

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2019.2.68

УДК: 612.13

Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы лиц, занимающихся физической культурой и спортом

А.Д. Фесюн, А.В. Датий, М.Ю. Яковлев, О.Б. Черняховский

*ФГБУ Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии,
Министерство здравоохранения РФ, г. Москва, Россия*

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: оценка гемодинамических характеристик кровотока у спортсменов детско-юношеского возраста, занимающихся циклическими и игровыми видами спорта. **Материалы и методы:** обследованы 97 спортсменов детско-юношеского звена (11-14 лет), которые были разделены на 2 группы: 47 юношей, профессионально занимающихся лыжными гонками (1-я группа) и 50 спортсменов, занимающихся игровыми видами спорта (футболисты) (2-я группа). Проведена оценка гемодинамических характеристик кровотока (систолическое артериальное давление, диастолическое артериальное давление, частота сердечных сокращений, минутный объем кровотока, сердечный индекс) и эхокардиоскопия. **Результаты:** доказаны различия между показателями лыжников и футболистов: АД сист. (102 [88; 111] и 109 [94; 122], $p < 0,05$), АД диаст. (68 [59; 69] и 77 [64; 82], $p < 0,05$), а также МОК (5,71 [4,38; 8,83] и 5,09 [3,84; 7,84], $p < 0,05$). При эхокардиоскопическом исследовании, выявлено, что диаметр легочной артерии составлял у лыжников 1,87 [1,78; 1,9] см и у футболистов 1,94 [1,9; 1,97] см. В то же время, максимальный градиент давления в нисходящей аорте (РГнисх.) 9,88 [9,24; 10,22] мм рт. ст. и 8,9 [8,16; 9,25] мм рт. ст. соответственно ($p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни). **Выводы:** у спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта, определена высокая степень адаптации сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам по сравнению со спортсменами, занимающимися игровыми видами спорта.

Ключевые слова: гемодинамические характеристики кровотока, адаптация сердечно-сосудистой системы, спортивная медицина

Для цитирования: Фесюн А.Д., Датий А.В., Яковлев М.Ю., Черняховский О.Б. Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы лиц, занимающихся физической культурой и спортом // Спортивная медицина: наука и практика. 2019. Т.9, №2. С. 68-72. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2019.2.68.

Assessment of the functional state of the cardiovascular system of individuals involved in physical education and sports

Anatoly D. Fesyun, Aleksey V. Datii, Maxim Yu. Yakovlev, Oleg B. Chernyakhovsky

National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russia

ABSTRACT

Objective: evaluation of the hemodynamic characteristics of blood flow in athletes of youth age, engaged in cyclical and team sports. **Materials and methods:** a survey was conducted with the participation of athletes of the junior level (97 people), who were divided into 2 groups: 47 young men (age 12 [12; 13] years, min – 11 years; max – 14 years), who were professionally involved in ski racing (1st group) and a group of athletes involved in game sports (football players) (2nd group, n=50) (age was 12 [11; 13] years, min – 11 years; max – 14 years). The study evaluated the hemodynamic characteristics of the blood flow (systolic blood pressure, diastolic blood pressure, heart rate, minute volume of blood flow, cardiac index) and echocardiography. **Results:** the differences between the groups of skiers and football players have been proved: AD syst. (102 [88; 111] and 109 [94; 122], $p < 0.05$ by the Mann-Whitney test), BP. Diast. (68 [59; 69] and 77 [64; 82], $p < 0.05$ for the Mann-Whitney test), as well as the IOC (5.71 [4.38; 8.83] and 5.09 [3.84; 7.84], $p < 0.05$ by the Mann-Whitney test). In an echocardiographic study, the analysis showed the following differences: the diameter of the pulmonary artery in skiers was 1.87 [1.78, 1.9] cm and 1.94 [1.9, 1.97] cm in football players. At the same time, the maximum pressure gradient in the descending aorta (PGf.) was 9.88 [9.24; 10.22] mm Hg. and 8.9 [8.16; 9.25] mm Hg. accordingly ($p < 0.05$ by the Mann-Whitney test). **Conclusions:** as a result, athletes involved in cyclic sports have a high degree of adaptation of the cardiovascular system to physical stress compared to athletes involved in game sports.

Key words: hemodynamic characteristics of the blood flow, adaptation of the cardiovascular system, sports medicine

For citation: Fesyun AD, Datii AV, Yakovlev MYu, Chernyakhovsky OB. Assessment of the functional state of the cardiovascular system of individuals involved in physical education and sports. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2019;9(2): 68-72. Russian. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2019.2.68.

