

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ПОДРОСТКОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ВОДНЫМИ ВИДАМИ СПОРТА CARDIOVISOR

Н. Т. Джайнакбаев, С. Э. Музрапова*

НУО «Казахстанско-Российский Медицинский Университет», Казахстан, Алматы

**Корреспондирующий автор*

Аннотация

В работе поставлена цель – выявить эффективность использования CardioVisor для оценки сердечно-сосудистой системы у подростков. Для этого авторами работы был проведен литературный обзор по ранее опубликованным работам в рецензируемых журналах.

Результаты данного литературного обзора выявили эффективность использования CardioVisor и точность данного устройства для оценки состояния сердечно-сосудистой системы у подростков на 95 %-98 %, по сравнению с традиционными методами оценки, таких как ЭКГ. Учитывая возрастные изменения у детей и подростков, устройство CardioVisor позволяет более точно подбирать тренировки, беря в учет индивидуальные особенности каждого исследуемого, а также минимизировать риски перезагрузки для сердечно-сосудистой системы.

Однако, использование данного устройства требует более высоких затрат, включая квалифицированную специализированную интерпретацию полученных данных. Рекомендуется проводить дальнейшие исследования для оценки долгосрочных эффектов и оптимизации работы с устройством CardioVisor.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система подростков, плавание, инновационные технологии.

Введение

Водные виды спорта предъявляет высокие требования к физическим кондициям и выносливости спортсменов, особенно у детей и подростков, чьи организмы активно развиваются. Контроль за состоянием сердечно-сосудистой системы в таких условиях критичен для предотвращения перегрузок и заболеваний. Современные технологии, включая кардиовизор, предлагают новые возможности для точного и непрерывного мониторинга сердечного ритма и других параметров. Кардиовизор, благодаря своей бесконтактной природе, позволяет в реальном времени отслеживать состояние сердца и сосудов, что помогает лучше адаптировать тренировки и минимизировать риски для детей и подростков занимающиеся водными видами спорта [1; 2].

Цель исследования – выявить эффективность использования CardioVisor для оценки

сердечно-сосудистой системы у подростков, занимающихся водными видами спорта.

Методы и материалы

Авторами работы был проведен комплексный литературный обзор с использованием базы данных научных публикаций, таких как PubMed, Cyberleninka.ru, Google Scholar, Scopus и Web of Science. В работу были вовлечены научные работы ранее опубликованные не более чем 5 лет назад в рецензируемых журналах.

Результаты

Плавание привлекает людей всех возрастов своей низкой ударной нагрузкой, что делает его подходящим для людей всего возраста и пола. Пловцы достигают более низкого VO_{2max} и имеют аналогичный сердечный выброс с меньшей частотой сердечных сокращений и большим ударным объемом благодаря расширению левого желудочка [3].

