

Е. А. Алесин<sup>2</sup>, Ю. Г. Дегтярёв<sup>2</sup>, А. М. Махлин<sup>1</sup>, Ю. И. Линник<sup>1</sup>

## **ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ РЕЛАКСАЦИИ ДИАФРАГМЫ У ДЕТЕЙ: ПАТОФИЗИОЛОГИЯ, КЛИНИКА, ЛЕЧЕНИЕ**

Республиканский научно-практический центр детской хирургии<sup>1</sup>  
УО «Белорусский государственный медицинский университет»<sup>2</sup>

*В статье проведен литературный обзор, посвященный анатомии, физиологии, диагностике и лечению релаксации диафрагмы у детей. Различают врождённый и приобретенный варианты патологии. Причиной развития врождённой релаксации диафрагмы является нарушение формирования её мышечного слоя. Основной причиной приобретенной релаксации диафрагмы является повреждение диафрагмального нерва во время проведения операций по коррекции врождённых пороков сердца (ВПС), при родовой травме или при катетеризации центральных вен. Травмы диафрагмального нерва, сопровождающиеся релаксацией диафрагмы, отмечаются после кардиохирургических операций с частотой от 0,3 % до 12,8 %. Частота вышеуказанного осложнения в РНПЦ детской хирургии Республики Беларусь составила: в 2021 году – 2,54 %; в 2022 году – 2,94 %; в 2023 году – 3,16 %. Рост числа релаксаций диафрагмы после кардиохирургических операций связан с увеличением в структуре оперативной активности количества сложных операций, а также числа повторных операций на сердце (рестернотомий).*

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

*E. A. Alesin, Yu. G. Degtyarev, A. M. Makhlin, Yu. I. Linnik*

## **THE MAIN ASPECTS OF DIAPHRAGM EVENTRATION IN CHILDREN: PATHOPHYSIOLOGY, CLINIC, TREATMENT**

*The article provides a literature review on the anatomy, physiology, diagnosis and treatment of diaphragm eventration in children. There are congenital and acquired variants of pathology. The reason of congenital eventration development is a malformation of its muscle layer. The main reasons of obtained diaphragmatic eventration in children are damage of the phrenic nerve during surgical correction of congenital heart defects (CHD), birth trauma or catheterization of central veins. Injuries of the phrenic nerve, accompanied by diaphragm eventration, are registered after cardiac surgery with a 0.3 % to 12.8 % rate. The frequency of this complication in the Republican Scientific and Practical Center of Pediatric Surgery (Belarus) was 2.54 % in 2021; 2.94 % in 2022; 3.16 % in 2023. The increase in the diaphragm eventration number after cardiac surgery is associated with an increase in the complex surgeries number in the structure of surgical activity, as well as the number of repeated heart operations (resternotomies).*

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

**Р**елаксация диафрагмы – стойкое, постоянно сохраняющееся, высокое стояние диафрагмы (чаще одного из куполов) без нарушения её анатомической целостности. Важно отметить, что при этом фиксация диафрагмы к анатомическим структурам не нарушена.

Первое описание релаксации диафрагмы, как случайной находки при аутопсии, было сде-

лано в 1774 г. французским хирургом и анатомом Жаном Луи Пти (J. Petit). Термин «релаксация диафрагмы» был предложен в 1906 г. S. Wieting [1, 2, 4]. Наряду с термином «релаксация диафрагмы» встречаются и другие, описывающие данную аномалию: «эвентрация диафрагмы», «паралич диафрагмы», «мегафрения». В русскоязычной литературе наибольшее рас-

пространение получил термин «релаксация диафрагмы» (Б. В. Петровский, 1966). В англоязычной литературе принято использовать термины «паралич диафрагмы» «diaphragmatic paralysis» или «эвентрация диафрагмы» «diaphragm eventration».

Цель данного обзора – обобщить современные знания об эпидемиологии, этиологии, механизмах развития, методах диагностики и хирургического лечения релаксации диафрагмы у детей.