1.1 Введение

На сегодняшний день, для профессионального спорта характерно выполнение максимальных нагрузок с последующим восстановлением функционального состояния в короткие сроки. На ряду с этим, растет интенсивность тренировочного процесса, который требует должного медико-биологического обеспечения. Соответственно, профессионально выстроенный процесс подготовки спортсмена, включая детско-юношеское звено, приводит к росту спортивных результатов [1-3]. С другой стороны, отсутствие должного медико-биологического сопровождения, а также несвоевременно проведенное обследование функционального состояния спортсмена повышает риск развития заболеваний и патологических состояний. В связи с этим, на сегодняшний день очевидна необходимость мониторинга оценки и эффективности коррекции показателей функциональных и адаптационных резервов организма спортсмена и его функционального состояния в период проведения учебно-тренировочного мероприятия [2, 4, 5].

Учитывая ранее проведенные исследования, а также особенность процесса адаптации лиц, занимающихся физической культурой и спортом во время тренировочного процесса обусловлена в первую очередь воздействием на функциональное состояние кардиореспираторной системы [6-10]. При этом продолжительная адаптация функционального состояния спортсменов к физическим нагрузкам характеризуется изменениями, как морфофункциональных характеристик, так и механизмов регуляции и структуры метаболизма миокарда в целом [6, 11-14].

В связи с этим было проведено исследование по оценке гемодинамических характеристик кровотока у спортсменов детско-юношеского возраста, занимающихся циклическими и игровыми видами спорта.

Цель исследования – оценка гемодинамических характеристик кровотока у спортсменов детско-юношеского возраста, занимающихся циклическими и игровыми видами спорта.

1.2 Материалы и методы

В период с декабря 2015 года по февраль 2016 года обследованы 97 спортсменов детско-юношеского звена (11-14 лет), которые были разделены на 2 группы: 47 юношей (возраст составил 12 [12;13] лет, min – 11 лет; max – 14 лет), профессионально занимающихся лыжными гонками (1-ая группа) и группа спортсменов, занимающихся игровыми видами спорта (футболисты) (2-я группа, n=50) (возраст составил 12 [11;13] лет, min – 11 лет; max – 14 лет). Следует отметить, что обследуемые находились на III этапе спортивной подготовки – совершенствование спортивного мастерства. Возраст спортсменов составил 12 [12; 13] лет (min – 11 лет; max – 14 лет), продолжительность занятий спортом составляла от 5,5 до 7 лет. В ходе исследования (тахосцилометрический метод, эхокардиография) проведена

оценка гемодинамических характеристик кровотока (систолическое артериальное давление (мм рт. ст.), диастолическое артериальное давление (мм рт.с т.), ЧСС (уд/мин), минутный объем кровотока (л/мин), сердечный индекс (л/мин*м²)).

По данным эхокардиоскопии проводили исследование полостей сердца, крупных сосудов, а также определяли показатели внутрисердечной и центральной гемодинамики с доплерографическим анализом, в результате анализировались следующие параметры: диаметр легочной артерии, максимальный градиент давления в нисходящей аорте, максимального давления крови в проекции митрального клапана (PGМК), скорость кровотока в проекции аортального клапана (ВАК), максимального давления крови в проекции аортального клапана (PGAК). Исследования проводили в состоянии покоя.

Статистическую обработку данных проводили с применением непараметрических методов (критерий Манна-Уитни). Расчет проводили с использованием пакета прикладных программ SPSS 22.

1.3 Результаты и их обсуждение

В начале проведенного исследования полученные выборки исследовались на предмет соответствия нормальному закону распределения, в результате было определено, что они не подчиняются данному закону распределения ($p < 0,05$ по критерию Колмогорова-Смирнова).

При оценке гемодинамических характеристик кровотока (табл. 1) был проведен сравнительный анализ показателей у спортсменов, занимающихся игровыми и циклическими видами спорта (футбол). По итогам которого были доказаны различия между АД сист. (102 [88; 111] и 109 [94; 122], $p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни), АД диаст. (68 [59; 69] и 77 [64; 82], $p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни), а также МОК (5,71 [4,38; 8,83] и 5,09 [3,84; 7,84], $p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни). Необходимо отметить, что полученные изменения являются нормой у лиц, занимающихся физической культурой и спортом и свидетельствуют о высокой степени адаптации сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам у спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта [2, 15-17].

