

ЛЕЧЕНИЕ ВОРОНКООБРАЗНОЙ ДЕФОРМАЦИИ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ У ДЕТЕЙ

© В.Н. Стальмахович¹, В.В. Дуденков², А.А. Дюков³

¹ Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Иркутск;

² ОГАУЗ «Ангарская детская больница № 1», Ангарск;

³ ГБУЗ «Иркутская областная детская клиническая больница», Иркутск

Статья поступила в редакцию: 10.05.2017

Статья принята к печати: 01.08.2017

Актуальность. Частота заболевания, высокий процент неудовлетворительных результатов после торакопластики по поводу воронкообразной деформации грудной клетки являются причиной дальнейшего поиска новых технических приемов оперативного лечения.

Цель исследования: улучшение результатов лечения воронкообразной деформации грудной клетки у детей.

Материал и методы. Анализируются результаты торакопластики у 230 детей с воронкообразной деформацией грудной клетки. Применялись две методики операций: классическая торакопластика по Nuss (у 114 детей) и ее авторская модификация (у 116 детей), предусматривающая торакоскопию с обеих сторон, надсечение хрящей деформированных ребер и эндоскопическое продольное частичное рассечение кортикальной пластинки грудины путем создания подкожной эмфиземы в проекции грудины.

Результаты. Установлено, что статистически значимого различия по продолжительности выполнения операции, ее травматичности в анализируемых группах не выявлено. Частичный рецидив заболевания развивается у детей, перенесших торакопластику в возрасте до 7 лет, независимо от используемого метода торакопластики.

Выводы. Авторский метод торакопластики наиболее эффективен у детей с ригидной формой грудной клетки в возрасте старше 14 лет, так как позволил уменьшить давление грудино-реберного комплекса на металлоконструкцию и самой пластины на опорные ребра, что облегчало выведение грудины в физиологическое положение, предупреждало деформацию/пролежни опорных ребер.

Ключевые слова: воронкообразная деформация грудной клетки, Nuss-технология, авторский способ коррекции.

TREATMENT OF FUNNEL CHEST IN CHILDREN

© V.N. Stal'makhovich¹, V.V. Dudenkov², A.A. Dyukov³

¹ Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the FSBEI FPE RMACPE MOH Russia, Irkutsk, Russia;

² Angarsk Children's Hospital No 1, Angarsk;

³ Irkutsk Regional Children's Clinical Hospital, Irkutsk

For citation: Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery. 2017;5(3):17-24

Received: 10.05.2017

Accepted: 01.08.2017

Background. Funnel chest has a relatively high prevalence in the Russian population. Given the high percentage of the unsatisfactory results of thoracoplasty, further research for the development of new treatment methods is needed.

Aim. To improve the treatment results for funnel chest in children.

Materials and methods. We analyzed the treatment results of 230 children with funnel chest after thoracoplasty. We used 2 surgical techniques: classic thoracoplasty by Nuss (114 children) and its modified version by the authors (116 children). The modified technique included two-sided thoracoscopy, partial resection of the deformed rib cartilages, and endoscopic longitudinal transection of the sternal cortical plate, resulting in subcutaneous emphysema along the sternum.

Results. The comparison of the 2 surgical techniques showed no significant difference in terms of duration and invasiveness of the procedure. Recurrent episodes of funnel chest were observed in children who had undergone thoracoplasty before 7 years of age, regardless of the technique used.

Conclusion. This study revealed that the author's modified thoracoplasty method was more effective in children >14 years of age with rigid funnel chest because it allowed the surgeon to decrease the thoracic pressure on the plate and the plate itself on the ribs, facilitating the repositioning of the sternum and preventing the deformation and development of pressure sores on the ribs.

Keywords: pectus excavatum, Nuss technology, an authorial method of the correction.

