

<https://doi.org/10.36396/MS.2019.15.4.010>

Экстракция электрода и постоянная кардиостимуляция у стимулятор-зависимого пациента при транскатетерной имплантации «клапан-в-клапан» в трикуспидальную позицию

О.В. САПЕЛЬНИКОВ¹, Т.Э. ИМАЕВ¹, И.Р. ГРИШИН¹, П.М. ЛЕПИЛИН¹, А.С. КОЛЕГАЕВ¹, В.В. РОМАКИНА¹, А.Е. КОМЛЕВ¹, Д.Ф. АРДУС², Д.И. ЧЕРКАШИН¹, О.А. НИКОЛАЕВА¹, Т.Ю. ПОЛЕВАЯ¹, М.И. МАКЕЕВ¹, М.А. САИДОВА¹

¹ФГБУ «НМИЦ кардиологии» МЗ РФ, отдел сердечно-сосудистой хирургии, Москва

²ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, международная школа «Медицина будущего», направление «персонализированная медицина».

Резюме

Структурная дегенерация биологических протезов происходит в 10–40% случаев в течение 7–10 лет, требуя повторной операции на клапане. Пациенты с повторной реконструкцией трикуспидального клапана (ТК) относятся к категории высокого риска, и для них транскатетерная имплантация по методу «клапан-в-клапан» является наиболее эффективной процедурой с минимальным риском периоперационных осложнений. У стимулятор-зависимых больных хирургическая стратегия остается неоднозначной ввиду риска повреждения электрода в ходе операции при выполнении методики «клапан-в-клапан». Эпикардальная имплантация желудочкового электрода с последующим удалением эндокардиального обеспечивает стабильную желудочковую стимуляцию в ходе операции, однако в дальнейшем возможно повышение порога, что является неблагоприятным фактором для стимулятор-зависимого пациента. Данный клинический пример демонстрирует транскатетерную имплантацию ТК по методике «клапан-в-клапан» у стимулятор-зависимого больного и возможность последующей имплантации желудочкового электрода через коронарный синус как один из вариантов стимуляции с минимальными рисками вероятного повреждения электрода в отдаленном периоде.

Ключевые слова: транскатетерная имплантация трикуспидального клапана, клапан-в-клапан, постоянная желудочковая стимуляция.

Lead extraction and permanent pacing during tricuspid valve-in-valve implantation in a pacemaker-dependent patient

O.V. SAPELNIKOV¹, T.E. IMAEV¹, I.R. GRISHIN¹, P.M. LEPILIN¹, A.S. KOLEGAEV¹, V.V. ROMAKINA¹, A.E. KOMLEV¹, D.F. ARDUS², D.I. CHERKASHIN¹, O.A. NIKOLAEVA¹, T.YU. POLEVAYA¹, M.I. MAKEEV¹, M.A. SAIDOVA¹

¹Russian Cardiology Research Center, the department of cardio-vascular surgery. Moscow, Russia.

²I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health Of RF, Moscow Russia. Faculty of Medicine.

Summary

Structural degeneration of biological prostheses occurs in 10–40% cases after 7–10 years requiring further valve reoperation. Patients with dysfunction of tricuspid valve prostheses are often complicated and transcatheter valve-in-valve technology may be the most effective and safe procedure for this group of patients. Surgical strategy in pacemaker-dependent patients remains unclear because of possible intraoperative complications such as mechanical lead damage during valve-in-valve procedure. Epicardial pacing and further endocardial lead removal prior to the valve-in-valve procedure provides stable ventricular pacing during the operation, however possible increase in the ventricular pacing threshold during the follow-up period is adverse for pacemaker-dependent patients. This clinical case describes transcatheter tricuspid valve-in-valve implantation in a pacemaker-dependent patient and further ventricular pacing through a coronary sinus lead as a safe pacing method to avoid possible lead damage.

Key words: tricuspid valve-in-valve implantation, permanent pacing.

