

ФИЗИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ДЕТЕЙ С КОРРИГИРОВАННЫМИ ВРОЖДЕННЫМИ ПОРОКАМИ СЕРДЦА

Помешкина С. А., Березина А. В., Вершинина Т. Л.,
Яковлева Е. В., Васичкина Е. С., Первунина Т. М., Демченко Е. А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр имени
В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения Российской
Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Контактная информация:

Помешкина Светлана Александровна,
ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова»
Минздрава России,
ул. Аккуратова, д. 2, Санкт-Петербург,
Россия, 197341.
E-mail: pomeshkina_sa@almazovcentre.ru

Статья поступила в редакцию 07.05.2024
и принята к печати 08.06.2024.

Резюме

Актуальность. Несмотря на большой вклад физической активности (ФА) в здоровье детей после коррекции врожденных пороков сердца (ВПС), в литературе существуют лишь единичные данные о ФА и работоспособности детей после коррекции ВПС. **Цель:** оценка физической активности и физической работоспособности у детей после радикального вмешательства по поводу ВПС. **Материалы и методы.** В исследование было включено 32 ребенка после радикальной коррекции ВПС. Всем пациентам кроме стандартных методов исследования был проведен кардиопульмональный нагрузочный тест (КПНТ), а также структурированное интервьюирование по ФА. **Результаты.** По данным опроса, 81 % детей не достигали рекомендованных 60 минут ежедневной ФА. Только 44 % — посещали спортивные кружки или секции. Количество времени малоподвижного образа жизни у детей составило 8,4 часа в день, при этом продолжительность развлекательного «экранного времени» — 3 часа. Отдельно был проведен анализ физической работоспособности в подгруппах, сформированных в зависимости от занятий физическими тренировками (ФТ). У детей, которые регулярно занимались ФТ, пороговая мощность нагрузки и частота сердечных сокращений на высоте физической нагрузки были выше в сравнении с детьми, не занимающимися ФТ. Кроме того, у них были выше показатели VO_{2peak} и ниже — вентиляторного эквивалента CO_2 (VE/VC_{O_2}). **Заключение.** Дети с корригированными ВПС, без противопоказаний к занятиям физической культурой и спортом, в большинстве своем ведут малоподвижный образ жизни, имеют недостаточную физическую активность и работоспособность. Однако регулярные физические тренировки после радикальной коррекции ВПС значительно повышают работоспособность детей за счет адекватного прироста сердечного выброса и минутной вентиляции при физических нагрузках.

Ключевые слова: врожденный порок сердца, дети, малоподвижный образ жизни, реабилитация, физическая активность, физическая работоспособность.

Для цитирования: Помешкина С.А., Березина А.В., Вершинина Т.Л. и др. Физическая активность и физическая работоспособность детей с корригированными врожденными пороками сердца. Трансляционная медицина. 2024; 11(2): 148-156. DOI: 10.18705/2311-4495-2024-11-2-148-156. EDN: PQSKOW

PHYSICAL PERFORMANCE AND PHYSICAL ACTIVITY OF CHILDREN WITH CORRECTED CONGENITAL HEART DEFECTS

Svetlana A. Pomeshkina, Aelita V. Berezina, Tatiana L. Vershinina,
Elena V. Yakovleva, Elena S. Vasichkina, Tatiana M. Pervunina,
Elena A. Demchenko

Almazov National Medical Research Centre, Saint Petersburg, Russia

Corresponding author:

Svetlana A. Pomeshkina,
Almazov National Medical Research Centre,
Akkuratova str., 2, Saint Petersburg, Russia,
197341.

E-mail: pomeshkina_sa@almazovcentre.ru

Received 07 May 2024; accepted 08 June 2024.

Abstract

Background: despite the great contribution of physical activity (PA) to the health of children after correction of congenital heart defects (CHD), in the literature there are only isolated data on PA and the performance of children after correction of congenital heart defects. **Objective:** to assess physical activity and physical performance in children after radical intervention for congenital heart disease. **Material and methods.** The study included 32 children after radical correction of congenital heart disease. In addition to standard research methods, all patients underwent a cardiopulmonary stress test (CPST), as well as a structured interview on physical activity. **Results.** According to the survey, 81 % of children did not achieve the recommended 60 minutes of daily PA. Only 44 % of children attended sports clubs or sections. The amount of sedentary time in children was 8.4 hours a day, while the duration of entertainment “screen time” was 3 hours. A separate analysis of physical performance was carried out in subgroups formed depending on physical training (PT) activities. In children who regularly engaged in PT, the threshold load power and heart rate at the height of physical activity were higher compared to children who did not engage in PT. In addition, they had higher VO_{2peak} and lower ventilator CO_2 equivalent (VE/VCO_2). **Conclusion.** Children with corrected congenital heart disease, without contraindications to physical education and sports, mostly lead a sedentary lifestyle and have insufficient physical activity and performance. However, regular physical training after radical correction of congenital heart disease significantly increases the performance of children due to an adequate increase in cardiac output and minute ventilation during physical activity.

