

REFERENCES

1. Kudyashev, N.H. (2011), "Improving the methods of technical training of young football players based on the implementation of the principle of generalization in training", *Pedagogical-psychological and medical-biological problems of physical culture and sports*, No. 1(18), pp. 1-9.
2. Lerner, V.L., Deryabina, G.I. and Shpichko, A.M. (2018), "Outdoor games in the educational and training process of football players at the stage of initial training", *Psychological and pedagogical journal Gaudeamus*, Vol. 17, No. 2 (36), pp. 46–51.
3. Matveeva, I.S. and Zhuravleva, T.V. (2022), "Improving the methods of technical training of young football players", *Scientific news*, No. 28, pp. 227–229.

Контактная информация: gorbunovmed@mail.ru

Статья поступила в редакцию 02.10.2023

УДК 796.422.14

ФАКТОРНАЯ СТРУКТУРА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭКОНОМИЧНОСТИ БЕГА У КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ БЕГУНОВ НА СРЕДНИЕ ДИСТАНЦИИ

Дмитрий Владимирович Горяинов, соискатель, Ольга Владимировна Ильичёва, кандидат биологических наук, доцент, Московская государственная академия физической культуры, Малаховка

Аннотация

Научная новизна исследования состоит в том, что впервые определена и описана факторная структура экономичности бега квалифицированных бегунов на средние дистанции 20–22 лет, а также произведена группировка спортсменов на основе их индивидуальной факторной структуры экономичности бега, практическая значимость которой состоит в возможности использования данной классификации для последующей разработки методики дифференцированного планирования тренировочной нагрузки бегунов на 1500 м с учетом этих факторов.

Ключевые слова: бегуны на средние дистанции, факторный анализ, индивидуальная факторная структура экономичности бега, энергетические параметры бега, биомеханические параметры бега, нейромышечные параметры бега.

DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2023.10.p68-75

FACTOR STRUCTURE OF INDIVIDUAL PARAMETERS OF RUNNING EFFICIENCY IN QUALIFIED MIDDLE DISTANCE RUNNERS

Dmitry Vladimirovich Goryainov, applicant, Olga Vladimirovna Ilyicheva, candidate of biological sciences, docent, Moscow State Academy of Physical Education, Malakhovka

Abstract

The scientific novelty of the presented research consists in the fact that for the first time the factor structure of the economy of running of qualified runners at medium distances of 20–22 years is determined and described, and also the grouping of athletes is made on the basis of their individual factor structure of the economy of running, the practical significance of which is the possibility of using this classification for the subsequent development of a methodology for differentiated planning of the training load of runners at 1500 m taking into account these factors.

Keywords: middle-distance runners, factor analysis, individual factor structure of running efficiency, energy parameters of running, biomechanical parameters of running, neuromuscular parameters of running.

ВВЕДЕНИЕ

Глубокое изучение возможностей повышения экономичности бега на основе учета факторов, ее обеспечивающих, предполагает установление взаимосвязей между показателями функциональных возможностей, включая энергетические характеристики, биомеханическими параметрами, показателями физической подготовленности и результатами в беге на 1500 м [1, 2, 5]. Мы не включали в исследование факторной структуры

антропометрические и морфологические параметры, воздействие на которое крайне ограничено в рамках тренировочного процесса, или же влияние на них осуществляется опосредовано в условиях развития и совершенствования физических способностей и повышения функциональных возможностей, а, значит, данные параметры являются опосредованными величинами, которыми мы посчитали возможным пренебречь. С этой целью мы провели комплексное обследование спортсменов – легкоатлетов, специализирующихся в беге на 1500 м, имеющих звание КМС или 1 спортивный разряд.

Для выявления скрытых взаимосвязей между показателями функциональных возможностей, биомеханических параметров, физической подготовленности и результатами в беге на 1500 м, а также для формирования индивидуальной факторной структуры обеспечения экономичности бега спортсменов с целью дальнейшей дифференциации тренировочных средств, направленных на повышение экономичности бега, был проведен факторный анализ методом главных компонент показателей комплексного тестирования бегунов на средние дистанции.

