
ФІЗИЧНА РЕАБІЛІТАЦІЯ ДІТЕЙ ІЗ ВРОДЖЕНИМИ ВАДАМИ СЕРЦЯ: ОГЛЯД ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ ТА ДОСЯГНЕНЬ

Володимир Вітомський

Аннотация. *Рассмотрены зарубежный опыт и результаты физической реабилитации детей с врожденными пороками сердца или оперированных по поводу врожденных пороков сердца. Выявлены общие черты и расхождения в результатах кардиореабилитации, на основе чего возможно создание общих характеристик и требований для построения программ кардиореабилитации для детей с врожденными пороками сердца, а также оценки их эффективности.*

Ключевые слова: *физическая реабилитация, кардиореабилитация, физические упражнения, врожденный порок сердца.*

Abstract. *Foreign experience and results of cardiorehabilitation of children with congenital heart disease or operated for congenital heart disease have been considered. Common features and differences in the results of cardiorehabilitation have been revealed, on the basis of which it is possible to create common characteristics and requirements for building programs of cardiorehabilitation for children with congenital heart disease, as well as to assess their effectiveness.*

Keywords: *physical rehabilitation, cardiorehabilitation, exercise, congenital heart disease.*

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останніми роками медичні досягнення і розвиток нових хірургічних методів помітно збільшили очікувану тривалість життя пацієнтів з вродженими вадами серця (ВВС). Проте їхні функціональні можливості часто знижені у перші тижні після операції, а у більш віддалений термін внаслідок залишкових гемодинамічних порушень та через необґрунтоване і невідповідне обмеження рухової активності [7, 12, 23, 31, 36]. Сьогодні 85 % пацієнтів із ВВС досягають повноліття [15], тому стало вкрай важливо підтримувати хорошу якість життя і фізичне здоров'я для них. Багато досліджень встановили кореляцію між якістю життя та фізичним навантаженням [12, 35].

Дослідження дітей із ВВС, що проводилося В. В'ягнсон Веґренс та співавт. [3], підтвердило знижені показники розвитку моторики та рівні рухової активності, навіть у дітей з легкими невідправленими вадами та без залишкових порушень після операції. Переважну більшість таких дітей вважають понад міру крихкими та тендітними. Вважається, що результати від накладених обмежень, бездіяльності і, як наслідок, від погіршення фізичного стану мають більше значення у зменшенні толерантності до фізичного навантаження, ніж серцево-судинні захворювання та залишкові порушення гемодинаміки [3, 31, 37].

В минулому багато досліджень повідомляли про зниження толерантності до фізичного на-

вантаження у дітей з ВВС у вигляді зниження значення максимального споживання кисню (VO_2max), максимальної частоти серцевих скорочень (ЧСС max), VCO_2max , хвилинної вентиляції легень (ХВЛ), а також сповільнення відновлення оксигенації [1, 18, 21, 23]. Причини цього були складними і не обмежувалися вадами серця. Парадигма у лікуванні пацієнтів із ВВС відносно фізичних вправ змінюється. Застосування вправ у більшості пацієнтів із ВВС вважається безпечним [8, 10, 37] і покращує толерантність до фізичного навантаження [8, 17, 22, 24, 31]. Збільшення фізичних можливостей у цих хворих, крім того, корелює з поліпшенням об'єктивної і суб'єктивної якості життя [15].

Таку зміну підтверджує дослідження Д. Арвідссон [1], що вказує на незначні відмінності у рівнях рухової активності дітей віком 9–11 та 14–16 років, які перенесли операцію з приводу ВВС та контрольної групи здорових дітей. Рівень рухової активності був високим у обох групах.

Привертає увагу наголошення на тому факті, що поліпшення фізичних можливостей і показників серцево-судинної системи пацієнтів із ВВС досягається за допомогою двоспрямованої взаємодії між серцево-судинною системою і скелетними м'язами. Хоча серцево-судинна система забезпечує приплив крові, необхідної для задоволення метаболічних потреб скелетних м'язів під час навантаження, насосна дія скелетних м'язів в свою чергу допомагає підтримувати попереднє наван-

таження шлуночка (preload). Ця насосна дія вносить важливий внесок в нормальне збільшення серцевого викиду під час тренування [5, 31].

