Дата публикации: 01.12.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_17
УДК 616; 534.292

Publication date: 01.12.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_17
UDC 616; 534.292

# ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕРДЦА МУЖЧИН СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА, ИГРАЮЩИХ В ХОККЕЙ С ШАЙБОЙ

**Д.А. Романова, С.И. Логинов**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владимирский государственный университет им. А. Г. и Н. Г. Столетовых», г. Владимир, Россия

**Аннотация.** Цель исследования – выявить особенности физиологически нормального сердца играющих (ЭГ, n=30) и не играющих (КГ, n=30) в хоккей с шайбой мужчин 45-59 лет. Установлено, что антропометрические показатели и возраст обеих групп различий не имеют. У хоккеистов больше масса мышц, костная масса, содержание воды и основной обмен по сравнению с нехоккеистами, которые имеют больший процент общего и висцерального жира ($p<0,05$). Размеры и объемы левого, правого желудочков сердца и максимальное потребление кислорода хоккеистов достоверно выше показателей нехоккеистов.

**Ключевые слова:** размеры и состав тела, эхокардиография, мужчины, возраст 45-59 лет, хоккей с шайбой.

# ECHOCARDIOGRAPHIC INDICES OF THE HEART OF MIDDLE-AGED MEN PLAYING ICE HOCKEY

**D.A. Romanova, S.I. Loginov**
Vladimir State University, Vladimir, Russia

**Annotation.** The aim of the study is to identify the features of a physiologically normal heart in men aged 45-59 years who play (EG, n=30) and do not play (CG, n=30) ice hockey. It was found that the anthropometric indices and age of both groups did not differ. Hockey players have higher muscle mass, bone mass, water and basal metabolic rate compared to non-players, who have a higher percentage of total and visceral fat ($p<0.05$). The sizes and volumes of the left and right ventricles of the heart and maximal oxygen consumption of hockey players are significantly higher than those of non-players.

**Keywords:** body size and composition, echocardiography, men, 45-59 years, ice hockey.

**Введение.** Изучение механизмов срочной и долговременной адаптации к физическим нагрузкам в профессиональном и любительском спорте является одним из ключевых вопросов современной физиологии [1]. Известно, что достижение полезного приспособительного результата осуществляется путем повышения функциональной способности кардиореспираторной (КРС) и костно-мышечной систем (КМС) при адекватной перестройке функций центральной (ЦНС), вегетативной (ВНС) нервной систем и активации гипоталамо-гипофизарной нейросекреторной системы [2]. Тем не менее, результат работы КРС прежде всего зависит от функционального состояния сердца и его возможности увеличивать величину сердечного выброса при нарастающих физических нагрузках разной интенсивности [3]. Таким образом, проблема исследования заключается в том, чтобы определить и дать оценку ключевым показателям работы сердца, отражающим готовность занимающихся и не занимающихся спортом мужчин 45-59 лет к физическим нагрузкам аэробной и анаэробной направленности.

Цель исследования – выявить особенности физиологически нормального сердца, мужчин 45-59 лет, играющих и не играющих в хоккей с шайбой.

**Методы и организация исследования.** В исследовании участвовали практически здоровые мужчины среднего возраста (45-59

лет), которые три раза в неделю играли в хоккей с шайбой в ледовом дворце г. Ковров Владимирской области с 20.45 до 22.15 минут (экспериментальная группа, ЭГ, n=30). Контрольную группу (КГ) составили мужчины-ровесники (n=30), не занимавшиеся хоккеем. С помощью общепринятых методов измеряли длину тела (ДТ, м), массу тела (МТ, кг). Состав тела изучали биоимпедансным методом с помощью анализатора BC-730 Tanita (Япония). Определяли мышечную массу (ММ, кг), костную массу (КМ, кг), массу жира (МЖ, кг), массу висцерального жира (МВЖ, усл.ед.), содержание воды (СВ, кг) и величину основного обмена по Харрису-Бенедикту (ОО, ккал). Рассчитывали индекс массы тела (ИМТ) как $МТ/ДТ^2$ ($кг/м^2$).

Показатели функции сердца изучали с помощью эхокардиографии на ультразвуковом сканере Sonoscape s40exp. Измерения размеров и объемов камер сердца, толщины стенок желудочков осуществляли в соответствии с рекомендациями [4].

