

ПРИМЕНЕНИЕ ИМПЛАНТОВ В КОРРЕКЦИИ ДИАФРАГМАЛЬНОЙ ГРЫЖИ У НОВОРОЖДЕННЫХ

А. Ю. Разумовский^{1,2}, О. Г. Мокрушина^{1,3}✉, В. С. Шумихин^{1,3}, Н. Ф. Щапов^{1,3}, Л. В. Петрова^{1,3}

¹ Кафедра детской хирургии, педиатрический факультет, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Москва

² Отделение торакальной хирургии, Детская городская клиническая больница № 13 имени Н. Ф. Филатова, Москва

³ Отделение хирургии новорожденных, Детская городская клиническая больница № 13 имени Н. Ф. Филатова, Москва

Врожденная диафрагмальная грыжа (ВДГ) — патология, которая требует обязательной хирургической коррекции. При значительных дефектах диафрагмы, например аплазии ее купола, зачастую возникает необходимость в использовании имплантационных материалов. До сих пор нет единой точки зрения по вопросу выбора импланта. В статье представлены результаты сравнительного анализа лечения новорожденных ($n = 40$) с левосторонней ложной ВДГ. Всем пациентам была выполнена торакоскопическая пластика купола диафрагмы. По типу использованного имплантационного материала детей разделили на две группы: для первой ($n = 16$) применяли синтетические импланты «Экофлон» («НПК "Экофлон"», Россия), для второй ($n = 24$) — биологические импланты Permacol (Tissue Science Laboratories, Великобритания). Результаты исследования показали преимущества биологического импланта: время операции при его использовании было меньше (106 мин против 144 мин при использовании «Экофлона», $p < 0,05$); число рецидивов — также меньше (28 % против 54 %, однако $p > 0,05$); случаев отторжения импланта не было (при использовании «Экофлона» у двух пациентов началось воспаление, $p < 0,05$).

Ключевые слова: новорожденные, врожденная диафрагмальная грыжа, торакоскопия, имплант, имплантационный материал, «Экофлон», Permacol

✉ Для корреспонденции: Мокрушина Ольга Геннадьевна
ул. Островитянова, д. 1, г. Москва, 117997; mokrushina@yandex.ru

Статья получена: 18.10.2016 Статья принята в печать: 25.10.2016

THE USE OF IMPLANTS FOR SURGICAL TREATMENT OF CONGENITAL DIAPHRAGMATIC HERNIA IN NEWBORNS

Razumovskiy AY^{1,2}, Mokrushina OG^{1,3}✉, Shumikhin VS^{1,3}, Schapov NF^{1,3}, Petrova LV^{1,3}

¹ Department of Pediatric Surgery, Pediatric Faculty, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

² Department of Thoracic Surgery, N. F. Filatov Pediatric City Hospital No. 13, Moscow, Russia

³ Department of Neonatal Surgery, N. F. Filatov Pediatric City Hospital No. 13, Moscow, Russia

Congenital diaphragmatic hernia (CDH) is an absolute indication for surgical treatment. In case of extensive defects of the diaphragm, such as diaphragmatic aplasia, the use of implants is required. So far, there is no unanimous opinion on the type of the implant. The article presents a comparative analysis of treatment of 40 newborns with left pseudo-CDH. All patients received thoracoscopic repair of the diaphragmatic cupula. The patients were divided into two groups according to the type of the implant: 16 newborns received Ecoflon synthetic implants (Ecoflon Scientific and Production Complex, Russia) and 24 newborns received Permacol biologic implants (Tissue Science Laboratories, UK). The study demonstrated the advantage of the biologic implant over the synthetic one: the surgery took less time (106 minutes compared to 144 minutes with Ecoflon, $p < 0.05$); relapses were also more rare (28 % and 54 %, respectively; however, p was > 0.05); no implant rejection was observed (with Ecoflon, two patients responded with inflammation, $p < 0.05$).

