

**СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ БИОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КЛАПАНОВ СЕРДЦА
(обзор литературы)**

М.Л. ХАВАНДЕЕВ*, А.Н. ЛИЩУК*, А.Н. КОЛТУНОВ*, И.Г.КАРПЕНКО*, Д.В. ИВАНОВ**

**ФГБУ «З ЦВКГ им. А.А. Вишневого Министерства обороны РФ», пос. Новый – госпиталь,
п/о Архангельское, Красногорский р-н, Московская. обл., 143421, Россия,
e-mail: alexlischuk@yandex.ru*

*** Тульский государственный университет, Медицинский институт,
ул. Болдина, д. 128, г. Тула, 300012, Россия, e-mail: doctor_ivanov@inbox.ru*

Аннотация. В представленной работе проведён обзор литературы и анализ современного состояния проблемы в кардиохирургии по использованию биопротезов. Несмотря на современные достижения в области превентивной медицины, поражения клапанного аппарата у населения мира и РФ в частности, не имеет положительного тренда в сторону снижения, наоборот отмечается рост поражения клапанного аппарата сердца и по прогнозам данный тренд будет сохраняться по причине увеличения продолжительности жизни индивидуума. Вопросы выбора материала для производства клапанов в этом аспекте приобретают высокую значимость. Это обусловлено тем, что как для пациента, так и для системы здравоохранения проведение оперативного пособия по замене клапанов сердца высоко затратная процедура и не может повторяться много раз. В данном контексте представляется важным развитие малоинвазивных кардиохирургических методик по замене поражённого клапана сердца или коррекции его состояния и функционирования. Основные вопросы, которые возникают у разработчиков искусственных клапанов сердца это надёжность, эффективность работы, срок службы протеза и возможные осложнения. Показано, что биопротезы обладают большим количеством достоинств и по праву начинают занимать лидирующие позиции среди других клапанных протезов сердца. Безусловно, что с развитием биотехнологий совершенствование и распространённость использования биопротезов, как альтернативы механическим клапанам будет только увеличиваться.

Ключевые слова: клапаны сердца, биопротез, биопротезирование, биотехнологии.

**MODERN POSSIBILITIES TO HEART VALVE BIOPROSTHETICS
(literature review)**

M.L. KHAVANDEEV*, A.N. LISCHUK*, A.N. KOLTUNOV*, I.G. KARPENKO*, D.V. IVANOV**

**FSBI «"3 Central Military Clinical Hospital named after AA Vishnevsky" of the Ministry of Defense of the Russian Federation, vil. New – hospital, Arkhangelskoe, Krasnogorskiy district,
Moscow region, 143421, Russia, e-mail: Alexlischuk@yandex.ru*

*** Tula State University, Medical Institute, Boldin Str., 128, Tula, 300012, Russia,
e-mail: doctor_ivanov@inbox.ru*

Abstract. In the present work, a literature review and analysis of the current state of the problem in cardiac surgery on the use of bioprostheses are carried out. Despite modern advances in preventive medicine, valvular lesions in the world population and the Russian Federation in particular, do not have a positive downward trend, on the contrary, there is an increase in valvular lesions of the heart and, according to forecasts, this trend will continue due to an increase in the life expectancy of an individual. The issues of material selection for valve production in this aspect are of great importance. This is due to the fact that for both the patient and the health care system, the operative manual for the replacement of heart valves is a highly costly procedure and cannot be repeated many times. In this context, it seems important to develop minimally invasive cardiosurgical techniques for replacing an affected heart valve or correcting its condition and functioning. The main issues that arise in the development of artificial heart valves are reliability, performance, prosthesis life and possible complications. It is shown that bioprostheses have a large number of advantages and rightfully begin to occupy a leading position among other valvular heart prostheses. Of course, with the development of biotechnology, the improvement and prevalence of the use of bioprostheses as an alternative to mechanical valves will only increase.

Key words: heart valves, bioprosthesis, bioprosthetics, biotechnology

Введение. В мире не существует полноценных сведений о распространённости клапанных пороков сердца, из-за чего, необходимо проведение глобального эпидемиологического исследования. Отдельные исследования дают представление о распространённости тех или иных пороков, так *Goldberg и соавт.*

(2007) отмечают, что самой распространённой причиной пороков сердца в Европе является дегенеративное поражение *аортального клапана* (АК) [36]. Стеноз АК в популяции пациентов старше 65 лет встречается до 4% случаев. По данным *Vach и соавт.* (2016), распространённость аортальных пороков среди женщин составляет 1,4%, среди мужчин – 2,7%, среди лиц старше 65 лет – 10,7% [27]. В исследовании *Euro Heart Survey Dudink et al.* (2018) среди 10207 пациентов с острым коронарным синдромом у 489 (4,8%) выявлено значительное поражение клапанов сердца: наиболее часто регистрировались ишемическая митральная регургитация и *аортальный стеноз* (АС) вследствие кальцификации клапана [30]. В 2009 году в России было зарегистрировано 178623 случая клапанной патологии у больных с хронической ревматической болезнью сердца. Ревматизм по-прежнему является одним из ведущих факторов формирования клапанных пороков, поэтому, доля пациентов с дегенеративными поражениями клапанов сердца (миксоматоз, диспластические процессы, кальциноз), достигла в 2015 году 46,6% от общего числа операций по поводу приобретённых пороков сердца [1]. Врождённый порок АК часто приводит к стенозу и является более частой причиной в молодом возрасте. У взрослых обструкция при АС развивается постепенно, в течении десятилетий. За этот период *левый желудочек* (ЛЖ) адаптируется к систолической перегрузке давлением посредством гипертрофии, которая приводит к увеличению толщины его стенки, хотя объём полости ЛЖ остаётся нормальным [3, 17, 19, 22, 44].

Одним из наиболее эффективных методов коррекции АС является замена клапана протезом. При запоздалой операции смертность при выраженном АС достигает 100% в течение 10 лет, а при недостаточности клапана – около 40% за тот же период наблюдения [43].

Современные биопротезы обеспечивают низкую летальность, как в ранние, так и в отдалённые сроки, низкую частоту специфических осложнений, а также позволяют избежать пожизненного приёма антикоагулянтов [5]. Однако, учитывая ограниченный срок службы, биопротезы оказываются предпочтительными у пациентов старшей возрастной группы [40].