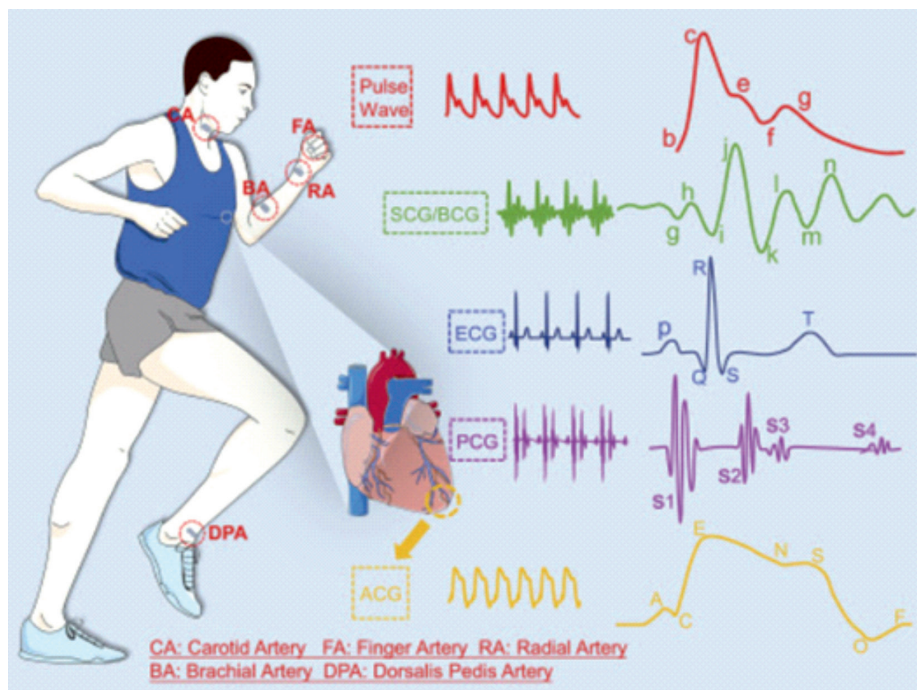


Рисунок 1. Схематическая иллюстрация множественных физиологических сигналов для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний

Источник: [6]

Спортсмены-подростки особенно подвержены стрессу, что делает важным мониторинг вариабельности сердечного ритма (далее – ВСР) как маркера стресса. Исследование, проведенное среди 22 пловцов национального уровня, показало, что ВСР последовательно снижалась после нескольких дней большой тренировочной нагрузки (>6 км/день) и обратно зависела от значительных изменений нагрузки (>7 км/день). Однако ВСР не коррелировала с объемом тренировок или продолжительностью сна. Эти результаты указывают на ограниченную ценность ежедневного мониторинга ВСР в условиях регулярных тренировок, но подчеркивают ее значимость при резком увеличении нагрузки для выявления потенциальной перетренированности [4; 5].

Исследования показали, что многие сердечно-сосудистые параметры можно получить из пульсовых волн, которые делятся на два типа: параметры сердечной функции и параметры периферических сосудов (рисунок 1) [6].

Неинвазивные методы для сердца включают доплеровскую эхокардиографию, импедансные кардиограммы, стресс-тесты, ЭКГ и пульсовые диаграммы, среди которых ультразвуковая доплерография и картирование импеданса наиболее распространены. Инвазивные

тесты включают метод FICK и термодиллюцию. ЭКГ является одним из самых распространенных методов диагностики сердечно-сосудистых заболеваний, предоставляя важные данные для анализа и мониторинга частоты сердечных сокращений, что критично для оценки сердечно-легочной функции [7].

Одним из наиболее важных параметров, отражающих здоровье сердечно-сосудистой системы, является частота сердечных сокращений, полученная с помощью ЭКГ. Мониторинг частоты сердечных сокращений позволяет получить некоторую информацию о частоте и ритме сердечных сокращений, что важно для мониторинга сердечно-легочной функции сердечно-сосудистых заболеваний. Частота сердечных сокращений (далее – ЧСС) является чувствительным индикатором вегетативного гомеостаза и первой реагирует на изменения в адаптации организма. Замедление ЧСС в покое связано с увеличением парасимпатического влияния на сердце. Некоторые исследования показывают, что увеличенный объем сердца ассоциируется с более мощными сокращениями и меньшей ЧСС [1; 6]. Спортсмены, занимающиеся выносливостью, имеют высокие значения ЧСС. Согласно данным С. К. Андреевой, у пловцов-подводников высокая квалификация связана с ЧСС 62

уд/мин у мужчин (48-80 уд/мин) и 65 уд/мин у женщин (62-83 уд/мин), что свидетельствует о положительном влиянии подводного спорта на сердечно-сосудистую систему [4].

В будущем популярность гибких носимых электродов позволит получать еще больше данных. Эффективно используя большие данные и искусственный интеллект, люди могут понимать свое сердечно-сосудистое состояние в режиме реального времени, ежедневно, что эффективно снизит смертность от сердечно-сосудистых заболеваний [8].

