

DOI: 10.29001/2073-8552-2018-33-1-27-32  
УДК 616.12-007.61

## КЛИНИЧЕСКИЕ И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПРОТЕЗИРОВАНИЯ И ТРАНСЛОКАЦИИ ХОРД МИТРАЛЬНОГО КЛАПАНА

И. С. Макогончук\*, В. В. Евтушенко, А. В. Евтушенко

Научно-исследовательский институт кардиологии,  
Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук,  
634012, Российская Федерация, Томск, ул. Киевская, 111а

В данной статье приводится обзор современных методик лечения пролапса митрального клапана вследствие дегенерации. Медикаментозное лечение пациентов с пролапсом митрального клапана малоэффективно. Предпочтение в данном случае следует отдать хирургическому лечению. Показано, что при выборе тактики вмешательства важно учитывать не только наличие самой патологии, но и исходное функциональное состояние элементов подклапанного аппарата. Так, среди методов хирургического лечения протезирование клапана при данной патологии имеет значительные недостатки по сравнению с реконструктивной хирургией. Показано разнообразие техник пластики митрального клапана. Представлены преимущества и недостатки каждого из методов.

**Ключевые слова:** хирургическое лечение пролапса митрального клапана, разнообразие техник пластики митрального клапана

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

**Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах

**Для цитирования:** Макогончук И. С., Евтушенко В. В., Евтушенко А. В. Клинические и фундаментальные аспекты протезирования и транслокации хорд митрального клапана. Сибирский медицинский журнал. 2018; 33(1): 27–32. DOI: 10.29001/2073-8552-2018-33-1-27-32

## CLINICAL AND FUNDAMENTAL ASPECTS OF PROSTHETICS AND TRANSLOCATION OF MITRAL VALVE CHORDS

I. S. Makogonchuk\*, V. V. Evtushenko, A. V. Evtushenko

Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences,  
111a, Kievskaya str., Tomsk, 634012, Russian Federation

This article provides an overview of modern methods of treating prolapse of the mitral valve due to degeneration. Medical treatment of patients with mitral valve prolapse is ineffective. Preference in this case should be given to the surgical treatment. It is shown that while choosing tactics of intervention it is important to take into account not only the presence of the pathology itself, but also the initial functional state of the elements of the subvalvular apparatus. So, among the methods of surgical treatment, valve prosthesis in this pathology has significant disadvantages in comparison with reconstructive surgery. A variety of techniques for mitral valve plastic are shown. The advantages and disadvantages of each method are presented.

**Keywords:** surgical treatment of mitral valve prolapse, a variety of mitral valve plastic techniques

**Conflict of interest:** the authors do not declare a conflict of interest

**Financial disclosure:** no author has a financial or property interest in any material or method mentioned

**For citation:** Makogonchuk I. S., Evtushenko V. V., Evtushenko A. V. Clinical and Fundamental Aspects of Prosthetics and Translocation of Mitral Valve Chords. Siberian Medical Journal. 2018; 33(1): 27–32. DOI: 10.29001/2073-8552-2018-33-1-27-32

Недостаточность митрального клапана (МК) — наиболее распространенный порок сердца в Европе [1], золотым стандартом коррекции которого признана многокомпонентная реконструкция клапана [2]. Важнейший компонент подобных операций — коррекция длины хорд клапана, наиболее распространенными разновидностями которой являются протезирование хорд синтетическими материалами и использование аутохорд и аутостворок.

Пролапс МК — самая распространенная причина митральной недостаточности во всем мире. Наиболее ча-

стым показанием к реконструкции МК в настоящее время признается пролапс МК вследствие миксоматозной дегенерации [3].

Пролапс МК имеет более чем вековую историю. Несмотря на это, данная патология до конца не изучена и остается много вопросов в отношении методов лечения [4]. Высокая распространенность пролапса МК во всем мире [5], и в частности в нашей стране [6], является поводом для пристального внимания в отношении методов лечения данного состояния. Результаты медикаментозной терапии митральной недостаточности вследствие

пролапса МК показали высокий уровень летальности по сравнению с общей популяцией [7]. Даже при отсутствии специфических факторов риска митральная недостаточность сопровождается высокой частотой внезапной смерти. Внезапная смерть возникает у данной категории пациентов в два раза чаще, чем в общей популяции [8]. Кроме того, исследования показали высокую частоту жизнеугрожающих сердечных осложнений при митральной регургитации, которая может превышать таковую даже у пациентов с коронарной патологией [9]. Такие осложнения, как фибрилляция предсердий, выраженная сердечная недостаточность и летальный исход, составляют около 10% в год [8–11]. Все вышеуказанное определяет актуальность хирургического лечения этой до конца не изученной полиэтиологической патологии.