Keywords: newborns, congenital diaphragmatic hernia, thoracoscopy, implant, implant materials, Ecoflon, Permacol

✉ Correspondence should be addressed: Olga Mokrushina
ul. Ostrovityanova, d. 1, Moscow, Russia, 117997; mokrushina@yandex.ru

Received: 18.10.2016 Accepted: 25.10.2016

Врожденная диафрагмальная грыжа (ВДГ) относится к порокам развития, не совместимым с жизнью, если не осуществляется его хирургическая коррекция. В практику внедряются видеооборудование и новый инструментарий для более эффективной диагностики и лечения патологий

у новорожденных с низкой массой тела и малым объемом грудной клетки, расширяются возможности мини-инвазивных хирургических вмешательств, и все же многие вопросы лечения ВДГ остаются нерешенными: критерии выбора метода оперативного вмешательства, показания

к эндоскопической операции и техника ее выполнения, особенно при большом дефекте диафрагмы, выбор имплантируемого материала при нехватке собственных тканей ребенка. Зачастую достоверные выводы по каждому из перечисленных аспектов можно сделать только на основании многолетнего опыта лечения данной патологии в условиях одной клиники.

Задача хирургического вмешательства при ВДГ заключается в закрытии дефекта диафрагмы путем сближения его краев и наложения отдельных узловых швов. Сложность возникает при значительных размерах дефекта, например при аплазии купола диафрагмы, когда даже после тщательной мобилизации заднего отдела не удается сблизить края и нужно использовать импланты [1–8]. В исследовании [9] выживаемость детей после операции при аплазии диафрагмы составила 57 %, а при небольших дефектах — 95 %.

Мы проанализировали частоту применения имплантационных материалов различных типов при первичной пластике аплазии купола диафрагмы у детей по данным нескольких исследований [3, 4, 6, 8] и выяснили, что чаще всего используются синтетические нерассасывающиеся материалы, затем — биологические и композитные нерассасывающиеся материалы. В целом более высокая частота рецидивов характерна для биологических имплантов (около 30 % случаев), хотя значение этого показателя для имплантов двух других типов отличается незначительно (около 26 %) — гораздо весомее различия между имплантами разных производителей [5, 9, 13].

Целью нашего исследования являлось сравнительное изучение эффективности использования синтетического импланта «Экофлон» («НПК "Экофлон"», Россия) и биологического импланта Permacol (Tissue Science Laboratories, Великобритания) при коррекции врожденной диафрагмальной грыжи у новорожденных.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследование включили 40 новорожденных с левосторонней ложной врожденной диафрагмальной грыжей из числа пациентов Детской городской клинической больницы № 13 имени Н. Ф. Филатова (Москва), поступивших на лечение в 2008–2015 гг. Всем детям была выполнена торакоскопическая пластика купола диафрагмы с использованием имплантационных материалов. В зависимости от типа материала новорожденные были поделены на две группы: в первую включили 16 детей, прооперированных с «Экофлоном», во вторую — 24 ребенка, прооперированных с Permacol. Все дети были доношенными, со средней массой тела более 3 кг. Подробно группы охарактеризо-

ваны в табл. 1. Статистически достоверных межгрупповых отличий не выявили. Сопутствующими патологиями являлись в основном врожденные пороки сердца и генетически обусловленные синдромы (синдром Эдвардса в трех случаях и синдром Патау — в одном) у одного пациента второй группы — внелегочная секвестрация.

Всем детям выполнили торакоскопическую пластику купола диафрагмы. Оперативное вмешательство производили после стабилизации общего состояния новорожденного.

