

DOI: <https://doi.org/10.51922/2616-633X.2022.6.1.1501>

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У КРУПНОВЕСНЫХ И МАЛОВЕСНЫХ К СРОКУ ГЕСТАЦИИ НОВОРОЖДЕННЫХ ДЕТЕЙ

В.А. Прилуцкая, А.В. Сукало

Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Республика Беларусь

УДК [616.12-009.72+616.132.2-089.81]-036

Ключевые слова: новорожденные, эхокардиография, толщина межжелудочковой перегородки, функционирующее овальное окно, открытый артериальный проток, крупновесные к сроку гестации, маловесные к сроку гестации.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ. В.А. Прилуцкая, А.В. Сукало. Оценка состояния сердечно-сосудистой системы у крупновесных и маловесных к сроку гестации новорожденных детей. *Неотложная кардиология и кардиоваскулярные риски*, 2022, Т. 6, № 1, С. 1501–1509.

Цель исследования – оценить состояние сердечно-сосудистой системы у крупновесных и маловесных к сроку гестации доношенных новорожденных детей.

Проведено обследование 192 новорожденных на базе ГУ «Республиканский научно-практический центр «Мать и дитя». Группу 1 (Gr1) составили 54 крупновесных к сроку гестации новорожденных, группу 2 (Gr2) – 43 маловесных к сроку гестации новорожденных, группу 3 (Gr3) – 95 детей с соответствующим сроку гестации физическим развитием. Эхокардиографические показатели сравнивались между исследуемыми группами с поправкой на площадь поверхности тела.

Морфометрическая оценка структур сердца при эхокардиографии (Эхо-КГ) у детей Gr1 показала статистически значимое утолщение стенок сердца с преимущественной локализацией в области задней стенки левого желудочка (ЛЖ) и межжелудочковой перегородки (МЖП). Установлены значимые различия всех производных эхокардиографических показателей в обследованных группах новорожденных. В Gr2 выявлены признаки диастолической дисфункции миокарда, отражающие нарушение возрастной эволюции процессов релаксации миокарда. При внутригрупповом анализе

среди крупновесных и маловесных детей, разделенных на подгруппы с учетом величины перцентиля массы тела при рождении, не обнаружено статистически значимых различий большинства анализируемых прямых и производных эхокардиографических параметров. Частота выявления открытого овального окна, толщины МЖП 5,0 мм и более у крупновесных к сроку гестации новорожденных была больше, чем в группе условно здоровых детей ($p = 0,038$ и $p = 0,001$). Фетальные коммуникации у маловесных новорожденных встречались статистически значимо чаще (функционирующее овальное окно – $p = 0,031$, открытый артериальный проток – $p = 0,026$), чем у нормовесных новорожденных.

Крупновесные и маловесные к сроку гестации новорожденные характеризуются особенностями состояния сердечно-сосудистой системы. Выявленные изменения на Эхо-КГ позволяют отнести детей с крупной и низкой массой тела при рождении в группу риска развития сердечно-сосудистой патологии, требующую динамического наблюдения и проведения лечебно-профилактических мероприятий.

CARDIAC ASSESSMENT OF LARGE-FOR-GESTATIONAL-AGE AND SMALL-FOR-GESTATIONAL-AGE NEWBORNS

V. Prylutskaia, A. Sukalo

Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus

Key words: newborns, echocardiography, interventricular septum thickness, patent foramen ovale, patent ductus arteriosus, large for gestational age, small for gestational age.

FOR REFERENCES. V. Prylutskaia, A. Sukalo. Cardiac assessment of large-for-gestational-age and small-for-gestational-age newborns. *Neotlozhnaya kardiologiya i kardiovaskulyarnye riski* [Emergency cardiology and cardiovascular risks], 2022, vol. 6, no. 1, pp. 1501–1509.

The aim of the study was to assess the cardiovascular status of large-for-gestational-age (LGA) and small-for-gestational-age (SGA) full-term newborns.

A survey of 192 newborns was carried out on the basis of the Republican Scientific and Practical Center “Mother and Child”. Group 1 (Gr1) consisted of 54 large-for-gestational-age newborns, group 2 (Gr2) – 43 small-for-gestational-age

newborns, group 3 (Gr3) – 95 newborns with physical development corresponding to gestational age (appropriate for gestational age). Echocardiographic parameters were compared between study groups, as corrected to body surface area.

Morphometric assessment of heart structures in the course of Echo-CG in Gr1 patients showed a statistically significant thickening of the heart walls

with predominant localization in the posterior wall of the left ventricle (LV) and interventricular septum (IVS). Significant differences were found in all derivatives of echocardiographic indicators in the examined groups of newborns. In Gr2, signs of diastolic myocardial dysfunction were revealed reflecting an impairment of the age-related evolution of myocardial relaxation processes. The intragroup analyses of LGA and SGA neonates (subgrouped according to the birth weight percentile) revealed no statistically significant differences in the direct and derived echocardiographic parameters analyzed. The frequency of detection of open foramen ovale (PFO), IVS thickness of 5.0 mm and more

in LGA newborns had greater as compared with the group of conditionally healthy infants ($p = 0.038$, $p = 0.001$). Fetal communications in SGA newborns occurred significantly more often (PFO – $p = 0.031$, patent ductus arteriosus – $p = 0.026$) than in newborns with normal weight.

LGA and SGA newborns are characterized by the specific cardiovascular status. The revealed changes make it possible to assign infants with large and small birth weight to the risk group for the development of cardiovascular pathology, which requires dynamic observation as well as therapeutic and prophylactic measures.

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) – ведущая причина смерти во всем мире [1, 2]. Современные эпидемиологические исследования демонстрируют значимую связь между весом ребенка при рождении и вероятностью развития ССЗ в последующей жизни. Убедительно доказано, что взрослые, имевшие низкую и крупную массу тела при рождении, относятся к группе наибольшего риска [3, 4]. Маловесные и крупновесные дети в отдаленные промежутки времени предрасположены к возникновению заболеваний сердечно-сосудистой системы (эндотелиальная дисфункция, артериальная гипертензия, патология коронарных сосудов, структурная и функциональная модификация сердца), метаболических и эндокринных нарушений, что сопровождается выраженными кардиоваскулярными расстройствами [3, 5].