### Этиология и патогенез

Выделяют врождённую и приобретённую релаксацию диафрагмы. Врождённая релаксация диафрагмы (ВРД) возникает как результат внутриутробного нарушения формирования плевроперитонеальной мембраны [4, 5]. Анатомически это проявляется врождённой гипоплазией мышц диафрагмы – нарушением миотизации правого или левого куполов диафрагмы с частичной или полной заменой мышц диафрагмы фиброэластической тканью при сохранении прикрепления диафрагмы к грудины, рёбрам и поясничному отделу позвоночника. В результате этого диафрагма имеет в своей структуре очень небольшое количество поперечнополосатых мышечных волокон и представляет собой перегородку из соединительной ткани, не способную к сокращению и выполнению своей функции [4, 6]. Частота ВРД составляет 0,02–0,07 на 1000 новорождённых. Преимущественно, в 60–80 % случаев, заболевание отмечается у мальчиков [4, 5].

Некоторые исследователи относят врождённую релаксацию к 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 [3]. Релаксация имеет иную морфологическую структуру, при которой сохранена анатомическая целостность диафрагмы, т. е. между серозными оболочками сохранён мышечный слой диафрагмы [2, 3].

Учитывая крайнюю редкость ВРД, далее в данном обзоре будет рассматриваться приобретенная релаксация диафрагмы у детей.

Основной причиной приобретенной релаксации диафрагмы (ПРД) у детей является повреждение диафрагмального нерва во время оперативной коррекции врождённых пороков сердца (ВПС); при родовой травме или же при ка-

тетеризации центральных вен [3, 7, 9]. И здесь огромную роль играют варианты анатомической траектории прохождения диафрагмальных нервов на шее, в средостении и по самой диафрагме, делающие их уязвимыми для повреждений (рисунок 1).

Травматическое повреждение диафрагмального нерва во время операции является одним из наиболее распространённых осложнений после хирургической коррекции ВПС у детей. По данным некоторых авторов, частота возникновения этого осложнения составляет от 0,3 % до 12,8 % [7, 9, 10].

Повреждение диафрагмального нерва при кардиохирургических вмешательствах при «открытых» операциях является следствием повреждения его хирургическим инструментом или электрохирургической коагуляцией. Кроме того, возможны: гипотермическое повреждение нерва после наружного охлаждения сердца внутри перикарда, или же ишемия нерва, как результат нарушения его кровоснабжения при термическом повреждении внутренней грудной артерии [1].

Согласно Akaу et al., хирургическая коррекция тетрады Фалло является вмешательством, наиболее часто сопровождающимся развитием послеоперационной релаксации диафрагмы. На втором месте – формирование межсистемного аортолёгочного анастомоза по Blalock-Taussig. Далее по частоте следуют: пластика дефекта межжелудочковой перегородки и операция по коррекции транспозиции магистральных сосудов [7]. Следует отметить, что в вышеуказанном исследовании не приведены данные о том, являлись ли эти кардиохирургические вмешательства первичными, либо представляли собой повторные операции в ходе этапной коррекции врождённых пороков сердца. С нашей точки зрения именно повторные вмешательства по коррекции врождённых пороков сердца характеризуются большим риском повреждения диафрагмального нерва и развития ПРД вследствие необходимости выполнения кардиолиза на фоне спаечного процесса в грудной клетке.