Сведения об авторах:

Сапелников Олег Валерьевич – д. м. н., руководитель лаборатории хирургических и рентгенохирургических методов лечения нарушений ритма сердца отдела сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ «НМИЦ кардиологии» МЗ РФ; e-mail: sapelnikovov@mail.ru

Имаев Тимур Эмвярович – д. м. н., руководитель лаборатории гибридных методов лечения сердечно-сосудистых заболеваний отдела сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ «НМИЦ кардиологии» МЗ РФ

Гришин Игорь Романович – к. м. н., сердечно-сосудистый хирург отдела сердечно-сосудистой хирургии, ФГБУ «НМИЦ кардиологии» МЗ РФ; e-mail: cardio05@mail.ru

Лепилин Петр Михайлович – старший н. с. лаборатории гибридных методов лечения сердечно-сосудистых заболеваний отдела сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ «НМИЦ кардиологии» МЗ РФ

Колегаев Александр Сергеевич – н. с. лаборатории гибридных методов лечения сердечно-сосудистых заболеваний, врач – сердечно-сосудистый хирург отдела сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ «НМИЦ кардиологии» МЗ РФ

Ромакина Валентина Васильевна – врач-кардиолог отдела сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ «НМИЦ кардиологии» МЗ РФ

Комлев Алексей Евгеньевич – врач-кардиолог отдела сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ «НМИЦ кардиологии» МЗ РФ

Ардус Дарин Фаресовна – студентка ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России; e-mail: Darina.ardus@gmail.com

Черкашин Дмитрий Игоревич – к. м. н., сердечно-сосудистый хирург отдела сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ «НМИЦ кардиологии» МЗ РФ; e-mail: cherkashin83@yandex.ru

Николаева Ольга Андреевна – м. н. с. лаборатории хирургических и рентгенохирургических методов лечения нарушений ритма сердца отдела сердечно-сосудистой хирургии ФГБУ «НМИЦ кардиологии» МЗ РФ; e-mail: olga0787@mail.ru, . +7 (917) 556-23-59 (автор, ответственный за переписку)

Саидова Марина Абдулатиповна — д.м.н., профессор, рук. отдела ультразвуковых методов исследования «НМИЦ Кардиологии» МЗ РФ m.saidova@gmail.com

Макеев Максим Игоревич — врач отдела ультразвуковых методов исследования «НМИЦ Кардиологии» МЗ РФ

Введение

Пациенты с хирургической коррекцией трикуспидальных пороков довольно часто имеют нарушения ритма и проводимости сердца ввиду анатомической близости проводящих путей к кольцу трехстворчатого клапана. Структурная дегенерация биологического протеза происходит в течение 7–10 лет у 10–40% пациентов [1–2], и больные, которым требуется повторная реконструкция трикуспидального клапана, относятся к категории высокого риска. В этом случае транскатетерная имплантация по методу «клапан-в-клапан» позволяет достичь хорошего результата с минимальным риском периоперационных осложнений.

Ситуация значительно осложняется, когда мы имеем стимулятор-зависимого пациента с ранее имплантированной эндокардиальной системой стимуляции через биопротез трикуспидального клапана (ТК). Существует высокая вероятность повреждения изоляции электрода о металлический каркас эндопротеза, особенно в средне-отдаленном и отдаленном послеоперационном периоде, а развитие такого осложнения у стимулятор-зависимого пациента чревато тяжелыми последствиями. Оптимальный метод кардиостимуляции в данной ситуации не столь очевиден, а сообщения о подобных наблюдениях в мире единичны.

Учитывая постоянно возрастающее количество транскатетерных вмешательств, возникает необходимость в разработке унифицированных подходов в лечении данной категории пациентов. В связи с этим предлагается демонстрация клинического случая транскатетерной имплантации ТК по методике «клапан-в-клапан» у стиму-

лятор-зависимого больного с ранее имплантированной эндокардиальной системой кардиостимуляции с желудочковым электродом, установленным через биопротез.

Описание клинического случая

Пациентка А. поступила в отделение сердечно-сосудистой хирургии НМИЦ кардиологии с жалобами на одышку при физической нагрузке, отеки голеней и стоп. В течение нескольких лет отмечала подъемы цифр АД (максимально до 220/100 мм рт. ст.). Длительно страдала бронхиальной астмой и сахарным диабетом 2-го типа, принимала метформин 2000 мг/сут.

В феврале 2005 года отмечала острое повышение температуры тела до 38 °С (связывала с лечением у стоматолога). Была госпитализирована в марте 2005 года, в последующем в ходе обследования по данным эхокардиографии (ЭхоКГ) выявлен инфекционный эндокардит ТК, в связи с чем переведена в специализированный стационар (при ЭхоКГ: дилатация правых камер, вегетации на всех створках ТК, недостаточность 3–4-й степени; гемокультура *S. aureus*). Выполнено протезирование ТК биологическим протезом «БиоЛАБ-КС/ПТ-31в» условиях искусственного кровообращения.