Хотя ССЗ клинически проявляются во взрослой жизни, основные механизмы закладываются внутриутробно и в раннем возрасте, могут быть оценены с помощью неинвазивных методов диагностики [6]. Повреждающие факторы, действующие во время беременности, реализуются через систему мать-плацента-плод, определяя постнатальное состояние сердечно-сосудистой системы. Кардиоциркуляторная динамика плода изучалась в последние годы, особенно у крупновесных детей, рожденных матерями с предгестационным и гестационным сахарным диабетом (СД). В первые дни жизни установлены нарушения послеродовой адаптации малого круга кровообращения, что исследователи связывают с задержкой созревания легких, гипертрофией миокарда и гипогликемией у детей с синдромом новорожденного от матери с СД [7, 8]. Показано, что у маленьких для гестационного возраста новорожденных наблюдается увеличенная толщина интима-медиа аорты, являющаяся маркером тяжести ранних стадий атеросклероза [9]. Изменения морфологии сердца и незначительные нарушения сердечной функции присутствуют у новорожденных с задержкой роста плода (ЗРП) и сохраняются до подросткового возраста [3]. Основные механизмы могут включать модификацию

симпатических и парасимпатических звеньев вегетативной нервной системы, которые регулируют давление и сердечно-сосудистую функцию, начиная с внутриутробного развития. Рядом исследований доказано изменение вегетативного контроля сердца на протяжении всей жизни у людей, родившихся маленькими для гестационного возраста [10, 11].

В настоящее время в большинстве исследований масса тела (МТ) при рождении используется в качестве основного маркера роста и питания плода. Однако вес при рождении является суррогатной мерой внутриутробного роста и не позволяет отличить в гетерогенных группах крупновесных и маловесных младенцев конституционально маленьких или больших детей, которые достигли своего генетического потенциала роста, от младенцев того же веса, но с патологическим ограничением внутриутробного роста либо непропорционально дисгармоничной макросомией.

Однако, особенности адаптации сердечно-сосудистой системы у крупновесных и маловесных новорожденных детей, эхокардиографических и доплерометрических показателей с учетом массы тела при рождении не нашли отражения в доступной научной литературе.

Цель исследования – оценить состояние сердечно-сосудистой системы у крупновесных и маловесных к сроку гестации доношенных новорожденных детей.

Материал и методы

Проведено медицинское наблюдение и обследование и проанализирована медицинская документация 192 новорожденных детей (93 (48%) девочки и 99 (52%) мальчиков), рожденных в ГУ «Республиканский научно-практический центр «Мать и дитя» (далее – ГУ «РНПЦ «Мать и дитя»). Все дети при рождении были классифицированы как маловесные к сроку гестации (МТ – ниже 10-го перцентиля), крупновесные к сроку гестации (МТ – более 90-го перцентиля) или соответствующие сроку гестации (МТ в диапазоне от 10-го и до 90-го перцентиля) согласно шкалам INTERGROWTH-21st

для пола и гестационного возраста (ГВ) [12]. Группу 1 (Гр1) составили 54 крупновесных к сроку гестации новорожденных, группу 2 (Гр2) – 43 маловесных к сроку гестации новорожденных, группу 3 (Гр3, группу сравнения) – 95 детей с соответствующим сроку гестации физическим развитием.

Проведено проспективное когортное поперечное исследование. Критерии включения: доношенные новорожденные, родившиеся и получавшие лечение в неонатальном периоде в ГУ «РНПЦ «Мать и дитя»; отсутствие отказа матери от использования медицинских данных своего ребенка. Критериями исключения из исследования являлись: срок гестации менее 37 недель, наличие у матери сахарного диабета 1 типа, сопутствующей соматической патологии в стадии декомпенсации, онкологических заболеваний, наличие у новорожденного выявленной хромосомной патологии, генетических заболеваний, болезней обмена, пороков сердца в стадии субкомпенсации и декомпенсации, диагностированных пренатально или в раннем неонатальном периоде. Программа исследования, карта обследования новорожденных детей, форма информированного согласия для выполнения исследований одобрены и утверждены на заседании комитета по этике при ГУ «РНПЦ «Мать и дитя» (протокол № 3 от 28.05.2020).

Использованы клинические, инструментальные, лабораторные и статистические методы исследования. При оценке антропометрического статуса дополнительно рассчитан показатель z-score, отражающий стандартное отклонение исследуемого показателя от среднего значения для популяции здоровых детей данного возраста и пола. ИМТ вычисляли по формуле Кетле (отношение МТ в килограммах к длине тела (ДТ) в метрах, возведенной в квадрат). Для расчета производных антропометрических показателей и оценки физического развития новорожденных использовали программу INTERGROWTH-21st [12]. Площадь поверхности тела (ППТ) рассчитывали по формуле Хейхока [13]:

$$\text{ППТ} = \text{МТ}^{0,5378} \times \text{ДТ}^{0,3964} \times 0,024265,$$

где ППТ – площадь поверхности тела, м²; МТ – масса тела, кг; ДТ – длина тела, см.

Срок гестации крупновесных, маловесных к сроку гестации новорожденных и детей группы сравнения колебался от 37,0 до 41,0 недели. Медиана гестационного возраста составила 39,0 недель, интерквартильный размах (25%–75%) был 37,5–40,0 недель. Новорожденные исследуемых групп были сопоставимы по полу ($p = 0,127$). В соответствии с критериями включения у маловесных и крупновесных новорожденных все прямые (МТ, ДТ, и окружность головы) и производ-

ные (перцентили и z-score МТ к гестационному возрасту, ИМТ) антропометрические показатели имели статистически значимые различия ($p < 0,001$) (табл. 1). ППТ новорожденных составила в Гр1 – 0,261 (0,257–0,269) м², Гр2 – 0,182 (0,168–0,186) м², Гр3 – 0,225 (0,216–0,235) м², $p < 0,001$.

С целью оценки влияния величины массы тела при рождении на показатели сердечной функции у новорожденных, группы крупновесных и маловесных разделены на подгруппы в зависимости от величины

Таблица 1. Характеристика новорожденных детей исследованных групп, Ме (25%–75%)

Показатель	Новорожденные дети			Статистическая значимость различий
	Гр1 (n = 54)	Гр2 (n = 43)	Гр3 (n = 95)	
Масса тела (МТ), грамм	4270 (4140–4520)	2400 (2180–2540)	3380 (3200–3640)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$
Перцентили МТ	98,9 (97,2–99,8)	5,1 (1,2–8,9)	69,3 (50,1–84,2)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$
Z-score МТ	2,28 (1,92–2,90)	-1,63 (-2,26– -1,35)	0,50 (0,00–1,00)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$
Длина тела, см	56,0 (55,0–57,0)	48,0 (47,0–49,0)	53,0 (51,0–54,0)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$
ИМТ, кг/м ²	13,8 (13,3–14,6)	10,4 (9,9–10,9)	12,3 (11,8–12,7)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$
Площадь поверхности тела (ППТ), м ²	0,261 (0,257–0,269)	0,182 (0,168–0,186)	0,225 (0,216–0,235)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$
Окружность головы, см	36,0 (36,0–37,0)	32,0 (31,0–33,0)	35,0 (34,0–36,0)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$

