

РЕЛАКСАЦИЯ ДИАФРАГМЫ У ДЕТЕЙ – ВОЗМОЖНОСТЬ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ

Е.А. Алесин¹, А.М. Махлин¹, Ю.Г. Дегтярёв², Ю.И. Линник¹

¹ГУ «РНПЦ детской хирургии», Минск, Республика Беларусь

²УО «Белорусский государственный медицинский университет», Минск, Республика Беларусь

DIAPHRAGM EVENTRATION IN CHILDREN – THE POSSIBILITY OF SURGICAL CORRECTION

Ye.A. Alesin¹, A.M. Makhlin¹, Yu.G. Degtyarev², Yu.I. Linnik¹

¹Republican Scientific and Practical Center of Pediatric Surgery, Republic of Belarus, Minsk

²Belarus Belarusian State Medical University, Republic of Belarus, Minsk

Резюме. Релаксация диафрагмы – патология, характеризующаяся постоянно сохраняющимся высоким стоянием купола (куполов) диафрагмы без нарушения её анатомического строения. Наибольшую клиническую значимость имеет приобретенный вариант заболевания. Ведущей причиной приобретенной релаксации диафрагмы является повреждение диафрагмального нерва во время проведения операций по коррекции врождённых пороков сердца (ВПС).

Цель. Оценить эффективность хирургической коррекции приобретенной релаксации диафрагмы у детей, определить оптимальную методику операции для улучшения долгосрочных результатов лечения.

Материалы и методы. Проведен ретроспективный анализ медицинских карт стационарных пациентов, перенесших операции по коррекции ВПС на открытом сердце в РНПЦ детской хирургии Республики Беларусь в период с 01.01.2019 г. по 31.12.2024 г. Всего выполнен анализ 1917 карт пациентов кардиохирургического профиля.

Результаты. В 56 случаях (2,92%) в послеоперационном периоде были отмечены клинические признаки релаксации купола диафрагмы, потребовавшие выполнения хирургического вмешательства.

Среднее время после операции по коррекции ВПС, до развития первых клинических признаков релаксации диафрагмы, составило 10,3 суток (1–61 сутки). Коррекция патологии путём малоинвазивного доступа (торакоскопия) являлась методом выбора и была применена в 76,78% случаев (43 вмешательства). Традиционная торакотомия была выполнена 13 пациентам (23,22%).

Пластика диафрагмы выполнялась: одиночными плицирующими швами – 29 пациентов (51,78%), одиночными плицирующими швами на прокладках – 6 пациентов (10,71%), «П-образными» швами – 3 пациента (5,36%), «П-образными» швами на прокладках – 3 пациента (5,36%); по разработанной в клинике методике «якорных» швов было прооперировано 15 детей (26,79%).

После выполненной хирургической коррекции у 8 пациентов (14,28%) наблюдался рецидив заболевания, потребовавший выполнения повторной операции. У всех пациентов с рецидивом заболевания первичное вмешательство по коррекции релаксации диафрагмы было выполнено торакоскопически.

Заключение. Проблема эффективного хирургического лечения релаксации диафрагмы у детей и снижения риска возникновения её рецидива до настоящего времени остается актуальной. Вопросы выбора методики хирургической коррекции и сроков, в которые она должна быть выполнена с момента выявления патологии, до сих пор остаются предметом дискуссии. При этом не существует единой методики хирургического лечения релаксации диафрагмы у детей, позволяющего минимизировать риск развития в будущем её рецидива.

Ключевые слова: релаксация диафрагмы у детей, хирургическое лечение релаксации диафрагмы, френопластика, пликация диафрагмы.

Diaphragm eventration is a pathology characterized by persistent elevation of the diaphragm dome(s) without disruption of its anatomical structure. The acquired form of the disease holds the greatest clinical significance. The leading reason of acquired diaphragm eventration is the phrenic nerve trauma during surgical correction of congenital heart defects (CHD).

Objective: To evaluate the effectiveness of surgical correction of acquired diaphragm eventration in children and to determine a rational surgical technique to improve long-term treatment outcomes.

