

ОБЗОР

© АЛЕКСИ-МЕСХИШВИЛИ В.В., КОЗЛОВ Ю.А., 2018

УДК 616.125.6-007-089

Алекси-Месхишвили В.В.¹, Козлов Ю.А.²⁻⁴

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ОТКРЫТОГО АРТЕРИАЛЬНОГО ПРОТОКА У НЕДОНОШЕННЫХ ДЕТЕЙ

¹Немецкий сердечный центр, г. Берлин, Германия;²ОГАУЗ «Городская Ивано-Матренинская детская клиническая больница», 664009, г. Иркутск;³ГБОУ ДПО «Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования», 664099, г. Иркутск;⁴ГБОУ ВПО «Иркутский государственный медицинский университет», 664003, г. Иркутск

Под открытым артериальным протоком (ОАП) подразумевают сохранение проходимости ОАП в постнатальном периоде в течение 48–72 ч после рождения. ОАП у недоношенных новорождённых имеет особое значение и часто определяет их выживаемость. Наличие ОАП значительно снижает шансы недоношенных детей на выздоровление, так как способствует возникновению и усугублению таких заболеваний, как некротизирующий энтероколит, бронхолёгочная дисплазия, нарушение функции почек, внутрижелудочковое кровоизлияние, церебральный паралич, а также нередко приводит к смерти новорождённого. Это указывает на важность диагностики и лечения ОАП у недоношенных новорождённых для улучшения у них прогноза жизни. До сегодняшнего дня не существует общепринятой стратегии лечения ОАП у недоношенных. В результате в разных неонатальных центрах, даже в пределах одной страны, придерживаются различной тактики при лечении ОАП у недоношенных детей. Хирургическая коррекция гемодинамически значимого ОАП показана недоношенным детям, зависимым от искусственной вентиляции лёгких, при неэффективности или невозможности медикаментозной терапии. В данном научном обзоре обсуждаются 3 технологии хирургического лечения ОАП – открытая хирургия, торакоскопия и эндоваскулярное лечение. Отдельное внимание уделено послеоперационному ведению пациентов и профилактике осложнений.

Ключевые слова: открытый артериальный проток; недоношенные дети; хирургия; торакоскопия.

Для цитирования: Алекси-Месхишвили В.В., Козлов Ю.А. Хирургическое лечение открытого артериального протока у недоношенных детей. *Детская хирургия*. 2018; 22(3): 148-154. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1560-9510-2018-22-3-148-154>

Для корреспонденции: Козлов Юрий Андреевич, доктор мед. наук, профессор, зав. отделением хирургии новорожденных ОГАУЗ ИМДКБ, профессор кафедры детской хирургии ГБОУ ВПО ИГМУ, профессор кафедры ГБОУ ВПО ИГМАПО, 664009, г. Иркутск. E-mail: yuriherz@hotmail.com

Aleksi-Meskhisvili V.V.¹, Kozlov Yu.A.²⁻⁴

SURGICAL TREATMENT OF OPEN DUCTUS ARTERIOSUS IN PREMATURE INFANTS

¹German Heart Center Berlin, 13353, Germany;²Ivano-Matreninskaya Children's Clinical Hospital, Irkutsk, 664047, Russian Federation;³Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education, Irkutsk, 664099, Russian Federation;⁴Irkutsk State Medical University, Irkutsk, 664003, Russian Federation

The open arterial duct (OAD) means the maintenance of the OAD patency in the postnatal period within 48–72 hours after birth. OAD in preterm infants is of particular importance and often determines their survival. The presence of OAD significantly reduces chances of premature babies to recover, as it contributes to the emergence and aggravation of diseases such as necrotizing enterocolitis (NEC), bronchopulmonary dysplasia (BPD), renal dysfunction, intraventricular hemorrhage (IVH), cerebral palsy and, often, the death of a newborn. From this point of view, there is appeared the importance of diagnosis and treatment of OAD in premature newborns to improve the prognosis of life in this category of patients. Until today, there is no generally accepted strategy for treating OAD in premature infants. As a result, in various neonatal centers, even within the same country, doctors adhere to different tactics in the treatment of OAD in premature infants. Surgical correction of the hemodynamically significant OAP is indicated for premature infants dependent on artificial ventilation of the lungs, with lack of the effect of the drug therapy or inability to introduce medication. In this scientific review, 3 technologies of surgical treatment of OAD are discussed: open surgery, thoracoscopy, and endovascular treatment. Special attention is paid to postoperative management of patients and prevention of complications.

Key words: open arterial duct; OAD; premature infants; surgery; thoracoscopy.

For citation: Aleksi-Meskhisvili V.V., Kozlov Yu.A. Surgical treatment of open ductus arteriosus in premature infants. *Detskaya Khirurgiya (Russian Journal of Pediatric Surgery)* 2018; 22(3): 148-154 (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1560-9510-2018-22-3-148-154>

For correspondence: Yuriy A. Kozlov, MD, PhD, DSci, head of the Centre for neonatal surgery, Chief pediatric surgeon of the Siberian Federal district. Irkutsk, 664003, Russian Federation. E-mail: yuriherz@hotmail.com

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment: The study had no sponsorship.

Received: 05 December 2017

Accepted: 22 January 2018

Введение

Выбор тактики лечения гемодинамически значимого открытого артериального протока (ГЗ ОАП) у недоношенных детей является одной из самых спорных и дискутируемых тем в неонатальной медицине [1–5]. Существует несколько подходов в лечении ОАП у недоношенных детей: профилактическое применение ингибиторов циклооксигеназы (ЦОГ); лечение на фоне поддерживающей терапии без медикаментозного и хирургического вмешательства; медикаментозная стимуляция закрытия ОАП; хирургическое вмешательство [6]. Целью операции является предупреждение хронического поражения лёгких, развития бронхолёгочной дисплазии (БЛД) и устранение застойной сердечной недостаточности [7].