Пациента размещали на операционном столе в положении «на правом боку» поперек стола. Хирург и ассистент располагались у головы пациента, монитор — напротив. Пластику диафрагмы выполняли с использованием трех троакаров (инструменты диаметром 3 и 4 мм). Давление CO_2 в плевральной полости поддерживали на уровне 3–7 мм. рт. ст., поток — на уровне 1–2 л/мин. Троакары устанавливали по следующим точкам: для ввода эндоскопа — третье межреберье по средней подмышечной линии; для ввода инструментов — третье или четвертое межреберье по задней подмышечной линии и третье межреберье — по передней подмышечной линии. После ревизии плевральной полости последовательно низводили органы в брюшную полость. Края диафрагмы мобилизовали по периметру дефекта, проводили тщательную мобилизацию задней губы от верхнего полюса левой почки и забрюшинного пространства. После сопоставления мышечных валиков диафрагмы накладывали отдельные узловы швы без натяжения. Из имплантационного материала формировали заплату, соответствовавшую размерам дефекта. Оперативное вмешательство во всех случаях завершали дренированием плевральной полости. В послеоперационном периоде всем детям проводили продленную искусственную вентиляцию легких (ИВЛ) до нормализации кардиореспираторного статуса и восстановления самостоятельного дыхания.

При выборе имплантационных материалов учитывали некоторые требования к ним: материал должен был быть прочным и эластичным, способным к моделированию, устойчивым к воздействию жидкостных сред организма и инфекциям, ареактивным, гипоаллергенным, неканцерогенным.

Российский синтетический материал «Экофлон» (рис. 1) впервые был применен в 2008 г. при торакоскопическом доступе для пластики обширных дефектов диафрагмы. Материал создан на основе политетрафторэтилена, для него характерна особая узелково-фибрилярная структура со значительной пористостью (до 90 %). Протезы из него обладают доступностью, гибкостью, эластичностью, устойчивостью к изгибу и скручиванию, а также внешнему сдавливанию в неблагоприятных анатомических условиях. Имеются две функционально различные

Таблица 1. Сравнительная характеристика групп новорожденных с врожденной диафрагмальной грыжей

Показатель	Группа 1 (n = 16)	Группа 2 (n = 24)	P-value
Пол, м/ж	10/6	10/14	–
Гестационный возраст, нед. (min; max)	38,1 ± 2,4 (33,0; 41,0)	38,8 ± 0,8 (37,0; 41,0)	p > 0,05
Вес при рождении, г (min; max)	2880,0 ± 645,0 (1950,0; 4300,0)	3378,1 ± 473,0 (2580,0; 4600,0)	p > 0,05
Возраст на момент операции, сут. жизни (min; max)	2,7 ± 1,8 (1,0; 7,0)	4,0 ± 1,4 (1,0; 9,0)	p > 0,05
Сопутствующая патология	3 (19 %)	6 (25 %)	p > 0,05
Аntenатальная диагностика	13 (81 %)	20 (83 %)	p > 0,05

поверхности: микропористая поверхность препятствует образованию спаек с органами, макропористая — иницирует рост и развитие фибробластов. Недостаток материала — сравнительно легкая подверженность инфицированию, что связано с присутствием в материале мультифиламентных и микропористых компонентов, которые укрывают бактерии. Толщина «Экофлона» — 1 мм. После формирования заплаты из «Экофлона» ее погружали через рану в месте стояния одного из троакаров, фиксировали обращенной в сторону брюшной полости микропористой стороной по периметру дефекта отдельными узловыми швами. Узлы завязывали экстракорпорально.

Биологический материал Permacol (рис. 2) применяется в клинической практике с 2012 г., изготавливается из свиной кожи и представляет собой чистый поперечно-связанный коллаген и эластин, лишенный клеточных структур и жировой ткани. Материал не обладает антигенными свойствами и вызывает минимальную воспалительную реакцию, не отличающуюся от нормального репаративного процесса. Коллагеновые волокна являются каркасом для прорастания в имплант тканей реципиента и васкуляризации. Благодаря поперечному связыванию он устойчив к тканевым и бактериальным ферментам, вследствие чего не рассасывается со временем, не деформируется и обеспечивает постоянное укрепление мягких тканей, не вызывает спаек при контакте с органами. Permacol не стимулирует нагноение и может устанавливаться на фоне контролируемой инфекции либо при высоком риске хирургической инфекции. Толщина материала составляет 0,5 мм. Имплант погружали через канал правого рабочего троакара. Затем фиксировали по краю узловыми швами к мышечным валикам, к передней, медиальной и задней частям купола диафрагмы. Латеральную часть дефекта при отсутствии мышечного слоя фиксировали сквозными одиночными швами к грудной стенке.

