Хирургия. Журнал имени Н.И. Пирогова
2019, № 2, с. 5-12
https://doi.org/10.17116/hirurgia20190215

Pirogov Journal of Surgery
2019, №2, pp. 5-12
https://doi.org/10.17116/hirurgia20190215

Торакоскопическое клипирование открытого артериального протока: место хирургии в эпоху транскатетерных технологий

© А.Н. АРХИПОВ, А.Ю. ОМЕЛЬЧЕНКО, А.В. ЗУБРИЦКИЙ, Т.С. ХАПАЕВ, И.А. СОЙНОВ, С.М. ИВАНЦОВ, П.М. ПАВЛУШИН, А.В. БОГАЧЁВ-ПРОКОФЬЕВ, А.М. КАРАСЬКОВ

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. акад. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, Новосибирск, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования — описание эволюции технологии и оценка результатов торакоскопического клипирования как альтернативного метода хирургического лечения открытого артериального протока диаметром более 3 мм у доношенных детей с массой тела более 4 кг.

Материал и методы. С марта 2012 г. по март 2018 г. в НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина торакоскопическое клипирование открытого артериального протока (ОАП) выполнено у 140 пациентов. Возраст оперированных пациентов в среднем составил 4 года (от 3 мес до 13 лет), индекс массы тела (ИМТ) — 15,4±2,2 кг/м^2. Критерии включения: диаметр протока от 3,5 до 10 мм, Qp/Qs>1,3/1,0, масса тела от 4 до 40 кг. По данным ЭхоКГ диаметр ОАП в среднем составил 4,6±0,9 мм (от 3,5 до 8 мм), расчетное давление в легочной артерии — 34,3±5,8 мм, соотношение легочного кровотока к системному Qp/Qs — 1,6±0,3. Всем пациентам проток клипирован с помощью четырехпортовой методики в условиях общей интубационной анестезии без необходимости дренирования плевральной полости.

Результаты. Время операции составило в среднем 24,5±15,5 мин. У 29 (20,7%) пациентов использовали титановые клипсы, у 11 (79,3%) — полимерные клипсы с «запирающим» механизмом. Конверсия в мини-торакотомию потребовалась у 1 ребенка; летальных случаев, кровотечений и других жизнеугрожающих интра- и послеоперационных осложнений не было. Экстубированы на операционном столе 94 (67,1%) пациента, у 46 (32,9%) время искусственной вентиляции легких в отделении реанимации и интенсивной терапии составило 1,3±1 ч. Осложнения раннего послеоперационного периода: пневмоторакс у 2 (1,4%) пациентов, повреждение возвратного гортанного нерва у 1 (0,7%), стенозирующий ларинготрахеит у 1 (0,7%). У 2 (1,4%) пациентов после клипирования титановой клипсой при контрольной ЭхоКГ через 10 и 6 мес выявлены резидуальные шунты, им выполнено транскатетерное закрытие реканализованного ОАП спиралью в рентгеноперационной. После 2 случаев решунтирования ОАП при применении титановых клипс у всех последующих пациентов операцию осуществляли с использованием полимерных клипс. В этой группе не выявлено случаев резидуального кровотока через клипированный проток.

Выводы. Торакоскопическое клипирование полимерной клипсой с запирающим механизмом является безопасным и эффективным способом хирургического лечения ОАП у доношенных детей с массой тела более 4 кг.

Ключевые слова: врожденный порок сердца, открытый артериальный проток, торакоскопическое клипирование, миниинвазивная хирургия.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Архипов А.Н. — e-mail: a_arkhipov@meshalkin.ru; https://orcid.org/0000-0003-3234-5436
Омельченко А.Ю. — https://orcid.org/0000-0001-9564-755X
Зубрицкий А.В. — https://orcid.org/0000-0003-4666-2571
Хапаев Т.С. — https://orcid.org/0000-0002-9765-0282
Сойнов И.А. — https://orcid.org/0000-0003-3691-2848
Иванцов С.М. — https://orcid.org/0000-0002-8715-0778
Павлушин П.М. — https://orcid.org/0000-0002-6684-5423
Богачёв-Прокофьев А.В. — https://orcid.org/0000-0003-4625-4631
Караськов А.М. — https://orcid.org/0000-0001-8900-8524

КАК ЦИТИРОВАТЬ

Архипов А.Н., Омельченко А.Ю., Зубрицкий А.В., Хапаев Т.С., Сойнов И.А., Иванцов С.М., Павлушин П.М., Богачёв-Прокофьев А.В., Караськов А.М. Торакоскопическое клипирование открытого артериального протока: место хирургии в эпоху транскатетерных технологий. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2019;2:5-12. https://doi.org/10.17116/hirurgia20190215

Thoracoscopic clipping of patent ductus arteriosus: position of surgery in the era of transcatheter procedures

© A.N. ARKHIPOV, A.YU. OMELCHENKO, A.V. ZUBRITSKIY, T.S. KHAPAEV, I.A. SOYNOV, S.M. IVANTSOV, P.M. PAVLUSHIN, A.V. BOGACHEV-PROKOPHIEV, A.M. KARASKOV

Meshalkin National Medical Research Center of Healthcare Ministry of the Russian Federation, Novosibirsk, Russia

ABSTRACT

Aim — to describe single-center evolution of the procedure and to evaluate the results of thoracoscopic clipping of patent ductus arteriosus (PDA) with diameter over 3,0 mm in term infants weighting over 4,0 kg.