В апреле 2016 года диагностирована атриовентрикулярная блокада 3-й степени, тогда же имплантирован ЭКС-460-DR. При ЭхоКГ в данную госпитализацию выявлена структурная дегенерация биопротеза ТК с формированием стеноза тяжелой степени (транспротезный градиент 29/15 мм рт. ст.). При коронарографии без значимого поражения. Пациентка была консультирована кардиохирургом, рекомендовано снижение веса (на тот момент масса тела составляла 154 кг) с повторной госпитализацией для выполнения оперативного вмешательства.

Рисунок 1. ЭКГ при поступлении. Желудочковая стимуляция в режиме VVI с ЧСС 70, трепетание предсердий.



Объективно при поступлении: рост 160 см, вес 150 кг, индекс массы тела 59 кг/м². На ЭКГ при поступлении: артериальный ритм со стимуляцией желудочков с ЧСЖ 70 в минуту, трепетание предсердий (рис. 1).

По данным комплексной эхокардиографии (М- и В-режим, ЦДК, доплерография): аорта уплотнена, не расширена, корень аорты 2,9 см. Левое предсердие (ЛП) до 4,5 см, апикально ЛП 6,4 x 3,9 см. Полость левого желудочка (ЛЖ) не расширена. Сократительная функция миокарда ЛЖ удовлетворительная, ФВ 60% (по Симпсону). Нарушений локальной сократимости нет. В трикуспидальной позиции биологический протез, створки уплотнены, подвижность значительно снижена, внутренний диаметр протеза 2,6 см, площадь ТК по РНТ = 0,7–0,8 см². Правое предсердие (ПП) расширено, площадь ПП 29 см². Правый желудочек (ПЖ) не расширен. Легочная артерия не расширена, нижняя полая вена расширена, недостаточно коллабирует на вдохе. Признаки легочной гипертензии, систолическое давление в легочной артерии 45 мм рт. ст., максимальный градиент на ТК (мГдсТК) – 28 мм рт. ст. При доплер-эхокардиографии – признаки недостаточности митрального клапана 2-й степени, vena contracta

Рисунок 2. ЭхоКГ при поступлении. Максимальный градиент на ТК — 28 мм рт. ст., средний градиент 16 мм рт. ст.

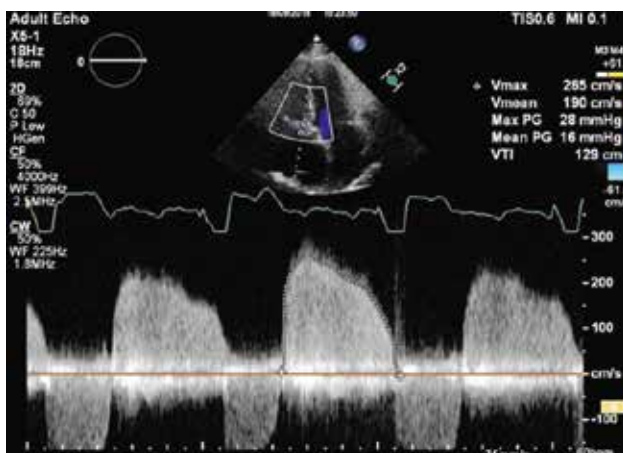
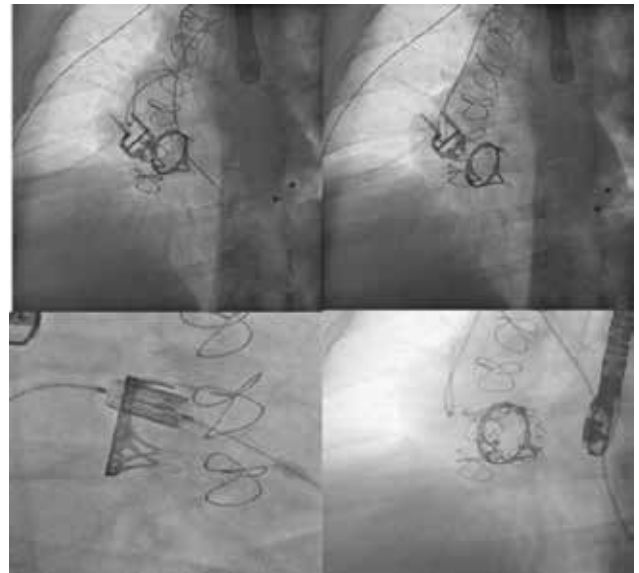


Рисунок 3. Этапы оперативного вмешательства: эпикардиальная стимуляция и тракция желудочкового электрода; выполнена экстракция желудочкового электрода; позиционирование клапана в каркасе биопротеза; финальная позиция клапана.



