

Аэробные тренировки в водной среде в программах кардиореабилитации

Персиянова-Дуброва А. Л., Бубнова М. Г., Матвеева И. Ф., Аронов Д. М.

ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины" Минздрава России.
Москва, Россия

Аэробные тренировки в водной среде можно рассматривать как дополнительный метод физических упражнений в реабилитации пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. В обзорной статье рассматриваются физиологические эффекты водных тренировок, возможность их применения у разных категорий кардиологических больных, дискутируются преимущества их применения, особенности дозирования нагрузки и мониторинга ее интенсивности в водной среде. Обсуждаются практические аспекты применения водных аэробных тренировок, приводятся данные научных исследований о безопасности и эффективности включения водных тренировок в программы кардиореабилитации.

Ключевые слова: кардиореабилитация, аэробные физические тренировки, водные тренировки, тренировки в водной среде.

Отношения и деятельность: нет.

Поступила 24/10-2023

Рецензия получена 31/10-2023

Принята к публикации 02/11-2023



Для цитирования: Персиянова-Дуброва А. Л., Бубнова М. Г., Матвеева И. Ф., Аронов Д. М. Аэробные тренировки в водной среде в программах кардиореабилитации. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2023;22(10):3808. doi:10.15829/1728-8800-2023-3808. EDN TNBMCU

Water aerobic training in cardiac rehabilitation programs

Persyanova-Dubrova A. L., Bubnova M. G., Matveeva I. F., Aronov D. M.

National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine. Moscow, Russia

Water aerobic training can be considered as an additional method of exercise in the rehabilitation of cardiovascular patients. The review examines the physiological effects of water training, the potential of its use in different categories of cardiac patients, its advantages, dosing the load and monitoring its intensity in the aquatic environment. The practical aspects of aqua aerobic training are discussed, and research data on its safety and effectiveness in cardiac rehabilitation programs is provided.

Keywords: cardiac rehabilitation, aerobic exercise, aquatic training, water aerobic training.

Relationships and Activities: none.

Persyanova-Dubrova A. L. ORCID: 0000-0002-8508-5327, Bubnova M. G. ORCID: 0000-0003-2250-5942, Matveeva I. F.* ORCID: 0000-0002-4356-7264, Aronov D. M. ORCID: 0000-0003-0484-9805.

*Corresponding author:

imatveeva@gnicpm.ru

Received: 24/10-2023

Revision Received: 31/10-2023

Accepted: 02/11-2023

For citation: Persyanova-Dubrova A. L., Bubnova M. G., Matveeva I. F., Aronov D. M. Water aerobic training in cardiac rehabilitation programs. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2023;22(10):3808. doi:10.15829/1728-8800-2023-3808. EDN TNBMCU

АД — артериальное давление, ИБС — ишемическая болезнь сердца, КР — кардиореабилитация, ЛЖ — левый желудочек, МПК — максимальное потребление кислорода, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания, ХСН — хроническая сердечная недостаточность, ЧСС — частота сердечных сокращений.

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются ведущей причиной заболеваемости и высокой

смертности в мире [1]. Малоподвижный образ жизни — один из факторов риска, предрасполагающий к развитию и прогрессированию ССЗ. Регулярная

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

e-mail: imatveeva@gnicpm.ru

[Персиянова-Дуброва А. Л. — к.м.н., с.н.с. отдела реабилитации и вторичной профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, ORCID: 0000-0002-8508-5327, Бубнова М. Г. — д.м.н., профессор, руководитель отдела реабилитации и вторичной профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, ORCID: 0000-0003-2250-5942, Матвеева И. Ф.* — н.с. отдела реабилитации и вторичной профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, ORCID: 0000-0002-4356-7264, Аронов Д. М. — д.м.н., г.н.с. отдела реабилитации и вторичной профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, ORCID: 0000-0003-0484-9805].

Ключевые моменты**Что известно о предмете исследования?**

- Программы кардиореабилитации рассматриваются как эффективное средство вторичной профилактики сердечно-сосудистых заболеваний.
- Водные тренировки могут быть использованы в кардиореабилитации как альтернатива или дополнение к классическим аэробным физическим тренировкам.

Что добавляют результаты исследования?