Material and methods. Thoracoscopic clipping of PDA has been performed in 140 patients for the period from March 2012 to March 2018 in Meshalkin National Medical Research Center. Mean age was 4.0 years (range 3 months — 13 years), mean body mass index — 15.4±2.2 кг/м². Inclusion criteria: PDA size 3.5—10 mm, Qp/Qs >1,3/1,0, weight 4.0—40 kg. Mean PDA size was 4.6±0.9 mm (range 3.5—8.0 mm), mean pulmonary artery pressure — 34.3±5.8 mm Hg, mean systemic/pulmonary flow Qp/Qs — 1.6±0.3. All patients underwent successful PDA closure through four-port technique under endotracheal general anesthesia and no need for pleural drainage.

Results. Mean procedure time was 24.5±15.5 min. In 29 (20,7%) cases we used titanium clips, in 11 (79.3%) — polymer locking ligating clips. There was 1 conversion to mini-thoracotomy. There were no deaths, bleeding or any other life-threatening complications. 94 (67.1%) patients were weaned from ventilator within operating theatre, in other 46 (32.9%) patients mean ventilation time in ICU was 1.3±1.0 hours. In-hospital postoperative complications: pneumothorax — 2 (1.4%) cases, recurrent laryngeal nerve dysfunction — 1 (0.7%), false croup — 1 (0.7%). There were 2 residual leakages in 2 (1.4%) patients in 10 and 6 months after titanium clip deployment. Both of them underwent transcatheter closure using the coil. Considering these cases all following patients underwent PDA closure by polymer locking ligating clips with no cases of residual leakage.

Conclusion. Thoracoscopic PDA closure by polymer locking ligating clip is safe and effective technique for surgical management of PDA with diameter over 3.0 mm in term infants weighting over 4.0 kg.

Keywords: congenital heart disease, patent ductus arteriosus, thoracoscopic clipping, minimally invasive surgery.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Arkhipov AN — https://orcid.org/0000-0003-3234-5436
Omelchenko AYu — https://orcid.org/0000-0001-9564-755X
Zubritskiy AV — https://orcid.org/0000-0003-4666-2571
Khapaev TS — https://orcid.org/0000-0002-9765-0282
Soynov IA — https://orcid.org/0000-0003-3691-2848
Ivantsov SM — https://orcid.org/0000-0002-8715-0778
Pavlushin PM — https://orcid.org/0000-0002-6684-5423
Bogachev-Prokophiev AV — https://orcid.org/0000-0003-4625-4631
Karaskov AM — https://orcid.org/0000-0001-8900-8524

TO CITE THIS ARTICLE

Arkhipov AN, Omelchenko AYu, Zubritskiy AV, Khapaev TS, Soynov IA, Ivantsov SM, Pavlushin PM, Bogachev-Prokophiev AV, Karaskov AM. Thoracoscopic clipping of patent ductus arteriosus: position of surgery in the era of transcatheter procedures. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 2019;2:5-12. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/hirurgia20190215

Открытый артериальный проток (ОАП) — один из наиболее распространенных врожденных пороков сердца (ВПС), встречается в 0,87 случая на 1000 живорожденных, при этом ОАП функционирует у 30% маловесных (<1500 г) недоношенных детей [1]. Персистирующий ОАП больших размеров обеспечивает гиперволемию малого круга кровообращения (МКК) и объемную перегрузку левого желудочка, что ведет к легочной гипертензии и сердечной недостаточности, а также обусловливает дефицит системного кровотока.

При неэффективности либо наличии противопоказаний к медикаментозной консервативной терапии ребенок нуждается в хирургическом закрытии протока, причем у маловесных недоношенных детей тактикой выбора остается открытая операция через мини-торакотомию [2]. У доношенных детей с массой тела более 4 кг в настоящее время спектр вмешательств расширяется в сторону миниинвазивных. При диаметре ОАП до 3 мм неплохие результаты демонстрирует технология транскатетерного закрытия протока окклюзирующей спиралью [3]. В случае выявления у пациента ОАП бóльшего размера возможно либо транскатетерное закрытие протока в рентгеноперационной окклюдером, либо торакоскопическое клипирование. Технология эндоваскулярной имплантации окклюдера имеет ряд противопоказаний и недостатков, большинство из которых связано с наличием инородного тела в кровотоке и трансваскулярным доступом. В ряде центров продолжает использоваться технология торакоскопического клипирования ОАП.

Цель исследования — описание эволюции технологии и оценка непосредственных и отдаленных результатов торакоскопического клипирования как альтернативного метода хирургического лечения ОАП диаметром более 3 мм у доношенных детей с массой тела более 4 кг.

Материал и методы

Характеристика группы пациентов

С марта 2012 г. по март 2018 г. в НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина торакоскопическое клипирование ОАП выполнено 140 пациентам (в том числе 119 (85%) женского пола) в возрасте от 3 мес до 13 лет (в среднем 4 года — 48,8±44,4 мес). В возрасте до 1 года были 23 (16,4%) пациента. Рост пациентов составил 99,5±27,6 см, масса тела — 16,2±11,1 кг, индекс массы тела (ИМТ) — 15,4±2,2 кг/м². Клиническая манифестация порока была у 128 (91,4%) пациентов, сопутствующие ВПС, не требующие хирургической коррекции, — у 42 (30%).

