

31. Zinner C., Morales-Alamo D., Ørtenblad N., Larsen F.J., Schiffer T.A., Willis S.J., Gelabert-Rebato M., Perez-Valera M., Boushel R., Calbet J.A., Holmberg H.C. The Physiological Mechanisms of Performance Enhancement with Sprint Interval Training Differ between the Upper and Lower Extremities in Humans. *Front Physiol.* 2016; 30(7): 426.

32. Bassett Jr., D.R., Howley E.T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 2000; 32(1): 70-84.

33. Kuznetsova Z., Kuznetsov A., Mutaeva I.,

Khalikov G., Zakharova A., 2015. Athletes training based on a complex assessment of functional state. In *Proceedings of the 3rd International Congress on Sport Sciences Research and Technology support.* SCITEPRESS. P. 156-160 (Scopus).

34. Kuznetsov A., Mutaeva I., Kuznetsova Z., 2017. Diagnostics of Functional State and Reserve Capacity of young Athletes' Organism. In *Proceedings of the 5th International Congress on Sport Sciences Research and Technology support.* SCITEPRESS. P. 111-115 (Scopus).

Подано: 07.08.2018

Петров Роман Евгеньевич – кандидат педагогических наук, Елабужский институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», 423604, Россия, г. Елабуга, ул. Казанская, дом 89.

Мутаева Ильсияр Шафиковна – профессор, кандидат биологических наук, Набережночелнинского колледжа (филиал) ФГБОУ ВО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма», 432807, Россия, г. Набережные Челны, ул. Батенчука дом 21, e-mail: mutaeva-i@mail.ru

Ионов Алексей Алексеевич – кандидат педагогических наук, Набережночелнинский колледж (филиал) ФГБОУ ВО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма», 432807, Россия, г. Набережные Челны, ул. Батенчука дом 21.

DOI 10.14526/2070-4798-2018-13-3-199-206

УДК 612.176.4:796+612.227:796

ВЛИЯНИЕ ТИПОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ КРОВООБРАЩЕНИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАРДИОРЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНОВ ПРИ НАГРУЗКЕ ПОВЫШАЮЩЕЙСЯ МОЩНОСТИ

Федоров Н.А.¹, Ванюшин Ю.С.¹, Елистратов Д.Е.¹

¹ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», Россия, г. Казань, nik-f-84@mail.ru, kaf.fv.kgau@mail.ru

Аннотация. Установлено, что типы кровообращения оказывают влияние на реакцию организма во время физических нагрузок. При этом высказываются противоречивые мнения о зависимости деятельности сердечно-сосудистой системы от особенностей кровообращения при физической нагрузке. Целью работы явилось определение показателей кардиореспираторной системы у спортсменов при нагрузке повышающейся мощности в зависимости от типологических особенностей кровообращения. **Материалы.** В

исследованиях приняло участие 105 человек мужского пола в возрасте от 18 до 35 лет. По величине СИ спортсмены были разделены на группы по типам кровообращения. **Методы исследования.** Для вычисления УОК записывали дифференциальную реограмму. Для определения показателей внешнего дыхания нами был использован прибор пневмотахограф; В. Кубичеку – физиологическая оценка состояния кардиореспираторной системы, математическая обработка результатов исследования. **Результаты.** Было выявлено, что ГТК является наиболее экономичным, при котором наблюдалась самая высокая инотропная функция сердца. Это рассматривается как наиболее эффективный механизм проявления срочной адаптации МОК к нагрузке. Порог адекватной гемодинамической реакции в группах спортсменов обусловлен типологическими особенностями кровообращения. Значения МОД в различных группах достигались разным сочетанием показателей ЧД и ДО. **Заключение.** Установлено, на типы адаптации кардиореспираторной оказывают влияние типологические особенности кровообращения.

Ключевые слова: кардиореспираторная система, типы кровообращения, физическая нагрузка, спортсмены, реакция

Для цитирования: Федоров Н.А., Ванюшин Ю.С., Елистратов Д.Е. Влияние типологических особенностей кровообращения на показатели кардиореспираторной системы спортсменов при нагрузке повышающейся мощности. *Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта.* 2018; 13(3): 199-206. DOI 10.14526/2070-4798-2018-13-3-199-206.

