
Fig. 3. Relative oxygen consumption with and without athlete's fat mass:
x-axis is the percentage of fat, y-axis is oxygen consumption in ml/kg/min

ровая масса больше, то и расчетная экономичность будет меньше, и наоборот, больше процент жира – меньше потребление кислорода на единицу веса, независимо от скорости бега и уровня потребления кислорода. Именно поэтому нами не отмечалось никакой разницы в потреблении кислорода на разных скоростях.

Заключение. Таким образом, применение расчета потребления кислорода на единицу безжировой массы позволило наиболее точно отразить эффективность технических аспектов реализации бега без применения сложных систем видеонализа с учетом разных составляющих скорости и ускорения общего центра масс и прочих нюансов биомеханической эффек-

тивности. Такой подход не отменяет общепринятые представления оценки эффективности бега, а наоборот, их дополняет. Особенно это важно на этапе начальной спортивной специализации, когда наряду с «физиологическим» становлением атлета и его адаптации к специфике вида спорта можно параллельно отслеживать рациональность работы опорно-двигательного аппарата (техники бега) и своевременно при этом ее корректировать.

Мы считаем, что для большей точности необходимо в перспективе использовать методики, позволяющие определять хотя бы массу звеньев тела, участвующих в исследуемой локомоции. Это позволит более точно производить метаболическую оценку перемещения.

Литература

1. Мясинченко, Е.Б. Развитие локальной мышечной выносливости в циклических видах спорта / Е.Б. Мясинченко, В.Н. Селуянов. – М.: ТВТ Дивизион. – 2005. – Т. 338.
2. Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В.Н. Платонов. – Киев: Олимп. лит. – 2004. – Т. 808. – С. 10.
3. Самсонова, А.В. Взаимосвязь между уровнем МПК и композицией мышечных волокон скелетных мышц человека / А.В. Самсонова, А.А. Крестинина // Труды кафедры биомеханики университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2014. – № 8. – С. 45–51.
4. Arellano, C.J. Partitioning the metabolic cost of human running: a task-by-task approach / C.J. Arellano, R. Kram // *Integr Comp Biol*. – 2014. – Vol. 54 (6). – P. 1084–1098.
5. Epishev V. PIndividual silicone insole design and assessment of effectiveness / V. Epishev, G. Yakovleva, K. Fedorova // *Minerva Ortop Traumatol*. – 2018. – 69 (Suppl. 1, № 3). – P. 55–59. DOI: 10.23736/S0394-3410.17.03853-X
6. Hansen, E.A. The role of stride frequency for walk-to-run transition in humans / E.A. Hansen, L.R. Kristensen, A.M. Nielsen et al. // *Sci Rep*. – 2017. – Vol. 17. – P. 2007–2010.
7. Helgerud, J. Are there differences in running economy at different velocities for well-trained distance runners? / J. Helgerud, O. Støren, J. Hoff // *Eur J Appl Physiol*. – 2010. – Vol. 108 (6). – P. 1099–1105.
8. Huang, T.W. Mechanical and energetic consequences of reduced ankle plantar-flexion in human walking / T.W. Huang, K.A. Shorter, P.G. Adamczyk, A.D. Kuo // *J. Exp Biol*. – 2015. – Vol. 218. – P. 3541–3550.
9. Isaev A. Analysis of gender-specific influence on physical fitness in students / A. Isaev, V. Zalyapin, V. Erlikh, R. Gainullin // *Minerva Ortop Traumatol* 2018. – 69 (Suppl. 1, № 3). – P. 18–25. DOI: 10.23736/S0394-3410.17.03856-5
10. Krahenbuhl, G.S. Running economy: changes with age during childhood and adolescence / G.S. Krahenbuhl, T.J. Williams // *Med Sci Sports Exerc*. – 1992. – Vol. 24 (4). – P. 462–466.
11. Kram, R. Energetics of running: a new perspective / R. Kram, C.R. Taylor // *Nature*. – 1990. – Vol. 19. – P. 265–267.
12. Malina, R.M. Body composition in athletes: assessment and estimated fatness / R.M. Malina // *Clin Sports Med*. – 2007. – Vol. 26 (1). – P. 37–68. McNeill A.R.
13. McNeill, A.R. Energetics and optimization of human walking and running: the 2000 Raymond Pearl memorial lecture / A.R. McNeill // *Am J Hum Biol*. – 2002. – Vol. 14 (5). – P. 641–648.
14. Nevill, M.E. Muscle metabolism and performance During Sprinting / M.E. Nevill, G.C. Bogdanis, L.H. Boobis at al. // *Biochemistry of Exercise IX* / R.J. Maughan, S.M. Shirreffs eds. – Human Kinetics Publ., 1996. – P. 243–259.
15. Preuschoft, H. Biomechanical factors that influence overall body shape of large apes and humans // *Topics in primatology*. – 1992. – T. 3. – P. 259–289.
16. Saibene, F. Biomechanical and physiological aspects of legged locomotion in humans / F. Saibene, A.E. Minetti // *Eur J Appl Physiol*. – 2003. – Vol. 88 (4–5). – P. 297–316.
17. Santos, D.A. Reference values for body composition and anthropometric measurements in athletes / D.A. Santos, J.A. Dawson, C.N. Matias et al. // *PLoS One*. – 2014. – Vol. 15. – P. 1–11.
18. Srinivasan, M. Optimal speeds for walking and running, and walking on a moving walkway / M. Srinivasan // *Chaos*. – 2009. – Vol. 19 (2). – P. 69–77.

