

«СУПЕРНОРМАЛЬНАЯ» ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА – ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ СПОРТИВНОГО СЕРДЦА

С.А. Шерстюк^{1,2}, sanitar2002@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9967-3261>

А.Ю. Асеева³, ane4ka_1982@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6791-2333>

В.И. Андреев⁴, andreev@tpu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6835-7610>

Л.В. Капилевич^{1,4}, kapil@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-2316-576X>

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия

²Городская клиническая больница № 1 им. Кабанова А.Н., Омск, Россия

³Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Омск, Россия

⁴Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

Аннотация. Цель исследования – изучение и анализ гемодинамических показателей спортивного сердца как маркеров адаптации к нагрузкам аэробной и анаэробной направленности у квалифицированных спортсменов. **Материалы и методы.** Применялись: соматоскопия (оценка физического развития), ультразвуковая ЭХО-доплеркардиография (измерение морфометрических и гемодинамических показателей сердца спортсменов), тест Купера (оценка уровня общей работоспособности), тест «Бег 300 метров» (оценка уровня специальной работоспособности и емкости гликолитической системы при нагрузках анаэробной направленности). **Результаты.** Рассматривается вариант изменения трансмитрального кровотока в виде «Супернормального» типа в период диастолы при адаптации сердца к физическим нагрузкам аэробной и анаэробной направленности, с учетом метаболизма мышечной деятельности и морфофункциональных показателей сердца в виде нормальной геометрии параметров левого желудочка. Определены взаимосвязи между результатами беговых тестов, морфометрическими и гемодинамическими показателями сердца у мужчин 18–29 лет, занимающихся и не занимающихся спортом. **Заключение.** Гемодинамические показатели трансмитрального кровотока отражают состояние адаптированности сердца квалифицированных спортсменов к аэробным и анаэробным нагрузкам. При этом морфометрические показатели сердца должны соответствовать физиологическим нормам.

Ключевые слова: квалифицированные спортсмены, трансмитральный кровоток, диастола, нормальная геометрия левого желудочка, гликолитические нагрузки, общая работоспособность, специальная работоспособность

Для цитирования: «Супернормальная» диастолическая функция левого желудочка – функциональный показатель спортивного сердца / С.А. Шерстюк, А.Ю. Асеева, В.И. Андреев, Л.В. Капилевич // Человек. Спорт. Медицина. 2022. Т. 22, № 1. С. 56–62. DOI: 10.14529/hsm220108

SUPERNORMAL DIASTOLIC LEFT VENTRICULAR FUNCTION AS A FUNCTIONAL INDICATOR OF THE ATHLETE'S HEART

S.A. Sherstuk^{1,2}, sanitar2002@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9967-3261>
A.Yu. Aseeva³, ane4ka_1982@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6791-2333>
A.V. Andreev⁴, andreev@tpu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6835-7610>
L.V. Kapilevich^{1,4}, kapil@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-2316-576X>

¹National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

²Kabanov City Clinical Hospital No 1, Omsk, Russia

³Siberian State University of Physical Education and Health, Omsk, Russia

⁴Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

Abstract. Aim. The paper aims to identify and analyze hemodynamic parameters of the athlete's heart as markers of adaptation to aerobic and anaerobic exercise in skilled athletes. **Materials and methods.** The following methods and tests were used in the course of the study: somatoscopy (physical development), Doppler echo (morphometric and hemodynamic measurements of the athlete's heart), Cooper test (general performance), 300-m running performance (special performance and glycolytic capacity under anaerobic conditions). **Results.** The paper describes the change of transmitral flow pattern (the so-called supernormal type) in the diastolic period of cardiac adaptation to aerobic and anaerobic exercise with respect to muscular metabolism and morphofunctional cardiac parameters in the form of normal left ventricular geometry. The relationships were found between running performance, morphometric and hemodynamic parameters in males aged 18–29 years (athletes and nonathletes). **Conclusion.** Hemodynamic parameters of transmitral flow reflect the level of cardiac adaptation to aerobic and anaerobic exercise in skilled athletes. At the same time, morphometric parameters should correspond to physiological norms.