Введение

Воронкообразная деформация грудной клетки (ВДГК) — один из наиболее частых пороков развития грудной клетки, который сопровождается косметическими дефектами, серьезными функциональными изменениями со стороны органов грудной клетки [1–7] и психосоциальными проблемами [8]. В литературе описано более 80 различных вариантов хирургических вмешательств и их модификаций для коррекции ВДГК [9–16]. Но, несмотря на большое количество различных методик ее оперативного лечения, отдаленные результаты не всегда удовлетворяют хирурга и пациента [17–20]. Повсеместно распространенный малоинвазивный способ торакопластики по D. Nuss также не позволяет решить все проблемы, в том числе развитие частичного рецидива деформации у детей, перенесших торакопластику в дошкольном возрасте, деформация/пролежни опорных ребер под металлоконструкцией и многочисленные интра- и послеоперационные осложнения.

Цель исследования: улучшение результатов лечения воронкообразной деформации грудной клетки у детей путем дифференцированного выбора метода операции в зависимости от возраста пациента и степени ригидности грудной клетки.

Материал и методы

В основу исследования положен анализ результатов хирургического лечения 230 пациентов с воронкообразной деформацией грудной клетки, находившихся на лечении в Иркутской государственной областной детской клинической больнице в период с 2002 по 2016 г. Для оценки результатов хирургического лечения ВДГК проведено проспективное сравнительное исследование. Все пациенты были разделены на две группы. Первую группу (ГЛ1) составили 116 (50,4 %) пациентов, прооперированных по поводу ВДГК по авторской методике с 2002 по 2009 г. Во вторую группу (ГЛ2) вошли 114 (49,6 %) пациентов с аналогичной патологией, прооперированных

по классической Nuss-методике с 2010 по 2016 г. включительно.

В исследуемых группах незначительно преобладали мальчики — 120 (52,2 %) против 110 девочек (47,8 %). Распределение по возрасту: 3–6 лет — 21 пациент (9,1 %), 7–9 лет — 31 (13,4 %), 10–14 лет — 84 (36,5 %), 15–18 лет — 94 (40,8 %). Проявления дисплазии соединительной ткани (ДСТ) (деформация костей скелета, марфаноподобные и прочие диспластические синдромы) отмечены у 53 (24,0 %) детей. У большинства пациентов (144) определена III степень деформации, что составило 62,6 %. Распределение пациентов по срокам иммобилизации металлоконструкцией грудино-реберного комплекса: 1 год — 59 детей (26,0 %), 2 года — 171 (74,0 %). В анализируемых группах статистически значимого различия по полу, возрасту детей и степени деформации не было.

Клиническое обследование детей проводили по общепринятой схеме. Степень деформации определяли по индексу Жижицкой на основании рентгенологического исследования грудной клетки. Предоперационное углубленное обследование включало спирографию, эхокардиографию, состояние свертывающей системы крови.

В ГЛ2 коррекция ВДГК осуществлялась по классической методике Nuss, предложенной в 1998 г. и заключающейся в загрузочном проведении С-образной пластины с опорой на ребра на границе воронкообразной деформации. В ГЛ1 технические приемы Nuss-процедуры дополнены двумя эндоскопическими этапами (патент РФ № 2883052): торакоскопия с обеих сторон, частичное надсечение хрящей деформированных ребер и частичная продольная кортикотомия грудины под контролем оптики путем создания подкожной эмфиземы с целью облегчения устранения деформации грудино-реберного комплекса. Оперативное вмешательство у всех детей проводилось под интубационным аппаратным наркозом, осуществлялся мониторинг основных показателей сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Второй этап оперативного вмешательства: удаление ме-

таллоконструкции проводили через 12 и 24 месяца. Ближайшие результаты оценены у всех 230 детей по критериям: продолжительность операции; объем кровопотери; длительность болевого синдрома, требующего обезбоживания в послеоперационном периоде; интра- и ранние послеоперационные осложнения. Отдаленные результаты прослежены у 184 пациентов с длительностью катамнеза (после удаления металлоконструкции) от 2 до 12 лет. Критерии оценки: отдаленные осложнения, частичный рецидив, полный рецидив заболевания. Родители пациентов обязательно подписывали информированное согласие на выполнение оперативного вмешательства — торакопластики. Протокол исследования одобрен этическим комитетом Иркутской государственной медицинской академии последипломного образования: протокол заседания № 7 от 12.09.2007.