При эхокардиоскопическом исследовании, проведенный анализ показал, что оцениваемые выборки спортсменов имели различие по нижеприведенным показателям: диаметр легочной артерии составлял у лыжников 1,87 [1,78; 1,9] см и 1,94 [1,9; 1,97] см, у спортсменов игровых видов спорта. В тоже время, максимальный градиент давления в нисходящей аорте (PGниск.) 9,88 [9,24; 10,22] мм рт. ст. и 8,9 [8,16; 9,25] мм рт. ст. соответственно ($p < 0,05$ по критерию Манна-Уитни).

Также были определены различия между показателями максимального давления крови в проекции митрального клапана (PGМК) 2,98 [2,90; 3,0] см и 2,7 [2,56; 3,2] см; скорости кровотока в проекции аортального клапана (ВАК) 1,12 [1,09; 1,13] и 1,07 [1,04; 1,12]; максимального

Таблица 1

Сравнительная характеристика данных осциллометрии

Table 1

Comparative characteristics of oscillometric data

Показатель/ Index	Циклические виды спорта/ Cyclic sport	Игровые виды спорта/ Playing sports
Систолическое артериальное давление, мм рт. ст./ Systolic arterial blood pressure, mmHg	102 [88; 111]	109 [94; 122]*
Диастолическое артериальное давление, мм рт. ст./ Diastolic arterial blood pressure, mmHg	68 [59; 69]	77 [64; 82]*
ЧСС, уд/мин./HR, beats per min	54 [47; 66]	56 [46; 69]
Сердечный индекс, л/мин*м ² /Cardiac index, l/min*m ²	2,9 [2,2; 3,9]	2,7 [2,1; 3,5]
Минутный объем кровотока, л/мин/Cardiac output, l/min	5,71 [4,38; 8,83]	5,09 [3,84; 7,84] *

*Данные представлены в виде Me [Q1;Q3]. Анализ различий проведен по критерию Манна-Уитни

*Data are presented as Me [Q1; Q3]. The analysis of differences was carried out according to the Mann-Whitney test

Таблица 2

Сравнительная характеристика данных эхокардиографии

Table 2

Comparative characteristics of echocardiography data

Показатель/ Index	Пловцы/ Swimmers	Футболисты/ Football players
Диаметр легочной артерии/Pulmonary artery diameter	1,87 [1,78; 1,9]	1,94 [1,9; 1,97]*
Максимальный градиент давления в нисходящей аорте/ The maximum pressure gradient in the descending aorta	9,88 [9,24; 10,22]	8,9 [8,16; 9,25]*
PGMK	2,98 [2,90; 3,0]	2,7 [2,56; 3,2]*
VAK	1,12 [1,09; 1,13]	1,07 [1,04; 1,12]*
PGAK	5,04 [4,83; 5,14]	4,59 [4,4; 5,1]*

*Данные представлены в виде Me [Q1;Q3]. Анализ различий проведен по критерию Манна-Уитни

*Data are presented as Me [Q1; Q3]. The analysis of differences was carried out according to the Mann-Whitney test

го давления крови в проекции аортального клапана (PGAK) 5,04 [4,83; 5,14] см и 4,59 [4,4; 5,1] – у пловцов и футболистов, соответственно (p<0,05, по критерию Манна-Уитни). Полученные данные свидетельствуют о различии в функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы и подтверждают ранее сделанные выводы.

Список литературы

1. **Платонова В.Н.** Плавание: учебное пособие. Киев: Олимпийская литература, 2000. 495 с.
2. **Амбражук И.И., Яковлев М.Ю.** Критерии и предикторы эффективности тренировок спортсменов-пловцов в условиях среднегорья // Вестник восстановительной медицины. 2013. №3. С. 71-5.
3. **Макарова Г.А.** Спортивная медицина: Учебник. М.: Советский спорт, 2003. 480 с.
4. **Белоцерковский З.Б., Любина Б.Г., Борисова Ю.А.** Гемодинамическая реакция при статических и динамических нагрузках у спортсменов // Физиология человека. 2012. №5. С. 89-94.
5. **Смирнова Т.М., Крутько В.Н., Маркова А.М.** Анализ биовозраста с помощью компьютерного мониторинга работоспособности и психоэмоционального состояния как элемент превентивно-персонализированного подхода к управлению здоровьем // Вестник восстановительной медицины. 2018. №1. С. 54-60.

