УДК 612.176.4:796+612.227:796 **DOI: 10.14526/2070-4798-2020-15-1-152-157**

Функциональное состояние спортсменов при тестирующих нагрузках

Ванюшин Ю.С.[1]*, Елистратов Д.Е.[1], Ишмухаметова Н.Ф.[1], Галимов Д.Р.[2], Ильин С.Н.[3]

[1] Казанский государственный аграрный университет
г. Казань, Россия
*ORCID: 0000-0003-2667-6124, kaf.fv.kgau@mail.ru**
ORCID: 0000-0002-9018-1989, Dima-e-87@mail.ru
ORCID: 0000-0003-4256-4368, inellyaf@mail.ru
[2] Казанский (Приволжский) федеральный университет
г. Казань, Россия
ORCID: 0000-0002-4618-6328, dinar-06@mail.ru
[3] Казанский государственный архитектурно-строительный университет
г. Казань, Россия
ORCID: 0000-0002-2997-8788, sergei89063203767@gmail.com

Аннотация: Использование тестирующих нагрузок для определения функционального состояния и выявление функциональных возможностей организма спортсменов необходимо с целью повышения качества учебно-тренировочного процесса и достижения спортсменами высоких спортивных результатов. ***Материалы.*** Выявление тестирующих нагрузок различной физиологической направленности и мощности для определения функционального состояния организма спортсменов. ***Методы исследования***. Анализ и обобщение научной литературы, метод тетраполярной грудной реографии по W.G. Kubicek с соавт. (1966), тестирование, методы математической статистики. ***Результаты.*** Проведенное исследование показало, что при активном изменении положения тела целый комплекс показателей кардиореспираторной системы принимает участие в компенсаторно-приспособительных реакциях организма спортсменов, и среди них нельзя выделить ведущий фактор в адаптации организма. Поэтому значение предлагаемой физической нагрузки нивелируется полученными результатами исследования, свидетельствующими о невысокой значимости данной нагрузки. Использование последних двух нагрузок для выявления особенностей в деятельности организма спортсменов приобретает важное научно-практическое значение как дополнительный фактор контроля за функциональным состоянием спортсменов и внесения изменений в режим тренировочных занятий. При определении функционального состояния организма спортсмена целесообразно ориентироваться на тестирующие нагрузки динамического характера. В этом случае выявляются их индивидуальные особенности, связанные с приспособительными отношениями между компонентами кардиореспираторной системы, проявляющиеся в разнообразных вариантах реагирования, которые зависят от возрастных особенностей, видов спорта и мощности используемых физических нагрузок. ***Заключение.*** Выявление значения тестирующих нагрузок для последующего их использования будет способствовать правильному построению учебно-тренировочного процесса.

Ключевые слова: тестирующие физические нагрузки, мощность работы, велоэргометр, функциональное состояние.

Для цитирования: Ванюшин Ю.С., Елистратов Д.Е., Ишмухаметова Н.Ф., Галимов Д.Р., Ильин С.Н. Функциональное состояние спортсменов при тестирующих нагрузках. Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2020; 15(1): 152-157. DOI: 10.14526/2070-4798-2020-15-1-152-157

Functional state of athletes during testing loads

Yuriy S. Vanyushin[1]*, Dmitriy E. Elistratov[1], Naylya F. Ishmukhametova[1], Dinar R. Galimov[2], Sergey N. Ilyin[3]

[1]*Kazan State Agrarian University*
Kazan, Russia
*ORCID: 0000-0003-2667-6124, kaf.fv.kgau@mail.ru**
ORCID: 0000-0002-9018-1989, Dima-e-87@mail.ru
ORCID: 0000-0003-4256-4368, inellyaf@mail.ru
[2]*Kazan (Volga region) Federal University*
Kazan, Russia
ORCID: 0000-0002-4618-6328, dinar-06@mail.ru
[3]*Kazan State University of Architecture and Construction*
Kazan, Russia
ORCID: 0000-0002-2997-8788, sergei89063203767@gmail.com