- Водные тренировки обладают рядом преимуществ.
- Методические рекомендации по этому виду аэробной нагрузки в кардиореабилитации должны быть адаптированы с учетом особенностей физиологического ответа в водной среде.
- Необходимы дополнительные исследования для разработки отечественных рекомендаций по использованию водных физических тренировок в программах кардиореабилитации, определения показаний и противопоказаний к их проведению.

Key messages**What is already known about the subject?**

- Cardiac rehabilitation programs are considered an effective means of secondary prevention of cardiovascular diseases.
- Aquatic training can be used in cardiac rehabilitation as an alternative or complement to classical aerobic exercise.

What might this study add?

- Water training has a number of benefits.
- Guidelines for this type of aerobic exercise in cardiac rehabilitation should be adapted taking into account the characteristics of the physiological response in the aquatic environment.
- Additional research is needed to develop Russian guidelines for the use of aquatic exercise in cardiac rehabilitation programs, to determine indications and contraindications for their implementation.

физическая активность связана со значительной пользой для здоровья и значительно более низким риском ССЗ. Известно, что уровень смертности обратно пропорционален уровню кардиореспираторной подготовленности даже при наличии других предикторов сердечно-сосудистой смерти, таких как курение, гипертония и гиперлипидемия [2].

Положительные эффекты применения физических тренировок у пациентов кардиологического профиля широко изучены. Программы кардиореабилитации (КР), основанные на физических упражнениях, играют большую роль во вторичной профилактике: снижают сердечно-сосудистую смертность и количество госпитализаций, а также улучшают физиологическое и психологическое благополучие пациентов с ССЗ [3, 4].

Аэробные упражнения оказывают влияние на факторы риска ССЗ, такие как малоподвижный образ жизни, ожирение и артериальная гипертензия, а также способствуют улучшению перфузии миокарда и снижению его потребности в кислороде. Положительные эффекты физических нагрузок реализуются через влияние на липиды плазмы (снижение уровня холестерина в составе атерогенных липопротеинов), чувствительность к инсулину, функциональную адаптацию сердца и сосудов [5, 6].

Традиционно в КР используются контролируемые тренировки на велоэргометре или тредмиле длительностью 30–60 мин, проводимые 2–3 раза в нед. [7]. Возможно также использование других видов аэробной нагрузки: тренирующей ходьбы,

степ-тренировок, танцев, динамических практик йоги т.д. [8–11]. Физические тренировки для этих пациентов могут быть проведены и в водной среде.

Цель — в обзорной статье рассматриваются физиологические механизмы водных тренировок, принципы их применения у разных категорий кардиологических больных, особенности дозирования нагрузки и мониторинга ее интенсивности в водной среде для обеспечения максимальной эффективности и безопасности водных тренировок при включении их в программы КР.

Материал и методы

Поиск проведен в электронных базы данных Medline/PubMed, PEDro database, Cochrane Library и e-library за период май 2023–сентябрь 2023гг на английском и русском языках по ключевым словам water-based exercise, aquatic exercise, aquatic therapy, coronary artery disease, cardiac rehabilitation, водные тренировки, тренировки в водной среде, тренировки в условиях водной иммерсии, тренировки в бассейне, кардиореабилитация.

Физиологические механизмы погружения в воду и нагрузки в водной среде

При погружении в воду на организм действует гидростатическое давление, вызывающее существенное изменение гемодинамики. Кровь перераспределяется в грудную клетку, увеличивается преднагрузка, снижается периферическое сосудистое сопротивление [12, 13]. Внутригрудной объем крови увеличивается на ~700 мл, что по закону Франка-Старлинга (чем больше растягивается сердечное волокно, тем сильнее сокращение миокарда) сопровождается повышением ударного объема на 30–35%. Центральная гиперволемиа активирует

механорецепторы, происходит нейрогормональная адаптация: повышается выделение предсердного натрийуретического фактора, подавляется активность гормонов-констрикторов (ренина, ангиотензина II, альдостерона и вазопрессина), вследствие чего увеличивается экскреция жидкостей и электролитов и снижается общее периферическое сосудистое сопротивление [14]. При погружении в воду частота сердечных сокращений (ЧСС) уменьшается, при этом сердечный выброс возрастает за счет увеличения ударного объема.

Снижение ЧСС связывают с различными факторами:

- 1) рефлекс ныряльщика,
- 2) воздействие гидростатического давления (компрессия облегчает венозный возврат к сердцу, которому нужно выполнять меньше работы),
- 3) снижение симпатической активности [14],
- 4) изменение терморегуляции в водной среде (вода охлаждает тело более эффективно, чем воздух).