Изучали следующие показатели: продолжительность операции, расположение печени в плевральной полости, продолжительность ИВЛ и число случаев использования высокочастотной ИВЛ (ВЧ ИВЛ), продолжительность гидроторакса и число случаев хилоторакса, начало энтеральной нагрузки и число случаев желудочно-пищеводного рефлюкса (ЖПР), число рецидивов и отторжения материала, а также число летальных исходов.

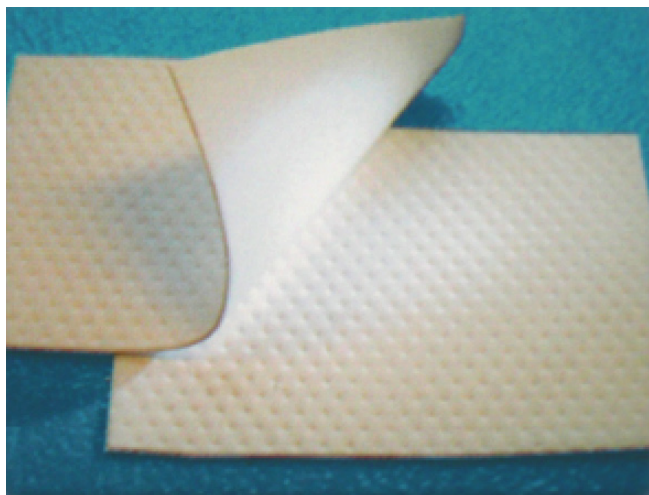


Рис. 1. Синтетический имплантационный материал «Экофлон» («НПК «Экофлон», Россия)

При выявлении хилоторакса начинали консервативную терапию: вводили внутривенно антисекреторный препарат сандостатин (Novartis Pharma, Швейцария). Начальная дозировка составила 80 мкг/кг/сут., максимальная — 120 мкг/кг/сут. Длительность введения препарата определяли индивидуально для каждого пациента.

При обнаружении ЖПР выполняли лапароскопическую гастропуподопликацию по Ниссену.

Рецидивы ВДГ клинически проявляются нарастанием дыхательной недостаточности, симптомами дисфагии. Однако с целью выявления рецидивов, не сопровождающихся клиническими проявлениями, всем пациентам выполняли контрольные рентгенологические исследования грудной клетки в 1, 3, 6 и 12 мес. В сомнительных случаях выполняли мультиспиральную компьютерную томографию брюшной и грудной полостей. При подтверждении диагноза выполняли повторное оперативное вмешательство.

В качестве маркеров воспалительного процесса использовали показатели содержания С-реактивного белка и лейкоцитов в крови.

Были получены информированные письменные согласия родителей на участие детей в исследовании.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты оперативного лечения представлены в табл. 2.

На фиксацию импланта из синтетического материала в среднем затрачивали больше времени, чем на выполнение заплаты из биологического материала: в среднем 144 и 106 мин соответственно ($p < 0,05$). Наличие левой доли печени в левом гемитораксе свидетельствует о значительности дефекта диафрагмы, соответствующей субтотальной или тотальной аплазии. Значительные дефекты у детей второй группы встречались чаще, чем у детей первой группы, но различия были статистически недостоверными.

Средняя продолжительность ИВЛ в обеих группах была примерно одинаковой. Однако пациенты второй группы чаще нуждались в ВЧ ИВЛ, что свидетельствовало об их более тяжелом кардиореспираторном статусе. Тем не менее, межгрупповое различие по этому показателю было статистически недостоверным — возможно, в связи с небольшой выборкой.



