

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ, РОДИВШИХСЯ С НИЗКОЙ И НОРМАЛЬНОЙ МАССОЙ ТЕЛА

Чупров М. П., Магилевец А. И., Тунгусова М. А., Карнахин В. А.,  
Артемьев Н. Н., Бофанов Д. А., Базылев В. В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Министерства  
здравоохранения Российской Федерации, Пенза, Россия

**Контактная информация:**

Чупров Максим Петрович,  
ФГБУ «Федеральный центр сердечно-  
сосудистой хирургии» Минздрава России,  
ул. Стасова, д. 6, Пенза, Россия, 440071.  
E-mail: maks13chup@bk.ru

Статья поступила в редакцию 10.03.2024  
и принята к печати 30.06.2024.

### Резюме

Несмотря на успехи в хирургической технике, анестезиологии и интенсивной терапии, низкая масса тела при рождении остается фактором риска неблагоприятного исхода у детей после кардиохирургического лечения. **Целью исследования** является сравнительная оценка периоперационных показателей, послеоперационных осложнений и исходов у детей с низкой и нормальной массой тела при рождении после кардиохирургических вмешательств. **Материалы и методы.** Проведено ретроспективное одноцентровое исследование течения периоперационного периода у детей после вмешательств на открытом сердце и сосудах. В исследование были отобраны 103 пациента. Они были разделены на две группы: группа 1 — дети с массой тела на момент операции менее 2,5 кг и группа 2 — дети с массой тела от 2,5 до 3,5 кг. Оценивались дооперационные клинично-демографические данные, интраоперационные показатели, послеоперационные осложнения и исходы. **Результаты.** Сравнительный анализ периоперационных показателей, послеоперационных осложнений и летальности не показал статистически значимых различий между двумя группами. Регрессионный анализ не показал статистически значимого влияния НМТ на летальность. Выявлен значительный риск смертельного исхода при проведении повторного незапланированного хирургического вмешательства и продолжительности нахождения ребенка в ОРИТ. **Заключение.** НМТ при рождении у детей с ВПС не приводила к увеличению частоты послеоперационных осложнений и летальности.

**Ключевые слова:** врожденные пороки сердца, детская кардиохирургия, недоношенность, низкая масса тела.

Для цитирования: Чупров М.П., Магилевец А.И., Тунгусова М.А. и др. Сравнительная оценка результатов кардиохирургического лечения детей, родившихся с низкой и нормальной массой тела. Трансляционная медицина. 2024; 11(3): 240-247. DOI: 10.18705/2311-4495-2024-11-3-240-247. EDN: JDTVVS

## COMPARATIVE EVALUATION OF THE RESULTS OF CARDIOSURGICAL TREATMENT OF INFANTS BORN WITH LOW AND NORMAL BODY WEIGHT

Maksim P. Chuprov, Anton I. Magilevets, Margarita A. Tungusova, Vadim A. Karnakhin, Nikolay N. Artemyev, Dmitry A. Bofanov, Vladlen V. Bazylev

Federal Center for cardiovascular surgery, Penza, Russia

Corresponding author:

Maksim P. Chuprov,  
Federal Center for cardiovascular surgery,  
Stasova str., 6, Penza, Russia, 440071.  
E-mail: maks13chup@bk.ru

Received 10 March 2024; accepted 30 June 2024.

### Abstract

Despite advances in surgical technique, anesthesiology and intensive care, low birth weight remains to be a risk factor for adverse outcome in children after cardiac surgery. **The aim** of the study is to compare perioperative parameters, postoperative complications and outcomes in low and normal birth weight infants undergoing cardiac surgery. **Materials and methods.** A retrospective single-center study of the course of the perioperative period in children after operations on the open heart and vessels. 103 patients were selected for the study. The patients were divided into two groups: group 1 — infant with a body weight at the time of surgery less than 2.5 kg. and group 2 — infant with body weight from 2.5 to 3.5 kg. Preoperative clinical and demographic data, intraoperative parameters, postoperative complications and outcomes were assessed. **Results.** Comparative analysis of perioperative parameters, postoperative complications and mortality did not show statistically significant differences between the two groups. Regressing analysis did not show a statistically significant effect of LBW on mortality. A significant risk of death was revealed during repeated unplanned surgical intervention and the duration of the child stay in the ICU. **Conclusion.** LBW at birth in children with CHD did not lead to an increase in the incidence of postoperative complications and mortality.