Показания к хирургическому лечению

Хирургическая коррекция ГЗ ОАП показана недоношенным детям, зависимым от искусственной вентиляции лёгких (ИВЛ), при неэффективности двух курсов медикаментозной терапии ингибиторами ЦОГ и наличии противопоказаний к медикаментозной терапии ингибиторами ЦОГ в возрасте новорождённого более 7 сут. Нестабильная центральная гемодинамика, шок, сепсис, ДВС-синдром (синдром диссеминированного внутрисосудистого свёртывания) в стадии гипокоагуляции, свежее внутрижелудочковое кровоизлияние (ВЖК) и тяжёлые метаболические нарушения являются противопоказаниями для хирургического закрытия ОАП [8].

Показания к хирургическому закрытию ОАП возникают у новорождённых гестационного возраста 24–25 нед (80%), в то время как при гестационном возрасте 26–27 нед – только у 56%, а при гестационном возрасте 28–29 нед – лишь у 14% [9]. В последнее время высказывается опасение, что хирургическое закрытие ОАП у недоношенных может быть независимой причиной отставания в психическом развитии, развития хронической БЛД и ретинопатии [3, 10, 11]. Остается неясным, являются ли эти осложнения результатом только глубокой и экстремальной недоношенности, или действительно существует причинная связь с хирургическим вмешательством [12]. Как и при любом хирургическом вмешательстве необходимо после подробной беседы с родителями новорождённого получить их разрешение на проведение операции.

Лечение ОАП с использованием торакотомии

Операцию закрытия ГЗ ОАП желательно выполнять в отделениях интенсивной терапии в специально оборудованной палате, где имеется возможность для подогрева воздуха до 34°C для предотвращения гипотермии у недоношенного новорождённого [13]. Температура тела ребёнка должна быть в пределах 36,5–37,5°C. Транспортировка этих больных в операционную представляет определённый риск в связи с несовершенной терморегуляцией у недоношенных детей и критической респираторной и гемодинамической ситуацией [8, 13]. Целесообразно выполнять операцию в перинатальных центрах без транспортировки новорождённых в кардиохирургическую клинику [14].

Анестезию осуществляют фентанилом в дозе от 25 до 50 мкг/кг. Перед кожным разрезом для облегчения хирургического доступа после интубации и начала адекватной ИВЛ ребёнку вводят миорелаксанты краткого действия (панкурония бромид). Применение атропина для премедикации, по некоторым данным, может способствовать развитию дыхательного ацидоза [11]. Операция начинается после оптимизации параметров ИВЛ, контроля глуби-

ны анестезии [8]. Обязательна непрерывная электрокардиоскопия и оксиметрия насыщения артериальной крови кислородом. Наиболее точным неинвазивным методом измерения системного артериального давления является оптическая осцилометрия [15]. Измерение артериального давления манжеткой неточно и может быть причиной ошибочной оценки состояния кровообращения. Наличие катетера в пупочной или периферической артерии позволяет более точно оценить изменения гемодинамики. После клипирования ГЗ ОАП происходит повышение среднего артериального давления на 20–60% от исходного (или приблизительно 10 мм на каждый миллиметр диаметра протока), что является косвенным свидетельством его полного закрытия [16]. Если повышения артериального давления не наблюдается, необходимо исключить неполное закрытие протока. Падение артериального давления может быть признаком ошибочного клипирования левой лёгочной или подключичной артерии [16].

Обязательным условием является применение хирургом специальных очков с 3,5- или 4-кратным увеличением. В качестве операционного стола служит открытый кувез с верхним и нижним подогревом [13]. Положение ребёнка – на правом боку со слегка отведённой в краниальном направлении левой рукой. Разрез для заднебоковой торакотомии предпочтительно выполнять в третьем межреберье. Он должен быть минимальным и у новорождённых массой тела около 500 грамм не превышать в длину 2,5 см. Операция может быть выполнена из трансплеврального или внеплеврального доступа. Целесообразно использовать мышечно-сберегающий доступ (muscle sparing thoracotomy) без пересечения левой передней зубчатой мышцы и прямой мышцы спины, так как по мере роста ребёнка это может привести к развитию сколиоза.

При трансплевральном доступе после кожного разреза, вскрытия плевральной полости и введения неонатального рёберного ранорасширителя рану разводят очень осторожно, чтобы не повредить прилежащие рёбра (опасность перелома), небольшой лёгочной лопаточкой или специальным ретрактором [17] вентрально отводят левое лёгкое. Лёгкие у детей с дыхательной недостаточностью часто бывают отёчными, что может сопровождаться их повреждением и нарушением дыхательной функции в послеоперационном периоде. Поэтому требуется большая осторожность при отведении лёгкого, чтобы избежать его травмирования, нарушения гемодинамики и смещения интубационной трубки. При возникновении сердечно-лёгочных нарушений извлекают лёгочную лопаточку и ранорасширитель. Операцию продолжают лишь после стабилизации гемодинамики, артериального давления и частоты пульса более 100 ударов в минуту. Во время выделения протока следует идентифицировать все структуры в области ОАП: левую подключичную артерию, перешеек и нисходящую аорту, левую лёгочную артерию, блуждающий, возвратный и диафрагмальный нервы. Несоблюдение этого правила может привести к ошибочной перевязке подключичной артерии или левой лёгочной артерии, повреждению блуждающего, возвратного нерва и грудного лимфатического протока [7, 18]. Ни в коем случае нельзя прикасаться пинцетом к диафрагмальному, блуждающему и возвратному нервам, чтобы не вызвать нарушения их функции.

Далее вскрывается висцеральная плевро над ОАП и после его пробного пережатия маленьким пинцетом определяется реакция артериального давления. Затем атравматическим пинцетом дорсально отводится нисходящая аорта и производится клипирование протока одной или

двумя титановыми клипсами (в зависимости от величины протока). Клипсы накладывают перпендикулярно протоку в его средней части, избегая таким образом сужения левой лёгочной артерии или аорты, а также повреждения блуждающего и возвратного нервов, которые у недоношенных детей располагаются в непосредственной близости от нижней стенки протока [18].

Пульсоксиметрия на нижних конечностях позволяет следить за нарушением аортального кровотока в случае атрогенного сужения аорты. При неполном клипировании протока клипсу не удаляют, чтобы не вызвать повреждение стенки протока с последующим кровотечением. В подобной ситуации выполняют дополнительное клипирование ОАП. В некоторых редких случаях проток может отходить проксимальнее отхождения левой подпочечной артерии. При этом варианте опасность повреждения возвратного нерва особенно велика [19].