Исторические аспекты разработки и использования биологических протезов в сердечно-сосудистой хирургии. Проблема замены части сердца и сосудов при различной патологии издавна считалась актуальной. Самым известным экспериментатором конца XIX и начала XX века остаётся Алексис Каррель, который в 1907 году за свои разработки был удостоен Нобелевской премии. Алексис Каррель и доктор К.К. Гатри пересаживали сегменты сосудов в место дефектов в сосудах и разработали методику «аутовенозной пластики» артерий при повреждениях и окклюзиях. В конце XIX века в своей лаборатории (Чикаго) пересаживали сердце и почки в эксперименте на животных.

Современная история использования биологического протезирования крупных сосудов с клапанами в том числе, берёт своё начало в 40-х и 50-х годах прошлого столетия. *R. Gross и соавт.* в 1948 году сообщили об успешном замещении дефекта аорты трубчатым аортальным гомографтом, при невозможности соединения аорты после резекции коарктации [37].

В конце 40-50 годов XX века в экспериментах на животных В.П. Демиховым была заложена фундаментальная база всей сердечно-сосудистой хирургии, включая замену части сосуда или сердца [25].

J. Oudot в 1951 году опубликовал информацию об успешном замещении гомотрансплантатом окклюзированного участка брюшной аорты [46]. Экспериментальные разработки *C. Duran* и *N. Gunning* (1962) стали основой для клинического воплощения *D.N. Ross* (1962) первых операций по пересадке клапанодержащих аллотрансплантатов в аортальную позицию [32, 47]. Успешные операции стимулировали большой интерес к данной проблеме. В нашей стране пионерами биопротезирования клапанов сердца были Г.И. Цукерман, Г.М. Соловьёв, В.И. Бураковский, Б.В. Петровский, В.И. Шумаков и др. [4].

В 1967 году *D.N. Ross* предложил способ хирургического лечения пороков аортального клапана. При этом удалённый патологический аортальный клапан заменялся собственным лёгочным клапаном. Аутоотрансплантат, естественно, превосходит все имеющиеся биологические и механические протезы клапанов. В образовавшийся дефект после изъятия лёгочной артерии имплантируют биологический клапан, поскольку в лёгочной артерии гемодинамические условия мягче, чем в аорте, а при выходе из строя, замена кондуита осуществлялась легче, чем замена клапана в аорте [48].

Человеческий и ксенобиологический материал для пластики сердца и сосудов имеет большое преимущество из-за хорошей адаптации к выполнению заданной функции и отсутствия необходимости приёма антикоагулянтов [49]. Попытки применения биотехнологий и внедрения их в практическое здравоохранение осуществлялись неоднократно [8-15, 23].

Операции с использованием биопротезов отечественного производства начали выполнять в Научном центре сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева в 1968 г. [18]. Первый ксеноперикардальный биопротез клапана в аортальную позицию взрослому пациенту имплантирован в 1977 году профессором Г.И. Цукерманом [24]. В 1984 году Г.И. Цукерман и соавт. за работу над проблемой биопротезирования были удостоены Государственной премии.

В настоящее время разработкой новых биопротезов в России занимаются: в НЦССХ им. А.Н. Бакулева, в Российском Научном Центре Хирургии им. академика Б.В. Петровского РАМН, биологическая лаборатория г. Санкт-Петербург (гомографты В.А. Болсуновского), а также в Кемеровском Кардиологическом Центре и НПП МедИнж в г. Пензе.

Классификация и характеристики современных биоматериалов. Современная классификация биологических материалов предусматривает разделение их на две большие группы – это *аллотрансплантаты* и *ксенотрансплантаты*. Последние включают в себя ткани животного происхождения, чаще всего это ткани от свиньи или телёнка. Применяются: перикард, полностью сохранённый клапан сердца, глиссонова капсула печени, яремная вена быка и др. [2, 6].

К *аллотрансплантатам* относят синтетические протезы сосудов и клапанов сердца, а также человеческий трупный материал. Термин *гомотрансплантат* используется для обозначения человеческого материала. Конструкция биопротезов может быть бескаркасной, каркасной (если биологическая ткань сшита с металлической основой). Сделать ткань применимой для пересадки больному человеку это сложный процесс, с определённой этапностью: забор ткани, механическая обработка, химическая, физическая, ферментативная, и другие виды воздействия на донорскую ткань. Затем необходимы этапы стерилизации и консервации. При этом преследуются цели: максимального удаления антигенных агентов; сохранения упруго-прочностных свойств ткани; максимального срока хранения и годности полученного трансплантата. Микробиологический контроль проводят до взятия трупного материала и перед выпуском продукции.

За последние 40 лет достигнут прогресс в методах фиксации и химической обработки биологической ткани для предотвращения дегенерации, кальцификации и увеличения срока службы биопротезов. Все клапанные ксенографты фиксируют в глутаровом альдегиде, который связывается с волокнами коллагена и уменьшает антигенность ткани. Глутаральдегид также снижает *in vivo* скорость ферментативного расщепления, случаи потери жизнеспособности клеток, тем самым предотвращая нормальный оборот и ремоделирование внеклеточного тканевого матрикса [28, 34, 41]. Кальцификация происходит, когда нежизнеспособные глутаральдегид-фиксированные клетки не могут поддерживать низкий уровень внутриклеточного кальция [34].

Фосфат кальция кристаллической формы «садится» на богатые фосфолипидами мембраны и кальцинирует коллагеновый матрикс [35]. Глутаральдегидная фиксация ксеноаортальных биопротезов может быть выполнена при высоком (60-80 мм рт.ст.), низком (0,1-2 мм рт.ст.) и нулевом (0 мм рт.ст.) давлении. Ксеноперикардальные биопротезы фиксируются при низком или нулевом давлении. Свиные протезы, фиксированные при нулевом давлении, сохраняют коллагеновую архитектуру, расслабляя створки аортального клапана [45]. Фиксация более высоким давлением вызывает тканевое сжатие створок, что может привести к ранней кальцификации биоткани [31]. Многочисленные виды химической обработки направлены на снижение процесса кальцификации ткани, который неизбежно повреждает материал, что приводит к клапанной дисфункции [41].