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

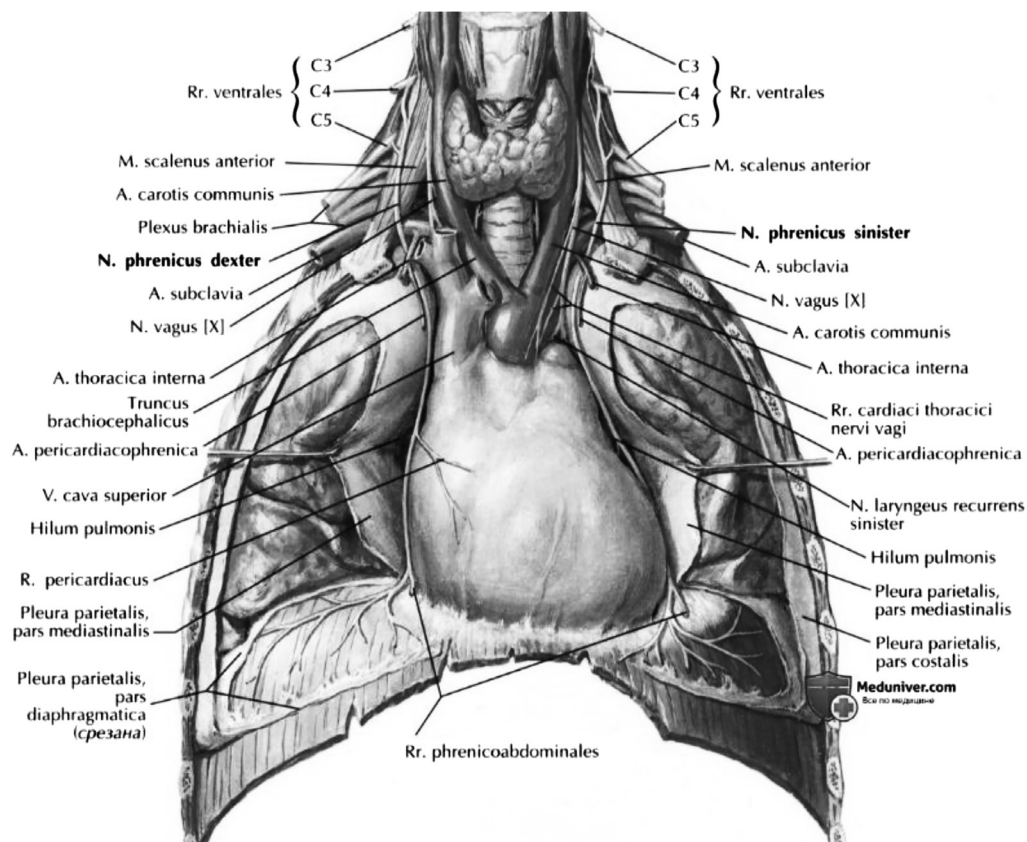


Рисунок 1. Анатомия диафрагмальных нервов (по Meduniver.com)

плечиков плода после этапа рождения головки (т. н. “shoulder dystocia”) во время затруднённых родов. Как правило, чаще поражается правый купол диафрагмы [9].

В качестве другой причины ПРД у детей указывается ятрогенное повреждение диафрагмального нерва при катетеризации центральных вен (постановка венозного подключичного или яремного катетеров) [9].

### Физиология диафрагмы в зависимости от возраста

Травматизация *n. phrenicus* в ходе кардиохирургической операции приводит к возникновению в послеоперационном периоде ряда серьёзных дыхательных и гемодинамических проблем, несущих угрозу для ребёнка. Диафрагмальное дыхание является доминирующим у детей первого года жизни, что является критичным для возникновения дыхательной недостаточности при дисфункции диафрагмы.

### Патофизиология релаксации диафрагмы у детей младшей возрастной группы

Учитывая особенности физиологии дыхания новорождённых и детей первого года жизни, нарушение функционирования диафрагмы, возни-

кающее в неонатальном периоде, будет иметь более серьёзные клинические проявления, чем у детей старше трёх лет. Как рассматривалось выше, 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.

Релаксация диафрагмы приводит к уменьшению объёма плевральной полости на стороне поражения. Это вызывает сдавление лёгкого на поражённой стороне, приводящее к его компрессионному ателектазу (коллабированию), нарушающему вентиляцию лёгкого.

На стороне повреждения парализованная диафрагма не может сопротивляться отрицательному внутриплевральному давлению, и при вдохе совершает движения в противоположную сторону (т. н. «парадоксальные движения»), тем самым, не обеспечивая вентиляции лёгкого поражённой стороны [7]. Вследствие уменьшения объёма плевральной полости, а также из-за анатомических особенностей средостения у новорождённых и детей до 3 лет (высокая подвижность средостения), при релаксации купола диафрагмы оно достаточно легко смещается на вдохе в противоположную сторону. Как

результат смещения средостения в противоположную сторону возникает ряд патологических состояний, включающих в себя: перераспределение легочного кровотока, вентиляционно-перфузионные нарушения и, как следствие, коллапс альвеол и развитие ателектаза [1].

