

Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у детей раннего возраста, перенесших до 1 года коррекцию врожденного порока сердца

А.Р. Хабибуллина[✉], Т.Б. Хайретдинова
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Уфа, Россия
[✉]aliyarkhab@gmail.com

Аннотация

Актуальность. Актуальность темы обусловлена увеличивающимся числом детей с врожденными пороками сердца (ВПС), которым требуется хирургическая коррекция в раннем возрасте. Для дальнейшего наблюдения необходимо определение функционального состояния сердечно-сосудистой системы (ССС), ее адаптации к новым условиям гемодинамики, что особенно актуально в детском возрасте в период морфофункциональных изменений растущего организма.

Цель. Оценить функциональное состояние ССС у детей с ВПС с помощью пробы с дозированной физической нагрузкой (ФН) для обоснования необходимости индивидуального подхода к проведению физической реабилитации.

Материалы и методы. В исследование вошли 80 детей, оперированных по поводу ВПС в возрасте до 1 года. Возраст на период обследования составил $33,5 \pm 4,28$ мес, мальчиков – 32 (40,0%), девочек – 48 (60,0%). Контрольную группу составили 50 условно здоровых детей, средний возраст которых $35,0 \pm 4,1$ мес; мальчиков – 23 (46%), девочек – 27 (54%). Для исследования функционального состояния ССС проводилась проба с дозированной ФН (10 приседаний за 20 с). Во время проб в покое и после нагрузки определяли артериальное давление (АД) и частоту сердечных сокращений (ЧСС), рассчитывались показатели двойного произведения и показатель качества реакции.

Результаты. У детей с ВПС через 2 года после операции АД в покое характеризуется более низкими значениями по сравнению со здоровыми детьми, значимого различия ЧСС не выявлено. При расчете двойного произведения мы получили результаты близкие к выше среднему у детей исследуемой группы. Проведенный анализ изменений гемодинамики на ФН показал больший прирост ЧСС и меньшие пульсовое давление и ударный объем крови у детей с ВПС после коррекции, что свидетельствует об адаптации ССС к ФН за счет увеличения частоты, а не силы сердечных сокращений. Расчетный показатель качества реакции в группе детей с ВПС соответствует нерациональной реакции на ФН. При анализе типа реакции ССС на нагрузку наиболее частым является асимпатикотонический тип (при котором происходит увеличение ЧСС при практически не изменяющемся АД). При гипертоническом варианте (выявленном у малого числа детей) происходит значительное увеличение как ЧСС, так и систолического и диастолического АД. Время восстановления данных гемодинамики до исходных цифр не превысило 5 мин в обеих группах, ни один ребенок не предъявлял жалобы во время пробы.

Выводы. У детей раннего возраста, перенесших хирургическую коррекцию септальных ВПС в грудном возрасте, АД характеризуется низкими значениями, что связано с возможным нарушением регуляции сосудистого тонуса. Преобладающим вариантом реакции на ФН в раннем возрасте у детей с септальными ВПС после коррекции в грудном возрасте является асимпатикотонический вариант с нормальным периодом восстановления параметров гемодинамики к исходным. Проба с ФН, примененная нами, позволяет индивидуализировать программу физической реабилитации детей раннего возраста, оперированных по поводу септальных ВПС после коррекции в грудном возрасте, с учетом состояния ССС и исходной тренированности.

Ключевые слова: дети, ранний возраст, врожденный порок сердца.

Для цитирования: Хабибуллина А.Р., Хайретдинова Т.Б. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у детей раннего возраста, перенесших до 1 года коррекцию врожденного порока сердца. CardioСоматика. 2019; 10 (4): 51–54. DOI: 10.26442/22217185.2019.4.190607

Original Article

Functional status of the cardiovascular system in young children who had correction for congenital heart defect by the age of 1 year

Aliia R. Khabibullina[✉], Tatiana B. Khayretdinova
Bashkir State Medical University, Ufa, Russia
[✉]aliyarkhab@gmail.com

Abstract

Background. The topic relevance is determined by the increasing number of children with congenital heart defect (CHD) who require surgical correction at an early age. For further follow-up it is necessary to determine a functional status of the cardiovascular system (CVS), its adaptation to new conditions of hemodynamics, that is especially important in childhood during the period of morphological and functional changes in the growing organism.