Среди методов хирургического лечения протезирования клапана при данной патологии имеет значительные недостатки по сравнению с реконструктивной хирургией. Известны отдаленные (в том числе и до 20 лет) результаты реконструкции МК при дегенеративных пороках, где показана лучшая выживаемость после пластики по сравнению с протезированием [2, 12].

Совершенствование хирургической техники, возможности инструментальных методов и методик искусственного кровообращения и защиты миокарда привели к значительному улучшению непосредственных и отдаленных результатов реконструкций МК.

Вследствие этого в последние годы значительно расширился круг показаний для таких операций ввиду низкой доли осложнений, смертности и благоприятного влияния на функцию левого желудочка по сравнению с протезированием клапана [13].

В настоящее время реконструкция МК является операцией выбора при митральной недостаточности вследствие миксоматозной дегенерации, и по возможности клапан должен быть сохранен всегда [13–15].

Несмотря на общепринятые и доказанные преимущества реконструкции МК, открытым остается вопрос, какой метод и подход реконструкции МК предпочтителен [2].

### **Резекционные и нерезекционные технологии реконструкции МК**

Резекционный метод реконструкции МК, предложенный в 1983 г. Carpentier A. A., имеет длительную историю своего существования и хорошо известен хирургам [16].

Резекционная техника выполнялась методом квадриангулярной или триангулярной резекции створки в зависимости от размера пролабирующего сегмента. При большом размере пораженного сегмента использовали квадриангулярную резекцию, которую в некоторых случаях дополняли «скользящей техникой» [17]. Триангулярная резекция применялась при небольшом объеме пораженного сегмента с отрывом или удлинением подклапанных хорд задней створки МК.

Alfieri O. и соавт. (1996) предложили метод ликвидации пролапса передней створки МК с помощью шва, прикрепляющего пролабирующую часть передней к не-

измененной задней створке. Такой маневр формирует двухпросветное атриовентрикулярное отверстие, ограничивает подвижность передней створки и обеспечивает герметичность клапана. В последующем шов O. Alfieri начали использовать как дополнение для создания лучшей компетентности МК при неадекватности других пластических процедур на МК [18, 19].

Reimink M. и соавт. в своем исследовании с применением математического метода конечных элементов показали значимость длины хорд в отношении натяжения и напряжения хорд, а также влияние на коаптацию створок МК и гемодинамику МК. Изменения длины хорд на 10% больше нормального не приводят к недостаточности клапана, однако в два раза увеличивают напряжение хорд. При 3%-ном увеличении длины напряжение увеличивается всего на треть нормы. Эти данные демонстрируют, что даже незначительные ошибки при выборе длины искусственных хорд приводят к значительным изменениям в работе хордального аппарата [20]. В случае использования хорд короче, чем в норме, напряжение концентрируется на уровне свободного края створки и нарушает коаптацию створок.

Использование искусственных хорд для реконструкции МК имеет давнюю историю. С 1960-х годов хирурги использовали различные материалы, включая шелк и нейлон. Однако значительную роль в распространении техники протезирования хорд сыграли два материала: перикард и нити ePTFE [21].

Первым был использован перикард (аутоперикард и ксеноперикард) как в эксперименте, так и в клинической практике для реконструкции хорд. Однако ввиду его недостатков, возникающих в течение жизни, таких как утолщение и укорочение [22], в настоящее время хирурги воздерживаются от его использования.

Первое описание нитей ePTFE в экспериментальном контексте было сделано Vetter H. O. [23]. В последующем на практике метод применил David T. В настоящее время имеются более чем двадцатилетние данные об использовании нитей с хорошими результатами.

С появлением нитей ePTFE для протезирования хорд увеличились технические возможности реконструкции МК, и сложные варианты митральной недостаточности стали поддаваться пластике МК.

Даже небольшие изменения в длине хорд приводят к изменению напряжения хорд и функции МК. Данная проблема способствовала развитию различных техник в отношении создания искусственных хорд и определения их длины [20].