#### *Клиническая картина*

Ведущим 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 [9].

Следует отметить, что у новорождённых и детей до 1,5 лет выраженные расстройства внешнего дыхания и обусловленные этим серьёзные нарушения гемодинамики могут наблюдаться даже при анатомически незначительной релаксации диафрагмы, особенно на фоне ВПС [4, 9]. Возникшая из-за нарушения вентиляции лёгкого дыхательная недостаточность может потребовать проведения длительной, зачастую в «жестких» режимах, искусственной вентиляции лёгких (ИВЛ) в послеоперационном периоде, а развившаяся из-за релаксации диафрагмы дыхательная недостаточность не позволяет перевести ребёнка с ИВЛ на спонтанное дыхание и может приводить к неблагоприятному исходу [7, 10].

#### *Диагностика*

Рентгенография и рентгеноскопия органов грудной клетки в прямой проекции являются достаточно простыми и эффективными исследованиями, позволяющими верифицировать диагноз [1, 3, 9]. Рентгенографически релаксация диафрагмы проявляется высоким стоянием купола диафрагмы на стороне поражения, что является весьма показательным признаком для данной патологии. Некоторые авторы в качестве критериев указывают подъём правого купола диафрагмы на два межреберья выше левого или, если левый купол стоит на один межреберный промежуток выше правого [9].

Рентгеноскопия, в сравнении с рентгенографией, позволяет выявить гипокинезию или акинезию диафрагмы, обеспечить динамическую визуализацию степени релаксации диафрагмы, а также обнаружить важный патогномичный признак релаксации диафрагмы – наличие симптома «коромысла» (Welch, 1986 и др.). При дыхании релаксированный купол диафрагмы совер-

шает парадоксальные движения (в противоположную сторону) – подъём на вдохе и опускание на выдохе [3]. Это происходит в результате того, что при вдохе сокращение и опускание непоражённой диафрагмы смещает средостение здоровой стороны, создавая впечатление «парадоксального» подъёма парализованной диафрагмы во время вдоха. При этом амплитуда дыхательных движений ограничена [1, 9].

До появления метода ультразвуковой диагностики (УЗИ), рентгеноскопия считалась «золотым стандартом» при верифицировании диагноза релаксации диафрагмы. Однако, в настоящее время, некоторые авторы указывают, что УЗИ диафрагмы является диагностическим методом, эквивалентным, если не превосходящим рентгеноскопию. Среди достоинств метода они указывают отсутствие ионизирующего излучения и возможность проведения исследования прямо у постели пациента [3, 9].

#### **Материалы и методы**

Проведен ретроспективный анализ медицинских карт стационарных пациентов, перенесших первичные 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. Определено количество и изучены причины послеоперационных осложнений, приведших к релаксации диафрагмы после кардиохирургических операций.

#### **Результаты и обсуждение**

В результате исследования было выявлено, что после 6325 открытых операций на сердце ПРД одного из куполов диафрагмы развилась в 120 (1,8 %) случаях [7]. Частота данного осложнения в 2021 году составила 2,54 %; в 2022 году – 2,94 %; в 2023 году – 3,16 %. 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 операций, а также числа повторных операций на сердце (рестернотомий). Полученные данные подтверждаются исследованиями Dagan et al., которые так же отмечают увеличение частоты развития ПРД, как осложнения оперативного вмешательства по коррекции ВПС у детей, несмотря на совершенствование методик операций и техники выполнения оперативных вмешательств [8]. Объяс-

няется это увеличением в настоящее время общего числа кардиохирургических операций у детей, возможностью коррекции ранее неоперабельных пациентов начиная с первых дней жизни ребёнка, а также необходимостью проведения неоднократных, этапных операций по коррекции ВПС.