Показания к хирургическому лечению определялись при наличии значимого артериовенозного сброса, при этом основным диагностическим критерием считалась гиперволемия МКК (соотношение легочного кровотока к системному Qp/Qs>1,1/1,0). Для выбора в пользу торакоскопического клипирования применялись критерии включения (диаметр протока от 3,5 до 10 мм, Qp/Qs >1,3/1,0, масса тела от 4 до 40 кг) и исключения (проток «окончатого» типа, аневризма, кальциноз ВПС, требующие хирургической коррекции, спаечный процесс в левой плевральной полости).

При поступлении все пациенты проходили инструментальное обследование. По данным обзорной рентгенографии органов грудной клетки средний сердечно-легочный коэффициент (индекс Мартина) до операции составил 52,6±5,8%, у 126 (90%) пациентов констатирована гиперволемия МКК различной степени выраженности. По данным эхокардиографии диаметр ОАП в среднем составил 4,6±0,9 мм (от 3,5 до 8 мм), расчетное давление в легочной артерии — 34,3±5,8 мм, соотношение легочного кровотока к системному Qp/Qs — 1,6±0,3.

Анестезиологическое обеспечение

После начала мониторинга и катетеризации периферической вены на фоне ингаляции севофлурана 8 об./% дополнительно вводили пипекурония бромид 0,015 мг/кг, суксаметония хлорид 1,5—2 мг/кг и фентанил 5 мкг/кг и после достижения миорелаксации выполняли интубацию трахеи. После интубации устанавливали центральный венозный катетер для мониторинга центрального венозного давления и инфузионной терапии, катетеризировали артерию (лучевая, бедренная) для мониторинга артериального давления и забора крови для анализа кислотно-основного и газового состава крови.

На момент установки троакаров добавляли фентанил в дозе 3—5 мкг/кг. Всю операцию производили на фоне ингаляции севофлурана 2,5—3 об./%. Инсуффляция диоксида углерода в плевральную полость может потребовать коррекции параметров вентиляции из-за развивающейся гиперкапнии (увеличение частоты дыхательных движений, дыхательного объема). В результате положительного давления в плевральной полости развивается гипотензия, требующая болюсного введения или продленной инфузии вазопрессоров (фенилэфрин, норадреналин). После нормализации давления в плевральной полости потребность в вазопрессорах исчезает. По завершении основного этапа и начала наложения кожных швов подачу севофлурана прекращали. Для купирования стадии возбуждения и более комфортного пробуждения ребенка использовали инфузию пропофола в дозе 2—3 мг/кг/ч. По завершении хирургического этапа увеличивали поток газовой смеси для более быстрой элиминации остатков севофлурана.

После восстановления адекватного спонтанного дыхания проводили аускультацию легких, санацию трахеобронхиального дерева и при отсутствии противопоказаний ребенка по возможности экстубировали. Далее пациента переводили в детское отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), где инфузию пропофола прекращали. Выполняли запись ЭКГ, контрольную обзорную рентгенографию органов грудной клетки и эхокардиографию (для исключения реканализации клипированного ОАП).

Хирургические детали операции

Положение пациента на операционном столе: на правом боку с наклоном 70° вперед и небольшим валиком на уровне нижнего угла лопатки. Обе руки согнуты на 90° в плечевом суставе в горизонтальной плоскости, на 90° в локтевом суставе в сагиттальной плоскости, правое плечо под углом 90°, левое под углом 100—120° к вертикальной оси.

Набор инструментов (KARL STORZ SE & Co. KG, Туттлинген, Германия): оптика HOPKINS-II переднебокового видения 30° диаметром 3,3 мм, ножницы по Metzenbaum, различные варианты щипцов для захвата и диссекции (по Kelly, с браншами под прямым углом, окончатые) диаметром 3,3 либо 5 мм, троакары 3,5, 3,9, 6 и 11 мм. Для клипирования протока использовали клип-аппликаторы KARL STORZ с титановыми клипсами среднего размера (6 либо 8 мм) и клип-аппликаторы Weck Hem-o-lok «Teleflex Inc.», Вэйн, Пенсильвания, США) с полимерными клипсами с «замковым» механизмом размера ML, L и XL **(рис. 1, на цв. вклейке)**.

Троакар №1 (эндоскоп) диаметром 3,9 мм устанавливали в пятом—шестом межреберье сразу под нижним углом лопатки (задняя аксиллярная линия с учетом элевации левой лопатки после отведения руки), через него начинали инсуффляцию подогретого диоксида углерода (CO_2) до достижения целевого давления в плевральной полости 6—8 мм рт. ст. Через троакар №1 проводили эндоскоп и осуществляли предварительную ревизию плевральной полости. Троакар №2 (инструментальный) диаметром 3,9 мм устанавливали во втором—третьем межреберье по средней аксиллярной линии, троакар № 3 (инструментальный) диаметром 6 либо 11 мм — в седьмом—восьмом межреберье по паравертебральной линии, троакар №4 (инструментальный) диаметром 3,5 мм — в девятом—десятом межреберье по лопаточной линии **(рис. 2, на цв. вклейке)**.