Abstract: Testing loads use for functional state determination and functional abilities of athletes' organism revelation is necessary in order to improve the quality of educational-training process and to achieve high sports results. ***Materials.*** Testing loads of different physiological orientation and power revelation for athletes' functional state determination. ***Research methods.*** Information sources analysis and summarizing, tetrapolar chest rheography method according to W.G. Kubicek with other authors, testing, mathematical statistics method. ***Results.*** The held research showed that in terms of active body position change the whole complex of cardiorespiratory system indices takes part in compensatory-adaptive reactions of athletes' organisms. Among them it is impossible to define the leading factor in organism adaptation. That is why the importance of the offered physical load is leveled by the received research results. They prove low importance of this load. The last two loads use for the peculiarities revelation in the activity of athletes' organism gains important scientific-practical meaning as an additional factor of control over athletes' functional state and the changes introduction into the regimen of the training lessons. During the functional state determination it is reasonable to take into account the testing loads of dynamic character. In this case their individual characteristics are revealed. They are connected with adaptive relations between the components of cardiorespiratory system and demonstrated in different variants of reaction. They depend on age-related peculiarities, kinds of sport and the power of the used physical loads. ***Conclusion.*** Testing loads meaning revelation for their further use would provide correct educational-training process organization.
Keywords: testing physical loads, work capacity, bicycle ergometer, functional state.

For citation: Yuriy S. Vanyushin*, Dmitriy E. Elistratov, Naylya F. Ishmukhametova, Dinar R. Galimov, Sergey N. Ilyin. Functional state of athletes during testing loads. Russian Journal of Physical Education and Sport. 2020; 15(1): 152-157. DOI: 10.14526/2070-4798-2020-15-1-152-157

ВВЕДЕНИЕ

П.К. Анохин предложил рассматривать деятельность человека с позиций физиологии и психологии в рамках единой функциональной архитектуры, ориентируясь на функциональную систему как на «замкнутое физиологическое образование с непрерывной обратной информацией об успешности такого приспособительного действия» [1]. По его мнению, функциональное состояние – это сложная системная реакция, динамически изменяющаяся в процессе деятельности и являющаяся результатом взаимодействия функциональных систем организма человека. Следовательно, функциональное состояние необходимо рассматривать как результат динамического взаимодействия организма с внешней средой, отражающий состояние «организованного целого». В настоящее время функциональное состояние представляет собой функциональный фон или фактор, определяющий в значительной степени поведение человека, его возможности (в том числе трудовые и связанные с выполнением физических упражнений) и отражающий особенности процессов регулирования в норме и в патологии [2,3]. В этом случае рассматривается фоновая активность, в условиях которой осуществляется деятельность.

Применение различных тестирующих нагрузок, моделирующих различные стороны среды, является одним из принципов, заложенных в начале прошлого столетия И.П. Павловым (1999) [4]. С их помощью может быть получена информация по объективной характеристике функционального состояния

организма [5]. Таким тестом может быть изменение положения тела в пространстве. Это естественная, не связанная с использованием каких-либо дополнительных усилий функциональная проба, она является моделью повседневных нагрузок человека, а также результатом вегетативной регуляции. В связи с этим для получения достоверной оценки адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы как составной части кардиореспираторной системы применяются различные пробы с изменением положения тела. Кроме того, в медицинских и биологических исследованиях получили распространение двигательные действия, обладающие высокой диагностической ценностью. В этом случае общепринятой и предпочтительной считается велоэргометрия, благодаря которой возникает возможность получения физиологической информации во время самой работы [6].