Materials and Methods: A retrospective analysis was conducted on the medical records of inpatients who underwent open-heart surgery for CHD correction at the Republican Scientific and Practical Center of Pediatric Surgery of the Republic of Belarus from January 1, 2019, to December 31, 2024. A total of 1,917 cardiac surgery patient records were analyzed.

Results: In 56 cases (2.92%), clinical signs of diaphragm eventration requiring surgical intervention were observed in the postoperative period.

The average time from CHD correction surgery to the onset of clinical signs of diaphragm eventration was 10.3 (range: 1–61 days). Minimally invasive correction (thoracoscopy) was the preferred surgical approach and was used in 76,78% of cases (43 interventions). Traditional thoracotomy was performed in 13 patients (23,22%).

Plastic of diaphragm was performed using:

- Single interrupted pleating sutures – 29 patients (51,78%),
- Single interrupted pleating sutures with pledgets – 6 patients (10,71%),
- “П-shaped” sutures – 3 patients (5,36%),
- “П-shaped” sutures with pledgets – 3 patients (5,36%),
- The clinic-developed “anchor suture” technique – 15 children (26,79%).

After surgical correction, 8 patients (14,28%) experienced disease recurrence, necessitating reoperation. All patients with recurrence had initially undergone thoracoscopic correction.

Conclusion: The problem of effective surgical treatment of diaphragmatic eventration in children and reducing the risk of its recurrence remains relevant. The choice of surgical correction technique and the optimal timing for intervention after diagnosis continue to be debated. Currently, there is no unified surgical method for treating diaphragmatic eventration in children that minimizes the risk of future recurrence.

Keywords: *diaphragm eventration in children, surgical treatment of diaphragm eventration, phrenoplastic, diaphragm plication.*

Введение. Релаксация диафрагмы у детей – относительно редкая патология, характеризующаяся постоянно сохраняющимся, аномально высоким стоянием купола (реже – обоих куполов) диафрагмы без нарушения её анатомической целостности. Важно отметить, что при этом фиксация диафрагмы к анатомическим структурам не нарушена.

Термин «релаксация диафрагмы» получил наибольшее распространение в русскоязычной литературе. В англоязычной литературе принято использовать термины «паралич диафрагмы» (“diaphragmatic paralysis”) или «эвентрация диафрагмы» (“diaphragm eventration”).

Принято различать врождённую и приобретённую релаксацию диафрагмы. Врождённая релаксация диафрагмы (ВРД) возникает как результат внутриутробного нарушения формирования плевроперитонеальной мембраны [1; 2; 3; 4]. Анатомически это проявляется врождённой гипоплазией мышц диафрагмы – нарушением формирования мышечной ткани (миотизации) купола диафрагмы с частичной или полной заменой мышц фиброэластической тканью. При этом сохраняется прикрепление диафрагмы к грудице, рёбрам и поясничному отделу позвоночника. В результате нарушения миотизации диафрагма имеет в своей структуре очень небольшое количество поперечнополосатых мышечных волокон и фактически представляет собой перегородку из соединительной ткани, не способную к сокращению и выполнению своей функции [3; 5]. Данные о распространённости ВРД разнятся ввиду редкости патологии. По данным литературы, частота ВРД составляет 0,02–0,07 случая на 1000 новорождённых. Преимущественно – в 60–80% случаев – заболевание отмечается у мальчиков [1; 2; 3; 4].

Некоторые исследователи относят врождённую релаксацию к врождённым истинным диафрагмальным грыжам, что, по нашему мнению, не является правильным. Истинная диафрагмальная грыжа подразумевает наличие врождённого дефекта диафрагмы, прикрытого серозной оболочкой брюшины и плевры, собственно, и формирующей грыжевой мешок (Романев А.Б., 2003; Разумовский А.Ю., 2010). Релаксация имеет иную морфологическую структуру, при которой сохранена анатомическая целостность диафрагмы, т.е. между серозными оболочками сохранён мышечный слой диафрагмы (Разумовский А.Ю., 2010).