Под эндовидеоскопическим контролем через троакар №4 проводили окончатый зажим, которым осуществляли тракцию левого легкого кпереди. После отведения легкого визуализировали левый блуждающий нерв. Париетальный листок плевры рассекали над нисходящим отделом грудной аорты кзади от блуждающего нерва, тупым путем выделяли нижнюю стенку протока, идентифицировав левый возвратный гортанный нерв. Затем выделяли верхнюю стенку протока.

Таблица 1. **Хирургические детали выполненных операций**
Table 1. **Surgical features of the operations.**

Показатель	Значение, %
Среднее время оперативного вмешательства, мин	24,5±15,5
Средний внешний диаметр открытого артериального протока, мм	5,7±1,1
Клипирование титановой клипсой	29 (20,7)
6 мм	9 (6,4)
8 мм	20 (14,3)
Клипирование полимерной клипсой Hem-o-lok	111 (79,3)
ML	34 (24,3)
L	70 (50)
XL	7 (5)

Таблица 2. **Течение послеоперационного периода**
Table 2. **Course of postoperative period.**

Показатель	Значение, %
Статистика послеоперационного периода	
Больные, экстубированные в операционной	94 (67,1)
Время ИВЛ после операции в ОРИТ, ч	1,3±1
Время нахождения в ОРИТ после операции, ч	9,1±8,5
Общее количество койко-дней в отделении	6,1±3,0
Количество койко-дней после операции	4,0±2,2
Осложнения послеоперационного периода	
Реканализация ОАП (госпитальный период)	0
Пневмоторакс (плевральная пункция в ОРИТ)	2 (1,4)
Конверсия в торакотомию (ОАП>9 мм)	1 (0,7)
Повреждение возвратного гортанного нерва	1 (0,7)
Стенозирующий ларинготрахеит	1 (0,7)
Повреждение блуждающего либо диафрагмального нерва	0
Хилоторакс	0
Кровотечение	0

Примечание. ИВЛ — искусственная вентиляция легких, ОРИТ — отделение реанимации и интенсивной терапии, ОАП — открытый артериальный проток.

При использовании титановых клипс на этом выделение протока завершалось. Для клип-аппликатора использовали троакар №3 (11 мм), клипса охватывала проток сверху вниз. У 14 (10%) пациентов ОАП клипирован двумя титановыми клипсами.

При использовании полимерных клипс проток выделяли полностью, включая заднюю стенку. Для этого под проток подводили диссектор по Kelly, навстречу браншам которого рассекали парадуктальные ткани острым путем ножницами через троакар №2. При использовании полимерных клипс в позицию троакара №3 всегда устанавливали троакар 6 мм. Если внешний диаметр протока превышал размер клипсы ML (клип-аппликатор диаметром 5 мм), после полного выделения протока троакар меняли на 11 мм и проводили через него 10-миллиметровый клип-аппликатор L либо XL в зависимости от размеров протока **(рис. 3, на цв. вклейке)**. После контроля гемостаза троакары удаляли. Технология не подразумевает дренирование плевральной полости — CO_2 убирали вакуум-аспиратором на гипервентиляционном вдохе.

Результаты

Основные операционные параметры и статистика по типам и размерам использованных клипс представлены в **табл. 1**. Первое время при использовании титановых клипс в случае сомнения по поводу полного прерывания кровотока через ОАП у 11 (7,9%) пациентов накладывали вторую клипсу.

В нашей серии конверсия в мини-торакотомию потребовалась одному ребенку, у которого внешний диаметр короткого протока превышал диаметр аорты, проток был пересечен с ушиванием аортального и легочного конца. В серии не было летальных случаев, кровотечений и других жизнеугрожающих интра- и постоперационных осложнений. Дренажная трубка в плевральной полости оставлена у 3 (2,1%) пациентов в связи с избыточной васкуляризацией и кровоточивостью парааортальной клетчатки.

В **табл. 2** отражены особенности течения послеоперационного периода. 94 (67,1%) пациента экстубированы на операционном столе, у остальных

46 (32,9%) среднее время искусственной вентиляции легких в ОРИТ составило 1,3±1 ч. На этапе становления методики 34 (24,2%) пациента были оставлены в ОРИТ под наблюдением до утра следующих суток. Как правило, всех пациентов через 2 ч переводят в отделение. У 1 ребенка в возрасте 6 мес в раннем послеоперационном периоде манифестировала клиника острого стенозирующего ларинготрахеита, он провел в ОРИТ 3 сут, острый воспалительный процесс купирован, ребенок выписан в удовлетворительном состоянии на 9-е сутки после операции.

В отдаленном периоде через 1 год после операции обследованы 107 (76,4%) пациентов. У 2 (1,4%) пациентов после клипирования титановой клипсой при контрольной ЭхоКГ через 10 мес (пациент А) и через 6 мес (пациент Б) выявлены резидуальные шунты **(рис. 4, на цв. вклейке)**. Им выполнено транскатетерное закрытие реканализованного ОАП спиралью в рентгеноперационной.

После 2 случав решунтирования ОАП при применении титановых клипс у всех последующих пациентов операцию выполняли с использованием полимерных клипс. В этой группе не выявлено случаев резидуального кровотока через клипированный проток **(рис. 5, на цв. вклейке)**.