При сравнении различных биопротезов важно соблюдение стандартизации методов маркировки клапанных размеров от разных производителей. На этикетке указывается размер, внутреннего или внешнего диаметра каркаса, а не внешнего диаметра манжеты или диаметра открытия створок клапана. Таким образом, к одному размеру фиброзного кольца могут подходить различные размеры клапанных протезов от разных производителей.

Результаты и длительность нормального функционирования биологических клапанов в организме больного. Неудовлетворённость результатами после традиционного протезирования клапанов сердца (на «открытом сердце») привела к разработке и внедрению в клиническую практику новых видов биопротезов и малоинвазивных способов коррекции порока сердца [7, 22]. В настоящее время операции имплантации любых искусственных клапанов (механических или биологических) сопровождаются минимальным риском летального исхода и калечащих осложнений практически во всех группах пациентов [16, 20, 21]. Исключение составляют, пожалуй, только больные инфекционным эндокардитом или с тяжёлыми сопутствующими заболеваниями [7].

Поколения протезов, применяемых у взрослых пациентов. Развитие науки и технологий происходит постоянно и конечно происходит совершенствование биопротезов. Биопротезы первого поколения фиксировались при высоком давлении и имплантировались в аннулярную позицию. К ним относились ксеноаортальные *Medtronic Hancock Standart (Medtronic, Minneapolis)* и с модифицированным кольцом, *Carpentier-Edwards Standart (Edwards Life Sciences, Irvine)*.

Одним из первых ксеноаортальных биопротезов, получивших широкое распространение, был биопротез *Hancock-Standart*, выпуск которого начался в 1969 г. Разработкой первых ксеноперикардальных биопротезов и внедрением их в клинику занимался *M.I. Ionescu* и соавт. В 1971 г. [38]. Серийный выпуск клапанов *Ionescu* начался в 1976 г. На момент своего появления, данные клапаны характеризовались преимущественными параметрами по сравнению с нативными свиными клапанами относительно параметров гемодинамики, однако имели признаки ограниченного срока службы при

выполнении испытаний на долговечность, и данная проблема в дальнейшем была подтверждена клиническими испытаниями [42].

Второе поколение протезов фиксировалось при низком или нулевом давлении. Некоторые протезы из этого поколения могли уже имплантироваться в супрааннулярную позицию, что позволило использовать протез большего размера. Ксеноаортальные биопротезы второго поколения включали *Medtronic Hancock II*, *Medtronic Intact* и супрааннулярный протез *Carpentier-Edwards*. Ксеноперикардальные биопротезы второго поколения также включали *Carpentier-Edwards Perimount* и *Pericarbon (Sorin Biomedica, Saluggia, Италия)*. Имплантация свиного ксеноаортального клапана *CE* впервые была проведена в Университете Британской Колумбии в 1981 г., а имплантация ксеноперикардального *CE-Perimount* – в Университете Франсуа Рабле в 1984г. Основные публикации относительно данных двух видов протезов были получены из этих двух центров [39].

Третье поколение протезов фиксировали, как и предыдущее, при низком или нулевом давлении, но с применением противоминерализационных процедур, что замедляло процесс кальцинирования. Каркасы протезов становились тоньше, более гибкими, имели более низкий профиль, и их манжета позволяла имплантировать их в супрааннулярную позицию. Среди представителей этого поколения, ксеноаортальный *Medtronic Mosaic*, *St.Jude Medical Epic (Minneapolis)*, ксеноперикардальный *CE Magna* (это последняя эволюционная модель ксеноперикардального *Perimount* с низкопрофильной манжетой для супрааннулярной имплантации). Створки клапана фиксируются при низком давлении, обрабатываются для удаления фосфолипидов и нестабильных, остаточных молекул глутаральдегида, а также клапанный протез *Carbomedics Mitroflow*, который является уникальным в том, что перикард находится вокруг каркаса и это позволяет увеличить открывающееся отверстие.

Так были созданы серии биопротезов, являющиеся альтернативой механическим искусственным клапанам сердца [2, 3, 22].

Транскатетерные технологии замены клапана. В последнее время интенсивно развиваются транскатетерные технологии замены клапана, которые применяются у пациентов высокой группы риска в связи с невозможностью выполнения обычной операции в условиях искусственного кровообращения.

Эти клапаны изготавливаются из ксеноперикарда и устанавливаются в стенты, которые могут быть доставлены тремя различными методами. Антеградный подход предполагает бедренно-венозный доступ, транссептальную пункцию межпредсердной перегородки, дилатацию отверстия в ней и имплантацию запакованного в катетер аортального клапана через митральный клапан [50]. Процедура показана пациентам с тяжёлым АС, которым, по заключению мультидисциплинарного консилиума противопоказана операция на открытом сердце из-за сопутствующей патологии [33]. Логистический *Euroscore* $\geq 20\%$ или уровень оперативного риска $\geq 10\%$ по данным шкалы *STS* предложены как критерии отбора для ТИАК. В то же время, при выборе тактики лечения мультидисциплинарная команда должна учитывать не только критерии *STS* и *Euroscore*, но и такие факторы риска оперативного вмешательства как кальциноз восходящей аорты, ослабленность пациента, лучевая терапия, аортокоронарное шунтирование в анамнезе, которые не учитываются в оценочных шкалах [29]. Первые результаты этого метода были связаны с многими механическими, аритмологическими осложнениями и высокой смертностью во время процедуры, что привело к отказу от этой техники [26].

Ретроградный бедренный подход предполагает наличие пункционного доступа к бедренной артерии и ретроградную имплантацию аортального клапана. Этот метод был применён с приемлемыми результатами у возрастных пациентов высокого риска и предоставляет новые возможности для ранее «неоперабельных» больных [50].

Третий подход заключается в трансапикальном доступе, выполняется в гибридной операционной под общим наркозом. Для этого делают небольшую торакотомию, и хирург вводит катетер через верхушку левого желудочка. Клапан устанавливают в аортальную позицию под контролем УЗИ и рентгена. Конечная роль этих катетерных технологий имплантации аортального клапана до сих пор не определена. Вопросы, связанные с прочностью протеза, перипроцедурным инсультом, травмой коронарных артерий и с лабильностью гемодинамических показателей остаются без ответа и будут продолжать развиваться по мере внедрения технологии.