Степень урежения ритма сердца зависит от температуры воды. Средний диапазон снижения ЧСС, по данным разных исследований, составляет 8-17 уд./мин, разница эта уменьшается по мере увеличения температуры воды.

В исследованиях показано, что ЧСС во время водных тренировок ниже по сравнению с упражнениями той же интенсивности на суше [15, 16]. Во время выполнения упражнений на суше ЧСС увеличивается по мере повышающейся из-за работы мышц температуры тела и выделяющегося при этом тепла. Однако в прохладной воде организм легче теряет это тепло, тем самым уменьшая вызванное теплом увеличение ЧСС.

Чем выше температура, тем меньше регистрируемая разница ЧСС. При температуре воды $>31^{\circ}\text{C}$ ЧСС в воде аналогична зарегистрированной для подобных упражнений на суше [17]. Стоит отметить, что аэробные упражнения в воде такой температуры не проводятся из-за риска перегрева.

Более низкая ЧСС в воде объясняется не только температурой воды, но и гидростатическим давлением (воздействие которого увеличивается с глубиной погружения).

Степень изменения сердечного ритма также связана с интенсивностью и видом выполняемых упражнений. Данные исследований указывают, что чем выше интенсивность аэробных упражнений, тем больше разница в пульсе между водными тренировками и тренировками на суше; по мере того, как интенсивность приближается к максимальному усилию, разница по ЧСС снижается. Svedenhag J, et al. (1992) сообщили, что реакция сердечного ритма при глубоководном беге оставалась такой же, как на суше при более низкой интенсивности и была ниже при тренировках с более высокой интенсивностью [18].

Эффекты водных тренировок

Проведенные исследования позволяют заключить, что, несмотря на особенности реакции сердечно-сосудистой системы на тренирующие нагрузки в водной среде, у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) водные тренировки при правильной технике и интенсивности обеспечивают достаточный кардиоваскулярный ответ для получения тренирующего эффекта [19].

В метаанализе, оценивающем влияние водных тренировок на максимальное потребление кислорода (МПК) [20], показано его увеличение на 20,1% у тренирующихся в водной среде при сравнении с нетренирующимися.

Водные тренировки увеличили МПК на 3,4 мл/кг/мин (95% доверительный интервал: 2,3-4,5; I^2 0%; 5 исследований, $n=167$), время выполнения нагрузки на 0,6 мин (95% доверительный интервал: 0,1-1,1; $I^2=0\%$; 3 исследования, $n=69$). При этом водные тренировки увеличивали МПК более выражено, чем тренировки в зале (средняя разница 3,08 мл/кг/мин). Показателем адаптации сердечно-сосудистой системы к нагрузке являются продемонстрированные в исследованиях уменьшение ЧСС покоя и увеличение субмаксимальной ЧСС и времени нагрузки при выполнении нагрузочного теста после курса водных тренировок.

Водные тренировки улучшают липидный профиль, оказывают положительное влияние на жировую массу тела и углеводный обмен. В исследовании Volaklis KA, et al. (2007) сравнили 3-недельные тренировки в 3 группах (водные, классические тренировки в зале и группа сравнения). У пациентов, тренировавшихся в бассейне, время выполнения нагрузочной пробы увеличилось, как и у тренировавшихся в зале (+11,7 и +8,1%, соответственно), достоверно снизился уровень общего холестерина и триглицеридов и произошел рост мышечной силы, в отличие от контрольной группы, пациенты которой не тренировались [21]. Возможность увеличивать мышечную силу является важным дополнительным свойством водных тренировок, этот эффект достигается благодаря свойству воды оказывать сопротивление движениям конечностей. В исследовании Teffaha D, et al. (2011) сравнивались результаты водной и традиционной программы тренировок с включением элементов резистивного тренинга у кардиологических пациентов, перенесших острый инфаркт миокарда, чрескожные коронарные вмешательства и коронарное шунтирование [22]. Показано, что водная программа, как и обычные тренировки, улучшает физическую работоспособность, мышечную силу и липидный спектр у этой категории пациентов по сравнению с контрольной группой.