Статистическое оценивание выполняли с помощью пакета программ Statistica 12 (StatSoft, USA). Рассчитывали среднее арифметическое <M>, стандартное отклонение <σ> и стандартную ошибку среднего арифметического <m>. Проверку нормальности распределения проводили с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Для оценки тесноты связи использовали корреляционный анализ по Спирмену. Для сравнения групп применяли парный Т-критерий Стьюдента для независимых выборок при уровне значимости различий $p \leq 0,05$.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Показатели антропометрии и состава тела представлены в таблице 1.

Таблица 1

Демографические, антропометрические показатели и состав тела лиц, занимающихся и не занимающихся хоккеем с шайбой (M±m)

| Показатели | Хоккеисты, n=30 | Нехоккеисты, n=30 | P |
|---|---|---|---|
| Возраст, лет | 49,7±0,96 | 52,1±0,97 | 0,0839 |
| Длина тела, см | 178,3±1,00 | 177,4±0,92 | 0,5106 |
| Масса тела, кг | 86,0±1,66 | 87,6±1,65 | 0,9654 |
| Индекс массы тела, $кг/м^2$ | 26,7±0,44 | 28,2±0,67 | 0,0642 |
| Мышечная масса, кг | 61,6±0,92 | 55,8±1,26 | 0,0004 |
| Костная масса, кг | 3,35±0,06 | 3,78±0,13 | 0,0001 |
| Масса жира, кг | 23,9±0,55 | 26,9±0,86 | 0,0045 |
| Висцеральный жир, усл.ед. | 8,9±0,21 | 11,0±0,58 | 0,0012 |
| Вода, кг | 53,3±0,83 | 48,1±1,03 | 0,0002 |
| Основной обмен, ккал | 1897,8±27,34 | 1789,8±22,38 | 0,0034 |

Примечание: уровень достоверности различий рассчитан с помощью парного теста Стьюдента для несвязанных групп испытуемых

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что по габаритным размерам и возрасту лица занимающееся и не занимающихся хоккеем с шайбой различий не имеют. В то же время хоккеисты имеют большую массу мышц, массу минералов костей, воды и величину основного обмена по сравнению с нехоккеистами, которые, в свою очередь, отличаются большим процентом общего и висцерального жира ($p<0,05$).

Эхокардиографическое исследование (ЭхоКГ) показало, что конечно-диастолический (КДО) и конечно-систолический (КСО) размеры и объемы левого желудочка сердца индивидов, играющих в хоккей, достоверно выше по

сравнению с показателями лиц, не играющих в хоккей (рис. 1 A, B). Ударный объем крови также оказался выше у хоккеистов, тогда как величина фракции выброса была недостоверно выше у нехоккеистов (рис. 1 C). Толщина стенок левого и правого желудочков сердца была также выше у хоккеистов (рис. 1 D).