Key words: children, congenital heart disease, physical activity, physical performance, rehabilitation, sedentary lifestyle.

For citation: Pomeshkina SA, Berezina AV, Vershinina TL, et al. Physical performance and physical activity of children with corrected congenital heart defects. Translational Medicine. 2024; 11(2): 148-156. (In Rus.) DOI: 10.18705/2311-4495-2024-11-2-148-156. EDN: PQSKOW

Список сокращений: ВПС — врожденный порок сердца, КПНТ — кардиопульмональный нагрузочный тест, ФА — физическая активность, ФН — физическая нагрузка, ФР — физическая работоспособность, ФТ — физические тренировки, $HR/Vkg-slope$ — соотношение прироста пульса к потреблению O_2 , VE/VCO_2 — вентиляторный эквивалент CO_2 , VO_{2peak} — пиковое потребление кислорода, $VO_2/ЧСС$ — пиковый кислородный пульс.

Введение

Врожденные пороки сердца (ВПС) встречаются у 1 % всех новорожденных и являются наиболее частыми врожденными пороками развития, диагностируемыми у детей [1]. Благодаря усовершенствованиям хирургических и интервенционных методов, а также периоперационной интенсивной терапии, выживаемость детей с ВПС за последние десятилетия заметно улучшилась, что привело

к увеличению числа таких пациентов, доживающих до взрослого возраста. По мере того, как лица с ВПС становятся старше, на их здоровье могут дополнительно влиять сердечно-сосудистые факторы риска, что увеличивает вероятность развития у них таких заболеваний, как инсульт, ожирение, сахарный диабет 2 типа, ишемическая болезнь сердца.

Физическая подготовка и физическая активность (ФА) относятся к важным детерминантам здоровья ребенка. ФА является центральным компонентом здорового поведения у детей и подростков, а физическая подготовка часто используется для оценки общего состояния здоровья и моторного развития ребенка [2]. Малоактивный образ жизни и отсутствие ФА могут препятствовать нормальному развитию и росту детей и приводить к ослаблению здоровья [3, 4].

Рекомендации по ФА для детей с ВПС в большинстве случаев аналогичны таковым для общей педиатрической популяции [5, 6]. Согласно рекомендациям Европейской ассоциации детских кардиологов, большинству детей с ВПС следует уделять не менее 60 минут в день ФА умеренной или высокой интенсивности. Кроме того, в рекомендациях указывается, что больший объем ФА связан с большей пользой для здоровья [7].

Физическую подготовленность можно определить как способность человека быть физически активным, она включает в себя выносливость, силу, ловкость, координацию и гибкость [8]. И если в опубликованной литературе и есть единичные данные о физической активности и выносливости детей общей популяции [9, 10], то данных, посвященных детям с ВПС, значительно меньше.

Цель исследования: оценка физической активности и физической работоспособности детей после радикального хирургического вмешательства по поводу ВПС.

Материалы и методы

С января 2022 г. по декабрь 2023 г. в исследование было включено 32 ребенка в возрасте от 11 до 15 лет, перенесших радикальное хирургическое вмешательство по поводу ВПС без анатомических и гемодинамических остаточных явлений в послеоперационном периоде.

Все выполненные исследования с участием пациентов соответствовали этическим стандартам Биоэтического комитета, разработанным согласно Хельсинкской декларации Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека». Протокол настоящего исследования был одобрен

локальным этическим комитетом Национального медицинского исследовательского центра имени В. А. Алмазова.

Критерии включения: возраст детей после радикальной коррекции ВПС в диапазоне 11–15 лет; отсутствие анатомических и гемодинамических остаточных явлений после коррекции ВПС; наличие подписанного информированного согласия родителей на участие в исследовании их детей.

