

Использование модифицированного гарвардского степ-теста в определении толерантности к физической нагрузке у пациентов с функционально единственным желудочком сердца после тотального cavoпупулмонального соединения

А.А. Тупикина, И.В. Плотникова, Л.И. Свинцова, О.Ю. Джаффарова, О.С. Янулевич, Е.В. Кривошеков, И.А. Ковалев

ФГБНУ «НИИ кардиологии», Томск; ОСП «Научно-исследовательский клинический институт педиатрии им. академика Ю.Е. Вельтищева» ГБОУ ВПО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава РФ, Москва

Use of modified Harvard step test for the evaluation of exercise tolerance in patients with a functional single ventricle after total cavopulmonary connection

A.A. Tupikina, I.V. Plotnikova, L.I. Svintsova, O.Yu. Dzhabbarova, O.S. Yanulevich, E.V. Krivoshechekov, I.A. Kovalev

Research Institute of Cardiology, Tomsk; Academician Yu.E. Veltishchev Research Clinical Institute of Pediatrics, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow

По данным литературы, примерно у 1/3 пациентов с врожденными пороками сердца имеются признаки сердечной недостаточности. Цель исследования: оценить возможность и результаты использования модифицированного Гарвардского степ-теста в оценке толерантности к физической нагрузке у детей с функционально единственным желудочком сердца. В исследовании приняли участие 110 здоровых детей в возрасте от 6 до 16 лет и 29 пациентов в возрасте от 3 до 16 лет с функционально единственным желудочком сердца после тотального cavoпупулмонального соединения с экстракардиальным кондуитом через год после выполнения операции и закрытия фенестрации. Модифицированный Гарвардский степ-тест был выполнен по полному протоколу у 44,8% пациентов. У остальных обследованных причиной прекращения теста раньше положенного времени были мышечная слабость и одышка. Это позволило установить функциональный класс II сердечной недостаточности у 55,2% больных детей. У обследованных пациентов индекс модифицированного Гарвардского степ-теста (ИМГСТ), характеризующий толерантность к физической нагрузке, колебался от 22,4 до 111. Значения медианы ИМГСТ достоверно различались между группами пациентов с I и II функциональным классом сердечной недостаточности ($p=0,021$). У 17,2% пациентов с функционально единственным желудочком сердца толерантность к физической нагрузке была снижена, у остальных толерантность была средней и выше среднего (41,5 и 41,3% соответственно), что свидетельствует о хорошей адаптации гемодинамики у пациентов после оперативного лечения. Полученные результаты доказывают безопасность и эффективность использования указанного теста при оценке толерантности к физической нагрузке у детей с трех летнего возраста.

Ключевые слова: дети, единственный желудочек сердца, физическая нагрузка, Гарвардский степ-тест.

According to the literature, nearly one-third of patients with congenital heart diseases have signs of heart failure. Objective: to assess the possibility and results of using a modified Harvard step test (MHST) for the evaluation of exercise tolerance in children with a functional single ventricle. The investigation covered 110 healthy children aged 6 to 16 years and 29 patients aged 3 to 16 years with a functional single ventricle after total cavopulmonary connection with an extracardiac conduit a year after surgery and fenestration closure. MHST using a complete protocol was carried out in 44,8% of the patients. In the other examinees, the reason for stopping the test was premature muscle weakness and dyspnea. This could establish Functional Class (FC) II heart failure in 55,2% of the sick children. In the examinees, the MHST index (MHSTI) characterizing exercise tolerance ranged from 22,4 to 111. The median MHSTI scores significantly differed between the groups of patients with FC I and II heart failure ($p=0,021$). Exercise tolerance was lower in 17,2% of the patients with a functional single ventricle; in the others it was average and above average (41,5 and 41,3%, respectively), which was suggestive of good hemodynamic adaptation in patients after surgery. The findings prove the safety and efficiency of using the above test in the evaluation of exercise tolerance in children 3 years of age and older.

Keywords: children, single ventricle, exercise, Harvard step test.