В литературе описано большое количество техник с использованием искусственных хорд из нитей ePTFE [24]. Большинство авторов придерживаются нескольких важных принципов использования искусственных хорд. Первое: минимизация количества швов через прокладки при фиксации хорд к папиллярным мышцам с целью предотвращения повреждения тканей. Второе: распределение хорд соответственно анатомическому строению. Третье: фиксация хорд к фиброзным головкам папилляр-

ных мышц. Четвертое: оценка качества пластики в условиях, максимально приближенных к физиологическим («наполненное сердце»).

Хирургический доступ к МК обычно выполняется через левое предсердие. Однако Pretre R. в своей работе описал метод, комбинирующий атриотомию и аортотомию. Хотя, по данным авторов, этот подход показывает хорошие результаты, широкого применения среди хирургов он не получил [25].

Применение искусственных хорд, определение их длины, методы создания привлекают большое внимание хирургов во всем мире. Остановимся на основных из них, используемых преимущественно при пролапсе задней створки.

Считается, что техника, используемая Adams D. и соавт., является наиболее простой техникой и выполняется проведением швов через папиллярную мышцу и створки МК двумя иглами, таким образом формируются две хорды. Простота метода является преимуществом, однако создание хорд фиксированной длины и невозможность регулирования являются его недостатками [26].

С целью решения проблемы регулирования длины хорд Kasegawaatal H. и соавт. применили метод «турникета», при котором искусственные хорды подтягивались турникетом и сохраняли необходимую длину во время гидравлической пробы. Преимуществом метода является то, что длина хорд регулируется анатомически правильной длиной. Недостатком является сам процесс получения правильной длины — метод проб и ошибок [27].

Методика множественных петель, предложенная David T., обеспечивает взаимодействующую и саморегулирующую систему во время работы левого желудочка [21]. Такая система способна модулировать распределение напряжения вдоль всей створки. Для этого метода из одной нити ePTFE конструируется 5–6 петель, проходящих через головку папиллярной мышцы и свободный край створки. Преимуществом данного метода является его динамизм: длина каждой петли меняется в зависимости от испытываемого напряжения, таким образом, балансируется по линии фиксации к створке. Однако динамизм системы является также его недостатком, так как во время сердечного цикла некоторые участки створки могут иметь недостаточную длину хорды.

Кроме динамичной системы петель в 2000 г. von Orpell и соавт. [24] описали технику фиксированных петель. Данную технику мы использовали и в нашей работе.

Подобная техника с использованием калибратора была описана Doi A. и соавт. [28]. Принципиальной особенностью является способ фиксации хорд к створке МК на калибраторе, таким образом, обеспечивая правильную длину создаваемых хорд.

Еще одним методом, использующим калибратор, является способ, предложенный Matsui Y. и соавт., имеющий преимущество в плане определения длины хорд [29]. При этом используется калибратор с кольцеобразным концом для папиллярных мышц и проксимально расположенным крючком для створок, на которых фиксируются хорды.

Если вышеупомянутые методы фиксированных петель подразумевают обязательное использование калибратора, то методы, предложенные некоторыми авторами, не предполагают его использование. Mandegar M. H. и соавт. предложили способ определения длины хорд путем создания множества узлов из нитей ePTFE, при этом длина хорд определялась по ЭхоКГ до начала операции [30].

Другим методом создания петель определенной длины является способ, предложенный Chang J. P. Для этого авторы использовали разрезанную вдоль пластиковую трубку 10 Fr. Затем на ней фиксировали хорды. Целью этого являлось достижение фиксированной длины хорды [31]. Схожую технику с использованием трубки описали Matsui Y. и соавт. [32]. Преимуществом последней методики является то, что трубки находятся под створками и не мешают хирургу, а также отсутствует необходимость ассистенту держать калибратор фиксированным.

Chan D. и соавт. использовали как образец длину близлежащей неизменной хорды, затем фиксировали искусственную хорду зажимом на этой длине и завязывали. В данном случае зажим использовался для предотвращения движения узлов при завязывании [33].

Недостатками вышеизложенных техник является то, что определение длины хорд происходит на «остановленном» сердце и в конечном счете они могут быть измерены неправильно, а также возможно повреждение головки папиллярных мышц при многократном его прошивании. С целью предотвращения последнего Tam R. и соавт. предложили модификацию техники петель, при которой фиксация к папиллярной мышце происходила одним швом [34]. Chocron S. описал метод с использованием временных клипов для определения уровня завязывания узлов искусственной хорды [35].

Duran C. и соавт. использовали временный шов Альфиери для моделирования физиологического состояния створок МК [36].