В результате внедрения компьютерного скринингового анализатора CardioVisor наблюдается значительное усовершенствование в анализе ЭКГ-сигналов по сравнению с традиционными методами. Основной инновацией является использование дисперсионного анализа низкоамплитудных колебаний ЭКГ-сигнала, что позволяет более детально выявлять небольшие нарушения деполяризации и реполяризации миокарда, которые обычно не обнаруживаются стандартными методами. В отличие от традиционных ЭКГ-анализаторов, которые фокусируются на временных и амплитудных характеристиках, CardioVisor использует метод анализа в течение 30-60 секунд непрерывного мониторин-

га, что обеспечивает точное отображение малых патологий [5]. Результаты анализа представлены в виде карты отклонений на квазиэпикарде трехмерной модели сердца, что значительно упрощает визуализацию и интерпретацию изменений миокарда для врача. Данная методика не только повышает точность диагностики, но и позволяет быстро и надежно выявлять ранние изменения, которые могут быть не видны при традиционном анализе. В дополнение, прибор включает упрощенную динамическую оценку variability сердечного ритма, что делает его универсальным инструментом для комплексного скрининга и анализа сердечных заболеваний.

CardioVisor продемонстрировал высокую точность в измерении частоты сердечных сокращений (ЧСС) и variability сердечного ритма (BCP), достигая 95-98 % точности по сравнению с эталонными методами, такими как ЭКГ и пульсометры [9]. Технология бесконтактного мониторинга, используемая в CardioVisor, минимизирует физический дискомфорт и обеспечивает непрерывный сбор данных даже в условиях активной физической нагрузки, что особенно полезно для спортсменов, поскольку позволяет более точно отслеживать реакции сердечно-сосудистой системы на нагрузки (рисунок 2) [6].

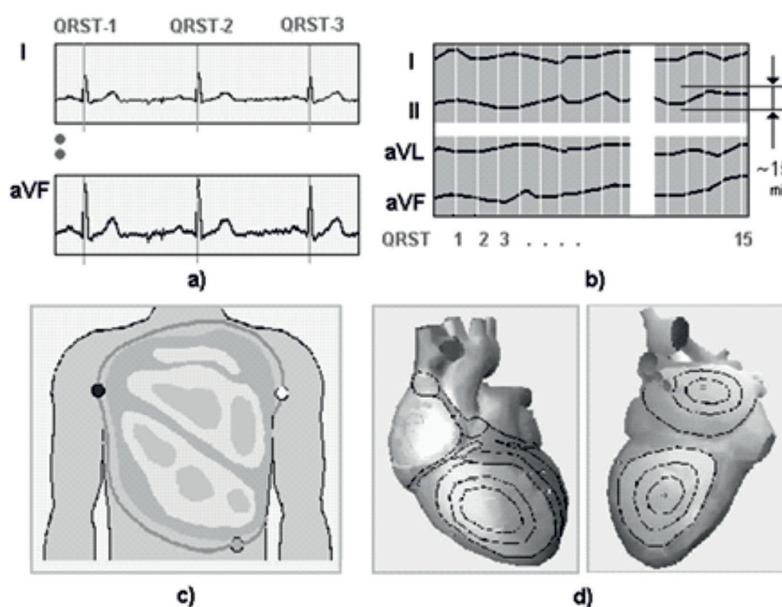


Рисунок 2. Схема формирования информационно-топологической модели низкоамплитудных колебаний ЭКГ: а) Входные сигналы ЭКГ с метками синхронизации. б) блок низкоамплитудных колебаний ЭКГ за один момент. в) поверхностная карта дисперсионных характеристик г) информационно-топологическая модель дисперсионных характеристик – «портрет сердца»

Источник: [9]

Практическое применение CardioVisor в тренировках выявило его значительное преимущество для тренеров и спортивных врачей. Устройство позволяет лучше отслеживать физиологические реакции спортсменов на тренировки, выявлять потенциальные проблемы, такие как перегрузка или усталость, и проводить более персонализированные тренировки [10].