В исследовании Mourot L, et al. (2009) выявлено влияние водных тренировок на эндотелиальную функцию кардиологических больных: при использовании водных упражнений в реабилитационной программе у стабильных пациентов с хронической сердечной недостаточностью (ХСН) и ИБС с сохраненной функцией левого желудочка (ЛЖ) на фоне улучшения кардиореспираторной формы отмечалось увеличение концентрации в плазме уровня нитрата (основного метаболита оксида азота) [23]. По мнению авторов, такие изменения могут быть связаны с улучшением функции эндотелия и иметь важное значение для здоровья пациентов. Также есть данные о снижении концентрации мозгового натрийуретического гормона (NT-proBNP) у пациентов на фоне водных тренировок, в отличие от классических [24].

В исследовании, посвященном изучению гипотензивного эффекта водных тренировок у пациентов пожилого возраста с гипертонической болезнью, было показано, что при суточном мониторингировании артериального давления (АД) дневные значения систолического АД были достоверно ниже у пациентов группы водных тренировок, чем у пациентов, занимавшихся в зале (-10,58 vs -3,5 мм рт.ст., $p=0,04$). Кроме того, посттренировочная гипотензия у них была более выраженной и продолжительной, чем в группе сравнения, и они имели более низкие цифры максимальной ЧСС и диастолического АД при нагрузочном тесте на велоэргометре, проведенном после курса тренировок [25].

В ряде исследований показана безопасность водных аэробных тренировок у больных ИБС: разницы по частоте возникновения симптомов (боль, депрессия сегмента ST, аритмии) при сравнении тренировок в водной среде и на суше не выявлено [26, 27].

Преимущества водных тренировок

Самое большое преимущество водной среды — снижение нагрузки на опорно-двигательный аппарат. Сила выталкивания обеспечивает значительное снижение массы тела, что имеет значение для пациентов с заболеваниями суставов, доля которых среди кардиологических больных 40–64 лет составляет 30%, а в более старшей возрастной группе ~50% [28, 29].

- Из-за низкой травматичности это идеальная форма физических упражнений для людей, которые не могут безопасно тренироваться в зале из-за детренированности, нарушений координации или ортопедических ограничений.

- Свойство воды оказывать сопротивление движениям конечностей позволяет вносить в аэробную тренировку резистивный компонент, способствующий увеличению мышечной силы. Степень силовой нагрузки можно варьировать путем изменения скорости движения конечностей и за счет специальных приспособлений (перчатки, весла).

- В водной среде при выполнении нагрузки происходит изменение теплового обмена, т.к. вода удаляет излишки тепла более эффективно, чем воздух. При водной тренировке пациенты с ожирением и избыточной массой тела испытывают значительно меньший тепловой стресс.

- Групповые занятия в водной среде положительно влияют на эмоциональный статус пациентов, способствуют их социализации и повышают мотивацию и приверженность занятиям [30].

Правила применения водных тренировок у кардиологических пациентов

У кардиологических больных необходимо соблюдать следующие правила проведения тренировок в водной среде:

- температура воды должна находиться в диапазоне от 28 до 30° С для исключения охлаждения или перегрева,
- степень погружения — уровень до мечевидного отростка (1,20 м — 1,30 м),

- тренировки проводятся 2–3 раза в нед., в остальные дни недели пациентам рекомендуют тренироваться самостоятельно дома (например, заниматься дозированной ходьбой),

- мониторинг интенсивности нагрузки проводят по ЧСС с учетом более низких ее значений в водной среде; при расчете целевой ЧСС либо отнимают 13 от полученных значений верхней и нижней границы тренировочного интервала, либо в формулу Карвонена подставляют индивидуально замеренную разницу пульса на суше и в воде ($\text{ЧСС}_{\text{тренировочная}} = (\text{ЧСС}_{\text{макс}} - \text{ЧСС}_{\text{покой}}) \times \% \text{ нагрузки} + \text{ЧСС}_{\text{покой}}$) [30].

Возможность использования водных тренировок у пациентов с ХСН

Совсем недавно даже к возможности простого погружения в воду больных с ХСН относились настороженно, т.к. считалось, что возникающее при погружении увеличение венозного возврата может вызвать перегрузку адаптивных механизмов и привести к декомпенсации. Однако исследования показали, что водные тренировки безопасны для стабильных пациентов с ХСН I–II функ-

ционального класса по Нью-Йоркской классификации (NYHA — New-York Heart Association). Пациенты со сниженной функцией ЛЖ, находящиеся в стабильном клиническом состоянии, способны адекватно увеличить сердечный выброс во время контролируемого погружения в воду в основном за счет повышения ЧСС [31].