Учитывая крайнюю редкость ВРД, наибольшую клиническую значимость имеет приобретённый вариант заболевания.

Основной причиной приобретённой релаксации диафрагмы (ПРД) у детей является повреждение диафрагмального нерва во время оперативной коррекции врождённых пороков сердца (ВПС); при родовой травме или же при катетеризации центральных вен [6; 7; 8; 9; 10; 11]. И здесь ключевую роль играет анатомическая траектория прохождения диафрагмальных нервов на шее, в средостении и по самой диафрагме, делающая их уязвимыми для ятрогенных повреждений практически на всём протяжении (рис. 1).

Травматическое повреждение диафрагмального нерва во время оперативного вмешательства – одно из наиболее распространённых осложнений после хирургической коррекции ВПС у детей. По данным некоторых авторов, частота его возникновения составляет от 0,3 % до 12,8% [6; 9; 11; 12].

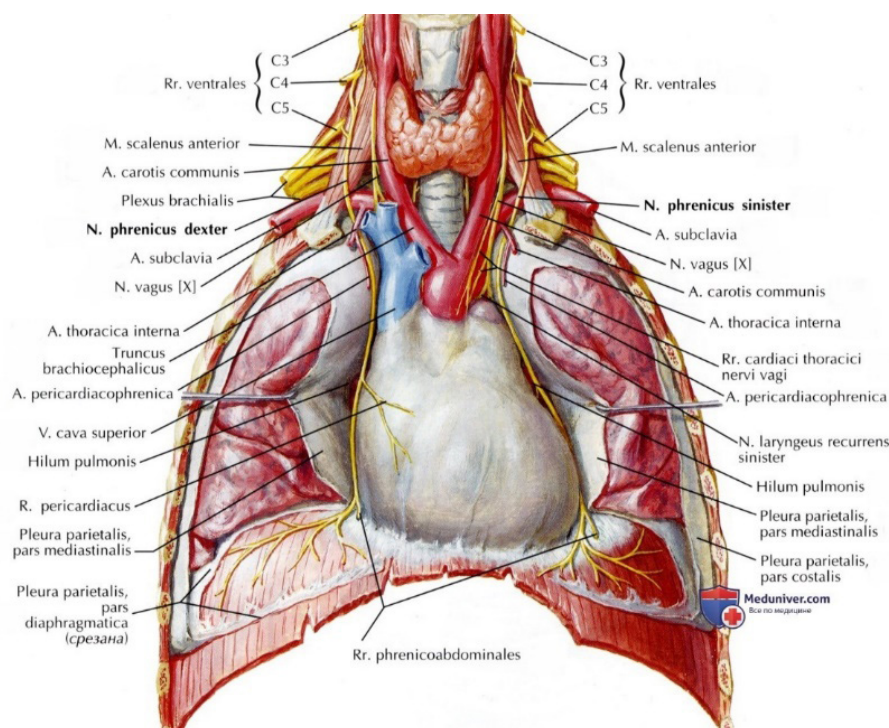


Рис. 1. Анатомия диафрагмальных нервов (по Meduniver.com)

Повреждение диафрагмального нерва в ходе кардиохирургических операций на открытом сердце является следствием прямого механического или электрохирургического воздействия на нерв. Кроме того, не исключаются: гипотермическое повреждение нерва после наружного интраперикардального охлаждения сердца, а также ишемия нерва, как результат нарушения его кровоснабжения при термическом повреждении внутренней грудной артерии [8; 11].

По данным некоторых исследователей, оперативное вмешательство по коррекции тетрады Фалло наиболее часто сопровождается развитием релаксации диафрагмы в послеоперационном периоде. На втором месте – формирование межсистемного аортолёгочного анастомоза по Blalock-Taussig (Akay et al., 2006). Эти же авторы отмечают, что далее по частоте следуют: пластика дефекта межжелудочковой перегородки и операция по коррекции транспозиции магистральных сосудов.