Результаты исследований анализировались методом вариационной статистики. Вариационные ряды сравнивались по *T*-критерию Стьюдента. За достоверную значимость принята величина $p = 0,05$. Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакета программ Statistica for Windows.

Результаты и их обсуждение

Значимыми критериями эффективности выполнения операции являются объем кровопотери, продолжительность и травматичность оперативного вмешательства, которая определяется длительностью и интенсивностью болевого синдрома, требующего обезбоживания в послеоперационном периоде. Данные показатели представлены в табл. 1.

Таблица 1

Продолжительность операции, объем кровопотери и длительность болевого синдрома, требующего обезбоживания в послеоперационном периоде в возрастных группах

Критерий сравнения	ГЛ1 ($n = 116$)	ГЛ2 ($n = 114$)	<i>T</i> -критерий	<i>p</i>	
Продолжительность операции	$32,28 \pm 2,16$	$24,65 \pm 4,27$	1,972	$> 0,05$	
Объем кровопотери (мл) в зависимости от возраста	3–6 лет	$27 \pm 1,13$	$14,66 \pm 2,05$	2,093	$< 0,05$
	7–9 лет	$30,14 \pm 2,3$	$18,52 \pm 3,17$	2,045	$< 0,05$
	10–14 лет	$31,27 \pm 4,32$	$20,42 \pm 3,7$	1,99	$> 0,05$
	14–18 лет	$36,42 \pm 3,81$	$22,74 \pm 4,24$	1,987	$< 0,05$
Длительность болевого синдрома (сут) в зависимости от возраста	До 15 лет	$3,36 \pm 1,12$	$2,54 \pm 1,15$	1,984	$> 0,05$
	Старше 15 лет	$3,87 \pm 1,16$	$3,76 \pm 0,82$	1,984	$> 0,05$

Время операции незначительно короче при использовании классической Nuss-процедуры и объем кровопотери также меньше. Объем кровопотери больше в группе детей, прооперированных по авторской методике. Это связано с хондротомией, неполной стернотомией. Однако кровопотеря для детей школьного возраста в объеме 30 мл малозначима и позволяет относить эту операцию также к разряду малоинвазивных. В возрасте 10–14 лет статистически значимой разницы по объему кровопотери в анализируемых группах не зафиксировано. Изменение формы грудной клетки при обоих методах торакопласти-

ки сопровождается болевым синдромом в равной степени.

При анализе интра- и ранних послеоперационных результатов в сравниваемых группах были выявлены следующие осложнения, которые потребовали проведения дополнительных лечебных мероприятий (табл. 2). В ГЛ1 выявлено одно кровотечение из надреберного сосуда, два случая возникновения послеоперационного гемоторакса и один случай развития пневмонии. В ГЛ2 мы наблюдали четыре случая развития гемоторакса, один случай гиповентиляции легких и один случай развития послеоперационной пневмонии.

Таблица 2

Интра- и ранние послеоперационные осложнения в сравниваемых группах

Группа сравнения	Количество осложнений	Отсутствие осложнений	χ^2	<i>p</i>
ГЛ1	4	112	0,455	$> 0,05$
ГЛ2	6	108		

Уровень значимости составил $> 0,05$, связь между факторным и результативным признаком отсутствует. Можно сделать вывод, что наличие интра- и послеоперационных осложнений в клинических группах не зависит от выбора метода лечения.

Поздние послеоперационные осложнения встретились в обеих группах, но их было значительно больше в группе детей, оперированных по классической методике Nuss. Количество осложнений представлено в табл. 3.

Таблица 3

Количество отдаленных осложнений

Группа сравнения	Количество отдаленных осложнений	Отсутствие осложнений	χ^2	p
ГЛ1	1	115	4,945	$< 0,05$
ГЛ2	7	107		

В группе ГЛ1 отмечалось одно кровотечение в сформированное ложе металлоконструкции. В ГЛ2 было 7 осложнений: один перелом грудины на уровне сочленения рукоятки и тела, в одном случае развилась напряженная гематома в фиброзной капсуле, сформировавшейся вокруг металлоконструкции, ущемление порции широчайшей мышцы спины под металлоконструкцией в одном случае и частичная компрессия подключичного сосудистого пучка также отмечались в одном наблюдении, выраженный болевой синдром по типу межреберной невралгии (3 детей), развившийся через 3–5 мес. после операции и продолжающийся до этапа удаления металлоконструкции.