Принцип хирургического лечения релаксации диафрагмы заключается в увеличении объёма плевральной полости путём пластики диафрагмы для адекватной вентиляции лёгкого [3, 9]. 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 [4].

Так, в группу детей, которым требуется хирургическое вмешательство по коррекции релаксации диафрагмы, относят пациентов, у которых имеется смещение диафрагмы вверх на 2 или более межреберья по сравнению с её нормальным положением в сочетании с одним или более факторов или симптомов:

- стойкая гипоксемия с выраженной кислородозависимостью;
- необходимость проведения длительной искусственной вентиляции лёгких (ИВЛ) в послеоперационном периоде, а также отсутствие возможности перевода ребёнка с ИВЛ на спонтанное дыхание;
- наличие симптомов дыхательной недостаточности: тахипноэ, участие вспомогательной мускулатуры в акте дыхания, втяжение податливых мест грудной клетки и др.;
- рецидивирующие легочные инфекции [4, 11].

До эпохи развития малоинвазивных видеоэндоскопических хирургических вмешательств традиционным методом лечения релаксации диафрагмы являлась пликация (гофрирование) диафрагмы или формирование её дубликатур, выполняемые путём лапаротомии или торакотомии, либо комбинированным торакоабдоминальным доступом.

Сама идея пластики диафрагмы путём резекции её фрагмента и одновременного создания дубликатуры принадлежит Н. Wood. Первым на практике её смог реализовать J. Morley, сообщивший в 1920 году об успешно проведенной операции по коррекции релаксации диафрагмы у 12-летней девочки. Торакотомным доступом

была выполнена резекция участка диафрагмы с последующим сшиванием её краёв [1].

В числе первых, кто также выполнил оперативное вмешательство по поводу релаксации диафрагмы были: W. Lerche, в 1921 году выполнивший операцию абдоминальным доступом (левосторонний параректальный доступ) и P. Duval, прооперировавший пациента в 1922 году с использованием торакоабдоминального доступа [2].

В последующие десятилетия XX века для операций на диафрагме хирургами применялись все 3 вида вышеперечисленных оперативных доступов, однако, по причине большей травматичности, торакоабдоминальный доступ использовался реже. Таким образом, к 1960-м годам в мире был накоплен значительный практический опыт оперативных вмешательств при релаксации диафрагмы, при этом были апробированы различные способы оперативного доступа к диафрагме и методы хирургического лечения [2]. Тем не менее, к 1980-м годам наибольшую популярность (из-за своей простоты) получил предложенный ещё в начале XX века метод пликации диафрагмы. 5- и 10-летние отдалённые результаты таких операций, проведенных в 80-годах XX века, опубликованные D. Graham и соавт. в 1990 г. и S. Higgs и соавт. в 2002 г. свидетельствуют об эффективности и надёжности трансторакальной френопликации. В обоих исследованиях было указано, что все оперативные вмешательства были осуществлены через торакотомный доступ, а пликация диафрагмы выполнялась путём формирования гофрирующих складок нерассасывающимся шовным материалом. Для предотвращения прорезывания из-за сильного натяжения швов на диафрагме при прошивании её крайних складок (плик) использовались тефлоновые (PTFE) прокладки [2].

В 90-е годы XX века, в связи с развитием видеоэндоскопической хирургии, в научной литературе начали появляться сообщения о единичных случаях торакоскопической френопликации диафрагмы. Так, первое описание торакоскопической пликации диафрагмы (F. Gharagozloo и соавт.) зафиксировано в 1995 году [1, 3]. Но, уже в начале XXI века появляются сообщения, демонстрирующие хорошие непосредственные и отдалённые результаты торакоскопической френопликации. Свой опыт многослойной пликации диафрагмы непрерывными нерассасывающимися швами без применения прокла-

док приводят J. Mougoix и соавт. (2005 г.) [2]. R. Freeman и соавт. (2006 и 2009 гг.) публикуют опыт френопликации у 41 пациента, у 30 из которых было выполнено гофрирование диафрагмы П-образным швами через торакоскопический доступ, а у 11 пациентов френопликация была выполнена путём традиционной торакотомии [1, 2].