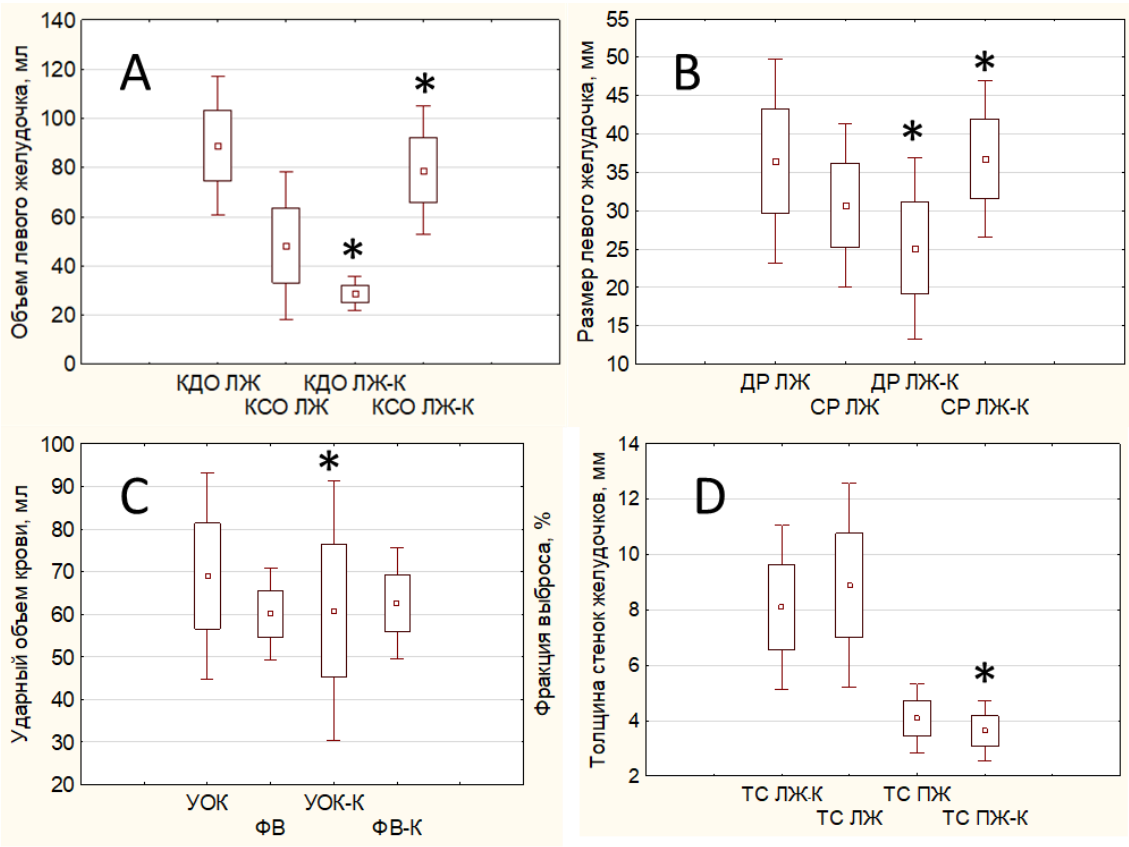



Рис. 1. Геометрия и объемы полостей сердца у лиц, играющих (n=30) и не играющих (n=30) в хоккей с шайбой, по данным эхокардиографии

Примечание: A – конечно-диастолический объем левого желудочка хоккеистов (КДО ЛЖ, мл), конечно-диастолический объем левого желудочка в контрольной группе (КДО ЛЖ-К, мл), конечно-систолический объем левого желудочка хоккеистов (КСО ЛЖ, мл), конечно-систолический объем левого желудочка в контрольной группе (КСО ЛЖ-К, мл); B – размеры левого желудочка: диастолический размер левого желудочка сердца хоккеистов (ДР ЛЖ, мл), диастолический размер ЛЖ в контрольной группе (ДР ЛЖ-К, мм), систолический размер ЛЖ у хоккеистов (СР ЛЖ, мм) и систолический размер в контрольной группе (СР ЛЖ-К, мм); C – ударный объем крови у хоккеистов (УОК, мл), у нехоккеистов (УОК-К, мл), фракция выброса у хоккеистов (ФВ, %) и то же у нехоккеистов (ФВ-К, %); D – толщина стенки левого желудочка у хоккеистов (ТС ЛЖ, мм) и у нехоккеистов (ТС ЛЖ-К, мм), толщина стенки правого желудочка у хоккеистов (ТС ПЖ, мм) и у не хоккеистов (ТС ПЖ-К, мм). * – уровень значимости различий $p<0,05$ согласно двустороннему Т-критерию Стьюдента

Размеры полостей левого и правого желудочков, левого и правого предсердий, а также величина частоты сердечных сокращений (ЧСС) и максимального потребления кислорода (МПК) в покое были заметно выше у хоккеистов по сравнению с нехоккеистами (рис. 2 A, B).

Зависимость максимального потребления кислорода от ударного объема крови у хоккеистов среднего возраста отображалась

уравнением вида МПК=40,9-0,001УОК +0,0012УОК$^2$ при r=0,3717 и p=0,0432, тогда как у нехоккеистов – уравнением вида МПК=17,2+0,5373УОК-0,0042УОК$^2$ при r=0,1764 и p=0,3429 (рис. 3 А, В).

Выявлены различия между показателями ЧСС в покое и после ортопробы. Изменений со стороны парасимпатической регуляции сердечного ритма с помощью монитора Polar vantage не обнаружено (табл. 2).