0,56 см, трикуспидального 2-й степени. Признаки стеноза ТК с максимальным градиентом (мГдТК) 28 мм рт. ст. и средним (сГдТК) 16 мм рт. ст. Межпредсердная перегородка выбухает в полость ЛП до 1,0 см.

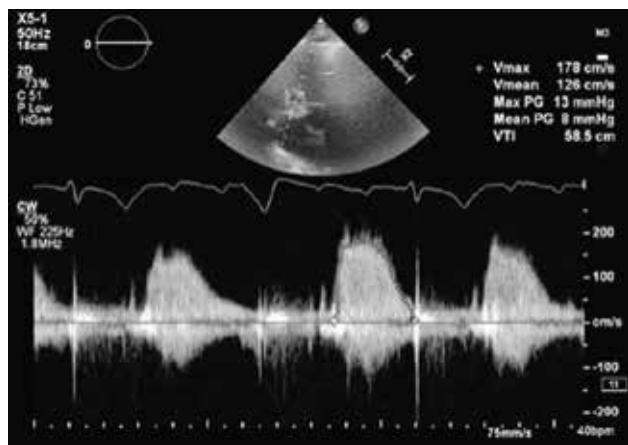
Заключение: состояние после протезирования ТК биопротезом «БиоЛАБ-КС/ПТ» от 2005 года, имплантации двухкамерного ЭКС от 2016 года. В проекции ТК визуализируется биологический протез с признаками дисфункции: стеноз правого атриовентрикулярного отверстия тяжелой степени, внутривентрикулярная регургитация 2-й степени. Дилатация полостей обоих предсердий, преимущественно полости ПП. Легочная гипертензия 1-й степени. Сократимость ЛЖ удовлетворительная. Зон нарушения локальной сократимости не выявлено. В правых камерах сердца визуализируются электроды ЭКС, признаки высокого ЦВД (рис. 2).

По данным лабораторных исследований отмечалось повышение глюкозы крови до 8,29 ммоль/л, умеренное повышение уровня BNP до 174 пг/мл, значение МНО 1,27.

При рентгенографии легких признаки венозной легочной гипертензии 1-й степени. При проведении спирометрии с компьютерной обработкой данных выявлено значительное нарушение проходимости дыхательных путей по обструктивному типу. При выполнении пробы с бронхолитиком жизненная емкость легких в пределах возрастной нормы, умеренное нарушение проходимости дыхательных путей по обструктивному типу.

Учитывая крайне высокий риск оперативного вмешательства в условиях ИК, морбидное ожирение, наличие тяжелого стеноза ТК, пациентке рекомендовано проведение транскатетерного протезирования ТК по методике «клапан-в-клапан» (TVIV). При проверке параметров ЭКС в июне 2018 года диагностировано трепетание предсердий. На

Рисунок 4. ЭхоКГ после вмешательства. Отмечается более чем двукратное снижение градиентов на трикуспидальном клапане.



момент госпитализации принимала апиксабан 5 мг х 2 раза, торагемид 10 мг, бисопролол 2,5 мг, метформин 2000 мг/сут. Госпитализирована в связи с вышеуказанными жалобами для лечения. Учитывая высокий риск повреждения эндокардиального электрода, было принято решение об экстракции ранее имплантированного электрода и эпикардиальной имплантации для стабильного навязывания ритма во время выполнения вмешательства и последующей кардиостимуляции.

Выполнено оперативное вмешательство. Под эндотрахеальным наркозом выполнена переднебоковая миниторакотомия, вскрыт перикард. Выраженный спаечный процесс в полости перикарда. Тупым путем выделена передне-боковая поверхность ЛЖ, ближе к верхушке сердца. Эпикардиально подшит биполярный электрод, отмечался высокий порог стимуляции (более 6В), в связи с чем электрод был перефиксирован более базально с приемлемым порогом стимуляции (3В, при длительности импульса 0,5 мс). В левой подключичной области выполнен доступ к ранее имплантированному ЭКС. Корпус кардиостимулятора и проксимальные концы электродов выделены и выведены в рану. Отмечалось наличие спонтанного ритма с ЧСЖ 30–35. Навязан ритм с эпикардиального электрода. Желудочковый электрод выделен на всем протяжении, дефиксирован. При простой тракции без подготовки с запирающим устройством отмечалось натяжение электрода без изменения его позиции. В просвет электрода введен запирающий стилет (Spectranetics LLD), после чего было выполнено его удаление (рис. 3).