Keywords: skilled athletes, transmitral flow, diastole, normal left ventricular geometry, glycolytic exercise, general performance, special performance

For citation: Sherstuk S.A., Aseeva A.Yu., Andreev A.V., Kapilevich L.V. Supernormal diastolic left ventricular function as a functional indicator of the athlete's heart. *Human. Sport. Medicine.* 2022;22(1):56–62. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm220108

Введение. У квалифицированных спортсменов большая часть тренировочного процесса проходит с нагрузками высокой интенсивности [17]. В 1989 году Henschen предложил термин «спортивное сердце» понимать как увеличение (гипертрофию) размеров сердца и как патологическое явление [13]. Сегодня в качестве показателей адаптационных изменений, возникающих в ССС при интенсивных и длительных нагрузках, учитываются: небольшое увеличение полостей сердца, небольшая симметричная гипертрофия миокарда левого желудочка (ГЛЖ), брадикардия, артериальная гипотензия [13].

С внедрением в медицинскую практику ЭХО-доплеркардиографии (ЭХО-КГ), удается более точно подойти к изучению морфометрических и гемодинамических изменений, в особенности гипертрофии левого желудочка (ГЛЖ) [13], и дифференцировать подходы к лечению ГЛЖ (20). С этой целью пользуются

рекомендациями американского общества эхокардиографии (ASE) [9, 10, 12]. Объективные показатели позволяют оценить доклинические признаки развития патологии ССС и перенапряжение в ее работе, развитие стрессорной кардиомиопатии [1]. При появлении отклонений в параметрах трансмитрального кровотока, с развитием диастолической дисфункции левого желудочка (ДЛЖ) появляются показания к применению фармакологических средств коррекции состояния [3, 19]. Диастолическую функцию ЛЖ оценивают по параметрам трансмитрального кровотока [14, 15], в режиме импульсно-волнового доплеровского сканирования [13]. В норме значения соотношения скоростей потоков E/A на уровне 1,0–1,5 у. е. наблюдаются у здоровых молодых мужчин [4, 15]. У спортсменов данное соотношение становится 2 у. е. и более. При нормальных параметрах геометрии ЛЖ это расценивается как «Супернормальная»

диастолическая функция [4]. Помимо диастолических параметров скорости кровотока для уточнения состояния диастолической функции и дисфункции оценивается время замедления раннего диастолического наполнения ЛЖ (DT) и время изоволюмического расслабления (IVRT) [9, 13–15].

Наш научный интерес заключался в исследовании «Супернормальной» диастолической функции миокарда при сохранении нормальных параметров геометрии ЛЖ с полной оценкой времени диастолического компонента у спортсменов, в совокупности с нагрузками разной направленности. Для этого мы выбрали дополнительный маркер, определяющий время выброса крови из левого предсердия в ЛЖ (ET) [11, 15]. Данный показатель состоит из компонентов ранней и поздней диастолы [4, 21]. Изучение параметров ET показало, что у квалифицированных спортсменов оно значительно отличается от лиц, не занимающихся спортом [15]. Совокупность временных показателей ранней и поздней диастолы влияет на увеличение временных параметров одного сердечного цикла, что, в свою очередь, сказывается на частоте сердечных сокращений (ЧСС) в покое за 1 мин. Результаты измерений отмеченных показателей представлены в таблице.