THE INFLUENCE OF BLOOD CIRCULATION TYPOLOGICAL FEATURES ON THE CARDIORESPIRATORY SYSTEM INDICATORS UNDER INCREASING LOAD

Fedorov N.A.¹, Vanyushin Yu.S.¹, Elistratov D.E.¹

Kazan State Agrarian University

Russia, Kazan, nik-f-84@mail.ru, kaf.fv.kgau@mail.ru

Abstract. It was found that the types of blood circulation affect the reaction of the body during exercise. At the same time there are conflicting opinions about the dependence of the cardiovascular system on the characteristics of blood circulation during exercise. The aim of the work was to determine the parameters of athletes cardiorespiratory system under increasing load, depending on the typological characteristics of blood circulation. The study involved 105 males aged from 18 to 35 years. According to the CI (cardiac index) athletes were divided into groups by type of blood circulation. To calculate SVB (stroke volume of blood) differential rheogram was recorded. To determine the parameters of external respiration, we used a pneumotachograph device. Physiological assessment of the cardiorespiratory system state was done by Kubichek V. It was found that the HTB (hypokinetic type of blood) is the most economical, in which the highest inotropic function of the heart was observed. It is considered as the most effective mechanism of the SVB urgent adaptation manifestation to loading. The threshold of adequate hemodynamic reaction in groups of athletes is caused by typological features of blood circulation. The values of MVB (minute volume of blood) in different groups achieved different combination of indicators of RR (respiratory rate) and BV (breathing volume). It is established that the types of cardiorespiratory adaptation are influenced by the typological features of blood circulation.

Keywords: cardiorespiratory system, the types of blood circulation, exercise stress, athletes, reaction.

For citations: Fedorov N.A., Vanyushin Yu.S., Elistratov D.E. The influence of blood circulation typological features on the cardiorespiratory system indicators under increasing load. *The Russian Journal of Physical Education and Sport (Pedagogico-Psychological and Medico-Biological*

Problems of Physical Culture and Sports). 2018; 13(3): 199-206. DOI 10.14526/2070-4798-2018-13-3-199-206.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение типологических особенностей кровообращения в здоровой популяции подвели ученых к новому взгляду на исследование сердечно-сосудистой системы [3, 7]. По результатам работ [4] автор выделил три типа кровообращения: гипокинетический тип кровообращения (ГТК), эукинетический тип кровообращения (ЭТК), гиперкинетический тип кровообращения (ГрТК). В основу такого деления был положен расчет сердечного индекса (СИ). Этот индекс расценивается как основной в характеристике кровообращения. ГТК характеризуется низким СИ. При ГрТК определяются самые высокие значения СИ. При средних значениях СИ тип кровообращения был назван эукинетическим. Было установлено, что типы кровообращения, выделенные в условиях относительного покоя, способны оказывать влияние на реакцию организма при физической нагрузке [2]. Тем не менее, исследователи высказывают противоречивые мнения о зависимости резервных возможностях, толерантности и экономичности деятельности сердечно-сосудистой системы от типа кровообращения.

Целью работы явилось определение показателей кардиореспираторной системы у спортсменов при нагрузке повышающейся мощности в зависимости от типологических особенностей кровообращения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Выбор методических приемов и объем исследования определялись целью и задачами данной работы. Исследования проводились в лаборатории функциональной диагностики кафедры «Физическое воспитание» Казанского ГАУ. В исследованиях приняло участие 105 человек мужского пола в возрасте от 18 до 35 лет.

По величине СИ спортсмены были разделены на 3 группы по типам кровообращения: гиперкинетический тип кровообращения (ГрТК) – с высокими значениями СИ, эукинетический тип кровообращения (ЭТК) – со средними значениями СИ, гипокинетический тип кровообращения (ГТК) – с низкими значениями СИ. Сердечный индекс рассчитывали по формуле:

$СИ = МОК / S$, где

СИ – сердечный индекс,

МОК – минутный объем крови, л;

S – площадь поверхности тела, м².