Необходимость проведения факторного анализа обусловлена тем, что результативность в беге на средние дистанции детерминирована формированием специфической функциональной системы, составной частью которой, или подсистемой, является определенный спектр и уровни функциональных возможностей, в т. ч., метаболических, кардиореспираторных, биомеханических и нервно-мышечных характеристик, которые в зависимости от этапа спортивной подготовки на 70–100% определяют эффективность соревновательной деятельности спортсменов. Однако, в настоящее время в доступной нам литературе отсутствуют данные относительно компонентов, составляющих индивидуальную структуру экономичности бега, что является лимитирующим фактором при планировании тренировочного процесса, так как, согласно исследованиям [4], спортсмены по-разному реагируют на воздействие отдельных тренировочных средств, например, показано, что плиометрическая тренировка эффективна для повышения экономичности бега одних бегунов и не оказывает заметного влияния на ее изменение у других.

В связи с вышесказанным, целью настоящего исследования являлось определение, как глобальной факторной структуры экономичности бега квалифицированных бегунов на средние дистанции (1500 м), так и индивидуальной.

МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Факторный анализ включал анализ и интерпретацию взаимосвязи показателей энергетических характеристик бега, биомеханических параметров и физической подготовленности бегунов. Согласно требованиям процедуры, при проведении факторного анализа были исключены показатели, относящиеся к одному тесту и коррелирующие между собой согласно процедуре тестирования. При анализе факторных нагрузок использовались достоверные коэффициенты корреляции каждого показателя с отдельным фактором при $p < 0,05$.

Диагностическую ценность переменных определяли в ходе проведения двух этапов корреляционного анализа. На первом этапе для определения значимых факторов экономичности бега проводился корреляционный анализ, в ходе которого выявлялась взаимосвязь между выбранными на основе контент-анализа показателями функциональных возможностей и физической подготовленности, биомеханическими параметрами и показателем экономичности бега, рассчитанном по результатам тестирования в лабораторных и полевых условиях при интенсивности бега выше ПАНО (110%).

На втором этапе осуществлялся расчет рангового коэффициента корреляции между исследуемыми показателями и результатом спортсмена в беге на 1500 м. В расчет принимали достоверные ($p < 0,05$) коэффициенты с диагностической ценностью $r \geq 0,5$. В результате избранной процедуры отобрано 43 показателя, связанных ($0,50 < r < 0,90$) с результатом в беге на 1500 м и экономичностью бега. Если показатель не имел значимой связи с системообразующим фактором на одном из этапов тестирования, то он исключался из

последующего факторного анализа, независимо от результатов корреляционного анализа на другом этапе.

Полученные результаты были обработаны с использованием статистического пакета SPSS. Факторизация корреляционной матрицы производилась посредством метода главных компонент.

В исследовании приняли участие бегуны 20–22 лет, специализирующие в беге на средние дистанции (1500 м) в числе 30 спортсменов, имеющих звание кандидатов в мастера спорта ($n=10$) или 1 спортивный разряд ($n=20$). Средний результат на дистанции 1500 м представленного контингента бегунов – 4'06"11 мин.

Для оценки скоростно – силовых возможностей мышц ног применялась батарея прыжковых тестов, которые выполнялись с помощью контактных матов программно-аппаратного комплекса MuscleLab. Для определения максимальной изометрической силы применялся метод полидинамометрии. Жесткость суставно-связочного аппарата и мышц ног определялась с помощью прыжковых тестов и портативного цифрового устройства – мио-тонометра для пальпации MyotonPRO. Угловые характеристики техники бега определялись в ходе тестирования энергетических параметров в лабораторных и полевых условиях, с этой целью применялось программное обеспечение для анализа движения на основе 2D/3D видео SIMI Motion (SIMI Reality Motion Systems, Unterschleissheim, Germany). Экономичность бега определялась, как по количеству потребленного кислорода при субмаксимальной скорости (VO_2 , мл/кг/мин (при 110% ПАНО), а также по его энергетической стоимости на единицу дистанции (Дж/кг/м).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате математической обработки 43 показателей комплексного тестирования спортсменов была определена структура факторов, определяющих экономичность бега бегунов на средние дистанции (1500 м), позволившая в ходе дальнейших математических вычислений распределить всех спортсменов в несколько групп, с целью последующей дифференциации тренировочной нагрузки с учетом их индивидуальной структуры факторов обеспечения экономичности бега (таблица 1).