© Коллектив авторов, 2016

Ros Vestn Perinatol Pediat 2016; 4:77–81

DOI: 10.21508/1027–4065–2016–61–4–77–81

Адрес для корреспонденции: Тупикина Анна Альбертовна — аспирант отделения детской кардиологии НИИ кардиологии
Плотникова Ирина Владимировна — д.м.н., рук. того же отделения
Свинцова Лидия Ивановна — к.м.н., ст. научн. сотр. того же отделения
Джаффарова Ольга Юрьевна — к.м.н., научн. сотр. того же отделения
Янулевич Ольга Сергеевна — к.м.н., врач кардиохирургического отделения №2 того же учреждения
Кривошеков Евгений Владимирович — д.м.н., зав. тем же отделением 634034 Томск, ул. Киевская, д. 111а
Ковалев Игорь Александрович — д.м.н., проф., зав. отделом детской кардиологии и аритмологии НИКИ педиатрии им. академика Ю.Е. Вельтищева 125412 Москва, ул. Талдомская, д. 2

Частота встречаемости врожденных пороков сердца — от 4 до 8 на 1000 новорожденных; она охватывает широкий спектр нозологий, в структуре которых пороки с функционально единственным желудочком сердца составляют около 2%. В 1971 г. F. Fontan и E. Vaudet в своей работе [1] описали хирургическую процедуру для паллиативного разделения кругов кровообращения. Гемодинамика у пациентов после такой хирургической коррекции подразумевает переключение системного венозного возврата в легочную артерию без вклада в этот процесс единственного желудочка [2].

По данным литературы, примерно у 1/3 всех пациентов с врожденными пороками сердца, включая пороки с функционально единственным желудочком, имеются признаки сердечной недостаточности. У больных с сердечной недостаточностью наблюдается снижение толерантности к физической нагрузке, степень которой напрямую коррелирует с прогнозом течения основного заболевания [3, 4]. В настоящее время существует достаточно большое количество методов оценки толерантности к физической нагрузке, среди которых наиболее популярны тест с 6-минутной ходьбой, тредмил-тест, велоэргометрия [5]. Однако имеются ограничения в использовании данных методов в детском возрасте, особенно у детей дошкольного возраста, что связано с анатомо-физиологическими (массоростовые показатели), психологическими и поведенческими особенностями, которые не позволяют провести данные обследования в полном объеме и объективно оценить толерантность к физической нагрузке. Например, для проведения велоэргометрии у пациента рост должен быть не менее 131 см, в некоторых центрах основное условие — рост 140 см и выше, чтобы ребенок мог свободно вращать педали. Существуют также тесты более простые в исполнении и доступные для проведения у детей дошкольного возраста, например одноступенчатые степ-тесты [6, 7].

Гарвардский степ-тест был разработан в 1942 г. в Гарвардском университете. С помощью этого теста количественно оцениваются восстановительные процессы после дозированной мышечной работы. От ранее известных функциональных проб степ-тест отличается как характером выполняемой испытуемым нагрузки, так и формой учета результатов тестирования [8]. В своем первоначальном виде тест использовался для определения кардиореспираторной подготовленности в отдельных группах испытуемых. Протокол тестирования был излишне интенсивен. В частности, на ступень высотой 50,8 см необходимо было подниматься со скоростью 30 шагов в минуту в течение 5 мин, что резко ограничило широкое применение теста. В настоящее время полученные вариации Гарвардского степ-теста сводятся к следующему: высота ступа от 30 до 50 см, частота выполнения теста от 18 до 36 шагов в минуту [9–11]. Хотя эти модификации повысили доступность применения одноступенчатого степ-теста, актуальной проблемой остается невозможность адекватной оценки толерантности к физической нагрузке у некоторых категорий пациентов, в частности детей моложе 8 лет.

Цель: оценить возможность использования модифицированного Гарвардского степ-теста и его результаты в группе пациентов в возрасте от 3 до 16 лет с функционально единственным желудочком сердца после тотального кавопульмонального соединения.

Характеристика детей и методы исследования

В настоящем исследовании приняли участие 29 пациентов в возрасте от 3 до 16 лет с функционально

единственным желудочком сердца после тотального кавопульмонального соединения с экстракардиальным кондуитом через год после операции (средний возраст $7,7 \pm 3,6$ года) и через 6 мес после закрытия фенестрации между кондуитом и предсердием. При поступлении в стационар всем больным проводилось общеклиническое обследование, подробный сбор анамнеза жизни и заболевания. Два пациента получали силденафил в связи с повышенным давлением в легочной артерии, два ребенка — дигоксин в сочетании с мочегонными препаратами в связи со снижением сократительной функции единственного желудочка сердца.