У всех пациентов был проанализирован клинический статус, проведено физикальное, лабораторное и инструментальное обследование: эхокардиография (ЭхоКГ) на аппарате Philips IE 33 (Нидерланды), суточное мониторирование электрокардиограммы (Система Инкарт «Кардиотехника 04»), кардиопульмональный нагрузочный тест (КПНТ) с помощью системы Oxycon Pro (Jaeger, Германия), а также структурированное интервью, касающееся ФА.

Для оценки уровня ФР все пациенты выполняли КПНТ. Для газоанализа использовали метод breath-by-breath (анализ каждого дыхательного цикла в режиме реального времени) с помощью системы Oxycon Pro (Jaeger, Германия). Пациенты выполняли симптом-лимитированную, непрерывно возрастающую физическую нагрузку (ФН) — RAMP (ступенчатый)-протокол на велоэргометре с увеличением нагрузки на 10 Вт/мин. Регистрацию электрокардиограммы (ЭКГ), определение насыщения кислородом крови (SpO_2) с помощью пульсоксиметра проводили непрерывно в течение всего теста, уровень артериального давления (АД) измеряли каждые 2 минуты. Критериями прекращения ФН были следующие параметры: достижение максимальной расчетной (в соответствии с возрастом) частоты сердечных сокращений (ЧСС) или появление симптомов, лимитирующих выполнение ФН: выраженная усталость, одышка, пре-/синкопальное состояние, гемодинамически значимые или потенциально опасные нарушения ритма сердца, снижение АД ≥ 10 мм рт. ст. Ответ сердечно-сосудистой и легочной систем на ФН оценивали по совокупности следующих показателей теста: пиковому потреблению кислорода (VO_{2peak}), уровню анаэробного порога (VO_2 на АП), кислородному пульсу ($VO_2/ЧСС$), который является индексом ударного объема (УО), вентиляторному эквиваленту CO_2 (VE/VCO_2) — интегральному показателю, отражающему эффективность минутной вентиляции, насыщению кислородом крови, динамике ЧСС и АД. Значение $VO_{2peak} \geq 85\%$ от должного значения и уровень анаэробного порога, соответствующий 40–60 % от VO_{2peak} , считали нормальными. Субъективные ощущения па-

циента оценивали по модифицированной (10-балльной) шкале Борга [11].

Все пациенты проходили структурированное интервьюирование, касающееся ФА, которое включало следующие вопросы: внеклассная ФА, прогулки на свежем воздухе, дорога до школы/секции, ФА в школе, спортивная внешкольная активность (продолжительность, частота, вид нагрузок). Кроме того, оценивалось количество часов, проведенных за школьными уроками, выполнением домашнего задания, а также время, проведенное за компьютером или просмотром телевизора (экранное время).

Статистический анализ

Статистическую обработку полученных данных выполняли с использованием специализированного программного обеспечения STATISTICA 10.0. Для проведения аналитических расчетов были определены типы имеющихся данных. Гипотезу о нормальном распределении данных проверяли с использованием критерия Shapiro-Wilk. Распределения, отличные от нормального, описаны при помощи медианы (Me), перцентилей и интерквартильного размаха [Q25 – Q75]. В независимых группах применяли непараметрический критерий Mann-Whitney (U-критерий). Сравнение дискретных величин осуществляли с использованием критерия χ^2 с поправкой на непрерывность по Yeats. При малом числе случаев в одной из сравниваемых групп (5 и менее) использовали двусторонний критерий Fisher's (F-критерий). Для

оценки связи изучаемых параметров применялся коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Различия считали статистически достоверными при значениях двустороннего $p < 0,05$.

Результаты

Были проанализированы результаты обследования 32 пациентов: 17 (53 %) мальчиков и 15 (47 %) девочек, медиана (Me) возраста составила 14,2 (12,0; 14,0) года. Всем детям не менее чем за год до включения в исследование была выполнена радикальная хирургическая коррекция ВПС: по поводу дефекта межпредсердной перегородки (ДМПП) — 6 человек, дефекта межжелудочковой перегородки (ДМЖП) — 8, открытого артериального протока (ОАП) — 6, клапанного стеноза легочной артерии — 4, коарктации аорты — 8 человек. Клиническая характеристика обследованных представлена в таблице 1.

При нагрузочном тестировании перечисленные в таблице 1 жалобы ни у кого из детей не возникли.

У всех пациентов была сохранная фракция выброса левого желудочка (Me 70 (66; 74) %, нормальные размеры камер сердца, признаков легочной гипертензии не отмечалось (табл. 2).