Table 1. Profiles of newborns in the study groups, Me (25%–75%)

Parameter	Newborns			Statistical significance
	Gr1 (n = 54)	Gr2 (n = 43)	Gr3 (n = 95)	
Body weight (BW), g	4270 (4140–4520)	2400 (2180–2540)	3380 (3200–3640)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$
BW percentiles	98.9 (97.2–99.8)	5.1 (1.2–8.9)	69.3 (50.1–84.2)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$
BW z-score	2.28 (1.92–2.90)	-1.63 (-2.26– -1.35)	0.50 (0.00–1.00)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$
Body length (BL), cm	56.0 (55.0–57.0)	48.0 (47.0–49.0)	53.0 (51.0–54.0)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$
BMI, kg/m ²	13.8 (13.3–14.6)	10.4 (9.9–10.9)	12.3 (11.8–12.7)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$
Body surface area (BSA), m ²	0.261 (0.257–0.269)	0.182 (0.168–0.186)	0.225 (0.216–0.235)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$
Head circumference (HC), cm	36.0 (36.0–37.0)	32.0 (31.0–33.0)	35.0 (34.0–36.0)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$

перцентилы массы тела согласно полу и гестационному возрасту. Гр1а составили младенцы с МТ от 90 до 97 перцентиля ($n = 10$, МТ – 4125 (3950–4200) грамм, перцентили МТ 95,4 (94,2–96,7)), Гр1б – 97 и более перцентилы ($n = 44$, МТ – 4300 (4190–4565) грамм, $p = 0,002$, перцентили МТ – 99,3 (98,4–99,9), $p = 0,017$). Гр2а – новорожденные с МТ от 3 до 10 перцентиля ($n = 27$, МТ – 2470 (2400–2560) грамм, перцентили МТ – 8,0 (5,8–9,9)), Гр2б – менее 3 перцентилы ($n = 16$, МТ – 2155 (2030–2275) грамм, $p < 0,001$, перцентили МТ – 0,8 (0,5–2,2), $p = 0,003$).

Матери новорожденных исследуемых групп были сопоставимы по возрасту, числу беременностей и родов. Прегравидарный ИМТ в Гр1 составил 25,0 (22,2–30,8) кг/м², в Гр2 – 21,2 (19,3–26,4) кг/м² и в Гр3 – 22,4 (19,8–26,9) кг/м² ($p < 0,001$). Прибавка МТ за беременность была статистически значимо ниже у женщин Гр2 (10,0 (8,0–13,0) кг против 14,0 (11,0–18,0) кг в Гр1 и 13,0 (10,0–16,0) кг в Гр3, $p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} = 0,119$; $p_{2-3} = 0,007$). Осложнениями гестации являлись угроза прерывания, плацентарная недостаточность, анемия и гипертензивные расстройства. В Гр2 значимо выше была частота регистрации хронической плацентарной недостаточности (46,5% против 24,1% в Гр1 и 15,8% в Гр3, $p_{1-2} < 0,05$, $p_{1-3} < 0,001$). У женщин детей Гр1 значимо чаще диагностировано экзогенно-конституциональное ожирение и многоводие по сравнению с аналогичными показателями в Гр3 ($p = 0,008$ и $p = 0,012$ соответственно). Частота абдоминального родоразрешения значимо не различалась и составила 59,3% в Гр1, 58,1% в Гр2 и 49,5% в Гр3.

Комплексное эхокардиографическое и ультразвуковое доплерографическое исследование выполнено врачами функциональной диагностики, специализирующимися на проведении Эхо-КГ, с помощью ультразвуковой системы Philips EPIQ (США). Для анализа структуры и функции сердца использовалась 2 D, М-режим, отображение цветового потока, импульсный доплер по общепринятой методике в парастернальной, апикальной, супрастернальной и субкостальной, при необходимости – в промежуточных позициях [14]. Все новорожденные во время исследования находились в спокойном состоянии. Возраст детей на момент проведения Эхо-КГ был сопоставим между группами и составил в Гр1 – 5,0 (4,0–7,0) суток жизни, в Гр2 – 6,0 (4,0–7,0) суток и Гр3 – 4,0 (3,0–6,0) суток ($p = 0,058$).

Результаты исследования обработаны с применением пакета прикладных программ Microsoft Excel, Statistica 10 с предварительной проверкой рассматриваемых переменных на соответствие распределению Гаусса. При нормальном распределении величин рассчитывалось среднее и его среднеквадратич-

ное отклонение ($M \pm SD$) с указанием доверительного интервала ($\pm 95\%$ ДИ), критерий Стьюдента (t). При отличии от нормального – медиана (Me) и интерквартильный размах (25%–75%), критерии Манна-Уитни (U), Краскела-Уоллиса (H) и z для множественности сравнения. Для определения статистически значимых различий долей использовался метод хи-квадрат Пирсона (χ^2), критерий χ^2 с поправкой Йетса (χ^2_{Y}) или точный критерий Фишера (F). При статистически значимых различиях проводился расчет отношения шансов (OR) и доверительного интервала ($\pm 95\%$ ДИ). Достоверность различий определялась при вероятности безошибочного прогноза 95,5% ($p < 0,05$).

Результаты исследования и их обсуждение

У новорожденных детей отмечались марморность кожного покрова, периоральный и акроцианоз, приглушенность сердечных тонов, акцент II тона над легочной артерией, функциональный систолический шум, в ряде случаев расширение границ относительной сердечной тупости. Лабильность пульса, изменения звучности кардиальных тонов в раннем неонатальном периоде отмечались у 23 (42,6%) крупновесных к сроку гестации детей, 21 (48,8%) маловесных младенцев и не имели статистически значимых различий.

Размеры сердца детей, рожденных крупновесными к сроку гестации, были статистически значимо больше в сравнении с группой нормовесных новорожденных. Результаты морфометрической оценки структур сердца при эхокардиографическом исследовании в обследованных группах новорожденных детей представлены в табл. 2. В первой исследуемой группе отмечались статистически значимо более высокие показатели размера левого предсердия, конечно-диастолического размера левого желудочка, размера правого желудочка, толщины межжелудочковой перегородки, толщины задней стенки левого желудочка, конечно-диастолического объема левого желудочка.