По нашему опыту, именно этапные операции по коррекции ВПС характеризуются большим риском повреждения диафрагмального нерва и развития релаксации диафрагмы вследствие необходимости выполнения кардиолиза на фоне спаечного процесса в грудной клетке. Это подтверждается исследованиями Charles et al. (2021), которые отмечают, что релаксация диафрагмы чаще встречалась у детей, перенёсших операции высокой сложности, а также у тех, кому выполнялись повторные (этапные) операции по коррекции ВПС, по сравнению с детьми, впервые перенесшими кардиохирургическую операцию [6; 10].

Акушерская травма является второй по значимости причиной развития ПРД у новорождённых. Её распространённость колеблется в пределах от 1 на 15 000 до 1 на 30 000 рождённых живыми. Анатомическая близость нервных корешков плечевого сплетения (C5–Th1) и диафрагмального нерва (C3–C5) приводит к повышенному риску повреждения плечевого сплетения и диафрагмального нерва при ущемлении плечиков плода после этапа рождения головки (т. н. «shoulder dystocia») во время затруднённых родов [7]. Как правило, чаще поражается правый купол диафрагмы [11].

Ещё одной причиной возникновения ПРД у детей может стать ятрогенное повреждение диафрагмального нерва при катетеризации центральных вен (постановка венозного подключичного или яремного катетеров) [11].

Травматизация *n. phrenicus* в ходе кардиохирургического вмешательства приводит к возникновению в послеоперационном периоде ряда серьёзных дыхательных и гемодинамических проблем [9; 10; 11; 12].

Объясняется это особенностями физиологии внешнего (легочного) дыхания у новорождённых и детей первого года жизни, что, в свою очередь, связано с анатомическими особенностями строения и развития грудной клетки и лёгких ребёнка. Как известно, у новорождённых и детей до трёх лет акт легочного дыхания в основном зависит от участия в нём мышц диафрагмы, которая при брюшном типе дыхания поднимается и опускается, обеспечивая адекватную вентиляцию лёгкого. Поэтому нарушение функционирования диафрагмы, возникающее в неонатальном периоде, будет иметь более серьёзные клинические проявления, чем у детей старше трёх лет.

Доминирующим клиническим симптомом релаксации диафрагмы у детей является тяжёлое нарушение внешнего дыхания, проявляющееся неспецифическими симптомами дыхательной недостаточности с тахипноэ, парадоксальным дыханием, цианозом, укорочением вдоха и усилением работы дыхательной мускулатуры [11].

Важно отметить, что у новорождённых и детей до 1,5 года выраженные расстройства внешнего дыхания и обусловленные этим серьёзные нарушения гемодинамики могут наблюдаться даже при анатомически незначительной релаксации диафрагмы, особенно на фоне сопутствующего ВПС [3; 6; 11]. В случае, если релаксация диафрагмы развивается в послеоперационном периоде после кардиохирургического вмешательства по коррекции ВПС, возникающая при этом дыхательная недостаточность может потребовать проведения длительной, зачастую в «жёстких» режимах, искусственной вентиляции лёгких (ИВЛ). В дальнейшем сохраняющееся из-за некорригированной релаксации диафрагмы нарушение вентиляции лёгкого не позволяет перевести ребёнка с ИВЛ на спонтанное дыхание [9; 12].

Принцип хирургического лечения релаксации диафрагмы заключается в увеличении объёма плевральной полости путём пластики (пликации) диафрагмы для обеспечения адекватной вентиляции лёгкого [1; 6; 11]. По мнению ряда авторов, показанием к хирургическому лечению у детей является наличие инструментально подтверждённых признаков релаксации диафрагмы в сочетании с клиническими симптомами дыхательной недостаточности и гемодинамических нарушений, несущих угрозу жизни ребёнка [1; 3; 6].