Выводы:

Несмотря на развитие эндоваскулярных методов имплантации клапанов сердца и расширение показаний к их использованию, в повседневной практике актуальность традиционных биопротезов все ещё не утрачена и продолжает развиваться. Открытые операции с искусственным кровообращением ещё долгое время будут оставаться доминирующим способом операции.

Учитывая увеличивающуюся продолжительность жизни в Российской Федерации растёт и число пациентов, которые нуждаются в замене аортального клапана с помощью биопротезов. С целью улучшения результатов операции, сокращения сроков нахождения в стационаре и реабилитации, всё большее распространение получают и малоинвазивные подходы к доступу. Таким образом

использование современных биопротезов с сочетанием с малоинвазивным подходом в технике операции представляется перспективным направлением для развития и дальнейшего изучения.

Литература

1. Аортальный стеноз. Клинические рекомендации. Ассоциация сердечно-сосудистых хирургов России; Всероссийское научное общество кардиологов. М., 2016. 41 с.
2. Барбараш Л.С., Журавлева И.Ю. Эволюция биопротезов клапанов сердца: достижения и проблемы двух десятилетий // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2012. № 1. С. 4–11.
3. Барбараш Л.С., Караськов А.М., Семёновский Л.М. Биопротезы клапанов сердца в России: опыт трёх клиник // Патология кровообращения и кардиохирургия. 2011. № 2. С. 21–26.
4. Бокерия Л.А. История хирургии аорты в России // Анналы хирургии. 2014. № 2. С. 47–57.
5. Бокерия Л.А. Современные тенденции развития сердечно-сосудистой хирургии (20 лет спустя) // Анналы хирургии. 2016. Т. 21, № 1-2. С. 10–18.
6. Бокерия Л.А., Подзолков В.П., Малашенков А.И. Биопротезы в сердечно-сосудистой хирургии. Современное состояние проблемы // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2002. №1. С. 4–11.
7. Борисов И.А., Блеткин А.Н., Савичев Д.Д. Биологические протезы клапанов сердца в современной кардиохирургии // Клиническая медицина. 2012. Т. 90, № 2. С. 4–8.
8. Иванов Д.В. Закон о клеточных продуктах: прорыв или поражение? Немедикаментозные медицинские технологии к 25-летию вузовского медицинского образования и науки тульской области (сборник научных статей). Тула. ООО “ТППО”, 2019. С.67–79.
9. Иванов Д.В. Ишемическая болезнь сердца и клеточные технологии. // Вестник новых медицинских технологий. 2009. Т.16, №2. С. 177–178.
10. Иванов Д.В. Качество жизни при кардиомиопатиях после воздействия стволовых клеток. // Вестник новых медицинских технологий. 2009. Т.16, №2. С. 178–179.
11. Иванов Д.В. Клеточные технологии с фрактальных позиций (обзор материалов Тульской научной школы). Немедикаментозные медицинские технологии к 25-летию вузовского медицинского образования и науки тульской области (сборник научных статей). Тула. ООО “ТППО”, 2019. С. 5–13.
12. Иванов Д.В. Некоторые перспективы развития клеточных технологий. В сборнике: перспективы вузовской науки к 25-летию вузовского медицинского образования и науки тульской области (сборник трудов). Тула. 2016. С. 155–158.
13. Иванов Д.В., Лищук А.Н., Сабурин И.Н., Корниенко А.Н., Хадарцев А.А. Перспективы развития клеточных технологий в клинической медицине. В сборнике: Медицина в XXI веке: тенденции и перспективы IV Международная научная Интернет-конференция: материалы конференции. 2015. С. 35–37.
14. Иванов Д.В., Чабаненко А.В. Некоторые вопросы законодательного регулирования клеточных технологий: российский и зарубежный опыт // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т.17, №2. С. 286–290.
15. Иванов Д.В., Хадарцев А.А., Хадарцев В.А., Седова О.А., Митюшкина О.А. Клиническое использование стволовых клеток. // Вестник новых медицинских технологий. 2009. Т.16, №4. С. 31–33.
16. Лищук А.Н., Сидики А.И., Файбушевич А.Г., Иванов Д.В., Рошина Е.А. Применение аутоперикарда в лечении митральной регургитации // Вестник новых медицинских технологий. 2019. N4. С. 24–28. DOI: 10.24411/1609-2163-2019-16523.
17. Лукьянов А.А., Караськов А.М., Горбатов Ю.Н. Ближайшие и отдалённые результаты операции Росса у пациентов педиатрической группы // Патология кровообращения и кардиохирургия. 2014. № 2. С. 5-9.
18. Муратов Р.М., Бабенко С.И., Титов Д.А. Результаты протезирования корня аорты аортальными и лёгочными аутографтами при инфекционном эндокардите аортального клапана у детей // Бюллетень НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН «Сердечно-сосудистые заболевания». 2016. Т. 17, № 6. Прил. С. 44.
19. Подзолков В. П., Самсонов В. Б., Чиаурели М. Р. Показания и непосредственные результаты репротезирования аортального клапана при врождённых пороках сердца // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2012. №5. С. 7 – 11.

