УДК: 613.71 : 612.76 : 796.83 : 616.12- 073.43

ДИНАМИКА ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ИХ ВЗАИМОСВЯЗЬ С ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТЬЮ И БИОХИМИЧЕСКИМИ МАРКЕРАМИ У БОКСЁРОВ

Сирожитдинов К.К.[1], Якуббеков Н.Т.[1], Арслонов С.Ф.[2]
[1]Республиканский научно-практический центр спортивной медицины, Ташкент.
[2]Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр кардиологии, Ташкент.

BOKSCHILARDA EXOKARDIOGRAFIK KO‘RSATKICHLAR DINAMIKASI VA ULARNING JISMONIY ISH QOBILIYATI HAMDA BIOKIMYOVIY MARKERLAR BILAN O‘ZARO BOG‘LIQLIGI

Сирожитдинов К.К.[1], Yakubbekov N.T.[1], Arslonov S.F.[2]
[1]Respublika Sport tibbiyoti ilmiy-amaliy markazi, Toshkent.
[2]Respublika ixtisoslashtirilgan kardiologiya ilmiy-amaliy tibbiyot markazi, Toshkent.

DYNAMICS OF ECHOCARDIOGRAPHIC PARAMETERS AND THEIR RELATIONSHIP WITH PHYSICAL PERFORMANCE AND BIOCHEMICAL MARKERS IN BOXERS

Sirojitdinov K.K.[1], Yakubbekov N.T.[1], Arslonov S.F.[2]
[1]Republican Scientific and Practical Center of Sports Medicine, Tashkent.
[2]Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Cardiology, Tashkent.

Аннотация. *В статье приведены результаты эхокардиографических показателей и их взаимосвязь с физической работоспособностью, а также с биохимическими маркерами боксёров.*
Ключевые слова: *эхокардиография, спортсмены-боксёры, биохимические показатели спортсменов*

Аннотация. *Мақолада боксчилар эхокардиографик кўрсаткичлари ва жисмоний иш қобилияти ҳамда биокимёвий маркерлар билан ўзаро боғлиқлик борасида олинган натижалар келтирилган.*
Калит сўзлар: *эхокардиография, спортчи-боксчи, спортчилар биокимёвий кўрсаткичлари*

Abstract. *The article presents the results of echocardiographic indices and their relationship with physical performance, as well as with biochemical markers of boxers.*
Keywords: *echocardiography, boxing athletes, biochemical indices of athletes.*

Актуальность. Изучение влияния спортивных нагрузок на сердце остаётся одной из ключевых проблем спортивной медицины и кардиологии. Морфофункциональные перестройки миокарда у спортсменов, известные как «спортивное сердце», являются адаптацией к хронической физической нагрузке, однако их разграничение с патологической гипертрофией остаётся актуальным вопросом [1].

Особое внимание заслуживают единоборства, включая бокс, где тренировочные нагрузки характеризуются высокой интенсивностью, чередованием анаэробных и аэробных компонентов, что создаёт уникальные условия для адаптации сердечно-сосудистой системы [2].

Наряду с эхокардиографией, позволяющей объективизировать ремоделирование миокарда, важное значение имеет анализ биохимических и гормональных маркеров, а также функциональное тестирование спортсменов. Совмещение этих подходов обеспечивает комплексное понимание механизмов адаптации сердца к нагрузке и факторов, определяющих работоспособность [3].

Цель исследования. Изучить динамику эхокардиографических показателей у боксёров в 2022–2025 гг. и выявить взаимосвязь между структурно-функциональными характеристиками сердца, физической работоспособностью, гормональными и биохимическими маркерами.

Материалы и методы. Исследование проведено на базе Республиканского научно-практического центра спортивной медицины и включало 36 боксёров (26 мужчин и 10 женщин, средний возраст-19,5 лет). Дизайн — лонгитудинальный, с двумя точками замера: 2022 и 2025 годы. В 2022 году спортсмены находились в фазе максимальной тренировочной нагрузки (подготовка к международным соревнованиям), в 2023–2025 гг. интенсивность тренировок была снижена до поддерживающего уровня.

В рамках эхокардиографического исследования оценивались основные структурно-функциональные показатели сердца, включая диаметр аорты, размеры предсердий, конечные диастолический и систолический размеры левого желудочка (КДР и КСР), толщину межжелудочковой перегородки (МЖП) и задней стенки левого желудочка (ЗСЛЖ), а также размеры правого желудочка. Дополнительно рассчитывались относительная толщина стенки (ОТС), масса миокарда левого желудочка (ММЛЖ) и индекс массы миокарда (ИММЛЖ). Для оценки насосной функции сердца определялись конечные диастолический и систолический объёмы (КДО и КСО), ударный объём (УО), фракция выброса (ФВ), а также показатели диастолической функции (Е и А). Функциональное состояние спортсменов исследовалось с помощью нагрузочного тестирования: определялось максимальное потребление кислорода (МПК, мл/кг/мин) и физическая работоспособность по тесту PWC170. Лабораторные исследования включали анализ уровней гемоглобина, активности креатинкиназы (КФК) и лактатдегидрогеназы (ЛДГ), а также определение концентраций половых гормонов — тестостерона и кортизола. Для сравнения 2022 и 2025 годов использовали критерий Уилкоксона. Корреляционный анализ проводили по Спирмену. Различия считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. При анализе эхокардиографических показателей у боксёров в 2022 и 2025 годах выявлены статистически значимые изменения ряда структурных и функциональных параметров миокарда. В частности, отмечено уменьшение толщины межжелудочковой перегородки (МЖП), задней стенки левого желудочка (ЗСЛЖ) и относительной толщины стенок (ОТС), что сопровождалось снижением массы миокарда левого желудочка (ММЛЖ) и индексированной массы миокарда (ИММЛЖ). Также установлено достоверное уменьшение конечного диастолического объёма (КДО),