По данным ЭКГ покоя и СМ-ЭКГ нарушений ритма и проводимости, требующих коррекции, у детей не отмечалось. Таким образом, в результате обследования у пациентов, включенных в исследование, не было выявлено противопоказаний к физическим тренировкам или указаний на необходимость ограничения ФА [6].

Таблица 1. Клинико-anamnestическая характеристика детей после коррекции врожденного порока сердца

Table 1. Clinical and anamnestic characteristics of children after correction of congenital heart disease

Показатели	Количество
Жалобы на утомляемость, n (%)	6 (25)
Жалобы на боли в сердце, n (%)	2 (6)
Жалобы на сердцебиение, n (%)	3 (9)
Рост, см	154 (138; 160) *
Вес, кг	35 (32; 49) *
ИМТ, кг/м ²	16,4 (14,3; 19,6) *
Избыточная масса тела, n (%)	2 (6)
Ожирение I степени, n (%)	1 (3)

Примечание: ИМТ — индекс массы тела.

* Данные представлены в виде Me [Q25 – Q75].

Таблица 2. Показатели эхокардиографии детей с врожденными пороками сердца после радикальной хирургической коррекции

Table 2. Echocardiography parameters of children with congenital heart defects after radical surgical correction

Показатели	Значения*
ПЖ, мм	22,2 (20,0; 26,0)
ЛП, мм	26,0 (24,0; 26,4)
КСР, мм	25,7(25,2; 29,5)
КСО, мл	31, 5 (26,0; 44,0)
КДР, мм	43,3 (39,7; 45,0)
КДО, мл	77,5 (69,0; 81,3)
ФВ ЛЖ по Тейхольцу, %	70,5 (68,0; 73,6)
Среднее давление в ЛА, мм рт. ст.	22,5 (20,0; 24,0)

Примечание: ПЖ — правый желудочек, ЛП — левое предсердие, КСР — конечный систолический размер, КСО — конечный систолический объем, КДР — конечный диастолический размер, КДО — конечный диастолический объем, ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка, ЛА — легочная артерия.

* Данные представлены в виде Ме [Q25 – Q75].

При анализе ФА по результатам структурированного интервью оказалось, что 25 % детей (8 человек) были освобождены от уроков физкультуры, которые проводились 2 раза в неделю по 40 минут, и, соответственно, не посещали их, что с учетом клинических и инструментальных данных может быть признано необоснованным. Четырнадцать (44 %) детей посещали спортивные кружки или секции (бассейн, спортивная гимнастика, тренажерный зал, танцы) 2–3 раза в неделю по 60–120 минут занятие, причем двое из них были освобождены от уроков физкультуры. Медиана времени общей ФА обследованных составила 240 (200; 450) минут в неделю (менее 35 мин. в день), то есть большинство детей — 24 (81 %) — не достигали рекомендуемых 60 минут ежедневной ФА [7]. И только 6 (19 %) детей соответствовали рекомендациям по ФА — 60 минут умеренной или интенсивной ФА в день.

Суммарное время, проведенное в малоподвижном состоянии (уроки в школе, выполнение домашнего задания, пользование компьютером/планшетом/телефоном — экранное время), составило (Ме) 505 (480; 690) минут в день, причем продолжительность экранного времени составила 180 (60; 190) минут. Отмечалась статистически значимая отрицательная корреляция между продолжительностью ФА и экранным временем — чем больше времени ребенок уделял ФА, тем меньше было его экранное время ($r = -0,9$, $p = 0,03$).

При проведении КПНТ величина дыхательного коэффициента достигла 1,02 (0,97; 1,05): это свидетельствует о том, что при нагрузочном тестировании было развито физическое усилие, достаточное для корректной оценки полученных результатов (табл. 3).

Пиковое потребление кислорода (VO_{2peak}) в обследованной группе было 25,9 (23,2; 27,2) мл/кг/мин, что составило 62 (55; 65) % от должного показателя с учетом возраста, пола, веса и роста ребенка, при нормативном показателе не менее 85 % и было ниже референсных значений для здоровых детей (36–60 мл/мин/кг) [12]. Пиковый кислородный пульс ($VO_2/ЧСС$) составил лишь 66 (52; 86) % от должного показателя — 85 %, это свидетельствует о том, что снижение уровня ФР (VO_{2peak}) обусловлено неадекватным приростом ударного объема, индексом которого является O_2 пульс. Уровень максимальной мощности в исследуемой группе детей с корригированными ВПС, по сравнению с нормативными значениями у здоровых детей [13], оказался значимо ниже ($p = 0,03$).

