

Оригинальная статья / Original article

# Некоторые клинические и лабораторные предикторы структурных изменений биологического шунта после бедренно-подколенного шунтирования

Н.Г. Хорев<sup>1,2,3</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-2383-4214>, xorev-ng@mail.ru

В.И. Котов<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-5392-3488>, catsaylim@yandex.ru

В.О. Конькова<sup>1,3</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-8536-9752>, viktoriya.konkova.00@mail.ru

<sup>1</sup> Алтайский государственный медицинский университет; 656038, Россия, Алтайский край, Барнаул, проспект Ленина, д. 40

<sup>2</sup> Клиническая больница «РЖД – Медицина» города Барнаул; 656038, Россия, Алтайский край, Барнаул, ул. Молодежная, д. 20

<sup>3</sup> Городская больница №5; 656045, Россия, Алтайский край, Барнаул, Змеиногорский тракт, д. 75

## Резюме

**Введение.** Для реваскуляризации при отсутствии аутовенозного материала в Российской Федерации широко используются эпоксиобработанные биопротезы из внутренней грудной артерии быка, которые подвергаются определенным структурным деформациям.

**Цель и задачи** – сопоставить структурные изменения эпоксиобработанных биопротезов из внутренней грудной артерии быка и аутовены в отдаленном периоде после операции и определить влияние некоторых клинических и лабораторных показателей на этот процесс.

**Материалы и методы.** В исследование включено 45 больных с изолированной окклюзией поверхностной бедренной артерии, которым проведено восстановление кровотока с использованием различных видов протезов. Больные разделены на 2 группы: 1-я группа (основная) – 25 больных, которым было выполнено бедренно-подколенное проксимальное шунтирование биологическим протезом; 2-я группа (контрольная) – 20 больных, которым было выполнено бедренно-подколенное проксимальное шунтирование реверсированной аутовеной.

**Результаты и обсуждение.** В срок наблюдения от 1 года до 8 лет 28% биологических протезов подверглось расширению, а у 20% больных с аутовеной обнаружено сужение шунта. В основной группе у лиц мужского пола была лучше проходимость биологического трансплантата (ОР = 0,76 ДИ (0,32; 1,77)), однако в контрольной группе мужской пол увеличивал риск окклюзии (ОР = 1,25 ДИ (0,18; 8,77)). При наблюдении за 5 лет уменьшался относительный риск расширения протеза. Одновременно у больных контрольной группы, для которой не характерна эктазия, нами выявлено снижение относительного риска стенозирования. Клиническим фактором, влияющим на расширение биологического протеза, был сахарный диабет 2-го типа.

**Выводы.** Характерными структурными изменениями в отдаленном периоде (более года) для аутовенозного кондуита является сужение, а для биологического протеза – расширение с формированием аневризм. Мужской пол, длительность заболевания и сахарный диабет 2-го типа являются факторами структурной перестройки кондуита.

**Ключевые слова:** бедренно-подколенное шунтирование, аутовенозный трансплантат, биологический протез, мужской пол, конduit

**Для цитирования:** Хорев Н.Г., Котов В.И., Конькова В.О. Некоторые клинические и лабораторные предикторы структурных изменений биологического шунта после бедренно-подколенного шунтирования. *Амбулаторная хирургия*. 2022;19(1):44–49. <https://doi.org/10.21518/1995-1477-2022-19-1-44-49>.

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

## Some clinical and laboratory predictors of structural changes in the biological shunt after femoral-popliteal bypass surgery

Nikolai G. Khorev<sup>1,2,3</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-2383-4214>, xorev-ng@mail.ru

Vladislav I. Kotov<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-5392-3488>, catsaylim@yandex.ru

Viktoriya O. Konkova<sup>1,3</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-8536-9752>, viktoriya.konkova.00@mail.ru

<sup>1</sup> Altai State Medical University; 40, Lenin Ave., Barnaul, Altai Territory, 656038, Russia

<sup>2</sup> Clinical Hospital "Russian Railways-Medicine" of the City of Barnaul; 20, Molodezhnaya St., Barnaul, Altai Territory, 656038, Russia

<sup>3</sup> City Hospital No. 5; 75, Zmeinogorsky Tract, Barnaul, Altai Territory, 656045, Russia

## Abstract

**Introduction.** For revascularization in the absence of autovenous material, epoxy-treated bioprostheses from the bovine internal mammary artery are widely used in the Russian Federation, which are subjected to certain structural deformations.