Выполнено выделение бедренной вены, в полость ПЖ установлен сверхжесткий проводник. По проводнику в полость ПП установлено доставляющее устройство 20 Fr клапана Edwards XT, выполнена баллонная предилатация биопротеза, а затем под контролем флюороскопии и ЧПЭхоКГ выполнено позиционирование и установка клапана Edwards XT 29 мм по методике «клапан-в-клапан» (рис. 3). При контрольной вентрикулографии ПЖ функция протеза хорошая, регургитации и затеклов не отмечалось.

По данным ЭхоКГ после оперативного вмешательства: сократительная функция миокарда ЛЖ удовлетворительная

Рисунок 5. Этапы имплантации ЭКС через коронарный синус: венография CS, видны передняя вена сердца (порог 10 В!), боковая вена (малого диаметра) и культя задней вены сердца; позиция электрода в задней вене сердца (порог 5 В); позиция электрода в боковой вене сердца (порог стимуляции 1,5 В)

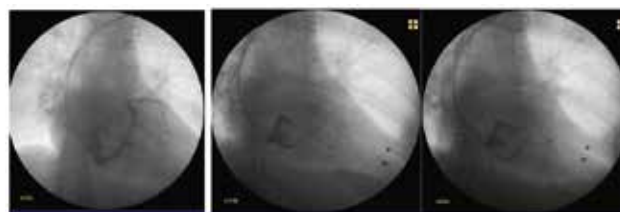


Рисунок 6. Стабильный уровень импеданса (около 1 кОм) и порога стимуляции (около 1,5 В) через 1 месяц после имплантации.

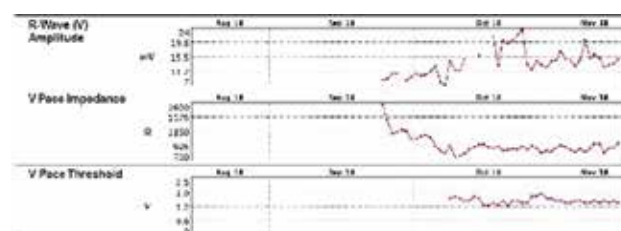
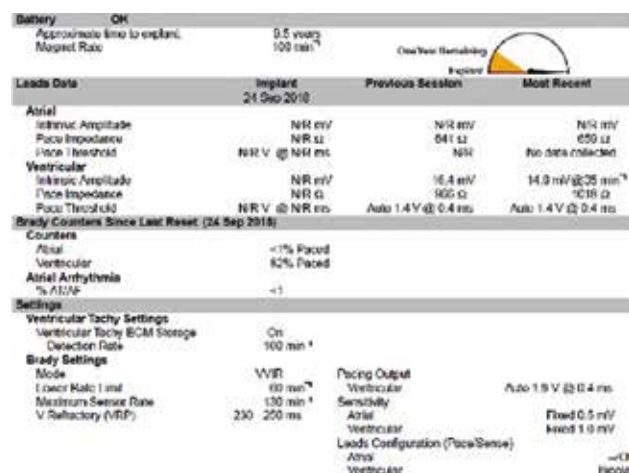


Рисунок 7. Результаты телеметрии через 4 месяца после имплантации – значение порога стимуляции несколько снизилось – 1.4 В, импеданс 1018 Ом.



ФВ >60 % (по Симпсону), признаки недостаточности клапанов: трикуспидального 0-1-й степени, мГДГТК = 13 мм рт. ст., сГДГТК = 8 мм рт. ст., состояние после транскатетерного репротезирования ТК от 24.09.2018, в проекции ТК визуализируется биологический протез типа Edwards, амплитуда раскрытия створок в полном объеме. Остаточные диастолические градиенты давления на ТК несколько увеличены, внутримитральная регургитация 0-1-й степени. Глобальная сократительная функция ЛЖ удовлетворительная. Признаки повышения ЦВД (рис. 4).