Обсуждение

Функционирующий ОАП при естественном течении ВПС в итоге приводит к высокой легочной гипертензии и сердечной недостаточности, в ряде случаев может явиться причиной бактериального эндокардита, формирования аневризмы протока, пареза возвратного гортанного нерва [4]. У маловесных недоношенных новорожденных детей гемодинамически значимый персистирующий проток приводит к целому каскаду осложнений: продленная искусственная вентиляция легких, пневмония, легочное кровотечение, бронхолегочная дисплазия, некротизирующий энтероколит, внутрижелудочковые кровоизлияния и т.д. [4]. Абсолютные показания к закрытию протока очевидны при клинической манифестации у детей и взрослых с гемодинамически значимым артериовенозным шунтом. У бессимптомных пациентов с перегрузкой и дилатацией левых отделов сердца на фоне значительного сброса через проток показания к закрытию обусловлены скорее профилактическими мерами развития возможных осложнений [5]. В литературе приведены примеры развития бактериального эндартериита в случае клинически «бесшумных» небольших протоков с малозначимым шунтом, выявляемых случайно при ЭхоКГ-исследовании, мультиспиральной компьютерной томографии либо аортоангиографии [6]. Несмотря на то что риск развития эндартериита за последние годы сведен к минимуму, нельзя говорить об его отсутствии. Принимая во внимание безопасность и эффективность современных методик закрытия ОАП, можно позиционировать тактику закрытия протока в качестве рутинной процедуры при подтвержденном диагнозе функционирующего ОАП у детей и взрослых при условии отсутствия физиологии Эйзенменгера.

На первом этапе закрытия изолированного гемодинамически значимого ОАП у недоношенных новорожденных возможно начать лечение с купирования сердечной недостаточности (адекватный водный баланс, вентиляционная поддержка с положительным давлением в конце вдоха, вазопрессоры) с последующим назначением неселективных ингибиторов циклооксигеназы: ибупрофена, индометацина [7]. При неэффективности выполняется хирургическое лигирование/клипирование протока через боковую мини-торакотомию [8].

У доношенных детей грудного возраста и старше открытое хирургическое лигирование протока на протяжении десятилетий со времени первой успешной операции, выполненной R. Gross и J. Hubbard в 1938 г. [9], также являлось тактикой выбора. В 1967 г. W. Porstmann и соавт. [10] впервые осуществили транскатетерное закрытие протока окклюдером на основе губки из поливинилформаля. Данный окклюдер, как и появившиеся позднее аналоги (Rashkind, Sideris), отличались высокой частотой резидуальных шунтов, высокой ценой и внушительными размерами системы доставки, что ограничило их распространение. В 1991 г. P. Cambier и соавт. [11] опубликовали результаты транскатетерной боталлоокклюзии у 4 пациентов с помощью спирали из нержавеющей стали. Это положило начало эре эндоваскулярной хирургии ОАП.

Основным недостатком использования спирали являлось ограничение максимально допустимого диаметра ОАП — до 3 мм, по данным разных авторов [12]. Для более крупных протоков тактикой выбора в качестве «золотого стандарта» оставалась открытая хирургия, имеющая ряд недостатков: косметический дефект, вероятность развития деформации грудной клетки, риски интра- и послеоперационного кровотечения, пневматоракса, инфекционных осложнений, резидуальные шунты, парез возвратного гортанного нерва. Рядом авторов [13] была предложена технология закрытия протоков диаметром более 3 мм несколькими окклюзирующими спиралями, однако данная технология сопряжена с бóльшим риском миграции одной из спиралей, тромбоэмболических осложнений, резидуальных шунтов и гемолиза.

В 1993 г. появилась первая публикация F. Laborde и соавт. [14] о возможности торакоскопического клипирования ОАП. Технология позволяла закрывать проток диаметром до 9 мм (ограничение размерами клипсы) и избежать осложнений открытой хирургии, но в то же время несла преимущества эндоскопической хирургии как для пациента (минимальная хирургическая агрессия с сохранением костно-мышечного каркаса грудной клетки и отличным косме-

тическим результатом, отсутствие кровопотери, минимальный болевой синдром, ранняя активизация ребенка и короткий реабилитационный период), так и для хирурга (лучшая визуализация операционного поля). Технология быстро получила распространение благодаря многочисленным публикациям в литературе [15, 16]. По данным разных авторов, при нулевой летальности и среднем времени госпитализации 3 сут частота резидуальных шунтов достигала 2,1%, поражения возвратного гортанного нерва — 2,6%.

Наибольшие серии пациентов были опубликованы E. Villa и соавт. [17] и M. Nezafati и соавт. [18]. E. Villa в 2006 г. представил результаты работы группы авторов во главе с F. Laborde, предложивших оригинальную методику для выполнения вмешательств у 743 пациентов, возраст которых в среднем составил 2,9±3,7 года. Время операции в среднем было равно 20 мин, время нахождения в стационаре после операции — в среднем 2 койко-дня, частота конверсий в торакотомию — 1,1%, пневматоракса — 1,2%, хилоторакса — 0,5%. В отдаленном периоде у 0,9% пациентов отмечен резидуальный шунт. Серия, опубликованная M. Nezafati, включает 2000 пациентов, средний возраст 5,2 года. У 10 (0,5%) пациентов выполнена конверсия в связи с диаметром протока более 9 мм. Частота резидуальных шунтов в отдаленном периоде составила 0,2%.