Первое осложнение — перелом грудины на уровне сочленения ее рукоятки и тела — возникло через 1,5 мес. после торакопластики у пациента в возрасте 15 лет. ВДГК III степени была у него одним из проявлений тяжелого диспластического марфаноподобного синдрома. У пациента имелись сколиотическая деформация позвоночника IV степени, выраженная гипоплазия всех мышц, патологический увеличенный объем движений во всех суставах. После оперативной стабилизации позвоночника с устранением грубой его деформации родители и сам подросток настаивали на торакопластике по поводу ВДГК. Операция выполнялась с использованием одной пластины по классической методике Nuss. В раннем послеоперационном периоде отмечался хороший косметический результат. Перелом грудины на уровне сочленения тела и рукоятки возник спонтанно, без каких-либо провоцирующих факторов через 3 месяца после торакопластики. Грудная клетка, в нижней ее половине, приобрела килевидную форму. В плановом порядке проведено удаление металлоконструкции, стабилизирующей грудину, однако килевидная деформация грудной клетки сохранялась. От повторной операции родители отказались, и молодой человек продолжает жить с приобретенной килевидной деформацией грудной клетки.

Второе осложнение — массивное кровоизлияние в полость фиброзной капсулы, сформировавшейся вокруг металлоконструкции, — возникло через два года после выполнения торакопластики. На фоне полного здоровья у подростка появились боли в грудной клетке, в проекции металлоконструкции, и он отметил набухание тканей в области подкожно расположенных концов пластины. Клинически в проекции пластины, с обеих сторон, определялось с четкими границами жидкостное напряженное малоболезненное образование, что подтверждало и ультразвуковое исследование. На рентгенограмме грудной клетки выявлены глубокие деформации опорных ребер. Во время операции по удалению металлоконструкции при рассечении фиброзной капсулы, сформировавшейся вокруг пластины, выделилось около 300 мл лизированной крови. Продолженного кровотечения не было. Вероятнее всего, источником кровотечения был межреберный сосуд. Через два года после торакопластики наступил момент его пролежня — эрозии с последующим обильным кровотечением в капсулу пластины. На момент удаления пластины кровотечение спонтанно остановилось.

Третье осложнение возникло у пациента через 1,5 года после торакопластики: ущемление порции широчайшей мышцы спины под «плечом» металлоконструкции. Причиной данного осложнения можно считать установку пластины избыточной длины, когда ее концы доходят до задней аксиллярной линии. Вынужденное положение подростка, когда он садился в небольшую машину, способствовало ущемлению мышцы в пространстве между пластиной и ребром. Сильный болевой синдром, нарастание отека тканей в области ущемления послужили показанием для госпитализации. Но в первые часы после госпитализации ущемление самоустранилось, боль купировалась и не повторялась в последующем полгода до удаления пластины.

Четвертое осложнение было у 18-летнего пациента с тяжелой ВДГК по типу «каньона». У него западала вся грудина и прилегающие ребра. Торакопластикой по Nuss с использованием двух пластин удалось вывести грудино-реберный комплекс до его физиологического положения. После активизации больного в послеоперационном периоде он стал жаловаться на синюшность левой кисти и дистального отдела предплечья, которая появлялась при опускании руки. Если пациент поднимал руку, то симптомы нарушения кровотока купировались. При доплерографии выявлены значительное нарушение венозного оттока на уровне подключичной вены и частичная компрессия подключичной вены. Мы объяснили развитие данных симптомов изменением формы грудной клетки, сужением промежутка между ключицей и ребром. Динамическое наблюдение за этим пациентом в течение года показало, что со временем произошла адаптация магистрального кровотока и циркуляторные нарушения в левой руке купировались. Болевой синдром по типу межреберной невралгии у троих детей был следствием чрезмерного давления металлоконструкции на опорные ребра. При этом опорное ребро меняло свое привычное положение в области сочленения с позвонком и приводило к компрессии межреберного нерва.