Рис. 2. Биологический имплантационный материал Permacol (Tissue Science Laboratories, Великобритания)

Одним из осложнений послеоперационного периода является хилоторакс. Вероятной причиной хилоторакса у пациентов с ВДГ является повышение давления в системе верхней полой вены на фоне высокой легочной гипертензии. Существует также гипотеза о том, что хилоторакс — это ответная реакция на воспалительный процесс. В любом случае предшественником хилоторакса является гидроторакс, длительность которого зависит от степени гипоплазии легочной ткани. Средняя продолжительность гидроторакса и число случаев хилоторакса были сопоставимы в обеих группах. Но следует отметить, что у трех пациентов второй группы длительность введения сандостатина составила более трех недель, в то время как в первой группе — только у одного.

Важным показателем благополучия послеоперационного периода у детей с ВДГ является начало энтеральной нагрузки и возможность проводить кормление ребенка в нормальном для возраста объеме. Как видно из табл. 2, пациентов второй группы начинали энтерально нагружать значительно раньше, чем пациентов первой группы: в среднем на 6 и 12-е сутки соответственно ($p < 0,05$). Одной из возможных причин этого явилось отсутствие воспаления, что подтверждалось лабораторными исследованиями крови.

Желудочно-пищеводный рефлюкс возникает вследствие растяжения пищеводного отверстия диафрагмы при выполнении пластики ее купола. Данное осложнение встречалось в обеих группах практически с одинаковой частотой: 4 и 5 случаев в первой и второй группах соответственно ($p < 0,05$). Наше исследование показало, что ЖПР, возникающий после пластики диафрагмы, является толерантным и требует проведения его хирургической коррекции.

Рецидивы были отмечены в 6 случаях (54 %) в первой группе и в 5 случаях (29 %) во второй группе, но различие оказалось статистически недостоверным. В первой группе у двух пациентов также выявили инфекционное

осложнение: реакция отторжения материала была отмечена через 2 и 3 мес. после пластики диафрагмы. Клинически отторжение проявлялось появлением гранулемы на боковой поверхности грудной клетки в месте наложения сквозного шва. Общим детям провели удаление гранулемы и лигатуры, однако воспалительный процесс сохранялся, что стало показанием к проведению оперативного вмешательства. В ходе ревизии через разрез грудной клетки было выявлено, что дном свищевого канала является имплант. Последний был свободно удален из грудной полости. Макроскопически каких-либо изменений материала не выявили.

Летальный исход наступил в 13 случаях: в 5 (31 %) — в первой группе, в 7 (29 %) — во второй ($p > 0,05$). Отсутствие статистически достоверной разницы в очередной раз доказывает, что послеоперационная летальность обусловлена не наличием дефекта в диафрагме, а тяжелым кардиореспираторным статусом пациентов, не купирующейся легочной гипертензией, т. е. летальный исход лечения — следствие гипоплазии легкого и тяжелого кардиореспираторного статуса, не поддающегося какой-либо терапии.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Меньшее время операции — преимущество использования импланта Permacol. Это объясняется тем, что данный вид импланта погружают в грудную клетку через канал троакара, не вынимая последний из грудной клетки. Учитывая, что «Экофлон» имеет большую толщину и меньшую сжимаемость, для его помещения в плевральную полость необходимо удалить один из рабочих троакаров, расширить операционную рану в месте стояния троакара, погрузить имплант и затем восстановить троакар. Другим фактором, влияющим на длительность операции, является процесс фиксации импланта. Так, «Экофлон» необхо-

Таблица 2. Результаты торакоскопической пластики врожденной диафрагмальной грыжи у новорожденных при использовании имплантационных материалов «Экофлон» и Permacol