Цель исследования – выявить тестирующие нагрузки различной физиологической направленности и мощности для определения функционального состояния организма спортсменов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При активной смене положения тела обследовалась группа спортсменов мужского пола в возрасте 22-26 лет в количестве 20 человек. Средняя длина тела – 175,45 см, средняя масса – 73,90 кг. Все испытуемые обладали ортостатической устойчивостью, и у них на первой минуте положения лежа, сидя и стоя методом тетраполярной грудной реографии по W.G. Kubicek с соавт. (1966) записывались дифференциальная реограмма и электрокардиограмма для определения ударного и минутного объемов крови, а также частоты сердцебиений [11-13]. При работе на велоэргометре постепенно повышающейся мощности до 200 Вт принимали участие спортсмены мужского пола в возрасте от 18 до 53 лет в количестве 108 человек, занимающиеся различными видами спорта и имеющие спортивную квалификацию от мастера спорта до 2 разряда. Помимо этого обследовалась группа спортсменов мужского пола в количестве 12 человек в возрасте 19-44 лет, имеющих высокие тотальные размеры тела.

В медико-биологических исследованиях нашли применение следующие тестирующие нагрузки, которые мы использовали в работе [7,8,9,10]. Естественное, не связанное с использованием каких-либо дополнительных усилий, активное изменение положения тела в пространстве (активный ортостаз), являющееся результатом вегетативной регуляции, и работа на велоэргометре постепенно повышающейся мощности с точной дозировкой физической нагрузки, благодаря которой возникает возможность получения физиологической информации во время самой двигательной деятельности. Все эти тестирующие нагрузки находят широкое применение в обследовании спортсменов при изучении физиологических механизмов адаптации и с целью внесения изменений в учебно-тренировочный процесс для достижения спортсменами высоких спортивных результатов в избранном виде спорта [8,9].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Самой простой и доступной тестирующей нагрузкой является активное изменение положения тела, или активная ортостатическая проба, применяемая для выявления сдвигов в сердечно-сосудистой системе и для наблюдения за восстановительными процессами в организме спортсмена. Для выяснения сдвигов в начальный период активного изменения положения тела нами применялась ортостатическая проба, в результате которой было установлено, что при переходе из положения лежа в положение стоя, названное частичным ортостазом, в течение первой минуты после смены положения тела МОК изменяется на достоверную величину (таблица 1). В первые десять секунд это было связано с изменениями УОК и ЧСС, а в конце первой минуты – со сдвигами только в частоте сердцебиений. В связи с этим мы выделяем две фазы компенсаторных реакций сердечного выброса. Первая – продолжительностью от начала исследования до десяти секунд, характеризуется резко выраженной тахикардией

и снижением УОК.

Вторая фаза (50-60 с) проявляется в стабилизации ударного выброса и уменьшении частоты сердцебиений. Все это нашло отражение

Таблица 1 – Показатели деятельности сердца в группе спортсменов в начальный период активного изменения положения тела

Показатели	Положение испытуемого				
	Лежа	Сидя		Стоя	
		0-10 с	50-60 с	0-10 с	50-60 с
УОК, мл	109.84* 3.34	93.93* 3.65	91.77 3.88	91.43^{O} 3.17	77.37^{O} 3.04
ЧСС, уд/мин	67.84* 2.04	86.97^{*+} 2.45	74.74^{+X} 2.63	87.80^{X} 2.18	85.85 2.82
МОК, л/мин	7.39* 0.47	8.30^{*+} 0.39	6.81^{+X} 0.33	8.13^{XO} 0.46	6.16^{O} 0.32

Примечание. *, $^{+}$, ^{X}, ^{O} – статистическая достоверность различий между одними и теми же показателями, но при различных положениях тела и промежутках времени

При переходе в положение стоя изменения в величине сердечного выброса связаны только с достоверными сдвигами в показателе УОК, а хронотропная реакция сердца не является ведущей в поддержании МОК. В этом случае также можно выделить две фазы компенсаторных сдвигов: первая (0-10 с) отмечается достоверным увеличением хронотропной реакции сердца и неизменностью ударного объема, а вторая (50-60 с) – обратными явлениями. Следовательно, в первые секунды изменения положения тела возникают первичные эффекты, а в дальнейшем – вторичные, компенсаторные, направленные на устранение первичных изменений кровообращения и тем самым на сохранение циркуляторного гомеостаза.

