



УДК 616.125.6

DOI 10.17802/2306-1278-2023-12-4S-184-195

ТРАНСКАТЕТЕРНОЕ ЗАКРЫТИЕ МНОЖЕСТВЕННЫХ ДЕФЕКТОВ МЕЖПРЕДСЕРДНОЙ ПЕРЕГОРОДКИ: ИНТЕРВЕНЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Н.М. Трошкинев, Р.С. Тарасов

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Сосновый бульвар, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002

Основные положения

- В статье представлены результаты эндоваскулярной коррекции множественных дефектов межпредсердной перегородки и способы установки окклюдеров по данным литературы. Приведены показания к транскатетерному закрытию и возможные осложнения процедуры.

Резюме

За последние несколько десятилетий стратегия лечения второго дефекта межпредсердной перегородки значительно поменялась. Благодаря усовершенствованию технологии устройств и процедурных методик транскатетерное закрытие дефектов межпредсердной перегородки в настоящее время считается методом выбора у большинства пациентов со вторичными типами дефектов. Устройства последнего поколения обеспечивают простую и безопасную установку. Использование биосовместимых материалов окклюдеров способствует эндотелизации и уменьшению травматизации близлежащих структур. Большинство доступных в настоящее время устройств демонстрируют превосходную эффективность и сопоставимый результат с собственными преимуществами и недостатками. В дополнение к улучшению свойств и производительности устройства отмечено явное улучшение процедурной техники в результате многочисленных опытов закрытия устройства. Сложной проблемой для эндоваскулярного хирурга остается процедура закрытия множественных дефектов из-за их формы, расположения на перегородке, отсутствия достаточного количества края ткани на перегородке, а также трудного выбора типа устройства, их количества и взаимного расположения.

Ключевые слова

Врожденные пороки сердца • Множественные дефекты межпредсердной перегородки • Эндоваскулярные вмешательства

Поступила в редакцию: 16.07.2023; поступила после доработки: 20.09.2023; принята к печати: 02.10.2023

THE PROBLEM OF TRANSCATHETER CLOSURE OF MULTIPLE ATRIAL SEPTAL DEFECTS: INTERVENTIONAL APPROACHES AND RESULTS. LITERATURE REVIEW

N.M. Troshkinev, R.S. Tarasov

Federal State Budgetary Institution "Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases", 6, Sosnoviy blvd, Kemerovo, Russian Federation, 650002

Highlights

- The article presents a review of the literature and the results of endovascular correction of multiple atrial septal defects, methods of occluder implantation. Indications for transcatheter closure and possible complications of the procedure are given.

Abstract

Over the past few decades, the treatment strategy for the second atrial septal defect has changed significantly. Due to the improvement of device technology and procedural techniques, transcatheter closure of atrial septal defects is currently considered to be the method of choice in most patients with secondary types

Для корреспонденции: Никита Михайлович Трошкинев, tnm.sibir@mail.ru; адрес: Сосновый бульвар, 6, Кемерово, Российская Федерация, 650002

Corresponding author: Nikita M. Troshkinev, tnm.sibir@mail.ru; address: 6, Sosnoviy Blvd., Kemerovo, Russian Federation, 650002

of defects. The latest generation devices provide a simple and safe implantation. The use of biocompatible occluder materials contributes to endothelialization and reduction of traumatization of nearby structures. Most of the currently available devices demonstrate excellent efficiency and comparable results with their own advantages and disadvantages. In addition to improving the properties and performance of the device, there was a clear improvement in the procedural technique because of numerous experiments with closing of the device. A difficult problem for an endovascular surgeon is the procedure for closing multiple defects, due to their shapes, locations on the septum, the lack of a sufficient amount of tissue edge on the septum, as well as difficulties with choosing the type of device, their number and relative location.

Keywords Congenital heart defects • Multiple atrial septal defects • Endovascular interventions

Received: 16.07.2023; received in revised form: 20.09.2023; accepted: 02.10.2023

Список сокращений

ДМПП — дефекты межпредсердной перегородки МПП — межпредсердная перегородка

Введение

Дефекты межпредсердной перегородки (ДМПП) относятся к группе врожденных пороков сердца, которые обеспечивают связь между левым и правым предсердиями. Открытое овальное отверстие является нормальным сообщением во время внутриутробной жизни плода и обычно встречается после рождения. Дефекты межпредсердной перегородки занимают третье место по среди наиболее распространенных врожденных пороков сердца [1].

Пионером эндоваскулярного закрытия ДМПП является T.D. King, в 1976 г. впервые успешно закрывший ДМПП устройством double umbrella [2]. Транскатетерные окклюдеры для закрытия ДМПП претерпели огромные усовершенствования в конструкции устройств и методах доставки и в последние годы используются все чаще. Эндоваскулярное закрытие ДМПП стало общепринятой альтернативой «открытому» хирургическому вмешательству. Растущий опыт позволяет рассматривать пациентов со сложными анатомическими характеристиками для эндоваскулярного закрытия таких дефектов. Результаты многочисленных исследований показали, что транскатетерное закрытие в равной степени безопасно и эффективно аналогично хирургическому закрытию ДМПП. Множественные ДМПП составляют около 14% всех выявленных дефектов [3]. Именно такие дефекты наиболее сложны для эндоваскулярного закрытия, особенно если сочетаются с ДМПП типа sinus venosus или аневризматически измененной межпредсердной перегородкой (МПП), при которых существует высокая вероятность дислокации устройства.

Цель данного обзора литературы — анализ мирового опыта эндоваскулярного лечения пациентов со множественными ДМПП. На сегодняшний день

нет четкого понимания, при какой морфологии ДМПП показано эндоваскулярное и «открытое» вмешательство. В отечественных и зарубежных рекомендациях по лечению ДМПП также четко не разграничены два метода лечения, при этом преимущество отдается эндоваскулярным вмешательствам.

Пациентам со множественными ДМПП трудно выбрать правильное положение для окклюдера, а эндоваскулярное лечение сопряжено с высокой частотой остаточных шунтов. Множественные ДМПП были загадкой в интервенционной терапии из-за больших различий в количестве, размере и позиционных соотношениях дефектов. Использование только одного окклюдера может не покрывать площадь всех дефектов и привести к остаточным гемодинамически значимым шунтам. При этом применение нескольких окклюдеров является дорогостоящим, а взаимодействие устройств также может привести к таким проблемам, как нестабильность и трудности с эндотелиализацией с последующей эрозией окклюдера [4]. У таких пациентов неправильный хирургический подход может вызвать серьезные осложнения — транспозицию устройства или эмболизацию легочных артерий.

Классификации дефектов межпредсердной перегородки, показания и противопоказания к закрытию

Первое морфологическое описание ДМПП сделал С.В. Rokitansky в 1875 г. [5]. Существует несколько классификаций ДМПП.

По классификации J.E. Edwards 1953 г. [6] дефекты межпредсердной перегородки подразделяются на 5 типов:

— вторичный тип около 60% в зоне локализации овальной ямки;

- дефекты венозного синуса (верхний и нижний), часто связанные с аномальным дренажем легочных вен (около 10%);

- первичный дефект располагается ниже овальной ямки в области атриовентрикулярных клапанов;

- дефект типа Raghbi с отсутствием коронарного синуса и наличием персистирующей левой поллой вены, впадающей в левое предсердие;

- множественные дефекты перегородки;

Более поздняя классификация, J.P. Jacobs и соавт., составлена на основе проекта номенклатуры и базы данных хирургии врожденных пороков сердца в 2000 г. [7]:

- общее предсердие (единое предсердие): полное отсутствие межпредсердной перегородки. Термин «единое предсердие» применяется к дефектам с полностью нормальными атриовентрикулярными клапанами, а «общее предсердие» – к дефектам, сопровождающимся пороками развития атриовентрикулярных клапанов;