Далее был проведен сравнительный анализ уровня ФР в подгруппах, сформированных в зависимости от наличия физических тренировок (ФТ): 14 (44 %) детей, занимающихся ФТ, и 18 (56 %) — не занимающихся ими (табл. 4). Возраст детей, посещающих и не посещающих тренировки, значимо не различался: 12 (11; 14) и 13 (12; 14) лет соответственно ($p = 0,41$).

Таблица 3. Показатели КПНТ у детей с врожденными пороками сердца после радикальной хирургической коррекции

Table 3. CPET indicators in children with congenital heart defects after radical surgical correction

Показатели	Значения*
Пиковое потребление кислорода (VO_{2peak} , мл/кг/мин)	25,9 (23,2; 27,2)
Частота сердечных сокращений в покое, уд/мин	100 (89,0; 108)
Максимальная частота сердечных сокращений на нагрузке, уд/мин	154,5 (147,0; 169,0)
Минутная легочная вентиляция (VE), л/мин	28 (25; 32)
Пиковый кислородный пульс ($VO_2/ЧСС$), мл/уд	7,2 (5,7; 7,8)
Вентиляторный эквивалент CO_2 (VE/VCO ₂)	24,2 (23,9; 25,4)
Соотношение прироста пульса к потреблению O_2 (HR/Vkg-slope), уд/мл/кг	6,8 (5,4; 7,4)
Мощность переносимой физической нагрузки, Вт	70,0 (60,0; 75,0)

Примечание: * Данные представлены в виде Ме [Q25 – Q75].

Таблица 4. Сравнительная характеристика показателей КПНТ у детей с врожденными пороками сердца после радикальной хирургической коррекции в зависимости от участия в физических тренировках

Table 4. Comparative characteristics of CPET indicators in children with congenital heart defects after radical surgical correction, depending on participation in physical training

Показатели*	Дети с ФТ, *n = 14	Дети, без ФТ, *n = 18	p
Пиковое потребление кислорода (VO_{2peak}), мл/кг/мин	29,2 (26,5; 32,5)	23,6 (19,5; 26,4)	0,03
Мощность переносимой нагрузки, Вт	70 (65,0; 77,5)	60,0 (50,0; 70,0)	0,04
ЧСС в покое	92,5 (88,0; 100,5)	102 (94; 106)	0,4
Максимальная частота сердечных сокращений при КРТ, уд/мин	152 (135,5; 154,4)	147,5 (131; 154,5)	0,03
Минутная легочная вентиляция (VE), л/мин	27,5 (24; 28)	28,0 (25,0; 32,0)	0,17
Пиковый кислородный пульс ($VO_2/ЧСС$), мл/уд	7,3 (5,0; 7,8)	6,5 (5,7; 7,7)	0,5
Сатурация при физической нагрузке, %	96,5 (96; 97)	97 (94,5; 98)	0,6
Соотношение прироста пульса к потреблению O_2 (HR/Vkg-slope), (уд/мл/кг)	5,0 (4,1; 5,6)	7,25 (6,8; 9,4)	0,01
Вентиляторный эквивалент CO_2 (VE/VCO ₂)	23,9 (23,0; 23,9)	24,3 (24,2; 25,4)	0,01

Примечание: КПНТ — кардиопульмональный нагрузочный тест, ФТ — физические тренировки.

* Данные представлены в виде Ме [Q25 – Q75].

Сравнительный (между подгруппами) анализ результатов КПНТ показал, что у детей, занимающихся ФТ, мощность выполненной физической нагрузки и значение VO_{2peak} были выше, а VE/VCO_2 и $HR/Vkg-slope$ — ниже, чем у не занимающихся ФТ (табл. 4); это свидетельствует о более высокой физической работоспособности детей, выполняющих ФТ, и более эффективной работе сердечно-сосудистой системы.

При корреляционном анализе отмечалась статистически значимая положительная корреляция между продолжительностью общей ФА и таким показателем, как VO_{2peak} ($r = 0,7$, $p = 0,03$).