Физиологическая оценка состояния кардиореспираторной системы проводилась на основе анализа следующих показателей:

ЧСС – частоты сердечных сокращений, уд/мин;

УОК – ударного объема крови, мл;

МОК – минутного объема крови, л/мин;

ЧД – частоты дыхания (дых/мин);

ДО – дыхательного объема (мл, ВТПС);

МОД – минутного объема дыхания (л/мин, ВТПС).

Для вычисления УОК записывали дифференциальную реограмму по В. Кубичеку (1974), в модификации Ю.Т. Пушкарь с соавт. (1980).

Минутный объем крови рассчитывали как произведение УОК на ЧСС.

Для определения показателей внешнего дыхания нами был использован прибор пневмотахограф.

Статистическая обработка полученных результатов проводилась в соответствии с общепринятыми методами вариационной статистики [1,2,6]. Для оценки достоверности различий использовались стандартные значения критерия t Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В группах спортсменов нами было выявлено три типа кровообращения ГТК, ЭТК, ГрТК. Наибольшее количество спортсменов относилось к ГТК, а к ГрТК относилось 18 спортсменов.

По мнению большинства авторов, изучающих типы кровообращения при ГрТК сердце работает в наименее экономном режиме и диапазон компенсаторных возможностей этого типа ограничен. ГТК является наиболее экономичным, и сердечно-сосудистая система при этом типе кровообращения обладает большим динамическим диапазоном. Полученные данные насосной функции сердца (таблица 1) свидетельствуют о различном вкладе в величину сердечного выброса показателей УОК и ЧСС у спортсменов с различными типологическими особенностями кровообращения при нагрузке повышающейся мощности. При этом инотропная функция сердца была выше в группе спортсменов с ГТК. Это можно рассматривать как наиболее эффективный механизм проявления срочной адаптации МОК к нагрузке. У представителей с ГрТК и ЭТК увеличение МОК происходило за счет частоты сердцебиений. Хронотропный механизм повышения сердечного выброса в группе спортсменов с ГрТК начинал проявляться с нагрузки мощностью в 50 Вт, а в группе спортсменов с ЭТК - со 100 Вт. При ГрТК адаптация к физической нагрузке происходила за счет инотропной и хронотропной функции миокарда без подключения механизма Франка – Старлинга. Что же касается ГТК, то при физической нагрузке подключается механизм Франка – Старлинга, что, несомненно свидетельствует о более экономичном характере адаптации. Ф.Г. Углов с соавт. (1982) назвали порогом адекватной гемодинамической реакции явление, при котором прекращается рост УОК. У нас этого порога при нагрузках

мощностью в 150 Вт достигли спортсмены с ГТК, спортсмены с ЭТК при нагрузках мощностью в 100 Вт, а спортсмены с ГрТК при нагрузках мощностью в 50 Вт. Вероятно, это обусловлено типологическими особенностями кровообращения у спортсменов.

Показатели МОД в группах спортсменов с гиперкинетическими, эукинетическими и гипокинетическими особенностями кровообращения при нагрузке повышающейся мощности были на всех ступенях работы на велоэргометре одинаковые независимо от типа кровообращения (таблица 2). Однако значения МОД в различных группах испытуемых достигалось разным сочетанием показателей ЧД и ДО. В группах спортсменов с эукинетическими и гипокинетическими особенностями кровообращения наблюдалось редкое дыхание, которое компенсировалось высокими показателями ДО, что указывает на экономную деятельность аппарата внешнего дыхания. В группах спортсменов с гиперкинетическими особенностями кровообращения на всех ступенях нагрузки отмечалось более частое дыхание с низкими показателями ДО.

Все типы адаптации кардиореспираторной системы представлены в группе спортсменов с гипокинетической особенностью кровообращения, в группе спортсменов с эукинетической особенностью кровообращения отсутствует респираторный тип адаптации кардиореспираторной системы, а в группе спортсменов с гиперкинетической особенностью кровообращения нет респираторного и инотропно-респираторного типов адаптации кардиореспираторной системы.

