

Использование децеллюляризированной трупной артерии человека для замещения дефектов соединительнотканых и гладкомышечных структур на примере белочной оболочки полового члена (экспериментальная работа)

© М.В. ЗАБЕЛИН¹, П.С. КЫЗЛАСОВ¹, В.М. ТРОЯКОВ², О.В. ПАКЛИНА³, Г.Р. СЕТДИКОВА³, Д.П. САМЧУК⁴, А.А. КАЖЕРА¹, Е.Е. АЧКАСОВ⁵

¹ФГБУ ГНЦ «Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, Москва, Россия

²Городская поликлиника №1, Красноярск, Россия

³Городская клиническая больница им. С.П. Боткина Департамента здравоохранения Москвы, Москва, Россия

⁴ФГБНУ «Научно-исследовательский институт биомедицинской химии им. В.Н. Ореховича», Москва, Россия

⁵ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» (Сеченовский университет) Минздрава России, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования — изучить в условиях эксперимента возможность применения ксенотрансплантации (трупной артерии и децеллюляризированной трупной артерии) для замещения дефектов белочной оболочки и сравнить результаты.

Материал и методы. В исследование включены 60 кроликов породы шиншилла, которым произвели замещение участка белочной оболочки. Животных разделили на четыре группы: в 1-й группе использовали трупную артерию человека, во 2-й — децеллюляризованную трупную артерию. Результат оценивали через 7, 14 и 30 дней после операции при гистологическом исследовании.

Результаты. Через 30 сут после операции вокруг имплантированного фрагмента нативной артерии у животных 1-й группы установлена предрасположенность к стазу крови, сладж-феномену и в конечном счете к развитию фиброза в зоне трансплантации. У животных 2-й группы в стенке децеллюляризированной артерии люминальная поверхность сосуда была сглажена, нити фибрина и элементы крови отсутствовали. В 1-й группе на 7-е послеоперационные сутки средний уровень С-реактивного белка составил $3,86 \pm 0,43$ мг/л, на 14-е — $1,17 \pm 0,2$ мг/л, на 30-е — $0,73 \pm 0,16$ мг/л, во 2-й группе — соответственно $0,33 \pm 0,03$, $0,23 \pm 0,03$ и $0,11 \pm 0,02$ мг/л. Статистический анализ показал, что различия в уровне С-реактивного белка в сыворотке крови подопытных животных на 7, 14 и 30-е сутки после операции полностью достоверны (*t*-критерий составил $-46,28$, $-25,95$ и $-14,84$; $p < 0,0001$).

Выводы. При использовании в качестве ксенотрансплантата децеллюляризованного матрикса воспалительная реакция в постоперационном периоде краткосрочна и менее интенсивна. Применение трупной артерии без предварительной обработки, по данным электронной микроскопии, предрасполагает к локальному стазу крови, сладж-феномену и развитию фиброза. Использование децеллюляризованного матрикса для пластики дефекта белочной оболочки полового члена минимизирует риски отторжения трансплантата, инфекционных и иных осложнений в постоперационном периоде.

Ключевые слова: ксенотрансплантация, децеллюляризованный матрикс, трупная артерия.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кызласов Павел Сергеевич — доцент кафедры урологии и андрологии ИППО ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России, к.м.н., г. Москва, ул. Маршала Новикова, д.23, тел.: +7(963)968-71-73; e-mail: dr.kyzlasov@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1050-6198>

Забелин Максим Васильевич — заведующий кафедрой онкологии и радиационной медицины ИППО ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России, проф., д.м.н., г. Москва, ул. Маршала Новикова, д.23, тел.: +7(915)013-20-19, e-mail: maximzabelin@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9816-3614>

Ачкасов Евгений Евгеньевич — заведующий кафедрой спортивной медицины и медицинской реабилитации, профессор кафедры госпитальной хирургии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), проф., д.м.н., 119991, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2, тел.: +7(903)733-07-76; e-mail: 2215.g23@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9964-5199>

Трояков Владислав Маратович — заведующий хирургическим отделением, врач-уролог Городская поликлиника №1, г. Красноярск, ул. Академика Павлова, д. 4, стр.7; тел: 89048950899; e-mail: troyakov@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6216-4954>