**Purpose and objectives.** To compare the structural changes of the biological prosthesis and autovenes in the long-term period after surgery and to determine the influence of some clinical and laboratory parameters on this process.

**Materials and methods.** The study included 45 patients with isolated occlusion of the superficial femoral artery (PBA), who underwent blood flow restoration using various types of prostheses. The patients were divided into 2 groups: group 1 (main) – 25 patients who underwent femoral-popliteal proximal bypass surgery with epoxy-treated bioprostheses from the bovine internal mammary artery; group 2 (control) – 20 patients who underwent femoral-popliteal proximal bypass surgery with a reversed autovena.

**Results and discussion.** During the follow-up period from 1 year to 8 years, 28% of bioprostheses underwent expansion, and 20.0% of patients with autovena showed narrowing of the shunt. In the main group, males had better biological graft patency (RR = 0.76 CI (0.32; 1.77)), but in the control group, the male sex increased the risk of occlusion (RR = 1.25 CI (0.18; 8.77)). When followed up for 5 years, the relative risk of prosthetic expansion decreased. At the same time, in patients of the control group, which is not characterized by ectasia, we revealed a decrease in the relative risk of stenosis. The clinical factor affecting the expansion of the biological prosthesis was type 2 diabetes mellitus.

**Conclusions.** The characteristic structural changes in the separated period (more than a year) for an autovenous conduit are narrowing, and for a biological prosthesis – expansion with the formation of aneurysms.

**Keywords:** femoral-popliteal bypass grafting, reverse autovain, biological prosthesis, male, conduit

**For citation:** Khorev N.G. Kotov V.I. Konkova V.O. Some clinical and laboratory predictors of structural changes in the biological shunt after femoral-popliteal bypass surgery. *Ambulatornaya Khirurgiya*. 2022;19(1):44–49. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/1995-1477-2022-19-1-44-49>.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

## ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на развитие эндоваскулярной хирургии, восстановление кровотока в артериях нижних конечностей с использованием технологии открытой хирургии с использованием аутоветны остается приоритетом у больных с определенной анатомией поражения артериального русла нижних конечностей [1, 2]. При отсутствии аутоветны в качестве заменителя артерии могут быть использованы различные протезы [3, 4], в том числе биологические кондуиты<sup>1</sup>. В Российской Федерации широко используются эпоксиобработанные биопротезы из внутренней грудной артерии быка. Клиническое использование этих кондуитов показало их высокую эффективность в части сопоставления с критериями оценки синтетических протезов [5]. Как любой биологический материал, с течением времени биопротез подвергается определенным структурным трансформациям, что сопровождается изменением формы кондуита и отражается на проходимости [5, 6].

Поэтому целью работы было определить влияние некоторых клинических и лабораторных показателей на структурные изменения эпоксиобработанных биопротезов из внутренней грудной артерии быка.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование включено 45 больных с изолированной окклюзией поверхностной бедренной артерии, которым проведено восстановление кровотока с использованием различных видов протезов. Больные разделены

на 2 группы: 1-я группа (основная) – 25 больных, которым было выполнено бедренно-подколенное проксимальное шунтирование эпоксиобработанным биопротезом из внутренней грудной артерии быка; 2-я группа (контрольная) – 20 больных, которым было выполнено бедренно-подколенное проксимальное шунтирование реверсированной аутоветной. Клиническая характеристика групп представлена в *табл. 1*. Группы анализируемых больных сопоставимы по своим основным клиническим характеристикам.

Больные обследованы амбулаторно в сроки от 1 года до 8 лет. Оценка состояния протеза выполнялась с использованием методики дуплексного сканирования (*рис. 1*) и МСКТ-ангиографии (мульти-спиральная компьютерная томография сосудов) (*рис. 2*). Состояние кондуита оценивалось по следующим критериям: проходимый, стеноз (50–70%), расширение (более чем в 2 раза) и закупорка. Изучаемые клинико-лабораторные предикторы структурных изменений бедренно-подколенных шунтов разделены на две группы. В первую группу вошли клинические характеристики пациента: пол, длительность заболевания, курение, сахарный диабет 2-го типа (СД 2-го типа), гипертоническая болезнь и степень артериальной недостаточности. Вторую группу составили лабораторные показатели: лейкоциты, тромбоциты, эритроциты, гемоглобин, гематокрит, фибриноген. Все предполагаемые предикторы исследовались до операции. Статическая обработка данных проводилась с использованием пакета статистических программ. Различия признаков между непараметрическими совокупностями оценивали с помощью U-критерия

<sup>1</sup> Российский консенсус «Диагностика и лечение пациентов с критической ишемией нижних конечностей». М.; 2002.