В 1962 г. для предупреждения травмы лёгкого и сохранения интактной плевральной полости был предложен внеплевральный доступ для закрытия ОАП [20]. У новорождённых детей этот доступ впервые был применён в 1969 г. [21]. Использованию экстраплеврального доступа у недоношенных детей в последнее десятилетие посвящено несколько публикаций [22, 23]. Техника операции внеплеврального доступа заключается в следующем: после выполнения заднебоковой торакотомии в третьем или четвёртом межреберье без пересечения зубчатой и длинной мышц спины рассекают межрёберные мышцы, избегая вскрытия плевры. Мягким тупфером или ватной палочкой отслаивают париетальную плевру и расширяют рану неонатальным рёберным ретрактором. Продолжают отслойку плевры в направлении перешейки аорты и ОАП. Отслоённую плевру отводят небольшим неонатальным ретрактором медиально, после чего выделяют ОАП и производят его закрытие обычно одной титановой клипсой. Плевральную полость дренируют лишь при повреждении плевры. Авторы отмечали более благоприятное течение послеоперационного периода по сравнению с контрольной группой новорождённых, хотя лишь продолжительность ИВЛ и интубации достигала статистически достоверной разницы [23].

Другим альтернативным внеплевральным доступом является доступ через надгрудный разрез [24]. После нанесения кожного разреза длиной 2–3 см над рукояткой грудины отводят латерально грудно-ключично-сосцевидную мышцу, отделяют внутригрудную фасцию, поднимают и отводят в каудальном направлении грудину. Плевру мобилизуют латерально, вскрывают перикард кпереди от диафрагмального нерва и накладывают нитевые держалки на края разреза перикарда. Выделяют ОАП и закрывают его одной или двумя титановыми клипсами. Недостатком этого доступа следует считать большую длительность операции и вскрытие перикарда с последующим развитием асептического перикардита и спаек в полости перикарда. Несмотря на успешные сообщения, два вышеописанных доступа не получили широкого распространения. В последние годы применяют и другие способы закрытия ОАП у недоношенных, такие как торакоскопический и катетеризационный.

Торакоскопическое закрытие ОАП

Эндохирургическое закрытие ОАП может быть успешно выполнено у пациентов с любой массой тела, в том числе у недоношенных детей даже при нестабильной гемодинамике. У недоношенных новорождённых общая длина эндоскопических разрезов не должна превышать длину

стандартной заднебоковой торакотомии. При эндоскопическом закрытии ОАП не повреждаются грудные мышцы. Это позволяет избежать деформации грудной клетки вследствие развития сколиоза по мере роста ребёнка. Противопоказаниями для эндоскопического закрытия ГЗ ОАП являются необходимость в высокочастотной ИВЛ, диаметр ОАП более 1 см и наличие спаек в плевральной полости в результате перенесённого воспалительного процесса или хирургического вмешательства [25].

Торакоскопическое клипирование ОАП требует специальной видеоэндоскопической аппаратуры и поэтому выполняется преимущественно в детской больнице. У детей массой тела менее 2500 г используется 30° телескоп диаметром 3,9 мм («Karl Storz GmbH», Туттинген, Германия), 3-миллиметровые инструменты для диссекции тканей, 5- или 10-миллиметровый эндоскопический клиппапликатор. Применяется бипульмональная ИВЛ. В левую плевральную полость устанавливается 1 оптический и 2 инструментальных торакопорта. Используется мягкий карботоракс (поток 0,5 л/мин; давление 4 мм рт. ст.). Первым шагом производится коагуляция вены, которая пересекает перешеек аорты. Затем выполняется диссекция нижней и верхней ямок, располагающихся над и под артериальным протоком. В самом начале мобилизации идентифицируется левый возвратный нерв, положение которого контролируется в ходе всего хирургического вмешательства. Препаровка тканей продолжается до полного выделения боковых стенок ОАП. Особая осторожность требуется при выделении верхнего края сосуда, так как нисходящий отдел дуги аорты и артериальный проток очень часто имеют параллельный ход. После адекватной мобилизации выполняется пробная окклюзия ОАП диссекционным зажимом. Если сердечный шум при выслушивании в эзофагеальный стетоскоп исчезает, предпринимается введение через нижний торакопорт 5- или 10-миллиметрового аппликатора для наложения клипс, соответствующих диаметру сосуда. В большинстве случаев выполняется наложение двух титановых клипс. Однако, если артериальный проток имеет небольшую протяженность, достаточно наложения одной клипсы. Эффективность окклюзии определяется исчезновением шума при выслушивании в пищеводный стетоскоп. Плевральная полость в большинстве случаев не подвергается дренированию, а остаточный воздух удаляется наружу с помощью вакуумного аспиратора.

Торакоскопическое закрытие ГЗ ОАП требует специальной дорогостоящей аппаратуры, оно занимает больше времени, чем стандартная торакотомия, и эту операцию необходимо выполнять в специально оборудованной операционной. При сравнении торакоскопии и минимального торакотомного доступа для закрытия ГЗ ОАП не отмечено сокращения длительности операции и продолжительности госпитализации [26].

T. Stankowski и соавт. [27] сообщили об эндохирургическом клипировании ОАП у 35 недоношенных новорождённых массой тела $1249,3 \pm 511,8$ г. Продолжительность вмешательства составила $38,9 \pm 20,2$ мин. В 6 (17%) случаях, т. е. у каждого шестого ребёнка, из-за возникшего кровотечения и неполного клипирования протока пришлось выполнить конверсию и закрыть ОАП через стандартную торакотомию. Послеоперационная выживаемость не различалась между новорождёнными с эндохирургическим или открытым методом закрытия ОАП. В настоящее время торакоскопическое закрытие ГЗ ОАП у недоношенных новорождённых применяется в нескольких хирургических центрах [17, 28].