На постсоветском пространстве значительным опытом видеоэндоскопических операций на диафрагме у детей обладает А. Ю. Разумовский. В 2010 г. он с соавт. сообщили о 12 случаях торакоскопической френопластики при релаксации диафрагмы. При этом, у одного ребёнка возник рецидив заболевания, потребовавший повторной операции, которая также была выполнена торакоскопически [3].

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 27 %, по данным различных источников [1, 7, 9, 10].

По данным ГУ «РНПЦ детской хирургии» Республики Беларусь (2018 г.) частота рецидива ПРД составила 10 %. Однако, надо учесть, что у подавляющего числа пациентов (в 84 % случаев), приведенных в данном исследовании, рецидив релаксации развился после первичного плицирования диафрагмы, выполненного через торакотомный доступ. При этом, в 87,9 % случаев первичная френопластика также выполнялась путём торакотомии [10].

Современных сообщений, содержащих объективные данные, касательно частоты и причин развития рецидива релаксации диафрагмы у детей после видеоэндоскопической френопластики при ПРД, на данный момент нами обнаружено не было.

Нужно отметить, что по данным литературы, на сегодняшний день ни в Республике Беларусь, ни в странах ближнего и дальнего зарубежья не имеется единого подхода к тактике лечения детей с релаксацией диафрагмы [1, 9, 10]. Не существует никаких рекомендаций по лечению релаксации у детей младшего возраста [15]. Не имеется и унифицированной методики оперативного вмешательства при релаксации диафрагмы у детей. Объясняется это тем, что боль-

шинство авторов имеет достаточно небольшое количество наблюдений. Зачастую, определение сроков хирургического вмешательства, выбор оперативного доступа и методики френопластики происходит субъективно, основываясь на личных эмпирических предпочтениях хирурга [1, 9].

Кроме того, в современной литературе нет работ, достоверно описывающих взаимосвязь между хирургическими особенностями проведенной первичной френопластики и вероятностью развития в будущем рецидива релаксации диафрагмы [10]. Практические хирурги находятся в постоянном поиске рациональной методики пластики релаксации диафрагмы, позволяющей уменьшить вероятность развития рецидива релаксации.

В научной литературе на обсуждение хирургической общественности выносятся эффективность следующих методик френопластики у детей: узловые плицирующие швы в сравнении с гофрирующим швом (по типу «гармошки») на заведенной снаружи длинной спинномозговой игле Tuohy [12]; методика плицирующих швов в сравнении с инвагинационной техникой френопластики [13]; методика пластики релаксации путём наложения двойного кисетного шва на диафрагму [11], а также и другие способы френопластики.

Проблема эффективного хирургического лечения релаксации диафрагмы у детей и, как результат, снижения риска возникновения её рецидива, до настоящего времени остается актуальной. Взгляды хирургов на тактику лечения и способ хирургического лечения остаются противоречивыми. Во многом это связано с малым количеством публикуемых авторами наблюдений.

Вопросы выбора оперативного доступа, 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 («золотого стандарта») хирургического лечения релаксации диафрагмы у детей, позволяющего минимизировать риск развития в будущем её рецидива. Выбор варианта оперативного доступа и способа френопластики зачастую основывается на субъективных критериях. В современной литературе нет описаний взаимосвязи между видом первично-проведенной хирургической коррекции релаксации диафрагмы и вероятностью развития её

рецидива. В свою очередь, отсутствие в детской хирургии стандартизации методик первичной френопластики при релаксации диафрагмы не позволяет определить наиболее приемлемый способ проведения оперативного вмешательства.

Для профилактики рецидива релаксации диафрагмы у детей актуально проведение специального исследования для выработки алгоритма хирургического лечения релаксации. По результатам исследования должны быть указаны оптимальные сроки лечения патологии от момента её манифестирования, а также оптимальная методика оперативного вмешательства, позволяющие минимизировать риск развития рецидива.