В результате факторизации выделено 5 факторов, описывающих 94,7% общей дисперсии выборок. Доля необъясненной дисперсии составила 6,3%. При физиологической интерпретации факторов, отражающих структуру обеспечения экономичности у бегунов на средние дистанции, было установлено следующее.

Наибольший вклад в изменчивость общей дисперсии 43-х исследуемых показателей вносит первый фактор, на который приходится 30,0% общей дисперсии. Данный фактор определяется высокими весовыми нагрузками показателей, характеризующих анаэробное и аэробно-анаэробное обеспечение функций спортсменов (анаэробную и аэробно-анаэробную мощность): наибольшую нагрузку в первом факторе имеют показатели скорости бега на 100 м (-0,798) и 1500 м (-0,900); лактатного порога (0,839); VO_2 при 110% от скорости достижения лактатного порога (0,936); скорость на уровне лактатного порога (-0,926); интенсивность от лактатного порога (0,814); мощность прыжков в тесте Rebound Jump (-0,795); индекс скоростно-силовой выносливости в тесте «серия из 15-ти прыжков (Series Jump)» (-0,877). Тесные ($0,7 < r < 0,9$) зависимости между этими переменными являются следствием общности их энергетического механизма.

Во второй фактор (27,3% общей дисперсии) с наибольшим «весом» вошли показатели, определяющие биомеханические параметры опорно-двигательного аппарата спортсменов и ряда характеристик техники бега (динамические характеристики, биомеханические свойства мышц и суставно-связочного аппарата) и результаты прыжковых тестов, характеризующие, как собственно скоростно-силовые возможности мышц ног, так и состояние эластического корсета в мышцах и суставах ног, в частности: максимальная скорость разгибания колена в фазе замаха (0,925); время контакта (0,879) и время полета (-0,683); жесткость ахиллова сухожилия (-0,851); жесткость медиальной икроножной мышцы в

положении стоя (0,809); жесткость латеральной икроножной мышц при изометрическом сокращении (0,789); жесткость ног (0,659); жесткость коленного сустава (0,689), жесткость голеностопного сустава (-0,703); высота прыжка из приседа (-0,744); высота прыжка с подседом (-0,777); индекс упруго энергии (0,817); индекс Боско (0,844); индекс реактивной силы (-0,888); гибкость подколенного сухожилия (0,610); максимальная изометрическая сила разгибателя бедра (-0,830).

Таблица 1 – Факторная структура экономичности бега у квалифицированных бегунов на средние дистанции (1500 м) (матрица компонентов после вращения по методу Варимакс)