Aim. To assess the functional status of the CVS in children with CHD using a test with dosed exercise load (EL) to determine the need for an individual approach to physical rehabilitation.

Materials and methods. The study included 80 children, who have been surgically treated for CHD by the age of 1 year. The study population included 32 (40.0%) boys and 48 (60.0%) girls; an average age of patients was 33.5 ± 4.28 months. The control group included 50 conditionally healthy children, with an average age of 35.0 ± 4.1 months; of which 23 (46%) were boys and 27 (54%) were girls. To assess the functional status of the CVS, a test with dosed EL was performed (10 squats in 20 s). Blood pressure and heart rate were measured at rest and after exercise, the double product and the quality of response index were calculated.

Results. In children with CHD 2 years after surgery, resting blood pressure was lower compared with healthy children, no significant differences in heart rate between groups were found. The double product in children of the main group was close to above average value. Analysis of hemodynamic changes due to EL showed a more pronounced increase in heart rate and less pronounced increase in pulse pressure and stroke volume in children with CHD after correction, which indicates the adaptation of CVS to EL due to an increase in the rate rather than the strength of heart contractions. The quality of response index in the group of children with CHD corresponded to an irrational reaction to EL. Analysis of CVS responses to the load showed that the most prevalent type was asymptoticotonic one (when there is an increase in heart rate and almost no changes in blood pressure). In the hypertensive type (revealed in a small number of children), there is a significant increase in both heart rate and systolic and diastolic blood pressure. The time of hemodynamics backing up to the baseline parameters did not exceed 5 minutes in both groups, no child complained during the test.

Conclusions. In young children who had surgical correction for septal CHD in infancy, blood pressure is characterized by low parameters, that is associated with a possible alteration in the regulation of vascular tone. The predominant type of the CVS response to EL in young children with septal CHD which was corrected in infancy is the asympathicotonic one with a normal period of restoration of hemodynamics to the baseline parameters. The test with EL allows us to individualize the program of physical rehabilitation of young children who had surgery for septal CHD in infancy, taking into account the status of CVS and the initial fitness.

Key words: children, early age, congenital heart defect.

For citation: Khabibullina A.R., Khayretdinova T.B. Functional status of the cardiovascular system in young children who had correction for congenital heart defect by the age of 1 year. *Cardiosomatics*. 2019; 10 (4): 51–54. DOI: 10.26442/22217185.2019.4.190607

Введение

Врожденные пороки сердца (ВПС) занимают 2-е место по частоте в структуре врожденных аномалий развития у детей. Частота их, по данным разных авторов, составляет до 8 на 1 тыс. живорожденных детей [1, 2]. С развитием кардиохирургии увеличивается число детей, которым оперативное лечение проводится в грудном возрасте.

Устранение анатомического дефекта является только первым этапом восстановления здоровья данной категории детей. Для дальнейшего наблюдения необходимо определение функционального состояния сердечно-сосудистой системы (ССС), ее адаптации к новым условиям гемодинамики, что особенно актуально в детском возрасте в период морфофункциональных изменений растущего организма [3, 4]. Адаптация ССС, как интегральный показатель, отражает функциональное состояние энергообеспечения систем организма. Исследование адаптации ССС в условиях физической нагрузки (ФН) позволяет оценить функциональные резервы ССС, энергетические возможности организма, а также возможности ее улучшения [1, 5, 6].

Исследования переносимости нагрузок проводят с помощью велоэргометрии и тредмил-теста. Данные методики обладают хорошей переносимостью. Однако их применение возможно лишь у детей с 6–7-летнего возраста. Учитывая увеличившийся рост детей, перенесших коррекцию ВПС в грудном возрасте, возникает необходимость определения адаптационных возможностей ССС детей раннего возраста [7]. Наиболее удобной методикой исследования данной категории пациентов, по нашему мнению, является проба с приседаниями. Работы, посвященные данной

проблематике, немногочисленны, и охват контингента составляет 20–30 человек.

Таким образом, ввиду важности определения функционального состояния ССС у детей раннего возраста после хирургической коррекции септальных ВПС для составления плана восстановительного лечения и оценки его эффективности, нами была проведено исследование в условиях дозированной ФН.

Цель – оценить функциональное состояние ССС у детей с ВПС с помощью пробы с дозированной ФН для обоснования необходимости индивидуального подхода к проведению физической реабилитации.