Определено, что параметры транзитного кровотока в виде «Супернормальной» (E/A 2 у. е. и более) диастолической функции при сохранении нормальных параметров геометрии ЛЖ действительно могут рассматриваться в качестве маркера, отражающего как уровень общей выносливости в тесте Купера [15], так и емкость анаэробного гликолитического метаболизма, определяемого в тесте «Бег 300 метров» (с) [7]. При выпол-

нении теста Купера спортсмены показали результат более чем на 680 м лучше, чем не занимающиеся спортом (при $p \leq 0,05$). При этом пульсовые показатели спортсменов были на уровне аэробно-анаэробного обмена (170 и более ЧСС/мин). Не занимающиеся спортом при попытках увеличить темп бега и превысить ЧСС выше 156 уд./мин вынуждены были ввиду неготовности организма переходить на аэробный механизм энергообеспечения мышечной деятельности при ЧСС до 156 уд./мин. Поэтому сравнение результатов бега 300 м между спортсменами и неспортсменами не проводилось как некорректное. Спортсмены выполняли бег 300 м при ЧСС 180 уд./мин и выше.

В исследовании определялась длительность диастолы ЛЖ за один сердечный цикл. При брадикардии пик А уменьшает амплитуду в связи с удлинением фазы диастолического наполнения [8] и увеличением времени между пиком Е и пиком А в фазу диастазиса, что видно в таблице.

Соответственно, по ЧСС в покое возможна дальнейшая оценка конфигурации диастолического потока и уровня тренированности с учетом их взаимосвязи с уровнем анаэробного гликолитического метаболизма мышечной деятельности у спортсменов [2, 14].

Материалы и методы исследования. Морфометрические и гемодинамические показатели сердца в покое исследовались у 17 квалифицированных гандболистов команды «Скиф» (Омская область) в возрасте 18–29 лет (ЭГ) и 17 здоровых молодых людей 18–29 лет, не занимающихся регулярно спортом (КГ), по методике (ЭХО-КГ) на клинических базах БУЗОО «ГКБ № 1 им. Кабанова А.Н» и

Морфометрические, гемодинамические показатели миокарда у испытуемых контрольной и экспериментальной групп ($X \pm \sigma$) (n = 17)
Morphometric and hemodynamic parameters of the myocardium in the subjects of the control and experimental groups ($X \pm \sigma$) (n = 17)

Изучаемые показатели Parameter	ЭГ / EG (n = 17)	КГ / CG (n = 17)	Достоверность различий Significance of differences
Возраст, лет / Age, years	24 ± 4,53	21,9 ± 4,9	$p \geq 0,05$
Площадь тела, м ² / Body area, m ²	1,98 ± 0,25	1,8 ± 0,18	$p \geq 0,05$
ЧСС покой, уд./мин / Resting HR, bpm	64 ± 7,62	75,5 ± 4,2	$p \leq 0,05$
ММЛЖ, г (ASE) / LV MM, g (ASE)	167,52 ± 33,12	124,2 ± 36,6	$p \leq 0,05$
ИММЛЖ, г/м ² / LV MMI, g/m ²	82,29 ± 13,68	69,4 ± 15,1	$p \leq 0,05$
ОТС ЛЖ, у. е. / LV RWT, c. u.	0,34 ± 0,032	0,33 ± 0,04	$p \geq 0,05$
E/A, у. е. / c. u.	2,33 ± 0,42	1,40 ± 0,40	$p \leq 0,05$
IVRT, мс / ms	100,27 ± 19,76	65,5 ± 22,5	$p \leq 0,05$
ET, мс / ms	605,16 ± 155,21	380,3 ± 100,5	$p \leq 0,05$

БУЗОО «ККД» – в отделениях ультразвуковой и функциональной диагностики. Использовалось оборудование: уз-сканер экспертного класса «GE VIVID E 9» и «VIVID I» производства США с оценкой измерений по рекомендациям Американского общества эхокардиографии (ASE) для лиц с нормальной геометрией ЛЖ [9, 15, 18]. Нормальной геометрией ЛЖ считается $OTC < 0,42-0,45$ [3, 14, 16] при нормальных параметрах ИММЛЖ менее 115 г/м^2 у мужчин [5, 6, 15] (см. таблицу).