20. Сидики А.И., Лищук А.Н., Файбушевич А.Г., Иванов Д.В. Возможности кардиохирурга по замене митрального клапана // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2019. №3. Публикация 1-10. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2019-3/1-10.pdf> (дата обращения: 13.06.2019). DOI: 10.24411/2075-4094-2019-16436.
21. Сидики А.И., Лищук А.Н., Файбушевич А.Г., Иванов Д.В., Хаджи Хуссаян М. Сравнение перикардиальной аннулопластики и протезной аннулопластики при реконструкции митрального клапана // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2020. N1. Публикация 1-4. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-1/1-4.pdf> (дата обращения: 24.01.2020). DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16563.
22. Фурсов Б.А. Биологические протезы клапанов сердца. Лекции по сердечно-сосудистой хирургии / Под ред. Л.А. Бокерия. М., 2001. Т. 1. С. 127–138.
23. Хадарцев А.А., Иванов Д.В., Наумова Э.М., Хасая Д.А. Эндометриальные стволовые клетки менструальной крови и возможность их применения в заместительной терапии. // Вестник новых медицинских технологий. 2006. Т.16, №3. С. 147–151.
24. Цукерман Г.И., Быкова В.А., Барабаш Л.С. Отдалённые результаты коррекции митрального порока аортальным ксенобиопротезом // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 1984. № 1. С. 9–17.
25. Щиголева Е.В. Экспериментальная хирургия Демихова В.П. как вклад в становление отечественной и мировой трансплантологии // Вестник Совета молодых учёных и специалистов Челябинской области. 2018. №4. С. 20-25.
26. Agatiello C., Eltchaninoff H., Tron C., Bauer F., Babaliaros V., Nercolini D., Sebah L., Vochelet F., Tapiero S., Cribier A. Balloon aortic valvuloplasty in the adult. Immediate results and in-hospital complications in the latest series of 141 consecutive patients at the University Hospital of Rouen (2002–2005) // Arch. Mal. Coeur. Vaiss. 2006. V. 99, №. 3. P. 195–200.
27. Bach D.S., Patel H.J., Koliass T.J., Deeb G.M. Randomized comparison of exercise haemodynamics of freestyle, magna ease and trifecta bioprostheses after aortic valve replacement for severe aortic stenosis // Eur. J. Cardiothorac. Surg. 2016. V. 50, № 2. P. 361–367.
28. Botzenhardt F., Eichinger W.B., Bleiziffer S., Guenzinger R., Wagner I.M., Bauernschmitt R., Lange R. Hemodynamic comparison of bioprostheses for complete supra-annular position in patients with small aortic annulus // J. Am. Coll. Cardiol. 2005. V. 45, №.12. P. 2054–2060.
29. Christ M., Sharkova Y., Geldner G., Maisch B. Preoperative and perioperative care for patients with suspected or established aortic stenosis facing noncardiac surgery // Chest. 2005. V. 128. P. 2944–2953.
30. Dudink EAMP, Erküner Ö., Berg J., Nieuwlaar R., de Vos C.B., Weijs B., Capucci A., Camm A.J., Breithardt G., Le Heuzey J.Y., Luermans JGLM, Crijns HJGM. The influence of progression of atrial fibrillation on quality of life: a report from the Euro Heart Survey // Europace. 2018. V. 20, № 6. P. 929–934.
31. Dumesnil J.G., Pibarot P. Prosthesis-patient mismatch and clinical outcomes: the evidence continues to accumulate // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 2006. V. 131, № 5. P. 952–955.
32. Duran C.G. A method for placing a total homologous aortic valve in the subcoronary position // Lancet. 1962. V. 2, № 7254. P. 488–489.
33. Fontan F., Choussat A., Deville C., Doutremepuich C., Coupillaud J., Vosa C. Aortic valve homografts in the surgical treatment of complex cardiac malformations // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1984. V. 87, №. 5. P. 649–657.
34. Gamieson W.R., Germann E., Aupart M.R., Neville P.H., Marchand M.A., Fradet G.J. 15-year comparison of supra-annular porcine and PERIMOUNT aortic bioprostheses. // Asian Cardiovasc Thorac Ann. 2006. V.14, №3. P. 200–205.
35. Gaudino M., Di Franco A., Ohmes L.B., Weltert L., Lau C., Gambardella I., Salica A., Munjal M., Elsayed M., Girardi L.N., De Paulis R.; Cornell International Consortium for Aortic Surgery (CICAS). Biological solutions to aortic root replacement: valve-sparing versus bioprosthetic conduit. // Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2017. V.1, №24. P.855–861. DOI: 10.1093/icvts/ivx010.
36. Goldberg S.H., Elmariah S., Miller M.A., Fuster V. Insights into degenerative aortic valve disease // J. Am. Coll. Cardiol. 2007. V. 50, №13. P. 1205–1213.
37. Gross R.E., Hurwitt E.S., Bill A.J., Peirce E.C. Preliminary observations on the use of human arterial grafts in the treatment of certain cardiovascular defects // N. Engl. J. Med. 1948. V. 239, N. 16. P. 578.
38. Ionescu M.I., Tandon A.P., Mary D.A., Abid A. Heart valve replacement with the Ionescu-Shiley pericardial xenograft // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1977. V. 73, № 1. P. 31–42.
39. Jamieson W.R., Burr L.H., Miyagishima R.T., Germann E., Macnab J.S., Stanford E., Chan F., Janusz M.T., Ling H. Carpentier-Edwards supra-annular aortic porcine bioprosthesis: Clinical performance over 20 years // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 2005. V. 130, № 4. P. 994–1000.