Паклина Оксана Владимировна — заведующая патологоанатомическим отделением ГКБ им. С.П. Боткина, д.м.н., г. Москва, тел: +7(903)624-86-69, e-mail: dr.oxanapaklina@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6373-1888>

Сетдикова Галия Равиловна — врач патологоанатомического отделения ГКБ им. С.П. Боткина, к.м.н., г. Москва, тел.: +7(926)904-95-68, e-mail: dr.setdikova@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9524-3798>

Самчук Денис Петрович — младший научный сотрудник лаборатории фосфолипидных нанолекарств и транспортных систем ФГБНУ «Научно-исследовательский институт биомедицинской химии имени В.Н. Ореховича», г. Москва, Тел.: +7(916)451-22-55, e-mail: denis.samchuk@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-8430-9077>

Кажера Анастасия Андреевна — ассистент кафедры урологии и андрологии ИППО ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, ул. Маршала Новикова, д.23, тел.: +7(925)317-14-60, e-mail: kazhera@inbox.ru, <http://orcid.org/0000-0002-4108-4066>

Ответственный за переписку:

Кызласов Павел Сергеевич — доцент кафедры урологии и андрологии ИППО ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России, к.м.н., г. Москва, ул. Маршала Новикова, д.23, тел.: +7(963)968-71-73; e-mail: dr.kyzlasov@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-1050-6198>

КАК ЦИТИРОВАТЬ

Забелин М.В., Кызласов П.С., Трояков В.М., Паклина О.В., Сетдикова Г.Р., Самчук Д.П., Кажера А.А., Ачкасов Е.Е. Использование децеллюляризированной трупной артерии человека для замещения дефектов соединительнотканых и гладкомышечных структур на примере белочной оболочки полового члена (экспериментальная работа). *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2019;1:43–49.

<https://doi.org/10.17116/hirurgia201901143>

Decellularized cadaveric human artery for substitution of connective tissue and smooth muscle defects on the example of tunica albuginea of penis (experimental work)

© M.V. ZABELIN¹, P.S. KYZLASOV¹, V.M. TROYAKOV², O.V. PAKLINA³, G.R. SETDIKOVA³, D.P. SAMCHUK⁴, A.A. KAZHERA¹, E.E. ACHKASOV⁵

¹Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of FMBA of Russia, Moscow, Russia

²Municipal Polyclinic №1 of Krasnoyarsk, Russia

³Botkin Municipal Clinical Hospital, Moscow, Russia

⁴Orekhovich Research Institute for Biomedical Chemistry, Moscow, Russia

⁵Sechenov First Moscow State Medical University of Healthcare Ministry of Russia (Sechenovsky University), Moscow, Russia

ABSTRACT

Aim — to analyze experimentally the outcomes of xenotransplantation (cadaveric artery, decellularized cadaveric artery) for tunica albuginea defects repair.

Material and methods. The study included 60 chinchilla rabbits. Rabbits underwent local replacement of tunica albuginea. Animals were divided into 2 groups (group 1 — human cadaveric artery, group 2 — decellularized cadaveric artery). The result was considered after 7, 14 and 30 days postoperatively.

Results. Tendency to stasis, sludge-phenomenon and ultimately development of fibrosis of transplantation area were histologically observed in group 1 after 30 days. In group 2 luminal surface of decellularized artery was smoothed, fibrin and blood elements were absent. In group 1 mean level of C-reactive protein was 3.86 ± 0.43 , 1.17 ± 0.2 and 0.73 ± 0.16 mg/L after 7, 14 and 30 days respectively. In group 2 the same values were 0.33 ± 0.03 , 0.23 ± 0.03 and 0.11 ± 0.02 mg/L. Differences were significant ($t = -46.28$, $t = -25.95$, $t = -14.84$; $p < 0.0001$).