Работа на велоэргометре постепенно повышающейся мощности до 200 Вт привела к тому, что проявилась одна из реакций кардиореспираторной системы: инотропная, хронотропная, респираторная или смешанная (хронотропно-респираторная, инотропно-респираторная) (таблица 2). Из этих реакций наиболее оптимальной является реакция, связанная с увеличением инотропной функции сердца, так как может способствовать повышению физической работоспособности и спортивных результатов за счет роста функционального резерва систем кровообращения и дыхания. Нагрузка мощностью 3 Вт/кг, которую мы отнесли к нагрузкам максимальной мощности, способствовала выявлению смешанного типа реакции: хронотропно-респираторного; инотропно-респираторного (таблица 3), что свидетельствует о дополнительных механизмах по обеспечению организма кислородом при двигательной деятельности, требующих значительных энергетических затрат.

Таблица 2 – Типы реакции кардиореспираторной системы в группах спортсменов при велоэргометрической нагрузке мощностью в 200 Вт.

Тип реакции	Показатели		
	ЧСС, уд/мин	УОК, мл	МОД, л
Инотропный	141.83±	147.53±	58.51±
Хронотропный	169.34±	103.962.59	63.04±
Респираторный	149.42±	112.11±	78.71±

Хронотропно-респираторный (ЧСС – МОД)	173.62±	111.88±	84.35±
Инотропно-респираторный (УОК – МОД)	146.74±	144.75±	86.83±

Таблица 3 – Типы реакции кардиореспираторной системы в группах спортсменов при велоэргометрической нагрузке мощностью 3 Вт/кг

Тип реакции	Показатели		
	ЧСС, уд/мин	УОК, мл	МОД, л/мин
Инотропный	146.34±4.15	135.29±3.93	60.37±2.06
Респираторный	157.89±5.61	119.55±3.27	85.63±3.17
Хронотропно-респираторный (ЧСС – МОД)	171.46 ±	107. 67 ±	84.60 ±
Хронотропно-инотропно-респираторный (ЧСС – УОК – МОД)	184.09 ±	149.70 ±	95.76 ±

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что при активном изменении положения тела, которое мы относим к минимальной физической нагрузке, целый комплекс показателей кардиореспираторной системы принимает участие в компенсаторно-приспособительных реакциях организма спортсменов, и среди них нельзя выделить ведущий фактор в адаптации организма. Поэтому значение предлагаемой физической нагрузки нивелируется полученными результатами исследования, свидетельствующими о невысокой значимости данной нагрузки. Использование последних двух нагрузок для выявления особенностей в деятельности организма спортсменов приобретает важное научно-практическое значение как дополнительный фактор контроля за функциональным состоянием спортсменов и внесения изменений в режим тренировочных занятий. При определении функционального состояния организма спортсмена целесообразно ориентироваться на тестирующие нагрузки динамического характера. В этом случае выявляются их индивидуальные особенности, связанные с приспособительными отношениями между компонентами кардиореспираторной системы, проявляющиеся в разнообразных вариантах реагирования, которые зависят от возрастных особенностей, видов спорта и мощности используемых физических нагрузок. Следовательно, выявление значения тестирующих нагрузок для последующего их использования будет способствовать правильному построению учебно-тренировочного процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ванюшин, Ю.С. Кардиореспираторная система в онтогенезе при адаптации к функциональным нагрузкам : Монография / Ю. С. Ванюшин, Р. Р. Хайруллин. – Казань : Отечество, 2016. – 200 с.

2. Елистратов, Д. Е. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы при физической нагрузке / Д. Е. Елистратов // Актуальные проблемы физической культуры и спорта в современных социально-экономических условиях : материалы Международной научно-практической конференции. – Чебоксары : ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА, 2016. – С. 209-212.

Стрельцова, Л. И. Возрастные изменения вариабельности ритма сердца при различной инсулиночувствительности и длине теломеров / Л. И. Стрельцова, О. Н. Ткачева, Е. Н. Дудинская, Д. У. Акашева, Е. В. Плохова, И. Д. Стражеско, С. А. Бойцов // Кардиология. – 2017. – Т. 57, № 7. – С. 52-60.