Размеры сердца крупновесных новорожденных, индексированные на площадь поверхности тела, также отражены в табл. 2. Установлены статистически значимые различия всех производных эхокардиографических показателей в обследованных группах новорожденных детей. Стандартизация и интерпретация показателя z -score была дополнительно проведена с помощью он-лайн калькулятора <https://www.pediatricheartnetwork.org/z-scores-calculator>. Установлено, что влияние избыточного количества жировой ткани у крупновесных новорожденных на ППТ ограничивает использование этого параметра

при оценке путей притока и оттока левого желудочка в контексте размера тела больше-весного ребенка. Полученные результаты согласуются с данными R.F.W. Olander и соавт. (2020), что стандартизация с помощью ППТ приводит к чрезмерному индексированию этих параметров и ложной интерпретации уменьшенных размеров на фоне чрезмерного роста плода [15].

При внутригрупповом анализе в группах крупновесных и маловесных детей, разделенных на подгруппы с учетом величины перцентиля массы тела при рождении, не установлены статистически значимые различия большинства анализируемых прямых и производных эхокардиографических параметров. Лишь в группе детей с низкой массой при рождении выявлены особенности характеристик левого желудочка. Конечнодиастолический размер ЛЖ в Gr2a составил 17,0 (16,0–17,0) мм, в Gr2b – 16,0 (15,5–16,0), $p = 0,046$. Конечнодиастолический объем ЛЖ был $7,6 \pm 1,3$ и $6,2 \pm 2,0$ мл соответственно, $p = 0,017$. В исследовании В. Синаг и соавт. (2020) при анализе особенностей Эхо-КГ у новорожденных, все размеры левого желудочка были ниже у новорожденных с асимметричной внутриутробной задержкой роста по сравнению с новорожденными с симметричной, но не были статистически значимыми, за исключением диаметра задней стенки левого желудочка в диастоле ($3,08 \pm 0,83$ мм против $3,54 \pm 0,72$ мм, $p < 0,05$) [16].

Показатели частоты сердечных сокращений (ЧСС) в исследуемых группах имели статистически значимые различия. ЧСС маловесных новорожденных составила 141 (131–153) ударов в минуту, что превышало аналогичные показатели детей Gr1 ($p_{1-2} = 0,015$) и Gr3 ($p_{2-3} = 0,002$), что отражено в табл. 3. При сравнении гемодинамических эхокардиографических показателей второй исследуемой группы отмечались статистически значимо более низкие значения минутного объема кровообращения ($p < 0,001$) по сравнению с первой и третьей. Медиана ЧСС у детей, рожденных с низкой массой тела, несколько больше, чем у младенцев Gr1 и Gr3, что, вероятно, следует рассматривать как компенсаторную реакцию организма в условиях характерной для маловесных новорожденных внутриутробной гипоксии, направленную на поддержание достаточного минутного объема при сниженном ударном объеме.

Градиент давления в восходящей и нисходящей частях аорты, у крупновесных к сроку гестации детей был значимо ($p < 0,001$) выше аналогичных показателей детей Gr2 и Gr3 (табл. 3), хотя и находился в пределах возрастной нормы. Вероятно, это может быть обусловлено большей ригидностью стенки аорты у данной категории младенцев. В ряде исследований доказано, что повышенная

Таблица 2. Морфологические эхокардиографические показатели в обследованных группах новорожденных детей, Ме (25%–75%)

Показатель	Группа новорожденных			Статистическая значимость различий
	Gr1 (n = 54)	Gr2 (n = 43)	Gr3 (n = 95)	
Диаметр корня аорты, мм	10,0 (9,6–11,0)	9,0 (9,0–10,0)	10,0 (9,5–11,0)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$
Диаметр корня аорты / ППТ, мм/м ²	39,0 (35,3–42,7)	52,1 (47,9–56,0)	45,5 (42,5–49,5)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$
Размер левого предсердия (ЛП), мм	13,0 (12,0–14,0)	11,0 (10,0–12,0)	12,0 (11,0–13,0)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} = 0,035$; $p_{2-3} < 0,001$
Размер ЛП / ППТ, мм/м ²	49,2 (46,0–52,4)	62,3 (56,7–68,7)	54,8 (49,6–59,6)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$
Конечно-диастолический размер левого желудочка (ЛЖ), мм	20,0 (19,0–20,5)	16,0 (15,8–17,0)	18,0 (18,0–19,0)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$
Конечно-диастолический размер ЛЖ / ППТ, мм/м ²	74,9 (71,5–77,8)	90,2 (86,2–95,6)	81,2 (77,3–85,8)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$
Размер правого предсердия (ПП), мм	16,0 (14,9–17,0)	13,0 (11,0–15,0)	15,0 (14,0–16,0)	$p_{1-2} < 0,001$
Размер ПП / ППТ, мм/м ²	60,1 (54,6–66,2)	75,4 (66,3–86,1)	67,5 (62,0–70,8)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} = 0,002$; $p_{2-3} = 0,017$
Размер правого желудочка (ПЖ), мм	10,0 (9,0–10,0)	8,0 (7,0–9,0)	9,0 (8,0–10,0)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} = 0,031$; $p_{2-3} = 0,001$
Размер ПЖ / ППТ, мм/м ²	36,2 (33,9–38,9)	44,0 (41,0–49,8)	39,8 (36,5–44,4)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$
Толщина межжелудочковой перегородки (МЖП), мм	4,3 (4,0–4,8)	3,5 (3,0–4,0)	4,0 (3,5–4,0)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$; $p_{2-3} = 0,007$
Толщина МЖП / ППТ, мм/м ²	16,3 (15,4–17,7)	19,5 (16,5–22,7)	17,4 (15,4–18,7)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$
Толщина задней стенки левого желудочка (ЗСЛЖ), мм	3,0 (3,0–3,0)	2,5 (2,0–3,0)	2,5 (2,5–3,0)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$
Толщина ЗСЛЖ / ППТ, мм/м ²	11,5 (10,9–12,1)	15,4 (11,1–16,5)	11,8 (10,4–13,1)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$
Конечно-диастолический объем левого желудочка, мл	12,0 (11,0–14,0)	7,0 (6,2–8,0)	10,0 (9,0–11,0)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$; $p_{2-3} < 0,001$
Фракция укорочения (ФУ), %	37,0 (34,0–40,0)	35,0 (33,0–39,0)	37,0 (34,0–39,0)	–
Фракция выброса (ФВ), %	69,0 (64,0–73,0)	68,0 (66,0–73,0)	68,0 (64,0–72,0)	–

Table 2. Morphological echocardiographic parameters in the examined groups of newborns, Me (25%–75%)