На шляху залучення пацієнтів до занять фізичними вправами багато перешкод. Пацієнти, як правило, мають рівень рухової активності нижчий за необхідний, мало знають про свої власні можливості [9], і значною мірою переоцінюють свої фізичні можливості [14]. Більшість пацієнтів бажають взяти участь у тренуваннях, але вони часто не впевнені у безпеці або користі [8]. У більшості пацієнтів бракує знань про необхідний рівень рухової активності. Це призводить до того, що більшості пацієнтів не вдається підвищити свій рівень рухової активності до загальноприйнятих норм та рекомендацій з рухової активності [15].

Дослідження проведено згідно зі Зведеним планом НДР у сфері фізичної культури та спорту на 2011–2015 рр. за темою 4.4 «Удосконалення організаційних і методичних основ програмування процесу фізичної реабілітації при дисфункціональних порушеннях у різних системах організму людини» (номер держреєстрації 0111U001737).

Мета дослідження – здійснити аналіз зарубіжного досвіду та результатів реабілітації дітей з вродженими вадами серця.

Методи дослідження: аналіз науково-методичної літератури, синтез та узагальнення; порівняння та аналогії.

Результати дослідження та їх обговорення. Дозоване та контрольоване фізичне навантаження як до, так і після операції може привести до покращення стану пацієнтів з ВВС та результатів хірургічної корекції на всіх етапах реабілітації [11, 19].

Підготовка (розширене та детальне консультування, тренування фізичними вправами) дітей та їх батьків до операції сприяє більш тісній та ефективній співпраці з медичним персоналом в лікарні, швидшій адаптації вдома після виписки, активнішому функціонуванню в школі і швидкому покращенню функціонального стану здоров'я. Батьки, які пройшли таке тренування, висловили впевненість у здатності доглядати за своїми дітьми в лікарні і вдома після виписки [6].

У дослідженні L. L. Tan та співавт. [38] результати фізичної реабілітації проведеної у сім етапів показали, що існує значна різниця між групою, яка брала участь у програмі фізичної реабілітації, і тією, що проходила лікування за прийнятими стандартами, в момент відключення від штучної вентиляції легень. Програма фізичної реабілітації (ФР) скоротила час штучної вентиляції легень та перебування у реанімації, відділенні інтенсивної терапії та час госпіталізації.

Наявні дані Н. Wang та співавт. [39] свідчать про те, що навчання правильній поведінці та режиму повинно проводитися до операції, оскільки це сприяє покращенню здатності самопомоги та самообслуговування, більшій повноцінності терапевтичного режиму після операції, зменшенню загальної тривалості перебування у стаціонарі.

Серцева група за медичними показаннями для дітей з ВВС, що ведеться амбулаторно під терапевтичним наглядом і під керівництвом кваліфікованого спортивного терапевта, дає можливість безпечно займатися фізичними вправами, ліквідувати існуючі психомоторні недоліки і, одночасно, можуть бути створені умови для повної інтеграції дитини з ВВС у рухову діяльність здорових дітей того ж віку, наскільки це можливо [34].

Фізична підготовка (витривалість, сила, гнучкість і координація) у дітей із ВВС у передопераційний період, за дослідженням Р. Е. Longmuir та співавт. значно нижча, ніж у однолітків. Пацієнти, які виконали просту шеститижневу програму фізичної реабілітації у домашніх умовах, після операції значно поліпшили показники фізичної підготовленості і суттєво не відрізнялися від звичайних дітей. Через шість місяців повторне тестування підтвердило довгостроковий ефект програми ФР [16]. Ці переваги були збережені до 5 років після операції без подальшого втручання. Діти, які не виконували післяопераційну програму реабілітації залишалися на значно нижчому рівні фізичної підготовленості. Таким чином, ФР, що проводиться у післяопераційний період, є необхідною для досягнення відповідно до норм рівнів фізичної активності для дітей із ВВС [17].