- ДМПП с дефектом коронарного синуса (синовым «дефект крыши коронарного синуса») определяет дефект стенки, отделяющей левое предсердие от коронарного синуса, часто позволяющий крови дренироваться из левого предсердия через коронарный синус и устье коронарного синуса в правое предсердие. Дефекты коронарного синуса составляют небольшую подгруппу ДМПП и часто связаны с аномальной левой верхней поллой веной, анатомически впадающей в коронарный синус, функционально – в левое предсердие, что приводит к цианозу, если ДМПП закрыт;

- открытое овальное окно: небольшое межпредсердное сообщение в области овальной ямки, характеризующееся отсутствием перегородочной ткани первичной или второй перегородки;

- первичный ДМПП: обычно в форме полумесяца дефект в нижней части межпредсердной перегородки непосредственно над уровнем атриовентрикулярных клапанов;

- вторичный ДМПП: ограничен областью овальной ямки. Дефект может сочетаться с аневризмой межпредсердной перегородки. Считается, что это происходит из-за избытка ткани клапана овальной ямки. В сочетании с аневризмой ДМПП может сопровождаться пролапсом митрального клапана или предсердными аритмиями;

- ДМПП типа sinus venosus: межпредсердное сообщение в области краниального синоатриального соединения, близкого располагающегося к отверстию верхней поллой вены, но реже кзади от овальной ямки и без соединения с отверстием поллой вены или в области каудального синоатриального соединения рядом с отверстием нижней поллой вены. Верхний дефект зачастую сочетается с аномальным дренажем правой верхней легочной вены, а иногда и других легочных вен в правое предсердие.

По данным американских и российских клинических рекомендаций, на сегодняшний день определены следующие показания и противопоказания для закрытия ДМПП эндоваскулярным методом [8, 9].

Показания для закрытия ДМПП:

- 1) гемодинамически значимый шунт через МПП ($Q_p/Q_s > 1,5$) с дилатацией правого желудочка (в норме соотношение размера правого желудочка к площади поверхности тела составляет от 0,6 до 1,4 см/м² [10]);

- 2) случаи в анамнезе парадоксальной эмболии, которые привели к инсульту, транзиторной ишемической атаке либо к периферической эмболии.

Противопоказания для закрытия ДМПП:

- 1) сопутствующий аномальный дренаж легочных вен;

- 2) дефекты типа sinus venosus;

- 3) первичный ДМПП;

- 4) дистанция менее 5 мм от края дефекта до верхней или нижней полых вен, устьев впадения легочных вен, коронарного синуса, трикуспидального или митрального клапанов (недостаточный передний край, располагающийся близко к аорте, не является противопоказанием для вмешательства);

- 5) наличие сопутствующих ВПС, требующих хирургического вмешательства;

- 6) сопротивление легочных сосудов более 8 единиц Woods;

- 7) сепсис;

- 8) противопоказания к антитромбоцитарной терапии.

Обзор работ

При планировании закрытия множественных ДМПП возникает много проблем и необходимо учитывать различные факторы, включая количество, размер дефектов, расположение на перегородке, пространственное соотношение дефектов, свойства опорных ободков или промежуточной перегородки, а также наличие аневризмы перегородки [11]. В конечном итоге понимание точной анатомии и свойств окружающих краев дефектов является краеугольным камнем успешного закрытия устройствами. Чтобы преодолеть эти проблемы, необходимо правильное использование 3D-реконструкции предсердий с перегородкой, при этом может быть полезна эхокардиография [12, 13]. 3D-эхокардиография позволяет визуализировать перегородку в одной проекции и обеспечить мгновенное понимание анатомии, а также идентифицировать сложную морфологию и пространственные отношения между многочисленными дефектами. Во время процедуры тест на временную баллонную окклюзию также может быть полезен для исследования соответствия окружающих краев и ткани перегородки, а также прогнозирования изменений дефектов и краев после имплантации устройства.

Тщательное наблюдение за рентгеноскопическими изображениями с помощью калибровки баллоном может обеспечить дополнительную информацию о пространственном соотношении дефектов и промежуточной перегородки. В случае закрытия множественных дефектов с использованием нескольких устройств требуется их оптимальная комбинация, основанная на данных эхокардиографии и теста баллонной окклюзии, чтобы предотвратить неблагоприятное расположение между несколькими устройствами. Обычно небольшой дополнительный дефект, примыкающий к более крупному дефекту (расстоянием до 7 мм), также может быть закрыт путем имплантации одного устройства в основной дефект. При дополнительном дефекте, если он также является значительным, или если дефекты находятся на расстоянии друг от друга, требуется использование нескольких устройств. Для мультифенестрированных дефектов с большой аневризмой перегородки хорошим вариантом может быть закрытие с использованием несамостоятельного устройства [14].

V. Alexi-Meshkishvili и соавт. в 2000 г. рассмотрели морфологию множественных ДМПП в ретроспективном анализе 50 случаев с 1990 по 1997 г. [15]. Возраст пациентов составил от 5 до 78 лет. Все больные были разделены на четыре группы по строению МПП (рис. 1): тип А – аневризма с постоянным овальным отверстием; тип В – аневризма с единственным дефектом межпредсердной перегородки; тип С – аневризма с двумя перфорациями, требующая более одного устройства для закрытия; тип D – аневризма с множественными перфорациями.

Для закрытия дефектов использовали три типа устройства: окклюдер Amplatzer Septal (ASD), ок-

клюдер Amplatzer Patent Foramen Ovale (PFO) и устройство Cardio-Seal. Всем больным проведена стандартное эндоваскулярное вмешательство с интраоперационным эхокардиографическим контролем. Среди 18 пациентов с аневризмой межпредсердной перегородки и открытым овальным отверстием (тип А) транскатетерное закрытие было возможно у всех с использованием окклюдера Amplatzer PFO (n = 9), окклюдера Amplatzer ASD (n = 8) или устройства Cardio-Seal (n = 1). Из девяти пациентов с аневризмой межпредсердной перегородки и дефектом межпредсердной перегородки (тип В) 5 установлен окклюдер Amplatzer ASD. У остальных 4 больных дефекты располагались слишком близко к митральному клапану, у 2 пациентов были слишком большими для закрытия (> 28 и >34 мм в диаметре). Эти лица перенесли «открытое» вмешательство. Пяти из десяти пациентов (тип С) имплантировано одно устройство (два Amplatzer ASD, три Cardio-Seal) с незначительными остаточными шунтами. Одному больному дополнительно установлено устройство Cardio-Seal спустя 12 мес., достигнута полная окклюзия. Четверым была запланирована последующая имплантация второго устройства. Одному оставшемуся пациенту установлены два устройства Amplatzer, при этом остаточных шунтов не обнаружено. У 13 пациентов (тип D) с аневризмой межпредсердной перегородки и множественными перфорациями МПП строение перегородки признано неподходящим для закрытия транскатетерным устройством. Всем им выполнено «открытое» вмешательство. В течение последующего периода наблюдения, которое составило от 5 до 30 мес., только у 4 пациентов резидуальные шунты не закрылись самопроизвольно, выполнена установка второго устройства.