Обсуждение

По данным литературы, рекомендацию Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) по уровню ФА — не менее 60 минут в день — соблюдают 12–27 % здоровых детей и подростков [14] и только 8,8 % детей, прооперированных по поводу ВПС [15]. По нашим данным, также большинство детей (81 %) не достигали рекомендованных 60 минут ежедневной ФА. Привычный малоподвижный образ жизни ребенка, с большой вероятностью, сохранится на протяжении всей его взрослой жизни, что может привести к увеличению риска развития сердечно-сосудистых заболеваний в будущем. Отсутствие должной ФА может объясняться рядом причин, но ведущими являются субъективные факторы [16]. В частности, недостаток ФА может формироваться из-за чрезмерной опеки и опасений близких за жизнь ребенка. Двигательный дефицит, в свою очередь, способствует прогрессирующему снижению физической работоспособности и еще больше усиливает тревожность и чрезмерную опеку в семье, формируя порочный круг [16].

Кроме того, в последнее время все больше внимания уделяется малоподвижному (сидячему) образу жизни, как независимому фактору риска сердечно-сосудистых заболеваний, даже при соблюдении рекомендаций по необходимой ФА [17]. Распространенность малоподвижного образа жизни увеличивается среди населения в целом примерно на 30 минут в день каждый год, начиная с младшего школьного возраста и до подросткового [18]. Так, по данным L. A. Ewalt и соавторов (2008), дети и подростки с ВПС ведут малоподвижный образ жизни 6,7 часа в день [19]. В нашем исследовании количество времени малоподвижного образа жизни составило 8,4 часа в день, при этом продолжительность развлекательного экранного времени составила 3 часа. Таким образом, малоподвижный образ жизни следует рас-

сматривать как еще одну цель реабилитационных и профилактических мероприятий, направленных на улучшение здоровья детей и подростков с ВПС.

ФР является одним из основных факторов, влияющих на качество жизни, прогноз, риск заболеваемости и раннюю смертность от сердечно-сосудистых, метаболических или респираторных заболеваний у пациентов с ВПС [20]. Одним из основных методов оценки ФР как детей, так и взрослых является КПНТ. По данным литературы, такие показатели КПНТ, как $VO_2 \max$ или VO_{2peak} , VE/VCO_2 , имеют прогностическую ценность у взрослых с приобретенными пороками сердца и сердечной недостаточностью [21, 22]. Также они являются независимыми предикторами смерти или госпитализации из-за сердечно-сосудистого события у пациентов с различными ВПС после хирургического лечения [23, 24].

В нашем исследовании было установлено, что у подавляющего большинства обследованных значение VO_{2peak} было ниже нормальных значений для данного пола и возраста, что свидетельствует о низком уровне ФР пациентов с корригированным ВПС. Однако у детей, занимающихся ФТ, мощность выполненной ФН и значение VO_{2peak} были выше, чем у не занимающихся ФТ, что свидетельствует о более высокой физической работоспособности детей, выполняющих ФТ.

Более высокий уровень ФР у детей с ФТ был обусловлен адекватным приростом сердечного выброса и минутной вентиляции при ФН, что подтверждается такими показателями КПНТ, как O_2 пульс, $HR/Vkg-slope$, VE/VCO_2 . Установленная прямая корреляционная связь между уровнем ФА и ФР свидетельствует, что наличие ФТ положительно влияет на уровень ФР, а значит, и на здоровье в целом у пациентов с корригированными ВПС, и еще раз подтверждает необходимость научно обоснованного поиска режимов физических тренировок с целью реабилитации данной категории пациентов.

Заключение

Дети с корригированными ВПС, без противопоказаний к занятиям физической культурой и спортом в большинстве своем ведут малоподвижный образ жизни, имеют недостаточную физическую активность и работоспособность. Однако регулярные физические тренировки после радикальной коррекции ВПС значительно повышают работоспособность детей за счет адекватного прироста сердечного выброса и минутной вентиляции при физических нагрузках.

Ограничения

Небольшая выборка детей, отсутствие контрольной группы здоровых детей, возрастные ограничения, что затрудняет экстраполяцию результатов на все возрастные группы детей и подростков с ВПС, отсутствие стандартизированных протоколов КПНТ у детей, валидизированных российских опросников по ФА детей, что ограничивает сравнение наших данных с результатами других исследований.

Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциально-го конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

Финансирование / Funding

Работа выполнялась в рамках государственного задания «Разработка научно-обоснованных норм недельной двигательной активности у детей школьного возраста с хронической сердечной недостаточностью и тяжелыми врожденными пороками сердца» № 123021000148-2. / The work was carried out within the framework of the state task «Development of scientifically based norms of weekly motor activity in school-age children with chronic heart failure and severe congenital heart defects» No. 123021000148-2.