Програми ФР для дітей віком від 1 до 3 років після кавопульмонального з'єднання чи артеріального переключення, що проводяться під керівництвом батьків, мають позитивний вплив на сімейне життя і розвиток дрібної та крупної моторики дітей. Найбільш розповсюдженими перешкодами для завершення програм реабілітації є хвороби та відсутність інтересу, тому до програми реабілітації слід включати цікаві розваги та заходи [25].

Масштабне дослідження впливу кардіореабілітації на дітей із тяжкими ВВС (після операції Фонтена та ін.) проводив J. Rhodes з співавт. [31]. До досліджуваної групи ввійшли діти, у котрих навантажувальне тестування виявило зниження VO_2 max чи пікового навантаження (< 80 %). З дослідження були виключені діти, котрі під час тестування мали аритмії, депресію сегмента ST, гіпертонію, гіпотонію, серцевий біль у грудях, або системну десатурацію (< 80 %). Термін після операції чи катетеризації становить принаймні 6 міс.

Крім того, пацієнтів з наявністю наступних умов не було включено до програми кардіореабілітації: аритмії, що не коригуються за допомогою автоматичного внутрішньосерцевого дефібрилятора; помірна або важка шлуночкова дисфункція (за фракцією викиду < 40 % або за скоротливістю); легенева гіпертензія становить > 40 мм рт. ст. або така, що потребує лікування вазодилататорами; запальні захворювання серця; важка ішемічна хвороба серця (задокументований стеноз та/або ішемія міокарда); серцева недостатність, що вимагає госпіталізації та/або прийому препаратів внутрішньовенно; сатурація у стані спокою становить < 90%; аортальний стеноз з піковим систолічним градієнтом у стані спокою – > 50 мм рт.ст.; легеневий стеноз з піковим систолічним градієнтом у стані спокою – > 50 мм рт. ст.; атріовентрикулярна регургітація; системна гіпертензія (< 95 процентиль за віком); гострі захворювання нирок; гострий гепатит.

Сеанси реабілітації тривалістю одна година двічі на тиждень проводились упродовж 12 тижнів. За віком пацієнтів було розподілено на дві групи: до першої увійшли особи віком від 8 до 13 років, а до другої – віком від 13 до 17. Сеанси починалися з 5–10 хв вправ на розтяжку, після чого упродовж 45 хв виконувалися аеробні й легкі вправи з вагою/опором. До занять включалися аеробні танці, степ-аеробіка, гімнастика (присідання, скручування, стрибки, віджимання і т.д.), кікбоксинг, і стрибки через скакалку. За гарних погодних умов проводилися ігри на відкритому повітрі, такі, як захоплення прапора та естафети. Покращення були присутні у 15 із 16 дітей: VO_{2max} збільшилося з $26,4 \pm 9,1$ до $30,7 \pm 9,2$ мл·кг·хв⁻¹; пікове навантаження – з 93 ± 32 до 106 ± 34 Вт, вентиляційний анаеробний поріг з $14,2 \pm 4,8$ до $17,4 \pm 4,5$ мл·кг·хв⁻¹. ЧСС_{max} та піковий дихальний коефіцієнт обміну не змінились, що, на думку авторів, вказує на те, що покращення не були обумовлені лише збільшенням зусиль. Кисневий пульс значно виріс від $7,6 \pm 2,8$ до $9,7 \pm 4,1$ мл·уд⁻¹, що може свідчити про збільшення ударного об'єму та/чи споживання кисню на піку навантаження [31]. Результати було підтримано від 6 до 9 міс. після закінчення програми реабілітації і було пов'язано з покращенням життя, самоефективності, почуття власної гідності і емоційного стану. Цікаво, що в контрольній групі через той же період часу покращення у толерантності до фізичних навантажень і у інших показниках не спостерігалось [32]. Позитивні результати, досягнуті у цих дослідженнях [31, 32], досягалися за допомогою низького співвідношення кількості пацієнтів до кількості персоналу та засобів, які були включені в програму реабілітації і відповідали віку та навколишньому середовищу [30].

Результати цього дослідження можна порівняти з більшістю попередніх досліджень серцевої реабілітації у дітей.