В работе J. Suárezde Lezo и соавт. 2000 г. оценены результаты небольшой группы из 70 пациентов с эндоваскулярным методом закрытия ДМПП [16]. Для ретроспективного анализа была отобрана когорта пациентов из 28 человек, которые были разделены на 5 групп. Возраст участников составил 35 ± 23 лет. В первую группу вошли 4 пациента с комбинированным лечением ДМПП и сопутствующих аномалий. Во вторую (n = 9) и третью (n = 14) группы вошли лица со множественными дефектами МПП и дефектами более 30 мм. Четвертая группа состояла из 3 человек с ранее выполненным эндоваскулярным вмешательством и остаточными резидуальными дефектами (n = 3). Пятую группу составили 6 пациентов с легочной гипертензией и пиковым давлением свыше 60 мм рт. ст. Анатомия дефектов визуализирована при помощи ангиографии или чреспищеводной эхокардиографии. Серьезных осложнений в послеоперационном периоде не выявлено, все пациенты выписаны в течение 2–7 дней после процедуры. В раннем послеопера-

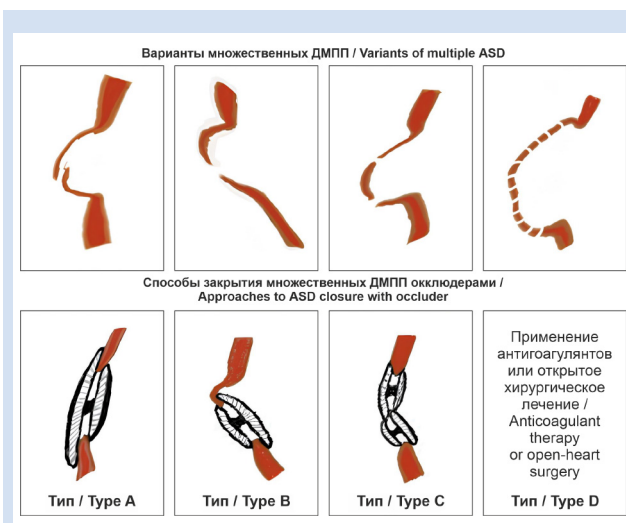


Рисунок 1. Типы строения межпредсердной перегородки и использованные методы окклюзии дефектов межпредсердной перегородки

Примечание: ДМПП – дефекты межпредсердной перегородки.

Figure 1. Types of atrial septal structure and methods used for occlusion of atrial septal defects

Note: ASD – atrial septal defects.

ционном периоде в первой группе с комбинированными вмешательствами все операции выполнены успешно с полным закрытием дефектов. У 9 пациентов второй группы с множественными дефектами в 5 случаях закрыты дефекты с помощью одного устройства, 4 потребовалось имплантировать два устройства. Из 14 пациентов с дефектом более 30 мм в 10 случаях успешно установлены окклюдеры. В 4 случаях устройство на месте считалось нестабильным и его можно было легко извлечь из посадочного места без особых усилий, поэтому всем 4 пациентам проведена «открытая» хирургическая коррекция. У трех пациентов с частичными остаточными шунтами после предыдущей имплантации устройства второе устройство успешно обеспечило полную окклюзию. В этой группе больных легочной гипертензией пиковое среднее давление в легочной артерии значительно снизилось после лечения, явное улучшение функционального состояния наблюдалось у всех 6 пациентов. Период отдаленного наблюдения составил 8 ± 5 мес. – за это время появления резидуальных сбросов на МПП не определялось.

Результаты эндоваскулярного закрытия ДМПП у детей представлены в работе M.T. Bramlet и коллег из клиники Riley Hospital for Children (Индиана, США) [17]. С 2000 по 2007 г. отобраны 238 детей. Возраст на момент процедуры составил $12,2 \pm 10,1$ года, масса – 35 ± 25 кг. У 34 пациентов были множественные ДМПП, из них в 19 случаях потребовалось одно устройство и в 15 случаях была необходима установка двух или более устройств типа Amplatzer Septal Occluders (AGA Medical Corporation, Plymouth, Миннесота, США) и/или Cardioseal devices (NMT Medical Corporation, Бостон, Массачусетс, США). По данным эхокардиографии средний диаметр наибольшего дефекта составил $8,8 \pm 4,3$ мм, а наименьшего дефекта – $4,9 \pm 2,3$ мм. Для выбора размера наибольшего устройства расчетный размер увеличивался на 20–30% от визуализируемого статического размера дефекта. При имплантации устройств у большинства пациентов со множественными ДМПП сначала выбиралось устройство, наиболее устойчивое в межпредсердной перегородке. Затем – более крупное устройство, перекрывающее остаточные дефекты, причем второй Amplatzer мог находить на край первично имплантированного устройства с меньшим диаметром. В трех случаях МПП была фенестрированная и аневризматически расширенная и сначала было выбрано более крупное устройство. В результате такой тактики установки устройств у всех кроме одного ребенка через месяц наблюдения резидуальных шунтов не отмечено, а у пациента остаточный шунт полностью закрылся через 7 мес. Осложнения были минимальными в данной педиатрической группе. Эрозии устройства или эмболизации

устройством не наблюдалось. При проведении окклюзии у одного пациента устройство деформировалось и было удалено из аневризматической ткани перегородки, вместо него были использованы два устройства Cardioseal. В обосновании своего метода имплантации авторы утверждают, что тщательная оценка растяжимости межпредсердной перегородки с помощью баллона и определение размеров необходимы для выявления дополнительных дефектов и принятия соответствующей стратегии закрытия. Если большой первичный ДМПП сегментирован нитями ткани межпредсердной перегородки, может быть предпочтительнее сначала закрыть его, прежде чем оценивать наличие и значимость более мелких дефектов. Использование последовательной доставки устройств позволяет первому устройству принять свою естественную ориентацию после посадки, что тем самым создает меньшее искажение межпредсердной перегородки и более подходящую и точную оценку любых оставшихся дефектов.

G. Butera и соавт. в 2010 г. описали результаты большого проспективного исследования, выполненного с января 1998 г. по март 2007 г. в клинике San Donato Milanese (Италия) [18]. Всего оценены результаты 1 280 пациентов старшей возрастной группы, средний возраст составил 32 ± 23 года. Рассмотрены четыре типа ДМПП: два дефекта МПП, мультифенестрированные дефекты, мультифенестрированные дефекты гемодинамически не значимые, при этом присутствовали тромбическиские события или инсульт в анамнезе и сложные дефекты с тремя и более дефектами или аневризматическим изменением перегородки. Всего у 165 (13%) лиц при предварительной эхокардиографической оценке выявлены множественные ДМПП. Двадцать семь (16%) пациентов имели функциональный класс по NYHA > I. Наджелудочковые аритмии в анамнезе обнаружены у 18 (10%) пациентов: у трех была пароксизмальная фибрилляция предсердий, в то время как семь пациентов страдали от наджелудочковой пароксизмальной тахикардии. В случае двух дефектов МПП использованы две системы доставки одновременно через бедренные вены, причем размеры устройств были выбраны так, чтобы они были примерно на 2 мм больше диаметра раздутого баллона. Устройство меньшего размера открывалось первым, но оно не было отпущено до тех пор, пока устройство большего размера не было правильно установлено. Обычно два устройства размещались в виде «сэндвича», но иногда они накладывались друг на друга для более плавного профиля с обеих сторон перегородки.

У пациентов со множественными фенестрациями важно пересечь межпредсердную перегородку через более центральный дефект, чтобы максимально закрыть дефект одним устройством. В этих

обстоятельствах калибровка баллоном не требовалась и предпочтение отдавалось использованию устройств без механизма стентирования – окклюдеры PFO или Cribiform Amplatzer. В случае обнаружения оставшихся дефектов было имплантировано второе устройство. Остаточный шунт, стабильность устройства, функционирование атриовентрикулярных клапанов, венозный возврат были оценены перед окончательной установкой устройства.

При сложных ДМПП, включавших более двух дефектов и аневризму межпредсердной перегородки, использована та же техника, что описана для двойных ДМПП. Калибровочные баллоны были последовательно надуты от большего дефекта к меньшему с оценивая наличие остаточного шунтирования на каждом этапе. Если во время калибровки баллона с большим дефектом шунт через меньшие дефекты исчезал, а расстояние между отверстиями составляло < 5 мм, то использовалось одно устройство. При необходимости через бедренные вены одновременно вводили три системы доставки и имплантировали устройства, размер которых был выбран таким, чтобы он был приблизительно равен диаметру растянутого баллона. При ДМПП с аневризмой межпредсердной перегородки авторы основывали стратегию на расстоянии между дефектами. Если расстояние между дефектами составляло более 5 мм, они использовали ту же стратегию, что и для двойных дефектов. Когда край был меньше 5 мм, вначале использовали окклюдер Amplatzer ASD в более крупном дефекте и окклюдер Cribiform Amplatzer в другом. В качестве второго устройства установлен окклюдер в форме решетки, его размер был выбран так, чтобы он в 1,8 раза превышал диаметр дефекта, оцененный по размеру баллона. При единичных ДМПП с аневризмой межпредсердной перегородки и множественными фенестрациями авторы сначала провели определение размеров дефектов с помощью баллона. Затем, сохраняя окклюзию калибровочного баллона, проходили через более центральную фенестрацию с помощью многоцелевого катетера и тройника. Дефект закрывали с помощью окклюдера ASD Amplatzer, а при множественных фенестрациях использовали устройство PFO или Cribiform. Как сообщают авторы, в этом исследовании до 81% множественных ДМПП были пригодны для чрескожного закрытия с процедурным успехом в 99% случаев. Незначительные осложнения возникли у шести пациентов (4,4%): у трех больных была значительная паховая гематома, у одного – интраоперационная фибрилляция предсердий, еще у двух пациентов были преходящие электрокардиографические изменения, связанные с незначительной воздушной эмболией. Отдаленный период наблюдения составил 6 ± 2 года. Эхокардиографический контроль показал полное закрытие ДМПП у 132 пациентов (98%): у двух лиц с фене-

стрированным ДМПП обнаружен оставшийся дефект, но шунтирование было тривиальное, не требовавшее вмешательства.