**РИСУНОК 1.** Дуплексное сканирование у больного Ч., 64 года: 4 года после бедренно-подколенного шунтирования биологическим протезом. Визуализация расширенного участка биологического кондуита и доплеровская кривая, отражающая кровоток в аневризматическом расширении  
**FIGURE 1.** Duplex ultrasound screening in a 64-year-old patient (Ch.). 4 years after femoralpopliteal bypass with a biological prosthesis. Imaging of the enlarged section of the biological conduit and the Doppler curve showing a blood flow within the aneurysmal dilatation



**РИСУНОК 2.** Больной М., 66 лет: 6 лет после операции бедренно-подколенного проксимального шунтирования слева биопротезом  
**FIGURE 2.** A 66-year-old patient (M.). 6 years after left femoropopliteal proximal bypass surgery with a biological prosthesis




**ТАБЛИЦА 1. Клиническая характеристика групп оперированных больных**

Клиническая характеристика	Группа больных		p
	1-я основная (n = 25)	2-я контрольная (n = 20)	
Пол (n, %): • мужчины; • женщины	22 (88,0) 3 (12,0)	16 (80,0) 4 (20,0)	0,992
Возраст, лет (X; ± m)	65,5 ± 7,8	65,5 ± 7,8	0,436
Длительность заболевания, лет (X; ± m)	6,5 ± 5,4	5,1 ± 3,9	0,197
Степень ишемии (n, %): • IIБ; • III; • IV	16 (64,0) 5 (20,0) 4 (16,0)	14 (70,0) 3 (15,0) 3 (15,0)	0,567 0,332 0,456

Примечание. Для определения степени ишемии использована классификация А.В. Покровского (1979).

Манна – Уитни, непараметрической ANOVA Краскела – Уоллиса. Оценку возможного влияния качественных параметров по группам рассчитывали с помощью показателя относительного риска (ОР) и доверительного интервала (ДИ). Данные непараметрических совокупностей представлены в виде медиан (Me) и квартилей (25 и 75%). Для всех тестов статистически достоверными считались различия, уровень значимости которых отвечал условию  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Структурная характеристика бедренно-подколенного шунта в группах анализируемых больных в отдаленный период представлена в *табл. 2*.

Как видно из представленной *табл. 2*, проходимость венозных и биологических шунтов была сопоставима. Почти треть (28%) биологических протезов подверглась расширению. В отличие от этого, в венозных кондуитах мы не обнаружили подобной структурной перестройки. У каждого пятого больного (20,0%) контрольной группы обнаружено сужение шунта. Стенотического процесса в биологических протезах мы не наблюдали.

Мужской пол был связан с лучшей проходимостью биологического трансплантата (ОР = 0,76 ДИ (0,32; 1,77)), однако в контрольной группе мужской пол увеличивал риск окклюзии (ОР = 1,25 ДИ (0,18; 8,77)). С увеличением длительности наблюдения уменьшался относительный риск расширения протеза: 5 лет – 0,6 ДИ (0,13; 2,74); 5–10 лет – 0,66 ДИ (0,15; 2,98); более 10 лет – 0,4 ДИ (0,1; 1,64). Од-

**ТАБЛИЦА 2. Структурное состояние бедренно-подколенного шунта**

Состояние шунта (n, %)	Группа больных	
	1-я основная (n = 25)	2-я контрольная (n = 20)
Проходимый	13 (52,0)	11 (55,0)
Стеноз	–	4 (20,0)
Расширение	7 (28,0)	–
Закупорка	5 (20,0)	5 (25,0)

новременно у больных контрольной группы, в которой мы не наблюдали развития расширения аутовены, нами выявлено снижение относительного риска стенозирования: 5 лет – 0,63 ДИ (0,1; 5,72); 5–10 лет – 0,8 ДИ (0,1; 6,55); более 10 лет – 0,5 ДИ (0,04; 6,1). Клиническим фактором, влияющим на расширение биологического протеза, был СД 2-го типа (ОР = 1,78 ДИ (0,49; 6,5)). В контрольной группе обнаружены противоположные результаты. Среди этих больных СД 2-го типа увеличивал риск развития окклюзии (ОР = 2,25 ДИ (0,48; 10,6)) и стенозирования (ОР = 3,30 ДИ (0,41; 26,81)). Следовательно, мужской пол, длительность послеоперационного периода и СД 2-го типа являются предикторами структурного состояния биологического протеза.