Материалы и методы

В исследование вошли 80 детей, оперированных по поводу ВПС в возрасте до 1 года. Возраст на период обследования составил $33,5 \pm 4,28$ мес, мальчиков – 32 (40,0%), девочек – 48 (60,0%). Структура ВПС у пациентов: дефект межжелудочковой перегородки (ДМЖП) – 72,5% (58 человек); ДМЖП в сочетании с дефектом межпредсердной перегородки – 10,0% (8 человек); ДМЖП в сочетании с открытым артериальным протоком – 11,3 (9 человек), ДМЖП с дефектом межпредсердной перегородки и открытым артериальным протоком – 6,2% (5 человек).

Сердечная недостаточность была у 9,5% пациентов, легочная гипертензия – у 5 детей. Контрольную группу составили 50 условно здоровых детей, средний возраст которых $35,0 \pm 4,1$ мес; мальчиков – 23 (46%), девочек – 27 (54%).

Дети основной и контрольной групп не имели значимых различий по основным демографическим параметрам (табл. 1).

Таблица 1. Демографическая характеристика детей
Table 1. Demographic characteristics of children

Параметры	Основная группа, n=80	Контрольная группа, n=50	p
Возраст, мес	$33,5 \pm 4,28$	$35,0 \pm 4,1$	>0,05
Пол	мальчики, %	40	46
	девочки, %	60	54
Масса, кг	$13,2 \pm 1,9$	$13,0 \pm 1,9$	>0,05
Рост, см	$91,5 \pm 8,4$	$89,0 \pm 6,6$	>0,05

Таблица 2. Параметры гемодинамики исследуемых групп в покое
Table 2. Hemodynamic parameters of the main groups at rest

Параметры	Основная	Контрольная	<i>p</i>
ЧСС, уд/мин	100 [89; 113]	105 [101; 110]	0,304
САД, мм рт. ст.	88 [82; 90]	98 [96; 100]	<0,001
ДАД, мм рт. ст.	56 [55; 60]	62 [60; 63]	<0,001
ДП, у.е.	87 [74; 98]	102 [97,2; 106]	<0,001
Ударный объем крови, мин	21,4 [18,20; 24,00]	22,6 [20,8; 25,1]	0,155

Таблица 3. Показатели гемодинамики, характеризующие реакцию ССС на ФН
Table 3. Hemodynamic parameters reflecting the cardiovascular system response to exercise load

	Основная	Контрольная	<i>p</i>
Прирост ЧСС, уд/мин (% прироста ЧСС от исходного)	21 [17; 30]	15 [10; 19]	0,001
Прирост ПД, у.е. (% прироста ПД от исходного)	36 [32; 44]	52 [47; 54]	<0,001
Прирост ударного объема крови, мин	3,5 [-0,04; 6,65]	6,49 [4,92; 7,61]	<0,001
ДП, у.е.	113 [103; 129]	131 [125; 136]	0,0005

Таблица 4. Варианты реакции ССС на дозированную ФН
Table 4. Types of the cardiovascular system responses to dosed exercise load

Реакция	Основная группа, n=80		Контрольная группа, n=50		<i>p</i>
	абс.	%	абс.	%	
Нормотоническая	26	32,5	45	90,0	<0,001
Асимпатикотоническая	46	57,5	4	23,0	<0,001
Гиперсимпатикотоническая	8	10	1	8,0	0,132

При выявлении у детей сопутствующей патологии проводилась их коррекция, и только после этого дети включались в исследование.

Для исследования функционального состояния ССС проводилась проба с дозированной ФН (10 приседаний за 20 с). Во время проб в покое и после нагрузки определяли артериальное давление (АД) и частоту сердечных сокращений (ЧСС). Для количественной оценки энергopotенциала организма человека рассчитывался показатель резерва – двойного произведения – ДП: ДП = систолическое АД (САД) × ЧСС/100.