Fattouch K. и соавт. использовали похожую технику, однако во время завязывания узлов авторы наполняли сердце физиологическим раствором с целью создания формы и моделирования стресса на створки [37].

Недостатком нитей ePTFE считается то, что при завязывании узлы могут скользить, изменяя длину уже измеренной искусственной хорды. Maselli D. и соавт. для исключения данной проблемы предложили метод «настраиваемых» петель. Техника исполнения включает создание множества узлов на протяжении нити ePTFE с определенным интервалом около 2 мм и фиксацией нити к папиллярной мышце. Вторым моментом является создание петли с предсердной стороны на уровне свободного края створки. Затем петля позиционируется между двумя узлами, и вторая часть проходит через папиллярную мышцу. После гидравлической пробы длина хорды может быть изменена позиционированием предсердной петли на другом уровне [38].

Shudo Y. и соавт. предложили метод определения длины хорд посредством завязывания множественных узлов от папиллярной мышцы до свободного края пролабиру-

ющей створки. Хотя метод не требует дополнительных аппаратов, он является затратным по времени и множество узлов могут привести к гемолизу [39].

Учитывая сложность метода протезирования хорд, многие хирурги создают специальные устройства для облегчения применения данного метода. Использовать дилататор Гегара как наиболее доступное приспособление для создания петель предложили Cagli K. и соавт. [40]. Другие авторы использовали уже готовые различных размеров сформированные петли для протезирования хорд. Данная особенность позволяет уменьшить время операции, однако несет определенные финансовые затраты и не везде доступна [41].

Ruyra-Baliarda X. создал более сложную систему для обеспечения максимального контроля при фиксации искусственных хорд. Т-образное устройство обеспечивает фиксацию хорд на уровне фиброзного кольца МК. Метод не требует определения длины хорд, и нет необходимости участия ассистента в этом процессе [42].

При выраженной избыточности створок МК García-Fuster R. и соавт. предложили использовать метод «складывания» створок [43].

Современные минимально инвазивные технологии в кардиохирургии также имеют тенденцию к реконструкции МК. Мини-инвазивная и роботизированная пластика МК уже занимает определенную нишу в некоторых клиниках мира. Однако вопрос о применении искусственных хорд без торакотомии и использования аппарата искусственного кровообращения (АИК) до сих пор дискутабелен. Опубликованы работы некоторых исследователей по этой теме. Vajona P. в эксперименте на животных использовал способ фиксации искусственных хорд к свободному краю створки МК посредством устройства, проведенного через верхушку сердца [44]. В последующем Seeburger J. подобным образом провел эксперимент на животных, а затем опубликовал данные исследования ТАСТ, где устройство для протезирования хорд через верхушку сердца использовалось в клинике на пациентах [45, 46].

Maisano F. в своем исследовании на овцах показал интересное и специфическое устройство для протезирования хорд. Особенностью этого устройства, по утверждению автора, является простота фиксации хорд к головке папиллярной мышцы и регулирование длины хорды под контролем чреспищеводной эхокардиографии (ЧПЭхоКГ) на работающем сердце после отключения от АИК [47].

Несмотря на хорошие отдаленные результаты протезирования, остается открытой проблема выбора оптимальной длины искусственной хорды [44, 48].

Как было отмечено выше, даже небольшие изменения длины хорд приводят к нарушению взаимодействия элементов МК. Короткие хорды приводят к чрезмерному натяжению створок и папиллярной мышцы и нарушают мобильность створки, увеличивают риск переднесистолического движения створок МК. Многие исследователи работают в поисках оптимальной длины неохорд. В своей работе Calafiore A. предложил оригинальный метод расчета длины хорд. С этой целью с помощью до-

операционной ЧПЭхоКГ измеряется дистанция между свободным краем пролабирующего сегмента и плоскостью фиброзного кольца. Следующим этапом интраоперационно измеряется длина удлинненной хорды, затем из полученной длины вычитается измеренная по ЧПЭхоКГ дистанция. Полученный результат и является целевой длиной неохорды [49]. Другой метод с использованием данных предоперационного ЧПЭхоКГ предложили Mandegar M. и соавт. [30]. Авторы рассчитывали расстояние между головкой задней папиллярной мышцы и плоскостью фиброзного кольца на уровне точки коаптации, длина неохорд соответствовала полученной длине.