Демидов Виктор Александрович, доктор медицинских наук, профессор кафедры медико-биологических дисциплин, Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма. 420010, Республика Татарстан, г. Казань, Деревня Универсиады, 35. E-mail: va-demidov@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-9216-0428.

Мавлиев Фанис Азгатович, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры медико-биологических дисциплин, Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма. 420010, Республика Татарстан, г. Казань, Деревня Универсиады, 35. E-mail: fanis16rus@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8981-7583.

Назаренко Андрей Сергеевич, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой медико-биологических дисциплин, Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма. 420010, Республика Татарстан, г. Казань, Деревня Универсиады, 35. E-mail: Hard@inbox.ru, ORCID: 0000-0002-3067-8395.

Демидова Виктория Викторовна, студентка 4 курса лечебного факультета, Казанский государственный медицинский университет. 420012, Республика Татарстан, г. Казань, улица Бутлерова, 49. E-mail: dimidova@gmail.ru, ORCID: 0000-0002-8070-2322.

Поступила в редакцию 15 сентября 2018 г.

DOI: 10.14529/hsm180401

SOME ASPECTS OF RUNNING EFFICIENCY ASSESSMENT

V.A. Demidov¹, va-demidov@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-9216-0428,

F.A. Mavliev¹, fanis16rus@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8981-7583,

A.S. Nazarenko¹, Hard@inbox.ru, ORCID: 0000-0002-3067-8395,

V.V. Demidova², dimidova@gmail.ru, ORCID: 0000-0002-8070-2322

¹Volga Region State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism, Kazan, Russian Federation,

²Kazan State Medical University, Kazan, Russian Federation

Aim. The article deals with the assessment of the approach to efficiency analysis of the selected locomotion based on the assessment of oxygen consumption per mass unit ($VO_2/kg/km$) in participants with various morphological statuses. **Materials and methods.** We assessed aerobic capacity in male runners (middle and long distances, $n = 7$), orienteering athletes ($n = 7$), hockey players ($n = 17$), football players ($n = 25$), swimmers ($n = 24$), tennis and badminton players ($n = 10$). The participants have a rank from First-Class Athlete to Master of Sport of the Russian Federation. We used load tests with increasing load: 2-minute warm up, test load increasing by 1 km/h per minute starting from 7 km/h, 2-minute cool down. We conducted tests with the help of Cosmos Quasar treadmill and Metalyzer 3B gas analyzer (Germany). **Results.** Athletes from different groups did not demonstrate any statistically significant differences in running efficiency depending on speed. There are no intergroup differences in terms of oxygen consumption during the test. Oxygen consumption at different speeds does not change significantly depending on the kind of sport. Efficiency assessment requires using parameters which do not include fat component. **Conclusion.** The calculation of oxygen consumption per unit of fat-free mass allowed us to reflect most accurately the efficiency of running techniques without complex systems of video analysis and taking into account different speed and acceleration components of the barycenter as well as other details of biomechanical efficiency. This is very important at the beginning of sports specialization when, apart from physiological development and adaptation, it is possible to assess and correct running technique efficiency.

Keywords: aerobic capacity, oxygen consumption, muscle composition, fat-free body mass, running efficiency, athletes.