Эндоваскулярное (транскатетерное) закрытие ОАП

У старших детей эндоваскулярное закрытие ОАП различными приспособлениями (окклюдерами) является высокоэффективной процедурой с минимальной частотой осложнений. Однако до сих пор не существует клинических стандартов и рекомендаций для применения этого метода у недоношенных с ГЗ ОАП. Не разработаны специальные окклюдеры для недоношенных детей, или их разработка находится в экспериментальной стадии. Сведения об эндоваскулярном закрытии ОАП у недоношенных ограничены и часто публикуются как описания отдельных случаев [29, 30]. Е. Francis и соавт. [31] впервые сообщили о транскатетерной окклюзии ОАП спиралью Gianturco у 8 детей со средней массой тела 1100 г (930–1800 г). Процедура выполнялась в кабинете зондирования под контролем ангиографии и флюороскопии. Применялся трансвенозный доступ через бедренную вену. Авторы отметили, что важным анатомическим фактором для успешной эмболизации ГЗ ОАП, в частности спиралью Gianturco, является широкий аортальный конец ОАП, который наблюдался лишь у 10% новорожденных из 74 детей младше 3 мес. Авторы не рекомендуют применять этот метод с использованием спирали Gianturco у новорожденных, масса тела которых не достигает 800 г. Имеется сообщение об использовании доступа через пупочную артерию у новорожденного массой тела 1400 г [30].

Чтобы избежать лучевой нагрузки при применении флюороскопии и ангиографии, было успешно осуществлено транскатетерное закрытие ОАП у 3 недоношенных детей массой тела 1400, 1726 и 2185 г с использованием только эхо-КГ-контроля [32]. Е. Zahn и соавт. [33] сообщили об опыте транскатетерного закрытия ГЗ ОАП у 24 новорожденных. Средняя масса тела детей при рождении была равна 920 г, а при закрытии ГЗ ОАП – 1249 г. Средний возраст новорожденных во время процедуры составил 30 дней. Минимальный диаметр протока был 1,5 мм, максимальный – 2,6 мм. На ИВЛ находились 19 новорожденных. Вначале процедуру выполняли в лаборатории катетеризации, а по мере накопления опыта – в отделении неонатологии под эхокардиографическим и флюороскопическим контролем с минимальной лучевой нагрузкой. У всех детей, кроме трёх, проток был успешно закрыт доступом через бедренную вену с помощью устройства Amplatzer Vascular Plug II («St. Jude Medical», Миннеаполис, США). Среднее время вмешательства составило 49 мин (от 21 до 151 мин). Трём больным непосредственно после неудачной попытки окклюзии было выполнено открытое трансторакальное клипирование ГЗ ОАП. В одном случае развился вызванный окклюдером стеноз левой лёгочной артерии, который потребовал стентирования суженного участка лёгочной артерии в возрасте 3 мес. Другие авторы сообщают о таких осложнениях, как сужение бедренной артерии, стеноз и эмболизация левой лёгочной артерии окклюдером, окклюзия нисходящей аорты, что можно связать с недостаточным опытом и несовершенством современных приспособлений для закрытия ОАП у новорожденных [34, 35]. Разработка более совершенных приспособлений для закрытия ОАП у новорожденных, возможно, приведет в будущем к более широкому применению этого метода.

Изменения гемодинамики до и после закрытия ОАП

Наличие ГЗ ОАП у недоношенного новорожденного даёт значительную нагрузку на сердечно-сосудистую систему. Наблюдается существенное компенсаторное ремоделирование левых отделов сердца в виде их увеличения, повышение конечно-диастолического давления, фракции выброса и ударного объёма на фоне сохранённой систолической и диастолической функций миокарда, снижение диастолического кровотока в передней мозговой артерии [36, 37]. Серьёзным осложнением хирургического вмешательства следует считать развитие так называемого постперевязочного синдрома (англ. Post Ligation Syndrome) [38]. Синдром характеризуется гипотензией, требующей инотропной поддержки, сердечно-лёгочной декомпенсацией и возникает обычно спустя 6–12 ч после операции. Причиной этого является снижение фракции изгнания и сокращения левого желудочка сердца на фоне одновременного повышения периферического сосудистого сопротивления. Эхокардиографически измеренный сердечный выброс менее 200 мл/кг/мин спустя 1 ч после перевязки протока является прогностическим фактором развития этого синдрома в ближайшие часы после хирургического закрытия ОАП [39].

Послеоперационное ведение

Сразу после завершения хирургического вмешательства выполняют рентгенографию грудной клетки и эхо-КГ с повторением через 24 ч. Проводится ИВЛ в течение последующих 48 ч. При пневмотораксе, если плевральная полость не дренирована, удаляют воздух посредством пункции (шприц объёмом 20 мл). Анагезия необходима на протяжении 48 ч после операции; рекомендуется применение фентанила в дозе 3–5 мкг/кг/ч с постепенным снижением дозы к концу 2-х суток. Далее при отсутствии клинических признаков болевого синдрома возможен переход на обезболивание препаратами, не угнетающими дыхание (парацетамол) [8]. Для подтверждения полного закрытия ОАП необходим регулярный контроль с помощью эхо-КГ и доплерографии. Сонографию головного мозга выполняют для исключения ВЖК. Тахикардия может указывать на дефицит жидкости. Поэтому важно адекватное возмещение объёма. При эффективном кишечном пассаже энтеральное питание начинают не ранее чем через 6 ч после хирургического вмешательства; при необходимости продолжают парентеральное питание. При сердечной недостаточности назначают инотропные препараты (дофамин в дозе 5–20 мкг/кг/мин) или не вызывающий тахикардию милринон [38].

Осложнения хирургического лечения ОАП

При применении щадящей хирургической техники осложнения, связанные непосредственно с оперативным вмешательством, минимальны. К ним относятся ранение или разрыв крупного сосуда с массивным кровотечением, ошибочное наложение клипсы на другие крупные сосуды (нисходящая аорта, левая лёгочная артерия или подключичная артерия), ранение лёгкого с последующим длительно персистирующим пневмотораксом, переломы рёбер из-за неадекватного использования неонатального ретрактора, ранение левого диафрагмального нерва с последующим парезом левого купола диафрагмы, повреждение возвратного нерва с нарушением функции левых голосовых связок. Непол-

средственная хирургическая смертность минимальна и обусловлена хирургическими ошибками (повреждение ОАП и крупных сосудов с массивной кровопотерей, продолжение операции на фоне острого нарушения кровообращения, перевязке левой лёгочной артерии).