Ретроспективно проанализировав вышеперечисленные осложнения, мы сделали вывод, что всех их можно было избежать при условии индивидуального подхода к каждому пациенту с учетом степени дисплазии соединительной ткани и возраста.

1. Металлоконструкция не должна доходить до широчайшей мышцы спины 1,5–2,0 см, что предупредит ее ущемление.

2. При наличии диспластического марфаноподобного синдрома, при ригидной грудной клетке у юношей в возрасте 17–18 лет и ВДГК по типу «каньона» следует при торакопластике использовать две пластины, что уменьшит избыточное давление на одно опорное ребро и не приведет к вторичному перелому грудины или повреждению межреберных сосудов.

3. При ригидной грудной клетке у детей старшего возраста целесообразно использовать для торакопластики методику, разработанную нами, предусматривающую частичную хондротомию деформированных ребер, что уменьшает нагрузку на опорные ребра.

Одним из известных осложнений торакопластики по классическому методу Nussa является деформация ребер, на которые опирается металлоконструкция. В наших наблюдениях у ряда больных также было выявлено это позднее осложнение, что представлено в табл. 4.

Таблица 4

Количество деформаций / пролежней опорных ребер

Группа сравнения	Наличие деформаций, пролежней опорных ребер	Отсутствие осложнений	χ^2	<i>p</i>
ГЛ1	2 (1,7 %)	114 (98,3 %)	38,563	< 0,01
ГЛ2	37 (32,4 %)	77 (67,6 %)		

Как следует из таблицы 4, у 39 детей возникла деформация / пролежни опорных ребер в месте давления на них металлоконструкции. Формирующаяся костная мозоль охватывала металлическую пластину почти муфтообразно, что значительно затрудняло выполнение второго этапа — удаление металлоконструкции. При этом приходилось травматично мобилизовать пластину из костной ткани, что сопровождалось кровотечением, причем доступ проводился с обеих сторон. Послеоперационный период у этой группы детей характеризовался длительным болевым синдромом. В одном наблюдении в отдаленном послеоперационном периоде возникла напряженная гематома в фиброзной капсуле, сформировавшейся вокруг металлоконструкции, что мы также объясняем пролежнем на ребре и эрозией надреберного сосуда. Из 42 больных, оперированных по методике

Nuss в возрасте 15–18 лет, деформации и пролежни опорных ребер развились у 36 человек (85,7 %); у детей младше 15 лет — у одного пациента (1,4 %). Из больных, оперированных по предложенной нами методике в возрасте 15–18 лет, эти поздние осложнения возникли у двух человек (3,85 %), у пациентов, оперированных в более раннем возрасте, их не наблюдалось. Столь значительное отличие в группах объясняется применением наших дополнений в технике торакопластики, уменьшающих силу нагрузки металлоконструкции на опорные ребра.

Отдаленные результаты прослежены у 184 человек: из ГЛ1 было 98 (53,2 %), из ГЛ2 — 86 (46,8 %) человек. Длительность катамнеза представлена в табл. 5. Только у одного ребенка 5 лет из ГЛ1 возник полный рецидив заболевания. Его причина — грубое нарушение послеоперационного

режима (прыжки с горки через 4 месяца после торакопластики), повлекшее смещение пластины в плевральную полость, что потребовало ее экстренного удаления. От повторной операции ро-

дители отказались. Учитывая, что причина рецидива не является следствием самой операции, мы считаем, что она не должна приниматься во внимание для оценки результатов лечения.

Таблица 5

Распределение детей по длительности катмнеза после второго этапа лечения

Группа	Возраст			Всего
	2–4 года	5–10 лет	> 10 лет	
ГЛ1	4	67	27	98
ГЛ2	25	61	–	86

Поскольку авторская технология использовалась на первом этапе лечения детей, то и катмнез наблюдения у них более длительный. Наличие в обеих анализируемых группах равнозначных по количеству детей со сроком наблюдения 5–10 лет имеет большое значение, так как за этот период все отдаленные осложнения выявляются в полной мере.