1.4 Выводы

Подводя итог, следует отметить, что полученные данные оценки функционального состояния спортсменов циклических видов спорта свидетельствуют о высокой степени адаптации их сердечно-сосудистой системы по сравнению со спортсменами игровых видов спорта.

References

1. **Platonova VN.** Plavanie: uchebnoe posobie. Kiev, Olimpiyskaya literatura. 2000. 495 p. Russian.
2. **Ambrazhuk II, Yakovlev MYu.** Kriterii prediktory effektivnosti trenirovok sportsmenov-plovcov v usloviyah srednegorya. Vestnik vosstanovitel'noj mediciny. 2013;(3):71-5. Russian.
3. **Makarova GA.** Sportivnaya medicina: Uchebnik. Moscow, Sovetskiy sport, 2003. 480 p. Russian.
4. **Belocerkovskiy ZB, Lyubina BG, Borisova YuA.** Gemodinamicheskaya reakciya pri staticheskikh i dinamicheskikh nagruzkah u sportsmenov. Fiziologiya cheloveka. 2012;(5):89-94. Russian.
5. **Smirnova TM, Krutko VN, Markova AM.** Analiz biovozrasta s pomoshch'yu komp'yuternogo monitoringa rabotosposobnosti i psiho-emocionalnogo sostoyaniya kak element preventivno-personalizirovannogo podhoda k upravleniyuzdorovem. Vestnik vosstanovitel'noy mediciny. 2018;(1):54-60. Russian.

6. Фесюн А.Д., Грузинцева Ю.П., Яковлев М.Ю., Амбразжук И.И. Изучение процесса адаптации сердечно-сосудистой системы на физические нагрузки у спортсменов детско-юношеского возраста // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2016. №2. С. 171-2.

7. Рахманин Ю.А., Бобровницкий И.П. Научные и организационно-методологические основы интеграции медицины окружающей среды, экологии человека и практического здравоохранения в целях обеспечения активного долголетия человека // Вестник восстановительной медицины. 2017. №1. С. 2-7.

8. Разумов А.Н., Пономаренко В.А. Культурологическая этика здоровья нации в третьем тысячелетии // Russian Journal of Rehabilitation Medicine. 2017. №1. С. 42-56.

9. Kunutsor SK, Laukkanen TN, Kauhanen JM. Marriage dissatisfaction and the risk of sudden cardiac death among men. *Cardiology*. 2018; №26. С. 287-9.

10. Артеменков А.А. Динамика вегетативных функций при адаптации к физическим нагрузкам // Теория и практика физической культуры. 2006. №4. С. 59-61.

11. Malhotra A, Dhutia H, Finocchiaro G, Gati S, Beasley I, Clift P, Cowie C. Outcomes of cardiac screening in adolescent soccer players. *N Engl J Med*. 2018. Vol.379, №6. P. 524-34.

12. Бобровницкий И.П., Яковлев М.Ю., Фесюн А.Д., Лебедева О.Д., Банченко А.Д. Определение общего состояния здоровья и рисков развития распространенных неинфекционных заболеваний у учащихся высшего учебного заведения. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2015. №1. С. 3-11.

13. Finocchiaro G, Dhutia H, D'Silva A, Malhotra A, Steriotis A, Millar L. Effect of sex and sporting discipline on LV adaptation to exercise. *JACC: Cardiovascular Imaging*. 2010. №9. P. 965-72

14. Giraldeau G, Kobayashi Y, Finocchiaro G, Wheeler M, Perez M. Gender differences in ventricular remodeling and function in college athletes, insights from lean body mass scaling and deformation imaging. *The American Journal of Cardiology*. 2015. №116. P. 1610-16.

15. Papadakis M, Papatheodorou E, Mellor E, Raju H, Bastiaenen R. The diagnostic yield of Brugada syndrome after sudden death with normal autopsy. *Journal of the American College of Cardiology*. 2018. Vol.71, №11. P. 1204-14.

16. Azarbal F, Singh M, Finocchiaro G, Le W, Schnittger I, Wang P, Myers J. Exercise capacity and paroxysmal atrial fibrillation in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Heart*. 2014. Vol.100, №8. P. 624-30.

6. Fesyun AD, Gruzinceva YuP, Yakovlev MYu, Ambrazhuk II. Izuchenie processa adaptacii serdechno-sosudistoy sistemy na fizicheskie nagruzki u sportsmenov detsko-yunosheskogo vozrasta. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoy fizicheskoy kultury*. 2016;(2):171-2. Russian.