Первая успешная пликация диафрагмы у ребёнка была проведена ещё в начале XX века (J. Morley, 1920), а в 90-е годы XX века, в связи с развитием видеоэндоскопической хирургии, в научной литературе начали появляться сообщения о первом опыте торакоскопической френопликации. Так, первое описание торакоскопической пликации диафрагмы (F. Gharagozloo и соавт.) зафиксировано в 1995 году [8]. К настоящему времени эта операция стала стандартом коррекции релаксации диафрагмы. Тем не менее, несмотря на 100-летний опыт использования метода френопликации и почти 30-летний опыт применения для этого малоинвазивной видеоэндоскопической хирургии, проблема рационального способа пластики диафрагмы при её релаксации по-прежнему остаётся дискуссионной. Одна из причин этого – частота развития рецидивов после первичной френопластики, достигающая, по данным различных источников, 27% [8; 9; 12]. Связано это, в том числе, и с многообразием авторских методик френопластики, эффективность которых оценить сложно в связи с тем, что большинство авторов публикаций имеет достаточно небольшое количество наблюдений. Зачастую определение сроков хирургического вмешательства, выбор оперативного доступа и методики френопластики происходит субъективно, основываясь на личных эмпирических предпочтениях хирурга [8; 11].

Развитие малоинвазивных методов хирургического вмешательства и обусловленное этим многообразие авторских методик френопластики требуют проведения новых исследований для определения оптимальной методики операции по коррекции релаксации диафрагмы, а также оценки долгосрочных результатов выполненных хирургических вмешательств.

Цель исследования. Оценить эффективность хирургической коррекции приобретенной релаксации диафрагмы у детей с ВПС, определить оптимальный метод операции для улучшения долгосрочных результатов хирургического лечения пациентов.

Материалы и методы. Проведен ретроспективный анализ медицинских карт стационарных пациентов, перенесших операции по коррекции ВПС на открытом сердце в Республиканском научно-практическом центре детской хирургии Республики Беларусь в период с 01.01.2019 по 31.12.2024 г. Всего выполнен анализ 1917 карт стационарного пациента кардиохирургического профиля. Произведена выборка медицинских карт по следующим критериям: 1) наличие у пациента в анамнезе кардиохирургического вмешательства на открытом сердце; 2) наличие релаксации диафрагмы, как послеоперационного осложнения; 3) наличие у пациента рецидива релаксации диафрагмы. Распределение пациентов по возрастным группам было основано на физиологических особенностях внешнего (легочного) дыхания у детей разных возраст-

ных групп, что, в свою очередь, связано с анатомическими особенностями строения и развития грудной клетки и лёгких ребёнка. Выделены следующие возрастные группы: новорождённые (от 0 до 28 дней), грудные дети и дети в возрасте до 1,5 года (1 месяц – 1,5 года), дети в возрасте от 1,5 до 3 лет, дети в возрасте от 3 до 6 лет и дети старше 6 лет. Возраст учитывался на момент выполнения оперативного вмешательства по коррекции релаксации диафрагмы.

Были изучены: частота развития релаксации диафрагмы после операций по коррекции ВПС, а также частота развития рецидива релаксации после проведенного хирургического вмешательства по её коррекции. Также была изучена связь между методикой операции по устранению релаксации диафрагмы и её рецидивом в послеоперационном периоде.

Результаты и обсуждение. После 1917 открытых операций на открытом сердце в 56 случаях (2,92%) в послеоперационном периоде были отмечены клинические признаки релаксации одного из куполов диафрагмы, потребовавшие выполнения хирургического вмешательства.