Наиболее важной проблемой при лечении детей с ВДГК стало развитие частичного рецидива, когда через 3–5 лет после удаления ме-

таллоконструкции на фоне продолжающегося роста ребенка появлялось западение грудины до 1-й степени деформации. Всего он развился у 26 детей. Из ГЛ1 было 14 детей, из ГЛ2 — 12. Проведен анализ с целью выявления зависимости частоты рецидива от возраста оперированных детей, вида операции, наличия сопутствующей патологии, сроков иммобилизации грудино-реберного комплекса. В табл. 6 представлен возраст детей с частичным рецидивом, в котором выполнена торакопластика.

Таблица 6

Частота частичного рецидива в зависимости от возраста ребенка на момент операции

Количество детей ($n = 184$)	Возраст на момент операции (лет)	Количество частичных рецидивов
19	3–6	19 (100 %)
19	7–9	3 (15,8 %)
74	10–14	2 (2,7 %)
72	15–18	2 (2,8 %)

Таблица 7

Частота частичного рецидива воронкообразной деформации грудной клетки у детей с дисплазией соединительной ткани

Группа лечения	Дети с дисплазией соединительной ткани	Состоявшийся частичный рецидив	χ^2	p
ГЛ 1 ($n = 116$)	31	15	0,005	< 0,05
ГЛ 2 ($n = 114$)	22	11		
Всего ($n = 230$)	53	26		

Таблица 8

Частота частичного рецидива воронкообразной деформации грудной клетки у детей в зависимости от степени деформации

Группа лечения	Дети с частичным рецидивом	Исходная степень деформации грудной клетки		χ^2	p
		II	III		
ГЛ 1 ($n = 116$)	15	2	13	0,112	< 0,05
ГЛ 2 ($n = 114$)	11	1	10		
Всего ($n = 230$)	26	3	23		

В результате проведенного анализа было выявлено, что независимо от выбранной методики операции 100 % частичный рецидив наблюдался у детей, прооперированных в дошкольном возрасте. У детей младшего школьного возраста он был реже — у 15,8 %, и единичные случаи отмечались у детей старшей возрастной группы, имеющих основное заболевание в виде тяжелой формы дисплазии соединительной ткани. Статистически значимого различия по частоте частичного рецидива в зависимости от вида применяемой методики торакопластики не выявлено (табл. 7, 8).

Отмечено, что на развитие частичного рецидива оказывали влияние степень деформации (3-я степень), наличие сопутствующей патологии (соединительнотканной дисплазии). В то же время почти у половины детей с ДСТ частичного рецидива не развилось. Наиболее вероятно его развитие при сочетании у детей трех прогностически неблагоприятных факторов: дошкольный возраст, третья степень деформации грудной клетки на фоне ДСТ.

Заключение

Методика Nuss для лечения ВДГК наиболее оправдана при наличии эластичной грудной клетки, что отмечается у детей до 14-летнего возраста. В более старшем возрасте, при ригидной грудной клетке, рациональней использовать авторскую методику торакопластики. Для предупреждения частичного рецидива деформации грудной клетки в отдаленном послеоперационном периоде желательно выполнять торакопластику у детей в возрасте старше 12 лет. Детям дошкольного возраста с третьей степенью деформации грудной клетки, выраженными функциональными нарушениями со стороны органов дыхания и сердца операцию до этого возраста откладывать не следует. Но им стоит прогнозировать повторную торакопластику в подростковом возрасте для достижения идеальной коррекции порока развития грудной клетки.

Информация о вкладе каждого автора

В.Н. Стальмахович — выполнение операций, концепция и дизайн исследования, редакция статьи.

В.В. Дуденков — участие в операциях, сбор и обработка материалов, анализ полученных материалов, написание текста.

А.А. Дюков — выполнение операций, сбор и обработка материалов, анализ полученных материалов, написание текста.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Конфликта интересов у авторов статьи нет. Публикация статьи осуществлена за счет средств авторов.