Список литературы / References

1. Mandalenakis Z, Giang KW, Eriksson P, et al. Survival in children with congenital heart disease: Have we reached a peak at 97 %? Journal of the American heart association. 2020; 9(22): e017704. DOI: 10.1161/JAHA.120.017704.
2. Lang JJ, Zhang K, Agostinis-Sobrinho C, et al. Top 10 international priorities for physical fitness research and surveillance among children and adolescents: a twin-panel delphi study. Sports Med. 2023; 53(2):549–564. DOI: 10.1007/s40279-022-01752-6.
3. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, et al. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. International Journal of Obesity. 2008; 32(1):1–11. DOI: 10.1038/sj.ijo.0803774.
4. Thibaut H, Contrand B, Saubusse E. Risk factors for overweight and obesity in French adolescent: physical activity, sedentary behavior and parental characteristics. Nutrition. 2010; 26(2):192–200. DOI: 10.1016/j.nut.2009.03.015.
5. Longmuir PE, Brothers JA, de Ferranti SD, et al. Promotion of physical activity for children and adults with congenital heart disease: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation. 2013; 127(21):2147–2159. DOI: 10.1161/CIR.0b013e318293688f.
6. Takken T, Giardini A, Reybrouck T, et al. Recommendations for physical activity, recreation sport, and exercise training in paediatric patients with congenital heart disease: a report from the exercise, Basic & Translational Research Section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, the European Congenital Heart and Lung Exercise Group, and the Association for European Paediatric Cardiology. Eur J Prev Cardiol. 2012; 19(5):1034–1065. DOI: 10.1177/1741826711420000.
7. Piercy KL, Troiano RP, Ballard RM, et al. The Physical Activity Guidelines for Americans. JAMA. 2018; 320(19):2020–2028. DOI: 10.1001/jama.2018.14854.
8. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. Med Sci Sports Exerc. 2011; 43(7):1334–1359. DOI: 10.1249/MSS.0b013e318213fefb.
9. Burton AM, Cowburn I, Thompson F, et al. Associations Between Motor Competence and Physical Activity, Physical Fitness and Psychosocial Characteristics in Adolescents: A Systematic Review and Meta-analysis. Sports Med. 2023; 53(11):2191–2256. DOI: 10.1007/s40279-023-01886-1.
10. Okely AD, Ghersi D, Loughran SP, et al. A collaborative approach to adopting/adapting guidelines. The Australian 24-hour movement guidelines for children (5–12 years) and young people (13–17 years): An integration of physical activity, sedentary behaviour, and sleep. Int J Behav Nutr Phys Act. 2022; 19(1):2. DOI: 10.1186/s12966-021-01236-2.
11. Borg G.A. Psychophysical bases of perceived exertion. Medicine and science in sports and exercise. 1982; 14(5):377–381.
12. Белоконов Н.А., Кубергер М.Б. Heart and vascular diseases in children. М.: Медицина, 1987. V. 1. P. 118–132. In Russian [Белоконов Н.А., Кубергер М.Б. Болезни сердца и сосудов у детей. М.: Медицина, 1987. Т. 1. С. 118–132].
13. Tavorovskaya TV. Bicycle ergometry. Practical guide for doctors. SPb: Neo, 2007. P. 138. In Russian [Тавровская Т.В. Велозргометрия. Практическое пособие для врачей. СПб: Нео, 2007. С. 138].
14. World Health Organization (WHO). Global Recommendations on Physical Activity for Health Geneva; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2010; ISBN 978. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241599979> (22 February 2024).
15. Siaplaouras J, Niessner C, Helm PC, et al. Physical activity among children with congenital heart defects in Germany: A Nationwide survey. Front Pediatr. 2020; 8:170. DOI: 10.3389/fped.2020.00170.

16. Dold SK, Haas NA, Apitz C. Effects of sports, exercise training, and physical activity in children with congenital heart disease—a review of the published evidence. *Children* (Basel). 2023; 10(2):296. DOI: 10.3390/children10020296.

17. Longmuir PE, Brothers JA, de Ferranti SD, et al. American heart association atherosclerosis, hypertension and obesity in youth committee of the council on cardiovascular disease in the young. Promotion of physical activity for children and adults with congenital heart disease: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2013; 127(21):2147–2159. DOI: 10.1161/CIR.0b013e318293688f.