Ранний послеоперационный период протекал без осложнений. Однако на пятые сутки после вмешательства на

прикроватном мониторе ЭКГ регистрировалась неэффективная стимуляция желудочков, с замещающим ритмом с ЧСС 35 в минуту. Учитывая высокий металлический профиль эндопротеза и высокую вероятность повреждения изоляции электрода, особенно в отдаленном периоде, было принято решение об имплантации желудочкового электрода через коронарный синус.

Из особенностей имплантации: отмечался очень высокий порог стимуляции в передней (10В) и задней вене сердца (5В). В боковой вене сердца (малого диаметра, катетеризация с техническими трудностями) порог стимуляции 1,5 В при длительности импульса 0,4 мс (рис. 5).

При оценке среднеотдаленного результата был выполнен контроль кардиостимулятора через четыре месяца после выписки пациента из стационара. Отмечался стабильный уровень импеданса желудочкового электрода и порога стимуляции, сопоставимого с интраоперационными показателями (рис. 6, 7).

Обсуждение

В настоящее время методика «клапан-в-клапан» является эффективным способом хирургической коррекции структурной дегенерации биопротезов клапанов сердца. Открытые повторные операции на сердце сопровождаются крайне высокими рисками для пациентов, в разы превышающими первичное вмешательство, а для пожилых людей эндоваскулярная коррекция ранее оперированных клапанных пороков является единственным возможным методом лечения [3–4]. Несмотря на отсутствие крупных исследований, описанные клинические случаи демонстрируют высокую эффективность и успешность выполнения процедуры, в том числе у больных высокого риска.

Первое в России использование методики транскатетерной имплантации по методу «клапан-в-клапан» у пациентов с тяжелым трикуспидальным стенозом вследствие структурной дегенерации хирургического биопротеза трикуспидального клапана имело технический успех во всех описанных случаях. В послеоперационном периоде отмечались нормализация диастолического градиента на ТК, клиническое улучшение в виде увеличения переносимости физической нагрузки по результатам теста с шестиминутной ходьбой [5].

В нашем клиническом примере у пациентки ранее был имплантирован ЭКС по поводу полной атриовентрикулярной блокады. У пациентов с постоянной эндокардиальной правожелудочковой стимуляцией интраоперационные риски могут возрасти в разы, что, по-видимому, обусловлено возможной деформацией и смещением электрода при позиционировании системы доставки через ТК. В свою очередь, длительное нахождение фиксированного электрода между каркасами ранее имплантированного и нового клапанов может привести к нарушению изоляции электрода, а чрезмерная тракция способствует его смещению, что в конечном итоге приводит к дисфункции [6].

В 2016 году опубликован клинический случай транскатетерной имплантации клапана valve-in-valve в трикуспидальную позицию у пациента с ранее имплантированным ЭКС [7]. Ввиду тяжелой сопутствующей патологии (цирроз пече-

ни, гепатит С, легочная гипертензия) повторная открытая хирургическая операция была невозможна. В данном случае было принято решение оставить желудочковый электрод в прежней позиции (имплантированный через биопротез). В раннем послеоперационном периоде, а также по прошествии шести месяцев наблюдалась корректная работа стимулятора, однако обращало на себя внимание почти двукратное повышение порога стимуляции, зафиксированное при телеметрии. У независимого от стимулятора пациента данная тактика вполне оправдана и безопасна, что нельзя отнести, на наш взгляд, к стимулятор-зависимым больным, которым требуется устойчивая и безопасная кардиостимуляция как при выполнении вмешательства, так и в послеоперационном периоде.

Несколько клинических примеров транскатетерной имплантации ТК по методике «клапан-в-клапан» у пациентов с ЭКС описаны в работе Mackram F. Eleidet al. В ряде случаев ввиду вероятности повреждения правожелудочковой системы стимуляции была выполнена имплантация электрода через коронарный синус. В пери- и раннем послеоперационном периоде не наблюдалось нарушения стимуляции правожелудочкового электрода [8].