Результаты закрытия множественных ДМПП у 50 взрослых пациентов за восьмилетний период опубликовали Z. Wang и соавт. [19]. Все пациенты были изначально разделены 2 группы по наличию или отсутствию аневризмы МПП по результатам трансторакальной эхокардиографии. Больных без аневризмы МПП подразделили еще на 3 группы: А – дистанция между дефектами до 7 мм ($n = 16$), В – дистанция от 7 до 12 мм ($n = 8$) и группа С – дистанция более 12 мм ($n = 7$). Пациентов с аневризмой перегородки разделили на две группы по количеству дефектов: D – два дефекта ($n = 7$), E – три и более дефектов или множественные ($n = 12$). Для закрытия дефектов использованы 4 типа окклюдеров: Amplatzer Septal Occluder, Chinese domestic made MemoPart ASD, Ceraflex ASD и Ceraflex ASD окклюдеры с малой талией и большим краем окклюзионных дисков. Имплантация окклюдеров проходила по стандартной методике всем пациентам. Способы имплантации отображены на рис. 2.

Средний размер всех окклюдеров составил 18 ± 8 мм (диапазон от 6 до 40 мм). Послеоперационные наблюдения выполнялись через 1, 3, 6, 12 и 24 мес. и каждые 2 года после операции. Среднее время наблюдения составило $25,76 \pm 22,53$ мес. После операции частота полного закрытия составила 38 из 50 (76%) случаев, достигнув через 6 мес. наблюдения

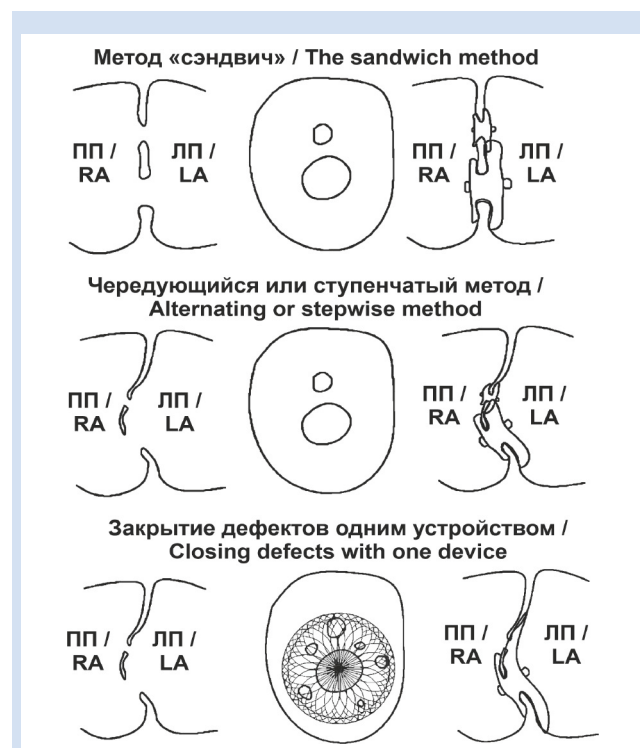


Рисунок 2. Методы постановки окклюдеров на межпредсердную перегородку при различных вариантах дефектов [19]

Примечание: ЛПП – левое предсердие; ППП – правое предсердие.

Figure 2. Methods of placing occluders on the atrial septum in different variants of defects [19]

Note: LA – left atrium; RA – right atrium.

92%. Причем резидуальные шунты наблюдались во всех группах пациентов в отдаленном периоде наблюдения. Наибольший дефект (4 мм) отмечен в группе E у пациента с аневризмой МПП и множественными дефектами, но при дальнейшем наблюдении ухудшения гемодинамики не наблюдалось. Также среди осложнений в двух случаях присутствовала атриовентрикулярная блокада, которая прекратилась после гормонотерапии через 1 и 6 мес. соответственно.

В обзоре R.W. Harper и коллег проблема дислокации окклюдера объясняется недостаточной прочностью края ткани перегородки при множественных ДМПП, в результате чего возникает дислокация или отрыв окклюдера [20]. Остаточные резидуальные шунты закрываются вследствие эндотелизации или фиброза. Более сложный вопрос, если множественные ДМПП сочетаются с аневризмой. При этом идеальное лечение должно как закрывать межпредсердное сообщение, так и устранять аневризму перегородки. Многие аневризмы межпредсердной перегородки могут быть успешно устранены с помощью большого окклюдера PFO при условии, что вся ткань аневризмы может быть зажата между двумя дисками. При относительно небольших ДМПП (до 20 мм), связанных с аневризмами перегородки, авторы предпочитают большой окклюдер PFO. Если ДМПП больше 20 мм, то выбирают устройство большого размера, направленное на то, чтобы вместить все мелкие дефекты аневризматической ткани с фенестрированной перегородкой. Это гораздо лучший и менее дорогой вариант, чем установка нескольких небольших устройств. В этих случаях, чтобы получить максимальную пользу от окклюдера PFO, необходимо, чтобы устройство доставки пересекало самый центральный из дефектов. Это определяется с помощью интраоперационного исследования. Если это невозможно, альтернативный подход заключается в объединении дефектов с помощью баллонной межпредсердной септостомии с последующим введением окклюдера.

Y. Yang и соавт. в 2016 г. опубликовали результаты закрытия множественных ДМПП устройствами ASO, выполненного в двух медицинских центрах Китая [21]. С 2005 по 2014 г. ретроспективно отобраны 34 пациента. Критериями включения были размер дефектов более 5 мм, увеличение размеров правых камер, размер края дефекта не менее 5 мм, достаточный размер левого предсердия, дистанция между дефектами 7 и более мм при закрытии несколькими устройствами. Выбранные устройства ASO были выбраны основаны на размере дефекта и расстоянии между дефектами по данным эхокардиографии. Выбранные устройства обычно были на 2–4 мм больше, чем диаметр дефектов на чреспищеводной эхокардиографии. Имплантация

устройств на перегородку выполнена всем двумя устройствами по двум методам: «сэндвич» и чередующимся или ступенчатыми. Средний диаметр большего устройства составил $22,2 \pm 4,8$ мм, меньшего – $17,3 \pm 4,1$ мм. Остаточное шунтирование оценивали через день после процедуры. Так, у 23 пациентов определено полное закрытие, в 6 случаях выявлен тривиальный резидуальный шунт, в 5 случаях – гемодинамически значимые резидуальные шунты. Из 4 пациентов, которым закрытые дефекта выполнены методом «сэндвич», остался один резидуальный шунт, еще у 4 исследуемых лиц – при ступенчатом методе. Осложнения после процедуры включали два случая перикардiallyного выпота, потребовавшие только консервативного лечения. В послеоперационном периоде контрольные точки обследования были через 1, 6 и 12 мес. В отдаленном периоде через 6 мес. наблюдения у 30 пациентов визуализировано полное закрытие, у 3 человек небольшой (до 2 мм) шунт сохранялся по верхнему и нижнему краям устройства, у одного пациента сохранялся большой дефект с аневризматически расширенной перегородкой, потребовавшей дополнительной установки устройства. На последующих контрольных обследованиях у всех пациентов гемодинамически значимых шунтов не наблюдалось.