Показатели	Факторы				
	1	2	3	4	5
Скорость бега 100 м, км/ч	-0,798				
Скорость бега 1500 м, км/ч	-0,900				
VO ₂ max, мл/кг/мин					-0,654
ПАНО, ммоль/л	0,839				
VO ₂ , мл/кг/мин (при 110% LT)	0,936				
Скорость на уровне VO ₂ max (vVO ₂ max), км/ч					0,875
Скорость на уровне ПАНО, vLT, км/ч	-0,926				
Интенсивность от ПАНО, LTинт, %	0,814				
Максимальная скорость разгибания колена в фазе замаха, °/с		0,925			
Время контакта, мс		0,879			
Время полета, мс		-0,683			
Угол наклона колена при ударе ногой, °			0,945		
Максимальная скорость разгибания колена в фазе опоры, °/с			-0,862		
Максимальное сгибание колена в фазе контакта (опоры), °			0,811		
Угол наклона бедра при снятии носка, °			0,727		
Макс. подошвенное сгибание лодыжки (во время фазы контакта), °			0,812		
Угол наклона лодыжки при снятии носка, °			0,749		
Максимальная скорость подошвенного сгибания, °/с			-0,945		
Частота шага, кол-во			0,607		
Длина шага, кол-во			0,589		
Жесткость ахиллова сухожилия, Н/м		-0,851			
Жесткость медиальной икроножной мышцы в положении стоя, Н/м		0,809			
Жесткость латеральной икроножной мышц при изометрическом сокращении (среднее для двух ног), Н/м		0,789			
Жесткость ног, Н/м		0,659			
Жесткость коленного сустава, Н/м		0,689			
Жесткость голеностопного сустава, Н/м		-0,703			
Макс. изометрическая сила разгибателя бедра (сред. двух ног), Н/м		-0,830			
Индекс асимметрии силы разгибания бедра				0,850	
Индекс асимметрии силы приведения бедра				0,865	
Повторные прыжки (<i>Rebound Jump</i>) (мощность)	-0,795				
Индекс скоростно-силовой выносливости в тесте «серия из 15-ти прыжков (<i>Series Jump</i>)»	-0,877				
Высота прыжка из приседа (<i>Squat Jump, SQ</i>), см		-0,744			
Высота прыжка с подседом (<i>Counter Movement Jump</i>), см		-0,777			
Индекс упругой энергии		0,817			
Индекс взрывной силы, индекс Боско (в тесте «прыжок из приседа со штангой на плечах»)		0,844			
Индекс реактивной силы (по тесту «прыжок в глубину»)		-0,888			
Высота прыжка с махом рук, см				-0,779	
Высота прыжка с махами рук/высота прыжка без махов рук				-0,813	
Индекс выносливости					-0,667
Пятикратный прыжок, см				-0,723	
8-кратный прыжок с места на правой ноге и левой ноге (среднее), см				-0,703	
Гибкость подколенного сухожилия		0,610			
Статодинамическое равновесие				0,849	
Факторный вес	12,896	11,731	7,899	5,377	2,779
Объясненная дисперсия, вклад факторов в общую дисперсию (94,7%) выборки, %	30,0	27,3	18,4	12,5	6,5

В третий фактор (18,4%) с наибольшим весом вошли факторы, характеризующие кинематические (угловые) биомеханические характеристики бега, а также ряд параметров техники бега (частота и длина шага): угол наклона колена при ударе ногой (0,945); максимальная скорость разгибания колена в фазе опоры (-0,862); угол наклона бедра при снятии носка (0,727); максимальное подошвенное сгибание лодыжки (во время фазы контакта) (0,811); угол наклона лодыжки при снятии носка (0,749); максимальная скорость подошвенного сгибания (-0,945); частота шага (0,607); длина шага (0,589).

В четвертый фактор, который составил 12,5% от общей суммарной дисперсии, вошло 7 показателей, два из которых характеризуют силовую асимметрию ног, пять других – координационные и скоростно-силовые способности, проявляемых комплексно в двигательных действиях: индекс асимметрии силы разгибания бедра (0,850); индекс асимметрии силы приведения бедра (0,865); высота прыжка с махом рук (-0,779), высота прыжка с махами рук/высота прыжка без махов рук (-0,813); пятикратный прыжок (-0,723); 8-кратный прыжок с места на правой ноге и левой ноге (среднее); статодинамическое равновесие (0,849).

Пятый фактор (6,5% общей дисперсии) с наибольшим «весом» вошли три показателя, характеризующих аэробные возможности спортсменов: лактатный порог (ПАНО) (-0,654); скорость на уровне $\dot{V}O_{2max}$ ($v\dot{V}O_{2max}$) (0,875); индекс выносливости (-0,667).

В нашем исследовании факторный анализ использовался не только для анализа выделенных факторов, но также для классификации (группировки) спортсменов по индивидуальным проявлениям отдельных биомеханических, энергетических и функциональных параметров экономичности бега на основе детального анализа факторных значений каждого спортсмена. Выраженность признака определялась по модулю факторных значений, характеризующих определенные способности или качества в нормированном виде (как отклонение случайных величин от среднего, деленного на стандартное отклонение) для каждого спортсмена [3]. Соответственно, спортсмены, которые имели по модулю большие факторные значения в структуре конкретного фактора (сигмальное отклонение выше 1, что характеризует величину отклонения, как «выше среднего»), т. е., в математическом выражении, большее отклонение от средних показателей факторного значения (выше по модулю индивидуальное сигмальное отклонение), были отнесены в группу бегунов, у которых частным дескриптором экономичности бега является данный фактор с определенным набором показателей.