В 2018 году в РНПЦ детской хирургии также проводился ретроспективный анализ медицинских карт стационарных пациентов, перенесших операции по коррекции ВПС в Детском кардиохирургическом центре РНПЦ «Кардиология» (с 01.01.2015 г. – ГУ «РНПЦ детской хирургии») Республики Беларусь в период с 01.08.2006 г. по 01.01.2017 г. В результате исследования было выявлено, что частота развития релаксации диафрагмы, потребовавшей выполнения оперативного вмешательства, составила 1,8% [9]. По нашему мнению, рост более чем в 1,5 раза частоты возникновения релаксаций диафрагмы после кардиохирургических операций связан с увеличением в структуре оперативной активности количества сложных этапных вмешательств по коррекции ВПС, а также числа повторных операций на сердце (рестернотомий). Это подтверждается исследованиями Dagan et al. (2006), которые также отмечают увеличение частоты развития релаксации диафрагмы, как осложнения оперативного вмешательства по коррекции ВПС у детей [9]. Объясняется это увеличением в структуре кардиохирургических операций у детей числа сложных операционных вмешательств по коррекции ранее неоперабельных пациентов, начиная с первых дней жизни ребёнка, а также необходимостью проведения неоднократных, этапных операций по коррекции ВПС.

По нашим данным, среднее время после операции по коррекции ВПС до развития первых клинических признаков релаксации диафрагмы составило 10,3 суток (1–61 сутки).

Возрастная структура пациентов, которые нуждались в хирургической коррекции релаксации диафрагмы с 2019 по 2024 г.: новорождённые (от 0 до 28 дней) – 10 пациентов (7,9%), грудные дети и дети в возрасте до 1,5 года (1 месяц – 1,5 года) – 31 ребёнок (55,3%), дети в возрасте от 1,5 до 3 лет – 5 (8,9%), дети в возрасте от 3 до 6 лет – 3 (5,4%), и дети старше 6 лет – 7 (12,5%).

Абсолютное большинство пациентов, нуждавшихся в хирургической коррекции диафрагмы, составляют дети в возрасте от 0 до 1,5 года – 73,2% (41 ребёнок). Это объясняется физиологическими особенностями внешнего (легочного) дыхания у новорождённых и младенцев, что, в свою очередь, связано с анатомическими особенностями строения и развития грудной клетки и лёгких у детей этих возрастных групп. Так называемый «диафрагмальный» тип дыхания является

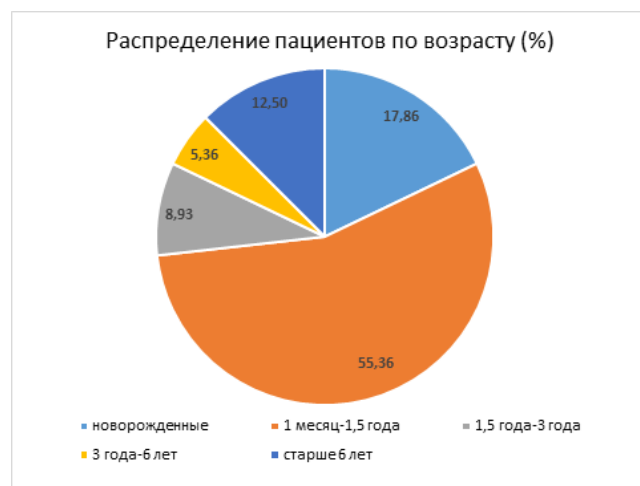


Рис. 2. Структура пациентов по возрасту



Рис. 3. Структура методик пластики диафрагмы

доминирующим у детей первого года жизни, что является критичным для возникновения дыхательной недостаточности при дисфункции диафрагмы. Напротив, дети 7 лет и старше, имеющие преимущественно «грудной» тип дыхания, даже при наличии рентгенологических признаков релаксации диафрагмы могут не иметь никаких клинических симптомов дыхательной недостаточности, а, следовательно, не нуждаться в хирургическом лечении [1; 11]. Таким образом, связанные с возрастом физиологические особенности внешнего (легочного) дыхания являются одним из факторов манифестации релаксации диафрагмы у детей, перенесших хирургическое вмешательство по коррекции ВПС [6].

Коррекция патологии путём малоинвазивного доступа (торакоскопия) являлась методом выбора и была применена в 76,78% случаев (43 вмешательства). Традиционная торакотомия была выполнена 13 пациентам (23,22%).