**Key words:** congenital heart defects, low body weight, pediatric cardiac surgery, prematurity.

*For citation: Chuprov MP, Magilevets AI, Tungusova MA, et al. Comparative evaluation of the results of cardiosurgical treatment of infants born with low and normal body weight. Translational Medicine. 2024; 11(3): 240-247. (In Rus.) DOI: 10.18705/2311-4495-2024-11-3-240-247. EDN: JDTVVS*

**Список сокращений:** ВПС — врожденный порок сердца, ИВЛ — искусственная вентиляция легких, ИК — искусственное кровообращение, ИМ — ишемия миокарда, НМТ — низкая масса тела, НЭЖ — некротический энтероколит, ОАП — открытый артериальный проток, ОРИТ — отделение реанимации и интенсивной терапии, ЭКМО — экстракорпоральная мембранная оксигенация.

### Введение

По различным оценкам, частота ВПС достигает 8–11 случаев на 1000 новорожденных [1–3]. Массу тела менее 2500 г при рождении определяют, как

низкую массу тела (НМТ) [1, 4–6]. НМТ является фактором риска повышенной смертности у детей, перенесших хирургическую коррекцию ВПС [4, 5, 7]. Несмотря на достигнутые в последние десятилетия успехи в области неонатальной кардиохирургии, проблемы лечения новорожденных детей с низкой массой тела и ВПС остаются актуальными. В отечественной литературе найдены единичные статьи по данной тематике [8].

**Целью исследования** является сравнительная оценка периоперационных показателей, послеоперационных осложнений и исходов у детей с низ-

кой и нормальной массой тела при рождении после кардиохирургических вмешательств.

**Материалы и методы**

Проведено ретроспективное одноцентровое исследование течения периоперационного периода у детей после вмешательств на открытом сердце и сосудах, выполненных на базе ФГБУ «ФЦС-СХ» Минздрава России (г. Пенза) в период с января 2019 г. по август 2021 г. Критерием включения в исследование был возраст не старше 60 дней, масса тела не более 2,5 кг и потребность в первичном хирургическом вмешательстве; вторую группу составили дети с массой тела от 2,5 до 3,5 кг. Критерием исключения было выполнение изолированного эндоваскулярного вмешательства, а также закрытие открытого артериального протока. По критериям исключения в исследование не попали 7 пациентов: пятерым выполнено закрытие ОАП, двоим — баллонная вальвулопластика. В исследование были отобраны 110 детей, которые соответствовали критериям включения. Они были разделены на две группы. В первую группу вошли 30 пациентов (29,1 %) с массой тела менее 2,5 кг;

во вторую — 73 пациента (70,9 %) с массой тела от 2,5 до 3,5 кг.

Регистрировались возраст и масса тела на момент операции, пол, гестационный возраст, а также наличие физиологии единого желудочка, потребность перед операцией в ИВЛ и вазопростане. Если рождение ребенка происходило на 36 неделе и ранее, то он считался недоношенным. По шкале RACHS-1 оценивался риск смерти при проведении коррекции ВПС.

Анестезиологическое обеспечение оперативных вмешательств, искусственного кровообращения (ИК) и защита миокарда проводились в соответствии с внутренними протоколами ФГБУ «ФЦССХ» Минздрава России (г. Пенза). Оценивалось количество операций с искусственным кровообращением (ИК) и без него, длительность ИК и ишемии миокарда (ИМ). Сложность хирургической коррекции определяли по шкале Аристотеля. Фиксировались пациенты, которые поступали в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) с разведенной грудиной, а также количество незапланированных повторных хирургических вмешательств. Повторным вмешательством