Несмотря на сложность выполнения реконструкции МК методом протезирования хорд, эта техника привлекает все большее внимание хирургов. Сложности выполнения стимулируют развитие и разработку технических возможностей для облегчения выполнения процедуры и более широкого использования этого метода для коррекции митральной недостаточности.

Так, альтернативные методы транслокации хорд не требуют измерения и подбора длины хорд, технически проще протезирования хорд (меньше время пережатия аорты) при сопоставимых результатах. Последние экспериментальные работы подтверждают преимущество транслокации даже при ишемической болезни сердца [50]. Последующие клинические наблюдения среднесрочных и отдаленных результатов необходимы, чтобы подтвердить пользу транслокации вторичных хорд.

Кроме того, использование ПТФЕ для замещения хорд сопряжено с рядом особенностей, связанных с характером самого материала: высокая вероятность растяжения и развязывания узлов, а также трудность подбора длины неохорд *in situ* без использования дополнительных приспособлений ограничивают сферу применения данной технологии.

## Литература / References

1. Enriquez-Sarano C. W., Akins A., Vahanian M. Mitral regurgitation. *Lancet*. 2009; 373: 1382–1394.
2. Falk V., Baumgartner H., Bax J. J., De Bonis M., Hamm C., Per Holm J., Biung B., Lancellotti P., Lansac E., Rosenhek D. R. M. R., Sjögren J., Mas P. T., Vahanian A., Walther T., Wendler O., Windecker S., Zamorano J. L., ESC Scientific Document Group. Guidelines for the management of valvular heart disease. The Task Force for the Management of Valvular Heart Disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). 2017 ESC/EACTS. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2017; 52: 616–664.
3. Rajamannan N. M. Mxomatous mitral valve disease bench to bedside: LDL density-pressure regulates Lrp. *Expert Rev. Cardiovasc. Ther.* 2014; 12: 383–392.
4. Delling F. N., Vasan R. S. Epidemiology and Pathophysiology of Mitral Valve Prolapse New Insights into Disease Progression Genetics, and Molecular Basis. *Circulation*. 2014; 129: 2158–2170.
5. Бокерия Л. А., Гудкова Р. Г. Сердечно-сосудистая хирургия — 2015. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения. 2016; 1: 396–400 [Bokeria L. A., Gudkova R. G. Cardiovascular Surgery — 2015. Diseases and congenital anomalies of the circulatory system. 2016; 1: 396–400] (In Russ).
6. Ling L. H., Enriquez-Sarano J. B., Ling Seward L. H. Clinical outcome of mitral regurgitation due to flail leaflet. *N. Engl. J. Med.* 1996; 335(19): 1417–1423.

