

УДК: 796.01:612

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ КАК ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ

Ванюшин Ю.С., Ванюшин М.Ю.

ФГОУ ВПО «Казанский государственный аграрный университет»,
Казань, e-mail: info@kazgau.ru

Изучены показатели кардиореспираторной системы спортсменов разного возраста, занимающихся видами спорта на выносливость, при нагрузке повышающейся мощности. Для сбора необходимой информации использовался разработанный нами комплексный подход, состоящий в регистрации возможно большего количества синхронно фиксируемых и сопоставимых показателей, принимающих активное участие в обеспечении организма кислородом. Нами одновременно регистрировались дифференциальная реограмма, электрокардиограмма, определялись показатели внешнего дыхания и газообмена. В качестве физической нагрузки применялась работа на велоэргометре ступенчато-повышающейся мощности от 50 до 200 Вт. Показано, что динамика этих показателей разная, зависящая от величины нагрузки. В группе подростков и спортсменов 36–60 лет физическая нагрузка обеспечивалась большим напряжением кардиореспираторной системы. Для суждения о реакциях организма спортсменов при нагрузках рекомендуется использовать коэффициент комплексной оценки, состоящий из показателей кардиореспираторной системы.

Ключевые слова: адаптация, сердечно-сосудистая и дыхательная системы, нагрузка повышающейся мощности, спортсмены, кардиореспираторная система

INTERRELATION BETWEEN INDICES OF CARDIORESPIRATORY SYSTEM AS INNOVATIVE WAY TO ASSESS FUNCTIONAL OPPORTUNITIES OF SPORTSMEN

Vanyushin Y.S., Vanyushin M.Y.

Kazan State Agrarian University, Kazan, e-mail: info@kazgau.ru

The indices of cardiorespiratory system of sportsmen of different age and doing endurance kinds of sport during the ascending intensity of the physical exercise have been researched. To collect necessary information we developed and used a complex approach that involves registration of bigger numbers of synchronously fixed and comparable indices that take an active part to provide the body with oxygen. We registered differential rheogram, electrocardiogram, indices of external breath and gas exchange at the same time. As a physical load we used exercises on veloergometer of gradually increasing power from 50 to 200 Watt. It has been revealed that the dynamics of those indices is different and depends on the intensity of the physical exercise. In the group of teenagers and sportsmen aged between 36 and 60 the physical load has been provided by bigger intensity of cardiorespiratory system. To estimate the reactions of sportsmen's bodies during the physical exercises it is recommended to use a coefficient of complex estimation involving cardiorespiratory system's indices.

Keywords: adaptation, cardiovascular and respiratory systems, ascending intensity of physical exercise, sportsmen, cardiorespiratory system

В адаптации организма к физическим нагрузкам принимают участие различные системы, которые, по мнению Н.Д. Граевской с соавт. [8], «на основе интимных механизмов образуют взаимосвязь систем и органов для достижения конкретной цели в данном виде деятельности». Особое значение при этом имеет адаптация тех систем и функций, которые считаются ведущими в избранном виде спорта, объединенных характером двигательной деятельности [1, 10].

Целью настоящего исследования явилось изучение параметров кардиореспираторной системы у спортсменов разного возраста, занимающихся видами спорта на выносливость, во время нагрузки повышающейся мощности и введение показателя, учитывающего функциональные возможности спортсменов.

Методы и организация исследования

Исследования проводились в лаборатории функциональной диагностики на кафедре «Физическое

воспитание» Казанского государственного аграрного университета.

Для сбора необходимой информации использовался разработанный нами комплексный подход, состоящий в регистрации возможно большего количества синхронно фиксируемых и сопоставимых показателей, принимающих активное участие в обеспечении организма кислородом [4, 5, 6]. В связи с этим нами одновременно регистрировались дифференциальная реограмма, ЭКГ, определялись показатели внешнего дыхания и газообмена. В качестве физической нагрузки применялась работа на велоэргометре ступенчато-повышающейся мощности без пауз отдыха от 50 до 200 Вт.

В исследованиях принимали участия спортсмены мужского пола в возрасте 15–60 лет, в количестве 103 человек, имеющие спортивную квалификацию от мастера спорта до 1-го разряда, которые были распределены на 4 группы: 1 – подростки 15–16 лет (11 чел.), 2 – юноши 17–21 лет (22 чел.), 3 – мужчины 22–35 лет (20 чел.), 4 – мужчины 36–60 лет (19 чел.), занимающиеся видами спорта на выносливость.