С 1998 г. интервенционные кардиологи начали использовать для закрытия ОАП более 3 мм ADO — Amplatzer Duct Occluder [19]. В настоящее время в большинстве центров транскатетерное закрытие окклюдером является операцией выбора у пациентов с диаметром протока более 3 мм. Безусловно, технология привлекательна благодаря своей минимальной инвазивности, но, как и любая другая хирургическая технология, имеет свои недостатки, о которых не стоит забывать. Во-первых, не все морфологические варианты ОАП, в соответствии с ангиографической классификацией A. Krichenko и соавт. [20], могут быть закрыты окклюдером. Наиболее удобными анатомическими вариантами являются A1—A3 и E, имеющие суженный легочный конец и широкую аортальную «ампулу». Короткие протоки «окончатого типа» с узким аортальным концом (тип B1—B3) и «тубулярные» протоки типа C являются анатомически «сложными» для имплантации окклюдера [21].

Второй особенностью транскатетерного закрытия больших протоков является отсроченное прерывание кровотока через окклюдер. В мультицентровом исследовании окклюдеров Amplatzer с участием 25 центров США отмечено сохранение резидуального кровотока через окклюдер у 24% пациентов непосредственно после имплантации, у 11% через 1 сут, и только к концу 1-го года после операции процент резидуальных шунтов уменьшился до 0,3 [22]. При использовании окклюдера F. Occlutech Godart и соавт. [23] отметили полное прерывание резидуального кровотока только у 45,3% в 1-е сутки, у 71% через сутки, у 95% через месяц и у 100% к концу 1-го года после операции. Сохранение кровотока через тромбирующийся окклюдер ведет к высокому риску инфекционных и тромбоэмболических осложнений, гемолиза, а также предпосылок для формирования аневризмы протока [24, 25].

До сих пор нет единого мнения о целесообразности транскатетерного закрытия ОАП у маловесных детей. В национальном клиническом исследовании с участием 14 центров Великобритании и Ирландии, результаты которого опубликованы в 2017 г., отмечена следующая частота осложнений у новорожденных с массой тела до 6 кг: миграция окклюдера — 5%, резидуальные шунты в отдаленном периоде — 5%, сосудистые осложнения (в том числе нарушение кровотока в бедренной артерии) — 6%, гемодинамически значимые стенозы на уровне окклюдера в аорте и легочной артерии — 6,6% [26]. Следует принять во внимание и лучевую нагрузку на ребенка, ведь среднее время флюороскопии при закрытии ОАП окклюдером, по данным мультицентрового регистра [27], составляет 14,4±8,6 мин.

Безусловно, хирургическая технология торакоскопического клипирования также обладает рядом недостатков: интубационный наркоз, риски осложнений, характерных для «открытых» операций (пневмо- и хилоторакс, повреждение возвратного гортанного нерва), но при сравнительно низких рисках демонстрирует сравнительно высокую эффективность. Главными преимуществами торакоскопического клипирования мы считаем немедленный результат и отсутствие инородного тела в кровотоке.

В России первый клинический опыт был опубликован Л.А. Бокерия и соавт. [28] в 2002 г. Серия включала 52 пациентов в возрасте 3,3 года, которым выполнено торакоскопическое клипирование ОАП двумя титановыми клипсами с использованием трех троакаров. У 17 (32,7%) пациентов была выполнена конверсия в мини-торакотомию. В отдаленном периоде обследованы 44 (84,6%) пациента, случаев резидуальных шунтов не отмечено. Применение методики ограничивалось диаметром протока до 6 мм, что было связано с максимально возможным размером клипсы (при бóльшем диаметре выполняли конверсию доступа в мини-торакотомию). Авторы ограничивались выделением нижней и верхней стенок протока, обращая при этом внимание на риск травматизации протока браншами титановой клипсы.

В 2017 г. А.Ю. Разумовский и соавт. [29] обобщили собственный 15-летний опыт торакоскопического клипирования ОАП у 74 детей в возрасте от 11 дней до 13 лет. На госпитальном этапе в серии не было резидуальных шунтов, обследование в отдаленном периоде не включено в исследование. Именно схема расположения троакаров, предложенная А.Ю. Разумовским, была взята нами за основу.

Два случая резидуальных шунтов после применения титановых клипс в нашей серии, выявленные в течение первого года после операции, совпали с результатами, опубликованными в зарубежной литературе: 2,1% в отделенном периоде [14—18]. Данный факт заставил нас задуматься о целесообразности применения титановых клипс. Во-первых, размеры титановых клипс ограничивают область их применения. Во-вторых, сила сжатия титановой клипсы весьма субъективна и зависит от хирурга, осознающего высокий риск разрыва тонкой стенки протока в случае излишнего давления. В-третьих, технология наложения титановой клипсы не подразумевает выделения задней стенки протока, более того, ряд авторов [28, 29] настоятельно рекомендуют избегать этого, мотивируя свою позицию высоким риском повреждения стенки протока. Мы полагаем, что невыделенная задняя стенка ОАП может спровоцировать ложную оценку истинного диаметра протока. С одной стороны, это обусловливает возможность попадания ретродуктальных тканей между дистальными концами клипсы, на которые в силу конструктивных особенностей браншей клип-аппликатора оказывается меньшее давление, увеличивая риск резидуального кровотока. С другой стороны, это ведет к риску повреждения стенки ОАП металлическими концами клипсы.