У больных основной группы с закупоренным или расширенным биологическим протезом обнаружено статистически значимое снижение концентрации гемоглобина ( $p = 0,016$ ): с уменьшением показателя с 111 г/л при окклюзии и 110,5 г/л при эктазии шунта. По другим лабораторным показателям статистически значимых влияний не получено.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Первое сообщение об использовании обработанных сонных артерий быка в качестве сосудистого трансплантата опубликовано в 1966 г. [7]. По своим характеристикам и в большей степени по проходимости ксенотрансплантат уступал аутовене, однако был сопоставим с синтетическими протезами [4, 8–10]. Показано, что на отдаленную функцию биологического кондуита влияют структурные изменения [11], в том числе стеноз, формирующийся в отдаленном периоде [12]. Но наиболее часто биологический протез подвергается аневризматической трансформации [13–15]. Возможно, подобная эволюция этого биологического изделия является закономерной. В то же время можно предположить наличие предикторов структурной перестройки. Поэтому в работе проведено изучение структурного состояния ксенотрансплантата и влияния некоторых факторов на эту структурную перестройку.

В отдаленном периоде состояние аутовенозного и ксенотрансплантата было разнонаправленным. В основной группе (биопротезы) у 28% больных наблюдалось расширение, в то же время в группе контроля (аутовена) у 20% пациентов были выявлены стенотические процессы. При этом мы не выявили расширения в аутовене и сужения в биологическом кондуите, а число проходимых и закупоренных протезов было одинаковым. Вероятно, биологический протез, выполняя роль сосудистого каркаса в процессе своей биодеградации подвергается расширению, а аутовена из-за интимальной гиперплазии стенозируется. Интересным в этом аспекте представляется отдаленное поведение протезов Omniflow II, изготовленных из свиного овечьего коллагена с эндоскелетом из полиэфирной сетки. Этот конduit, содержащий биоматериал и полимер, подвергается процессам как расширения, так и стенозирования [16–18].

В исследовании показано, что мужской пол, длительность заболевания и СД 2-го типа являются факторами структурной перестройки кондуита. Эти клинические характеристики пациента с определенной вероятностью могли прогнозировать стеноз аутовены или расширение биопротеза, хотя большую силу на развитие такой структурной перестройки оказывают материал кондуита, состояние артериального русла, характер лекарственной терапии в послеоперационном

периоде и т. д. [2, 19]. В целом биопротезы по своей эффективности уступают аутовене, но являются более предпочтительными, чем синтетические протезы [20].

## ВЫВОДЫ

1. Структурные изменения биопротеза и аутовены у больных после бедренно-подколенного шунтирования в отдаленном периоде носят разнонаправленный характер. Расширение биопротеза и сужение аутовены определяют тактику ведения больного.

2. Мужской пол связан с лучшей проходимостью биологического трансплантата, однако он увеличивает риск стеноза аутовенозного шунта.

3. Сахарный диабет 2-го типа и низкая концентрация гемоглобина влияют на развитие эктазии биологического шунта и стеноза аутовены у больных после бедренно-подколенного шунтирования в отдаленном периоде. С увеличением длительности наблюдения относительный риск этих неблагоприятных структурных изменений уменьшается.

4. Полученные данные могут быть использованы в отдаленном послеоперационном периоде при наблюдении за больными на амбулаторном этапе.