Parameter	Groups of newborns			Statistical significance
	Gr1 (n = 54)	Gr2 (n = 43)	Gr3 (n = 95)	
Aortic root, mm	10.0 (9.6–11.0)	9.0 (9.0–10.0)	10.0 (9.5–11.0)	$p_{1-2} < 0.001$; $p_{2-3} < 0.001$
Diameter of the aortic root / BSA, mm/m ²	39.0 (35.3–42.7)	52.1 (47.9–56.0)	45.5 (42.5–49.5)	$p_{1-2} < 0.001$; $p_{1-3} < 0.001$; $p_{2-3} < 0.001$
Left atrium (LA), mm	13.0 (12.0–14.0)	11.0 (10.0–12.0)	12.0 (11.0–13.0)	$p_{1-2} < 0.001$; $p_{1-3} = 0.035$; $p_{2-3} < 0.001$
LA / BSA, mm/m ²	49.2 (46.0–52.4)	62.3 (56.7–68.7)	54.8 (49.6–59.6)	$p_{1-2} < 0.001$; $p_{1-3} < 0.001$; $p_{2-3} < 0.001$

End of table 2

Parameter	Groups of newborns			Statistical significance
	Gr1 (n = 54)	Gr2 (n = 43)	Gr3 (n = 95)	
Left ventricular (LV) end-diastolic dimension, mm	20.0 (19.0–20.5)	16.0 (15.8–17.0)	18.0 (18.0–19.0)	$p_{1-2} < 0.001$; $p_{1-3} < 0.001$; $p_{2-3} < 0.001$
LV end-diastolic dimension / BSA, mm/m ²	74.9 (71.5–77.8)	90.2 (86.2–95.6)	81.2 (77.3–85.8)	$p_{1-2} < 0.001$; $p_{1-3} < 0.001$; $p_{2-3} < 0.001$
Right atrium (RA), mm	16.0 (14.9–17.0)	13.0 (11.0–15.0)	15.0 (14.0–16.0)	$p_{1-2} < 0.001$
RA / BSA, mm/m ²	60.1 (54.6–66.2)	75.4 (66.3–86.1)	67.5 (62.0–70.8)	$p_{1-2} < 0.001$; $p_{1-3} = 0.002$; $p_{2-3} = 0.017$
Right-ventricle (RV), mm	10.0 (9.0–10.0)	8.0 (7.0–9.0)	9.0 (8.0–10.0)	$p_{1-2} < 0.001$; $p_{1-3} = 0.031$; $p_{2-3} = 0.001$
RV / BSA mm/m ²	36.2 (33.9–38.9)	44.0 (41.0–49.8)	39.8 (36.5–44.4)	$p_{1-2} < 0.001$; $p_{1-3} < 0.001$; $p_{2-3} < 0.001$
Interventricular septum in diastole (IVSd), mm	4.3 (4.0–4.8)	3.5 (3.0–4.0)	4.0 (3.5–4.0)	$p_{1-2} < 0.001$; $p_{1-3} < 0.001$; $p_{2-3} = 0.007$
IVSd / BSA, mm/m ²	16.3 (15.4–17.7)	19.5 (16.5–22.7)	17.4 (15.4–18.7)	$p_{1-2} < 0.001$; $p_{2-3} < 0.001$
Left ventricular posterior wall, mm	3.0 (3.0–3.0)	2.5 (2.0–3.0)	2.5 (2.5–3.0)	$p_{1-2} < 0.001$; $p_{1-3} < 0.001$
Left ventricular posterior wall / BSA, mm/m ²	11.5 (10.9–12.1)	15.4 (11.1–16.5)	11.8 (10.4–13.1)	$p_{1-2} < 0.001$; $p_{2-3} < 0.001$
End-diastolic volume of left ventricle, ml	12.0 (11.0–14.0)	7.0 (6.2–8.0)	10.0 (9.0–11.0)	$p_{1-2} < 0.001$; $p_{1-3} < 0.001$; $p_{2-3} < 0.001$
Fractional shortening (FS), %	37.0 (34.0–40.0)	35.0 (33.0–39.0)	37.0 (34.0–39.0)	–
Ejection fraction (EF), %	69.0 (64.0–73.0)	68.0 (66.0–73.0)	68.0 (64.0–72.0)	–

Таблица 3. Гемодинамические эхокардиографические показатели в обследованных группах новорожденных детей, Ме (25%–75%)

Показатель	Группа новорожденных			Статистическая значимость различий
	Gr1 (n = 54)	Gr2 (n = 43)	Gr3 (n = 95)	
Частота сердечных сокращений, уд/мин	132 (120–143)	141 (131–153)	132 (126–140)	$p_{1-2} = 0,015$; $p_{2-3} = 0,002$
Градиент давления в легочной артерии, мм рт ст	3,0 (2,0–4,0)	3,0 (2,0–3,0)	2,5 (2,0–3,0)	–
Транстрикуспидальный кровоток E, см/с	55,0 (55,0–57,0)	49,0 (46,0–54,0)	54,0 (48,0–61,0)	–
Транстрикуспидальный кровоток A, см/с	61,0 (48,0–70,0)	56,5 (47,0–71,0)	48,0 (40,0–54,0)	$p = 0,023$
Е/А для трикуспидального клапана	1,00 (0,73–1,48)	0,88 (0,66–1,00)	1,17 (1,01–1,32)	$p_{2-3} = 0,006$
Градиент регургитации на трикуспидальном клапане, мм рт ст	20,0 (17,0–23,0)	19,0 (17,0–21,0)	18,0 (15,0–21,0)	–
Систолическое давление в легочной артерии, мм рт ст	24,0 (23,0–27,5)	23,0 (22,0–26,0)	25,0 (22,0–29,0)	–
Градиент регургитации на аортальном клапане	4,0 (3,0–4,0)	3,0 (2,0–3,5)	3,0 (3,0–4,0)	$p_{1-2} = 0,001$
Градиент давления в восходящей части аорты, мм рт ст	4,0 (3,0–5,0)	3,0 (2,0–3,0)	3,0 (2,0–4,0)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$
Градиент давления в нисходящей части аорты, мм рт ст	7,5 (6,0–10,0)	5,0 (4,0–6,0)	5,5 (4,5–6,2)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$

жесткость аорты, толщина интима-медиа аорты, нарушение вазодилатации эндотелия у новорожденных ассоциированы с массой тела при рождении и содержанием жира в организме новорожденного [9, 17].