7. Grigioni F, Enriquez-Sarano M, Ling L H, Bailey K R, Seward J B, Tajik A J, Frye R L. Sudden death in mitral regurgitation due to flail leaflet. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1999; 34(7): 2078–2085.
8. Rosen S E, Borer J S, Hochreiter C, Supino P, Roman M J, Devereux R B, Kligfield P, Bucek J. Natural history of the asymptomatic/minimally symptomatic patient with severe mitral regurgitation secondary to mitral valve prolapse and normal right and left ventricular performance. *Am. J. Cardiol.* 1994; 74: 374–380.
9. Avierinos J F, Gersh D J, Melton L J, Bailey K R, Shub C, Nishimura R A, Tajik A J, Enriquez-Sarano M. Natural history of asymptomatic mitral valve prolapse in the community. *Circulation.* 2002; 106: 1355–1361.
10. Enriquez-Sarano M, Avierinos J F, Messika-Zeitoun D, Detaint D, Capps M, Nkomo V, Scott C, Schaff H V, Tajik A J. Quantitative determinants of the outcome of asymptomatic mitral regurgitation. *N. Engl. J. Med.* 2005; 352: 875–883.
11. Krauss J. Prognostic implication of valvular lesion and left ventricular size in asymptomatic patients with chronic organic mitral regurgitation and normal left ventricular performance. *Am. Heart J.* 2006; 152: 1004–1008.
12. Daneshmand M A, Milano C A, Rankin J S, Honeycutt E F, Swaminathan M, Shaw L K, Smith P K, Glower D D. The surgical treatment of mitral valve prolapse: a 20-year perspective. *Ann. Thorac. Surg.* 2009; 88: 1828–1837.
13. Nishimura R. Valvular Heart Disease Guideline. *JACC.* 2014; 63(22): 157–185.
14. Enriquez-Sarano M. Echocardiographic prediction of left ventricular function after correction of mitral regurgitation: results and clinical implications. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1994; 24: 1536–1543.
15. Gillinov A M. Durability of mitral valve repair for degenerative disease. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1998; 116: 734–743.
16. Carpentier A A. Carpentier's reconstructive valve surgery. *Sanders Elsevier.* 2010; 10: 95–97.
17. Perier P. «Sliding Leaflet» Technique for Repair of the Mitral Valve: Early Results. *Ann. Thorac. Surg.* 1994; 57: 383–386.
18. Fucci C, Sandrelli L, Pardini A, Torracca L, Ferrari M, Alfieri O. Improved results with mitral valve repair using new surgical techniques. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 1995; 9(11): 621–627.
19. Alfieri O, Maisano F, De Bonis M, Stefano P L, Torracca L, Oppizzi M, La Canna G. The double-orifice technique in mitral valve repair: a simple solution for complex problems. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2001 Oct; 122(4): 674–681.
20. Reimink M S, Kunzelman K S, Cochran R P. The effect of chordal replacement suture length on function and stresses in repaired mitral valves: a finite element study. *J. Heart Valve Dis.* 1996; 5: 365–375.
21. David T E. Artificial chordae. *Semin. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2004; 16: 161–168.
22. Frater R W. 10<sup>th</sup> Gore-Tex Chorda anniversary. *J. Heart Valve Dis.* 1996; 5: 348–351.
23. Vetter H O, Factor S M, Frater R W. The use of glycerol-treated homologous pericardium as a substitute for cusps and chordae tendineae of the mitral valve in sheep. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1987; 35: 11–15.
24. Von Oppell U O, Mohr F. Chordal replacement for both minimally invasive and conventional mitral valve surgery using premeasured Gore-Tex loops. *Ann. Thorac. Surg.* 2000; 70: 2166–2168.
25. Pretre R, Khatchatourov G, Kadner A, Genoni M. Application and adjustment of artificial chordae to the mitral valve using an approach through the aortic valve. *Ann. Thorac. Surg.* 2006; 82: 761–762.
26. Adams D H, Kadner A, Chen R H. Artificial mitral valve chordae replacement made simple. *Ann. Thorac. Surg.* 2001; 71: 1377–1379.
27. Kasegawa H, Kamata S, Hirata S, Kobayashi N, Mannouji E, Ida T, Kawase M. Simple method for determining proper length of artificial chordae in mitral valve repair. *Ann. Thorac. Surg.* 1994; 57: 237–239.
28. Doi A, Iida H, Sunazawa T. Intracardiac calipers for artificial chordae replacement in mitral valve repair. *Ann. Thorac. Surg.* 2009; 87: 326–328.
29. Matsui Y, Fukada Y, Naito Y, Sasaki S, Yasuda K. A new device for ensuring the correct length of artificial chordae in mitral valvuloplasty. *Ann. Thorac. Surg.* 2005; 79: 1064–1065.
30. Mandegar M H, Yousefnia F, Roshanali M A. Preoperative determination of artificial chordae length. *Ann. Thorac. Surg.* 2007; 84: 680–682.
31. Chang J P, Kao C L. Slit stent technique for ensuring the correct length of artificial chordae in mitral repair. *Card. Surg.* 2011; 26: 259–260.
32. Matsui Y S, Kubota H, Sugiki S, Wakasa T, Ooka T. Measured tube technique for ensuring the correct length of slippery artificial chordae in mitral valvuloplasty. *Ann. Thorac. Surg.* 2011; 92: 1132–1134.
33. Chan D T L, Chin C S W, Chang L L, An T W K. Artificial chordae: a simple clip and tie technique. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2008; 136: 1597–1599.
34. Tam R, Joshi P, Konstantinov I E. A simple method of preparing artificial chordae for mitral valve repair. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2006; 132: 1486–1487.
35. Chocron S. Removable clips for mitral valve repair. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2007; 133: 1682–1683.
36. Duran C M, Pekar F. Techniques for ensuring the correct length of new mitral chords. *J. Heart Valve Dis.* 2003; 12: 156–161.
37. Fattouch K, Bianco G, Sbraga F, Sampognaro R, Ruvolo G. Simple, safe and easy technique to ensure the correct length of artificial chordae in mitral valve repair. *Ann. Thorac. Surg.* 2007; 83: 1902–1903.
38. Maselli D, De Paulis R, Weltert L, Salica A, Scaffa R, Bellisario A, Mingiano A, Celi S, Di Puccio F. A new method for artificial chordae length 'tuning' in mitral valve repair: preliminary experience. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2007; 134: 454–459.
39. Shudo Y, Taniguchi K, Takahashi T, Matsue H. Simple and easy method for chordal reconstruction during mitral valve repair. *Ann. Thorac. Surg.* 2006; 82(1): 348–349.
40. Cagli K. A simple method of making artificial chordal loops for mitral valve repair. *Ann. Thorac. Surg.* 2010; 89: e12–14.
41. Scorsin M A, Al-Attar N, Lessana A. Novel technique of utilizing artificial chordae for repair of mitral valve prolapsed. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2007; 134: 1072–1073.
42. Ruyra-Baliarda X. Preliminary experience with the no prolapse system. A new device for ensuring the proper length of artificial chordae in mitral valve repair. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2010; 10: 165–167.
43. Garcia-Fuster R, Gil O, Vazquez A, Garcia A, Martínez-León J. The folding leaflet: a simple method for neo-chordal repair. *Ann. Thorac. Surg.* 2010; 89: 1682–1684.
44. Bajona P, Katz W E, Daly R C, Zehr K J, Speziali G. Beating-heart, off-pump mitral valve repair by implantation of artificial chordae tendineae: an acute in vivo animal study. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2009; 137: 188–193.
45. Seeburger J, Leontjev S, Neumuth M, Noack T, Höbartner M, Misfeld M, Borger M A, Mohr F W. Trans-apical beating-heart implantation of neo-chordae to mitral valve leaflets: results of an acute animal study. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2012; 41: 173–176.
46. Seeburger J, Rinaldi M, Nielsen S L, Salizzoni S, Lange R, Schoenburg M, Alfieri O, Borger M A, Mohr F W, Aidiotis A. Off-Pump Transapical Implantation of Artificial Neo-Chordae to Correct Mitral Regurgitation. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2014; 63(9): 914–919.
47. Maisano F M, Cioni J, Seeburger V, Falk F, Mohr W, Mack M J. Beating-heart implantation of adjustable length mitral valve chordae: acute and chronic experience in an animal model. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2011; 40: 840–847.
48. Falk V, Seeburger J, Czesla M, Borger M A, Willige J, Kuntze T, Doll N, Borger F, Perrier P, Mohr F W. How does the use of