Список литературы

1. Кулик И.О., Плякин В.А., Саруханян О.О., и др. Этиология и патогенез воронкообразной деформации грудной клетки у детей // Травматология и ортопедия России. – 2013. – № 2 (68). – С. 136–141. [Kulik IO, Plyakin VA, Sarukhanyan OO, et al. Etiology and pathogenesis of pectus excavatum in children. *Traumatology and orthopedics in Russia*. 2013;(2):136-141. (In Russ.)]
2. Прийма Н.Ф., Комолкин И.А., Попов В.В., и др. Анатомо-функциональные изменения сердца при воронкообразной деформации грудной клетки у детей по данным эхокардиографии // Гений ортопедии. – 2011. – № 3. – С. 86–91. [Priyma NF, Komolkin IA, Popov VV, et al. Anatomic-and-functional changes in the heart for cobblers chest in children by echocardiography data. *Genii ortopedii*. 2011;(3):86-91. (In Russ.)]
3. Рузикулов У.Ш. Состояние кардиореспираторной системы при воронкообразной деформации грудной клетки у детей // Врач-аспирант. – 2011. – Т. 47. – № 4.4. – С. 682–685. [Ruzikulov US. Sostoyanie kardiorespiratornoi sistemy pri voronkoobraznoi deformatsii grudnoi kletki u detei. *Vrach-aspirant*. 2011;47(4.4):682-685. (In Russ.)]
4. Baumann JV, Spearman UJ, Schoepf M, Renker Pectus excavatum as an unexpected cause for typical cardiologic signs revealed at imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2014;15(10):1184. doi: 10.1093/ehjci/jeu102.
5. Chan Wah Hak YS, Lim YP, Liew R, Hsu LF. Pectus excavatum: uncommon electrical abnormalities caused by extrinsic right ventricular compression. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2014;25(3):324-327. doi: 10.1111/jce.12336.
6. Sang-Hyun S, Ung-Kyu C. Clinical significance of radiological stability in reconstructed thoracic and lumbar spine following body resection. *J Korean Neurosurg*. 2014;56(4):323-329. doi: 10.3340/jkns.2014.56.4.323.
7. Wurtz I, Hysi L, Benhamed A, Vincentelli Nuss pectus excavatum repair: a hurdle for the treatment of coronary disease. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2014;19(1):10. doi: 10.1093/icvts/ivul150.
8. Гаврикова Е.В. Психосоциальные проблемы при воронкообразной деформации грудной клетки // Амбулаторная и больничная психотерапия и медицинская психология. – 2013. – Вып. 11. – С. 40–43. [Gavrikova EV. Psikhosotsial'nye problemy pri voronkoobraznoi deformatsii grudnoi kletki. *Ambulatornaya i bol'nichnaya psikhoterapiya i meditsinskaya psikhologiya*. 2013;(11):40-43. (In Russ.)]
9. Комиссаров И.А., Комолкин И.А., Афанасьев А.П., Щеголев Д.В. Модификация способа хирургиче-