Вплив 12-тижневої програми реабілітації на тренованість хворих з ВВС вивчали L. M. Bradley та співавт. [4] і виявили поліпшення в піковий VO_2 і часу виконання вправ на витривалість. Тим не менше, ці дослідники відзначили значне збільшення ЧСС при повторному навантажувальному тестуванні. Також не було виявлено збільшення вентиляції легень, що здається несумісним зі збільшенням пікового VO_2 за відсутності поліпшення ефективності газообміну. Тому неясно, чи залежав очікуваний ефект, від збільшення зусиль дітей при виконанні тесту, чи був об'єктивним показником поліпшення толерантності до фізичних навантажень.

Результати трьохмісячної програми реабілітації дітей із ВВС, представлені I. C. Balfour і його співавт. [2], свідчать про збільшення пікового VO_2 . Проте їх досліджувана група була невеликою і характеризувалася високим відсотком, не виключаючи можливість того, що поліпшення було пов'язано виключно зі збільшенням зусиль при виконанні тестування з дозованим навантаженням. Автори не надають дані про ЧСС у пацієнтів і показники газообміну.

Інші дослідники повідомили про незначне поліпшення після кардіореабілітації. В. Goldberg та співавт. [13] в дослідженні 26 пацієнтів з корогованою Фалло та дефектами міжшлуночкової перегородки, виявлено, що шеститижнева домашня програма реабілітації з використанням стаціонарних велотренажерів покращила максимальну потужність та працездатність, але не мала ніякого ефекту на пікове VO_{2max} . До реабілітації 65 % пацієнтів не досягли очікуваної потужності роботи, а після проведеної програми кардіореабілітації 31 %. Повторні тестування при навантаженні на одну третину, половину, і дві третини від початкової максимальної потужності показали покращення аеробної ефективності, що виявилось у зменшенні VO_2 і ЧСС на кожному рівні роботи. Дослідники дійшли висновку, що фізичні тренування можуть поліпшити фізичне здоров'я пацієнтів після хірургічного втручання, дозволяючи функціонувати на рівні, що наближається до норми.

H. D. Ruttenberg та ін. [33] вивчали 12 пацієнтів з різними ВВС і виявили, що дев'ятитижнева програма, заснована на бігу підтюпцем і ходьбі, збільшила час бігу на витривалість, але не поліпшила пік VO_2 .

Аналогічно P. M. Fredriksen та співавт. [10, 30, 31] встановлено, що пацієнти з широким спектром ВВС, що взяли участь у тренуваннях систематичними та контрольованими фізичними навантаженнями (в тому числі і різними видами спорту), не досягли покращень у піковому VO_2 нормованому

до маси тіла і незначно покращили витривалість, але збільшили рівень фізичної активності та зменшили кількість соматичних скарг.

S. Minamisawa та співавт. [20] у дослідженні пацієнтів, котрим була виконана операція Фонтена, виявили, що домашня програма реабілітації тривалістю від 2 до 3 міс. сприяє тільки незначному (~7%) поліпшенню пікових VO_2 і потужності роботи і не справляє значних змін на кисневий пульс або дихальну функцію. Останні дослідження F. Orscher та співавт. [26] стосовно впливу програми кардіореабілітації на пацієнтів, які перенесли операцію Фонтена, свідчать про те, що фізичні навантаження можна сміливо застосовувати для поліпшення аеробних можливостей. Відзначено покращення пікового VO_2 на 11 % після восьмимісячної програми ФР, що виконувалася, насамперед, вдома. Це дозволяє припустити, що аеробні тренування можуть бути корисними в довгостроковій роботі з такими пацієнтами, щоб оптимізувати їхню серцево-судинну систему для більш активного життя.

Програма кардіореабілітації розроблена W. Moalla та співавт., котра проводилася з навантаженнями на рівні вентиляційного порогу упродовж 12-ти тижнів значно покращила результати шестихвилинного тесту, а показники VO_2 , ЧСС, ХВЛ на піку навантаження покращилися незначно [22].