**Таблица 1. Общая характеристика больных по группам**

**Table 1. General characteristics of patients by group**

Показатель	1 группа (< 2,5 кг), n = 30			2 группа (> 2,5 кг), n = 73			p
	n (%)	M ± SD	95 %ДИ	n (%)	M ± SD	95 %ДВ	
Возраст (дни)		10,2 ± 5,2			13,9 ± 6,8		0,61
Масса тела (кг)		1,95 ± 0,35			3,2 ± 0,5		0,04
ГВ (недели)		35,2 ± 2,5			38,1 ± 1,7		0,32
Недоношенность	19 (63 %)		[0,45–0,78]	7 (9,5 %)		[0,04–0,18]	0,001
Пол, женский	15 (50 %)		[0,33–0,66]	34 (46 %)		[0,35–0,57]	0,14
ЕЖС	7 (23 %)		[0,11–0,40]	16 (22 %)		[0,13–0,32]	0,53
Генетика/НКП	9 (30 %)		[0,16–0,47]	22 (30 %)		[0,20–0,41]	0,51
RACHS-1 (1–3)	22 (73 %)		[0,55–0,85]	48 (65 %)		[0,54–0,75]	0,36
RACHS-1 (4–6)	8 (27 %)		[0,14–0,44]	25 (35 %)		[0,24–0,45]	0,45
ИВЛ до операции	5 (16 %)		[0,07–0,33]	11 (15 %)		[0,08–0,25]	0,12
ПГД	18 (60 %)		[0,42–0,75]	39 (53 %)		[0,42–0,64]	0,21

Примечание: ГВ — гестационный возраст; ЕЖС — единый желудочек сердца; НКД — врожденная некардиальная патология; ПГД — потребность в простагландинах (вазапростан) до операции; RACHS-1 — шкала категорий хирургического риска (Risk adjustment for congenital heart surgery).

считалась коррекция резидуальных дефектов. Имплантация кардиостимулятора, пликация диафрагмы не считались повторными операциями.

В послеоперационном периоде оценивали длительность респираторной поддержки, продолжительность использования катехоламинов, время пребывания в ОРИТ и летальность. В качестве осложнений раннего послеоперационного периода регистрировали наличие синдрома малого сердечного выброса; высокой легочной гипертензии, требующей терапии легочными дилататорами; нарушения ритма и проводимости сердца, необходимость в имплантации кардиостимулятора и проведении экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО). Оценивались пациенты с внутрижелудочковыми кровоизлияниями; острым повреждением почек, требующим проведения перитонеального диализа; некротическим энтероколитом со 2 стадией и более по Беллу. Также отмечались лица с парезом диафрагмы, хилотораксом, венозным тромбозом. Наличие у пациента показаний для назначения антибактериальной терапии (пневмония, инфекция в области хирургического вмешательства, НЭК, сепсис, инфекция мочевых путей) расценивалось как инфекционные осложнения.

#### Статистический анализ

Выполнена проверка всех количественных переменных на тип распределения с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Результаты представлены как средние величины и стандартное отклонение ( $M \pm SD$ ), численность группы ( $n$ ), доля от группы (%). Критический уровень значимости принят за  $p = 0,05$ . Полученные данные

с асимметричным распределением сравнивались с помощью межгруппового непараметрического критерия Манна-Уитни. При правильном распределении данных различия между группами оценивались при помощи метода Стьюдента. Качественные данные сравнивались с помощью межгруппового критерия «хи-квадрат Пирсона».

Риски оценивались с использованием множественного логистического регрессионного анализа. Последний был использован с целью подбора множества независимых предикторов, включенных в статистическую модель, оказывающих влияние на зависимую переменную (летальность). Результаты представлены как отношение шансов (ОШ), доверительный интервал (ДИ) 95 %, достигнутый уровень значимости ( $p$ ). Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась с помощью программы IBM® SPSS® Statistics Version 27 (21.0.0.0).

#### Результаты

При сравнительном анализе двух групп (табл. 1) средние значения массы тела в группе детей 2,5 кг и менее составили  $1,95 \pm 0,35$  кг; в группе детей с массой тела 2,5 кг и более —  $3,2 \pm 0,5$  кг ( $p = 0,04$ ). Гестационный возраст в группе 1 —  $35,2 \pm 2,5$  недели; в группе 2 —  $38,1 \pm 1,7$  недели ( $p = 0,31$ ). В группе 2,5 кг и менее было значительно больше недоношенных детей — 19 (63 %), чем в группе контроля — 7 (9,5 %) ( $p = 0,001$ ).