С повышением мощности выполняемой работы на велоэргометре различия в показателях ЧСС между группами спортсменов с различными типологическими особенностями кровообращения нивелируются. Однако такие различия в значениях ЧСС остаются

между группами спортсменов, представляющими различные типы адаптации кардиореспираторной системы. Следовательно, тип адаптации оказывает влияние на показатели ЧСС независимо от мощности выполняемой нагрузки. По-видимому, это можно объяснить тем, что типологические особенности кровообращения определяются в условиях покоя, а типы адаптации кардиореспираторной системы определяются при физической нагрузке. Поэтому и происходят такие изменения в показателях ЧСС во время выполнения нагрузки повышающейся мощности на велоэргометре.

Достоверные различия в показателях УОК между группами спортсменов с гипер-, эу- и гипокинетическими особенностями кровообращения проявились при инотропном типе адаптации и при нагрузках мощностью 50, 100 и 200 Вт. Самые высокие показатели УОК отмечались при инотропном типе адаптации кардиореспираторной системы по сравнению с другими типами адаптации. Исключение составила группа спортсменов с инотропно-респираторным типом адаптации, когда при нагрузках мощностью 100, 150 и 200 Вт отмечались относительно высокие показатели УОК. Это еще раз подтверждает о целесообразности деления спортсменов по типам адаптации кардиореспираторной системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В группах спортсменов выявлено 3 типа кровообращения: гипо-, гипер- и эукинетический. При этом наибольшее количество спортсменов относилось к гипокинетическому типу кровообращения.

2. Порог адекватной гемодинамической реакции в группе спортсменов с гиперкинетической особенностью кровообращения равен 50 Вт, в группе спортсменов с эукинетической особенностью кровообращения – 100 Вт, а в группе спортсменов с гипокинетической особенностью кровообращения – 150 Вт.

3. При физической нагрузке повышающейся мощности у спортсменов с эукинетическим и гипокинетическим типами кровообращения увеличение МОД происходит за счет высоких показателей ДО, а в группе спортсменов с гиперкинетической особенностью кровообращения отмечается более частое дыхание с низкими показателями ДО.

4. У спортсменов с гипокинетической особенностью кровообращения при физической нагрузке повышающейся мощности выявлены следующие типы адаптации кардиореспираторной системы: инотропный, хронотропный, респираторный, инотропно-респираторный, хронотропно-респираторный. У спортсменов с эукинетической особенностью кровообращения при физической нагрузке повышающейся мощности выявлены следующие типы адаптации кардиореспираторной системы: инотропный, хронотропный, инотропно-респираторный, хронотропно-респираторный. У спортсменов с гиперкинетической особенностью кровообращения при физической нагрузке повышающейся мощности выявлены следующие типы адаптации кардиореспираторной системы: инотропный, хронотропный, хронотропно-респираторный.

Список литературы

1. Ванюшин Ю. С., Хайруллин Р. Р. Кардиореспираторная система в онтогенезе при адаптации к функциональным нагрузкам. Монография. Казань. Изд-во «Отечество», 2016. - 200 с.
2. Ванюшин Ю.С., Хайруллин Р.Р. Кардиореспираторная система как индикатор функционального состояния организма спортсменов // Теория и практика физической культуры.- 2015.- №7.-С.11-14.
3. Исмагилова Н.В. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы детей 9-12 лет с различными типами кровообращения при ортостатической пробе: Дис. ...канд. биол. наук. – Казань, 1997. -171 с.
4. Савицкий Н.Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики. – Л., – 1974. – 307 с.

5. Углов Ф.Г., Гавриленков В.И., Гриценко В.В. Оценка гемодинамической реакции при возрастающей физической нагрузке // *Медицинский реф. журнал*, – 1982. – № 11. – С. 244.