References

1. Myakinchenko E.B., Seluyanov V.N. *Razvitiye lokal'noy myshechnoy vynoslivosti v tsiklicheskikh vidakh sporta* [The Development of Local Muscular Endurance in Cyclic Sports]. Moscow, TVT Division Publ., 2005. 338 p.
2. Platonov V. *Sistema podgotovki sportsmenov v olimpiyskom sporte. Obshchaya teoriya i eye prakticheskiye prilozheniya* [The System of Athletes Preparing in the Olympic Sport. The General Theory and Its Practical Applications]. Kiev, Olympic Literature Publ., 2004, vol. 808, p. 10.
3. Samsonova A.V., Krestinina A.A. [The Relationship Between the Level of the IPC and the Composition of Muscle Fibers of Human Skeletal Muscles]. *Trudy kafedry biomekhaniki universiteta imeni PF Lesgafta* [Proceedings of the Department of Biomechanics of the Lesgaft PF University], 2014, no. 8, pp. 45–51. (in Russ.)
4. Arellano C.J., Kram R. Partitioning the Metabolic Cost of Human Running: a Task-by-Task Approach. *Integr Comp Biol*, 2014, vol. 54 (6), pp. 1084–1098. DOI: 10.1093/icb/icu033
5. Epishev V., Yakovleva G., Fedorova K. PIndividual Silicone Insole Design and Assessment of Effectiveness. *Minerva Ortop Traumatol*, 2018, vol. 69 (suppl. 1, no. 3), pp. 55–59. DOI: 10.23736/S0394-3410.17.03853-X
6. Hansen E.A., Kristensen A.M., Nielsen M., Voigt P. Madeleine The Role of Stride Frequency for Walk-to-Run Transition in Humans. *Sci Rep*, 2017, vol. 17, pp. 2007–2010.
7. Helgerud J., Støren O., Hoff J. Are There Differences in Running Economy at Different Velocities for Well-Trained Distance Runners? *Eur J Appl Physiol*, 2010, vol. 108 (6), pp. 1099–1105. DOI: 10.1007/s00421-009-1218-z
8. Huang T.W., Shorter K.A., Adamczyk P.G., Kuo A.D. Mechanical and Energetic Consequences of Reduced Ankle Plantar-Flexion in Human Walking. *J. Exp Biol*, 2015, vol. 218, pp. 3541–3550. DOI: 10.1242/jeb.113910
9. Isaev A., Zalyapin V., Erlikh V., Gainullin R. Analysis of Gender-Specific Influence on Physical Fitness in Students. *Minerva Ortop Traumatol*, 2018, vol. 69 (suppl. 1, no. 3), pp. 18–25. DOI: 10.23736/S0394-3410.17.03856-5
10. Krahenbuhl G.S., Williams T.J. Running Economy: Changes with Age During Childhood and Adolescence. *Med Sci Sports Exerc*, 1992, vol. 24 (4), pp. 462–466. DOI: 10.1249/00005768-199204000-00012
11. Kram R., Taylor C.R. Energetics of Running: a New Perspective. *Nature*, 1990, vol. 19, pp. 265–267. DOI: 10.1038/346265a0
12. Malina R.M. Body Composition in Athletes: Assessment and Estimated Fatness. *Clin Sports Med*, 2007, vol. 26 (1), pp. 37–68. DOI: 10.1016/j.csm.2006.11.004
13. Mc Neill A.R. Energetics and Optimization of Human Walking and Running: the 2000 Raymond Pearl Memorial Lecture. *Am J Hum Biol*, 2002, vol. 14 (5), pp. 641–648. DOI: 10.1002/ajhb.10067
14. Nevill M.E., Bogdanis G.C., Boobis L.H. Muscle Metabolism and Performance During Sprinting. *Biochemistry of Exercise IX*, 1996, pp. 243–259.
15. Preuschoft H. Biomechanical Factors that Influence Overall Body Shape of Large Apes and Humans. *Topics in primatology*, 1992, vol. 3, pp. 259–289.
16. Saibene F., Minetti A.E. Biomechanical and Physiological Aspects of Legged Locomotion in Humans. *Eur J Appl Physiol*, 2003, vol. 88 (4–5), pp. 297–316.
17. Santos D.A., Dawson J.A., Matias C.N., Rocha P.M., Minderico C.S., Allison D.B., Sardinha L.B., Silva A.M. Reference Values for Body Composition and Anthropometric Measurements in Athletes. *PLoS One*, 2014, vol. 15, pp. 1–11. DOI: 10.1371/journal.pone.0097846
18. Srinivasan M. Optimal Speeds for Walking and Running, and Walking on a Moving Walkway. *Chaos*, 2009, vol. 19(2), pp. 69–77. DOI: 10.1063/1.3141428

Received 15 September 2018

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Некоторые аспекты оценки эффективности бега / В.А. Демидов, Ф.А. Мавлиев, А.С. Назаренко, В.В. Демидова // Человек. Спорт. Медицина. – 2018. – Т. 18, № 4. – С. 7–13. DOI: 10.14529/hsm180401

FOR CITATION

Demidov V.A., Mavliev F.A., Nazarenko A.S., Demidova V.V. Some Aspects of Running Efficiency Assessment. *Human. Sport. Medicine*, 2018, vol. 18, no. 4, pp. 7–13. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm180401