Сравнительный анализ больных двух групп не выявил статистически значимой разницы по следующим показателям: возраст на момент операции, пол, количество пациентов с единым

Таблица 2. Периоперационные показатели

Table 2. Perioperative indicators

Показатель	1 группа (< 2,5 кг), n = 30			2 группа (> 2,5 кг), n = 73			p
	n (%)	M ± SD	95 %ДИ	n (%)	M ± SD	95 %ДИ	
Aristotel		11,4 ± 3,8			11,5 ± 3,3		0,9
Операции с ИК	11 (37 %)		[0,21–0,54]	46 (63 %)		[0,51–0,73]	0,015
Время, ИК (мин.)		121,5 ± 31,1			109 ± 45,3		0,82
Время, ИМ (мин.)		60 ± 24,4			57 ± 20,1		0,9
Грудина не сведена	10 (33 %)		[0,19–0,51]	18 (24 %)		[0,16–0,35]	0,36
Реоперация	5 (16,6 %)		[0,07–0,33]	8 (10 %)		[0,05–0,20]	0,42

Примечание: ИК — искусственное кровообращение; ИМ — ишемия миокарда.

желудочком сердца, потребности в ИВЛ и вазопростане до операции. По шкале RACHS-1 (4–6) количество операций с высокими степенями риска было больше в группе контроля — 25 (35 %), чем в группе 2,5 кг и менее — 8 (27 %), но без статистической значимости ( $p = 0,45$ ).

Сравнительный анализ показателей периоперационного периода (табл. 2) не выявил достоверно значимых отличий между группами по шкале Aristotel, времени ИК и ИМ. Количество пациентов с разведенной грудиной ( $p = 0,36$ ) и повторно оперированных ( $p = 0,42$ ) было больше в первой группе, чем в группе контроля, но без достоверной значимости.

Сравнительный анализ исследуемых показателей послеоперационного периода (табл. 3) показал отсутствие достоверной разницы между группами.

Общая госпитальная летальность составила 14 (13,5 %). Летальность в группе 2,5 кг и менее составила 17 %, в группе контроля — 12 %. В группе 2,5 кг и менее умерло 5 пациентов. Все дети имели физиологию единого желудочка, которым выполнялись этапные операции: 3 — наложение системно-легочного анастомоза, 2 — гибридная операция при синдроме гипоплазии левых отделов сердца (билатеральное суживание ветвей легочной артерии и стентирование ОАП). Четыре (80 %) пациента были оперированы повторно. Причиной смертельного исхода в 4 случаях была прогрессирующая сердечно-сосудистая недостаточность на фоне несбалансированного кровотока, в 1 случае — НЭК, полиорганная недостаточность.

**Таблица 3. Показатели послеоперационного периода**

**Table 3. Indicators of the postoperative period**

Показатель	1 группа (< 2,5 кг), n = 30			2 группа (> 2,5 кг), n = 73			p
	n (%)	M ± m	95 %ДИ	n (%)	M ± m	95 %ДИ	
Длительность ИВЛ (ч)		173,8 ± 50,2			147,1 ± 61		0,7
ВЛГ	5 (16 %)		[0,07–0,33]	14 (19 %)		[0,11–0,29]	0,76
СНСВ	11 (37 %)		[0,21–0,54]	27 (37 %)		[0,26–0,48]	0,97
ИП (ч)		81,7 ± 21			99,3 ± 26,2		0,6
Аритмия	2 (6 %)		[0,01–0,21]	4 (5 %)		[0,02–0,13]	0,81
АВ-блокада	1 (3 %)		[0,01–0,16]	4 (5 %)		[0,02–0,13]	0,64
Имплантиция ЭКС	1 (3 %)		[0,01–0,16]	2 (2,7 %)		[0,01–0,09]	0,87
ЭКМО	0 (0 %)		[0,00–0,00]	4 (5 %)		[0,02–0,13]	0,19
ВЖК	5 (16 %)		[0,07–0,33]	9 (12 %)		[0,06–0,21]	0,56
ОПП/ПД	3 (10 %)		[0,03–0,25]	8 (11 %)		[0,05–0,20]	0,88
НЭК > 2 ст.	1 (3 %)		[0,01–0,16]	4 (5 %)		[0,02–0,13]	0,64
Инф. осложнения	9 (30 %)		[0,16–0,47]	25 (34 %)		[0,24–0,45]	0,67
Парез диафрагмы	3 (10 %)		[0,03–0,25]	7 (9 %)		[0,04–0,18]	0,95
Хилоторакс	3 (10 %)		[0,03–0,25]	9 (12 %)		[0,06–0,21]	0,73
Венозный тромбоз	2 (6 %)		[0,01–0,21]	10 (13 %)		[0,07–0,23]	0,31
Время в ОРИТ (сут.)		10 ± 3,7			10,2 ± 2,9		0,9
Летальность	5 (17 %)		[0,07–0,33]	9 (12 %)		[0,06–0,22]	0,56