По данным таблицы видно, что при сохранении нормальных показателей геометрии ЛЖ определены достоверные отличия в гемодинамических параметрах трансмитрального кровотока в период диастолы между КГ и ЭГ [15]. У спортсменов с учетом адаптации к физическим нагрузкам при ЧСС $64 \pm 7,62$ уд./мин просматриваются увеличенные показатели диастолического компонента ранней и поздней – $IVRT + ET$ (см. таблицу). Указанная ЧСС как показатель адаптации к физическим нагрузкам имеет конфигурацию диастолического кровотока по типу «Супернормальной» и может рассматриваться тоже как вариант нормативного показателя [14].

На наш взгляд, вариант «Супернормальной» диастолической функции в виде увеличенного показателя (ET) и диастазиса может отразить и возможности креатинфосфатной системы энергообеспечения [7, 22].

Заключение. «Супернормальный» вариант диастолической функции может отражать адаптационные изменения сердца во всех зонах работы (аэробной, анаэробной креатинфосфатной и анаэробной гликолитической) и является компонентом спортивного сердца наряду с брадикардией, гипертрофией и гипотонией.

Брадикардия квалифицированных спортсменов формируется за счет увеличения времени ранней и поздней диастолы и имеет конфигурацию трансмитрального кровотока по типу «Супернормальной» диастолической функции.

Показатель соотношения скоростей трансмитрального кровотока E/A может быть включен в оценку состояния адаптированности к физическим нагрузкам, и с учетом проведения тестирования в разных режимах работы может быть использован для коррекции тренировочного процесса.

Список литературы

1. Бондарев, С.А. Эхокардиография и однофотонная эмиссионная компьютерная томография в диагностике стрессорной кардиомиопатии вследствие хронического психозмоционального перенапряжения / С.А. Бондарев, Э.В. Земцовский // Артериальная гипертензия. – 2009. – № 2. – С. 12–125.
2. Бутова, О.А. Адаптация к физическим нагрузкам: анаэробный метаболизм мышечной ткани / О.В. Бутова, С.В. Масалов // Вестник Нижегород. ун-та им. Н.И. Лобачевского. – 2011. – № 1. – С. 123–128.
3. Диастолическая дисфункция левого желудочка и ее медикаментозная коррекция блокаторами ренин – ангиотензин – альдостероновой системы у пациентов с гипертрофической кардиомиопатией / Н.Г. Потешкина, А.Е. Демкина, Н.С. Крылова, Е.А. Ковалевская // Сердечная недостаточность. – 2016. – № 1 (96). – С. 41–46.
4. Диастолическая дисфункция миокарда: эхокардиографический феномен или вид сердечной недостаточности? / П.Г. Шахнович, А.И. Захарова, Д.В. Черкашин и др. // Вестник Рос. воен.-мед. академии. – 2015. – № 3 (51). – С. 54–57.
5. Загидуллин, Н.Ш. Особенности фармакологического воздействия на симпатический тонус и частоту сердечных сокращений при сердечно-сосудистых заболеваниях / Н.Ш. Загидуллин, Ш.З. Загидуллин // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2009. – Т. 8, № 2. – С. 89–94.
6. Задорожная, М.П. Спорные вопросы эхокардиографического определения массы миокарда левого желудочка и его гипертрофии (аналитический обзор и собственные наблюдения) / М.П. Задорожная, В.В. Разумов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 6.
7. Иссурин, В.Б. Подготовка спортсменов XXI века: научные основы и построение тренировки / В.Б. Иссурин. – 2-е изд. – М.: СПОРТ, 2019. – 464 с.
8. Лутра Атул. ЭХО-КГ понятным языком / Атул Лутра // Практ. медицина. – 2017. – С. 67–72.
9. Рекомендации по количественной оценке структуры и функции камер сердца / Roberto M. Lang, Michelle Bierig, Richard B. Devereux и др. // Рос. кардиол. журнал. – 2012. – Т. 95, № 3. – С. 1–28.