В статье 2019 г. китайские ученые из Сианьского университета [22] рассмотрели результаты закрытия множественных ДМПП типа нижнего sinus venosus с применением напечатанных 3D-моделей сердца, заранее подготовленных для определения тактики окклюзии. За период с 2016 по 2017 г. отобраны 5 пациентов с такими дефектами. Ранее при таких дефектах было противопоказано закрытие эндоваскулярным путем и выбиралось «открытое» хирургическое вмешательство. Как правило, у таких пациентов с ДМПП нижнего венозного синуса из-за отсутствия остаточного края нижней полой вены окклюдер не может быть эффективно закреплён на межпредсердной перегородке, поэтому такой дефект всегда считался противопоказанием к интервенционной терапии. В данной работе использованы 3D-модели сердца, выполненные на основе мультиспиральной компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии. ДМПП sinus venosus чрескожно закрыт с использованием окклюдера PDA, а вторичный ДМПП или открытое овальное окно – с применением окклюдеров ASD или PFO. Как сообщают авторы, не зарегистрировано ни одного случая смещения или отслоения окклюдера, ни одного летального случая, связанного с процедурой, или тампонады сердца. Обструкции нижней полой вены также не наблюдалось. Все пациенты прошли эхокардиографическое обследование через 1, 3, 6 и 12 мес. после процедуры. В течение года наблюдения у одного больного обна-

ружен незначительный остаточный шунт. Положение окклюдера было удовлетворительным на всех контрольных точках.

В комментарии М. Cilingiroglu добавляет, что, хотя доступные в настоящее время передовые методы визуализации привели к лучшему пониманию и оценке этих сложных дефектов, специальных устройств в настоящее время нет [23]. Зачастую эндоваскулярные хирурги используют творческий потенциал для применения новых методов, таких как баллонная септостомия предсердий, для устранения сложных дефектов. Конечный результат зависит от морфологии, а также площади самого дефекта. При большинстве литературных сообщений о сложных дефектах перегородки включают использование устройства ASO. Разработка новых устройств наряду с улучшением навыков эндоваскулярного лечения необходимы для успешного лечения множественных ДМПП в ближайшем будущем.

Осложнения транскатетерной процедуры

Транскатетерное закрытие ДМПП – процедура с низким уровнем осложнений. По данным литературы, частота серьезных осложнений колеблется от 1,2 до 2,5%, незначительных осложнений – от 3,4 до 6,1% [24–26]. Основные осложнения включают эмболизацию устройства, эрозию, перикардальный выпот с тампонадой, образование тромба на устройстве, инсульт и эндокардит. К незначительным осложнениям относятся чрезмерные воспалительные реакции (возможно, из-за аллергии на металл окклюдера), нарушения сердечного ритма и осложнения в месте бедренного доступа.

В литературном обзоре 2005 г., выполненном M.S. Spence и S.A. Qureshi [27], при сравнении хирургического и эндоваскулярного методов закрытия ДМПП сообщается, что хирургическое лечение является «золотым стандартом», поскольку изначально было основой для последующего сравнения с появившимся эндоваскулярным методом. Голландская группа исследователей сообщила о максимальном наблюдении в течение 33 лет (в среднем 27 лет) после хирургического закрытия ДМПП у 135 пациентов [28]. Достоверно не было летальных случаев, инсульта, сердечной недостаточности или легочной гипертензии. Но симптоматические суправентрикулярные тахикардии возникали у 6% пациентов через 15 лет наблюдения, а 5% из них нуждались в имплантации кардиостимулятора. Таким образом, аритмии, по-видимому, выступают основным долгосрочным осложнением хирургического закрытия ДМПП. Ранние осложнения после операции включают раневую инфекцию, перикардальный выпот, вызывающий тампонаду, а иногда и необходимость повторной операции. В опубликованном в 2003 г. обзоре 100 детей, перенесших хирургическое закрытие, частота по-

стперикардиотомного синдрома составила 3%, а перикардальных выпотов – 26% [29]. Серьезные ранние послеоперационные осложнения включали фибрилляцию предсердий (у 10% взрослых и у 1,2% детей) и постперикардиотомный синдром (у 2% взрослых и у 4,7% детей). Это показывает, что хирургическое закрытие по-прежнему связано с осложнениями и не лишено риска. Транскатетерное закрытие ассоциировано со всеми общими рисками, присущими любой интервенционной процедуре катетеризации сердца: риски реакций на контраст, перфорации сосуда или сердца и инфицирования. Такие осложнения, как гематомы, связаны с доступом к бедренной вене, которые в редких случаях могут потребовать хирургического вмешательства. М. Chessa и коллеги сообщили о большой серии из 417 пациентов, которым было проведено транскатетерное закрытие ДМПП [30]. 159 пациентов получили устройства CardioSEAL / STAR Flex и 258 Amplatzer Septal Occluder. У 36 (8,65%) исследуемых возникли осложнения. Наиболее распространенным осложнением были эмболизация устройством или неправильное положение окклюдера, встречающееся в 3,5% случаев. Из 15 пациентов с возникшими осложнениями 10 потребовалось хирургическое извлечение, в то время как у остальных устройства были извлечены эндоваскулярно. Среди осложнений были аритмии, возникшие в 11 случаев (2,6%). В шести из этих 11 случаев фибрилляция предсердий потребовала электрической кардиоверсии. Перикардальный выпот произошел у двух пациентов, в одном случае из-за перфорации сердца, в другом без видимой причины. У одного пациента развился тромб на диске устройства ASO со стороны левого предсердия сразу после установки, несмотря на полную гепаринизацию. Зарегистрированы один эпизод расслоения правой подвздошной вены, потребовавший имплантации стента и паховая гематома, потребовавшая хирургической ревизии.

Частота постпроцедурной фибрилляции предсердий составляет 4,1%, что выше, чем при закрытии открытого овального окна [31]. Такая частота связана с предрасположенностью пациентов с ДМПП к развитию фибрилляции предсердий. Альтернативой может выступать местная воспалительная реакция, которая раздражает стенки предсердий и вызывает нарушения автоматизма проводящих путей. Растяжение межпредсердной перегородки с помощью больших устройств также предрасполагает к аритмиям. Трепетание/фибрилляция предсердий играет важную роль в долгосрочной заболеваемости и смертности у пациентов с ДМПП после закрытия как хирургическим, так и эндоваскулярным методом.

Эрозия устройства является редким осложнением чрескожного закрытия ДМПП. Отмечено

резкое увеличение этого осложнения вскоре после того, как FDA (Food and Drug Administration, США) одобрило устройство ASO в 2001 г. Во время испытаний FDA были имплантированы устройства, которые в среднем на 0,5 мм превышали растянутый диаметр калибровочного баллона, и не было зарегистрировано случаев эрозии устройства ASO. Сообщения об эрозии появились после внедрения устройства в клиническую практику – у 68% пациентов развивались осложнения в течение 72 ч. Перфорация устройства происходила в левое предсердие и аорту [32]. Из 28 случаев у 89% пациентов был недостаточный край аорты либо недостаточный верхний край дефекта. Таким образом, устройства большого размера являются наиболее вероятной причиной эрозии. Слишком большой окклюдер трется о стенки предсердий при каждом сердечном цикле, что приводит к эрозии в зоне контакта. Последующая рекомендация состояла в том, чтобы избегать превышения диаметра дефекта расширенного предсердия более чем на 2 мм (путем определения размера баллоном). После внедрения этого руководства частота эрозий устройств ASO снизилась.