6. Федоров Н.А. Динамика показателей кардиореспираторной системы спортсменов при физических нагрузках. Современные тенденции развития науки и технологий: сборник научных трудов по материалам VI Международной научно-практической конференции 30 сентября 2015 г. – № 6, часть III. С.101-102.

7. Шхвацабая И.К., Константинов Е.Н., Гундарев И.А. О новом подходе к пониманию гемодинамической нормы // *Кардиология*. – 1981. – №3. – С. 10-14.

8. Kuznetsova Z., Kuznetsov A., Mutaeva I., Khalikov G., Zakharova A., 2015. Athletes training based on a complex assessment of functional state. In *Proceedings of the 3rd International Congress on Sport Sciences Research and Technology support*. SCITEPRESS. P. 156-160 (Scopus).

9. Kuznetsov A., Mutaeva I., Kuznetsova Z., 2017. Diagnostics of Functional State and Reserve Capacity of young Athletes' Organism. In *Proceedings of the 5th International Congress on Sport Sciences Research and Technology support*. SCITEPRESS. P. 111-115 (Scopus).

10. Ванюшин Ю.С., Федоров Н.А. Состояние кардиореспираторной системы спортсменов с различными типами кровообращения при физической нагрузке. Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта 2017; 12(1): 160-166. URL: <http://www.journal-science.org/ru/article/758.html>. DOI 10.14526/01_2017_196.

References

1. Vanyushin Yu. S., Khairullin R. R. *Cardiorespiratory system in ontogenesis in adaptation to functional loads. Monograph*. Kazan: Izd-vo Otechestvo. 2016: 200.

2. Vanyushin Y. S., Khairullin R. R. Cardiorespiratory system as an indicator of the functional state of athletes. *Teoriya I praktika fizicheskoy kul'tury = Theory and practice of physical culture*. 2015; 7: 11-14.

3. Ismagilova N. In. Functional state of the cardiovascular system of children 9-12 years with different types of blood circulation in orthostatic test. *Candidate's thesis*. Kazan. 1997: 171.

4. Savitsky N. N. *Biophysical fundamentals of blood circulation and clinical methods of studying hemodynamics*. L. 1974: 307.

5. Uglov F. G., Gavrilencov V. I., Gritsenko V. V. Assessment of hemodynamic reaction under increasing physical activity. *Medical Ref. journal*. 1982; 11: 244.

6. Fedorov N. Dynamics of indicators of cardiorespiratory system of athletes during exercise. Modern trends of development of science and technology: collection of scientific works on materials of the VI International scientific - practical conference September 30, 2015; 6(III): 101-102.

7. Shkhvatsabaya, I.K., Konstantinov E.N., Gundarev I.A. On a new approach to the understanding of hemodynamic standards. *Cardiology*. 1981; 3: 10-14.

8. Kuznetsova Z., Kuznetsov A., Mutaeva I., Khalikov G., Zakharova A., 2015. Athletes training based on a complex assessment of functional state. In *Proceedings of the 3rd International Congress on Sport Sciences Research and Technology support*. SCITEPRESS. P. 156-160 (Scopus).

9. Kuznetsov A., Mutaeva I., Kuznetsova Z., 2017. Diagnostics of Functional State and Reserve Capacity of young Athletes' Organism. In *Proceedings of the 5th International Congress on Sport Sciences Research and Technology support*. SCITEPRESS. P. 111-115 (Scopus).

10. Vanyushin Yu.S., Fedorov N.A. Cardiorespiratory system state of sportsmen with different Types of blood-circulation during physical load. *Pedagogiko-psichologicheskie I mediko-biologicheskie problemy fizicheskoy kul'tury I sporta = The Russian Journal of Physical education and Sport (Pedagogico-Psychological and Medico-Biological Problems of Physical Culture and Sport)*. 2017; 12(1): 160-166. URL: <http://www.journal-science.org/ru/article/758.html>. DOI 10.14526/01_2017_196 [In Russ., In Engl.].