Пациенты с функционально единственным желудочком сердца были разделены на группы, учитывая функциональный класс (ФК) сердечной недостаточности по классификации NYHA. В 1-ю группу вошли 16 детей (9 мальчиков, 7 девочек) с сердечной недостаточностью ФК I, во 2-ю группу — 13 детей (5 мальчиков, 8 девочек) с сердечной недостаточностью ФК II. Группу сравнения составили 110 здоровых детей в возрасте от 6 до 16 лет (средний возраст $11 \pm 4,3$ года).

Учитывая сложность объективной оценки толерантности к физической нагрузке у детей разного возраста, нами было принято решение акцентировать внимание на изменении частоты сердечных сокращений (ЧСС) после физической нагрузки с последующим расчетом индекса Гарвардского степ-теста, который позволяет провести универсальную оценку реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку в виде увеличения ЧСС с последующим ее восстановлением. Существующий в настоящее время Гарвардский степ-тест рассчитан на детей в возрасте от 8 лет, минимальная высота ступени составляет 35 см, а время выполнения теста 5 мин [12]. Однако в связи с особенностями гемодинамики у пациентов с функционально единственным желудочком сердца [13–16], детренированностью и преимущественным возрастом моложе 8 лет было принято решение о модификации Гарвардского степ-теста.

Модифицированный Гарвардский степ-тест представляет собой одноступенчатый степ-тест с фиксированной высотой ступени 20 см вне зависимости от массы и роста пациентов, а также от возраста и пола. Испытуемому предлагается на протяжении 3 мин совершать восхождение на ступеньку, со скоростью 30 шагов в минуту. При подъеме и спуске руки выполняют обычные для ходьбы движения. Во время выполнения теста можно несколько раз сменить ногу, с которой начинается подъем. Для строгого дозирования частоты восхождений на ступеньку и спуска с нее можно использовать метроном, частоту которого устанавливают на уровне 120 ударов в минуту. В этом случае каждое движение будет соответствовать одному удару метронома.

Перед проведением модифицированного Гарвардского степ-теста необходимо вначале продемонстрировать испытуемому тест, а затем дать ему возможность

опробовать его. Если испытуемый не в состоянии совершать восхождение на ступеньку в течение 3 мин, то фиксируется время, в течение которого выполнялась мышечная работа. Для этого при проведении пробы необходимо иметь секундомер. При выполнении модифицированного Гарвардского степ-теста могут быть допущены следующие ошибки: несоблюдение правильного ритма, неполное выпрямление коленных суставов на ступеньке, неполное выпрямление тела на ступеньке, постановка ноги на пол на носок. О возможных ошибках при выполнении этого теста обследуемый должен быть заранее информирован.

В модифицированном Гарвардском степ-тесте сделана попытка строго дозировать физическую нагрузку. Вместе с тем эта дозировка является в определенной степени условной, так как мощность выполнения физической нагрузки нельзя определить точно. Время выполнения теста является фиксированным, однако если испытуемый прекращает работу раньше указанного времени, то его работоспособность можно оценить, что служит определенным достоинством теста. Таким образом, уменьшается влияние субъективного отношения испытуемого к процедуре тестирования [12]. После окончания физической нагрузки испытуемый отдыхает сидя. ЧСС подсчитывается на 2, 3 и 4-й минутах в течение 30 с. Если обследуемый в процессе тестирования отставал от заданного темпа в течение 20 с, то тест прекращается [12].

Индекс модифицированного Гарвардского степ-теста (ИМГСТ) рассчитывают по формуле: $ИМГСТ = t \cdot 100 / (f_1 + f_2 + f_3) \cdot 2$, где t — время восхождения в с; f_1, f_2, f_3 — ЧСС, измеренная на 2, 3 и 4-й минутах в течение 30 с восстановления соответственно. При массовых обследованиях можно пользоваться сокращенной формулой: $ИМГСТ = t \cdot 100 / f \cdot 5,5$, где t — время восхождения в с, f — ЧСС, которая учитывает время выполнения теста у пациентов с признаками сердечной недостаточности.

При определении ИМГСТ не учитывается ЧСС за первую минуту восстановительного периода. Это имеет свои положительную и отрицательную стороны. Положительная сторона заключается в том, что в раннем восстановительном периоде ЧСС зависит от большого числа факторов, некоторые из них не связаны с мышечной работой (например, переход из вертикального положения во время восхождения на ступеньку в положение сидя). Отрицательная сторона заключается в том, что при этом не учитывается в достаточной степени индивидуальная реактивность сердечно-сосудистой системы человека в первую минуту восстановления. Величина ИМГСТ характеризует скорость восстановительных процессов после напряженной физической нагрузки и оценивается по шкале. Чем быстрее восстанавливается ЧСС после степ-теста, тем выше ИМГСТ [13].

Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием пакета программ

MYSTAT 12 Version (SYSTAT Software, Inc, 2007). Для оценки нормальности распределения признака использовали критерий Колмагорова—Смирнова. Описание количественных признаков представлено в виде Me (QRI 10%–90%), где Me — медианное значение показателя, (QRI 10%–90%) — интерквартильный разброс. Для оценки достоверности различий зависимых использовали критерий Манна—Уитни. Достоверность результата оценивалась при $p < 0,05$.

Результаты

Все здоровые обследуемые выполнили модифицированный Гарвардский степ-тест по полному протоколу. Прирост ЧСС на 15–20% был выявлен у 79 (71,8%) детей, преимущественно у мальчиков (57%). У остальных обследованных — 31 (28,2%) после физической нагрузки было выявлено снижение ЧСС на 5–10% от исходной [17]. Параметры прироста и снижения ЧСС укладывались в возрастные нормативы [18]. Значения медианы ИМГСТ в группе здоровых мальчиков и девочек составили 74,3 (IQR : 63,2–85,5) и 70,3 (IQR : 62,2–82,5) соответственно ($p=0,94$). На основании проведенного обследования были определены максимальные показатели ИМГСТ в каждой возрастной группе (табл. 1) [17].

Мы предложили градацию показателя ИМГСТ в детском возрасте, взяв за основу систему оценки теста у взрослых [12]: значение ИМГСТ, равное или менее 38, расценивалось как ниже среднего, от 39 до 54 — как средний уровень, от 55 до 69 — как хороший уровень и выше 70 — как отличный результат [17].

Всем пациентам с функционально единственным желудочком сердца был выполнен модифицированный Гарвардский степ-тест (табл. 2). Исходная ЧСС соответствовала возрастным нормам.

Модифицированный Гарвардский степ-тест был выполнен по полному протоколу 44,8% пациентами. У остальных обследованных причиной прекращения

Таблица 1. Максимальные значения ИМГСТ (в ед.) у здоровых детей (соответствующие оценке «отлично»)

Возраст, годы	Мальчики (n=55)	Девочки (n=55)
6	72	70
7	73	70
8	73	73
9	75	74
10	75	75
11	80	75
12	84	78
13	84	80
14	84	80
15	86	82
16	88	82

Таблица 2. Параметры выполнения модифицированного Гарвардского степ-тест пациентами с функционально единственным желудочком сердца

	Параметры	Количество пациентов (n=29)	
		абс.	%
Время выполнения теста	менее 3 мин (причина прекращения теста — мышечная слабость, одышка)	16	55,2
	3 мин	13	44,8
Изменение ЧСС	прирост на 15–20%	14	48,3
	снижение на 5–10%	15	51,7

теста раньше положенного времени были мышечная слабость и одышка. Данные клинические симптомы можно трактовать как признаки сердечной недостаточности. Это позволило установить ФКП сердечной недостаточности 55,2% больных детей с функционально единственным желудочком сердца. До выполнения теста данный показатель, по результатам оценки жалоб, составлял 44,8%.

У обследованных пациентов ИМГСТ колебался от 22,4 до 111, причем максимальные значения отмечались у пациентов, у которых время выполнения степ-теста составило 3 мин. Значения медианы ИМГСТ достоверно различались ($p=0,021$) между группами пациентов: 62,15 (IQR: 55,1–109,7) и 46,75 (IQR: 25,25–65,975) у больных с ФКП ($n=6$) и ФКП II ($n=23$) сердечной недостаточности соответственно.

Распределение детей с функционально единственным желудочком сердца по показателям ИМГСТ представлено на рисунке. Показатели ИМГСТ в пределах среднего уровня определены у 41,5% пациентов. Следует отметить, что среди пациентов были дети (41,3%), у которых результаты модифицированного Гарвардского степ-теста были оценены как хорошие и отличные. Однако в группе в целом медиана ИМГСТ была ниже, чем у здоровых лиц ($p<0,001$).