Показатель	Группа 1 (n = 16)	Группа 2 (n = 24)	P-value
Интраоперационные показатели			
Операционное время, мин (min; max)	144 ± 28 (100; 180)	106 ± 10 (95; 126)	$p < 0,05$
Расположение печени в плевральной полости	4 (25 %)	8 (33 %)	$p > 0,05$
Показатели респираторной терапии			
Продолжительность ИВЛ, сут. (min; max)	15,4 ± 8,8 (4,0; 46,0)	16,0 ± 7,4 (6,0; 42,0)	$p > 0,05$
Число случаев ВЧ ИВЛ	2 (12 %)	8 (33 %)	$p > 0,05$
Показатели течения гидро- и хилоторакса			
Длительность гидроторакса, сут. (min; max)	14,6 ± 2,8 (4,0; 27,0)	14,7 ± 2,8 (4,0; 37,0)	$p > 0,05$
Число случаев хилоторакса	4 (25 %)	5 (21 %)	$p > 0,05$
Показатели энтерального статуса			
Старт энтеральной нагрузки, сут. после операции (min; max)	12,9 ± 2,0 (2,0; 15,0)	5,1 ± 2 (2,0; 11,0)	$p < 0,05$
Число случаев ЖПР	4 (25 %)	5 (21 %)	$p > 0,05$
Показатели состояния импланта			
Число рецидивов	6 (54 %)	5 (29 %)	$p > 0,05$
Число случаев отторжения импланта	2 (12 %)	0	$p < 0,05$
Выживаемость			
Число летальных исходов	5 (31 %)	7 (29 %)	$p > 0,05$

димо устанавливать макропористой поверхностью в грудную клетку, а микропористой — в брюшную полость. В то время как обе поверхности импланта Permacol одинаковы и сторона фиксации не имеет значения. Еще одной технической сложностью при фиксации «Экофлона» является его способность поглощать свет, что затрудняет определение точности фиксации импланта к краям дефекта диафрагмы.

Сегодня для коррекции значительных дефектов диафрагмы используют различные виды имплантационных материалов [11, 13, 14]. Однако выживаемость новорожденных с такой патологией невелика, поэтому очень сложно сравнивать результаты лечения в разрезе вида импланта. Тем не менее публикуются важные результаты научных поисков. Так, в руководстве Molloy [11] проведен научный анализ использования имплантационных материалов различных видов, включающий и экспериментальные данные. Показано преимущество использования имплантов биологического происхождения, которые обладают лучшими по сравнению с синтетическими имплантами регенерационными свойствами и не вызывают воспаления. В отдельных публикациях приводятся данные о возникновении рецидива ВДГ при использовании различных протезов. Riehle и соавт. [8] провели исследования с использованием импланта Gore-Tex/Marlex и отметили рецидив всего у одного пациента из 28, т. е. в 3,6 % случаев. В то же время Mitchell и соавт. [10], проведя сравнительный анализ эффективности использования Gore-Tex и Permacol, сообщили о возникновении рецидива у 8 пациентов из 29 (28 %), которым имплантировали Gore-Tex, и отсутствие рецидивов у всех 8 пациентов, которым имплантировали Permacol. Grethel

и соавт. [4] также провели сравнительный анализ эффективности применения синтетического и биологического имплантов. Их исследование показало, что после имплантации Gore-Tex у 17 пациентов из 57 возник рецидив, а при использовании биологического материала Surgisis — у 12 из 27.

Таким образом, на сегодняшний день не существует единого мнения об использовании какого-то одного вида имплантационного материала. Однако, по мнению большинства авторов, использование биологических материалов является более перспективным, поскольку они обладают лучшей способностью встраиваться в собственные ткани пациента и не вызывают воспалительных реакций со стороны организма. Это обусловлено не только свойствами материала, но и особенностями консервативной терапии в послеоперационном периоде.

ВЫВОДЫ

В нашем исследовании по таким параметрам, как выживаемость, число рецидивов и возникновение желудочно-пищеводного рефлюкса, статистически значимых различий между синтетическим имплантационным материалом «Экофлон» и биологическим имплантационным материалом Permacol выявлено не было. Однако последний обладает рядом преимуществ при выполнении пластики обширных дефектов купола диафрагмы: при его использовании снижается продолжительность операции, возможна более ранняя энтеральная нагрузка на организм ребенка и отсутствуют воспалительные реакции, вызываемые имплантом.