Спортсмены, у которых дескриптором экономичности бега является первый фактор, который был назван нами, согласно вошедшим в него характеристикам, «анаэробная и аэробно-анаэробная мощность», имели факторные значения по модулю от 0,797 до 2,331, причем, один из спортсменов, имел максимальное индивидуальное сигмальное отклонение по всем факторам, которое не превышало единицу, в этой связи, мы выбрали максимальное значение в его индивидуальной структуре значений факторов. Первая группа спортсменов в числе 11, таким образом, имела высокий, или, наоборот, низкий уровень показателей, характеризующих анаэробные и аэробно-аэробные возможности организма, которые лимитируют, или, наоборот, обеспечивают повышение экономичности их функций, не зависимо от этого, воздействие на данные созависимые переменные будет вызывать существенный сдвиг интегральной переменной, отражающей величину экономичности бега. Данное утверждение справедливо в связи с тем, что значения показателей данных спортсменов в пределах фактора существенно отличаются от средних результатов исследуемой выборки бегунов, и, соответственно, свойства, качества и способности, которые идентифицируются через эти показатели, могут являться особо чувствительными к акцентированному тренировочному воздействию.

Вторая группа спортсменов, которая продемонстрировала высокие индивидуальные факторные значения в пределах структуры второго фактора, названного нами «биомеханические параметры бега и скоростно-силовые возможности», была образована при

первичном анализе результатов 10-ю спортсменами, однако, детальный, комплексный анализ таблицы индивидуальных факторных нагрузок, которые варьировали от 0,955 до 2,233, показал, что ряд спортсменов из этой группы имели также показатели с высоким значением по модулю, отнесенные к четвертому фактору, который мы определили как «комплексное проявление координационных и скоростно-силовых способностей, силовая асимметрия» – 7 из 10-ти бегунов (факторные значения от 1,208 до 1,846), более того все, кроме одного, спортсмена, которые имели высокие факторные значения 4-го фактора одновременно попадали в группу с относительно высокими значениями индивидуального сигмального отклонения по переменным, слагающим второй фактор – 7 из 8-ми. В этой связи было принято решение объединить группы спортсменов, имеющих относительно высокие значения показателей 2-го и 4-го фактора в одну.

Третья группа спортсменов, в числе 7, была сформирована из бегунов, которые имели высокие индивидуальные факторные значения (от 0,878 до 2,418) в пределах структуры третьего фактора, получившего название «кинематические характеристики и техника бега».

Следующая группа спортсменов, которая на первичном этапе интерпретации и обоснования результатов факторного анализа являлась пятой, согласно номеру фактора, была образована всего тремя спортсменами, с относительно высокими факторными нагрузками пятого фактора (от 0,811 до 1,219), названного «аэробные возможности». Однако, детализация результатов факторного анализа показала, что два спортсмена из этой группы также имели относительно высокие значения сигмального отклонения по набору переменных первого фактора, т. е. наибольшее по модулю индивидуальное факторное значение в сравнении с другими выделенными факторами. В этой связи, было принято решение объединить группы спортсменов, результаты тестирования которых характеризовались структурой взаимосвязей первого и пятого факторов.

В результате были образованы три экспериментальные группы спортсменов:

- первая, объединенная группа, в которую вошли 12 бегунов, получившая название «энергетические факторы обеспечение экономичности бега»;
- вторая, объединенная группа, сформированная из 11 спортсменов, названная «нейромышечные факторы экономичности бега»;
- третья группа, сформированная 7-ью спортсменами, названная «кинематические характеристики и техника бега».

В таблице 2 представлена факторная структура экономичности бега бегунов на средние дистанции (1500 м) и группировка спортсменов, согласно индивидуальным факторным значениям (индивидуальные сигмальные отклонения).