Погружение вызывает ряд патогенетически значимых благоприятных физиологических реакций: подавление выделения гормонов-констрикторов, снижение общего периферического сопротивления сосудов, а использование упражнений, направленных на увеличение мышечной силы, позволяет бороться с мышечной дисфункцией у этих больных [32]. В ряде исследований показано, что водные тренировки у стабильных пациентов с умеренной ХСН (I–II функциональный класс по NYHA) повышают МПК, мышечную силу, физическую работоспособность, фракцию выброса ЛЖ, качество жизни [22, 32].

Дозирование нагрузки и мониторинг при проведении водных тренировок

Подбор программы водных тренировок осуществляется в зависимости от клинического статуса пациента, наличия коморбидных состояний, уровня его физической активности; подбирается программа, адаптированная к индивидуальным потребностям пациентов, в диапазоне от низкоинтенсивных упражнений на основе ходьбы до высокоинтенсивных, например, глубоководная аэробика.

Пациенты с низкими функциональными способностями или с ортопедическими ограничениями могут получить пользу от водной программы, включающей стретчинг, низкоинтенсивную аэробику с элементами силового тренинга, ходьбу. Ходьба в воде подходит для большинства пациентов. Как только пациент почувствует себя достаточно комфортно и освоит ходьбу, ее можно разнообразить, например, ходить высоко поднимая колени или включить одновременные движения рук. Стабильные пациенты низкого риска могут заниматься видами водных тренировок, требующими более высокого уровня навыков и физической подготовки. Пример программы [33]: тренировка продолжительностью 45 мин состоит из вводного (5 мин), основного (30 мин) и заключительного периодов (10 мин). Вводная часть: разные виды ходьбы. Основная часть занятия: базовые стандартные упражнения аэробной направленности: бег на месте (поочередное сгибание ног в тазобедренных суставах); прыжки на месте с поочередным сведением и разведением ног во фронтальной плоскости; прыжки на месте с поочередным сведением и разведением ног в сагиттальной плоскости; махи ногами вперед-назад (в сагиттальной плоскости) и в стороны (во фронтальной плоскости); выпады в прыжке с наклоном корпуса в сагиттальной плоскости (с поочередной сменой ног). Заключительная часть: упражнения на координацию, динамические растягивающие и дыхательные упражнения. В основе комплекса стандартные базовые упражнения, не требующие высокой двигательной подготовленности. При необходимости в комплекс можно добавлять упражнения на баланс и развитие мышечной силы, подстраиваясь под запросы пациентов с ограничениями.

Поскольку для кардиологических пациентов особенно важно оставаться в пределах рекомендованных врачом безопасных порогов тренирующей ЧСС во время физических упражнений, необходимо продумать, как

обеспечить мониторинг в водной среде. Поскольку не всегда есть возможность использовать водоустойчивые мониторы сердечного ритма, важно обучить пациента мануальному определению ЧСС, делать паузы для контроля ЧСС каждые 10 мин, понимать особенности регуляции сердечного ритма в водной среде, а также использовать дополнительные методы контроля интенсивности — например, шкалу Борга [30, 33].

Обсуждение

На сегодняшний день накоплен определенный опыт применения водных тренировок у пациентов с ССЗ. Однако к представленным данным следует относиться с осторожностью. Во-первых, в связи с небольшим количеством проведенных исследований, во-вторых, из-за разных методологических подходов и их качества и, как следствие, высокого уровня систематической ошибки. Имеющиеся исследования отличаются небольшим количеством участников, не все рандомизированы, не все имеют группу сравнения, в них используется разная продолжительность тренировок, разные виды активности, нагрузка разной интенсивности и на разной глубине. Эти методологические ограничения обязательно должны приниматься во внимание. Однако данные метаанализа, опубликованного в 2020 г в *European Journal of Preventive Cardiology*, Европейского общества кардиологов [34] позволяют авторам рекомендовать водные аэробные физические тренировки средней интенсивности в качестве дополнительного метода упражнений при реабилитации отдельных пациентов с ССЗ, особенно для пациентов с ИБС и сопутствующими заболеваниями опорно-двигательного аппарата.