polytetrafluoroethylene neochordae for posterior mitral valve prolapse (loop technique) compare with leaflet resection? A prospective randomized trial. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2008; 136: 1205–1206.

49. Calafiore A. M. Choice of artificial chordae length according to echocardiographic criteria. *Ann. Thorac. Surg.* 2006; 81: 375–377.

### Сведения об авторах

**Макогончук Иван Сергеевич\***, аспирант отделения сердечно-сосудистой хирургии Научно-исследовательского института кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук.  
E-mail: makogon4ukivan@yandex.ru.

**Евтущенко Алексей Валерьевич**, д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник отделения сердечно-сосудистой хирургии Научно-исследовательского института кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук.  
E-mail: ave@cardio-tomsk.ru.

**Евтущенко Владимир Валериевич**, канд. мед. наук, сердечно-сосудистый хирург отделения сердечно-сосудистой хирургии Научно-исследовательского института кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук.  
E-mail: evtushenko.vladimir@gmail.com.

50. Fukuoka M., Nonaka M., Masuyama S., Shimamoto T., Tambara K., Yoshida H., Ikeda T., Komeda M. Chordal «translocation» for functional mitral regurgitation with severe valve tenting: an effort to preserve left ventricular structure and function. *J. Tehran Heart Cent.* 2008 Aug; 7(3): 92–99.

Поступила 05.12.2017

Received December 05.2017

### Information about the authors

**Makogonchuk Ivan S.\***, Postgraduate Student, Cardiovascular Surgery Department, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences.  
E-mail: makogon4ukivan@yandex.ru.

**Evtushenko Alexey V.**, Dr. Sci. (Med.), Leading Researcher, Cardiovascular Surgery Department, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences.  
E-mail: ave@cardio-tomsk.ru.

**Evtushenko Vladimir V.**, Cand. Sci. (Med.), Cardiovascular Surgeon, Cardiovascular Surgery Department, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences.  
E-mail: evtushenko.vladimir@gmail.com.