Полимерные клипсы Weck Hem-o-lok демонстрируют лучшие результаты по сравнению с титановыми клипсами при закрытии сосудов диаметром более 5 мм [30]. Клипса имеет запирающий механизм, обеспечивающий равномерное распределение силы сжатия по всей поверхности клипсы и исключающий вероятность «недостаточного» сжатия. Однако технология использования полимерных клипс с замком предполагает полное выделение задней стенки протока. Для этого мы несколько изменили схему расположения портов, расположив порт №3 на второе—третье межреберья ниже, что облегчает выделение задней стенки и заведение клипсы. У всех 111 пациентов при использовании полимерной клипсы мы не отметили каких-либо затруднений при эндоскопическом выделении задней стенки протока. При контрольной ЭхоКГ сразу и через 1 год после операции резидуальных шунтов не выявлено.

На основании опыта, накопленного при применении полимерных клипс, нами был несколько расширен диапазон возможного применения торакоскопического клипирования — при протоках от 3,5 до 10 мм. При этом мы не противопоставляем данную технологию транскатетерному закрытию протока окклюдером и выполняем на базе нашего центра обе методики, дифференцированно подходя к показаниям у каждого конкретного пациента в зависимости от размеров и анатомических особенностей протока. Протоки диаметром до 3 мм включительно мы закрываем спиралью в рентгеноперационной. Протоки диаметром более 10 мм, как правило, закрывают хирургическим способом через мини-торакотомию с возможным пересечением во избежание деформации аорты.

Таким образом, торакоскопическое клипирование полимерной клипсой с запирающим механизмом является безопасным и эффективным способом хирургического лечения ОАП у доношенных детей с массой тела более 4 кг и занимает в арсенале кардиохирурга логичную нишу между открытой и транскатетерной хирургией. С одной стороны, технология обеспечивает высокую эффективность благодаря немедленному прерыванию кровотока через проток при минимальном проценте вероятных осложнений и прекрасном косметическом результате, с другой — является миниинвазивной альтернативой хирургическому вмешательству при анатомических особенностях, повышающих риск имплантации окклюдера, либо в центрах, не имеющих интервенционной кардиологии.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. van der Linde D, Konings EEM, Slager MA, et al. Birth prevalence of congenital heart disease worldwide: a systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol.* 2011;58(21):2241-2247. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2011.08.025
2. Weisz DE, Giesinger RE. Surgical management of a patent ductus arteriosus: Is this still an option? *Semin Fetal Neonatal Med*. 2018 March. https://doi.org/10.1016/j.siny.2018.03.003
3. Sanatani S, Potts JE, Ryan A, Sandor GG, Human DG, Culham JA. Coil occlusion of the patent ductus arteriosus: lessons learned. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2000;23(2):87-90.
4. Schneider DJ, Moore JW. Patent ductus arteriosus. *Circulation*. 2006;114(17):1873-1882. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.592063
5. Pas D, Missault L, Hollanders G, Suys B, De Wolf D. Persistent ductus arteriosus in the adult: clinical features and experience with percutaneous closure. *Acta Cardiol.* 2002;57(4):275-278. https://doi/.org10.2143/AC.57.4.2005426
6. Onji K, Matsuura W. Pulmonary endarteritis and subsequent pulmonary embolism associated with clinically silent patent ductus arteriosus. *Intern Med.* 2007;46(19):1663-1667.
7. Sivanandan S, Agarwal R. Pharmacological Closure of Patent Ductus Arteriosus: Selecting the Agent and Route of Administration. *Paediatr Drugs.* 2016;18(2):123-138. https://doi.org/10.1007/s40272-016-0165-5
8. Karwande SV, Pruitt JC. A muscle-saving posterolateral thoracotomy incision. *Chest.* 1989;96(6):1426-1427.
9. Gross RE, Hubbard JP. Landmark Article Feb 25, 1939: *Surgical Ligation of a Patent Ductus Arteriosus. Report of First Successful Case*. Eds. Gross RE, Hubbard JP. 1984;251:1201-1202. https://doi.org/10.1001/jama.1984.03340330059026
10. Porstmann W, Wierny L, Warnke H, Gerstberger G, Romaniuk PA. Catheter closure of patent ductus arteriosus. 62 cases treated without thoracotomy. *Radiol Clin North Am.* 1971;9(2):203-218.