В первую очередь речь идет о пациентах низкого риска с исходно хорошей физической работоспособностью и сохранной функцией ЛЖ (фракция выброса ЛЖ $\geq 50\%$) без нарушений ритма и проводимости, ишемии, коморбидности. При этом тренировки должны проводиться под врачебным контролем. Авторы подчеркивают необходимость дальнейшего изучения применения водных аэробных тренировок в программах КР: проведения качественных рандомизированных клинических исследований на больших выборках.

Аэробные тренировки в условиях водной иммерсии могут использоваться в программах вторичной профилактики для улучшения мотивации пациентов и повышения приверженности. Из-

вестно, что только ~30% пациентов завершают программу тренировок в рамках КР [35]. Для повышения привлекательности занятий, вовлечения большего количества участников и улучшения приверженности можно предоставить пациентам альтернативу в виде водных групповых тренировок. По данным метаанализа Graetz B, et al. (6 исследований) [36] продемонстрирован высокий уровень приверженности кардиологических пациентов, проходящих КР, программе водных тренировок: только один человек выбыл по всем исследованиям. Таким образом, водные тренировки могут помогать преодолевать барьеры, улучшая комплаенс и результаты реабилитации.

Существуют рекомендации по проведению аэробных тренировок в КР [3, 7]. Из-за разницы физиологической реакции, развивающейся в ответ на выполнение нагрузки в воде и на земле, просто экстраполировать рекомендации по назначению нагрузки на водные виды активности невозможно. Необходима разработка отечественных рекомендаций по назначению водных физических тренировок пациентам с ССЗ с определением показаний и противопоказаний, проработкой вопросов дозирования и мониторинга тренирующей нагрузки.

Заключение

Учитывая безопасность и эффективность водных тренировок под наблюдением, их можно рассматривать как дополнительный метод физических упражнений в реабилитации отдельных пациентов с ССЗ, особенно пациентов с ИБС и сопутствующими заболеваниями, которые не могут заниматься классическими видами аэробных тренировок, используемыми в КР. Показана безопасность контролируемых водных тренировок у этой категории пациентов, однако методические рекомендации по этому виду аэробной нагрузки в КР должны быть адаптированы. Понимание разных техник, особенностей физиологического ответа, методов мониторинга и выбора снаряжения позволяет эффективно и безопасно включать разные формы водной аэробной нагрузки в программы КР, расширив арсенал ее методов.

Отношения и деятельность: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Литература/References

1. Roth GA, Mensah GA, Johnson CO. Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990-2019: Update From the GBD 2019 Study. *J Am Coll Cardiol*. 2020;22;76(25):2982-3021. doi:10.1016/j.jacc.2020.11.010.
2. Ambrosetti M, Abreu A, Corrà U, et al. Secondary prevention through comprehensive cardiovascular rehabilitation: From knowledge to implementation. 2020 update. A position paper from the Secondary Prevention and Rehabilitation Section of the European Association of Preventive Cardiology. *Eur J Prev Cardiol*. 2020;2047487320913379. doi:10.1177/2047487320913379.
3. Blair SN, Kampert JB, Kohl HW 3rd, et al. Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *JAMA*. 1996; 276:205-10. doi:10.1001/jama.1996.03540030039029.