Обсуждение

В настоящее время толерантность к физической нагрузке у пациентов с функционально единственным желудочком сердца после операции тотального

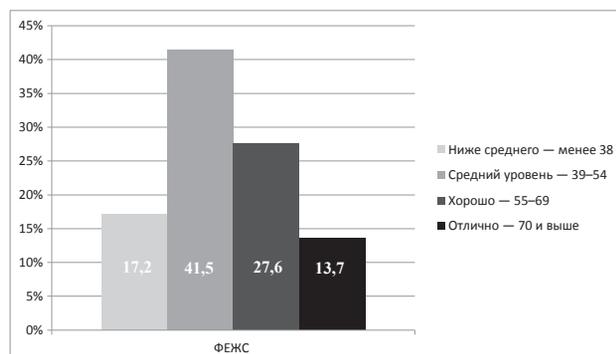


Рисунок. Распределение пациентов (n=29) с функционально единственным желудочком сердца (ФЕЖС) по показателям ИМГСТ.

кавопультмонального соединения является предметом пристального изучения во всем мире. Во-первых, это связано с тем, что совершенствуются методики хирургического и кардиологического лечения на всех этапах паллиативной коррекции данного порока. Во-вторых, продолжительность жизни этой категории пациентов увеличивается, что ставит вопрос о качестве жизни и адаптации в социальной среде указанной когорты больных. Поэтому все больше зарубежных центров осуществляют исследования для определения толерантности к физической нагрузке. Чаще всего у таких пациентов выполняется велоэргометрия с определением пикового потребления кислорода при нагрузке.

Например, в 2013 г. были опубликованы результаты исследования P. Madan [19], которое проводилось в 7 центрах США с 2003 по 2004 г. Были обследованы 405 пациентов в возрасте от 6 до 18 лет с функционально единственным желудочком сердца после операции Фонтена. Средний возраст составил $12,4 \pm 3,2$ года, что указывает на преобладание подростков. Пациентам проведена велоэргометрия с измерением потребления кислорода во время физической нагрузки. Выполнение теста состояло из двух этапов: вращение педалей без дополнительной нагрузки в течение 3 мин, а затем увеличение нагрузки для каждого пациента в зависимости от индивидуально прогнозируемых норм. Выполнению теста предшествовала предварительная гипервентиляция в течение 10 с. В результате проба была полностью проведена только 77% пациентов, остальные вошли в группу больных с «недостаточным усилием» при выполнении теста вследствие в первую очередь усталости (31,2%), неспособности следовать инструкциям (17,2%) [19].

Из данного исследования следует, что методика трудно применима у детей подросткового возраста и абсолютно невозможна у детей дошкольного возраста в связи с ее многоэтапностью, длительностью нагрузки (более 3 мин). Следует учитывать, что проведение велоэргометрии возможно только у детей при росте 131 см и выше. Детренированность пациентов затрудняет выполнение теста длительностью более 3 мин с интенсивной физической нагрузкой, в то время как модифицированный Гарвардский степ-тест позволяет оценить толерантность к физической

нагрузке у пациентов начиная с трехлетнего возраста. Следует также отметить, что с помощью указанного теста нам удалось выявить скрытые признаки сердечной недостаточности, которые не определялись при рутинном клиническом опросе и осмотре. Возможность оценить толерантность к физической нагрузке даже при неполном выполнении теста делает его эмоционально более комфортной процедурой и не приводит к усугублению социальной дезадаптации у данной категории пациентов.

Заключение

Таким образом, по результатам выполнения модифицированного Гарвардского степ-теста ФКП сердечной недостаточности был выявлен у 55,2% пациентов с функционально единственным желудочком сердца, что достоверно превышает аналогичный показатель, определенный при анализе жалоб пациентов (44,8%). При этом у 17,2% пациентов, по данным модифицированного Гарвардского степ-теста, была снижена толерантность к физической нагрузке. У остальных детей переносимость физической нагрузки была

средней, а также хорошей и отличной (у 41,5 и 41,3% соответственно), что свидетельствует об удовлетворительной адаптации гемодинамики у пациентов с функционально единственным желудочком сердца через год после выполнения тотального cavoпульмонального соединения и через 6 мес после закрытия фенестрации. У 3 пациентов с функционально единственным желудочком сердца, у которых при проведении модифицированного Гарвардского степ-теста отсутствовали признаки сердечной недостаточности (ФКИ), были выявлены низкие показатели ИМГСТ. Можно предположить, что полученные данные являются предикторами развития сердечной недостаточности. Этот факт требует дальнейшего изучения. Полученные результаты обследования пациентов с функционально единственным желудочком сердца после выполнения тотального cavoпульмонального соединения доказывают безопасность и эффективность применения модифицированного Гарвардского степ-теста в оценке функционального состояния сердечно-сосудистой системы у данной категории пациентов, включая детей дошкольного возраста.

ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

1. Fontan F., Baudet E. Surgical repair of tricuspid atresia. *Thorax* 1971; 26: e240–248.
2. Gewillig M. Ventricular dysfunction of the functionally univentricular heart: management and outcomes. *Cardiol Young* 2005; 15: 3: e31–34.
3. Koike A., Hiroe M., Yajima T. et al. Anaerobic metabolism as an indicator of aerobic function during exercise in cardiac patients. *J Am Coll Cardiol* 1992; 20: e120–126.
4. American College of Sports Medicine. Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 3rd ed. Philadelphia, Pa: Lea & Febiger, 1986; 368.
5. Washington R.L., Bricker J.T., Alpert B.S. et al. Guidelines for exercise testing in the pediatric age group. From the Committee on Atherosclerosis and Hypertension in Children, Council on Cardiovascular Disease in the Young, the American Heart Association. *Circulation* 1994; 90: 4: e2166–2179.
6. Bruce R. Methods of exercise testing. *Am J Cardiol* 1974; 33: e715–720.
7. Shapiro A., Shapiro Y., Magazanik A. A simple test to predict aerobic capacity. *J Sport & Med Phys Fitness* 1976; 16: e209–214.
8. Куликов В.Ю., Романов Е.Е., Кошлич К.А. и др. Перспективы использования феномена гистерезиса в оценке толерантности к физической нагрузке. *Медицина и образование в Сибири* 2014; 3: http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=1413. (Kulikov V.Ju., Romanov E.E., Koshlich K.A. et al. Prospects for the use of hysteresis phenomena in the evaluation of exercise tolerance. *Medicina i obrazovanie v Sibiri* 2014; 3: http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=1413.)
9. Francis K.T., Culpepper M. Height-adjusted, rate-specific, single-stage step test for predicting maximal oxygen consumption. *South Med J* 1989; 82: e602–606.
10. Feinstein R., Francis K.T. Standardization of step-height for fitness testing using stature and hip angle of children and adolescents. *Pediatr Res* 1989; 25: Abstract.
11. Francis K.T., Brasher J.D. A height-adjusted step test for predicting maximal oxygen consumption in males. *J Sports Med Phys Fitness* 1992; 32: 3: e282–287.
12. Ушаков И.Б. Методы исследования и фармакологической коррекции физической работоспособности человека. М: Медицина 2007; 104. (Ushakov I.B. Methods of study and pharmacological correction of human physical performance. Moscow: Meditsina 2007; 104.)
13. Choussat A., Fontan F., Besse P. et al. Selection criteria for Fontan's procedure. Edinburgh: Churchill Livingstone 1978; e559–566.
14. Uemura H., Yagihara T., Kawashima Y. et al. What factors affect ventricular performance after a Fontan-type operation? *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995; 110: e405–415.
15. Gentles T.L., Mayer J.E., Gauvreau K. Fontan operation in five hundred consecutive patients: factors influencing early and late outcome. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997; 114: e376–391.
16. Julsrud P.R., Weigei T.J., Van Son J.A. et al. Influence of ventricular morphology on outcome after Fontan procedure. *Am J Cardiol* 2000; 86: e319–323.
17. Тупикина А.А., Плотникова И.В., Ковалев И.А. и соавт. Определение толерантности к физической нагрузке у здоровых детей с использованием модифицированного Гарвардского степ-теста. *Сиб мед журн* 2015; 30: 4: 36–39. (Tupikina A.A., Plotnikova I.V., Kovalev I.A. et al. Determination of exercise tolerance in healthy children using a modified Harvard step test. *Sib med zhurn* 2015; 30: 4: 36–39.)
18. Макаров Л.М. ЭКГ в педиатрии. М.: Медпрактика-М 2006; 49. (Makarov L.M. ECG in pediatrics. Moscow: Medpraktika-M 2006; 49.)
19. Madan P., Stout K.K., Fitzpatrick A.L. Age at Fontan procedure impacts exercise performance in adolescents: results from Pediatric Health Network multicenter study. *Am Heart J* 2013; 166: 2: 365–372.

Поступила 08.06.16