Литература

- Kim AC, Bryner BS, Akay B, Geiger JD, Hirschl RB, Mychaliska GB. Thoracoscopic Repair of Congenital Diaphragmatic Hernia in Neonates: Lessons Learned. *J Laparoendosc Adv Surg Tech.* 2009 Aug 11; 19 (4): 575–80.
- Becmeur F, Reinberg O, Dimitriu C, Moog R, Philippe P. Thoracoscopic repair of congenital diaphragmatic hernia in children. *Semin Pediatr Surg.* 2007 Nov; 16 (4): 238–44.
- Cho SD, Krishnaswami S, McKee JC, Zallen G, Silen ML, Bliss DW. Analysis of 29 consecutive thoracoscopic repairs of congenital diaphragmatic hernia in neonates compared to historical controls. *J Pediatr Surg.* 2009 Jan; 44 (1): 80–6; discussion 86. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2008.10.013.
- Grethel EJ, Cortes RA, Wagner AJ, Clifton MS, Lee H, Farmer DL, et al. Prosthetic patches for congenital diaphragmatic hernia repair: Surgisis vs Gore-Tex. *J Pediatr Surg.* 2006 Jan; 41 (1): 29–33; discussion 29–33.
- Tsao K, Lally PA, Lally KP; Congenital diaphragmatic hernia study group. Minimally invasive repair of congenital diaphragmatic hernia. *J Pediatr Surg.* 2011 Jun; 46 (6): 1158–64. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2011.03.050.
- Разумовский А. Ю., Мокрушина О. Г., Беляева И. Д., Левитская М. В., Шумихин В. С., Афуков И. И. и др. Сравнительный анализ лечения новорожденных с врожденной диафрагмальной грыжей после пластики диафрагмы открытым и торакоскопическим способами. *Детская хирургия.* 2012; 3: 4–8.
- Okazaki T, Nishimura K, Takahashi T, Shiji H, Shimizu T, Tanaka T, et al. Indications for thoracoscopic repair of congenital diaphragmatic hernia in neonates. *Pediatr Surg Int.* 2011 Jan; 27 (1): 35–8. DOI: 10.1007/s00383-010-2724-0.
- Riehle KJ, Magnuson DK, Waldhausen JH. Low recurrence rate after Gore-Tex/Marlex composite patch repair for posterolateral congenital diaphragmatic hernia. *J Pediatric Surg.* 2007 Nov; 42 (11):1841–4.
- Congenital Diaphragmatic Hernia Group, Lally KP, Lally PA, Lasky RE, Tibboel D, Jaksic T, et al. Defect size determines survival in infants with congenital diaphragmatic hernia. *Pediatrics.* 2007 Sep; 120 (3): e651–7.
- Mitchell IC, Garcia NM, Barber R, Ahmad N, Hicks BA, Fischer AC. Permacol: a potential biologic patch alternative in congenital diaphragmatic hernia repair. *J Pediatr Surg.* 2008 Dec; 43 (12): 2161–4. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2008.08.040.
- Molloy E, editor. Congenital Diaphragmatic Hernia - Prenatal to Childhood Management and Outcomes. InTech; 2012. 190 p. DOI: 10.5772/1176.
- Morini F, Bagolan P. Surgical techniques in congenital diaphragmatic hernia. *Eur J Pediatr Surg.* 2012 Oct; 22 (5): 355–63. DOI: 10.1055/s-0032-1329411.
- Разумовский А. Ю., Мокрушина О. Г., Шумихин В. С., Афуков И. И., Смиртнова С. В. Эндохирургические операции на диафрагме у новорожденных: первый опыт в России. *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии.* 2012; 2 (1): 80–6.
- Saxena AK. Dome-shaped patch offers optimal biomechanics for repair of large defects in congenital diaphragmatic hernia. *Acta medica medianae.* 2014; 53 (4): 42–5. DOI: 10.5633/amm.2014.0408.