40. Jamieson W.R., Germann E., Aupart M.R., Neville P.H., Marchand M.A., Fradet G.J. 15-year comparison of supraannular porcine and PERIMOUNT aortic bioprostheses. // *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2006. V.14, №3. P. 200–205.
41. Jamieson W.R., Lemieux M.D., Sullivan J.A., Munro I.A., Métras J., Cartier P.C. Medtronic Intact porcine bioprosthesis experience to twelve years // *Ann. Thorac. Surg.* 2001. V. 71, № 5. P. 278–281.
42. Lichtenberg A., Cebotari S., Tudorache I., Sturz G., Winterhalter M., Hilfiker A., Haverich A. Flow-dependent re-endothelialization of tissue-engineered heart valves // *J. Heart Valve Dis.* 2006. V. 15, № 2. P. 287–293.
43. Mack M.J., Leon M.B., Smith C.R., Miller D.C., Moses J.W., Tuzcu E.M., Webb J.G., Douglas P.S., Anderson W.N., Blackstone E.H., Kodali S.K., Makkar R.R., Fontana G.P., Kapadia S., Bavaria J., Hahn R.T., Thourani V.H., Babaliaros V., Pichard A., Herrmann H.C., Brown D.L., Williams M., Akin J., Davidson M.J., Svensson L.G.; PARTNER 1 trial investigators. 5-year outcomes of transcatheter aortic valve replacement or surgical aortic valve replacement for high surgical risk patients with aortic stenosis (PARTNER 1): a randomised controlled trial // *Lancet.* 2015. V.385. №9986. P. 2477–2484. DOI: 10.1016/s0140-6736(15)60308-7.
44. Manso P.H., Amaral F.T., Júnior T.J., Jurca M.C., Haddad J., Vicente W.V., Sgarbieri R.N., Carmona F. Outcomes of Patients After Arterial Switch Operation: 18 Years of Experience in a Single Medium-Volume Center. // *Pediatr Cardiol.* 2015. V.36, №8. P. 1657–1661. DOI: 10.1007/s00246-015-1213-6.
45. Mohammadi S., Kalavrouziotis D., Voisine P., Dumont E., Doyle D., Perron J., Dagenais F. Bioprosthetic valve durability after stentless aortic valve replacement: the effect of implantation technique. // *Ann Thorac Surg.* 2014. V.97, №6. P. 2011–2018. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2014.02.040.
46. Oudot J. Vascular grafting in thromboses of the aortic bifurcation // *Presse Med.* 1951. V. 59, № 12. P. 234–236.
47. Rathod R.H., Jurgen B., Hamershock R.A., Friedman K.G., Marshall A.C., Samnaliev M., Graham D.A., Jenkins K., Lock J.E., Powell A.J. Impact of standardized clinical assessment and management plans on resource utilization and costs in children after the arterial switch operation. // *Congenit Heart Dis.* 2017. V.12. №6. P. 768–776. DOI: 10.1111/chd.12508.
48. Ross D.N. Homograft replacement of the aortic valve technique // *Br. J. Surg.* 1967. V. 54, № 3. P. 165–168.
49. Schnittman S.R., Adams D.H., Itagaki S., Toyoda N., Egorova N.N., Chikwe J. Bioprosthetic aortic valve replacement: Revisiting prosthesis choice in patients younger than 50 years old. // *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018. V. 155, №2. P. 539–547.
50. Webb J.G., Chandavimol M., Thompson C.R., Ricci D.R., Carere R.G., Munt B.I., Buller C.E., Pasupati S., Lichtenstein S. Percutaneous aortic valve implantation retrograde from the femoral artery // *Circulation.* 2006. V. 113, №6. P. 842–850.

References

1. Aortal'nyj stenoz. Klinicheskie rekomendacii. Associacija serdechno-sosudistyh hirurgov Rossii; Vserossijskoe nauchnoe obshhestvo kardiologov. [Aortic stenosis. Clinical recommendations. Association of cardiovascular surgeons of Russia; all-Russian scientific society of cardiologists] Moscow; 2016. Russian.
2. Barbarash LS, Zhuravleva IJu. Jevoljucija bioprotezov klapinov serdca: dostizhenija i problemy dvuh desjatiletij [Evolution of heart valve bioprostheses: achievements and problems of two decades]. *Kompleksnyje problemy serdechno-sosudistyh zabolevanij.* 2012;1:4-11. Russian.
3. Barbarash LS, Karas'kov AM, Semjonovskij LM. Bioprotezy klapinov serdca v Rossii: opyt trjoh klinik [Bioprostheses of heart valves in Russia: experience of three clinics]. *Patologija krovoobrashhenija i kardiohirurgija.* 2011;2:21-6. Russian.
4. Bokerija LA. Istorija hirurgii aorty v Rossii [History of aortic surgery in Russia]. *Annaly hirurgii.* 2014;2:47-57. Russian.
5. Bokerija LA. Sovremennye tendencii razvitija serdechno-sosudistoj hirurgii (20 let spustja). [Modern trends in the development of cardiovascular surgery (20 years later)] *Annaly hirurgii.* 2016.;21(1-2):10-8. Russian.
6. Bokerija LA, Podzolkov VP, Malashenkov AI. Bioprotezy v serdechno-sosudistoj hirurgii. Sovremennoe sostojanie problemy [Bioprostheses in cardiovascular surgery. Current state of the problem]. *Grudnaja i serdechno-sosudistaja hirurgija.* 2002;1:4-11. Russian.
7. Borisov IA, Bletkin AN, Savichev DD. Biologicheskie protezy klapinov serdca v sovremennoj kardiohirurgii [Biological prosthetics of heart valves in modern cardiac surgery]. *Klinicheskaja medicina.* 2012;90(2):4-8. Russian.
8. Ivanov DV. Zakon o kletocnyh produktah: proryv ili porazhenie? Nemedikamentoznye medicinskie tehnologii k 25-letiju vuzovskogo medicinskogo obrazovanija i nauki tul'skoj oblasti (sbornik nauchnyh statej) [The law on cellular products: breakthrough or defeat? Non-medicinal medical technologies for the 25th

anniversary of higher medical education and science of the Tula region (collection of scientific articles)]. Tula. ООО “ТППО”; 2019. Russian.

9. Ivanov DV. Ishemicheskaja bolezn' serdca i kletochnye tehnologii [Ischemic heart disease and cellular technologies.]. Vestnik novyh medicinskih tehnologij. 2009;16(2):177-8. Russian.

10. Ivanov DV. Kachestvo zhizni pri kardiomiopatiyah posle vozdeystvija stvolovyh kletok [Quality of life in cardiomyopathies after exposure to stem cells]. Vestnik novyh medicinskih tehnologij. 2009;16(2);178-9. Russian.

11. Ivanov DV. Kletochnye tehnologii s fraktal'nyh pozicij (obzor materialov Tul'skoj nauchnoj shkoly). Nemedikamentoznye medicinskie tehnologii k 25-letiju vuzovskogo medicinskogo obrazovanija i nauki tul'skoj oblasti (sbornik nauchnyh statej) [Cell technologies from fractal positions (review of materials of the Tula scientific school)]. Tula. ООО “ТППО”; 2019. Russian.

12. Ivanov DV. Nekotorye perspektivy razvitiya kletochnyh tehnologij. V sbornike: perspektivy vuzovskoj nauki k 25-letiju vuzovskogo medicinskogo obrazovanija i nauki tul'skoj oblasti (sbornik trudov) [Some prospects for the development of cellular technologies. In the collection: perspectives of higher education science to the 25th anniversary of higher medical education and science of the Tula region]. Tula; 2016. Russian.

13. Ivanov DV, Lishhuk AN, Saburina IN, Kornienko AN, Hadarcev AA. Perspektivy razvitiya kletochnyh tehnologij v klinicheskoj medicine [Prospects for the development of cell technologies in clinical medicine]. V sbornike: Medicina v XXI veke: tendencii i perspektivy IV Mezhdunarodnaja nauchnaja Internet-konferencija: materialy konferencii; 2015. Russian.