10. Ремоделирование левого желудочка сердца в зависимости от вегетативного статуса у больных, перенесших инфаркт миокарда / О.В. Замахина, С.С. Бунова, Е.В. Усачева и др. // *Современные проблемы науки и образования*. – 2016. – № 3. – С. 46–58.
11. Рыбакова, М.К. *Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Эхокардиография* / М.К. Рыбакова, М.Н. Алехин, В.В. Митьков. – М.: Издат. дом «Видар», 2008. – 512 с.
12. *Спортивное сердце: норма или патология* / А.В. Горбенко, Ю.П. Скиреденко, Н.А. Николаев и др. // *Патология кровообращения и кардиохирургия*. – 2020. – Т. 24, № 2. – С. 16–25.
13. Татарнинова, А.Ю. Тканевая доплерография диастолической функции миокарда левого желудочка у спортсменов / А.Ю. Татарнинова, А.В. Смоленский, А.В. Михайлова // *Вестник новых мед. технологий*. – 2013. – Т. 20, № 4. – С. 57–61.
14. Шерстюк, С.А. Новые аспекты оценки адаптации к физическим нагрузкам: физиологически спортивное сердце и трансмитральный кровоток в условиях аэробно-анаэробного метаболизма мышечной деятельности / С.А. Шерстюк, А.Ю. Асеева, М.А. Шерстюк // *Международ. науч.-исследоват. журнал*. – 2020. – № 8 (98), ч. 2, авг. – С. 80–86.
15. Экспериментальное обоснование резервных адаптационных возможностей физиологически спортивного сердца по трансмитральному кровотоку у квалифицированных спортсменов / С.А. Шерстюк, А.Ю. Асеева, А.В. Горбенко, М.А. Шерстюк // *Международ. науч.-исследоват. журнал*. – 2020. – № 7 (97), ч. 2, июль. – С. 57–61.
16. Abhayaratna, W.P. Left atrial size: physiologic determinants and clinical applications / W.P. Abhayaratna [et al.] // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 2006. – Vol. 47. – P. 2357–2363.
17. Age, gender, and individually-typological features of reaction to sharp hypoxic influence / S.G. Krivoshechekov, N.V. Balioz, N.V. Nekipelova, L.V. Kapilevich // *Human Physiology*. – 2014. – Vol. 40, no. 6. – P. 613–622. DOI: 10.1134/S0362119714060061
18. Nagueh, S.F. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. – 2009. – Vol. 47. – P. 108–133.
19. Physical exercise associated with NO production: signaling pathways and significance in health and disease / Elena Y. Dyakova, Leonid V. Kapilevich, Victor G. Shylko et al. // *Front Cell Dev Biol.* – 2015. – Vol. 3. – P. 19. DOI: 10.3389/fcell.2015.00019
20. Physiological left ventricular hypertrophy or hypertrophic cardiomyopathy in an elite adolescent athlete: role of detraining in resolving the clinical dilemma / S. Basavarajiah, M. Wilson, S. Junagde et al. // *Br. J. Sports Med.* – 2006. – Vol. 40. – P. 727–729. DOI: 10.1136/bjism.2005.024596
21. Walter, J. Treatment of heart failure with normal ejection fraction an inconvenient truth / J. Walter [et al.] // *JASS*. – 2010. – Vol. 55. – P. 526–537.
22. Werner G. *Handbook Training. Trainieren – Spielen – Gewinnen*. Mayer & Mayer Verl. ab. – 2002. – 286 p.