Примечание: ИВЛ — искусственная вентиляция легких; ВЛГ — высокая легочная гипертензия; СНСВ — синдром низкого сердечного выброса; ИП — длительность инотропной поддержки; ЭКС — электрокардиостимулятор; ЭКМО — экстракорпоральная мембранная оксигенация; ВЖК — внутрижелудочковое кровоизлияние; ОПП/ПД — острое почечное повреждение/перитонеальный диализ; НЭК — некротический энтероколит.

В группе контроля умерло 9 пациентов. Шесть детей имели одножелудочковую циркуляцию: 3 — наложение системно-легочного анастомоза, 1 — операция Норвуда, 2 — гибридная операция. Три пациента имели двухжелудочковую физиологию кровообращения. Выполнена радикальная коррекция общего артериального ствола, транспозиции магистральных сосудов, пластика аортального клапана при критическом стенозе аортального клапана. Четирем (44 %) пациентам из группы контроля потребовалась повторная операция. Причиной смертельного исхода в 7 случаях была прогрессирующая сердечно-сосудистая недостаточность, 1 — внутрижелудочковое кровоизлияние 4 степени, 1 — НЭК, полиорганная недостаточность.

В группе контроля 4 (5 %) пациентам потребовалось проведение вспомогательного кровообращения (ЭКМО); в группе детей с низкой массой тела потребности в ЭКМО не было.

При проведении множественного логистического регрессионного анализа не выявлено взаимосвязи между низкой массой тела (ОШ 1,52; 95 % ДИ 0,267–8,75;  $p = 0,63$ ), недоношенностью (ОШ 1,62; 95 % ДИ 0,15–17,16;  $p = 0,68$ ) и летальностью. Однако выявлен значительный риск смертельного исхода при проведении повторного незапланированного хирургического вмешательства (ОШ 53,3; 95 % ДИ 7,24–393,6;  $p = 0,001$ ) и продолжительности нахождения ребенка в ОРИТ (ОШ 1,44; 95 % ДИ 1,08–1,92;  $p = 0,011$ ).

### Обсуждение

НМТ при рождении имеют от 8 % до 23 % детей с врожденными пороками сердца, что является общепризнанным фактором риска смертности в неонатальной кардиохирургии [2, 4–6]. Критический уровень массы тела ребенка менее 2,5 кг, как кандидата для кардиохирургической коррекции, все больше вызывает сомнения. Приводится ряд работ, где результаты лечения детей после кардиохирургического вмешательства с массой тела более 2 кг и стандартной массой при рождении имеют сопоставимые данные по летальности и количеству послеоперационных осложнений [5, 7, 11]. Это подтверждается и данными нашего исследования. Периоперационные показатели, послеоперационные осложнения и летальность не имели статистически значимых различий между двумя группами.

Согласно литературным данным, раннее вмешательство у детей с НМТ связано с лучшими результатами и выживаемостью, чем в группах с отсроченным вмешательством [9, 10]. Результаты нашей работы показывают, что в группе детей

с НМТ чаще выполнялись паллиативные процедуры и было достоверно меньше вмешательств с использованием искусственного кровообращения ( $p = 0,015$ ). В работе М. Kim и соавторов также сообщается, что все меньше новорожденных с НМТ оперируются с использованием искусственного кровообращения. Происходит постепенный переход к катетерным или гибридным вмешательствам у детей с НМТ, с целью избежать ненужного хирургического риска [5].