14. Ivanov DV, Chabanenko AV. Nekotorye voprosy zakonodatel'nogo regulirovanija kletochnyh tehnologij: rossijskij i zarubezhnyj opyt [Some issues of legislative regulation of cellular technologies: Russian and foreign experience]. Vestnik novyh medicinskih tehnologij. 2010;17(2):286-90. Russian.

15. Ivanov DV, Hadarcev AA, Hadarcev VA, Sedova OA, Mitjushkina OA. Klinicheskoe ispol'zovanie stvolovyh kletok [Clinical use of stem cells]. Vestnik novyh medicinskih tehnologij. 2009;16(4):31-3. Russian.

16. Lishhuk AN, Sidiki AI, Faibushevich AG, Ivanov DV, Roshina EA. Primenenie autoperikarda v lechenii mitral'noj regurgitacii [Application of autopericardium in the treatment of mitral regurgitation]. Vestnik novyh medicinskih tehnologij. 2019;4:24-8. DOI: 10.24411/1609-2163-2019-16523. Russian.

17. Luk'janov AA, Karas'kov AM, Gorbatyh JuN. Blizhajshie i otdaljonnye rezul'taty operacii Rossa u pacientov pediatricheskoj grupy [Immediate and long-term results of Ross surgery in pediatric patients]. Patologija krovoobrashhenija i kardiohirurgija. 2014;2:5-9. Russian.

18. Muratov RM, Babenko SI, Titov DA. Rezul'taty protezirovanija kornja aorty aortal'nymi i ljogochnymi autograftami pri infekcionnom jendokardite aortal'nogo klapana u detej [Results of prosthetics of the aortic root with aortic and pulmonary autographs in infectious aortic valve endocarditis in children]. Bjulleten' NCSSH im. A N. Bakuleva RAMN «Serdechno-sosudistye zabojevanija». 2016;17(6):44. Russian.

19. Podzolkov VP, Samsonov VB, Chiaureli MR. Pokazaniya i neposredstvennye rezul'taty reprotrezirovaniya aortal'nogo klapana pri vrozhdjonnyh porokah serdca. [Indications and immediate results of aortic valve reprotrethetics in congenital heart defects] Grudnaja i serdechno-sosudistaja hirurgija. 2012;5:7-11. Russian.

20. Sidiki AI Lishhuk AN, Fajbushevich AG, Ivanov DV. Vozmozhnosti kardiohirurga po zamene mitral'nogo klapana. [Possibilities of a cardiac surgeon for mitral valve replacement] Vestnik novyh medicinskih tehnologij. Jelektronnoe izdanie. 2019 [cited 2019 Jun 13];3 [about 7 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2019-3/1-10.pdf>. DOI: 10.24411/2075-4094- 2019-16436.

21. Sidiki AI, Lishhuk AN, Faibushevich AG, Ivanov DV, Hadzhi Hussain M. Sravnenie perikardial'noj annuloplastiki i proteznoj annuloplastiki pri rekonstrukcii mitral'nogo klapana. [Comparison of pericardial annuloplasty and prosthetic annuloplasty in mitral valve reconstruction] Vestnik novyh medicinskih tehnologij. Jelektronnoe izdanie. 2020 [cited 2020 Jan 24];1 [about 9 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-1/1- 4.pdf>. DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16563.

22. Fursov BA. Biologicheskie protezy klapinov serdca. Lekcii po serdechno-sosudistoj hirurgii [Biological prosthetics of heart valves. Lectures on cardiovascular surgery]. Pod red. LA. Bokerija. Moscow; 2001. Russian.

23. Hadarcev AA, Ivanov DV, Naumova JeM, Hasaja DA. Jendometrial'nye stvolovye kletki menstrual'noj krovi i vozmozhnost' ih primeneniya v zamestitel'noj terapii [Endometrial stem cells of menstrual blood and the possibility of their use in replacement therapy]. Vestnik novyh medicinskih tehnologij. 2006;16(3):147-51. Russian.

24. Cukerman GI, Bykova VA, Barabash LS. Otdaljonnye rezul'taty korrekcii mitral'nogo poroka aortal'nyh ksenobioprotezom [long-Term results of correction of mitral malformation by aortic xenobioprosthesis]. Vestnik hirurgii im. II. Grekova. 1984;1:9-17. Russian.