References

1. Bondarev S.A., Zemtsovskiy E.V. [Echocardiography and Single-Photon Emission Computed Tomography in the Diagnosis of Stress Cardiomyopathy due to Chronic Psychoemotional Sverstrain]. *Arterial'naya gipertenziya* [Arterial Hypertension], 2009, no. 2, pp. 12–125. (in Russ.)
2. Butova O.A., Masalov S.V. [Adaptation to Physical Loads. Anaerobic Metabolism of Muscle Tissue]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta N.I. Lobachevskogo* [Bulletin of the Nizhny Novgorod University N.I. Lobachevsky], 2011, no. 1, pp. 123–128. (in Russ.)
3. Poteshkina N.G., Demkina A.E., Krylova N.S., Kovalevskaya E.A. [Diastolic Dysfunction of the Left Ventricle and its Drug Correction with Blockers of the Renin-Angiotensin-Aldosterone System in Patients with Hypertrophic Cardiomyopathy]. *Serdechnaya nedostatochnost'* [Heart Failure], 2016, no. 1 (96), pp. 41–46. (in Russ.)
4. Shakhnovich P.G., Zakharova A.I., Cherkashin D.V. et al. [Diastolic Myocardial Dysfunction. An Echocardiographic Phenomenon or a Type of Heart Failure?]. *Vestnik Rossiyskoy voyenno-meditsinskoy akademii* [Bulletin of the Russian Military Medical Academy], 2015, no. 3 (51), pp. 54–57. (in Russ.)

5. Zagidullin N.Sh., Zagidullin Sh.Z. [Peculiarities of Pharmacological Effects on Sympathetic Tone and Heart Rate in Cardiovascular Diseases]. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika* [Cardiovascular Therapy and Prevention], 2009, vol. 8, no. 2, pp. 89–94. (in Russ.)
6. Zadorozhnaya M.P., Razumov V.V. [Controversial Issues of Echocardiographic Determination of the Mass of the Myocardium of the Left Ventricle and its Hypertrophy (Analytical Review and Own Observations)]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education], 2015, no. 6. (in Russ.)
7. Issurin V.B. *Podgotovka sportsmenov XXI veka: nauchnyye osnovy i postroyeniye trenirovki* [Training of Athletes of the XXI Century. Scientific Foundations and Construction of Training], 2nd ed. Moscow, SPORT Publ., 2019. 464 p.
8. Lutra Atul. [ECHO-KG in Plain Language]. *Prakticheskaya meditsina* [Practical Medicine], 2017, pp. 67–72. (in Russ.) DOI: 10.18704/kjll.2017.03.72.67
9. Lang R.M., Bierig M., Devereux R.B. [Recommendations for Quantitative Assessment of the Structure and Function of the Heart Chambers]. *Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal* [Russian Journal of Cardiology], 2012, vol. 95, no. 3, pp. 1–28. (in Russ.)
10. Zamakhina O.V., Bunova S.S., Usacheva E.V. et al. [Remodeling of the Left Ventricle of the Heart Depending on the Vegetative Status in Patients with Myocardial Infarction]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education], 2016, no. 3, pp. 46–58. (in Russ.)
11. Rybakova M.K., Alekhin M.N., Mit'kov V.V. *Prakticheskoye rukovodstvo po ul'trazvukovoy diagnostike. Ekhokardiografiya* [A Practical Guide to Ultrasound Diagnostics. Echocardiography]. Moscow, Vidar Publ., 2008. 512 p.
12. Gorbenko A.V., Skiredenko Yu.P., Nikolayev N.A. et al. [Sports Heart. Norm or Pathology]. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya* [Circulatory Pathology and Cardiac Surgery], 2020, vol. 24, no. 2, pp. 16–25. (in Russ.) DOI: 10.21688/1681-3472-2020-2-16-25
13. Tatarinova A.Yu., Smolenskiy A.V., Mikhaylova A.V. [Tissue Dopplerography of Diastolic Function of the Myocardium of the Left Ventricle in Athletes]. *Vestnik novykh meditsinskikh technologiy* [Bulletin of New Medical Technologies], 2013, vol. 20, no. 4, pp. 57–61. (in Russ.) DOI: 10.12737/2729
14. Sherstyuk S.A., Aseyeva A.Yu., Sherstyuk M.A. [New Aspects of Assessment of Adaptation to Physical Loads. Physiologically Athletic Heart and Transmitral Blood Flow Under Conditions of Aerobic-Anaerobic Metabolism of Muscle Activity]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Research Journal], 2020, no. 8 (98), part 2, pp. 80–86. (in Russ.)
15. Sherstyuk S.A., Aseyeva A.Yu., Gorbenko A.V., Sherstyuk M.A. [Experimental Substantiation of the Reserve Adaptive Capabilities of a Physiologically Athletic Heart by Transmitral Blood Flow in Qualified Athletes]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* [International Research Journal], 2020, no. 7 (97), part 2, pp. 57–61. (in Russ.)
16. Abhayaratna W.P. et al. Left Atrial Size: Physiologic Determinants and Clinical Applications. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2006, vol. 47, pp. 2357–2363. DOI: 10.1016/j.jacc.2006.02.048
17. Krivoshchekov S.G., Balioz N.V., Nekipelova N.V., Kapilevich L.V. Age, Gender, and Individually-Typological Features of Reaction to Sharp Hypoxic Influence. *Human Physiology*, 2014, vol. 40, no. 6, pp. 613–622. DOI: 10.1134/S0362119714060061
18. Nagueh S.F. *Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging*. 2009, vol. 47, pp. 108–133.
19. Dyakova E.Y., Kapilevich L.V., Shylko V.G. et al. Physical Exercise Associated with NO Production: Signaling Pathways and Significance in Health and Disease. *Front Cell Dev Biol*, 2015, vol. 3, p. 19. DOI: 10.3389/fcell.2015.00019
20. Basavarajaiah S., Wilson M., Junagde S. et al. Physiological Left Ventricular Hypertrophy or Hypertrophic Cardiomyopathy in an Elite Adolescent Athlete: Role of Detraining in Resolving the Clinical Dilemma. *Br. J. Sports Med.*, 2006, vol. 40, pp. 727–729. DOI: 10.1136/bjism.2005.024596
21. Walter J. et al. Treatment of Heart Failure with Normal Ejection Fraction an Inconvenient Truth. *JASS*, 2010, vol. 55, pp. 526–537. DOI: 10.1016/j.jacc.2009.06.067
22. Werner G. *Handbook Training. Trainieren. Spielen. Gewinnen*. Mayer & Mayer Verl ab. 2002. 286 p.