Таблица 2 – Глобальные и частные дескрипторы экономичности бега бегунов на средние дистанции (1500 м), полученные по результатам факторного анализа

№ фактора	Название фактора	Показатели, образовавшие фактор	Группы спортсменов (+показатели)
1	«Анаэробная и аэробно-анаэробная мощность» 30,0%	Скорость бега 100 м, км/ч Скорость бега 1500 м, км/ч VO ₂ max, мл/кг/мин ПАНО, ммоль/л VO ₂ , мл/кг/мин (при 110% LT) Скорость на уровне VO ₂ max (vVO ₂ max), км/ч Скорость на уровне ПАНО vLT, км/ч Интенсивность от ПАНО LTинт, % Повторные прыжки (Rebound Jump) (мощность) Индекс скоростно-силовой выносливости в тесте «серия из 15-ти прыжков (Series Jump)»	Объединенная группа (фактор 1 + фактор 5) – 12 спортсменов: «Энергетические факторы обеспечение экономичности бега» + VO ₂ max, мл/кг/мин Скорость на уровне VO ₂ max (vVO ₂ max), км/ч Индекс выносливости

№ фактора	Название фактора	Показатели, образовавшие фактор	Группы спортсменов (+показатели)
2	«Биомеханические параметры бега и скоростно-силовые возможности» 27,3%	Максимальная скорость разгибания колена в фазе замаха, °/с Время контакта, мс Время полета, мс Жесткость медиальной икроножной мышцы в положении стоя, Н/м Жесткость латеральной икроножной мышц при изометрическом сокращении (среднее для двух ног), Н/м Жесткость ног, Н/м Жесткость коленного сустава, Н/м Жесткость голеностопного сустава, Н/м Максимальная изометрическая сила разгибателя бедра (сред. двух ног), Н/м Высота прыжка из приседа (Squat Jump, SQ), см Высота прыжка с подседом (Counter Movement Jump), см Индекс упругой энергии Индекс взрывной силы, индекс Боско (в тесте «прыжок из приседа со штангой на плечах») (по тесту «прыжок в глубину») Гибкость подколенного сухожилия	Объединенная группа (фактор 2 + фактор 4) – 11 спортсменов: «Нейромышечные факторы экономичности бега» + Индекс асимметрии силы разгибания бедра Индекс асимметрии силы приведения бедра Высота прыжка с махом рук, см Высота прыжка с махами рук/высота прыжка без махов рук Индекс выносливости Пятикратный прыжок, см 8-кратный прыжок с места на правой ноге и левой ноге (среднее), см Гибкость подколенного сухожилия Статодинамическое равновесие
3	«Кинематические характеристики и техника бега» 18,4%	Угол наклона колена при ударе ногой, ° Максимальная скорость разгибания колена в фазе опоры, °/с Максимальное сгибание колена в фазе контакта (опоры), ° Угол наклона бедра при снятии носка, ° Максимальное подошвенное сгибание лодыжки (во время фазы контакта), ° Угол наклона лодыжки при снятии носка, ° Максимальная скорость подошвенного сгибания, °/с Частота шага, кол-во Длина шага, кол-во	«Кинематические характеристики и техника бега» 7 спортсменов
4	«Комплексное проявление координационных и скоростно-силовых способностей, силовая асимметрия» 12,5%	Индекс асимметрии силы разгибания бедра Индекс асимметрии силы приведения бедра Высота прыжка с махом рук, см Высота прыжка с махами рук/высота прыжка без махов рук Индекс выносливости Пятикратный прыжок, см 8-кратный прыжок с места на правой ноге и левой ноге (среднее), см Гибкость подколенного сухожилия Статодинамическое равновесие	
5	«Аэробные возможности» 6,5%	VO ₂ max, мл/кг/мин Скорость на уровне VO ₂ max (vVO ₂ max), км/ч Индекс выносливости	

ВЫВОДЫ

Так, проведенный факторный анализ позволил не только определить факторную структуру экономичности бега бегунов на средние дистанции 20–22 лет, но и выполнить группировку спортсменов, согласно индивидуальной факторам обеспечения экономичности бега, что явилось основой для последующей разработки методики дифференцированного планирования тренировочной нагрузки бегунов на 1500 м с учетом этих факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кряжев В.Д. Математический анализ биоэнергетики мировых рекордов в беге на средние дистанции / С.В. Кряжев, Ф.В. Ростовцев // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2020.