Статистично значущу різницю у максимальній ЧСС, тривалості навантаження і підвищенні метаболічних еквівалентів, а також покращення якості життя, зниження тривожності і підвищення впевненості у своїх силах після програми реабілітації виявили N. Dedieu разом з співав. [7]. До програми ФР потрапили діти після операції (1–2 міс.). Критеріями виключення були кардіоміопатія, легенева гіпертензія, аритмії (кардіостимулятор або кардіодефібрилятор), аномалії ЕКГ або її порушення під час проби з фізичним навантаженням, ризик ішемії, системна гіпертензія, важкий стеноз аорти або легеневої артерії, значний ціаноз. Програма складалася з трьох етапів: I – релаксаційні вправи; II – релаксаційні вправи та блок кардіореабілітації з аеробним тренуванням, два дні на тиждень протягом двох місяців; III – фізичні вправи, що виконувалися на дому.

J. S. Dua та співавт. встановлено, що 10-тижнева програма рухової активності, що складається з прогулянок біля будинку 5 днів/тиждень, була безпечною і ефективною для поліпшення толерантності до фізичного навантаження, самоефективності і самосприйняття. Однак у дослідженні не було контрольної групи та неоцінені віддалені наслідки програми [8].

Наявні також дослідження [24], що вказують на відсутність значної різниці між групами дітей

з ВВС (як легкими, так і комплексними) та здоровими дітьми у VO_2 на рівні субмаксимальних навантажень (вентиляційний анаеробний поріг – VAT) та кривої ХВЛ/ VCO_2 . Це дослідження показало, що сьогодні, діти з ВВС мають нормальний субмаксимальний рівень фізичної працездатності. Наголошується тому, що в повсякденному житті пік VO_2 не відображає кількість кисню, необхідного для повсякденної діяльності та рухової активності. Результати цього дослідження [24] відрізняються від попередніх досліджень [27–29], у котрих в основу зниження VAT у дітей з ВВС покладено порушення хронотропної відповіді на фізичне навантаження та знижений рівень рухової активності.

У таблиці 1 наведено загальні характеристики та результати програм кардіореабілітації дітей із деякими ВВС.

Висновки

В даний час діти з ВВС можуть отримати краще лікування і менше обмежень стосовно способу життя та спорту. Кардіореабілітація може відновити чи значно покращити фізичне здоров'я та толерантність до фізичного навантаження у дітей з ВВС. Це досягається шляхом збільшення ударного об'єму, максимального споживання кисню, максимального кисневого пульсу, підвищення рівня активності, максимальної ЧСС та її резерву, зменшення часу відновлення ЧСС та сатурації, а також розвитку рухових якостей. Також важливо визнати, що поліпшення, визначені у дослідженнях, пов'язані зі збільшенням сили, маси і насосної потужності скелетних м'язів, з поліпшенням самооцінки, самоефективності та емоційного стану. Результати кардіореабілітації здатні зберігатися на тривалий час.

У деяких розглянутих нами дослідженнях не було контрольної групи та перевірки віддалених результатів, проте наявні великий відсів та високі критерії відбору до програми. Майбутні дослідження повинні подолати ці методологічні недоліки, а також зробити програми реабілітації більш доброзичливими до дитини для підвищення рівня участі у програмі та задоволення від неї, що приведе до збільшення прихильності до програми і довгострокового її виконання.

У спеціальній літературі бракує відомостей про оптимальне конструювання дитячих програм кардіореабілітації, тому необхідні подальші дослідження для з'ясування найбільш ефективних стратегій реабілітації дітей із ВВС. Крім того, проходження довгострокової програми реабілітації в медичних установах для багатьох пацієнтів є неможливим і/або непрактичним. Програми, засновані на виконанні вправ вдома з консультуванням через Інтернет та/або за допомогою технологій соціальних мереж, можуть представляти практичну і привабливу альтернативу.