Поступила / Received 15.08.2021

Поступила после рецензирования / Revised 10.11.2021

Принята в печать / Accepted 20.11.2021

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Conte M.S., Bradbury A.W., Kolh P., White J.V., Dick F., Fridrige R. et al. Global Vascular Guidelines on the Management of Chronic Limb-Threatening Ischemia. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2019;58(15):S1–S109. e33. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2019.05.006>.
- Крепкогорский Н.В., Игнатьев И.М., Бредихин Р.А., Илларионова И.Н. Пластика тибіоперонеального ствола при аутовенозном бедренно-подколенном шунтировании. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2019;12(5):467–471. <https://doi.org/10.17116/kardio201912051467>.  
Krepkogorskiy N.V., Ignatiev I.M., Bredikhin R.A., Illarionova I.N. Tibioperoneal trunk repair in autovenous femoropopliteal bypass surgery. *Kardiologiya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya.* 2019;12(5):467–471. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/kardio201912051467>.
- Бокерия Л.А., Покровский А.В., Акчурин Р.С., Алекаян Б.Г., Апханова Т.В., Аракелян В.С. и др. *Национальные рекомендации по ведению пациентов с заболеваниями артерий нижних конечностей.* М.; 2019. 89 с. Режим доступа: [http://www.angiolsurgery.org/library/recommendations/2019/recommendations\\_LLA\\_2019.pdf](http://www.angiolsurgery.org/library/recommendations/2019/recommendations_LLA_2019.pdf).  
Bockeria L.A., Pokrovsky A.V., Akchurin R.S., Alekyan B.G., Apkhanova T.V., Arakelyan V.S. *National recommendations for the management of patients with diseases of the arteries of the lower extremities.* Moscow; 2019. 89 p. (In Russ.) Available at: [http://www.angiolsurgery.org/library/recommendations/2019/recommendations\\_LLA\\_2019.pdf](http://www.angiolsurgery.org/library/recommendations/2019/recommendations_LLA_2019.pdf).
- Суковатых Б.С., Беликов Л.Н., Родионов А.О., Суковатых М.Б., Григорьян А.Ю. Эффективность биологического протеза при бедренно-бедренном шунтировании у лиц с высоким операционным риском. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2018;(5):86–90. <https://doi.org/10.17116/hirurgia2018586-90>.  
Sukovatykh B.S., Belikov L.N., Rodionov A.O., Sukovatykh M.B., Grigorian A.Yu. Effectiveness of biological prosthesis for femoro-femoral bypass in high risk patients. *Khirurgiya. Zurnal im. N.I. Pirogova.* 2018;(5):86–90. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/hirurgia2018586-90>.
- Барбараш Л.С., Иванов С.В., Журавлева И.Ю., Ануфриев А.И., Казачек Я.В., Кудрявцева Ю.А., Зинец М.Г. 12-летний опыт использования биопротезов для замещения инфраингвинальных артерий. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2006;12(3):91–97. Режим доступа: <https://www.angiolsurgery.org/magazine/2006/3/13.htm>.  
Barbarash L.S., Ivanov S.V., Zhuravleva I.Yu., Anufriev A.I., Kazachek Ya.V., Kudryavtseva Yu.A., Zinets M.G. 12 years of experience in the use of bioprostheses to replace infrainguinal arteries. *Angiology and Vascular Surgery.* 2006;12(3):91–97. (In Russ.) Available at: <https://www.angiolsurgery.org/magazine/2006/3/13.htm>.
- Rossi G., Munteanu F.D., Padula G., Carillo F.J., Lord J.W. Nonanastomotic aneurysms in venous homologous grafts and bovine heterografts in femoropopliteal bypasses. *Am J Surg.* 1976;132(3):358–362. [https://doi.org/10.1016/0002-9610\(76\)90393-7](https://doi.org/10.1016/0002-9610(76)90393-7).
- Rosenberg N., Martinez A., Sawyer P.N., Wesolowski S.A., Postlethwait R.W., Dillon M.L. Jr. Tanned collagen arterial prosthesis of bovine carotid origin in man. Preliminary studies of enzyme-treated heterografts. *Ann Surg.* 1966;164(2):247–256. <https://doi.org/10.1097/0000658-196608000-00010>.
- Белов Ю.В., Степаненко А.Б., Генс А.П., Халилов И.Г. Хирургическое лечение больных с множественным поражением артерий нижних конечностей. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2002;8(1):72–82. Режим доступа: <http://www.angiolsurgery.org/magazine/2002/1/11.htm>.  
Belov Yu.V., Stepanenko A.B., Gens A.P., Khalilov I.G. Surgical treatment of patients with multiple lesions of the arteries of the lower extremities. *Angiology and Vascular Surgery.* 2002;8(1):72–82. (In Russ.) Available at: <http://www.angiolsurgery.org/magazine/2002/1/11.htm>.