Заключение

Растущий опыт применения транскатетерных методов лечения привел к тому, что интервенционные кардиологи все чаще пытаются лечить пациентов с ДМПП более сложной морфологии. Обзор работ данной тематики показал, что большие множественными ДМПП представляют актуальную проблему для эндоваскулярных хирургов. Применение этого метода лечения возможно как у детей, так и взрослых. У этой подгруппы лиц со сложными дефектами риск осложнений выше, чем у большинства других пациентов с менее сложными дефектами. Большинство хирургов предпочитают закрывать первоначально наиболее большой дефект, причем устройство должно быть прочно фиксировано в край межпредсердной перегородки и составлять не менее 5 мм. Затем закрываются более мелкие или отдаленные дефекты устройствами меньшего размера. По данным вышеприведенных

работ, нет четкой разницы, какая из двух стратегий лечения, одновременная или поэтапная имплантация устройства, техника «сэндвич» или чередующаяся схема, лучше. Поэтапная имплантация может быть альтернативой одновременной имплантации нескольких устройств, несмотря на более низкие начальные показатели полного закрытия с остаточными шунтами. Кроме того, понадобится большее количество устройств для окклюзии. Транскатетерное закрытие ДМПП является методом выбора у большинства пациентов с приемлемой анатомией. Еще более сложный вариант включает сочетание аневризмы перегородки и множественных дефектов. В этом случае важно учитывать прочность установки всех устройств в перегородку, чтобы избежать последующей дислокации. При резидуальных шунтах небольшие дефекты (до 2 мм) не влияют на гемодинамику и могут закрыться самостоятельно, поскольку показатели закрытия увеличиваются со временем после имплантации первого устройства. Так, если устройство первоначально установлено без прочной фиксации на перегородке со значимым резидуальным шунтом, то процедурой выбора остается «открытое» хирургическое вмешательство.

Конфликт интересов

Н.М. Трошкинев заявляет об отсутствии конфликта интересов. Р.С. Тарасов входит в редакционную коллегию журнала «Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний».

Финансирование

Работа выполнена при поддержке комплексной программы фундаментальных научных исследований РАН в рамках фундаментальной темы НИИ КПССЗ № 0419-2022-0003 «Разработка новых изделий медицинского назначения для сердечно-сосудистой хирургии. Переход к персонализированной медицине и высокотехнологичному здравоохранению. Создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта».

Информация об авторах

Трошкинев Никита Михайлович, кандидат медицинских наук врач – сердечно-сосудистый хирург кардиохирургического отделения № 2, научный сотрудник лаборатории тканевой инженерии и внутрисосудистой визуализации федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-7627-7303

Тарасов Роман Сергеевич, доктор медицинских наук, доцент заведующий лабораторией рентгенэндоваскулярной и реконструктивной хирургии сердца и сосудов отдела хирургии сердца и сосудов федерального государственного

Author Information Form

Troshkinev Nikita M., PhD, Cardiovascular Surgeon at the Department of Cardiac Surgery No. 2, Researcher at the Laboratory of Tissue Engineering and Intravascular Imaging, Federal State Budgetary Institution “Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases”, Kemerovo, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-7627-7303

Tarasov Roman S., MD, PhD, Associate Professor, Head of the Laboratory of Endovascular and Reconstructive Cardiovascular Surgery, Department of Cardiovascular Surgery, Federal State Budgetary Institution “Research Institute

бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Российская Федерация; ORCID 0000-0003-3882-709X

Вклад авторов в статью

TNM – получение и анализ данных исследования, корректура статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

TPC – вклад в концепцию исследования, корректура статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

Author Contribution Statement

TNM – data collection and analysis, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

TRS – contribution to the concept of the study, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gupta A., Kapoor G., Dalvi B. Transcatheter closure of atrial septal defects. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2004; 2 (5): 713-719. doi: 10.1586/14779072.2.5.713.
2. King T.D., Thompson S.L., Steiner C., Mills N.L. Secundum atrial septal defect. Nonoperative closure during cardiac catheterization. *JAMA.* 1976; 235 (23): 2506-2509.
3. Fischer G., Stieh J., Uebing A., Hoffmann U., Morf G., Kramer H.H. Experience with transcatheter closure of secundum atrial septal defects using the Amplatzer septal occluder: a single centre study in 236 consecutive patients. *Heart.* 2003; 89 (2): 199-204. doi: 10.1136/heart.89.2.199
4. Du Z.D., Hijazi Z.M., Kleinman C.S., Silverman N.H., Lantz K. Amplatzer Investigators. Comparison between transcatheter and surgical closure of secundum atrial septal defect in children and adults: results of a multicenter nonrandomized trial. *J Am Coll Cardiol.* 2002; 39 (11): 1836-1844. doi: 10.1016/s0735-1097(02)01862-4
5. Ziemer G., Haverich A. Cardiac Surgery: operations on the heart and great vessels in adults and children. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2017. 1158 p.
6. Edwards J.E. Congenital stenosis of pulmonary veins. Pathologic and developmental considerations. *Lab Invest.* 1960; 9: 46-66.
7. Jacobs J.P., Quintessenza J.A., Burke R.P., Mavroudis C. Congenital Heart Surgery Nomenclature and Database Project: atrial septal defect. *Ann Thorac Surg.* 2000; 69 (4): 18-24. doi: 10.1016/s0003-4975(99)01233-3.
8. American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines; Society of Cardiovascular Anesthesiologists; Society for Cardiovascular Angiography and Interventions; Society of Thoracic Surgeons; Bonow R.O., Carabello B.A., Kanu C., de Leon A.C.Jr., Faxon D.P., Freed M.D., et al. ACC/AHA 2020 guidelines for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines: developed in collaboration with the Society of Cardiovascular Anesthesiologists: endorsed by the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions and the Society of Thoracic Surgeons. *Circulation.* 2020;114(5):e84-231. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.176857.
9. Бокерия Л.А., Никифоров А.Б., Авраменко А.А., Алексян Б.Г., Белов В.А., Богданов В.Н. и др. Клинические рекомендации 2020. Дефект межпредсердной перегородки. Режим доступа: <http://racvs.ru/clinic/files/2020/dmpp.pdf> (дата обращения 20.12.2022)
10. Pearlman A.S., Borer J.S., Clark C.E., Henry W.L., Redwood D.R., Morrow A.G., Epstein S.E. Abnormal right ventricular size and ventricular septal motion after atrial septal defect closure: etiology and functional significance. *Am J Cardiol.* 1978; 41(2): 295-301. doi: 10.1016/0002-9149(78)90168-6
11. Jung S.Y., Choi J.Y. Transcatheter closure of atrial septal defect: principles and available devices. *J Thorac Dis.* 2018; 10 (Suppl 24): S2909-2922. doi: 10.21037/jtd.2018.02.19
12. Johri A.M., Witzke C., Solis J., Palacios I.F., Inglessis I., Picard M.H., Passeri J.J. Real-time three-dimensional transesophageal echocardiography in patients with secundum atrial septal defects: outcomes following transcatheter closure. *J Am Soc Echocardiogr.* 2011; 24 (4): 431-437. doi: 10.1016/j.echo.2010.12.01
13. Silvestry F.E., Cohen M.S., Arnsby L.B., Burkule N.J., Fleishman C.E., Hijazi Z.M., Lang R.M., Rome J.J., Wang Y; American Society of Echocardiography; Society for Cardiac Angiography and Interventions. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of Atrial Septal Defect and Patent Foramen Ovale: From the American Society of Echocardiography and Society for Cardiac Angiography and Interventions. *J Am Soc Echocardiogr.* 2015; 28 (8): 910-958. doi: 10.1016/j.echo.2015.05.015.
14. Szkutnik M., Masura J., Bialkowski J., Gavora P., Banaszak P., Kusa J., Zembala M. Transcatheter closure of double atrial septal defects with a single Amplatzer device. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2004; 61 (2): 237-241. doi: 10.1002/ccd.10753
15. Ewert P., Berger F., Vogel M., Dähnert I., Alexi-Meshkishvili V., Lange P.E. Morphology of perforated atrial septal aneurysm suitable for closure by transcatheter device placement. *Heart.* 2000; 84 (3): 327-331. doi: 10.1136/heart.84.3.327
16. Suárez De Lezo J., Medina A., Pan M., Romero M., Segura J., Pavlovic D., Hernández E., Delgado A., Caballero E., Siles J.R., Franco M., Mesa D., Lafuente M. Transcatheter occlusion of complex atrial septal defects. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2000; 51 (1): 33-41. doi: 10.1002/1522-726x(200009)51:1<33::aid-ccd9>3.0.co;2-5
17. Bramlet M.T., Hoyer M.H. Single pediatric center experience with multiple device implantation for complex secundum atrial septal defects. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2008; 72 (4): 531-537. doi: 10.1002/ccd.21668
18. Butera G., Romagnoli E., Saliba Z., Chessa M., Sangiorgi G., Giamberti A., Cappato R., Bussadori C., Abella R., Pelissero G., Frigiola A., Carminati M. Percutaneous closure of multiple defects of the atrial septum: procedural results and long-term follow-up. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2010; 76 (1): 121-128. doi: 10.1002/ccd.22435
19. Wang Z., Zhan Y., Jin J., Wu T., Zhang S., Qiu H, Wang Q, Wu R. Individualized Experience With Percutaneous Transcatheter Closure of Multiple Atrial Septal Defects: A Single-Center Study. *Front Cardiovasc Med.* 2021; 8: 628322. doi: 10.3389/fcvm.2021.628322.
20. Harper R.W., Mottram P.M., McGaw D.J. Closure of secundum atrial septal defects with the Amplatzer septal occluder device: techniques and problems. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2002; 57 (4): 508-524. doi: 10.1002/ccd.10353
21. Yang Y., Xu Z., Jiang S., Zhao S., Zhang G., Jin J., Hu H., Yang K., Zheng H., Zhou X.L. Simultaneous Transcatheter Closure of Multiple Atrial Septal Defects Using Dual Amplatzer