Таблиця 1 – Характеристика досліджень про кардіореабілітацію пацієнтів із вродженими вадами серця [30]

Фахівець	n	Діагноз	Тривалість програми, тижнів	Кількість занять на тиждень	Тривалість заняття, хв.	Тип програми	Наявність/ відсутність контрольної групи	Вплив на пік VO ₂	Коментарі
Goldberg [13]	26	16 TOF, 10 VSD	6	3	< 45	Вдома	-	Без змін	Інші параметри покращилися
Ruttenberg [33]	12	3 TOF, 3 TGA, 1 AVC, 5 AS	9	3	45	У межах закладів	-	Без змін	Великий (50 %) відсоток відсіву; інші параметри покращилися
Bradley [4]	9	5 TGA, 9 TOF	12	2	60	У межах закладів	-	Підвищення на 20	Внутрішньосуперечливі дані; RER не вимірюється; поліпшення можуть бути пов'язані з рівнем зусиль
Balfour [2]	6	1 Fontan, 5 інші	12	3	60	У межах закладів	-	Підвищення на 20	Великий (> 50 %) відсоток відсіву
Fredriksen [10]	55	12 TGA, 8 ASD/VSD, 11 LVOTO, 3 RVOTO, 10 TOF, 4 Fontan, 7 інші	20	2		У межах установ та вдома	+	Без змін	Велика варіабельність програми; інші параметри покращилися
Minamisawa [20]	11	Fontan	8-12	2-3	30	Вдома	-	Підвищення на 7	-
Oprocher [26]	10	Fontan	32	2	30-45	В межах установ та вдома	-	Підвищення на 11	-
Rhodes [31, 32]	16	12 Fontan, 4 інші	12	2	60	У межах закладів	+	Підвищення на 16	Покращення залишалися після програми (7 міс) і були значно вище, ніж у групи контролю

Примітки: TOF – тетрада Фалло; ASD – дефект міжпередсердної перегородки; VSD – дефект міжшлуночкової перегородки; TGA – транспозиція магістральних артерій; AVC – атріовентрикулярний канал; AS – аортальний стеноз; Fontan – після операції Фонтана; LVOTO – обструкція вихідного тракту лівого шлуночка; RVOTO – обструкція вихідного тракту правого шлуночка.