индексированного КДО и ударного объёма (УО). Фракция выброса (ФВ) продемонстрировала небольшое, но статистически значимое снижение. Кроме того, отмечено уменьшение скорости раннего диастолического наполнения (Е), что может свидетельствовать о формировании признаков диастолической дисфункции.

Эхокардиографические показатели боксеров в 2022 и 2025 годах

Таблица 1.

Показатель	2022 (n=36)	2025 (n=36)	p
АО, см	3.05 (2.9–3.3)	3.1 (2.9–3.3)	0.869
ЛП, см	3.35 (3.2–3.5)	3.35 (3.2–3.5)	1.000
КДР, см	5.1 (4.875–5.3)	4.95 (4.7–5.2)	0.105
КСР, см	3.4 (3.275–3.5)	3.3 (3.1–3.5)	0.377
МЖП, см	0.935 (0.84–0.98)	0.84 (0.79–0.905)	0.001*
ЗСЛЖ, см	0.92 (0.8475–0.97)	0.825 (0.78–0.8875)	0.001*
ПЖ баз, см	3.2 (3–3.325)	3.2 (3.1–3.4)	0.684
ПЖ сред, см	2.7 (2.6–2.9)	2.7 (2.6–2.8)	0.168
ОТС, см	0.35 (0.34–0.3825)	0.33 (0.32–0.36)	0.001*
ММЛЖ, г	166.2 (148.95–200.18)	148.2 (126.17–160.05)	0.007*
ИММЛЖ, г/м²	95.6 (81.58–102.83)	77.65 (73.88–88.55)	0.000*
КДО, мл	108 (98.85–127.4)	96.95 (89.15–109)	0.017*
КСО, мл	40 (35–45.25)	35.75 (33–42)	0.102
иКДО, мл/м²	61.88 (56.38–68.64)	53.76 (50.36–61.26)	0.001*
УО, мл	68.75 (63.98–83)	61.55 (56.58–68.5)	0.003*
ФВ, %	63.8 (63–64.53)	62.9 (62.18–63.13)	0.0003*
ПП, см	3.15 (3–3.2)	3.2 (3–3.3)	0.319
Е, м/с	0.905 (0.865–1.0275)	0.785 (0.74–0.8425)	0.0000*
А, м/с	0.59 (0.48–0.75)	0.51 (0.44–0.57)	0.002*

** — статистически значимые различия ($p < 0,05$).*

Корреляционный анализ показал наличие значимых взаимосвязей между показателями физической работоспособности, гормонального профиля, биохимических маркеров и структурно-функциональных параметров сердца. Так, максимальное потребление кислорода (МПК) умеренно коррелировало с величиной ударного объёма, конечным диастолическим объёмом и уровнем гемоглобина. Тестостерон положительно ассоциировался с толщиной стенок миокарда и массой миокарда левого желудочка, тогда как уровень кортизола имел умеренную положительную связь с ударным объёмом.

Обсуждение. Результаты исследования продемонстрировали обратное развитие тренировочной гипертрофии при переходе от высокоинтенсивных к поддерживающим нагрузкам. Снижение массы миокарда и толщины стенок согласуется с данными о регрессии «спортивного сердца» при уменьшении тренировочной активности [4].

Обнаруженное снижение диастолической функции (Е и А) может отражать уменьшение выраженности диастолической адаптации, что требует дальнейшего наблюдения. При этом сохранность размеров предсердий и правого желудочка подтверждает отсутствие патологической ремоделяции.

Корреляции между физической работоспособностью, гормональным профилем, биохимическими маркерами и эхокардиографическими параметрами

Таблица 2.