4. Anderson L, Oldridge N, Thompson DR, et al. Exercise-Based Cardiac Rehabilitation for Coronary Heart Disease: Cochrane Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2016; 67(1):1-12. doi:10.1016/j.jacc.2015.10.044.
5. Aronov DM. Cardiac Rehabilitation. Geotar-media, 2021. p.464. (In Russ.) Аронов Д. М. Кардиореабилитация. Гэотар-медиа, 2021. p. 464. ISBN: 978-5-9704-6218-8.
6. Bubnova MG, Aronov DM. Methodic recommendations. Maintaining physical activity of those with limitations in health. Edited by SA Boytsov. *CardioSomatics*. 2016;7(1):5-50. (In Russ.) Бубнова М. Г., Аронов Д. М. Методические рекомендации. Обеспечение физической активности граждан, имеющих ограничения в состоянии здоровья. Под редакцией С. А. Бойцова. *Кардиосоматика*. 2016;7(1):5-50.
7. Aronov DM, Bubnova MG, Barbarash OL, et al. Acute ST elevation myocardial infarction: aftercare and secondary prevention. National Russian guidelines. *Russian Journal of Cardiology*. 2015;(1):6-52. (In Russ.) Аронов Д. М., Бубнова М. Г., Барбараш О. Л. и др. Острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы: реабилитация и вторичная профилактика. Российский кардиологический журнал. 2015;(1):6-52. doi:10.15829/1560-4071-2015-1-6-52.
8. Bruce C, Achan V, Rathore S. Yoga-Based Cardiac Rehabilitation: Current Perspectives from Randomized Controlled Trials in Coronary Artery Disease. *Vasc Health Risk Manag*. 2021;17:779-89. doi:10.2147/VHRM.S286928.
9. Bubnova MG, Aronov DM, Makhinova MM, et al. Clinical efficacy of a personalized exercise program in the rehabilitation of patients with atrial fibrillation after radiofrequency ablation. *Russian Journal of Cardiology*. 2022;27(7):5098. (In Russ.) Бубнова М. Г., Аронов Д. М., Махинова М. М. и др. Клиническая эффективность персонализированной программы физических тренировок в реабилитации пациентов с фибрилляцией предсердий после операции радиочастотной абляции. Российский кардиологический журнал. 2022;27(7):5098. doi:10.15829/1560-4071-2022-5098.
10. Volodina KA, Linchak RM, Achkasov EE, et al. Effectiveness of Nordic walking in patients after acute coronary syndrome. *CardioSomatics*. 2017;8(1):20. (In Russ.) Володина К. А., Линчак Р. М., Ачкасов Е. Е. и др. Эффективность скандинавской ходьбы у пациентов, перенесших острый коронарный синдром. *Кардиосоматика*. 2017;8(1):20. doi:10.26442/CS45351.
11. Pomeshkina SA, Loktionova EB, Arkhipova NV, Barbarash OL. The effectiveness of home physical training and adherence to treatment in patients undergoing coronary bypass surgery. *Cardiologia*. 2017;57(1):23-9. (In Russ.) Помешкина С. А., Локтионова Е. Б., Архипова Н. В., Барбараш О. Л. Эффективность домашних физических тренировок и приверженность к лечению у пациентов, подвергшихся коронарному шунтированию. *Кардиология*. 2017;57(1):23-9. doi:10.18565/cardio.2017.1.23-29. EDN XVGGQET.
12. Pendergast DR, Moon RE, Krasney JJ, et al. Human Physiology in an Aquatic Environment. *Compr Physiol*. 2015;5(4):1705-50. doi:10.1002/cphy.c140018.
13. Mourot L, Bouhaddi M, Gandelin E, et al. Cardiovascular autonomic control during short-term thermoneutral and cool head-out immersion. *Aviat Space Environ Med*. 2008;79(1):14-20. doi:10.3357/asm.2147.2008.
14. Heithold K, Glass S. Variations in heart rate and perception of effort during land and water aerobics in older women. *J Exerc Physiol Online*. 2002;5:22-8.
15. Krueel LF, Beilke DD, Kanitz AC, et al. Cardiorespiratory responses to stationary running in water and on land. *J Sports Sci Med*. 2013;12(3):594-600. PMID: 24149170.
16. Hall JBD, O'Hare P. The physiology of immersion. *Physiotherapy*. 1990;76(9):517-21.
17. Sheldahl LM, Tristani FE, Clifford PS, et al. Effect of head-out water immersion on cardiorespiratory response to dynamic exercise. *J Am Coll Cardiol*. 1987;10(6):1254-8. doi:10.1016/s0735-1097(87)80127-4.
18. Svedenhag J, Seger J. Running on land and in water: comparative exercise physiology. *Med Sci Sports Exerc*. 1992;24(10):1155-60. PMID: 1435164.
19. Guimarães ALA, Gomes-Neto M, Conceição LSR et al. Water-Based Exercises on Peak Oxygen Consumption, Exercise Time, and Muscle Strength in Patients with Coronary Artery Disease: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Cardiovasc Ther*. 2023;2023:4305474. doi:10.1155/2023/4305474.
20. Scheer A, Shah A, Ito Ramos de Oliveira B, et al. Twelve weeks of water-based circuit training exercise improves fitness, body fat and leg strength in people with stable coronary heart disease: a randomised trial. *J Physiother*. 2021;67(4):284-90. doi:10.1016/j.jphys.2021.08.012.
21. Volaklis KA, Spassis AT, Tokmakidis SP. Land versus water exercise in patients with coronary artery disease: effects on body composition, blood lipids, and physical fitness. *Am Heart J*. 2007;154(3):560.e1-6. doi:10.1016/j.ahj.2007.06.029.
22. Teffaha D, Mourot L, Vernochet P, et al. Relevance of water gymnastics in rehabilitation programs in patients with chronic heart failure or coronary artery disease with normal left ventricular function. *J Card Fail*. 2011;17(8):676-83. doi:10.1016/j.cardfail.2011.04.008.
23. Laurent M, Daline T, Malika B, et al. Training-induced increase in nitric oxide metabolites in chronic heart failure and coronary artery disease: an extra benefit of water-based exercises? *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2009;16(2):215-21. doi:10.1097/HJR.0b013e3283292fct.
24. Vasić D, Novaković M, Božić Mijovski M, et al. Short-Term Water- and Land-Based Exercise Training Comparably Improve Exercise Capacity and Vascular Function in Patients After a Recent Coronary Event: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Front Physiol*. 2019;10:903. doi:10.3389/fphys.2019.00903.
25. Júnior FA, Gomes SG, da Silva FF, et al. The effects of aquatic and land exercise on resting blood pressure and post-exercise hypotension response in elderly hypertensives. *Cardiovasc J Afr*. 2020;31(3):116-22. doi:10.5830/CVJA-2019-051.
26. Fernhall B, Congdon K, Manfredi T. ECG response to water and land based exercise in patients with cardiovascular disease. *J Cardiopulm Rehabil*. 1990;10:5-11. doi:10.1097/00008483-199001000-00001.
27. McMurray R, Fieselman C, Avery E, et al. Exercise hemodynamics in water and on land in patients with coronary artery disease. *J Cardiopulm Rehabil*. 1988;8:69-75.
28. Sewell J, Hussain SM, Wang Y, et al. Association between arthritis and cardiovascular risk factors in community-based adults: an opportunity to target cardiovascular risk. *BMC Cardiovasc Disord*. 2022;22(1):232. doi:10.1186/s12872-022-02674-x.
29. Kerola AM, Rollefstad S, Semb AG. Atherosclerotic Cardiovascular Disease in Rheumatoid Arthritis: Impact of Inflammation and Antirheumatic Treatment. *Eur Cardiol*. 2021;16:e18. doi:10.15420/ecr.2020.44.
30. Aquatic Exercise Association (AEA). Aquatic fitness professional manual. 2017. 7th ed. Human Kinetics, Champaign, IL. 420 p. ISBN 1492533742.
31. Schega L, Claus G, Almeling M, et al. Cardiovascular responses during thermoneutral, head-out water immersion in patients with coronary artery disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2007;27(2):76-80. doi:10.1097/01.HCR.0000265033.11930.99.