9. Lindsey P, Echeverria A., Cheung M., Kfoury E., Bechara C.F., Lin P.H. Lower Extremity Bypass Using Bovine Carotid Artery Graft (Artegraft): An Analysis of 124 Cases with Long-Term Results. *World J Surg.* 2018;42(1):295–301. <https://doi.org/10.1007/s00268-017-4161-x>.
10. Conte M.S., Bradbury A.W., Kolh P., White J.V., Dick F., FitrIDGE R. et al. Global vascular guidelines on the management of chronic limb-threatening ischemia. *J Vasc Surg.* 2019;69(6S):3S–125S.e40. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2019.05.006>.
11. Суковатых Б.С., Сидоров Д.В., Суковатых М.Б. Реакция соединительной ткани артериальной и венозной стенок на имплантацию синтетического и биологического протезов. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2019;(25):46–51. Режим доступа: <https://www.angiolsurgery.org/magazine/2019/1/6.htm>. Sukovatykh B.S., Sidorov D.V., Sukovatykh M.B. Reaction of connective tissue of arterial and venous walls to implantation of synthetic and biological grafts. *Angiology and Vascular Surgery.* 2019;(25):46–51. (In Russ.). Available at: <https://www.angiolsurgery.org/magazine/2019/1/6.htm>.
12. Барбараш Л.С., Бурков Н.Н., Кудрявцева Ю.А., Сизова И.Н., Журавлева И.Ю. Метаболические и хирургические предикторы рестенозов и тромбозов биопротезов в инфраингвинальной позиции. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2011;17(1):29–34. Режим доступа: <https://www.angiolsurgery.org/magazine/2011/1/2.htm>. Barbarash L.S., Burkov N.N., Kudryavtseva Yu.A., Sizova I.N., Zhuravleva I.Yu. Metabolic and surgical predictors of restenosis and thromboses of biological grafts in the infrainguinal position. *Angiology and Vascular Surgery.* 2011;17(1):29–34. (In Russ.) Available at: <https://www.angiolsurgery.org/magazine/2011/1/2.htm>.
13. Dale W.A., Lewis M.R. Modified bovine heterografts for arterial replacement. *Ann Surg.* 1969;169(6):927–946. <https://doi.org/10.1097/0000658-196906000-00013>.
14. Хорев Н.Г., Конькова В.О., Беллер А.В., Боровиков Э.В., Шойхет Я.Н. Структурные изменения биологического протеза. *Ангиология и сосудистая хирургия.* 2016;22(4):151–157. Режим доступа: <https://www.angiolsurgery.org/magazine/2016/4/22.htm>. Khorev N.G., Konkova V.O., Beller A.V., Borovikov E.V., Shoikhet Ya.N. Structural alterations of a biological prosthesis. *Angiology and Vascular Surgery.* 2016;22(4):151–157. (In Russ.) Available at: <https://www.angiolsurgery.org/magazine/2016/4/22.htm>.
15. Мухаммадеев И.С., Прохоров К.В., Оборин А.А. Аневризматическое перерождение биопротеза. *Кардиология.* 2018;58(6):90–94. <https://doi.org/10.18087/cardio.2018.6.10136>. Mukhamadeev I.S., Prokhorov K.V., Oborin A.A. Aneurysmal Degeneration of a Bioprosthesis. *Kardiologiya.* 2018;58(6):90–94. (In Russ.) <https://doi.org/10.18087/cardio.2018.6.10136>.
16. Neufang A., Duenschede F., Espinola-Klein C., Weisser G., Savvidis S., Poplawski A. et al. Contemporary results with the biosynthetic glutaraldehyde denatured ovine collagen graft (Omniflow II) in femoropopliteal position. *J Vasc Surg.* 2020;71(5):1630–1643. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2019.08.234>.
17. Socrate A.M., Spampinato B., Zuccon G., Ferraris M., Costantini A., Piffaretti G. Outcomes of biosynthetic vascular graft for infrainguinal femoro-popliteal and femoro-distal revascularization. *J Cardiovasc Surg (Torino).* 2021;62(4):369–376. <https://doi.org/10.23736/S0021-9509.21.11769-0>.
18. Selçuk I., Güven B.B. Aneurysmal degeneration in the Omniflow II biosynthetic vascular graft. *Cardiovasc J Afr.* 2022;33:1–4. Available at: <http://www.cvja.co.za/onlinefirst/DOI-10-5830-CVJA-2022-004.pdf>.
19. Ambler G.K., Twine C.P. Graft type for femoro-popliteal bypass surgery. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018;2(2):CD001487. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd001487.pub3>.
20. Wilasrusmee C., Siribumrungwong B., Horsirimanont S., Poprom N., Jirasiritham J., Thakkinian A. Clinical results of biologic prosthesis: a systematic review and meta-analysis of comparative studies. *Ann Med Surg (Lond).* 2017;15:26–33. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2017.01.018>.