Septal Occluder Devices. *Am J Med Sci.* 2016; 352 (3): 245-251. doi: 10.1016/j.amjms.2016.05.029

22. He L., Cheng G.S., Du Y.J., Zhang Y.S. Feasibility of Device Closure for Multiple Atrial Septal Defects With an Inferior Sinus Venosus Defect: Procedural Planning Using Three-Dimensional Printed Models. *Heart Lung Circ.* 2020; 29 (6): 914-920. doi: 10.1016/j.hlc.2019.07.004

23. Cilengiroglu M., Marmagkiolis K. Percutaneous closure of multiple atrial septal defects: do we have the ideal device yet? *Catheter Cardiovasc Interv.* 2013; 81 (7): 1243. doi: 10.1002/ccd.24966

24. Du Z.D., Hijazi Z.M., Kleinman C.S., Silverman N.H., Larntz K. Amplatzer Investigators. Comparison between transcatheter and surgical closure of secundum atrial septal defect in children and adults: results of a multicenter nonrandomized trial. *J Am Coll Cardiol.* 2002; 39 (11): 1836-1844. doi: 10.1016/s0735-1097(02)01862-4

25. Jones T.K., Latson L.A., Zahn E., Fleishman C.E., Jacobson J., Vincent R., Kanter K. Multicenter Pivotal Study of the HELEX Septal Occluder Investigators. Results of the U.S. multicenter pivotal study of the HELEX septal occluder for percutaneous closure of secundum atrial septal defects. *J Am Coll Cardiol.* 2007; 49 (22): 2215-2221. doi: 10.1016/j.jacc.2006.11.053

26. Fiarresga A., De Sousa L., Martins J.D., Ramos R., Paramés F., Freitas I., Oliveira J.A., Trigo C., Agapito A., Ferreira R.C., Pinto F. Percutaneous closure of atrial septal defects: a decade of experience at a reference center. *Rev Port Cardiol.* 2010; 29 (5): 767-780.

27. Spence M.S., Qureshi S.A. Complications of transcatheter closure of atrial septal defects. *Heart.* 2005; 91 (12): 1512-1514. doi: 10.1136/hrt.2004.057562

28. Roos-Hesselink J.W., Meijboom F.J., Spitaels S.E., van Domburg R., van Rijen E.H., Utens E.M., Bogers A.J., Simoons M.L. Excellent survival and low incidence of arrhythmias, stroke and heart failure long-term after surgical ASD closure at young age. A prospective follow-up study of 21-33 years. *Eur Heart J.* 2003; 24 (2): 190-197. doi: 10.1016/s0195-668x(02)00383-4

29. Baskett R.J., Tancock E., Ross D.B. The gold standard for atrial septal defect closure: current surgical results, with an emphasis on morbidity. *Pediatr Cardiol.* 2003; 24 (5): 444-447. doi: 10.1007/s00246-002-0131-6

30. Chessa M., Carminati M., Butera G., Bini R.M., Drago M., Rosti L., Giamberti A., Pomè G., Bossone E., Frigiola A. Early and late complications associated with transcatheter occlusion of secundum atrial septal defect. *J Am Coll Cardiol.* 2002; 39 (6): 1061-1065. doi: 10.1016/s0735-1097(02)01711-4

31. Spies C., Khandelwal A., Timmermanns I., Schröder R. Incidence of atrial fibrillation following transcatheter closure of atrial septal defects in adults. *Am J Cardiol.* 2008; 102 (7): 902-906. doi: 10.1016/j.amjcard.2008.05.045

32. Amin Z., Hijazi Z.M., Bass J.L., Cheatham J.P., Hellenbrand W.E., Kleinman C.S. Erosion of Amplatzer septal occluder device after closure of secundum atrial septal defects: review of registry of complications and recommendations to minimize future risk. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2004; 63 (4): 496-502. doi: 10.1002/ccd.20211

REFERENCES

1. Gupta A., Kapoor G., Dalvi B. Transcatheter closure of atrial septal defects. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2004; 2 (5): 713-719. doi: 10.1586/14779072.2.5.713.

2. King T.D., Thompson S.L., Steiner C., Mills N.L. Secundum atrial septal defect. Nonoperative closure during cardiac catheterization. *JAMA.* 1976; 235 (23): 2506-2509.

3. Fischer G., Stieh J., Uebing A., Hoffmann U., Morf G., Kramer H.H. Experience with transcatheter closure of secundum atrial septal defects using the Amplatzer septal occluder: a single centre study in 236 consecutive patients. *Heart.* 2003; 89 (2): 199-204. doi: 10.1136/heart.89.2.199

4. Du Z.D., Hijazi Z.M., Kleinman C.S., Silverman N.H., Larntz K. Amplatzer Investigators. Comparison between transcatheter and surgical closure of secundum atrial septal defect in children and adults: results of a multicenter nonrandomized trial. *J Am Coll Cardiol.* 2002; 39 (11): 1836-1844. doi: 10.1016/s0735-1097(02)01862-4

5. Ziemer G., Haverich A. Cardiac Surgery: operations on the heart and great vessels in adults and children. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2017. 1158 p.

6. Edwards J.E. Congenital stenosis of pulmonary veins. Pathologic and developmental considerations. *Lab Invest.* 1960; 9: 46-66.

7. Jacobs J.P., Quintessenza J.A., Burke R.P., Mavroudis C. Congenital Heart Surgery Nomenclature and Database Project: atrial septal defect. *Ann Thorac Surg.* 2000; 69 (4): 18-24. doi: 10.1016/s0003-4975(99)01233-3.

8. American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines; Society of Cardiovascular Anesthesiologists; Society for Cardiovascular Angiography and Interventions; Society of Thoracic Surgeons; Bonow R.O., Carabello B.A., Kanu C., de Leon A.C.Jr., Faxon D.P., Freed M.D., et al. ACC/AHA 2020 guidelines for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines: developed in collaboration with the Society of Cardiovascular Anesthesiologists: endorsed by the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions and the Society of Thoracic

Surgeons. *Circulation.* 2020;114(5):e84-231. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.176857.