Это улучшает адаптацию тренировочных программ и способствует снижению числа травм и случаев переутомления среди спортсменов.

Для подростков занимающимися водными видами спорта CardioVisor также оказался эффективным, учитывая возрастные изменения в сердечно-сосудистой системе и своевременно реагируя на отклонения. Устройство способствовало раннему выявлению проблем, связанных с интенсивными физическими нагрузками, и помогало улучшать общее состояние здоровья подростков, вовремя выявляя такие проблемы, как нарушение ритма сердца или чрезмерная нагрузка на сердце [11].

Основным преимуществом CardioVisor является его бесконтактный характер, высокая точность и возможность непрерывного мониторинга, что делает его удобным инструментом для оценки состояния сердечно-сосудистой системы у подростков занимающимися водными видами спорта. Однако устройство имеет ограничения, такие как высокая стоимость и необходимость в квалифицированном анализе данных, а также возможность временной нестабильности данных. Для улучшения результатов рекомендуется проводить дополнительные исследования по долгосрочным эффектам использования устройства и оптимизации алгоритмов обработки данных, что поможет повысить точность и надежность измерений, особенно при высоких физических нагрузках. В целом, CardioVisor представляет собой эффективный инструмент для мониторинга состояния сердечно-сосудистой системы у подростков занимающимися водными видами спорта, способствуя оптимизации тренировочного процесса и улучшению здоровья спортсменов [12-15].

Выводы

В связи с особенной подверженностью к стрессу во время подросткового периода очень

важным этапом при подготовке их к спорту является его персонализация, с учетом физиологических особенностей сердечно-сосудистой системы. Устройство CardioVisor учитывая возрастные особенности каждого исследуемого подростка позволяет наиболее точно определить состояние сердечно-сосудистой системы, снижая риски развития тяжелых последствий во время планирования и занятия водными видами спорта. Долгосрочные результаты исследования на сегодняшний день неизвестны. Необходимы дальнейшие исследования для оценки пролонгированных эффектов исследования с применением данного устройства.

Обсуждение

CardioVisor демонстрирует высокую точность в измерении частоты сердечных сокращений и вариабельности ритма, превосходя традиционные методы мониторинга [8]. Основные преимущества включают точность и удобство, но высокая стоимость и необходимость квалифицированного анализа остаются ограничениями [5; 13].

Список источников

1. Андреева С. К., Мартынов А. И., Павлов В. И. и др. Подводный спорт и здоровьем Монография. – Москва: ДОСААФ СССР. – 1980. – 222 с.
2. Московченко О. Н., Толстомятов И. А., Александров А. В. Подводный спорт и дайвинг: словарь-справочник. – Изд. 2-е, пере раб. и доп. – Красноярск: Красноярский гос. педагогический ун-т им. В. П. Астафьева. – Москва: Флинта. – 2014. – 312 с.
3. Jason L. M. et al. Swimming and the heart // International Journal of Cardiology. – 2013. – Vol. 168(1). – P. 19-26. – DOI: 10.1016/j.ijcard.2013.03.063.
4. Реди Е. В. Сравнительный анализ функционального состояния сердечно-сосудистой системы пловцов-подводников в разный временной период // ТиПФК. – 2023. – № 5.
5. Левушкин С. П., Жуков О. Ф., Блинков С. Н. Организация оздоровительной работы в образовательных учреждениях: методическое пособие. – Ульяновск: УлГУ. – 2004. – 207 с.
6. Блинков С. Н., Башмак А. Ф., Мезенцева В. А., Бородачева С. Е. Исследование морфофункционального развития и физического здо-

ровья студентов 18-22 лет // Ученые записки университета Лесгафта. – 2018. – №7(161), – С. 32-37.