Подано: 11.08.2018

Федоров Николай Александрович - кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», 422570, Россия, Республика Татарстан, Верхнеуслонский район, с. Верхний Услон, ул. Олимпийская, дом 19 кв. 2, e-mail: nik-f-84@mail.ru

Ванюшин Юрий Сергеевич - доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», 420133, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Ямашева, дом 98 кв. 93, e-mail: kaf.fv.kgau@mail.ru

Елистратов Дмитрий Евгеньевич - кандидат биологических наук, ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», 422570, Россия, Республика Татарстан, Верхнеуслонский район, с. Верхний Услон, ул. Дальняя, дом 31 кв. 21, e-mail: kaf.fv.kgau@mail.ru

Таблица 1

Показатели деятельности сердца в группах спортсменов с различными типами кровообращения при нагрузке повышающейся мощности

Условия снятия показателей	Группы спортсменов								
	ГрТК N=18			ЭТК N=36			ГТК n=51		
	ЧСС	УОК	МОК	ЧСС	УОК	МОК	ЧСС	УОК	МОК
Исходное состояние	78.53± 2.27	76.39± 2.62	6.64± 0.14	68.69± 1.38*	82.81± 1.88*	5.68± 0.08*	62.24± 1.36+^	73.16± 1.42^	4.48± 0.07+^
50 Вт	105.09± 2.15	<u>106.03±</u> 4.97	11.05± 0.48	95.45± 1.71*	110.39± 3.51	10.46± 0.32	88.24± 1.59+^	99.95± 2.32^	8.77± 0.23+^
100 Вт	121.94± 2.47	111.34± 5.01	13.46± 0.50	115.65± 2.14	<u>123.51±</u> 3.57*	14.11± 0.31	107.49± 1.26+^	118.21±2.4 9	12.64± 0.25^
150 Вт	147.14± 2.92	114.14± 4.61	16.70± 0.56	136.06± 2.59*	126.29± 3.75*	16.96± 0.39	128.16± 1.56+^	<u>128.20±2.9</u> 6+	16.29± 0.31
200 Вт	168.04± 2.83	110.73± 6.55	18.34± 0.84	157.73± 2.71*	125.47± 3.93	19.48± 0.40	150.47± 1.86+^	130.22±3.1 0+	19.40± 0.37

Примечание. * - статистическая достоверность различий между показателями групп спортсменов, относящихся к ГрТК и ЭТК;

+ - статистическая достоверность различий между показателями групп спортсменов, относящихся к ГрТК и ГТК;

^ - статистическая достоверность различий между показателями групп спортсменов, относящихся к ЭТК и ГТК;

----- - порог адекватной гемодинамической реакции.

Таблица 2

Показатели дыхания в группах спортсменов с различными типами кровообращения при нагрузке повышающейся мощности

Условия снятия показателей	Группы спортсменов								
	ГрТК n=18			ЭТК n=36			ГТК n=51		
	ЧД	ДО	МОД	ЧД	ДО	МОД	ЧД	ДО	МОД
Исходное состояние	17.54±0.89	0.64±0.05	10.60±0.60	15.40±0.70	0.76±0.05	11.14±0.56	15.14±0.44+	0,67±0.03	9.52±0.35
50 Вт	22.50±1.07	1.18±0.06	25.80±1.15	19.30±0.72*	1.34±0.05	25.50±0.70	19.40±0.62+	1.35±0.06+	25.25±1.60
100 Вт	22.90±1.20	1.61±0.08	35.24±1.24	19.90±0.64*	1.79±0.05*	35.92±0.98	20.42±0.83	1.80±0.06	35.34±0.98
150 Вт	27.90±1.65	1.85±0.11	48.98±1.90	22.56±0.72*	2.24±0.07*	50.24±1.44	23.90±0.70+	2.14±0.07	49.12±1.39
200 Вт	30.50±1.43	2.15±0.10	65.00±2.14	26.05±0.89*	2.52±0.08*	65.17±1.90	27.03±0.77+	2.57±0.09+	67.63±1.84

Примечание. * - статистическая достоверность различий между показателями групп спортсменов, относящихся к ГрТК и ЭТК;
+ - статистическая достоверность различий между показателями групп спортсменов, относящихся к ГрТК и ГТК;