11. Cambier PA, Kirby WC, Wortham DC, Moore JW. Percutaneous closure of the small (less than 2.5 mm) patent ductus arteriosus using coil embolization. *The American Journal of Cardiology*. 1992;69(8):815-816.
12. Backes CH, Rivera BK, Bridge JA, et al. Percutaneous Patent Ductus Arteriosus (PDA) Closure During Infancy: a metaanalysis. *Pediatrics*. 2017;139(2):e20162927. https://doi.org/10.1542/peds2016-2927
13. Hijazi ZM, Geggel RL. Results of anterograde transcatheter closure of patent ductus arteriosus using single or multiple Gianturco coils. *The American Journal of Cardiology*. 1994;74(9):925-929.
14. Laborde F, Noirhomme P, Karam J, Batisse A, Bourel P, Saint Maurice O. A new video-assisted thoracoscopic surgical technique for interruption of patient ductus arteriosus in infants and children. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1993;105(2):278-280.
15. Burke RP, Jacobs JP, Cheng W, Trento A, Fontana GP. Video-assisted thoracoscopic surgery for patent ductus arteriosus in low birth weight neonates and infants. *Pediatrics*. 1999;104(2 Pt 1):227-230.
16. Hines MH, Bensky AS, Hammon JW, Pennington DG. Video-assisted thoracoscopic ligation of patent ductus arteriosus: safe and outpatient. *Ann Thorac Surg*. 1998;66(3):853-858, discussion 858-859.
17. Villa E, Folliguet T, Magnano D, Vanden Eynden F, Le Bret E, Laborde F. Video-assisted thoracoscopic clipping of patent ductus arteriosus: close to the gold standard and minimally invasive competitor of percutaneous techniques. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*. 2006;7(3):210-215. https://doi.org/10.2459/01.JCM.0000215275.55144.17
18. Nezafati MH, Soltani G, Mottaghi H, Horri M, Nezafati P. Video-assisted thoracoscopic patent ductus arteriosus closure in 2,000 patients. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2011;19(6):393-398. https://doi.org/10.1177/0218492311424782
19. Masura J, Walsh KP, Thanopoulus B, Chan C, Bass J, Gavora P, Hijazi Z. *Catheter closure of moderate- to large-sized patent ductus arteriosus using the new Amplatzer duct occluder: immediate and short-term results*. 1998;31(4):878-882.
20. Krichenko A, Benson L, Burrows P, Moees C, McLaughlin P, Freedom R. Angiographic classification of the isolated, persistently patent ductus arteriosus and implications for percutaneous catheter occlusion. *The American Journal of Cardiology*. 1989;63(12):877-880.
21. Baruteau A-E, Hascoët S, Baruteau J, et al. Transcatheter closure of patent ductus arteriosus: past, present and future. *Arch Cardiovasc Dis*. 2014;107(2):122-132. https://doi.org/10.1016/j.acvd.2014.01.008
22. Pass RH, Hijazi Z, Hsu DT, Lewis V, Hellenbrand WE. Multicenter USA Amplatzer patent ductus arteriosus occlusion device trial: initial and one-year results. *J Am Coll Cardiol*. 2004;44(3):513-519. https://doi.org/10.1016/j.jacc.2004.03.074
23. Godart F, Houeijeh A, Domanski O, Guillaume M-P, Brard M, Lucron H. Is the new Occlutech duct occluder an appropriate device for transcatheter closure of patent ductus arteriosus? *Int J Cardiol*. 2018;261:54-57. https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.03.059
24. Vavuranakis M, Tzannos KA, Thanopoulos BD, Vlasis K, Stefanadis C. Severe hemolysis complicating transcatheter occlusion of a patent ductus arteriosus: the importance of elimination of residual flow. *Hellenic J Cardiol*. 2007;48(6):373-376.
25. Li D, Qiu Q, Jin J, Zhang C, Wang L, Zhang G. An Infectious Pseudoaneurysm Caused by Ventricular Septal Defect Occluder in Patent Ductus Arteriosus Closure in a Two-Year-Old Child. *Int Heart J*. 2017;58(6):1017-1019. https://doi.org/10.1536/ihj.16-578
26. Kang S-L, Jivanji S, Mehta C, et al. Outcome after transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus in infants less than 6 kg: a national study from United Kingdom and Ireland. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2017;44:513. https://doi.org/10.1002/ccd.27212
27. Brunetti MA, Ringel R, Owada C, et al. Percutaneous closure of patent ductus arteriosus: a multiinstitutional registry comparing multiple devices. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2010;76(5):696-702. https://doi.org/10.1002/ccd.22538
28. Бокерия Л.А., Василенко Ю.В., Ким А.И., Трунов В.О., Василенко О.Ю. *Способ видеоторакоскопической экстравазальной окклюзии открытого артериального протока*. Россия. Патент RU 2254075 C1, 2003.
Bokeria LA, Vasilenko YuV, Kim AI, Trunov VO, Vasilenko OYu. *Method of videotoracoscopic extravasal occlusion of the open patent ductus arteriosus*. Russia. Patent RU 2254075 C1, 2003. (In Russ.).
29. 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(3):24-32.
Razumovsky AYu, Alkhasov AB, Mitupov ZB, Feoktistova EV, Sitnikova MI, Kollerov MYu, Nagornaya YuV. *Surgical correction of the open arterial ducct in chidren*. 2017;7(3);24-32. (In Russ.).
30. Jellison FC, Baldwin DD, Berger KA, Maynes LJ, Desai PJ. Comparison of nonabsorbable polymer ligating and standard titanium clips with and without a vascular cuff. *J Endourol*. 2005;19(7):889-893. https://doi.org/10.1089/end.2005.19.889

Поступила 27.04.2018
Received 27.04.2018
Принята в печать 18.06.2018
Accepted 18.06.2018