Повреждение диафрагмального нерва и парез диафрагмы

Парез диафрагмы после закрытия ОАП у недоношенных обычно является результатом хирургической травмы нерва, хотя и встречается редко, однако сопровождается выраженными нарушениями моторики дыхания и функции лёгкого. В отличие от старших детей новорождённые плохо переносят парез диафрагмы вследствие повышенной эластичности грудной клетки, сдавления лёгкого, развития ателектазов и уменьшения лёгочного объёма. Клинически парез диафрагмы проявляется выраженным респираторным дистрессом, возникающим сразу после экстубации новорождённого. При рентгенологическом исследовании на фоне спонтанного дыхания отмечается высокое стояние диафрагмы более чем на 2 ребра по сравнению с неповреждённой стороной. При эхографии грудной полости выявляют ограниченное или парадоксальное движение повреждённой диафрагмы.

Лечение пареза диафрагмы у новорождённого может быть консервативным и хирургическим. Консервативное лечение заключается в пролонгированной ИВЛ с надеждой на спонтанное восстановление функции диафрагмы, что в части случаев может произойти лишь спустя 2 мес. Эта тактика требует продолжительного пребывания ребёнка в стационаре, длительной ИВЛ с повышенной концентрацией кислорода в дыхательной смеси и может сопровождаться серьёзными осложнениями, в том числе развитием БЛД [40]. Операция френопликации показана новорождённому с парезом диафрагмы, которых не удается экстубировать, несмотря на закрытие ГЗ ОАП. Хирургическая пликация диафрагмы выполняется через минимальный разрез в восьмом межреберье и является исключительно эффективным вмешательством, позволяющим улучшить функцию диафрагмы и экстубировать новорождённого вскоре после операции. Впервые о пликации диафрагмы у недоношенного новорождённого после перевязки ОАП сообщили в 1977 г. [41]. Операция технически проста и заключается в погружении избытка ткани диафрагмы несколькими атравматическими швами из нерассасывающего материала (Пролон 4-5/0). Торакоскопическая пликация менее травматична и с успехом выполняется у детей в возрасте менее 3 мес [42].

Повреждение возвратного нерва и паралич левых голосовых связок

Частичный паралич голосовых связок в результате повреждения возвратного нерва является известным осложнением хирургического закрытия ОАП, особенно у недоношенных новорождённых. Чаше это осложнение развивается у новорождённых массой тела менее 1000 г [43]. W. Clement и соавт. [44] наблюдали частичный паралич голосовых связок у 67% недоношенных детей после хирургического закрытия ОАП, что сопровождалось нарушением процесса глотания и необходимостью применения зондового питания, удлинением сроков ИВЛ и пребывания в стационаре. Результатом паралича является дисфония, проявляющаяся в более позднем возрасте гнусавостью, осиплостью и охриплостью голоса. Возможность развития паралича голосо-

вых связок является одним из доводов против профилактического хирургического закрытия ОАП у всех недоношенных новорождённых. Однако дисфония может быть и результатом повреждения гортани и голосовых связок после длительной интубации трахеи для проведения ИВЛ, особенно у глубоко недоношенных новорождённых [45]. Мнение, согласно которому паралич возвратного нерва у большинства новорождённых может исчезнуть в течение года после операции, не подтверждается исследованиями на большом клиническом материале [46, 47]. M. Smith и соавт. [48] указыва.т, что риск повреждения возвратного нерва особенно высок у недоношенных гестационного возраста менее 28 нед с массой тела менее 1250 г. Всем новорождённым после перевязки ГЗ ОАП рекомендуется назофарингоскопия для оценки функции голосовых связок до появления клинических симптомов их повреждения. Это исследование должно выполняться опытным детским отоларингологом [43, 46, 48].

Повреждение лимфатического протока и хилоторакс

Хилоторакс после хирургического закрытия ОАП в отличие от врождённого хилоторакса новорождённых является результатом травматического повреждения грудного лимфатического протока во время операции [49]. Для профилактики этого осложнения необходима тщательная идентификация всех структур в области ОАП, в том числе лимфатического протока. Частота этого осложнения после закрытия ГЗ ОАП у недоношенных неизвестна, однако оно требует медикаментозного или хирургического вмешательства, так как сопровождается значительным ухудшением состояния новорождённого и высокой смертностью. Диагноз лимфорей основывается на наличии в плевре светлой жидкости молочно-белого оттенка с концентрацией лимфоцитов выше 80–90%, липидов – выше 1,1 ммоль/л и превышением общего количества клеток до более 1000 в 1 мкл, хотя эти показатели в редких случаях могут быть ниже вышеприведённых. Спонтанное прекращение лимфорей наблюдается исключительно редко.

Лечение послеоперационного хилоторакса необходимо проводить сначала в виде консервативной терапии, включающей дренирование левой плевральной полости, замену энтерального питания полным парентеральным питанием, назначение безжировой диеты, внутривенное введение соматостатина (октреотида) в дозе 6 мг/кг/ч [50]. Применение соматостатина (октреотида), по некоторым данным, способствует прекращению накопления лимфы, хотя механизм его действия не установлен и мало изучен [51, 52]. При отсутствии эффекта консервативных мероприятий в течение 7–10 дней (лимфорей более 15–20 мл/кг/сут) показано хирургическое вмешательство.