Функциональная оценка сердца новорожденного наряду с измерением основных размеров камер сердца является важным инструментом в распознавании ранних, бессимптомных изменений сердечно-сосудистой системы. С этой целью традиционно анализируется систолическая и диастолическая функция желудочков сердца. Для оценки систолической функции желудочков сердца стандартно используются фракция выброса и фракция укорочения. Различий данных показателей в анализируемых группах не обнаружено (табл. 2). Для оценки диастолической функции желудочков с помощью импульсно-волнового доплера проведено измерение пиковой скорости волны E и волны A и соотношения E/A для диастолического потока через митральный и трикуспидальный клапаны. При анализе из исследования исключены данные с диастолическим слиянием волн E и A, плохим качеством изображения. Gr1 составила 15 младенцев, Gr2 – 16 детей, Gr3 – 50 новорожденных. При исследовании кровотока на митральном клапане статистически значимых различий в скорости волн E, A и соотношения E/A не выявлено. При оценке кровотока на трикуспидальном клапане обнаружены признаки диастолической дисфункции ПЖ в группе маловесных к сроку гестации детей. Отношение E/A в Gr2 составило 0,88 (0,66–1,00), в Gr1 – 1,00 (0,73–1,48), в Gr3 – 1,17 (1,01–1,32) ($p_{2-3} = 0,006$). Этот тип изменений соответствует начальному нарушению диастолического наполнения правого желудочка, характеризуется удлинением периода изоволюмического расслабления правого желудочка, в результате чего существенная часть крови попадает в правый желудочек во время систолы правого предсердия. В исследовании Д.О. Иванова и соавторов (2016) описана диастолическая дисфункция у младенцев, рожденных с внутриутробной задержкой роста. Авторами подчеркивается, что эта дисфункция может предшествовать гипертрофическим изменениям в миокарде [18]. Наше исследование было ограничено относительно небольшой выборкой детей, которым проводилась доплерометрия кровотока.

С помощью метода отслеживания регургитирующей струи от клапана и далее в соответствующую полость установлено, что ни в одном из случаев регургитация не превышала 1 степени (приклапанная). В группе крупновесных новорожденных трансмитральная регургитация отмечалась у 66,7% детей, у 96,3% пациентов фиксировалась транстрикуспидальная регургитация, у 7,4% детей –

трансаортальная, у 81,5% наблюдаемых – транспульмональная. В группе маловесных к сроку гестации младенцев приклапанная регургитация имела место у 65,1%, 97,6%, 9,3% и 79,1% детей соответственно. Следует отметить, что данные показатели детей исследуемых групп не имели значимых различий с младенцами группы контроля. Приклапанная регургитация чаще наблюдалась на трикуспидальном и/или пульмональном клапанах. Этот феномен, возможно, объясняется тем, что внутриутробно правые отделы имели меньшую нагрузку, что способствует перегрузке правых отделов сердца объемом.

Проведен сравнительный анализ частоты фетальных коммуникаций, выявления дополнительных хорд в полости левого желудочка (ДХЛЖ) и увеличения толщины межжелудочковой перегородки у новорожденных обследованных групп (табл. 4).

У крупновесных к сроку гестации новорожденных чаще выявлялись ООО (OR = 2,7 (2,3–3,1), $p = 0,038$), толщина МЖП 5,0 мм и более (OR = 5,7 (2,2–15,1), $p = 0,001$) в сравнении с группой условно здоровых детей. Функционирование фетальных коммуникаций чаще диагностировалось у новорожденных с низкой массой тела при рождении, чем у младенцев с должностными антропометрическими показателями (ООО – OR = 3,3 (2,8–3,8), $p = 0,031$, ОАП – OR = 5,0 (1,3–19,0), $p = 0,026$), без статистически значимых различий между первой и второй исследуемыми группами. Во всех случаях ОАП был гемодинамически незначим – диаметром 1,5–2,0 мм, с малым объемом аорто-легочного шунта. Частота ДХЛЖ была сопоставима во всех группах наблюдения. У 13,0% (7/54) детей Гр1 и 16,3% (7/43) Гр2 отмечалась небольшая аневризма МПП (менее 5 мм).

Выводы

Морфометрическая оценка структур сердца при эхокардиографическом исследовании у крупновесных к сроку гестации доношенных новорожденных показала статистически значимое утолщение стенок сердца с преимущественной локализацией в области задней стенки левого желудочка и межжелудочковой перегородки. Установлены статистически значимые различия всех производных эхокардиографических показатели в обследованных группах новорожденных детей. Результаты исследования показали, что влияние избыточного количества жировой ткани у крупновесных новорожденных на ППТ ограничивает использование этого параметра при оценке путей притока и оттока левого желудочка.

У маловесных к сроку гестации новорожденных выявлены признаки диастоли-

Показатель	Группа новорожденных			Статистическая значимость различий
	Гр1 (n = 54)	Гр2 (n = 43)	Гр3 (n = 95)	
Трансмитральный кровоток E, см/с	60,0 (59,0–65,0)	65,0 (57,0–72,0)	62,0 (57,0–68,0)	–
Трансмитральный кровоток A, см/с	54,0 (47,0–64,0)	58,0 (57,0–75,0)	55,0 (50,0–59,0)	–
E/A для митрального клапана	1,10 (0,78–1,15)	1,00 (0,91–1,26)	1,13 (1,00–1,26)	–
Ударный объем, мл	8,0 (7,0–9,0)	5,0 (4,4–5,7)	7,0 (6,0–8,0)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} = 0,003$; $p_{2-3} < 0,001$
Минутный объем кровообращения, л/мин	1,0 (0,9–1,2)	0,7 (0,6–0,8)	1,0 (0,8–1,1)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} = 0,042$; $p_{2-3} < 0,001$
Систолический индекс, л/мин/м ²	3,91 (3,52–4,80)	3,82 (3,32–4,82)	4,24 (3,60–4,86)	–

Table 3. Hemodynamic echocardiographic parameters in the examined groups of newborns, Me (25%–75%)