Информация об авторах

Шерстюк Сергей Александрович, соискатель кафедры спортивно-оздоровительного туризма, спортивной физиологии и медицины, Национальный исследовательский Томский государственный университет. Россия, 634050, Томск, проспект Ленина, д. 36; врач функциональной диагностики, Городская клиническая больница № 1 им. Кабанова А.Н. Россия, 644112, Омск, ул. Перелета, д. 7.

Асеева Анна Юрьевна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры теории и методики физической культуры и спорта, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта. Россия, 644009, Омск, ул. Масленникова, д. 144.

Андреев Владимир Игоревич, доктор педагогических наук, профессор отделения физической культуры, Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Россия, 634050, Томск, проспект Ленина, д. 30.

Капилевич Леонид Владимирович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой спортивно-оздоровительного туризма, спортивной физиологии и медицины, Национальный исследовательский Томский государственный университет. Россия, 634050, Томск, проспект Ленина, д. 36; профессор отделения физической культуры, Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Россия, 634050, Томск, проспект Ленина, д. 30.

Information about the authors

Sergey A. Sherstuk, Candidate of the Department of Sports and Wellness Tourism, Sports Physiology and Medicine, National Research Tomsk State University; doctor of functional Diagnostics, City Clinical Hospital No. 1 named after Kabanova A.N., Omsk, Russia.

Anna Yu. Aseeva, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Theory and Methods of Physical Education and Sport, Siberian State University of Physical Education and Health, Omsk, Russia.

Vladimir I. Andreev, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Division for Physical Education, Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia.

Leonid V. Kapilevich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Sports and Wellness Tourism, Sports Physiology and Medicine, National Research Tomsk State University; Professor of the Department of Physical Culture, National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia.

Статья поступила в редакцию 20.12.2021

The article was submitted 20.12.2021