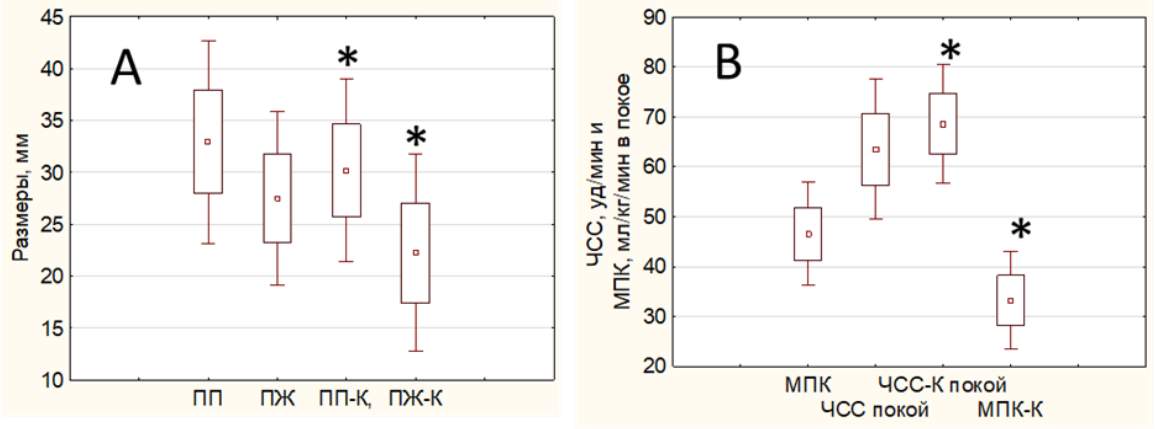



Рис. 2. Геометрия полостей правого сердца (А), показатели частоты сердечных сокращений и максимального потребления кислорода (В) лиц, играющих (n=30) и не играющих (n=30) в хоккей с шайбой, по данным эхокардиографии и измерения с помощью кардиомонитора Polar vantage 2

Примечание: правое предсердие – ПП, мм, правый желудочек – ПЖ, мм, правое предсердие у лиц в контрольной группе – ПП-К, мм, правый желудочек у лиц в контрольной группе – ПЖ-К, максимальное потребление кислорода у лиц экспериментальной группы – МПК, мл/кг/мин, максимальное потребление кислорода у лиц контрольной группы – МПК-К, мл/кг/мин, частота сердечных сокращений у лиц экспериментальной группы – ЧСС, уд/мин, частота сердечных сокращений у лиц контрольной группы – ЧСС-К, уд/мин

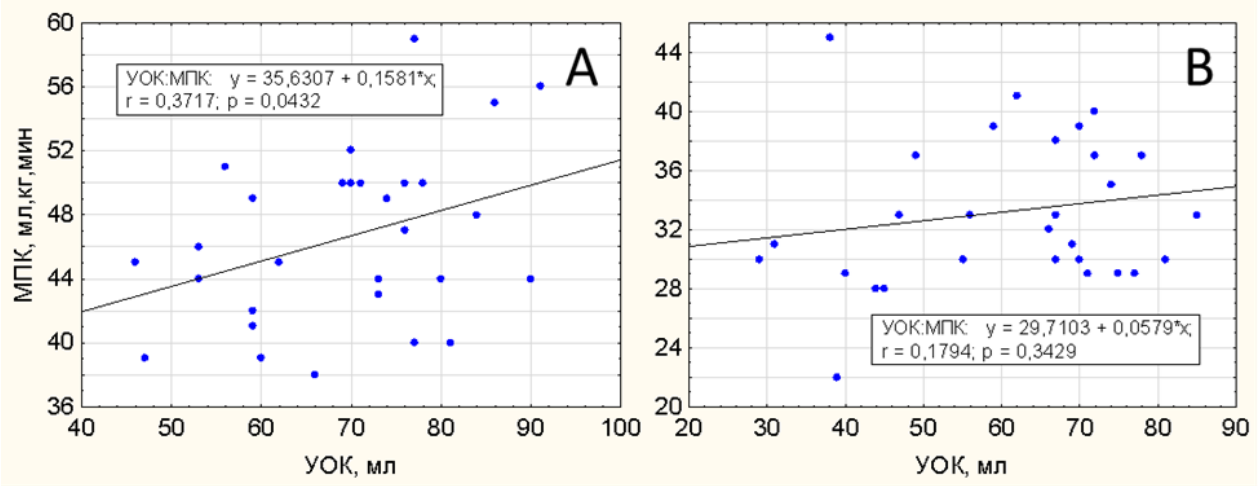



Рис. 3. Зависимость максимального потребления кислорода от ударного объема крови хоккеистов (А) и нехоккеистов (В) по данным регрессионного анализа на основе линейной модели