Parameter	Groups of newborns			Statistical significance
	Gr1 (n = 54)	Gr2 (n = 43)	Gr3 (n = 95)	
Heart rate, bpm	132 (120–143)	141 (131–153)	132 (126–140)	$p_{1-2} = 0,015$; $p_{2-3} = 0,002$
Pressure gradient in pulmonary artery, mmHg	3.0 (2.0–4.0)	3.0 (2.0–3.0)	2.5 (2.0–3.0)	–
Peak early diastolic right ventricular filling velocity E, cm/s	55.0 (55.0–57.0)	49.0 (46.0–54.0)	54.0 (48.0–61.0)	–
Peak right ventricular filling velocity at atrial contraction A, cm/s	61.0 (48.0–70.0)	56.5 (47.0–71.0)	48.0 (40.0–54.0)	$p = 0,023$
Peak early diastolic RV filling velocity / peak atrial filling velocity ratio	1.00 (0.73–1.48)	0.88 (0.66–1.00)	1.17 (1.01–1.32)	$p_{2-3} = 0,006$
Pressure gradient of tricuspid regurgitation, mmHg	20.0 (17.0–23.0)	19.0 (17.0–21.0)	18.0 (15.0–21.0)	–
Right ventricular systolic pressure, mmHg	24.0 (23.0–27.5)	23.0 (22.0–26.0)	25.0 (22.0–29.0)	–
Pressure gradient on aortic valve, mmHg	4.0 (3.0–4.0)	3.0 (2.0–3.5)	3.0 (3.0–4.0)	$p_{1-2} = 0,001$
Pressure gradient in aorta ascending, mmHg	4.0 (3.0–5.0)	3.0 (2.0–3.0)	3.0 (2.0–4.0)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$
Pressure gradient in aorta descending, mmHg	7.5 (6.0–10.0)	5.0 (4.0–6.0)	5.5 (4.5–6.2)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} < 0,001$
Peak early diastolic left ventricular filling velocity E, cm/s	60.0 (59.0–65.0)	65.0 (57.0–72.0)	62.0 (57.0–68.0)	–
Peak left ventricular filling velocity at atrial contraction A, cm/s	54.0 (47.0–64.0)	58.0 (57.0–75.0)	55.0 (50.0–59.0)	–
Peak early diastolic LV filling velocity/peak atrial filling velocity ratio	1.10 (0.78–1.15)	1.00 (0.91–1.26)	1.13 (1.00–1.26)	–
Left ventricular stroke volume, ml	8.0 (7.0–9.0)	5.0 (4.4–5.7)	7.0 (6.0–8.0)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} = 0,003$; $p_{2-3} < 0,001$
Cardiac output, l/min	1.0 (0.9–1.2)	0.7 (0.6–0.8)	1.0 (0.8–1.1)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} = 0,042$; $p_{2-3} < 0,001$
Cardiac index, l/min/m ²	3.91 (3.52–4.80)	3.82 (3.32–4.82)	4.24 (3.60–4.86)	–

Таблица 4. Характеристика фетальных коммуникаций и особенностей строения сердца в обследованных группах новорожденных детей

Показатель	Группа новорожденных			Статистическая значимость различий
	Гр1 (n = 54)	Гр2 (n = 43)	Гр3 (n = 95)	
Открытое овальное окно (ООО), абс. ч. (%)	48 (88, 9)	39 (90,7)	71 (74,7)	$p_{1-3} = 0,038$; $p_{2-3} = 0,031$
Размер ООО, мм	3,3 (2,5–4,0)	3,0 (2,0–4,0)	3,0 (2,5–3,9)	–
Открытый артериальный проток (ОАП), абс. ч. (%)	6 (11,1)	6 (14,0)	3 (3,2)	$p_{2-3} = 0,026$
Диаметр ОАП, мм	n = 6 2,2 (2,0–2,5)	n = 6 1,2 (1,0–2,0)	n = 3 2,0 (2,0–2,0)	–
ДХЛЖ, абс. ч. (%)	31 (57,4)	22 (51,2)	45 (47,4)	–
Толщина МЖП более 4,0 мм, абс. ч. (%)	16 (29,6)	1 (2,3)	10 (10,5)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} = 0,006$
Толщина МЖП 5,0 мм и более, абс. ч. (%)	13 (24,1)	0 (0)	5 (5,3)	$p_{1-2} < 0,001$; $p_{1-3} = 0,001$

Table 4. Profiles of fetal communications and structural features of the heart in the examined groups of newborns

Parameter	Groups of newborns			Statistical significance
	Gr1 (n = 54)	Gr2 (n = 43)	Gr3 (n = 95)	
Patent foramen ovale (PFO), abs. (%)	48 (88.9)	39 (90.7)	71 (74.7)	$p_{1-3} = 0.038$; $p_{2-3} = 0.031$
PFO size, mm	3.3 (2.5–4.0)	3.0 (2.0–4.0)	3.0 (2.5–3.9)	–
Patent ductus arteriosus (PDA), abs. (%)	6 (11.1)	6 (14.0)	3 (3.2)	$p_{2-3} = 0.026$
PDA diameter, mm	n = 6 2.2 (2.0–2.5)	n = 6 1.2 (1.0–2.0)	n = 3 2.0 (2.0–2.0)	–
Supplemental chords of the left ventricle, abs. (%)	31 (57.4)	22 (51.2)	45 (47.4)	–
IVS thickness of more than 4.0 mm, abs. (%)	16 (29.6)	1 (2.3)	10 (10.5)	$p_{1-2} < 0.001$; $p_{1-3} = 0.006$
IVS thickness of 5.0 mm and more, abs. (%)	13 (24.1)	0 (0)	5 (5.3)	$p_{1-2} < 0.001$; $p_{1-3} = 0.001$

ческой дисфункции миокарда, отражающие нарушение возрастной эволюции процессов релаксации миокарда, что проявлялось в статистически значимом изменении параметров диастолической функции миокарда правого желудочка. Более выраженное позднедиастолическое заполнение правого желудочка по сравнению с левым свидетельствует о за-

медленном и отсроченном формировании релаксационных свойств миокарда правого желудочка у доношенных новорожденных с низкими антропометрическими характеристиками.

При внутригрупповом анализе среди крупновесных и маловесных детей, разделенных на подгруппы с учетом величины перцентиля массы тела при рождении, не установлено статистически значимых различий. В группе детей с низкой массой при рождении выявлены особенности характеристик левого желудочка (значимо меньшие конечно-диастолический размер и объем ЛЖ у детей с МТ при рождении менее 3 перцентиля, $p = 0,046$ и $p = 0,017$ соответственно).

У крупновесных к сроку гестации новорожденных частота встречаемости ООО, толщины МЖП 5,0 мм и более была значимо больше, чем в группе условно здоровых детей ($p = 0,038$ и $p = 0,001$ соответственно). Фетальные коммуникации у маловесных доношенных новорожденных диагностированы значимо чаще (ФОО – $p = 0,031$, ОАП – $p = 0,026$), чем у нормовесных новорожденных. Частота ДХЛЖ была сопоставима во всех группах наблюдения. Установлена высокая частота регистрации приклапанной регургитации на трикуспидальном и/или пульмональном клапанах.

Крупновесные и маловесные к сроку гестации новорожденные характеризуются особенностями состояния сердечно-сосудистой системы. Выявленные изменения на Эхо-КГ позволяют отнести детей с крупной и низкой массой тела при рождении в группу риска развития сердечно-сосудистой патологии, требующую динамического наблюдения и проведения лечебно-профилактических мероприятий.