– № 4 (182). – С. 244–249.

2. Попов А.Г. Параметры бега на средние дистанции у юных спортсменов как фактор эффективности реализации их двигательных возможностей / А.Г. Попов, В.А. Кудинова, Е.Г. Саакян // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2020. – № 3 (121). – С. 355–358.

3. Самсонова, А.В. Факторный анализ. Направления применения и неиспользованные возможности / А.В. Самсонова // Вестник Балтийской Педагогической Академии. – 2005. – Вып. 62. – С. 67–75.

4. Determinants of performance in 1,500-m runners / A. Ferri, S. Adamo, A. La Torre [et al.] // Eur J Appl Physiol. – 2011. – No. 2. – P. 556–565.

5. Running economy and performance. High and low intensity efforts during training and warm-up / F.G.M. Mayoralas, J.F.J. Díaz, D.J. Santos-García [et al.] // A bibliographic review, Archivos de Medicina del Deporte. – 2018. – Vol. 35. – P. 108–116.

REFERENCES

1. Kryazhev V.D. and Rostovtsev F.V (2020), “Mathematical analysis of bioenergetics of world records in middle-distance running”, *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*, No. 4 (182), pp. 244–249.

2. Popov, A.G., Kudinova V.A. and Sahakyan, E.G. (2020), “Parameters of middle-distance running in young athletes as a factor of the effectiveness of the realization of their motor capabilities”, *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*, No. 3 (121), pp. 355–358

3. Samsonova, A.V. (2005), “Factor analysis. Directions of application and unused opportunities”, *Bulletin of the Baltic Pedagogical Academy*, Issue 62, p. 67–75.

4. Ferri, A., Adamo, S., La Torre, A., Marzorati, M., Fletcher, D.J., Esau, S. P. and Macintosh, B.R. (2009), “Determinants of performance in 1,500-m runners Economy of running: beyond the measurement of oxygen uptake”, *Journal of applied physiology*, No. 107 (6), pp. 1918–1922.

5. Mayoralas, F.G.M., Díaz, J.F.J., Santos-García, D.J., Castellanos, R.B., Yustres I. and González-Rave, J.M.A. (2018), “Running economy and performance. High and low intensity efforts during training and warm-up”, *A bibliographic review, Archivos de Medicina del Deporte*, Vol. 35, pp. 108–116.

Контактная информация: ilichovao@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 16.10.2023

УДК 796.012.6

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕХНИКИ ПРИСЕДАНИЯ У МАЛЬЧИКОВ 11–15 ЛЕТ РАЗНОГО ТИПА ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ

Ирина Николаевна Гребенникова, кандидат биологических наук, доцент, **Егор Константинович Гребенников**, ассистент, **Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск**

Аннотация

Введение. Выявлено, что почти три четверти начинающих заниматься в тренажерных залах молодых людей выполняют приседания с нарушениями, связанной с техникой выполнения упражнения. **Цель исследования:** изучение кинематики и нагрузки на суставы мальчиков 11–15 лет при выполнении упражнения «приседания» в зависимости от типа конституции. **Организация исследования.** Обследованы мальчики 11–15 лет, обучающиеся в школах г. Новосибирск в количестве 287 человек. **Результаты исследования и их обсуждение.** Приводятся кинематические характеристики техники приседания у мальчиков 11–15 лет разного типа телосложения. Биомеханические характеристики определялись с помощью программы CV-тренинг, использующую технологии компьютерного зрения, которая позволяет анализировать технику выполнения двигательного действия и определять силу воздействия на необходимые ключевые точки на теле человека. **Выводы.** Изучение результатов данного исследования помогут правильно обучать мальчиков выполнению данного двигательного действия.

Ключевые слова: техника приседания, мальчики 11–15 лет, соматотип, кинематические характеристики.