Пластика диафрагмы выполнялась: одиночными плицирующими швами – у 29 пациентов (51,78%), узловыми плицирующими швами на прокладках – у 6 пациентов (10,71%), «П-образными» швами – у 3 пациентов (5,36%), «П-образными» швами на прокладках – у 3 пациентов (5,36%); по разработанной в клинике РНПЦ детской хирургии методике «якорных» швов было прооперировано 15 детей (26,79%).

Во всех случаях применения нами одиночных плицирующих либо «якорных» швов пластика диафрагмы выполнялась торакоскопически.

После выполненной хирургической коррекции у 8 пациентов (в 14,28% случаев) наблюдался рецидив заболевания, потребовавший выполнения повторной операции. У всех пациентов с рецидивом заболевания первичная операция по коррекции релаксации диафрагмы была выполнена торакоскопически.

В 6 случаях развития рецидива релаксации диафрагмы её пластика была выполнена одиночными плицирующими швами. Это составило 20,7% от всех торакоскопических френопликаций, выполненных одиночными узловыми швами.

В 2 случаях рецидив развился после коррекции по методике «якорных» швов, что составило 13,3% от всех торакоскопических френопликаций, выполненных по данной методике. Тем не менее, учитывая относительно небольшое количество операций, выполненных по методике «якорных» швов, мы не можем на данный момент заявлять о достоверном преимуществе разработанной в РНПЦ детской хирургии методики в сравнении с традиционным способом торакоскопической френопликации плицирующими узловыми швами. Сравнение отдалённых результатов этих двух способов торакоскопической френопластики требует дальнейшего изучения на примере большего числа пациентов.

Нужно отметить, что, по данным литературы, не существует унифицированной методики оперативного вмешательства при релаксации диафрагмы у детей [8; 11; 12]. Также не существует и никаких рекомендаций по лечению релаксации у детей младшего возраста [15]. Объясняется это тем, что большинство авторов имеет достаточно небольшое количество наблюдений. Зачастую определение сроков хирургического вмешательства, выбор оперативного доступа и методики френопластики происходят субъективно, основываясь на личных эмпирических предпочтениях хирурга [8; 11].

Кроме того, в современной литературе нет работ, достоверно описывающих взаимосвязь между хирургическими особенностями проведенной первичной френопластики и вероятностью развития в будущем рецидива релаксации диафрагмы [6; 12]. Практические хирурги находятся в поиске рациональной методики пластики диафрагмы, позволяющей уменьшить вероятность развития рецидива. В научной литературе на обсуждение постоянно выносятся эффективность той или иной методики торакоскопической френопластики. Среди них: методика плицирования диафрагмы с использованием аппаратного шва («эндостеплером») [10], узловые плицирующие швы в сравнении с гофрирующим швом (по типу «гармошки») на заведенной снаружи длинной спинномозговой игле Tuohy [13]; методика плицирующих швов в сравнении с инвагинационной техникой френопластики [14]; методика пластики релаксации путём наложения двойного кисетного шва на диафрагму [15]. Кроме того, имеются сообщения и о других малоинвазивных способах хирургического лечения релаксации диафрагм – лапароскопической робот-ассистированной френопликации [16].

Заключение. Проблема эффективного хирургического лечения релаксации диафрагмы у детей и, как результат, снижения риска возникновения её рецидива остаётся актуальной.

Вопросы выбора методики хирургической коррекции и сроков, в которые она должна быть выполнена с момента выявления патологии, до сих пор являются предметом дискуссии. При

этом не существует единой методики («золотого стандарта») хирургического лечения релаксации диафрагмы у детей, позволяющей минимизировать риск развития в будущем её рецидива.

В современной литературе нет данных о взаимосвязи между видом первично проведенной хирургической коррекции релаксации диафрагмы и вероятностью развития её рецидива. В свою очередь, отсутствие стандартизации методик первичной френопластики при релаксации диафрагмы не позволяет определить наиболее приемлемый способ проведения оперативного вмешательства [6].

Это показывает целесообразность разработки алгоритма хирургического лечения и дальнейшего совершенствования методики оперативного вмешательства у детей с приобретенной релаксацией диафрагмы, позволяющего минимизировать риск развития рецидива [6].