Keywords: xenotransplantation, decellularized artery, cadaver artery.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kyzlasov PS — <http://orcid.org/0000-0003-1050-6198>

Zabelin MV — <http://orcid.org/0000-0001-9816-3614>

Achkasov EE — <http://orcid.org/0000-0001-9964-5199>

Troyakov VM — <http://orcid.org/0000-0002-6216-4954>

Pakhlina OV — <http://orcid.org/0000-0001-6373-1888>

Setdikova GR — <http://orcid.org/0000-0002-9524-3798>

Samchuk DP — <http://orcid.org/0000-0002-8430-9077>

Kazhera AA — <http://orcid.org/0000-0002-4108-4066>

Author to contact: Kyzlasov PS — 23, Marshal Novikova, Moscow; phone: +7(963)968-71-73; e-mail: dr.kyzlasov@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0003-1050-6198>

TO CITE THIS ARTICLE:

Zabelin MV, Kyzlasov PS, Troyakov VM, Paklina OV, Setdikova GR, Samchuk DP, Kazhera AA, Achkasov EE. Decellularized cadaveric human artery for substitution of connective tissue and smooth muscle defects on the example of tunica albuginea of penis (experimental work). *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 2019;1:43-49. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/hirurgia201901143>

Восстановление дефектов тканей в разных областях хирургии — актуальная проблема современности. В силу ряда причин отдаленные результаты лечения остаются неудовлетворительными для хирургов. Например, в сердечно-сосудистой хирургии используемые синтетические биопротезы не интегрируются в ткани и, как следствие, являются зоной повышенного риска инфекционных осложнений, а сосудистые аллографты повышают риск патологической кальцинации и дегенерации (из-за индуцированного иммунного ответа); в травматологии ограниченные калиброванные размеры эндопротезов сухожилий и часто значительная площадь повреждения приводят к необходимости применения трансплантатов [1, 2].

С учетом того что «идеальный» графт для замещения дефектов соединительнотканых и гладко-

мышечных структур отсутствует, создание трансплантатов путем удаления клеток из нативных органов становится чрезвычайно актуальным с позиций клинического применения [3].

Проведено исследование на основе замещения дефекта белочной оболочки. Принимая во внимание похожее строение с соединительноткаными структурами, можно предположить возможность использования данной методики в других отраслях хирургии.

Материал и методы

Суть экспериментальной части исследования *in vivo* состояла в формировании искусственного дефекта белочной оболочки полового члена, выполнении пластики дефекта с использованием ксенотран-

сплантатов (трупной артерии, децеллюляризированной трупной артерии), оценке лабораторных показателей на 7, 14 и 30-е сутки после операции и морфологических исследований на 14-е и 30-е сутки после операции.

Экспериментальное исследование выполнено на 60 здоровых половозрелых самцах кроликов породы шиншилла. Все животные были разделены на две группы, в каждой из которых сформированы две подгруппы.

В послеоперационном периоде после вывода из эксперимента проводилось изучение выживаемости матрикаса из трупной артерии человека, морфологической структуры трансплантата, уровня С-реактивного белка (СРБ) в сыворотке крови (наличие и выраженность воспалительного ответа).

В 1-й группе ($n=30$) дефект белочной оболочки полового члена экспериментального животного замещен матриксом из трупной артерии человека. В подгруппе 1.1 ($n=15$) исследование лабораторных показателей выполнено на 7-е и 14-е сутки, а морфологическое исследование — на 14-е сутки после операции. В подгруппе 1.2 ($n=15$) исследование лабораторных показателей выполнено на 7, 14 и 30-е сутки после операции, а морфологическое исследование — на 30-е сутки.

Во 2-й группе ($n=30$) замещение дефекта белочной оболочки полового члена экспериментального животного выполнено матриксом из децеллюляризированной трупной артерии человека. В подгруппе 2.1 ($n=15$) лабораторные показатели оценены на 7-е и 14-е сутки, а морфологическое исследование осуществлено на 14-е сутки после операции. В подгруппе 2.2 ($n=15$) исследование лабораторных показателей проведено на 7, 14 и 30-е сутки, а морфологическое исследование — на 30-е сутки после операции.

Хирургическое вмешательство. Операция состояла из двух этапов: моделирования дефекта белочной оболочки полового члена и пластики данного дефекта ксенотрансплантатом.

Методика моделирования дефекта белочной оболочки полового члена. После обработки операционного поля выполняли доступ к белочной оболочке полового члена продольным разрезом длиной около 2 см по его дорзальной поверхности. Далее острым путем производили формирование дефекта белочной оболочки размером 10×7 мм.