**Вклад авторов:**

Концепция и дизайн исследования – Хорев Н.Г.

Написание текста – Хорев Н.Г.

Сбор и обработка материала – Хорев Н.Г., Конькова В.О., Котов В.И.

Редактирование – Хорев Н.Г., Котов В.И.

**Contribution of authors:**

Study concept and design – Nikolai G. Khorev

Text development – Nikolai G. Khorev

Collection and processing of material – Nikolai G. Khorev, Viktoriya O. Konkova, Vladislav I. Kotov

Editing – Nikolai G. Khorev, Vladislav I. Kotov

**Информация об авторах:**

**Хорев Николай Германович**, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии, Алтайский государственный медицинский университет; 656038, Россия, Алтайский край, Барнаул, проспект Ленина, д. 40; врач – сердечно-сосудистый хирург отделения сосудистой хирургии, Клиническая больница «РЖД – Медицина» города Барнаул; 656038, Россия, Алтайский край, Барнаул, ул. Молодежная, д. 20; врач – сердечно-сосудистый хирург отделения сосудистой хирургии, Городская больница №5; 656045, Россия, Алтайский край, Барнаул, Змеиногорский тракт, д. 75; [xorev-ng@mail.ru](mailto:xorev-ng@mail.ru)

**Котов Владислав Игоревич**, врач – сердечно-сосудистый хирург отделения сосудистой хирургии, Клиническая больница «РЖД – Медицина» города Барнаул; 656038, Россия, Алтайский край, Барнаул, ул. Молодежная, д. 20; [catsaylim@yandex.ru](mailto:catsaylim@yandex.ru)

**Конькова Виктория Олеговна**, аспирант кафедры факультетской хирургии им. И.И. Неймарка с курсом хирургии дополнительного профессионального образования, Алтайский государственный медицинский университет; 656038, Россия, Алтайский край, Барнаул, проспект Ленина, д. 40; врач – сердечно-сосудистый хирург отделения сосудистой хирургии, Городская больница №5; 656045, Россия, Алтайский край, Барнаул, Змеиногорский тракт, д. 75; [viktoriya.konkova.00@mail.ru](mailto:viktoriya.konkova.00@mail.ru)

**Information about the authors:**

**Nikolai G. Khorev**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Cardiology and Cardiovascular Surgery, Altai State Medical University; 40, Lenin Ave., Barnaul, Altai Territory, 656038, Russia; Cardiovascular Surgeon of the Department of Vascular Surgery, Clinical Hospital “Russian Railways-Medicine” of the City of Barnaul; 20, Molodezhnaya St., Barnaul, Altai Territory, 656038, Russia; Cardiovascular Surgeon of the Department of Vascular Surgery, City Hospital No. 5; 75, Zmeinogorsky Tract, Barnaul, Altai Territory, 656045, Russia; [xorev-ng@mail.ru](mailto:xorev-ng@mail.ru)

**Vladislav I. Kotov**, Cardiovascular Surgeon of the Department of Vascular Surgery, Clinical Hospital “Russian Railways-Medicine” of the City of Barnaul; 20, Molodezhnaya St., Barnaul, Altai Territory, 656038, Russia; [catsaylim@yandex.ru](mailto:catsaylim@yandex.ru)

**Viktoriya O. Konkova**, Postgraduate Student of the Department of Faculty Surgery named after I.I. Neymark with a Course of Surgery of Additional Professional Education, Altai State Medical University; 40, Lenin Ave., Barnaul, Altai Territory, 656038, Russia; Cardiovascular Surgeon of the Department of Vascular Surgery, City Hospital No. 5; 75, Zmeinogorsky Tract, Barnaul, Altai Territory, 656045, Russia; [viktoriya.konkova.00@mail.ru](mailto:viktoriya.konkova.00@mail.ru)