Хирургическое лечение заключается в клипировании или прошивании обоих концов повреждённого лимфатического протока через тот же хирургический доступ, который был использован для закрытия ОАП. Перевязка грудного протока не всегда сопровождается прекращением лимфорей, так как повышение давления в клипированном или перевязанном протоке может привести к просачиванию лимфы в плевральную полость [53]. Поэтому после хирургического вмешательства рекомендуется продолжать безжировое питание в течение не менее 7 дней после перевязки лимфатического протока [49]. При старте энтерального питания нужно

использовать смеси со среднепочечными жирами с целью минимизации продукции и тока лимфы,

Имеется сообщение об успешном торакоскопическом клипировании лимфатического протока у 14 новорожденных массой тела более 1900 г при врожденном хилотораксе [54]. Описан случай успешного применения перорального введения силденафила для лечения врожденного хилоторакса [55] и случай введения внутривенно смеси тетрациклина с успешным исходом лечения [56]. Сообщения о применении у новорожденных химического плевродеза повидон-йодом для лечения рефрактерного врожденного хилоторакса немногочисленны. Мировой опыт на 2015 г. насчитывал лишь 12 наблюдений с прекращением лимфорей в 58% случаев и выживаемостью 75% [57, 58].

Функциональный сколиоз после хирургического закрытия ОАП у недоношенных новорожденных

Сколиоз и деформация грудной клетки после стандартной заднебоковой торакотомии – известное осложнение, возникающее после перевязки ОАП или других операций у детей с врожденными пороками сердца [59]. Это осложнение реже наблюдается после торакоскопического хирургического лечения доброкачественных внутригрудных аномалий у детей [60]. Имеется сравнительно мало сведений о частоте сколиоза в отдаленные сроки после хирургического закрытия ГЗ ОАП у недоношенных новорожденных. Развитие сколиоза связывают с повреждением во время операции мышц, обеспечивающих стабильность позвоночника (передняя зубчатая мышца и длинная мышца спины).

Заключение

Таким образом, лечение ОАП у недоношенных детей – сложная и не решенная до конца проблема, требующая участия многих специалистов: неонатологов, детских кардиологов и кардиохирургов, детских хирургов общего профиля, анестезиологов, фармакологов и специалистов смежных областей.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

ЛИТЕРАТУРА

(пп. 2-7, 9-17, 18-27, 28-35, 37- 50, 51-60, см. в REFERENCES)

1. Блинова Е.И., Алекси-Месхишвили В.В. Открытый артериальный проток у недоношенных детей. *Педиатрия* 1982; 1:70-3.
8. Володин Н.Н., Байбарина Е.Н. *Протокол ведения недоношенных детей с гемодинамически значимым функционирующим артериальным протоком*. М.: 2010.
17. Разумовский А.Ю., Алхасов А.Б., Митупов З.Б., Феоктистова Е.В., Ситникова М.И., Коллеров М.Ю., Нагорная Ю.В. Хирургическая коррекция открытого артериального протока у детей. *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии*. 2017; 7: 24-32.
28. Козлов Ю.А., Новожилов В.А., Ежова И.В., Медведев В.Н., Медведев А.В., Ярошевич А.В., Михеева Н.И., Сыркин Н.В., Кононенко М.И., Кузнецова Н.Н. Торакотомия и торакоскопия в лечении открытого артериального протока у детей с массой тела менее 2500 г. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2014; 1: 64-72.
36. Спивак Е. М., Климачев А. М., Майден И. В. Центральная гемодинамика при открытом артериальном протоке у недоношенных новорожденных детей. *Ярославский педагогический вестник* 2013; 1Том III: 127-30 (Естественные науки).
51. Соколовская М.А., Манеров Ф.К., Мальцева Е.В., Черпаков Е.Я. Хилоторакс у новорожденных детей. *Педиатрия* 2015; 95: 83-5.

REFERENCES

1. Blinova E.I., Aleksi-Meshishvili V.V. Patent ductus arteriosus in pre-term infants (Review). *Pediatr* 1982; 1:70-3 [In Russian].
2. Obladen M., Koehne P. (Eds.). *Interventions for Persisting Ductus Arteriosus in the Preterm Infant*. Springer Medizin Verlag Heidelberg: 2005.
3. Clyman RI., Couto J., Murphy GM. Patent ductus arteriosus: are current neonatal treatment options better or worse than no treatment at all? *Semin Perinatol* 2012; 36:123-9.
4. Mitra S., Florez ID., Tamayo ME., Aune D., Mbuagbaw L., Veroniki AA., Thabane L. Effectiveness and safety of treatments used for the management of patent ductus arteriosus (PDA) in preterm infants: a protocol for a systematic review and network meta-analysis. *BMJ Open* 2016;6: e011271
5. Bixler M., Powers G., Clark RH., Walker MW., Veeral N. Tolia VN. Changes in the Diagnosis and Management of Patent Ductus Arteriosus from 2006 to 2015 in United States Neonatal Intensive Care Units. *J. Pediatr*. 2017; in Press.
6. Reese JR., Sheton EL., Slaughter JC., McNamara PJ. Prophylactic Indomethacin Revisited. *J. Pediatr* 2017; 186:11-4.
7. Backer CL., Mavroudis C. Congenital Heart Surgery Nomenclature and Database Project: Patent Ductus Arteriosus, Coarctation of the Aorta, Interrupted Aortic Arch. *Ann Thorac Surg*. 2000;69: 298-307.
8. Volodin N.N., Bajbarina E.N. *Protocol management of preterm infants with hemodynamically significant functioning arterial duct [Protokol vedeniya nedonoshennykh detey s znachimim funktsioniruyushchim arterial'nyim protokom]*. Moscow:2010. [In Russian].
9. Jhaveri N., Moon-Grady A., Clyman RI. Early surgical ligation versus a conservative approach for management of patent ductus arteriosus that fails to close after indomethacin treatment. *J. Pediatr*. 2010;157:381-7.
10. Kabra NS., Schvidt D., Roberts RS., Doyle LW., Papile L., Fanroff A. and the trial of indomethacin prophylaxis in preterms (TIPP) investigators. Neurosensory Impairment after Surgical Closure of Patent Ductus Arteriosus in Extremely Low Birth Weight Infants: Results from the Trial of Indomethacin Prophylaxis in Preterms. *J. Pediatr*. 2007; 150:229-34.
11. Chang S-L., Lin W-L., Weng C-H., Shye-Jao Wu S-J., Tsai H-J., Wang S-M., Peng C-C., Chang J-H. Atropine use may lead to post-operative respiratory acidosis in neonates receiving ductal ligation: A retrospective cohort study. *Pediatrics and Neonatology*. 2017. 1-5. doi.org/10.1016/j.pedneo.2017.04.005 (In Press).
12. Weisz DE., Mirea L., Rosenberg E., Jang M., Ly L., Church PT., Kelly E., Kim SJ., Jain A., McNamara PJ., Shah PS. Association of patent ductus arteriosus ligation with death or neurodevelopmental impairment among extremely preterm infants. *JAMA Pediatr*. 2017. doi:10.1001/jamapediatrics.2016.5143
13. Coster DD., Gorton ME., Grooters RK., Thiemen KC., Schneider RF., Soltanzadeh H. Surgical closure of the patent ductus arteriosus in the neonatal intensive care unit. *Ann Thorac Surg*. 1989; 48:386-9.
14. Koehne PS., Bein G., Alexi-Meshishvili V., Weng Y., Buhrer C., Obladen M. Patent ductus arteriosus in very low birthweight infants: complications of pharmacological and surgical treatment. *J. Perinatol Medicine* 2001; 29:329-34.
15. Roeder RA., Geddes LA. An Optical Oscillometric Method for Neonatal and Premature Infant Blood Pressure Monitoring. *Advances in Neonatal Care*.2009; 9:77-8.
16. Banieghbal B. Physiological marker and surgical ligation of patent ductus arteriosus in neonates. *Afr J. Paediatr Surg* 2016; 13:109-13.
17. Razumovskij A.Ju., Alhasov A.B., Mitupov Z.B., Feoktistova E.V., Sitnikova M.I., Kollerov M.Ju., Nagornaja Ju.V. The surgical correction of patent ductus arteriosus in children. The Russian. *Rossiyskiy vestnik detskoy khirurgii, anesteziologii i reanimatologii*. 2017;7:24-32 [In Russian].
18. Fleming WH., Sarafian LB., Kugler JD., Nelson RM. Ligation of patent ductus Arteriosus in premature Infants: importance of accurate anatomic definition. *Pediatrics*. 1983; 71:373-5.
19. Pontius RG., Danielson GR., Noonan JA., Judson JP. Illusion leading to surgical closure of the distal pulmonary artery instead of the ductus arteriosus. *J. Thorac Cardiovasc Surg* 1981; 82:107-13.
20. King H., Mandelbaum I. Extrapleural approach for patent ductus arteriosus. *Surgery*.1962; 51: 277-9.
21. Yao JKY., Mustard WT. The extrapleural approach ligation of patent ductus arteriosus in the seriously ill infant. *Angiology*.1969; 20:585-6.