С учетом возможного повреждения правожелудочкового электрода и риска развития жизнеугрожающих нарушений проводимости как в процессе имплантации биопротеза, так и в более отдаленном периоде, мы посчитали целесообразным перед основным этапом операции осуществление эпикардиальной имплантации желудочкового электрода с последующим удалением эндокардиального правожелудочкового электрода. Высокий порог стимуляции с последующим его критическим повышением, связанный, по-видимому, со спаечным процессом в полости перикарда из-за ранее выполненной операции и высокого содержания эпикардиального жира, делает сомнительной дальнейшую перспективу использования электрода, хотя именно эпикардиальная фиксация желудочкового электрода в данной ситуации интраоперационно позволила осуществить стабильную желудочковую стимуляцию при выполнении основного этапа операции — имплантации клапана. Последующая имплантация желудочкового электрода через коронарный синус минимизирует риски возможного повреждения электрода в отдаленном периоде, что критически важно для стимулятор-зависимых больных, так как в настоящее время недостаточно данных о «поведении» стимуляционных электродов, установленных через эндопротез, учитывая его структуру и профиль.

Заключение

В представленном клиническом случае продемонстрирована выполнимость и безопасность использования методики «клапан-в-клапан» у пациентов с постоянной желудочковой стимуляцией, а также предложен вариант решения проблемы интраоперационной и последующей постоянной стимуляции.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 04.09.2019

Принята в печать 19.09.2019

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. McGrath L.B., Gonzalez-Lavin L., Bailey B.M., Grunkemeier G.L., Fernandez J., Laub G.W. Tricuspid valve operations in 530 patients: 25-year assessment of early and late phase events. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1990;99:124.
2. Kuwaki K., Komatsu K., Morishita K., Tsukamoto M., Abe T. Long-term Results of porcine bioprosthesis in the tricuspid position. *Jpn J Surg.* 1998; 28:599.
3. Eike Tigges, Daniel Kalbacher, Christina Thomas et al. *Transcatheter Mitral Valve Repair in Surgical High-Risk Patients: Gender-Specific Acute and Long-Term Outcomes.* BioMed Research International, vol. 2016, Article ID 3934842, 11 pages, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/3934842>.
4. Shinn S.H.I., Oh S.S., Na C.Y., Lee C.H., Lim H.G., Kim J.H., Yie K.S., Baek M.J., Song D.S. Short- and long-term results of triple valve surgery: a single center experience. *J Korean Med Sci.* 2009 Oct;24(5):818-23. 2009.24.5.818. Epub 2009 Sep 24. <https://doi.org/10.3346/jkms>.
5. Имаев Т.Э., Комлев А.Е., Колегаев А.С., Лепилин П.М., Акчурин Р.С. «Современное состояние проблемы транскатетерного репротезирования клапанов сердца по методике «клапан-в-клапан». *Consilium Medicum*, vol. 18, no. 5, 2016, pp. 89-92.
6. Имаев Т.Э., Комлев А.Е., Ромакина В.В., Лепилин П.М., Макеев М.И., Колегаев А.С., Марголина А.А., Сапельников О.В., Федотенков И.С., Саидова М.А., Акчурин Р.С. Транскатетерная имплантация биопротеза по методу «клапан-в-клапан» у пациентов с дисфункцией ранее установленного биопротеза трикуспидального клапана (первый опыт в России) // *Российский кардиологический журнал.* — 2019. — №2. — С. 31–37. [Transcatheter “valve-in-valve” implantation of bioprosthesis in failed surgical tricuspid bioprosthesis (first experience in Russia. Imaev T.E., Komlev A.E., Romakina V.V., Lepilin P.M., Makeev M.I., Kolegaev A.S., Margolina A.A., Sapelnikov O.V., Fedotenkov I.S., Saidova M.A., Akchurin R.S. *Russian Journal of Cardiology.* 2019;(2):31-37. (In Russ.)] <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2019-2-31-37>.
7. Steinberg, Christianetal. *Feasibility of tricuspid valve-in-valve replacement in a patient with transvalvular pacemaker.* Heart Rhythm Case Reports, Volume 2, Issue 1, 2 – 5. <https://doi.org/10.1016/j.hrcr.2015.05.004>
8. Vijayakumar, Maniyal& Kamath, Prakash & G Pai, Praveen. (2013). Permanent pacing in a patient with tricuspid prosthesis – Widening therapeutic use of coronary sinus. *Indian heart journal.* 65. 611-613. <https://doi.org/10.1016/j.ihj.2013.08.012>.
9. Eleid M.F., Asirvatham S.J., Cabalka A.K., Hagler D.J., Noseworthy P.A., Taggart N.W. and Rihal C.S. (2016), Transcatheter tricuspid valve-in-valve in patients with transvalvular device leads. *Cathet. Cardiovasc. Intervent.*, 87: E160-E165. <https://doi.org/10.1002/ccd.25990>.