Таблица 2

Показатели вариабельности сердечного ритма лиц, занимающихся и не занимающихся хоккеем с шайбой (M±m)

| Показатели | Хоккеисты, n=30 | Не хоккеисты, n=30 | P |
|---|---|---|---|
| ЧСС сидя, уд/мин | 63,5±1,31 | 68,6±1,1 | 0,0042 |
| ЧСС стоя, уд/мин | 76,5±1,01 | 93,7±1,76 | 0,0000 |
| ЧСС пик, уд/мин | 91,0±2,42 | 109,6±1,69 | 0,0000 |
| ВСР (RMSSD) сидя, усл.ед. | 59,5±4,88 | 51,9±4,65 | 0,2731 |
| ВСР (RMSSD) стоя, усл.ед. | 51,6±5,43 | 55,5±2,74 | 0,4883 |

Примечание: ЧСС – частота сердечных сокращений, уд/мин; ВСР – вариабельность сердечного ритма по RMSSD (среднеквадратичное значение последовательных различий между соседними кардиоинтервалами), усл.ед. Уровень достоверности различий рассчитан с помощью парного теста Стьюдента для несвязанных групп испытуемых

Несколько другие результаты получены на выборке мужчин 55-64 лет, играющих в хоккей с шайбой, у которых сразу после игры происходило снижение значений RMSSD без изменения SDNN [3]. Известно, что параметр SDANN оценивает низкочастотные компоненты ВСР и отражает характер симпатических влияний на сердце, тогда как показатель RMSSD оценивает высокочастотные компоненты спектра и характеризует парасимпатические воздействия на сердечный ритм [5]. При фоновом обследовании у пожилых хоккеистов были также выявлены пониженные значения этих параметров, свидетельствующие о стабильной и длительной симпатикотонии. Авторы считают, что выявленные признаки преобладания низкочастотных компонентов вариабельности ритма сердца указывают на превалирование симпатических влияний вегетативной нервной системы на сердечную деятельность, что по современным представлениям позволяет прогнозировать высокую частоту аритмии у хоккеистов 55-64 лет [6]. В целом, по их мнению, функциональное состояние вегетативной нервной системы не изменилось под влиянием тренировок по хоккею [5].

У молодых спортсменов, занимающихся велоспортом и современным пятиборьем, по сравнению с лицами, не занимающимися спортом, выявлена сопоставимая эхокардиографическая картина, отмеченная у наших хоккеистов среднего возраста. КДО и КСО левого желудочка сердца спортсменов достоверно выше по сравнению с показателями неспортсменов. Сравнение показателей молодых спортсменов с аналогичными показателями наших спортсменов 45-59 лет, играющих в хоккей с шайбой, выявило в целом сходные результаты с той лишь разницей, что молодые спортсмены показали по ряду параметров более высокие цифры абсолютных значений геометрических и объемных показателей полостей сердца [7]. Величина фракции выброса была достоверно выше у неспортсменов за счет низких показателей КСО. Выявленные исследователями более низкие или более высокие значения эхокардиографических показателей по сравнению с соответствующими показателями контрольных групп при этом не выходили за пределы нормальных значений [8]. Иными словами, можно говорить о весьма умеренном ремоделировании функции сердца под влиянием физических нагрузок или так называемом «спортивном сердце». С другой стороны, мало известно, как связан низкий уровень физической активности со снижением массы и размеров левого желудочка или даже сердечной атрофией. В работе Markus et al (2021) установлены статистически значимые положительные связи величины максимального потребления кислорода с конечно-диастолическими и конечно-систолическими размерами левого желудочка, а также толщиной стенки левого

желудочка и его массой. Показано, что снижение МПК на 1 л/мин было связано с уменьшением массы миокарда левого желудочка на 13,7 г (9,63-17,8 95 ДИ) ($p<0,001$). Таким образом, уменьшение размеров левого желудочка и левого предсердия, массы миокарда левого желудочка, наряду со снижением МПК, наблюдаемое у субъектов с низким уровнем физической активности образно названо «сердцем малоподвижного человека» [9].