3. Ashley E.A., Kardos A., Ashley E.A., Jack E.S. Angiotensis-converting enzyme genotype predicts cardiac and autonomic responses to prolonged exercise // J. Am. Coll. Cardiol. – 2006. – V.48. – № 3. – P. 523-531.

4. Vanyshin Y.S., Khairullin R.R., Elistratov D.E., Tazieva Z.N. Value of Testing Loads in Determining the Functional State of the Athletes

Body // International Journal of Computational Intelligence Systems, С. 808-810.

5. Vanyshin Y.S., Khairullin R.R., Elistratov D.E., Fedorov N.A. Cardiac Output and its Components Among Young Athletes During Functional Loads // International Journal of Computational Intelligence Systems, С. 756-758.

6. Hopkins S.R. The lung maximal exercise: insights from comparative physiology // Clin. Chest. Med. – 2005, Sep. – Vol. 26, N3. – P. 459-468.

7. Kubicek W.G., Karnegis I.N., Patterson R.P. et. al. Development and evalution of an impedance cardic output system // Aerosp. Med. – 1966. – V. 37. – № 12. – p. 1208-1212.

8. Ali A., Caine M.P., Snow B.G. Graduated compression stockings: Physiological and perceptual responses during and after exercise. *Journal of Sports Sciences*. 2007; 25: 413-419.

9. Goh S., Laursen P.B., Dascombe B., Nosaka K. Effect of lower body compression garments on submaximal and maximal running performance in cold (10°Menetrier A., Mourot L., Bouhaddi M., Regnard J., Tordi N. Compression sleeves increase tissue oxygen saturation but not running performance. *International Journal of Sports Medicine*. 2011; 32: 864-868.

10. Sperlich B., Haegele M., Achtzehn S., Linville J., Holmberg H.C., Mester J. Different types of compression clothing do not increase sub-maximal and maximal endurance performance in well-trained athletes. *Journal of Sports Sciences*. 2010; 28: 609-614.

11. Sperlich B., Haegele M., Kruger M., Schiffer T., Holmberg H.C., Mester J. Cardio-respiratory and metabolic responses to different levels of compression during submaximal exercise. *Phlebology*. 2011; 26: 102-106.

12. Ванюшин Ю.С., Федоров Н.А., Хузина Г.К., Яруллин А.Г. Критерии биологической надежности растущего организма и взрослых спортсменов. *Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта*. 2019; 14(2): 97-102. DOI: 10.14526/2070-4798-2019-14-2-97-102.

13. Ванюшин Ю.С., Федоров Н.А. *Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта*. 2017; 12(1): 160-166. DOI: 10.14526/01_2017_196.

Статья поступила в редакцию: 10.02.2020

Ванюшин Юрий Сергеевич *– доктор биологических наук, профессор, Казанский государственный аграрный университет, 420015, Россия, г. Казань, ул. Карла Маркса, дом 65, e-mail: kaf.fv.kgau@mail.ru*

Елистратов Дмитрий Евгеньевич *– кандидат биологических наук, доцент, Казанский государственный аграрный университет, 420015, Россия, г. Казань, ул. Карла Маркса, дом 65, e-mail: Dima-e-87@mail.ru*

Ишмухаметова Найля Фаритовна *– старший преподаватель, Казанский государственный аграрный университет, 420015, Россия, г. Казань, ул. Карла Маркса, дом 65, e-mail: inellyaf@mail.ru*

Галимов Динар Рашитович *– преподаватель, Казанский (Приволжский) федеральный университет, 420008, Россия, г. Казань, ул. Кремлевская, дом 18, e-mail: dinar-06@mail.ru*

Ильин Сергей Николаевич *– старший преподаватель, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, 420043, Россия, г. Казань, ул.Зеленая, дом 1, e-mail: sergei89063203767@gmail.com*