В исследовании С. Lu и коллег показано влияние НМТ, гестационного возраста и различных категорий хирургического риска на увеличение пребывания в ОРИТ [6]. В нашем исследовании не было достоверных различий между группами по срокам нахождения в ОРИТ. Проведенный регрессионный анализ показал, что увеличение пребывания в ОРИТ на 1 день увеличивал риск летального исхода на 44 % ( $p = 0,011$ ).

Известно, что неудовлетворительные результаты лечения могут быть связаны с различными хирургическими и техническими аспектами. Так, в работе М. Mazwi и соавторов показано, что дети, которым потребовалось повторное незапланированное кардиохирургическое вмешательство, имели летальность в 8 раз выше, чем пациенты, которые в этом не нуждались [12]. В настоящей работе установлено, что повторных незапланированных вмешательств в группе детей массой 2,5 кг и менее было больше, чем в группе контроля, однако без достоверных статистических различий ( $p = 0,42$ ). Регрессионный анализ показал значительный риск летального исхода, если ребенок нуждался в повторной незапланированной операции ( $p = 0,001$ ).

По данным различных авторов, госпитальная летальность у детей с НМТ после кардиохирургических вмешательств составляет от 11 % до 24 % [4–7]. Согласно результатам выполненного исследования, в группе детей с массой тела менее 2,5 кг летальность составила 17 %. НМТ является фактором риска смертности после операции Норвуда и различных паллиативных процедур у детей с единственным желудочком [13, 14]. В нашей работе из всех умерших в обеих группах 78 % составили пациенты с одножелудочковой циркуляцией.

Все больше авторов склоняются к тактике ранней персонифицированной коррекции ВПС у детей с НМТ, демонстрируя обнадеживающие результаты [5, 7]. В выполненной нами работе представлены совпадающие с мировыми трендами результаты, однако ретроспективность исследования и небольшая выборка не позволяют делать однозначные выводы. Вероятно, в последующих исследованиях по данной тематике перспективным

будет изучение результатов кардиохирургического лечения детей с массой тела менее 2 кг.

### Заключение

НМТ при рождении, а также недоношенность не оказали влияния на развитие послеоперационных осложнений и исходы. Высококвалифицированный междисциплинарный подход и современные стратегии лечения детей с НМТ и ВПС позволяют достигать результатов лечения, сопоставимых с теми, которые демонстрируют дети, имеющие стандартную массу тела.

### Конфликт интересов / Conflict of interest

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

### Список литературы / References

1. Krishnamurthy G, Ratner V, Bacha E. Neonatal cardiac care, a perspective. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu.* 2013;16(1):21–31. DOI: 10.1053/j.pcsu.2013.01.007.
2. Reddy VM. Low birth weight and very low birth weight neonates with congenital heart disease: timing of surgery, reasons for delaying or not delaying surgery. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu.* 2013;16(1):13–20. DOI: 10.1053/j.pcsu.2013.01.004.
3. Wei D, Azen C, Bhombal S, et al. Congenital heart disease in low-birth-weight infants: effects of small for gestational age (SGA) status and maturity on postoperative outcomes. *Pediatric cardiology.* 2015;36(1):1–7. DOI: 10.1007/s00246-014-0954-y.
4. Alsoufi B, Manlhiot C, Mahle WT, et al. Low-weight infants are at increased mortality risk after palliative or corrective cardiac surgery. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery.* 2014;148(6):2508–2514. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2014.07.047.
5. Kim M, Okunowo O, Ades AM, et al. Single-center comparison of outcomes following cardiac surgery in low birth weight and standard birth weight neonates. *The Journal of Pediatrics.* 2021;238:161–167. DOI: 10.1016/j.jpeds.2021.06.059.
6. Lu C, Yu L, Wei J, et al. Predictors of postoperative outcomes in infants with low birth weight undergoing congenital heart surgery: a retrospective observational study. *Ther Clin Risk Manag.* 2019;15:851–860. DOI: 10.2147/TCRM.S206147.
7. Ades AM, Dominguez TE, Nicolson SC, et al. Morbidity and mortality after surgery for congenital cardiac disease in the infant born with low weight. *Cardiology in the Young.* 2010;20(1):8–17. DOI: 10.1017/S1047951109991909.
8. Tumanyan MR, Svobodov AA, Levchenko EG, et al. Low-weight children with congenital heart defects: the

treatment experience in Bakoulev Center and analysis of international literature. *The Bulletin of Bakoulev Center. Cardiovascular Diseases.* 2021;22(2):221–230. In Russian [Туманян М.Р., Свободов А.А., Левченко Е.Г. и др. Маловесные дети с врожденными пороками сердца: опыт лечения Центра им. А. Н. Бакулева и анализ мировой литературы. Бюллетень НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН. 2021;22(2):221–230]. DOI: 10.24022/1810-0694-2021-22-2-221-230.