Согласно литературным данным показатель ДП имеет прямую корреляцию с величиной максимального потребления кислорода. Он характеризует систолическую работу сердца. Поэтому чем ниже ДП в покое, тем выше максимальные аэробные возможности и, следовательно, уровень физического здоровья [8]. Чем больше этот показатель на высоте ФН, тем больше функциональная способность мышц сердца. Количественную оценку функционального состояния позволяет оценить показатель качества реакции – ПКР: $ПКР = (ПД2 - ПД1) / (ЧСС2 - ЧСС1)$, где: ПД1 – пульсовое давление в покое; ПД2 – пульсовое давление после нагрузки; ЧСС1 – пульс в покое; ЧСС2 – пульс после нагрузки. Интерпретация ПКР проводится следующим образом: 0,5–1,0 – хорошее; 0,3–0,5 – удовлетворительное; менее 0,3 и более 1,0 – неудовлетворительное функциональное состояние. Исследования функционального состояния ССС проводились в покое и после ФН в течение всего периода реституции через 1, 3, 5 мин и далее до восстановления исходных. Ввиду малого возраста пациентов сама проба проводилась индивидуально с каждым ребенком в игровой форме. В некоторых случаях исследователь приседал совместно с ребенком, держа его за руки. Роль ассистента также выполняла и мама пациента.

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием компьютерных программ Statistica 10.0 и Microsoft Excel. Нормальность распределения определялась графически с использованием

критерия Колмогорова–Смирнова. Изучение выборки проводилось при нормальном распределении с указанием среднего ± стандартное отклонение, при отличном от нормального – медиана (25-й; 75-й перцентили). Статистическая значимость различия признаков в сравниваемых группах при условиях нормального распределения признака и достаточного объема выборки измерялась по t-критерию Стьюдента для независимых выборок в модификации, позволяющей учесть неравенство дисперсий; в случае отличного от нормального распределения или малого объема выборки – изучалась с помощью непараметрических критериев (Манна–Уитни с поправкой Йетса). Взаимосвязь между интервальными признаками определялась с помощью корреляционного анализа Пирсона, если же один или оба признака являлись номинальными или порядковыми, использовался корреляционный анализ Спирмена.

Результаты исследования

В нашем исследовании в покое гемодинамика детей раннего возраста, перенесших хирургическую коррекцию септальных ВПС в грудном возрасте, характеризуется низкими значениями АД, как САД, так и диастолического АД (ДАД), по сравнению со здоровыми детьми. При расчете ДП мы получили результаты близкие к выше среднему у детей исследуемой группы. Для 3-летних здоровых детей этот показатель соответствует среднему уровню (табл. 2).

Был проведен анализ гемодинамики при проведении пробы с дозированной ФН. Прирост САД у оперированных детей составил 3 мм рт. ст., в то время как у контрольной группы – 13 мм рт. ст. ($p < 0,001$). Таким образом, ПД в покое и на нагрузке у детей, перенесших операцию ВПС, изменился незначительно (табл. 3).

Полученные данные свидетельствуют о преимущественно хронотропном ответе ССС у оперированных детей с избыточным приростом ЧСС ($p < 0,001$).

Расчетный ПКР в группе здоровых детей составил 1,08 [0,62; 1,7], что соответствует хорошей реакции, а

в группе детей с ВПС ПКР равен 0,29 [0,02; 0,67], что значительно ниже ($p < 0,001$) и соответствует нерациональной реакции на ФН.

При анализе типа реакции ССС на нагрузку были получены данные о преобладании неблагоприятных типов реакции у детей с ВПС (табл. 4). Так, наиболее частым является асимпатикотонический тип, при котором адаптация ССС к нагрузкам происходит преимущественно за счет увеличения ЧСС при практически не изменяющихся параметрах АД. При гипертоническом варианте происходит значительное увеличение как ЧСС, так и САД и ДАД.

Благоприятный нормотонический вариант, характеризующийся синхронностью увеличения ЧСС и АД, отражает то, что адаптация к нагрузке происходит за счет усиления систолической работы левого желудочка. Данный тип реакции был преобладающим у здоровых детей.

Таким образом, сравнивая данные гемодинамики до и после нагрузки в исследуемых группах, можно сказать об избыточном увеличении ЧСС и недостаточном подъеме САД на нагрузку у детей после операции по поводу ВПС по сравнению со здоровыми. Это свидетельствует об отсутствии увеличения максимального потребления кислорода, что отражает коэффициент ДП.

Нами также отмечено, что время реституции в обеих группах не превысило 5 мин и ни один ребенок не предъявлял жалобы. Это говорит в целом о благополучном состоянии организма и, по нашему мнению, отражает, что типы реакции у детей после операции на сердце являются особенностью адаптации оперированного сердца, а не нарушенной реакцией ССС на ФН. Адекватная физическая реабилитация под контролем пробы приведет к сдвигу в сторону нормотонической реакции.