References

1. *Arvidsson D.* Physical activity, sports participation and aerobic fitness in children who have undergone surgery for congenital heart defects / [D. Arvidsson, F. Slinde, L. Hulthén, J. Sunnegårdh] // *Acta Paediatr.* – 2009. – № 98(9). – P. 1475–1482.
2. *Balfour I. C.* Pediatric cardiac rehabilitation / I. C. Balfour, A. M. Drimmer, S. Nouri [et al.] // *Am J Dis Child.* – 1991. – № 145. – P. 627–630.
3. *Bjarnason Wehrens B.* Motor development in children with congenital cardiac diseases compared to their healthy peers / B. Bjarnason Wehrens, S. Dordel, S. Schickendantz [et al.] // *Cardiol Young.* – 2007. – № 17(5). – P. 1–12.
4. *Bradley L. M.* Effect of intense aerobic training on exercise performance in children after surgical repair of tetralogy of Fallot or complete transposition of the great arteries / L. M. Bradley, F. M. Jr. Galioto, P. Vaccaro [et al.] // *Am J Cardiol.* – 1985. – № 56. – P. 816–818.
5. *Braunwald E.* An analysis of the cardiac response to exercise / E. Braunwald, E. H. Sonnenblick, J. Jr. Ross [et al.] // *Circ Res.* – 1967. – XXII(suppl 1). – P. 44–58.
6. *Campbell L. A.* Preparing children with congenital heart disease for cardiac surgery / [L. A. Campbell, S. E. Kirkpatrick, C. C. Berry, J. J. Lambert] // *J Pediatr Psychol.* – 1995. – № 20(3). – P. 313–328.
7. *Dedieu N.* Effects of a Cardiac Rehabilitation Program in Patients with Congenital Heart Disease / N. Dedieu, L. Fernández, E. Garrido Lestache [et al.] // *Open Journal of Internal Medicine.* – 2014. – № 4. – P. 22–27.
8. *Dua J. S.* Exercise training in adults with congenital heart disease: feasibility and benefits / [J. S. Dua, A. R. Cooper, K. R. Fox, A. G. Stuart] // *International Journal of Cardiology.* – 2010. – Vol. 138, Is. 2. – P. 196–205.
9. *Dua J. S.* Physical activity levels in adults with congenital heart disease / [J. S. Dua, A. R. Cooper, K. R. Fox, A. G. Stuart] // *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation.* – 2007. – Vol. 14, №2. – P. 287–293.
10. *Fredriksen P. M.* Effect of physical training in children and adolescents with congenital heart disease / P. M. Fredriksen, N. Kahrs, S. Blaasvaer [et al.] // *Cardiol Young.* – 2000. – № 10(2). – P. 107–114.
11. *Galioto F.* Exercise rehabilitation in congenital heart disease / F. Galioto, T. Tomassoni // *Prog Pediatr Cardiol.* – 1993. – № 2. – P. 50–54
12. *Giannakoulas G.* Exercise training in congenital heart disease: should we follow the heart failure paradigm? / G. Giannakoulas, K. Dimopoulos // *International Journal of Cardiology.* – 2009. – Vol. 138, № 2. – P. 109–111.
13. *Goldberg B.* Effect of physical training on exercise performance of children following surgical repair of congenital heart disease / B. Goldberg, R. R. Fripp, G. Lister [et al.] // *Pediatrics.* – 1981. – № 68(5). – P. 691–699.
14. *Gratz A.* Self estimated physical functioning poorly predicts actual exercise capacity in adolescents and adults with congenital heart disease / A. Gratz, J. Hess, A. Hager // *European Heart Journal.* – 2009. – Vol. 30, № 4. – P. 497–504.
15. *Harkel A. D. J.* Exercise Testing and Prescription in Patients with Congenital Heart Disease / A. D. J. ten Harkel, T. Takken // *International Journal of Pediatrics.* – Vol. 2010. – Mode access: [<http://www.hindawi.com/journals/ijpedi/2010/791980/>] 20 Schickendantz S. Sport and Physical Activity in Children with Congenital Heart Disease / S. Schickendantz, E. Sticker, S. Dordel [et al.] // *Medicine Dtsch Arztebl.* – 2007. – № 104(9). – P. 563–569.
16. *Longmuir P. E.* Postoperative exercise rehabilitation benefits children with congenital heart disease / [P. E. Longmuir, J. A. Turner, R. D. Rowe, P. M. Olley] // *Clin Invest Med.* – 1985. – № 8(3). – P. 232–238.
17. *Longmuir P. E.* Postoperative exercise training develops normal levels of physical activity in a group of children following cardiac surgery / P. E. Longmuir, M. S. Tremblay, R. C. Goode / *Pediatr Cardiol.* – 1990. – № 11(3). – P. 126–130.
18. *McCrinkle B. W.* Physical activity levels in children and adolescents are reduced after the Fontan procedure, independent of exercise capacity, and are associated with lower perceived general health./ B. W. McCrinkle, R. V. Williams, S. Mital [et al.] // *Arch Dis Child.* – 2007. – № 92. – P. 509–514.
19. *Milleremail T. L.* Exercise rehabilitation of pediatric patients with cardiovascular disease / T. L. Milleremail, S. Horgan, S. E. Lipshultz / *Progress in Pediatric Cardiology.* – 2005. – Vol. 20, Is. 1. – P. 27–37
20. *Minamisawa S.* Effect of aerobic training on exercise performance in patients after the Fontan operation / S. Minamisawa, M. Nakazawa, K. Momma [et al.] // *Am J Cardiol.* – 2001. – № 88. – P. 695–698.
21. *Moalla W.* Assessment of exercise capacity and respiratory muscle oxygenation in healthy children and children with congenital heart diseases / W. Moalla, G. Dupont, A. Temfemo [et al.] // *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism.* – 2008. – № 33(3). – P. 434–440.
22. *Moalla W.* Six-minute walking test to assess exercise tolerance and cardiorespiratory responses during training program in children with congenital heart disease / [W. Moalla, R. Gauthier, Y. Maingourd, S. Ahmaid] // *Int J Sports Med.* – 2005. – № 26(9). – P. 756–762.
23. *Müller J.* Exercise capacity, quality of life, and daily activity in the long term follow up of patients with univentricular heart and total cavopulmonary connection / J. Müller, F. Christov, C. Schreiber [et al.] // *Eur Heart J.* – 2009. – № 30. – P. 2915–2920.
24. *Müllera J.* Currently, children with congenital heart disease are not limited in their submaximal exercise performance / J. Müllera, B. Böhma, S. Semscha [et al.] // *Eur J Cardiothorac Surg.* – 2013. – № 43 (6). – P. 1096–1100.