- ского лечения по Nuss при воронкообразной деформации грудной клетки у детей // *Гений ортопедии*. – 2013. – № 1. – С. 98–102. [Komissarov IA, Komolkin IA, Afanashev AP, Shchegolev DV. *Genii ortopedii*. Modification of surgical treatment by Nuss for funnel chest in children. 2013(1):98-102. (In Russ.)]
10. Крупко А.В., Богосьян А.Б. Применение операции НАССА при различных типах воронкообразной деформации грудной клетки // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – Т. 10. – № 2. – С. 298–303. [Krupko AV, Bogos'yan AB. *Primenenie operatsii NASSA pri razlichnykh tipakh voronkoobraznoi deformatsii grudnoi kletki*. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2014;10(2):298-303. (In Russ.)]
 11. Плякин В.А. Клинико-морфологические критерии оптимизации хирургического лечения воронкообразной деформации грудной клетки у детей: автореф. дис. ... канд. мед. наук / Научный центр здоровья детей Российской академии медицинских наук. – М., 2008. [Plyakin VA. *Kliniko-morfologicheskie kriterii optimizatsii khirurgicheskogo lecheniya voronkoobraznoi deformatsii grudnoi kletki u detei*. [dissertation]. Moscow; 2008. (In Russ.)]
 12. Слизовский Г.В., Титов М.В., Масликов М.В., и др. Хирургическое лечение воронкообразной деформации грудной клетки у детей // *Мед. альманах*. – 2011. – № 6 (19). – С. 206–208. [Slizovskii GV, Titov MV, Maslikov MV, et al. *Khirurgicheskoe lechenie voronkoobraznoi deformatsii grudnoi kletki u detei*. *Med. al'manakh*. 2011;6(19):206-208. (In Russ.)]
 13. Hanna WC, Ko MA, Blitz M. Thoracoscopic Nuss procedure for young adults with pectus excavatum: excellent midterm results and patient satisfaction. *Ann Thorac Surg*. 2013;96(3): 1033-1036. doi: 10.1016/j.athoracsur.2013.04.093.
 14. Zhang B, Li J, Y Guo Y. Nuss procedure by thoracoscopy for minimally invasive correction of pectus excavatum. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. 2013;27(5):599-602.
 15. Muhammad MI. Thoracoscopic repair of pectus excavatum using different bar stabilizers versus open repair. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2014;22(2):187-192. doi: 10.1177/0218492313487180.
 16. Апросимова С.И., Киргизов И.В., Дударев В.А. Оценка качества жизни у детей с воронкообразной деформацией грудной клетки до и после оперативного лечения // *Кремлевская медицина. Клинический вестник*. – 2016. – № 3. – С. 44–48. [Aprosimova SI, Kirgizov IV, Dudarev VA. *Otsenka kachestva zhizni u detei s voronkoobraznoi deformatsiei grudnoi kletki do i posle operativnogo lecheniya Kremlevskaya meditsina*. *Klinicheskii vestnik*. 2016;(3):44-48. (In Russ.)]
 17. Бочкарев В.С., Бочкарева И.В. Новый способ коррекции воронкообразной деформации грудной клетки // *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки*. – 2014. – № 1 (29). – С. 46–53. [Bochkarev VS, Bochkareva IV. *Novyi sposob korrektsii voronkoobraznoi deformatsii grudnoi kletki Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Povolzhskii region. Meditsinskie nauki*. 2014;14(29):46-53. (In Russ.)]
 18. Вердиев В.Г., Байрамов А.З. Хирургическое лечение воронкообразной деформации грудной клетки у детей и подростков путем металлостернохондропластики // *Гений ортопедии*. – 2013. – № 1. – С. 103–107. [Verdiev VG, Bairamov AZ. *Khirurgicheskoe lechenie voronkoobraznoi deformatsii grudnoi kletki u detei i podrostkov putem metallosternoxondroplastiki*. *Genii ortopedii*. 2013;(1):103-107. (In Russ.)]
 19. Kelly RE. Jr. Pectus excavatum: historical background, clinical picture, preoperative evaluation and criteria for operation. *Semin Pediatr Surg*. 2008;17(3):181-193. doi: 10.1053/j.sempedsurg.2008.03.002.
 20. Sacco MG, Casamassima SD, Goldstein JH, Salazar, et al. Perioperative strategies and technical modifications to the Nuss repair for pectus excavatum in pediatric patients: a large volume, single institution experience. *J Pediatr Surg*. 2014;49(4):575-582. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2013.11.058.

Сведения об авторах

Виктор Николаевич Стальмахович — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой детской хирургии ИГМАПО – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России. ORCID: 0000-0002-4885-123X. E-mail: Stal.irk@mail.ru.

Виктор Владимирович Дуденков — врач-хирург ОГАУЗ «Ангарская детская больница № 1».

Андрей Анатольевич Дюков — канд. мед. наук, заведующий отделением гнойной хирургии ГБУЗ «Иркутская областная детская клиническая больница». ORCID: 0000-0001-6007-1298.

Viktor N. Stelmahovich — MD, PhD, professor, head of the chair of pediatric surgery of the ISMAPgE — Branch Campus of the FSBEI FPE RMACPE MOH Russia. ORCID: 0000-0002-4885-123X. E-mail: Stal.irk@mail.ru.

Viktor V. Dudenkov — MD, surgeon of the Angarsk Children's Hospital No 1.

Andrey A. Dyukov — MD, PhD, Head of the Department of Purulent Surgery Irkutsk Regional Children's Clinical Hospital. ORCID: 0000-0001-6007-1298.