Показатели	Коэффициент корреляции (r)	Сила корреляции
МПК : Гемоглобин	0,53	Умеренная
МПК : ФВ	-0,44	Умеренная
Тестостерон : МЖП	0,31	Слабая
PWC170 : Гемоглобин	0,53	Умеренная
Тестостерон : ЗСЛЖ	0,34	Слабая
PWC170 : ЗСЛЖ	0,43	Умеренная
МПК : УО	0,56	Умеренная
PWC170 : ММЛЖ	0,57	Умеренная
Тестостерон : ММЛЖ	0,51	Умеренная
КФК : ММЛЖ	0,36	Слабая
ЛДГ : ММЛЖ	0,18	Очень слабая
МПК : КДО	0,59	Умеренная
PWC170 : ИММЛЖ	0,53	Умеренная
Кортизол : УО	0,41	Умеренная

Корреляционный анализ выявил, что показатели аэробной мощности (МПК, PWC170) связаны не столько с фракцией выброса, сколько с объёмными и морфологическими характеристиками сердца. Эти данные согласуются с концепцией, что у спортсменов насосная функция в покое не определяет уровень работоспособности, тогда как ключевую роль играет структурная адаптация миокарда и эффективность периферического кислородного обмена [5].

Интересной находкой стала положительная ассоциация уровня тестостерона с показателями гипертрофии миокарда, что подтверждает участие андрогенов в структурной адаптации.

Слабая связь КФК и ЛДГ с эхокардиографическими параметрами указывает на их ограниченную роль как маркеров ремоделяции сердца, в отличие от гормональных показателей.

Выводы

1. В период 2022–2025 гг. у боксёров на фоне снижения интенсивности тренировок отмечается регресс тренировочной гипертрофии: уменьшение массы миокарда, индекса массы миокарда и толщины стенок сердца.
2. Параметры диастолической функции демонстрируют тенденцию к снижению, что требует дальнейшего наблюдения.
3. Физическая работоспособность связана с объёмными и морфологическими характеристиками сердца, но не с фракцией выброса.
4. Уровень тестостерона ассоциирован с выраженностью гипертрофии миокарда, тогда как биохимические маркеры (КФК, ЛДГ) имеют ограниченную диагностическую ценность.
5. Комплексный мониторинг (эхокардиография, функциональные тесты, гормонально-биохимический анализ) необходим для оценки состояния сердца у спортсменов при изменении тренировочного режима.

Список литературы:

1. Pelliccia A, Sharma S, Gati S, Bäck M, Börjesson M, Caselli S, Collet JP, Corrado D, Drezner JA, Halle M, Hansen D, Heidbuchel H, Myers J, Niebauer J, Papadakis M, Piepoli MF, Prescott E, Roos-Hesselink JW, Graham Stuart A, Taylor RS, Thompson PD, Tiberi M, Vanhees L, Wilhelm M; ESC Scientific Document Group. 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. Eur Heart J. 2021 Jan 1;42(1):17-96. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa605. Erratum in: Eur Heart J. 2021 Feb 1;42(5):548-549. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa835. PMID: 32860412.
2. Pluim BM, Zwinderman AH, van der Laarse A, van der Wall EE. The athlete's heart. A meta-analysis of cardiac structure and function. Circulation. 2000 Jan 25;101(3):336-44. doi: 10.1161/01.cir.101.3.336. PMID: 10645932.
3. D'Ascenzi F, Anselmi F, Focardi M, Mondillo S. Atrial Enlargement in the Athlete's Heart: Assessment of Atrial Function May Help Distinguish Adaptive from Pathologic Remodeling. J Am Soc Echocardiogr. 2018 Feb;31(2):148-157. doi: 10.1016/j.echo.2017.11.009. Epub 2017 Dec 13. PMID: 29246514.
4. Utomi V, Oxborough D, Whyte GP, Somauroo J, Sharma S, Shave R, Atkinson G, George K. Systematic review and meta-analysis of training mode, imaging modality and body size influences on the morphology and function of the male athlete's heart. Heart. 2013 Dec;99(23):1727-33. doi: 10.1136/heartjnl-2012-303465. Epub 2013 Mar 9. PMID: 23474689.
5. Fagard R. Athlete's heart. Heart. 2003 Dec;89(12):1455-61. doi: 10.1136/heart.89.12.1455. PMID: 14617564; PMCID: PMC1767992.
6. Pelliccia, A., Di Paolo, F. D., & Maron, B. (2002). The Athlete’s Heart: Remodeling, Electrocardiogram and Preparticipation Screening. Cardiology in Review, 10, 85-90.
7. Dores, H., Gonçalves, P., Monge, J., & Cardim, N. (2021). Cardiac remodeling induced by exercise in male master athletes.
8. Ben Halima, A., Zidi, A., Laabidi, F., Kobaa, D., & Ayachi, S. (2020). How to distinguish athlete's heart from hypertrophic cardiomyopathy in cardiac MRI? Archives of Cardiovascular Diseases Supplements, 12, 151-152.
9. Castanheira, J., Valente-dos-Santos, J., Costa, D., et al. (2017). Cardiac remodeling indicators in adolescent athletes. Revista da Associacao Medica Brasileira, 63(5), 427-434.
10. F.D'Ascenzi , F.Biella, E.Lemme , V.Maestrini, B.Di Giacinto, A.Pelliccia. (2021). Female Athlete's Heart: Sex Effects on Electrical and Structural Remodeling. Journal National library of medicine.