Литература / References

1. Agarwal A.K. and Lone N.A. Diaphragm Eventration // StatPearls Publishing [Электронный ресурс]. 11.08.2024. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560497/#:~:text=Due%20to%20the%20rarity%20of,10> (Дата обращения: 03.05.2025).
2. Lymey Heng [et al.] Congenital diaphragmatic eventration: Should we maintain surgical treatment? A retrospective multicentric cohort study // J. Pediatr. Surg. – 2025. – Vol. 60, iss. 1 – P. 161.
3. Shengliang, Zhao [et al.] Surgical treatment of 125 cases of congenital diaphragmatic eventration in a single institution // BMC Surg. – 2020. – Vol. 20 – P. 270.
4. Boruto, F. A. [et al.] The thoracoscopic treatment of congenital diaphragmatic eventration in children: lessons learned after 15 years of experience // Eur. J. Pediatr. Surg. – 2014. – Vol. 24, iss. 4. – P. 328–331.
5. Suppiah, A. [et al.] Temporal patterns of hiatus hernia recurrence and hiatal failure: quality of life and recurrence after revision surgery // Diseases of the esophagus: official journal of the International Society for Diseases of the Esophagus. – 2017. – Vol. 30, iss. 4. – P. 1–8.
6. Charles D. Fraser III [et al.] Diaphragm Paralysis After Pediatric Cardiac Surgery: An STS Congenital Heart Surgery Database Study // Ann. Thorac. Surg. – 2021. – Vol. 112. – P. 139–146.
7. Matthew S. Clifton and Mark L. Wulkan Congenital Diaphragmatic Hernia and Diaphragmatic Eventration // Clinics in Perinatology – 2017. – Vol. 44, iss. 4. – P. 773–779.
8. Паршин В.Д. Хирургия релаксации диафрагмы / В.Д. Паршин, М.А. Хетагуров // Хирургия, № 3, 2018. Выпуск 2. – С. 4–14.
9. Свирский А.А. [и др.] Причины рецидива релаксации диафрагмы после кардиохирургических операций у детей / А.А. Свирский [и др.] // Pediatric Surgery. Ukraine. – 2018. – Vol. 3, iss. 60. – P. 11–17.
10. Takahiro Uchida [et al.] Diaphragmatic plication for iatrogenic respiratory insufficiency after cardiothoracic surgery // J. Thorac. Dis. – 2019. – Vol. 11, iss. 9. – P. 3704–3711.
11. Gerard-Castaing, N. [et al.] Diaphragmatic paralysis in young children: A literature review // Pediatric Pulmonology. – 2019. – P. 1–7.
12. Свирский А.А. Изучение критериев риска развития рецидива релаксации диафрагмы у детей после кардиохирургических вмешательств / А.А. Свирский, И.Д. Замотин, Н.С. Житкова. Молодежный сборник научных статей «Научные стремления». – Выпуск № 22, 2017. – С. 78–80.
13. Bawazir O.A. and Banaja A.M. Thoracoscopic repair of diaphragmatic eventration in children: a comparison of two repair techniques // Journal of Pediatric Surgery. – 2019. – Vol. 55, iss. 6. – P. 1152–1156.
14. Kim D.H. [et al.] Is the plicating technique superior to the invaginating technique for plication of diaphragmatic eventration in infants? // Journal of Pediatric Surgery. – 2020. – Vol. 56, iss. 5. – P. 995–999.
15. Parlak A. [et al.] Double purse-string suturing: an easy plication technique in thoracoscopic repair of diaphragmatic eventration // J. Pediatr. Surg. – 2020. – Vol. 55, iss. 5. – P. 967–971.
16. Eitan Podgaetz [et al.] To Sink the Lifted: Selection, Technique, and Result of Laparoscopic Diaphragmatic Plication for Paralysis or Eventration // Thorac. Cardiovasc. Surg. – 2016. – Vol. 64, iss. 08. – P. 631–640.