References

1. Kim AC, Bryner BS, Akay B, Geiger JD, Hirschl RB, Mychaliska GB. Thoracoscopic Repair of Congenital Diaphragmatic Hernia in Neonates: Lessons Learned. *J Laparoendosc Adv Surg Tech*. 2009 Aug 11; 19 (4): 575–80.
2. Becmeur F, Reinberg O, Dimitriu C, Moog R, Philippe P. Thoracoscopic repair of congenital diaphragmatic hernia in children. *Semin Pediatr Surg*. 2007 Nov; 16 (4): 238–44.
3. Cho SD, Krishnaswami S, McKee JC, Zallen G, Silen ML, Bliss DW. Analysis of 29 consecutive thoracoscopic repairs of congenital diaphragmatic hernia in neonates compared to historical controls. *J Pediatr Surg*. 2009 Jan; 44 (1): 80–6; discussion 86. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2008.10.013.
4. Grethel EJ, Cortes RA, Wagner AJ, Clifton MS, Lee H, Farmer DL, et al. Prosthetic patches for congenital diaphragmatic hernia repair: Surgisis vs Gore-Tex. *J Pediatr Surg*. 2006 Jan; 41 (1): 29–33; discussion 29–33.
5. Tsao K, Lally PA, Lally KP; Congenital diaphragmatic hernia study group. Minimally invasive repair of congenital diaphragmatic hernia. *J Pediatr Surg*. 2011 Jun; 46 (6): 1158–64. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2011.03.050.
6. Razumovskiy AYu, Mokrushina OG, Belyaeva ID, Levitskaya MV, Shumikhin VS, Afukov II, et al. Sravnitel'nyy analiz lecheniya novorozhdennykh s vrozhdennoy diafragmal'noy gryzhey posle plastiki diafragmy otkrytym i torakoskopicheskim sposobami. *Detskaya khirurgiya*. 2012; 3: 4–8.
7. Okazaki T, Nishimura K, Takahashi T, Shiji H, Shimizu T, Tanaka T, et al. Indications for thoracoscopic repair of congenital diaphragmatic hernia in neonates. *Pediatr Surg Int*. 2011 Jan; 27 (1): 35–8. DOI: 10.1007/s00383-010-2724-0.
8. Riehle KJ, Magnuson DK, Waldhausen JH. Low recurrence rate after Gore-Tex/Marlex composite patch repair for posterolateral congenital diaphragmatic hernia. *J Pediatric Surg*. 2007 Nov; 42 (11):1841–4.
9. Congenital Diaphragmatic Hernia Group, Lally KP, Lally PA, Lasky RE, Tibboel D, Jaksic T, et al. Defect size determines survival in infants with congenital diaphragmatic hernia. *Pediatrics*. 2007 Sep; 120 (3): e651–7.
10. Mitchell IC, Garcia NM, Barber R, Ahmad N, Hicks BA, Fischer AC. Permacol: a potential biologic patch alternative in congenital diaphragmatic hernia repair. *J Pediatr Surg*. 2008 Dec; 43 (12): 2161–4. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2008.08.040.
11. Molloy E, editor. Congenital Diaphragmatic Hernia - Prenatal to Childhood Management and Outcomes. InTech; 2012. 190 p. DOI: 10.5772/1176.
12. Morini F, Bagolan P. Surgical techniques in congenital diaphragmatic hernia. *Eur J Pediatr Surg*. 2012 Oct; 22 (5): 355–63. DOI: 10.1055/s-0032-1329411.
13. Razumovskiy AYu, Mokrushina OG, Shumikhin VS, Afukov II, Smirnova SV. [Endosurgical operations on the diaphragm in the newborn: first experience in Russia]. *The Russian Bulletin of Children's Surgery, Anesthesiology and Resuscitation*. 2012; 2 (1): 80–6. Russian.
14. Saxena AK. Dome-shaped patch offers optimal biomechanics for repair of large defects in congenital diaphragmatic hernia. *Acta medica medianae*. 2014; 53 (4): 42–5. DOI: 10.5633/amm.2014.0408.