Методика закрытия дефекта белочной оболочки матриксом. После формирования дефекта белочной оболочки производили его укрытие сосудистым матриксом. В сроки, определенные задачами исследования, экспериментальных животных выводили из эксперимента путем введения летальной дозы золетила (20 мг/100 г). Морфологическое исследование заключалось в светооптической микроскопии гистологических препаратов.

Результаты

Морфологические исследования (оптическая и электронная микроскопия)

Для объективизации морфологических изменений в области искусственного дефекта белочной оболочки полового члена, замещенного ксенотрансплантатом, выполнено гистологическое исследование соответствующих микропрепаратов непосредственно перед хирургическим вмешательством, а также на 14-е и 30-е сутки после операции. В результате исследования микропрепаратов до имплантации установлено, что при рутинной окраске гематоксилином и эозином гистологических различий между замороженным фрагментом трупной артерии человека (далее — нативная артерия) и фрагментом децеллюляризированной трупной артерии человека (далее — децеллюляризированная артерия) не обнаружено. А при окрашивании по Маллори в стенке децеллюляризированной артерии эластическая мембрана была фрагментирована (из-за агрессивного воздействия энзимов в процессе обработки). В стенке нативной артерии мембрана четко визуализировалась и просматривалась на всем протяжении. Описанная картина полностью подтверждалась гистохимической реакцией по Вейгерту. При окраске по Гомори в стенке нативной артерии просматривалась плотная ретикулярная и коллагеновая сеть, которая отсутствовала в стенке децеллюляризированной артерии. Таким образом, исходное состояние обоих потенциальных ксенотрансплантатов в целом идентично. Однако фрагмент трупной артерии человека, который не подвергался какой-либо предварительной обработке (кроме замораживания), демонстрирует лучшую сохранность структурных элементов.

Через 14 сут после операции выполнено повторное гистологическое исследование. В результате у всех подопытных вокруг имплантированного матрикаса обнаружена лимфогистиоцитарная воспалительная реакция с примесью гранулоцитов. У животных обеих групп отсутствовали какие-либо достоверные морфологические различия, гистологические признаки, выявляемые как при рутинной окраске, так и при использовании дополнительных гистохимических реакций (**рис. 1, на цв. вклейке**).

Степень выраженности воспалительной инфильтрации распределялась следующим образом. В 1-й группе у 80% экспериментальных животных она имела выраженный характер, у 20% — умеренно-выраженный. Во 2-й группе удельный вес экспериментальных животных с выраженным характером воспалительной инфильтрации составил 86,6%, а с умеренновыраженным и слабым — по 6,7%.

С течением времени ситуация изменилась. В результате гистологического исследования через 30 сут после операции выявлены достоверные различия.