9. Chang AC, Hanley FL, Lock JE, et al. Management and outcome of low birth weight neonates with congenital heart disease. *J Pediatr.* 1994;124(3):461–466. DOI: 10.1016/s0022-3476(94)70376-0.

10. Hickey EJ, Nosikova Y, Zhang H, et al. Very low-birth-weight infants with congenital cardiac lesions: is there merit in delaying intervention to permit growth and maturation? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012;143(1):126–136. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2011.09.008.

11. Anderson BR, Blanche Eckels V L, Crook S, et al. The Risks of Being Tiny: The Added Risk of Low Weight for Neonates Undergoing Congenital Heart Surgery. *Pediatr Cardiol.* 2020;41(8):1623–1631. DOI: 10.1007/s00246-020-02420-0.

12. Mazwi ML, Brown DW, Marshall AC, et al. Unplanned reinterventions are associated with postoperative mortality in neonates with critical congenital heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013;145(3):671–677. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2012.03.078.

13. Gelehrter S, Fifer CG, Armstrong A, et al. Outcomes of hypoplastic left heart syndrome in low-birth-weight patients. *Pediatr Cardiol.* 2011;32(8):1175–1181. DOI: 10.1007/s00246-011-0053-2.

14. Myers JW, Ghanayem NS, Cao Y, et al. Outcomes of systemic to pulmonary artery shunts in patients weighing less than 3 kg: analysis of shunt type, size, and surgical approach. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;147(2):672–677. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2013.09.055.

### Информация об авторах:

Чупров Максим Петрович, к.м.н., врач — анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и интенсивной терапии ФГБУ «ФЦССХ» Минздрава России (г. Пенза);

Магилевец Антон Игоревич, заведующий отделением анестезиологии и интенсивной терапии ФГБУ «ФЦССХ» Минздрава России (г. Пенза);

Тунгусова Маргарита Андреевна, врач — детский кардиолог ФГБУ «ФЦССХ» Минздрава России (г. Пенза);

Карнахин Вадим Александрович, к.м.н., врач — сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения № 2 ФГБУ «ФЦССХ» Минздрава России (г. Пенза);

Артемьев Николай Николаевич, врач — анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии и интен-

сивной терапии ФГБУ «ФЦССХ» Минздрава России (г. Пенза);

Бофанов Дмитрий Алексеевич, к.м.н., врач — сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения № 2 ФГБУ «ФЦССХ» Минздрава России (г. Пенза);

Базылев Владлен Владленович, д.м.н., профессор, главный врач ФГБУ «ФЦССХ» Минздрава России (г. Пенза).

**Authors information:**

Maksim P. Chuprov, PhD Med, anesthesiologist-resuscitator at Dept. of Anesthesiology and Intensive care, Federal Center for cardiovascular surgery (Penza);

Anton I. Magilevets, head of Dept of Anesthesiology and Intensive Care, Federal Center for cardiovascular surgery (Penza);

Margarita A. Tungusova, pediatric cardiologist, Federal Center for cardiovascular surgery (Penza);

Vadim A. Karnakhin, PhD Med, Cardiovascular Surgeon, Cardiac Surgery Dept N. 2, Federal Center for cardiovascular surgery (Penza);

Nikolay N. Artemyev, anesthesiologist-resuscitator at Dept. of Anesthesiology and Intensive care, Federal Center for cardiovascular surgery (Penza);

Dmitry A. Bofanov, PhD Med, Cardiovascular Surgeon, Cardiac Surgery Dept N. 2, Federal Center for cardiovascular surgery (Penza);

Vladlen V. Bazylev, DM Sci (habil.), professor, chief physician, Federal Center for cardiovascular surgery (Penza).