7. Jian Lin, Rumin Fu, Xinxiang Zhong, Peng Yu, Guoxin Tan, Wei Li, Huan Zhang, Yangfan Li, Lei Zhou, Chengyun Ning. Wearable sensors and devices for real-time cardiovascular disease monitoring // Cell Reports Physical Science. – 2021. – Vol. 2(8). – Article No. 100541.

8. Sigita Kamandulis, Antanas Juodsnukis, Jurate Stanislovaitiene, Ilona Judita Zuoziene, Andrius Bogdelis, Mantas Mickevicius, Nerijus Eimantas, Audrius Snieckus, Bjørn Harald Olstad, Tomas Venckunas. Daily Resting Heart Rate Variability in Adolescent Swimmers during 11 Weeks of Training // Int J Environ Res Public Health. – 2020. – Vol. 17(6). – Article No. 2097. – DOI: 10.3390/ijerph17062097.

9. Software for screening heart investigations CardioVisor-06c. User's manual. Medical Computer Systems. – 2021. – URL: <https://archive.org/details/manualzilla-id-5898696/page/n2/mode/1up> (дата обращения: 23.12.2023).

10. Ullal A. J., Abdelfattah R. S., Ashley E. A., Froelicher V. F. Hypertrophic cardiomyopathy as a cause of sudden cardiac death in the young: a meta-analysis // Am J Med. – 2016. – Vol. 129(5). – P. 486-496.

11. Barry J. Maron, Antonio Pelliccia. The Heart of Trained Athletes: Cardiac Remodeling and the Risks of Sports, Including Sudden Death // AUTHOR INFO & AFFILIATIONS. – 2006. – Vol. 114(15). – DOI: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.613562>.

12. Toresdahl B. G., Rao A. L., Drezner J. A., Harmon K. G., Huszti E. Outcomes from sudden cardiac arrest in US high schools: a 2-year prospective study from the National Registry for AED Use in Sports // Br J Sports Med. – 2013. – Vol. 47(18). – P. 1179-1183.

13. Drezner J. A., Peterson D. F., Siebert D. M. et al. Survival after exercise-related sudden cardiac arrest in young athletes: can we do better? // Sports Health. – 2019. – Vol. 11(1). – P. 91-98.

14. Toresdahl B. G., Rao A. L., Drezner J. A., Harmon K. G., Huszti E. Outcomes from sudden cardiac arrest in US high schools: a 2-year prospective study from the National Registry for AED Use in Sports // Br J Sports Med. – 2013. – Vol. 47(18). – P. 1179-1183.

15. Abernethy W. B., Choo J. K., Hutter A. M. Jr. Echocardiographic characteristics of professional football players // J Am Coll Cardiol. – 2003. – Vol. 41. – P. 280-284. – DOI: 10.1016/s0735-1097(02)02633-5.

References

1. Andreeva, S. K., Martynov, A. I., Pavlov, V. I. et al. (1980). Podvodnyj sport i zdorov'eju Monografija. Moscow: DOSAAF SSSR, 222 p. (In Russian).

2. Moskovchenko, O. N., Tolstopjatov, I. A., Aleksandrov, A. V. Podvodnyj sport i dajving: slovar'-spravochnik. Izd. 2-e, pererab. i dop. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V. P. Astafiev. - Moscow: Flint. – 2014. – 312 p. (In Russian).

3. Jason, L. M. et al. (2013). Swimming and the heart. International Journal of Cardiology, 168(1), 19-26, DOI: 10.1016/j.ijcard.2013.03.063.

4. Redi, E. V. (2023). Sravnitel'nyj analiz funkcional'nogo sostojanija serdechno-sosudistoj sistemy plovcov-podvodnikov v raznyj vremennoj period. Theory and practice of physical culture, 5. (In Russian).

5. Levushkin, S. P., Zhukov, O. F., Blinkov, S. N. (2004). Organizacija ozdorovitel'noj raboty v obrazovatel'nyh uchrezhdenijah: metodicheskoe posobie. Ulyanovsk: UISU, 207 p. (In Russian).