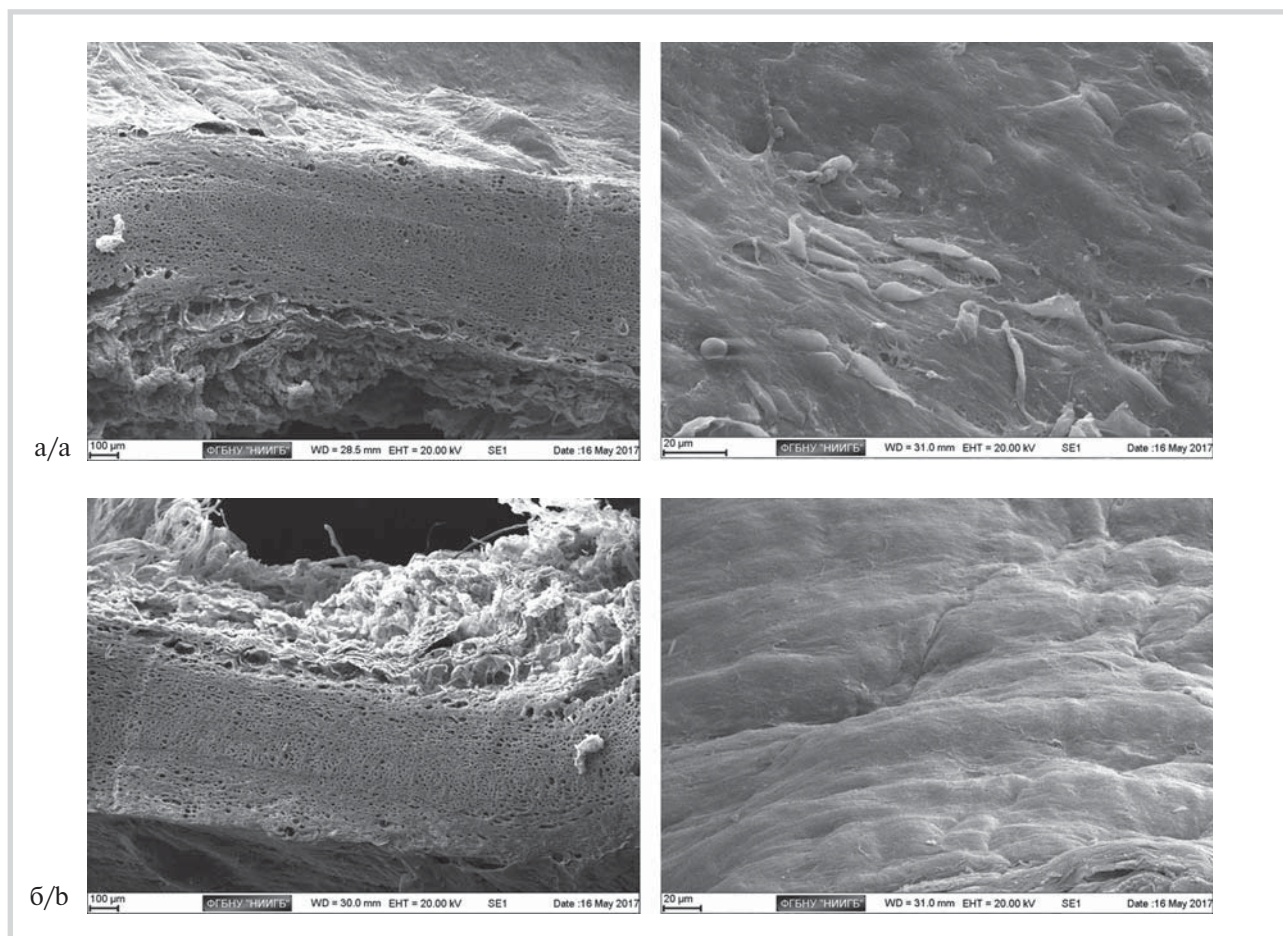


Рис. 3. Микрофотограммы ксенотрансплантатов для замещения искусственного дефекта белочной оболочки полового члена в эксперименте (перед операцией).

а — нативная артерия (вверху срез, внизу эндотелиальная выстилка), б — децеллюляризованная артерия (вверху срез, внизу эндотелиальная выстилка, клетки отсутствуют).

Fig. 3. Microphotograms of xenografts for replacement of artificial defect of tunica albuginea of penis in the experiment (before surgery).

a - native artery (section at the top, endothelial covering at the bottom), b - decellularized artery (section at the top, endothelial covering at the bottom, cells are absent).

Вокруг имплантированного фрагмента нативной артерии у животных 1-й группы сохранялся лейкоцитарный вал, наблюдались отложения депозитов зрелого коллагена. А вокруг децеллюляризованной артерии у животных 2-й группы воспалительно-клеточная инфильтрация не носила столь выраженного характера, отмечены единичные мононуклеарные клетки, а коллагеновые волокна представлены тонкими прослойками, в целом эти волокна были распределены равномерно (рис. 2, на цв. вклейке).

Степень выраженности воспалительной инфильтрации распределилась следующим образом. В 1-й группе выраженный характер наблюдался у 20,0% экспериментальных животных, умеренновыраженный — у 73,3%, слабый — у 6,7%. Во 2-й группе выраженного характера воспалительной инфильтрации не обнаружено, а удельный вес экспериментальных

животных с умеренновыраженным и слабым характером воспалительной инфильтрации составил 20 и 80% соответственно.

С учетом отсутствия нормального распределения (по критерию Шапиро—Уилка) для оценки достоверности различий между группами экспериментальных животных использован непараметрический коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Установлено, что различия в степени выраженности воспалительной реакции вокруг ксенотрансплантатов (по результатам гистологического исследования) на 14-е и 30-е сутки после операции полностью достоверны ($r=0,74$; $p<0,05$).