22. Demirturk O., Guyener M., Coskun I., Tunel HA. Results from extra-pleural clipping of a patent ductus arteriosus in seriously ill preterm infants. *Pediatr Cardiol* 2011; 32:1164-7.
23. Avila-Alvarez A., Serantes Lourido M., Barriga Bujan R., Blanco Rodriguez C., Portela-Torron F., Bautista-Hernandez V. Cierre quirúrgico del ductus arterioso persistente del prematuro: ¿influye la técnica quirúrgica en los resultados? *An Pediatr (Barc)*. 2017; 86:277-83.
24. Mazzer E., Brancaccio G., Feltri C., Michielon G., Donato R. Minimally Invasive Surgical Closure of Patent Ductus Arteriosus in Premature Infants: A Novel Approach. *Ann Thorac Surg* 2002; 17:292-4.
25. Bacha EA., del Nido PJ. Robotic Approach to Patent Ductus Arteriosus or Vascular Rings. Operative Techniques in Thoracic and Cardiovascular Surgery: *A Comparative Atlas*. 2007; 12:257-65.
26. Kennedy AP., Snyder CL., Ashcraft KW., Manning PB. Comparison of muscle-sparing thoracotomy and thoracoscopic ligation for the treatment of patent ductus arteriosus. *Journal of Pediatric Surgery*. 1998; 133: 259-61.
27. Stankowski T., Aboul-Hassan SS., Jakub Marczak J., Szymanska A., Augustyn C., Cichon R. Minimally invasive thoracoscopic closure versus thoracotomy in children with patent ductus arteriosus Minimally invasive thoracoscopic closure versus thoracotomy in children with patent ductus arteriosus. *Journal of Surgical Research* .2017; 208:1-9.
28. Kozlov Iu.A., Novozhilov V.A., Ezhova I.V., Medvedev V.N., Medvedev A.V., Iaroshevich A.V., Mikheeva N.I., Syrkin N.V., Kononenko M.I., Kuznetsova N.N. Thoracotomy and thoracoscopy in the treatment of patent arterial duct in infants weighing less than 2500 g. *Hirurgiya. Zhurnal imeni N.I. Pirogova* .2014;1:64-72 [In Russian].
29. Haneda N., Masue M., Tasaka M., Fukui C., Saito K., Yamaguchi S. Transcatheter closure of patent ductus arteriosus in an infant weighing 1180 g. *Pediatrics International*. 2001; 43:176-8.
30. Thukaram R., Suarez WA., Sundararaghavan S. Transcatheter Closure of the Patent Arterial Duct Using the Flipper Coil in a Premature Infant Weighing 1,400 g: A Case Report. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. 2005; 66:18-20.
31. Francis E., Singhi AK., Lakshmivenkateshaiah S., Kumar RK. Transcatheter Occlusion of Patent Ductus Arteriosus in Pre-Term Infants. *JACC Cardiovascular Interventions*. 2010; 3:550-6.
32. Bentham J., Meur S., Hudsmith L., Archer N., Wilson N. Echocardiographically guided catheter closure of arterial ducts in small preterm infants on the neonatal intensive care unit. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. 2011; 77:409-15.
33. Zahn EM., Peck D., Phillips A., Nevin P., Basaker K., Simmons C., McRae ME., Early T., Garg R. Transcatheter Closure of Patent Ductus Arteriosus in Extremely Premature Newborns Early Results and Midterm Follow-Up. *JACC: Cardiovascular Interventions* 2016; 9:2429-37.
34. Roberts R., Adwani S., Archer N., Wilson N. Catheter closure of the arterial duct in preterm infants. *Arch Dis Child Fetal Neonatal* .2007; 92:248-50.
35. Backers CH., Cheatham SL., Deyo GM., Leopold S., Ball MK., Smith CV., Garg V., Holzer RJ., Cheatham JP., Berman DP. Percutaneous patent ductus arteriosus (PDA) closure in very preterm infants: feasibility and complications. *JAM Heart Assoc* .2016; 5:1-10.
36. Spivak E. M., Klimachev A. M., Maïden I. V. The Central Hemodynamics at the Open Arterial Channel of Premature Newborn Children. *Yaroslavskiy pedagogicheskiy vestnik*. 2013; 1(II): 127-30 (Natural science). (in Russian)
37. Lipman B., Serwer GA., Brazy JE. Abnormal cerebral hemodynamics in preterm infants with patent ductus arteriosus. *Pediatrics* . 1982; 69:778-1.
38. EL-Khuffash AF., Jain A., Weisz D., Mertens L., McNamara PJ. Assessment and Treatment of Post Patent Ductus Arteriosus Ligation Syndrome. *J. Pediatr*. 2014; 165:46-52.
39. Jain A., Sahni M., El-Khuffash A., Khadawardi E., Sehgal A., McNamara PJ. Use of Targeted Neonatal Echocardiography to Prevent Postoperative Cardiorespiratory Instability after Patent Ductus Arteriosus Ligation. *J. Pediatr*. 2012; 160:584-9.