6. Blinkov, S. N., Bashmak, A. F., Mezenceva, V. A., Borodacheva, S. E. (2018). Issledovanie morfofunkcional'nogo razvitija i fizicheskogo zdorov'ja studentov 18-22 let. Scientific notes of Lesgaft University, 7(161), 32-37. (In Russian).

7. Jian Lin, Rumin Fu, Xinxiang Zhong, Peng Yu, Guoxin Tan, Wei Li, Huan Zhang, Yangfan Li, Lei Zhou, Chengyun Ning (2021). Wearable sensors and devices for real-time cardiovascular disease monitoring. Cell Reports Physical Science, 2(8), 100541.

8. Sigita Kamandulis, Antanas Juodsnukis, Jurate Stanislovaitiene, Ilona Judita Zuoziene, Andrius Bogdelis, Mantas Mickevicius, Nerijus Eimantas, Audrius Snieckus, Bjørn Harald Olstad, Tomas Venckunas (2020). Daily Resting Heart Rate Variability in Adolescent Swimmers during 11 Weeks of Training, 17(6), 2097, DOI: 10.3390/ijerph17062097.

9. Software for screening heart investigations CardioVisor-06c (2021). User's manual. Medical

Computer Systems. Retrieved December, 2023, from <https://archive.org/details/manualzilla-id-5898696/page/n2/mode/1up>.

10. Ullal, A. J., Abdelfattah, R. S., Ashley, E. A., Froelicher, V. F. (2016). Hypertrophic cardiomyopathy as a cause of sudden cardiac death in the young: a meta-analysis. *Am J Med*, 129(5), 486-496.

11. Barry, J. Maron, Antonio Pelliccia (2006). The Heart of Trained Athletes: Cardiac Remodeling and the Risks of Sports, Including Sudden Death. AUTHOR INFO & AFFILIATIONS, 114(15), DOI: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.613562>.

12. Toresdahl, B. G., Rao, A. L., Drezner, J. A., Harmon, K. G., Huszti, E. (2013). Outcomes from sudden cardiac arrest in US high schools: a 2-year

prospective study from the National Registry for AED Use in Sports. *Br J Sports Med.*, 47(18), 1179-1183.

13. Drezner, J. A., Peterson, D. F., Siebert, D. M. et al. (2019). Survival after exercise-related sudden cardiac arrest in young athletes: can we do better? *Sports Health*, 11(1), 91-98.

14. Toresdahl, B. G., Rao, A. L., Drezner, J. A., Harmon, K. G., Huszti, E. (2013). Outcomes from sudden cardiac arrest in US high schools: a 2-year prospective study from the National Registry for AED Use in Sports. *Br J Sports Med*, 47(18), 1179-1183.

15. Abernethy, W. B., Choo, J. K., Hutter, A. M. Jr. (2003). Echocardiographic characteristics of professional football players. *J Am Coll Cardiol*, 41, 280-284, DOI: 10.1016/s0735-1097(02)02633-5.

ЖАСӨСПІМДЕРДІҢ ЖҮРЕК-ҚАН ТАМЫР ЖҮЙЕСІН БАҒАЛАУДА ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ, СУ СПОРТ ТҮРЛЕРІМЕН АЙНАЛЫСАТЫНДАРҒА АРНАЛҒАН CARDIOVISOR