Результаты исследований и их обсуждение

Как показали результаты наших исследований [2, 3, 5, 7], имеются различные

механизмы, обеспечивающие в достаточной степени организм кислородом при мышечной деятельности и зависящие от возраста спортсменов. К наиболее совершенным можно отнести механизмы, связанные с увеличением показателей минутного объема крови (МОК) и коэффициента использования кислорода (КИО₂), которые по результатам наших исследований характерны для групп юношей и взрослых спортсменов, а для групп подростков и спортсменов в возрасте 36–60 лет – с повышением величин минутного объема дыхания (МОД). С точки зрения теории функциональных систем [9], при мышечной деятельности происходит активное взаимодействие вегетативных функций конечному результату. В качестве полезного приспособительного

результата в наших исследованиях выступает обеспечение организма кислородом. Для того чтобы судить об эффективности кислородного обеспечения, основанном на принципе комплексного подхода, необходимо введение показателя, учитывающего реакцию сердечно-сосудистой и дыхательной систем. С этой целью нами был предложен коэффициент комплексной оценки кардиореспираторной системы на физическую нагрузку и представляющий собой отношение показателей сердечно-сосудистой и дыхательной систем, выраженный в процентах:

$$(\text{УОК} \cdot \text{КИО}_2) / (\text{ЧСС} \cdot \text{МОД}).$$

Полученные результаты представлены в таблице.

Коэффициент комплексной оценки обеспечения организма кислородом в группах подростков (1), юношей (2) и взрослых спортсменов (3, 4) при нагрузке повышающейся мощности

Нагрузка	Группы спортсменов			
	1	2	3	4
Исходное состояние	178,36 ± 30,75	303,33 ± 23,53 ⁺	376,83 ± 51,34 [*]	283,21 ± 21,83 [∨]
50 Вт	92,00 ± 11,57	180,51 ± 10,66 ⁺	210,48 ± 13,59 [*]	141,97 ± 7,93 ^{∨*}
100 Вт	55,01 ± 7,13	134,12 ± 7,14 ⁺	159,42 ± 12,06 [*]	116,24 ± 5,71 ^{∨*}
150 Вт	40,11 ± 6,24	96,15 ± 5,26 ⁺	114,15 ± 10,06 [*]	76,60 ± 5,45 ^{∨*}
200 Вт	25,56 ± 3,02	69,63 ± 4,53 ⁺	82,99 ± 5,63 [*]	49,35 ± 4,45 ^{∨*}

Примечания:

- + – статистическая достоверность различий между группами 1 и 2;
- * – статистическая достоверность различий между группами 1 и 3;
- ∨ – статистическая достоверность различий между группами 1 и 4;
- x – статистическая достоверность различий между группами 2 и 4;
- – статистическая достоверность различий между группами 3 и 4.

Коэффициент комплексной оценки обеспечения организма кислородом с увеличением мощности работы снижался и наиболее значительно в группах подростков и спортсменов 36–60 лет, что свидетельствует о ведущей роли у них дыхания в обеспечении организма кислородом. Между группами подростков, спортсменов 36-60 лет и остальными группами испытуемых достоверные различия в отношении коэффициента комплексной оценки кардиореспираторной системы наиболее четко проявились с первой ступени нагрузки. Следовательно, даже небольшие по мощности нагрузки могут выявить по предлагаемому показателю различия между возрастными группами.

Включение механизмов адаптации к физическим нагрузкам происходит не одновременно. Это можно видеть на примере нагрузок повышающейся мощности. При нагрузке мощностью в 50 Вт во всех груп-

пах спортсменов доминирующее значение приобретает сердечно-сосудистая система. В этом случае, помимо вполне естественной хронотропной реакции, наблюдается увеличение насосной функции сердца. Нами было отмечено, что сердечный выброс в равной степени обеспечивался как за счет частоты сердечных сокращений (ЧСС), так и ударного объема крови (УОК). В дальнейшем при повышении мощности нагрузки в группе подростков рост сердечного выброса в большей степени, чем в других группах происходил благодаря увеличению частоты сердцебиений, что является малоэффективным механизмом поддержания МОК на должном уровне. В других группах МОК обеспечивался как за счет ЧСС, так и ударного выброса. Однако и в этих группах роль частоты сердцебиений в процентном отношении больше, чем ударного выброса. Но при этом хронотропная реакция сердца не достигает своих предельных значений,

т.е. сохраняется функциональный резерв, который может быть использован для улучшения спортивных результатов и повышения физической работоспособности.