Выводы

1. У детей раннего возраста, перенесших хирургическую коррекцию септальных ВПС в грудном возрасте, АД характеризуется низкими значениями.
2. Преобладающим вариантом реакции на ФН в раннем возрасте у детей с септальными ВПС после коррекции в грудном возрасте является асимпатикотонический вариант с нормальным периодом восстановления параметров гемодинамики к исходным.
3. Проба с ФН, примененная нами, позволяет оценить функциональное состояние ССС, ее исходную тренированность и индивидуализировать программу физической реабилитации детей раннего возраста, оперированных по поводу септальных ВПС после коррекции в грудном возрасте.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация об авторах / Information about the authors

Хабибуллина Алия Рашитовна – ассистент каф. педиатрии с курсом ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ. E-mail: aliyarkhab@gmail.com

Хайретдинова Татьяна Борисовна – д-р мед. наук, проф. каф. педиатрии с курсом ИДПО ФГБОУ ВО БГМУ. E-mail: doktor-76@mail.ru

Статья поступила в редакцию / The article received: 06.09.2019

Статья принята к печати / The article approved for publication: 18.12.2019

Conflict of interests. The authors declare that there is not conflict of interests.

References/Литература

1. Бокерия ЛА, Туманян МР, Филаретова О.В. и др. Педиатрические аспекты в неонатальной кардиохирургии. Детские болезни сердца и сосудов. 2012; 1: 35–45. [Bokeria LA, Tumanian MR, Filaretova O.V. et al. Pediatric aspects in neonatal cardiosurgery. *Detskie bolezni serdtsa i sosudov*. 2012; 1: 35–45 (in Russian).]
2. Школьникова М.Н. Неонатальный скрининг с целью раннего выявления врожденных пороков сердца. Методические рекомендации (№12). М., 2012; с. 5. [Shkolnikova M.N. Neonatal screening for early detection of congenital heart defects. *Methodical recommendations (No. 12)*. Moscow, 2012; p. 5 (in Russian).]
3. Müller J, Pringsheim M, Engelhardt A et al. Motor training of sixty minutes once per week improves motor ability in children with congenital heart disease and retarded motor development: a pilot study. *Cardiology Young* 2013; 23 (5): 717–21.
4. Бокерия ЛА, Милюевская Е.Б., Крупянко С.М., Неведрова М.Н. Организационное планирование третьего этапа реабилитации детей с врожденными пороками сердца различных возрастных групп. Менеджмент в здравоохранении. 2015; 9: 20–7. [Bokeria LA, Milievskaia E.B., Krupianko S.M., Navedrova M.N. *Organizatsionnoe planirovanie tret'ego etapa reabilitatsii detei s vrozhdennymi porokami serdtsa razlichnykh vozrastnykh grupp*. *Menedzhment v zdravookhranении*. 2015; 9: 20–7 (in Russian).]
5. Meyer M, Hreinsdottir A, HKcker A-L et al. Web-Based Motor Intervention to Increase Health-Related Physical Fitness in Children With Congenital Heart Disease: A Study Protocol. *Front Pediatr* 2018; 6: 224. DOI: 10.3389/fped.2018.00224
6. Чистякова И.Л., Ишекова Н.И., Репицкая М.Н. Физическая реабилитация детей с врожденными пороками сердца, перенесших хирургическое вмешательство. Психолого-педагогические аспекты развития современного образования в России: сборник статей международной научно-практической конференции. Пенза, 2017; с. 107–9. [Chistyakova I.L., Isbekova N.I., Repitskaya M.N. *Physical rehabilitation of children with congenital heart diseases after surgery. Psychological and pedagogical aspects of the development of modern education in Russia: a collection of articles of an international scientific and practical conference*. Penza, 2017; p. 107–9. (in Russian).]
7. Аронов Д.М., Лупанов В.П. Функциональные пробы в кардиологии. М: МЕДпресс-информ, 2007. [Aronov D.M., Lupanov V.P. *Funktsional'nye proby v kardiologii*. M: MEDpress-inform, 2007 (in Russian).]
8. Анапасенко Г.Л., Попова Л.А. Медицинская валеология. Ростов-на-Дону: Феникс, 2000. [Apanasenko G.L., Popova L.A. *Medical Valeology*. Rostov-on-Don: Phoenix, 2000 (in Russian).]