Проведенные нами наблюдения выявили особенности морфофизиологии мужчин среднего возраста. Установлено, что показатели длины и массы тела хоккеистов и нехоккеистов не различаются, находятся в пределах возрастной нормы и соответствуют 50-75 центилям общероссийской выборки населения [9]. Индекс массы тела у лиц, занимающихся спортом, соответствовал 50 центилю, тогда как у неспортсменов он располагался в пределах 50-75 центилей и находился на грани достоверности различий: у хоккеистов – 26,7±0,44 кг/м$^2$, у нехоккеистов – 28,2±0,67 кг/м$^2$ ($p=0,0642$) (табл. 1). Жировой компонент был существенно выше у лиц контрольной группы (26,9±0,86 кг) по сравнению с участниками экспериментальной группы (23,9±0,55 кг) ($p=0,0045$) (табл. 1) и располагался в пределах 50-75 центилей общероссийской выборки населения. Содержание воды и величина основного обмена были выше у хоккеистов, но они, как и предыдущие показатели, не выходили за пределы возрастной нормы и соответствовали 50-75 центилям [10].

**Заключение.** Проведенное нами обсервационное исследование выявило различия в уровне морфофункционального состояния и эхокардиографических параметров размеров физиологически нормального сердца мужчин среднего возраста, занимающихся и не занимающихся хоккеем с шайбой. Количественные значения показателей свидетельствуют о том, что регулярные тренировки три раза в неделю по полтора часа за один раз способствуют существенному росту массы мышц, снижению количества жира и повышению уровня основного обмена. Морфофункциональные и эхокардиографические показатели мужчин 45-59 лет, принимавших участие в наших исследованиях, в целом соответствуют возрастной норме Российской Федерации, что свидетельствует о достаточном уровне физического состояния испытуемых.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Фундаментальные и прикладные аспекты адаптоспособности, реактивности и регуляции организма спортсменов в системе спортивной подготовки (питание, пищеварение, восстановление и энергообеспечение): монография / под ред. А. П. Исаева, В. В. Эрлиха. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2017. – 855 с.
2. Анохин, П. К. Очерки по физиологии функциональных систем / П. К. Анохин. – Издательство: RUGRAM, 2022. – 450 с.
3. Елькин, А. А. Исследование наиболее значимых для коррекции компонентов функционального состояния у пожилых хоккеистов / А. А. Елькин, С. А. Парфёнов, Д. Д. Федотова // Успехи геронтологии. – 2020. – Т. 33. – № 1. – С. 127-130. DOI: 10.34922/AE.2020.33.1.017.
4. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging / Lang R. M., Badano L. P., Mor-Avi V. [et al.] // J. Am. Soc. Echocardiogr. – 2015. – Vol. 28. – № 1. – P. 1-39.e14. DOI: 10.1016/j.echo.2014.10.003.
5. Дадашова, Г. Н. Гендерные и возрастные особенности вариабельности сердечного ритма у практически здоровых лиц / Г. Н. Дадашова // Проф. мед. – 2015. – Т. 18. – № 2. – С. 54-58.
6. Тавкаева, Д. Р. Особенности вариабельности ритма сердца у пациентов со стабильной стенокардией и эпизодами безболевой ишемии миокарда / Д. Р. Тавкаева, С. Д. Маянская // Практич. мед. – 2015. – Т. 1. – № 3. – С. 40-45.

7. Структурно-функциональные особенности и показатели деформации левого желудочка сердца у здоровых лиц с различным уровнем физической активности по данным эхокардиографии / Беграмбекова Ю. Л., Дробязко О. А., Скрипкина Д. В. [и др.] // Кардиоваск. терап. и проф. – 2023. – Т. 22. – № 2. – С. 3489. DOI: 10.15829/1728-8800-2023-3489.EDNIUXHVS.
8. Сравнительная оценка показателей двухмерной эхокардиографии и эхокардиографии в трехмерном режиме с технологией speckle-tracking у молодых спортсменов / Мамаев О. П., Павлова Н. Е., Подлесов А. М. [и др.] // Спортивная медицина: наука и практика. – 2018. – Т. 8. – №3. – С. 49-58. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2018.3.49.
9. Lower Cardiorespiratory Fitness Is Associated With a Smaller and Stiffer Heart: The Sedentary's Heart / Markus M. R. P., Ittermann T., Drzyzga C. J. [et al] // JACC Cardiovasc Imaging. – 2021. – Vol. 14(1). – P. 310-313. DOI: 10.1016/j.jcmg. 2020.07.032.
10. Биоимпедансное исследование состава тела населения России / Руднев С. Г., Соболева Н. П., Стерликов С. А. [и др.] – М.: РИО ЦНИИОИЗ, 2014. – 499 с.