При дальнейшем повышении мощности нагрузки в группах подростков и спортсменов 36–60 лет возрастает значение дыхательного компонента кардиореспираторной системы, т.е. аппарат внешнего дыхания приобретает значение ведущего фактора в обеспечении организма подростков кислородом. При этом компенсируется насосная функция сердца, т.к. не наблюдается рост величины УОК. Следовательно, компенсация производительности сердца в группе подростков и спортсменов 36–60 лет происходит по «дыхательному» типу.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что на протяжении мышечной нагрузки повышающейся мощности в организме происходят неоднократные динамические перестройки результатов деятельности различных физиологических систем, направленные на достижение в каждый момент времени оптимального для организма приспособительного эффекта. В этом проявляется надежность биологической системы, которая обеспечивается, как показали наши исследования, дублированием элементов функциональной системы по адаптации организма к нагрузкам.

Заключение

Анализ параметров сердечно-сосудистой и дыхательной систем свидетельствует, что динамика кардиореспираторных показателей разная, и поддержание задаваемой нагрузки обеспечивается различным сочетанием взаимодействия систем транспорта и утилизации кислорода, зависящее от возраста спортсменов. В группе подростков и спортсменов 36–60 лет физическая нагрузка обеспечивается большим напряжением кардиореспираторной системы. Предлагаемый нами коэффициент комплексной оценки обеспечения организма кислородом может быть использован для суждения о компенсаторных и адаптивных реакциях организма спортсменов при выполнении ими физических нагрузок повышающейся мощности.

Список литературы

1. Абзалов Р.А. Насосная функция сердца развивающегося организма и двигательный режим. – Казань: ТГПУ, 2005. – 276 с.
2. Ванюшин М.Ю. Корреляционные связи показателей кардиореспираторной системы с физической работоспособностью спортсменов мужского пола, разного возраста и занимающихся различными видами спорта при нагрузке повышающейся мощности // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 4. – С. 14–17.
3. Ванюшин М.Ю., Ванюшин Ю.С., Хайруллин Р.Р. Влияние направленности тренировочного процесса и возраста на реакции насосной функции сердца спортсменов // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 9. – С. 220–222.
4. Ванюшин М.Ю., Ванюшин Ю.С. Адаптация кардиореспираторной системы спортсменов разных видов спорта и возраста к физической нагрузке. – Казань: Изд-во ООО «Печать-Сервис-XXI век», 2011. – 138 с.
5. Ванюшин Ю.С., Ситдилов Ф.Г. Адаптация сердечной деятельности подростков к нагрузке повышающейся мощности // Физиология человека. – 2001. – Т. 27, № 2. – С. 91–97.
6. Ванюшин Ю.С., Ситдилов Ф.Г. Адаптация сердечной деятельности и состояние газообмена у спортсменов к физической нагрузке // Физиология человека. – 1997. – Т. 23, № 4. – С. 69–73.
7. Ванюшин Ю.С., Ситдилов Ф.Г., Ванюшин М.Ю. Компенсаторные механизмы адаптации кардиореспираторной системы спортсменов разного возраста // Казанский медицинский журнал. – 2001. – Т. 82, № 1. – С. 12–14.
8. К вопросу об унификации оценки функционального состояния спортсменов / Н.Д. Граевская, Т.И. Долматова, Г.Е. Калугина и др. // Теория и практика физической культуры. – 1995. – №2. – С. 11–15.
9. Судаков К.В. Рефлексы и функциональная система. – Новгород, 1997. – 399 с.
10. Хайруллин Р.Р., Косарева О.В. Влияние физической нагрузки повышающейся мощности на показатели кардиореспираторной системы спортсменов с различными типологическими особенностями кровообращения // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 10. – С. 393–396.

Рецензенты:

Нигматуллина Р.Р., д.б.н., профессор, профессор кафедры нормальной физиологии ФГБОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет», Министерство здравоохранения и социального развития РФ, г. Казань;

Ситдилов Ф.Г., д.б.н., профессор, профессор кафедры анатомии, физиологии и охраны здоровья человека ФГБОУ ВПО «Казанский федеральный университет» Министерство здравоохранения и социального развития РФ, г. Казань.

Работа поступила в редакцию 28.11.2011.