25. Shhigoleva EV. Jeksperimental'naja hirurgija Demihova VP. kak vklad v stanovlenie otechestvennoj i mirovoj transplantologii. Vestnik Soveta molodyh uchjonyh i specialistov Cheljabinskoj oblasti. 2018;4:20-5. Russian.
26. Agatiello C, Eltchaninoff H, Tron C, Bauer F, Babaliaros V, Nercolini D, Sebah L, Vochelet F, Tapiero S, Cribier A. Balloon aortic valvuloplasty in the adult. Immediate results and in-hospital complications in the latest series of 141 consecutive patients at the University Hospital of Rouen (2002–2005). [Experimental surgery Demikhova V. P. as a contribution to the development of national and world Transplantology] Arch. Mal. Coeur. Vaiss. 2006;99(3):195-200.
27. Bach DS, Patel HJ, Koliass TJ, Deeb GM. Randomized comparison of exercise haemodynamics of freestyle, magna ease and trifecta bioprostheses after aortic valve replacement for severe aortic stenosis. Eur. J. Cardiothorac. Surg. 2016;50(2);361-7.
28. Botzenhardt F, Eichinger WB, Bleiziffer S, Guenzinger R, Wagner IM, Bauernschmitt R, Lange R. Hemodynamic comparison of bioprostheses for complete supra-annular position in patients with small aortic annulus. J. Am. Coll. Cardiol. 2005;45(12):2054-60.
29. Christ M, Sharkova Y, Geldner G, Maisch B. Preoperative and perioperative care for patients with suspected or established aortic stenosis facing noncardiac surgery. Chest. 2005;128:2944-53.
30. Dudink EAMP, Erkiner Ö, Berg J, Nieuwlaat R, de Vos CB, Weijts B, Capucci A, Camm AJ, Breithardt G, Le Heuzey JY, Luermans JGLM, Crijns HJGM. The influence of progression of atrial fibrillation on quality of life: a report from the Euro Heart Survey. Europace. 2018;20(6):929-34.
31. Dumesnil JG, Pibarot P. Prosthesis-patient mismatch and clinical outcomes: the evidence continues to accumulate. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 2006;131(5):952-5.
32. Duran CG. A method for placing a total homologous aortic valve in the subcoronary position. Lancet. 1962;2(7254):488-9.
33. Fontan F, Choussat A, Deville C, Doutremepuich C, Coupillaud J, Vosa C. Aortic valve homografts in the surgical treatment of complex cardiac malformations. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1984;87(5):649-57.
34. Gamieson WR, Germann E, Aupart MR, Neville PH, Marchand MA, Fradet GJ. 15-year comparison of supra-annular porcine and PERIMOUNT aortic bioprostheses. Asian Cardiovasc Thorac Ann. 2006;14(3):200-5.
35. Gaudino M, Di Franco A, Ohmes LB, Weltert L, Lau C, Gambardella I, Salica A, Munjal M, Elsayed M, Girardi LN, De Paulis R.; Cornell International Consortium for Aortic Surgery (CICAS). Biological solutions to aortic root replacement: valve-sparing versus bioprosthetic conduit. Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2017;1(24):855-61. DOI: 10.1093/icvts/ivx010.
36. Goldberg SH, Elmariah S, Miller MA, Fuster V. Insights into degenerative aortic valve disease J. Am. Coll. Cardiol. 2007;50(13):1205-13.
37. Gross RE, Hurwitz ES, Bill AJ, Peirce EC. Preliminary observations on the use of human arterial grafts in the treatment of certain cardiovascular defects. N. Engl. J. Med. 1948;239(16):578.
38. Ionescu MI, Tandon AP, Mary DA, Abid A. Heart valve replacement with the Ionescu-Shiley pericardial xenograft. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1977;73(1):31-42.
39. Jamieson WR, Burr LH, Miyagishima RT, Germann E, Macnab JS, Stanford E, Chan F, Janusz MT, Ling H, Carpentier-Edwards supra-annular aortic porcine bioprosthesis: Clinical performance over 20 years. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 2005;130(4):994-1000.
40. Jamieson WR, Germann E, Aupart MR, Neville PH, Marchand MA, Fradet GJ. 15-year comparison of supraannular porcine and PERIMOUNT aortic bioprostheses. Asian Cardiovasc Thorac Ann. 2006;14(3):200-5.
41. Jamieson WR, Lemieux MD, Sullivan JA, Munro IA, Métras J, Cartier PC. Medtronic Intact porcine bioprosthesis experience to twelve years. Ann. Thorac. Surg. 2001;71(5):278-81.
42. Lichtenberg A, Cebotari S, Tudorache I, Sturz G, Winterhalter M, Hilfiker A, Haverich A. Flow-dependent re-endothelialization of tissue-engineered heart valves. J. Heart Valve Dis. 2006;15(2):287-93
43. Mack MJ, Leon MB, Smith CR, Miller DC, Moses JW, Tuzcu EM, Webb JG, Douglas PS, Anderson WN, Blackstone EH, Kodali SK, Makkar RR, Fontana GP, Kapadia S, Bavaria J, Hahn RT, Thourani VH, Babaliaros V, Pichard A, Herrmann HC, Brown DL, Williams M, Akin J, Davidson MJ, Svensson LG; PARTNER 1 trial investigators. 5-year outcomes of transcatheter aortic valve replacement or surgical aortic valve replacement for high surgical risk patients with aortic stenosis (PARTNER 1): a randomised controlled trial. Lancet. 2015.;385(9986):2477-484. DOI: 10.1016/s0140-6736(15)60308-7.
44. Manso PH, Amaral F, Júnior TJ, Jurca MC, Haddad J, Vicente WV, Sgarbieri RN, Carmona F. Outcomes of Patients After Arterial Switch Operation: 18 Years of Experience in a Single Medium-Volume Center. Pediatr Cardiol. 2015;36(8):1657-61. DOI: 10.1007/s00246-015-1213-6.
45. Mohammadi S, Kalavrouziotis D, Voisine P, Dumont E, Doyle D, Perron J, Dagenais F. Bioprosthetic valve durability after stentless aortic valve replacement: the effect of implantation technique. Ann Thorac Surg. 2014;97:2011-8. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2014.02.040.

46. Oudot J. Vascular grafting in thromboses of the aortic bifurcation. *Presse Med.* 1951;59(12):234-6.
47. Rathod RH, Jurgen B, Hamershock RA, Friedman KG, Marshall AC, Samnaliev M, Graham DA, Jenkins K, Lock J. Powell AJ. Impact of standardized clinical assessment and management plans on resource utilization and costs in children after the arterial switch operation. *Congenit Heart Dis.* 2017;12(6):768-76. DOI: 10.1111/chd.12508.
48. Ross DN. Homograft replacement of the aortic valve technique. *Br. J. Surg.* 1967;54(3):165-8.
49. Schnittman SR, Adams DH, Itagaki S, Toyoda N, Egorova NN, Chikwe J. Bioprosthetic aortic valve replacement: Revisiting prosthesis choice in patients younger than 50 years old. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;155(2):539-47.
50. Webb JG, Chandavimol M, Thompson CR, Ricci DR, Carere RG, Munt BI, Buller CE, Pasupati , Lichtenstein S. Percutaneous aortic valve implantation retrograde from the femoral artery. *Circulation.* 2006;113(6):842-50.

Библиографическая ссылка:

Хавандеев М.Л., Лищук А.Н., Колтунов А.Н., Карпенко И.Г., Иванов Д.В. Современные возможности биопротезирования клапанов сердца (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2020. №2. Публикация 1-4. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-2/1-4.pdf> (дата обращения: 20.04.2020). DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16628. *

Bibliographic reference:

Khavandeev ML, Lischuk AN, Koltunov AN, Karpenko IG, Ivanov DV. Sovremennye vozmozhnosti bioprotezirovaniya klapafov serdca (obzor literatury) [Modern possibilities to heart valve bioprosthetics (literature review)]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition.* 2020 [cited 2020 Apr 20];2 [about 10 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-2/1-4.pdf>. DOI: 10.24411/2075-4094-2020-16628.

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2020-1/e2020-1.pdf>