Таким образом, предварительно замороженный фрагмент трупной артерии человека, используемый как ксенотрансплантат, отличается относительно лучшей сохранностью структур, обеспечивающих ста-

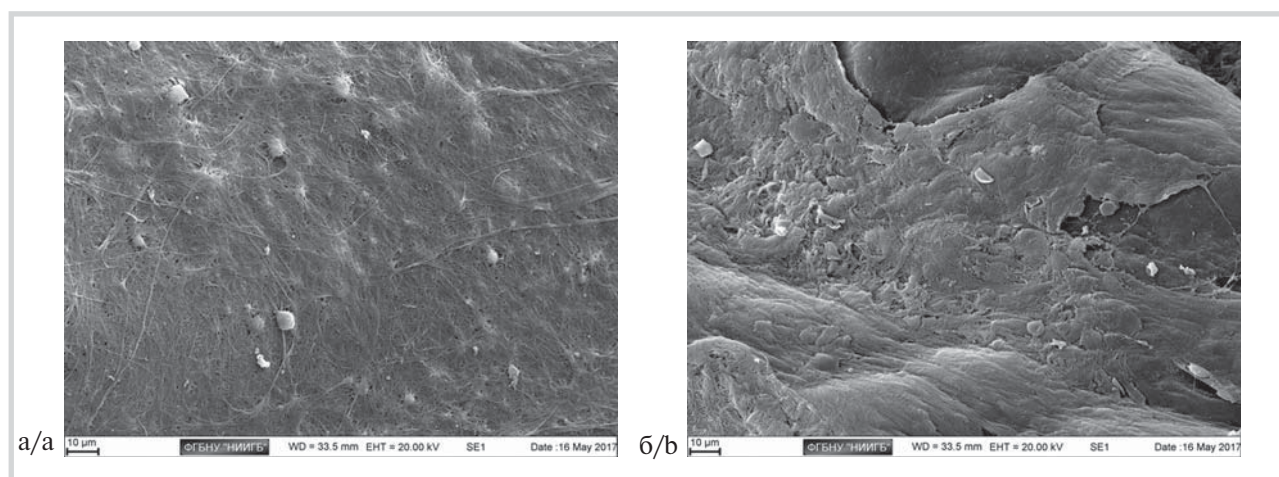


Рис. 4. Микрофотограммы ксенотрансплантатов для замещения искусственного дефекта белочной оболочки полового члена в эксперименте (14-е сут после операции).

а — нативная артерия, б — децеллюляризированная артерия.

Fig. 4. Microphotograms of xenografts for replacement of artificial defect of tunica albuginea of penis in the experiment (14 days after surgery).

a - native arteries, b - decellularized artery.

бильность морфологии. Однако репаративные процессы достоверно лучше протекают при использовании децеллюляризированного фрагмента артерии — в частности, по истечении месяца после хирургического вмешательства воспалительно-клеточная инфильтрация минимальна.

Утверждаем, что некоторое нарушение структурной целостности соединительнотканного каркаса децеллюляризированной артерии компенсируется потенциальным снижением иммуногенности имплантируемого фрагмента (а значит, минимизацией риска дегенеративных процессов, некробиоза, патологической кальцинации), но в первую очередь — достоверным уменьшением интенсивности воспаления.

Тем не менее противоречивая картина подчеркнула важность предварительно запланированного углубленного исследования трансплантатов путем электронной микроскопии. В результате сканирующей электронной микроскопии во всех случаях получены изображения с хорошо распознаваемой клеточной структурой и элементами ультраструктуры (рис. 3).

У животных 1-й группы микрорельеф эндотелия с незначительными выростами плазмолеммы клеток, среди которых отмечается адгезия форменных элементов крови и отложения фибрина. Выявленная картина свидетельствует о предрасположенности к стазу крови, сладж-феномену (т.е. адгезии, агрегации и агглютинации форменных элементов крови с последующим разделением ее на конгломераты из клеток и плазму) и, как следствие, к развитию фиброза в зоне трансплантации. У животных 2-й группы в стенке децеллюляризированной артерии люминальная поверхность сосуда сглажена, нити фибрина и

элементы крови отсутствуют. На поперечном срезе виден волокнистый сосудистый каркас с пористой структурой. В участках сшивания сосудистой стенки люминальная поверхность складчатая, с микроразрывами волокон (рис. 4 и 5).