9. Clinical Guidelines 2020. Atrial septal defect. Available at: <http://racvs.ru/clinic/files/2020/dmpp.pdf> (accessed 20.12.2022) (In Russian)

10. Pearlman A.S., Borer J.S., Clark C.E., Henry W.L., Redwood D.R., Morrow A.G., Epstein S.E. Abnormal right ventricular size and ventricular septal motion after atrial septal defect closure: etiology and functional significance. *Am J Cardiol.* 1978; 41(2): 295-301. doi: 10.1016/0002-9149(78)90168-6

11. Jung S.Y., Choi J.Y. Transcatheter closure of atrial septal defect: principles and available devices. *J Thorac Dis.* 2018; 10 (Suppl 24): S2909-2922. doi: 10.21037/jtd.2018.02.19

12. Johri A.M., Witzke C., Solis J., Palacios I.F., Inglessis I., Picard M.H., Passeri J.J. Real-time three-dimensional transesophageal echocardiography in patients with secundum atrial septal defects: outcomes following transcatheter closure. *J Am Soc Echocardiogr.* 2011; 24 (4): 431-437. doi: 10.1016/j.echo.2010.12.01

13. Silvestry F.E., Cohen M.S., Armsby L.B., Burkule N.J., Fleishman C.E., Hijazi Z.M., Lang R.M., Rome J.J., Wang Y; American Society of Echocardiography; Society for Cardiac Angiography and Interventions. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of Atrial Septal Defect and Patent Foramen Ovale: From the American Society of Echocardiography and Society for Cardiac Angiography and Interventions. *J Am Soc Echocardiogr.* 2015; 28 (8): 910-958. doi: 10.1016/j.echo.2015.05.015.

14. Szkutnik M., Masura J., Bialkowski J., Gavora P., Banaszak P., Kusa J., Zembala M. Transcatheter closure of double atrial septal defects with a single Amplatzer device. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2004; 61 (2): 237-241. doi: 10.1002/ccd.10753

15. Ewert P., Berger F., Vogel M., Dähnert I., Alexi-Meshkishvili V., Lange P.E. Morphology of perforated atrial septal aneurysm suitable for closure by transcatheter device placement. *Heart.* 2000; 84 (3): 327-331. doi: 10.1136/heart.84.3.327

16. Suárez De Lezo J., Medina A., Pan M., Romero M., Segura J., Pavlovic D., Hernández E., Delgado A., Caballero E., Siles J.R., Franco M., Mesa D., Lafuente M. Transcatheter occlusion of complex atrial septal defects. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2000; 51 (1): 33-41. doi: 10.1002/1522-726x(200009)51:1<33::aid-ccd9>3.0.co;2-5
17. Bramlet M.T., Hoyer M.H. Single pediatric center experience with multiple device implantation for complex secundum atrial septal defects. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2008; 72 (4): 531-537. doi: 10.1002/ccd.21668
18. Butera G., Romagnoli E., Saliba Z., Chessa M., Sangiorgi G., Giamberti A., Cappato R., Bussadori C., Abella R., Pelissero G., Frigiola A., Carminati M. Percutaneous closure of multiple defects of the atrial septum: procedural results and long-term follow-up. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2010; 76 (1): 121-128. doi: 10.1002/ccd.22435
19. Wang Z., Zhan Y., Jin J., Wu T., Zhang S., Qiu H., Wang Q., Wu R. Individualized Experience With Percutaneous Transcatheter Closure of Multiple Atrial Septal Defects: A Single-Center Study. *Front Cardiovasc Med.* 2021; 8: 628322. doi: 10.3389/fcvm.2021.628322.
20. Harper R.W., Mottram P.M., McGaw D.J. Closure of secundum atrial septal defects with the Amplatzer septal occluder device: techniques and problems. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2002; 57 (4): 508-524. doi: 10.1002/ccd.10353
21. Yang Y., Xu Z., Jiang S., Zhao S., Zhang G., Jin J., Hu H., Yang K., Zheng H., Zhou X.L. Simultaneous Transcatheter Closure of Multiple Atrial Septal Defects Using Dual Amplatzer Septal Occluder Devices. *Am J Med Sci.* 2016; 352 (3): 245-251. doi: 10.1016/j.amjms.2016.05.029
22. He L., Cheng G.S., Du Y.J., Zhang Y.S. Feasibility of Device Closure for Multiple Atrial Septal Defects With an Inferior Sinus Venosus Defect: Procedural Planning Using Three-Dimensional Printed Models. *Heart Lung Circ.* 2020; 29 (6): 914-920. doi: 10.1016/j.hlc.2019.07.004
23. Cilingiroglu M., Marmagkiolis K. Percutaneous closure of multiple atrial septal defects: do we have the ideal device yet? *Catheter Cardiovasc Interv.* 2013; 81 (7): 1243. doi: 10.1002/ccd.24966
24. Du Z.D., Hijazi Z.M., Kleinman C.S., Silverman N.H., Larntz K. Amplatzer Investigators. Comparison between transcatheter and surgical closure of secundum atrial septal defect in children and adults: results of a multicenter nonrandomized trial. *J Am Coll Cardiol.* 2002; 39 (11): 1836-1844. doi: 10.1016/s0735-1097(02)01862-4
25. Jones T.K., Latson L.A., Zahn E., Fleishman C.E., Jacobson J., Vincent R., Kanter K. Multicenter Pivotal Study of the HELEX Septal Occluder Investigators. Results of the U.S. multicenter pivotal study of the HELEX septal occluder for percutaneous closure of secundum atrial septal defects. *J Am Coll Cardiol.* 2007; 49 (22): 2215-2221. doi: 10.1016/j.jacc.2006.11.053
26. Fiarresga A., De Sousa L., Martins J.D., Ramos R., Paramés F., Freitas I., Oliveira J.A., Trigo C., Agapito A., Ferreira R.C., Pinto F. Percutaneous closure of atrial septal defects: a decade of experience at a reference center. *Rev Port Cardiol.* 2010; 29 (5): 767-780.
27. Spence M.S., Qureshi S.A. Complications of transcatheter closure of atrial septal defects. *Heart.* 2005; 91 (12): 1512-1514. doi: 10.1136/hrt.2004.057562
28. Roos-Hesselink J.W., Meijboom F.J., Spitaels S.E., van Domburg R., van Rijen E.H., Utens E.M., Bogers A.J., Simoons M.L. Excellent survival and low incidence of arrhythmias, stroke and heart failure long-term after surgical ASD closure at young age. A prospective follow-up study of 21-33 years. *Eur Heart J.* 2003; 24 (2): 190-197. doi: 10.1016/s0195-668x(02)00383-4
29. Baskett R.J., Tancock E., Ross D.B. The gold standard for atrial septal defect closure: current surgical results, with an emphasis on morbidity. *Pediatr Cardiol.* 2003; 24 (5): 444-447. doi: 10.1007/s00246-002-0131-6
30. Chessa M., Carminati M., Butera G., Bini R.M., Drago M., Rosti L., Giamberti A., Pomè G., Bossone E., Frigiola A. Early and late complications associated with transcatheter occlusion of secundum atrial septal defect. *J Am Coll Cardiol.* 2002; 39 (6): 1061-1065. doi: 10.1016/s0735-1097(02)01711-4
31. Spies C., Khandelwal A., Timmermanns I., Schröder R. Incidence of atrial fibrillation following transcatheter closure of atrial septal defects in adults. *Am J Cardiol.* 2008; 102 (7): 902-906. doi: 10.1016/j.amjcard.2008.05.045
32. Amin Z., Hijazi Z.M., Bass J.L., Cheatham J.P., Hellenbrand W.E., Kleinman C.S. Erosion of Amplatzer septal occluder device after closure of secundum atrial septal defects: review of registry of complications and recommendations to minimize future risk. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2004; 63 (4): 496-502. doi: 10.1002/ccd.20211

Для цитирования: Трошкинев Н.М., Тарасов Р.С. Транскатетерное закрытие множественных дефектов межпредсердной перегородки: интервенционные подходы и результаты. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2023;12(4S): 184-195. DOI: 10.17802/2306-1278-2023-12-4S-184-195

To cite: Troshkinev N.M., Tarasov R.S. The problem of transcatheter closure of multiple atrial septal defects: interventional approaches and results. *Literature review. Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2023;12(4S): 184-195. DOI: 10.17802/2306-1278-2023-12-4S-184-195