Источник финансирования. Работа выполнена в рамках НИОК(Т)Р «Изучить биохимические и клинко-антропометрические показатели маловесных и крупновесных новорожденных с нарушениями ранней адаптации» ГПНИ «Фундаментальные и прикладные науки – медицине», № госрегистрации 20200275.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES

- Naghavi M., Abajobir A.A., Abbafati C., Abbas K.M., Abd-Allah F., Abera S.F., Aboyans V., Adetokunbo O., Arnlov J., Afshin A. et al. GBD 2016 Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980–2016: A systematic analysis for the global burden of disease study 2016. *Lancet*, 2017, vol. 390, no 10100, pp. 1151–1210. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32152-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32152-9).
- Glushchenko V.A., Irklienko E.K. Serdechno-sosudistaya zabolevaemost' – odna iz vazhneyshikh problem zdoravookhraneniya [Cardiovascular morbidity is one of the most important health problems]. *Meditsina i organizatsiya zdoravookhraneniya [Medicine and health care organization]*, 2019, vol. 4, no 1, pp. 56–63. (in Russian).
- Huxley R., Owen C.G., Whincup P.H., Cook D.G., Rich-Edwards J., Smith G.D., Collins R. Is birth weight a risk factor for ischemic heart disease in later life? *Am J Clin Nutr*, 2007, vol. 85, no 5, pp. 1244–1250. doi: 10.1093/ajcn/85.5.1244.
- Eriksson J., Forsén T., Tuomilehto J., Osmond C., Barker D. Size at birth, childhood growth and obesity in adult life. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 2001, vol. 25, no 5, pp. 735–740. doi: 10.1038/sj.ijo.0801602.
- Cade W.T., Levy P.T., Tinius R.A., Patel M.D., Choudhry S., Holland M.R., Singh G.K., Cahill A.G. Markers of maternal and infant metabolism are associated with ventricular dysfunction in infants of obese women with type 2 diabetes. *Pediatr Res*, 2017, vol. 82, pp. 768–775. <https://doi.org/10.1038/pr.2017.140>.

6. Sehgal A., Doctor T., Menahem S. Cardiac function and arterial biophysical properties in small for gestational age infants: Postnatal manifestations of fetal programming. *J Pediatr*, 2013, vol. 163, pp. 1296–1300. doi: 10.1016/j.jpeds.2013.06.030.
7. Sallam N.A., Palmgren V.A.C., Singh R.D., John C.M., Thompson J.A. Programming of vascular dysfunction in the intrauterine milieu of diabetic pregnancies. *Int J Mol Sci*, 2018, vol. 19, no. 11, art. 3665. <https://doi.org/10.3390/ijms19113665>.
8. Prylutska V.A., Sukalo A.V., Derkach T.A. Adaptatsiya serdechno-sosudistoy sistemy mladentsev, rozhdenykh materyami s sakharnym diabetom [Adaptation of the cardiovascular system of infants born by mothers with diabetes mellitus]. *Ves. Nac. akad. navuk Belarusi. Ser. med. nauk [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, Medical series]*, 2021, vol. 18, no. 1, pp. 94–108. <https://doi.org/10.29235/1814-6023-2021-18-1-94-108>. (in Russian).
9. Skilton M.R., Evans N., Griffiths K.A., Harmer J.A., Celermajer D.S. Aortic wall thickness in newborns with intrauterine growth restriction. *Lancet*, 2005, vol. 365(9469), pp. 1484–1486. doi: 10.1016/S0140-6736(05)66419-7.
10. Patey O., Carvalho J.S., Thilaganathan B. Perinatal changes in cardiac geometry and function in growth-restricted fetuses at term. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2019, vol. 53, no 5, pp. 655–662. doi: 10.1002/uog.19193.
11. Kozlova L.V., Ivanov D.O., Derevtsov V.V., Priyma N.F. Izmeneniya serdechno-sosudistoy sistemy u detey, rozhdenykh s zaderzhkoy rosta ploda, v pervom polugodii zhizni [Changes in the cardiovascular system of babies with fetal growth restriction in the first half of life]. *Ros Vestn Perinatal i Pediatr*, 2016, vol. 61, no 6, pp. 59–67. DOI: 10.21508/1027-4065-2016-61-6-59-67. (in Russian).
12. The Global Health network [Electronic resource]. — Mode of access: <https://intergrowth21.tghn.org/standards-tools/>. — Date of access: 05.06.2021.
13. Haycock G.B., Schwartz G.J., Wisotsky D.H. Geometric method for measuring body surface area: a height-weight formula validated in infants, children, and adults. *The Journal of pediatrics*, 1978, vol. 93, no 1, pp. 62–66. doi: 10.1016/s0022-3476(78)80601-5.
14. Tissot C., Singh Y., Sekarski N. Echocardiographic Evaluation of Ventricular Function—For the Neonatologist and Pediatric Intensivist. *Front Pediatr*, 2018, vol. 6, pp. 79. doi: 10.3389/fped.2018.00079.
15. Olander R.F.W., Sundholm J.K.M., Ojala T.H., Andersson S., Sarkola T. Differences in cardiac geometry in relation to body size among neonates with abnormal prenatal growth and body size at birth. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2020, vol. 56, no 6, pp. 864–871. doi: 10.1002/uog.21972.
16. Cinar B., Sert A., Gokmen Z., Aypar E., Aslan E., Odabas D. Left ventricular dimensions, systolic functions, and mass in term neonates with symmetric and asymmetric intrauterine growth restriction. *Cardiology in the Young*, 2015, vol. 25, no 2, pp. 301–307. doi:10.1017/S1047951113002199.
17. Dissanayake H.U., McMullan R.L., Kong Y., Caterson I.D., Celermajer D.S., Phang M., Raynes-Greenow C., Polson J.W., Gordon A., Skilton M.R. Body Fatness and Cardiovascular Health in Newborn Infants. *Journal of Clinical Medicine*, 2018, vol. 7, no 9, pp. 270. <https://doi.org/10.3390/jcm7090270>.
18. Ivanov D.O., Kozlova L.V., Derevtsov V.V., Priyma N.F. Otsenka sostoyaniya serdechno-sosudistoy sistemy u novorozhdenykh, rozhdenykh s vnutribnoy zaderzhkoy rosta [Assessment of the cardiovascular system in newborns with intrauterine growth restriction]. *Translyatsionnaya meditsina [Translational Medicine]*, 2016, vol. 3, no 5, pp. 53–63. (in Russian).

Послупила 31.01.2022