### Литература

1. Паршин, В. Д. Хирургия релаксации диафрагмы / В. Д. Паршин, М. А. Хетагуров // Хирургия. – 2018. – Вып. 2, № 3. – С. 4–14.
2. Григорчук, А. Ю. Хирургия релаксации диафрагмы: со времен Б. В. Петровского до наших дней / А. Ю. Григорчук, Д. В. Базаров, М. А. Выжигина, А. А. Кавочкин, Д. Г. Кабаков // Хирургия. – 2018. – № 7. – С. 60–66.
3. Разумовский, А. Ю. Эндоскопические операции в торакальной хирургии детского возраста / А. Ю. Разумовский, З. Б. Митупов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 304 с.
4. Shengliang, Zhao et al. Surgical treatment of 125 cases of congenital diaphragmatic eventration in a single institution // BMC Surg. – 2020. – Vol. 20. – P. 270.
5. Borruto, 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.
6. 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.
7. Свирский, А. А. 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.
8. Dagan, O. et al. Bilateral diaphragm paralysis following cardiac surgery in children: 10 year's experience // Intensive Care Med. – 2006. – Vol. 32. – P. 1222–1226.
9. Gerard-Castaing, N. et al. Diaphragmatic paralysis in young children: A literature review // Pediatric Pulmonology. – 2019. – P. 1–7.
10. 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». – 2017. – № 22. – С. 78–80.
11. Parlak, A. et al. Double purse-string suturing: an easy plication technique in thoracoscopic repair of dia-

phragmatic eventration // J. Pediatr. Surg. – 2020. – Vol. 55, iss. 5. – P. 967–971.

12. 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.

13. Kim, D. H. [et al.] Is the pleating 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.

### References

1. Parshin, V. D. Hirurgiya relaksacii diafragmy / V. D. Parshin, M. A. Hetagurov // Hirurgiya. – 2018. – Vyp. 2, № 3. – S. 4–14.
2. Grigorchuk, A. Yu. Hirurgiya relaksacii diafragmy: so vremen B. V. Petrovskogo do nashih dnei / A. Yu. Grigorchuk, D. V. Bazarov, M. A. Vyzhigina, A. A. Kavochkin, D. G. Kabakov // Hirurgiya. – 2018. – № 7. – S. 60–66.
3. Razumovskij, A. Yu. Endoskopicheskie operacii v torakal'noj hirurgii detskogo vozrasta / A. Yu. Razumovskij, Z. B. Mitupov. – M.: GEOTAR-Media, 2010. – 304 s.
4. Shengliang, Zhao [et al.] Surgical treatment of 125 cases of congenital diaphragmatic eventration in a single institution // BMC Surg. – 2020. – Vol. 20. – P. 270.
5. Borruto, 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.
6. 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.
7. Svirskij, A. A. Prichiny recidiva relaksacii diafragmy posle kardiohirurgicheskikh operacij u detej / A. A. Svirskij [et al.] // Pediatric Surgery. Ukraine. – 2018. – Vol. 3, iss. 60. – P. 11–17.
8. Dagan, O. et al. Bilateral diaphragm paralysis following cardiac surgery in children: 10 year's experience // Intensive Care Med. – 2006. – Vol. 32. – P. 1222–1226.
9. Gerard-Castaing, N. et al. Diaphragmatic paralysis in young children: A literature review // Pediatric Pulmonology. – 2019. – P. 1–7.
10. Svirskij, A. A. Izuchenie kriteriev riska razvitiya recidiva relaksacii diafragmy u detej posle kardiohirurgicheskikh vmeshatel'stv / A. A. Svirskij, I. D. Zamotin, N. S. Zhitkova N. S. – Molodezhnyj sbornik nauchnyh statej «Nauchnye stremleniya». – 2017. – Vyp. 22. – S. 78–80.
11. 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.
12. 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.
13. Kim, D. H. et al. Is the pleating 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.

Поступила 15.07.2024 г.