40. Jog SM., Patole SK. Diaphragmatic paralysis in extremely low birthweight neonates: Is waiting for spontaneous recovery justified? *J. Paediatr. Child Health* 2002; 38:101-3.
41. Yeh TF. Amka P., Pildes RS., Tatoes CJ. Diaphragmatic paralysis after surgical ligation of patent ductus arteriosus. *Lancet*. 1977; 27:461.
42. Kozlov Y., Novozhilov V. Thoracoscopic Plication of the Diaphragm in Infants in the First 3 Months of Life. *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques*. 2015; 25:342-7.
43. Spanos WC., Brookes JT., Smith MC., Burkhart HM., Bell EF., Smith RJ. Unilateral vocal cord paralysis in premature infants after ligation of patent ductus arteriosus: vascular clip versus suture ligation. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2009; 118:750-3.
44. Clement WA., El-Hakim H., Phillios EZ., Cote JJ. Unilateral Vocal Cord Paralysis Following Patent Ductus Arteriosus Ligation in Extremely Low-Birth-Weight Infants. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2008; 134:28-33.
45. Reynolds MV. *Dysphonia in very preterm children: Prevalence, presentation, influencing factors and response to treatment*. This thesis is presented for the degree of Doctor of Philosophy of the University of Western Australia .2015:1-183.
46. Strychowski JE., Rukholm., Gupta MK., Reid D. Unilateral Vocal Fold Paralysis After Congenital Cardiothoracic Surgery: A Meta-analysis. *Pediatrics* 2014;133: 1708-23.
47. Jabbour J., Robey T. Resolution of vocal fold immobility in preterm infants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2017;103:83-6.
48. Smith ME., King JD., Elsherif A., Muntz HR., Park AH., Kouretas PC. Should All Newborns Who Undergo Patent Ductus Arteriosus Ligation Be Examined for Vocal Fold Mobility? *The Laryngoscope*. 2009;119:1606-9.
49. Matsuo S., Takahashi G., Konishi A. Sai S, Management of Refractory Chylothorax After Pediatric Cardiovascular Surgery. *Pediatr Cardiol*. 2013;34:1094-9.
50. Çakır U., Kahvecioğlu D., Yıldız D., Alan S., Erdeve Ö., Atasay B., Arsan S. Report of a case of neonatal chylothorax that responded to long-term octreotide treatment and review of the literature. *Turk J. Pediatr*. 2015; 57:195-7.
51. Sokolovskaya M.A., Manerov F.K., Maltseva E.V., Cherpakova E.Ya. Chylothorax in newborns. *Pediatrics*. 2015; 95:83-5 (In Russian).
52. Testoni D., Hornik CP., Neely ML., Yang O., McMahon AW., Clark RH., Smith PB. Safety of octreotide in hospitalized infants. *Early Human Development*. 2015; 91:387-92.
53. Lin Y., Li Z., Li G., Zhang X., Deng H., Yng X., Liu L. Selective En Masse Ligation of the Thoracic Duct to Prevent Chyle Leak After Esophagectomy. *Ann Thorac Surg*. 2017; 103:1802-7.
54. Clark ME. Woo RK., Johnson SM. Thoracoscopic pleural clipping for the management of congenital chylothorax. *Pediatr Surg Int*. Published on line 15 August 2015 DOI 10.1007/s00383-015-3760-6.
55. Malleske DT., Yoder BA. Congenital chylothorax treated with oral sildenafil: a case report and review of the literature. *Journal of Perinatology*. 2015; 35, 384-6.
56. Utture A., Kodu.R, Mondakar J. Chemical pleurodesis with oxytetracycline in congenital chylothorax. *Indian pediatrics* .2016;53;105-56.
57. Resch B., Freidl T., Reiterer F. Povidone-iodine pleurodesis for congenital chylothorax of the newborn. *Arch Dis Child Fetal Neonatal* Ed. 2016; 101:87-8.
58. Scottoni F. Fusaro F., Conforti A, Morini F., Bagolan. Pleurodesis with povidone iodine for refractory chylothorax in newborns: Personal experience and literature review. *J Pediatr Surg*. 2015; 50:1722-5.
59. Emmel M., Urbach P., Herse B., Dalichau H., Haupt WF., Schumann D., Mennicken U. Neurogenic Lesions After Posterolateral Thoracotomy in Young Children. *Thorac. Cardiovasc. Surgeon* .1996; 44:86-91.
60. Lawal TA., Gosemann J-H., Kuebler JF., Glüer S., Ure BM. Thoracoscopy versus thoracotomy improves midterm musculoskeletal status and cosmesis in infants and children. *Ann Thorac Surg* 2009; 87:224-8.

Поступила 05 декабря 2017

Принята в печать 22 января 2018