7. Rahmanin YuA, Bobrovnickiy IP. Nauchnye i organizacionno-metodologicheskie osnovy integracii mediciny okruzhayushchej sredy, ekologii cheloveka i prakticheskogo zdравooхранeniya v celyah obespecheniya aktivnogo dolgoletiya cheloveka. *Vestnik vosstanovitelnoy mediciny*. 2017;(1):2-7. Russian.

8. Razumov AN, Ponomarenko VA. Kulturologicheskaya etika zdorovya nacii v tretem tysyacheletii. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2017;(1):42-56. Russian.

9. Kunutsor SK, Laukkanen TN, Kauhanen JM. Marriage dissatisfaction and the risk of sudden cardiac death among men. *Cardiology*. 2018;(26):287-9.

10. Artemenkov AA. Dinamika vegetativnyh funkciy pri adaptacii k fizicheskim nagruzkam. *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury*. 2006;(4):59-61. Russian.

11. Malhotra A, Dhutia H, Finocchiaro G, Gati S, Beasley I, Clift P, Cowie C. Outcomes of cardiac screening in adolescent soccer players. *N Engl J Med*. 2018;379(6):524-34.

12. Bobrovnickiy IP, Yakovlev MYu, Fesyun AD, Lebedeva OD, Banchenko AD. Opredelenie obshchego sostoyaniya zdorovya i riskov razvitiya rasprostranennyh neinfekcionnyh zabolevaniy u uchashchihsya vysshego uchebnogo zavedeniya. *Russian Journal of Rehabilitation Medicine*. 2015;(1):3-11. Russian.

13. Finocchiaro G, Dhutia H, D'Silva A, Malhotra A, Steriotis A, Millar L. Effect of sex and sporting discipline on LV adaptation to exercise. *JACC, Cardiovascular Imaging*. 2010;(9):965-72.

14. Giraldeau G, Kobayashi Y, Finocchiaro G, Wheeler M, Perez M. Gender differences in ventricular remodeling and function in college athletes, insights from lean body mass scaling and deformation imaging. *The American Journal of Cardiology*. 2015;(116):1610-16.

15. Papadakis M, Papatheodorou E, Mellor E, Raju H, Bastiaenen R. The diagnostic yield of Brugada syndrome after sudden death with normal autopsy. *Journal of the American College of Cardiology*. 2018;71(11):1204-14.

16. Azarbal F, Singh M, Finocchiaro G, Le W, Schnittger I, Wang P, Myers J. Exercise capacity and paroxysmal atrial fibrillation in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Heart*. 2014;100(8):624-30.

Информация об авторах:

Фесюн Анатолий Дмитриевич, и.о. директора ФГБУ НМИЦ РК Минздрава России, д.м.н. ORCID ID: 0000-0003-3097-8889

Датий Алексей Васильевич, главный научный сотрудник ФГБУ НМИЦ РК Минздрава России, д.м.н. ORCID ID: 0000-0002-7339-9230 (+7 (977) 731-00-86, 4590056av@mail.ru)

Яковлев Максим Юрьевич, ведущий научный сотрудник ФГБУ НМИЦ РК Минздрава России, к.м.н. ORCID ID: 0000-0002-5260-8304

Черняховский Олег Борисович, главный научный сотрудник ФГБУ НМИЦ РК Минздрава России, д.м.н. ORCID ID: 0000-0002-1769-4403

Information about the authors:

Anatoly D. Fesyun, M.D., D.Sc. (Medicine), Acting Director of the National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology. ORCID ID: 0000-0003-3097-8889

Aleksey V. Datii, M.D., D.Sc. (Medicine), Chief Researcher of the National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology. ORCID ID: 0000-0002-7339-9230 (+7 (977) 731-00-86, 4590056av@mail.ru)

Maxim Yu. Yakovlev, M.D., Ph.D. (Medicine), Leading Researcher of the National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology. ORCID ID: 0000-0002-5260-8304

Oleg B. Chernyakhovsky, M.D., D.Sc. (Medicine), Chief Researcher of the National Medical Research Center for Rehabilitation and Balneology. ORCID ID: 0000-0002-1769-4403

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Поступила в редакцию: 17.03.2019

Принята к публикации: 29.03.2019

Received: 17 March 2019

Accepted: 29 March 2019