Наличие и выраженность воспалительного ответа

Для объективизации наличия и определения степени выраженности воспалительного ответа у экспериментальных животных после хирургического вмешательства произведено количественное определение содержания СРБ в сыворотке крови на 7, 14 и 30-е сутки после операции.

В 1-й группе на 7-е послеоперационные сутки средний уровень СРБ составил $3,86 \pm 0,43$ мг/л, на 14-е — $1,17 \pm 0,2$ мг/л, на 30-е — $0,73 \pm 0,16$ мг/л, во 2-й группе — соответственно $0,33 \pm 0,03$, $0,23 \pm 0,03$ и $0,11 \pm 0,02$ мг/л. Статистический анализ показал, что различия в уровне СРБ в сыворотке крови подопытных животных во все сроки измерения достоверны, *t*-критерий составил $-46,28$, $-25,95$ и $-14,84$ ($p < 0,0001$) (рис. 6).

Следовательно, анализ динамики уровня СРБ в сыворотке крови экспериментальных животных позволяет утверждать, что при замещении искусственного дефекта белочной оболочки полового члена децеллюляризированным матриксом воспалительная реакция выражена достоверно менее интенсивно, чем при использовании трупной артерии без предварительной обработки. Меньший исходный подъем и статистически достоверная тенденция более быстрого снижения уровня СРБ при использовании децеллюляризированного матрикса минимизируют риски

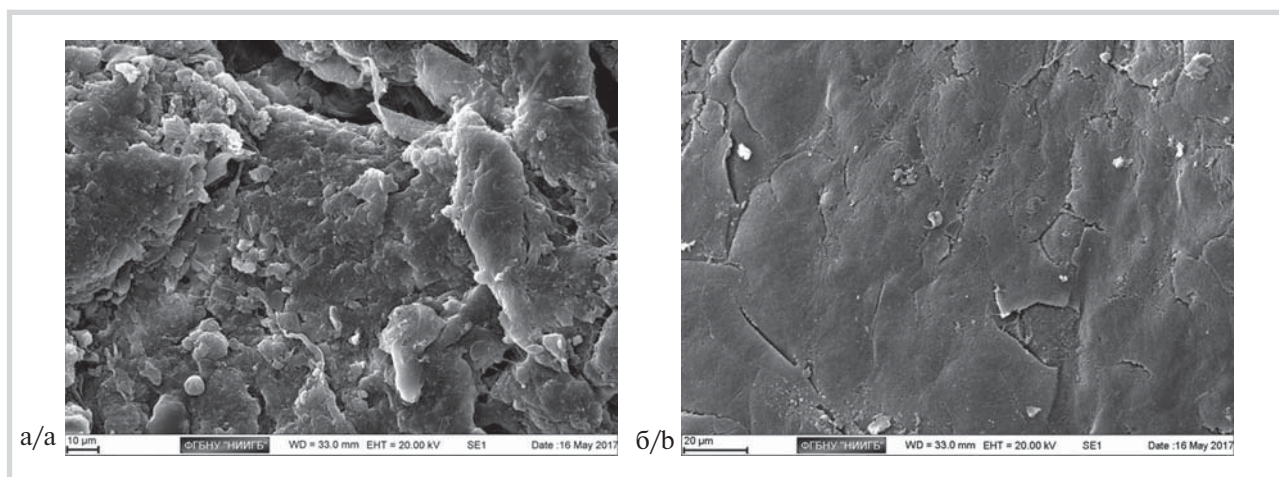


Рис. 5. Микрофотограммы ксенотрансплантатов для замещения искусственного дефекта белочной оболочки полового члена в эксперименте (30-е сут после операции).

а — нативная артерия (тотальный фиброз), б — децеллюляризированная артерия.

Fig. 5. Microphotograms of xenografts for replacement of artificial defect of tunica albuginea of penis in the experiment (30 days after surgery).

а — native artery (total fibrosis), б — decellularized artery.



Рис. 6. Динамика содержания СРБ-реактивного белка в сыворотке крови подопытных животных после пластики искусственного дефекта белочной оболочки полового члена двумя видами ксенотрансплантатов.

Fig. 6. Serum C-reactive protein in experimental animals after repair of artificial defect of tunica albuginea of penis by two types of xenografts.