Н. Т. Джайнақбаев, С. Э. Музрапова *

«Қазақстан-Ресей медициналық университеті» МЕМБМ, Қазақстан, Алматы

**Корреспондент автор*

Андатпа

Жұмыстың мақсаты – жасөспірімдердің жүрек-қан тамыр жүйесін бағалау үшін CardioVisor қолдану тиімділігін анықтау. Ол үшін жұмыс авторлары рецензияланатын журналдарда бұрын жарияланған жұмыстарға әдеби шолу жүргізді. Осы әдебиеттерді шолу нәтижелері CardioVisor қолданудың тиімділігін ЭКГ сияқты дәстүрлі бағалау әдістерімен салыстырғанда жасөспірімдердің жүрек-қан тамырлары денсаулығын бағалау үшін 95%-98% дәл екендігін көрсетті. Балалар мен жасөспірімдердің жасына байланысты өзгерістерді ескере отырып, CardioVisor құрылғысы әрбір зерттелетін адамның жеке ерекшеліктерін ескере отырып, жаттығуды дәлірек таңдауға, сондай-ақ жүрек-тамыр жүйесі үшін шамадан тыс жүктеме қаупін азайтуға мүмкіндік береді. Дегенмен, бұл құрылғыны пайдалану жоғары шығындарды, соның ішінде алынған деректерді білікті мамандандырылған интерпретациялауды талап етеді. CardioVisor құрылғысымен ұзақ мерзімді әсерлерді бағалау және өнімділікті оңтайландыру үшін қосымша зерттеулер ұсынылады.

Түйін сөздер: жасөспірімдердің жүрек-қан тамыр жүйесі, жүзу, инновациялық технологиялар.

THE USE OF TECHNOLOGY IN ASSESSING THE STATE OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM IN ADOLESCENTS ENGAGED IN WATER SPORTS CARDIOVISOR

N. T. Jainakbayev, S. E. Muzrapova*

NEI «Kazakh-Russian medical university», Kazakhstan, Almaty

**Corresponding author*

Abstract

The paper aims to identify the effectiveness of CardioVisor for cardiovascular assessment in adolescents. For this purpose, the authors of the paper conducted a literature review on previously published papers in rezeassable journals. The results of this literature review revealed the efficacy of the use of CardioVisor and the accuracy of this device to assess cardiovascular health in adolescents by 95%-98%, compared to traditional assessment methods such as ECG. Given the age-related changes in children and adolescents, the CardioVisor device allows for more accurate training, taking into account the individual characteristics of each subject, as well as minimising the risks of overloading the cardiovascular system. However, there are higher costs associated with the use of this device, including skilled specialised interpretation of the data obtained. Further studies are recommended to evaluate the long-term effects and optimise the CardioVisor device.

Keywords: *Adolescent cardiovascular system, swimming, innovative technologies.*

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ

Джайнакбаев Нурлан Темирбекович – м.ғ.д, профессор, «Қазақстан-Ресей медициналық университеті» МЕББМ ректоры; e-mail: rector@medkrmu.kz; ORCID:

Музрапова Сабина Эркиновна –НУО «Қазақстанско-Российский Медицинский Университет» МЕББМ магистранты, Қазақстан, Алматы; e-mail: sabina.muzrapova@mail.ru; ORCID: 0009-0003-5271-3555.

ОБ АВТОРАХ

Джайнакбаев Нурлан Темирбекович – д.м.н., профессор, ректор НУО «Қазақстанско-Российский медицинский университет».

Музрапова Сабина Эркиновна – магистрант НУО «Қазақстанско-Российский Медицинский Университет», Қазақстан, Алматы; e-mail: sabina.muzrapova@mail.ru; ORCID: 0009-0003-5271-3555.

ABOUT AUTHORS

Jainakbayev Nurlan Temirbekovich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Rector of the NEI «Kazakh-Russian Medical University»; e-mail: rector@medkrmu.kz; ORCID: 0000-0002-0579-8109.

Muzrapova Sabina Erkinovna – Master's student of the Kazakh-Russian Medical University, Kazakhstan, Almaty; e-mail: sabina.muzrapova@mail.ru; ORCID: 0009-0003-5271-3555.

Конфликт интересов. Все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Вклад авторов. Все авторы внесли равноценный вклад в разработку концепции, выполнение, обработку результатов и написание статьи. Заявляем, что данный материал ранее не публиковался и не находится на рассмотрении в других издательствах.

Финансирование. Отсутствует.

Статья поступила: 11.07.2024

Принята к публикации: 9.08.2024