18. Tanaka C, Reilly JJ, Huang WY. Longitudinal changes in objectively measured sedentary behaviour and their relationship with adiposity in children and adolescents: systematic review and evidence appraisal. *Obes Rev*. 2014; 15(10):791–803. DOI: 10.1111/obr.12195.

19. Ewalt LA, Danduran MJ, Strath SJ, et al. Objectively assessed physical activity and sedentary behaviour does not differ between children and adolescents with and without a congenital heart defect: a pilot examination. *Cardiol Young*. 2012; 22:34–41. DOI: 10.1017/S1047951111000837.

20. Villaseca-Rojas Y, Varela-Melo J, Torres-Castro R, et al. Exercise capacity in children and adolescents with congenital heart disease: a systematic review and meta-analysis. *Front Cardiovasc Med*. 2022; 9:874700. DOI: 10.3389/fcvm.2022.874700.

21. Swank AM, Horton J, Fleg JL, et al. Modest increase in peak VO₂ is related to better clinical outcomes in chronic heart failure patients: results from heart failure and a controlled trial to investigate outcomes of exercise training. *Circ Heart Fail*. 2012; 5(5):579–585. DOI: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.111.965186.

22. Fernandes SM, Alexander ME, Graham DA, et al. Exercise testing identifies patients at increased risk for morbidity and mortality following Fontan surgery. *Congenit Heart Dis*. 2011; 6:294–303. DOI: 10.1111/j.1747-0803.2011.00500.x.

23. Turley KR, Wilmore JH. Cardiovascular responses to treadmill and cycle ergometer exercise in children and adults. *J Appl Physiol* (1985). 1997; 83(3):948–957. DOI: 10.1152/jappl.1997.83.3.948.

24. Amiard V, Jullien H, Nassif D, et al. Relationship between dyspnea increase and ventilatory gas exchange thresholds during exercise in children with surgically corrected heart impairment. *Int J Sports Med*. 2007; 28(4):333–339. DOI: 10.1055/s-2006-924396.

Информация об авторах:

Помешкина Светлана Александровна, д.м.н., ведущий научный сотрудник НИЛ реабилитации, Институт сердца и сосудов, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Бережина Аэлита Валерьевна, д.м.н., главный научный сотрудник НИО физиологии кровообращения,

НИЛ кардиопульмонального тестирования, Институт сердца и сосудов, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Вершинина Татьяна Леонидовна, заведующий отделением детской кардиологии и медицинской реабилитации Клиники Института перинатологии и педиатрии, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Яковлева Елена Владимировна, врач — детский кардиолог отделения детской кардиологии и медицинской реабилитации Клиники Института перинатологии и педиатрии, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Васичкина Елена Сергеевна, д.м.н., профессор кафедры детских болезней лечебного факультета Института медицинского образования, руководитель НИЦ неизвестных, редких и генетически обусловленных заболеваний НЦМУ «Центр персонализированной медицины», ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Первунина Татьяна Михайловна, д.м.н., директор Института перинатологии и педиатрии, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России;

Демченко Елена Алексеевна, д.м.н., главный научный сотрудник НИЛ реабилитации Института сердца и сосудов, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России.

Authors information:

Svetlana A. Pomeschkina, PhD, MD, leading researcher, Research laboratory of Rehabilitation, Heart and Vascular Institute, Almazov National Medical Research Centre;

Aelita V. Berezina, PhD, MD, Chief Researcher, Research Laboratory of Cardiopulmonary Testing, Institute of Heart and Vascular Sciences, Research Institute of Circulatory Physiology, Almazov National Medical Research Centre;

Tatyana L. Vershinina, Head of Department of Pediatric Cardiology and Medical Rehabilitation, Clinic of the Institute of Perinatology and Pediatrics, Almazov National Medical Research Centre;

Elena V. Yakovleva, pediatric cardiologist, Department of Pediatric Cardiology and Medical Rehabilitation, Clinic of the Institute of Perinatology and Pediatrics, Almazov National Medical Research Centre;

Elena S. Vasichkina, PhD, MD, Head of Scientific Research Centre for Unknown, Rare and Genetically Caused Diseases of the National Centre for Personalized Medicine, Almazov National Medical Research Centre;

Tatyana M. Pervunina, PhD, MD, Director of the Institute of Perinatology and Pediatrics, Almazov National Medical Research Centre;

Elena A. Demchenko, PhD, MD, Chief Researcher, Research Laboratory of Rehabilitation, Heart and Vascular Institute, Almazov National Medical Research Centre.