**REFERENCES**

1. Fundamental and applied aspects of adaptive ability, reactivity and regulation of the body of athletes in the sports training system (nutrition, digestion, recovery and energy supply): a monograph. A.P. Isaev, V.V. Erlikh, ed. Chelyabinsk: Publishing house of the South Ural State University, 2017. 855 p. (in Russ.)
2. Anohin P.K. Essays on the functional system’s physiology. RUGRAM, 2022. 450 p. (in Russ.)
3. El'kin A.A., Parfyonov S.A., Fedotova D.D. Study of the most significant for the correction components of the functional condition of elderly hockey players. *Advances in Gerontology*, 2020, vol. 33, no. 1, pp. 127-130. DOI: 10.34922/AE. 2020.33.1.017. (in Russ.)
4. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V. Afilalo J., Armstrong A., Ernande L., Flachskampf F.A., Foster E., Goldstein S.A., Kuznetsova T. et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J. Am. Soc. Echocardiogr,* 2015, vol. 28, no. 1, p. 1-39.e14. DOI: 10.1016/j. echo.2014.10.003.
5. Dadashova G.N. Gender- and age-related characteristics of heart rate variability in apparently healthy individuals. *Profilakticheskaya Meditsina*, 2015, vol. 18, no. 2, pp. 54-58. (in Russ.)
6. Tavkaeva D.R. Mayanskaya S.D. Features of heart rate variability in patients with stable angina and episodes of silent myocardial ischemia. *Practical Medicine*, 2015, vol. 1, no. 3, pp. 40-45. (in Russ.)
7. Begrambekova Yu.L. Drobyazko O.A., Skripkina D.V., Orlova Ya.A., Alekhin M.N. Structural and functional characteristics of left ventricular strain in healthy individuals with different physical activity level according to echocardiography. *Cardiovascular Therapy and Prevention*, 2023, vol. 22, no. 2. p. 3489. DOI: 10.15829/1728-8800-2023-3489. (in Russ.)
8. Mamaeva O.P., Pavlova N.E., Podlesov A.M., Khilchuk A.A., Sarana A.M., Shcherbak S.G. The comparison of 2D and 3D speckle-tracking echocardiography values in young athletes. *Sports medicine: research and practice,* 2018, vol. 8, no. 3, pp. 49-58. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524. 2018.3.49. (in Russ.)
9. Markus M.R.P., Ittermann T., Drzyzga C.J., Bahls M., Schipf S. Siewert-Markus U., Baumeister S. E., Ewert R., Völzke H., Steinhagen-Thiessen E. et al. Lower Cardiorespiratory Fitness Is Associated With a Smaller and Stiffer Heart: The Sedentary's Heart. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2021, no. 14(1), pp. 310-313. DOI: 10.1016/j.jcmg.2020.07.032.
10. Rudnev S.G., Soboleva N.P., Sterlikov S.A., Nikolaev D.V., Starunova O.A. et al. Bioimpedance study of body composition of the Russian population. Moscow: Russian Research Institute of Health, 2014. 499 p. (in Russ.)

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:**

**Дина Андреевна Романова** – аспирант, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, Владимир, e-mail: din.romanova2016@yandex.ru.
**Сергей Иванович Логинов** – доктор биологических наук, профессор, Владимирский государственный университет, имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, Владимир, e-mail: logsi@list.ru.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:**
**Dina Andreevna Romanova** – Post-Graduate Student of the Vladimir State University, Vladimir, e-mail: din.romanova2016@yandex.ru.
**Sergej Ivanovich Loginov** – Doctor of Biological Sciences, Professor, Vladimir State University, Vladimir, e-mail: logsi@list.ru.

**Для цитирования:** Романова, Д. А. Эхокардиографические показатели сердца мужчин среднего возраста, играющих в хоккей с шайбой / Д. А. Романова, С. И. Логинов // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7. – № 4. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_17

**For citation**: Romanova D.A., Loginov S.I. Echocardiographic indices of the heart of middle-aged men playing ice hockey. *Modern Issues of Biomedicine*, 2023, vol. 7, no. 4. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_17