25. *Nicole A. S.* Feasibility of improving the motor development of toddlers with congenital heart defects using a home-based intervention / A. S. Nicole, S. Gilmour, A. Morra [et al.] // *Pediatric Cardiology*. – 2011. – № 33(4). – P. 521–532.
26. *Opocher F.* Effects of aerobic exercise training in children after the Fontan operation / F. Opocher, M. Varnier, S. P. Sanders [et al.] // *Am J Cardiol*. – 2005. – № 95(1). – P. 150–152.
27. *Reybrouck T.* Exercise testing after correction of tetralogy of Fallot: the fallacy of a reduced heart rate response / [T. Reybrouck, M. Weymans, H. Stijns, L. G. Van der Hauwaert] // *Am Heart J*. – 1986. – № 112. – P. 998–1003.
28. *Reybrouck T.* Serial cardiorespiratory exercise testing in patients with congenital heart disease / T. Reybrouck, R. Rogers, M. Weymans [et al.] // *Eur J Pediatr*. – 1995. – № 154. – P. 801–806.
29. *Reybrouck T.* Ventilatory anaerobic threshold for evaluating exercise performance in children with congenital left to right intracardiac shunt / [T. Reybrouck, M. Weymans, H. Stijns, L. G. Van der Hauwaert] // *Pediatr Cardiol*. – 1986. – № 7. – P. 19–24.
30. *Rhodes J.* Exercise Testing and Training in Children With Congenital Heart Disease / J. Rhodes, A. U. Tikkanen, K. J. Jenkins // *Circulation*. – 2010. – № 122. – P. 1957–1967.
31. *Rhodes J.* Impact of cardiac rehabilitation on the exercise function of children with serious congenital heart disease / J. Rhodes, T. J. Curran, L. Camil [et al.] // *Pediatrics*. – 2005. – Vol. 116, № 6. – P. 1339–1345.
32. *Rhodes J.* Sustained effects of cardiac rehabilitation in children with serious congenital heart disease / J. Rhodes, T. J. Curran, L. Camil [et al.] // *Pediatrics*. – 2006. – № 118. – P. 586–593.
33. *Ruttenberg H. D.* Effects of exercise training on aerobic fitness in children after open heart surgery / H. D. Ruttenberg, T. D. Adams, G. S. Orsmond [et al.] // *Pediatr Cardiol*. – 1983. – № 4 – P. 19–24.
34. *Schickendantz S.* Sport and Physical Activity in Children with Congenital Heart Disease / S. Schickendantz, E. Sticker, S. Dordel [et al.] // *Medicine Dtsch Arztebl*. – 2007. № 104(9). – P. 563–569.
35. *Singh T. P.* Cardiac rehabilitation improves heart rate recovery following peak exercise in children with repaired congenital heart disease / T. P. Singh, T. J. Curran, J. Rhodes // *Pediatric Cardiology*. – 2007. – Vol. 28, № 4. – P. 276–279
36. *Swan L.* Exercise prescription in adults with congenital heart disease: a long way to go / L. Swan, W. S. Hillis // *Heart*. – 2000. – № 83. – P. 685–687.
37. *Takken T.* 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 / T. Takken, A. Giardini, T. Reybrouck [et al.] // *European J. of Preventive Cardiol*. – 2012. – № 19(5). – P. 1034–1065
38. *Tan L. L.* The effect of rehabilitation training on postoperative recovery of children with congenital heart disease / L. L. Tan, J. F. Huang, H. Wang // *Zhonghua Hu Li Za Zhi*. – 1996. – № 31(6). – P. 314–315.
39. *Wang H.* The effect of adaptive behavior training on rehabilitation of children with congenital heart disease / H. Wang, J. F. Huang, N. Ji // *Zhonghua Hu Li Za Zhi*. – 1996. – № 31(4). – P. 190–192.