32. Mourot L, Teffaha D, Bouhaddi M, et al. Exercise rehabilitation restores physiological cardiovascular responses to short-term head-out water immersion in patients with chronic heart failure. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2010;30(1):22-7. doi:10.1097/HCR.0b013e3181c8595c.
33. Persiyanova-Dubrova AL, Marphina TV, Badalov NG. Water aerobics training: selection and control of the exercise intensity using the Borg scale. *Voprosy kurortologii, fizioterapii, i lechebnoi fizicheskoi kultury.* 2021;98(2):39-44. (In Russ.) Персиянова-Дуброва А. Л., Марфина Т. В., Бадалов Н. Г. Водные аэробные тренировки: выбор и контроль интенсивности упражнений с помощью шкалы Борга. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры.* 2021;98(2):39-44. doi:10.17116/kurort20219802139.
34. Cugusi L, Manca A, Bassareo PP, et al. Supervised aquatic-based exercise for men with coronary artery disease: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Eur J Prev Cardiol.* 2020;27(19):2387-92. doi:10.1177/2047487319878109.
35. Ritchey MD, Maresh S, McNeely J, et al. Tracking Cardiac Rehabilitation Participation and Completion Among Medicare Beneficiaries to Inform the Efforts of a National Initiative. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes.* 2020;13(1):e005902. doi:10.1161/CIRCOUTCOMES.119.005902.
36. Graetz B, Sullivan M, Robertson T. Do hydrotherapy exercise programmes improve exercise tolerance and quality of life in patients with chronic heart failure? A systematic review. *Zealand Journal of Physiotherapy.* 2015;43(2):64-71. doi:10.15619/NZJP/43.2.07.