инфекционных и иных осложнений в послеоперационном периоде.

Обсуждение

На фоне того, что синтетические биопротезы повышают риск инфекционных осложнений, а сосудистые аллогraftы — риск патологической кальцификации и дегенерации (вследствие индуцированного иммунного ответа), создание трансплантатов путем удаления клеток из нативных органов становится чрезвычайно актуальным с позиций клинического применения. Децеллюляризация обеспечивает получение матриксов, которые очень близки по составу и свойствам нативным органам, к тому же такие матриксы лишены видоспецифичности. В эксперименте *in vivo* сравнительно изучены морфологические и лабораторные результаты пластики искусственного дефекта белочной оболочки полового члена с использованием трупной артерии без предварительной обработки, или децеллюляризированной трупной артерии. На основе анализа данных оптической и электронной микроскопии можно утверждать следующее. Использование децеллюляризированной трупной артерии человека для пластики дефекта белочной оболочки полового члена в эксперименте *in vivo* представляется наиболее оптимальным с позиций снижения рисков отторжения и послеоперационных осложнений. При использовании в качестве ксенотрансплантата децеллюляризованного матрикса воспалительная реакция в послеоперационном периоде краткосрочна и менее интенсивна. Лабораторно подтверждается, что исходный уровень СРБ в крови экспериментальных животных ниже, а нормализация его содержания происходит более динамично

($p < 0,0001$). Гистологически — лимфогистиоцитарная воспалительная реакция с примесью гранулоцитов минимальна к 30-м суткам после операции ($p < 0,05$).

Исходя из полученных результатов, можно предположить возможность использования децеллюляризованного матрикса не только для замещения дефектов белочной оболочки, но и для других соединительнотканых и гладкомышечных структур. Вместе с тем полагаем, что в перспективе методика децеллюляризации должна быть несколько изменена для лучшего сохранения базовых структурных элементов артерии.

Выводы

При анализе результатов пластики искусственного дефекта белочной оболочки полового члена двумя видами ксенотрансплантатов в эксперименте установлены следующие факты.

При использовании в качестве ксенотрансплантата децеллюляризованного матрикса воспалительная реакция в послеоперационном периоде краткосрочна и менее интенсивна.

Применение трупной артерии без предварительной обработки, по данным электронной микроскопии, предрасполагает к локальному стазу крови, сладж-феномену и развитию фиброза.

Использование децеллюляризованного матрикса для пластики дефекта белочной оболочки полового члена минимизирует риски отторжения трансплантата, инфекционных и иных осложнений в послеоперационном периоде.

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

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Лызикив АА. Применение искусственных протезов в реконструкциях сосудов. *Новости хирургии*. 2010;18(4):135-145. Lyzikov AA. Primenenie iskusstvennykh protezov v rekonstruktsiyakh sosudov. *Novosti khirurgii*. 2010;18(4):135-145. (In Russ.).
2. Рыбин А.В., Кузнецов И.А., Румакин В.П., Нетылько Г.И., Ломая М.П. Экспериментально-морфологические аспекты несостоятельности сухожильных ауто- и аллотрансплантатов после реконструкции передней крестообразной связки коленного сустава в раннем послеоперационном периоде. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(4):60-75. Rybin AV, Kuznetsov IA, Rumakin VP, Netylko GI, Lomaya MP. Experimental and Morphological Aspects of failed Tendon Auto- and Al-
- lografts after ACL Reconstruction in Early Postoperative Period. *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2016;22(4):60-75. (In Russ.). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2016-22-4-60-75>
3. Кызласов П.С., Мартов А.Г., Боков А.И., Трояков В.М., Удалов Ю.Д., Забелин М.В. Современный взгляд на этиологию, патогенез, лечение болезни Пейрони (обзор литературы). *Уральский медицинский журнал*. 2017;150(6):140-145. Kyzlasov PS, Martov AG, Bokov AI, Troyakov VM, Udalov YuD, Zabelin MV. Sovremennyy vzglyad na etiologiyu, patogenez, lechenie bolezni Peironi (obzor literatury). *Ural'skii meditsinskii zhurnal*. 2017;150(6):140-145. (In Russ.).

Поступила 15.03.2018
Received 15.03.2018
Принята в печать 10.05.2018
Accepted 10.05.2018