

DOI: 10.56871/RBR.2024.67.22.002

УДК 616.13-004.6-005.4+617.58-005+616-089.811

ПЕРЕКРЕСТНЫЙ АУТОВЕНОЗНЫЙ ШУНТ — РЕКОНСТРУКЦИЯ РЕЗЕРВА У ПАЦИЕНТОВ С ВЫСОКИМ РИСКОМ АМПУТАЦИИ И НЕВЫСОКОЙ ОЖИДАЕМОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬЮ ЖИЗНИ ИЛИ АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦИОННЫМ ОПЕРАЦИЯМ?

© Алексей Геннадьевич Борисов¹, Алиса Владимировна Ахмадзас¹, Кирилл Александрович Ахмадзас¹, Никита Николаевич Груздев¹, Виталий Борисович Кожевников^{1, 3}, Арshed Ахмад Кучай¹, Александр Николаевич Липин^{1, 2}, Антон Георгиевич Орлов¹, Софья Эдуардовна Пак³, Роман Сергеевич Соболев¹, Янис Павлович Эминов¹, Ирина Михайловна Хохлова¹

¹Городская больница № 14. 198099, г. Санкт-Петербург, ул. Косинова, 19/9

²Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова. 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6

³Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова. 191015, г. Санкт-Петербург, ул. Кирочная, 41

Контактная информация: Алексей Геннадьевич Борисов — врач сердечно-сосудистый хирург. E-mail: borisov_spb@yahoo.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3900-2652> SPIN: 8049-4107

Для цитирования: Борисов А.Г., Ахмадзас А.В., Ахмадзас К.А., Груздев Н.Н., Кожевников В.Б., Кучай А.А., Липин А.Н., Орлов А.Г., Пак С.Э., Соболев Р.С., Эминов Я.П., Хохлова И.М. Перекрестный аутовенозный шунт — реконструкция резерва у пациентов с высоким риском ампутации и невысокой ожидаемой продолжительностью жизни или альтернатива традиционным операциям? // Российские биомедицинские исследования. 2024. Т. 9. № 3. С. 15–20. DOI: <https://doi.org/10.56871/RBR.2024.67.22.002>

Поступила: 24.06.2024

Одобрена: 02.08.2024

Принята к печати: 16.09.2024

Резюме. Введение. Критическая ишемия нижних конечностей — крайне тяжелое проявление заболеваний периферических артерий, сопровождающееся высоким уровнем инвалидизации и летальности. **Цель исследования** — оценить ранние (осложнения и неблагоприятные события) и отдаленные (проходимость, сохранение конечности, выживаемость) результаты у пациентов с критической ишемией нижней конечности, которым были выполнены перекрестные аутовенозные шунтирующие операции. **Материалы и методы исследования.** Проведен ретроспективный анализ ранних и отдаленных результатов наблюдения 28 пациентов, перенесших перекрестные шунтирования, проведенных в 2017–2023 гг. 100% шунтирующих операций выполнены аутовенозным материалом. Пациенты коморбидны (ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертензия, дислипидемия, инфаркт миокарда в анамнезе, острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе, нарушения ритма сердца, сахарный диабет, хроническая обструктивная болезнь легких, анемия, ожирение). Период наблюдения — 12 месяцев. **Результаты.** Ранние послеоперационные осложнения: 14,3% — раневые осложнения, 3,6% — кровотечения, 7,2% — тромбоз шунта, 3,6% — острое нарушение мозгового кровообращения, 17,9% — высокая ампутация конечности (в 4 из 5 наблюдений реваскуляризация была выполнена с целью снижения уровня ампутации), 3,6% — летальный исход. Результаты через 12 месяцев: проходимость шунта — 82,1%, сохранение конечности — 71,4%, выживаемость — 89,3%. Наблюдений, при которых развилась критическая ишемия здоровой нижней конечности, не выявлено. **Заключение.** Перекрестное аутовенозное шунтирование может рассматриваться сосудистым хирургом и как операция резерва при повторных реконструктивных вмешательствах на артериях нижних конечностей, и как альтернатива традиционным анатомическим реконструкциям. Данное исследование демонстрирует низкую частоту осложнений и хорошую отдаленную проходимость таких реконструкций.

Ключевые слова: атеросклероз, критическая ишемия нижней конечности, экстраанатомическое шунтирование, аутовенозное шунтирование

EXTRAANATOMIC CROSSOVER AUTOVENOUS BYPASS — RECONSTRUCTION OF THE RESERVE IN PATIENTS WITH A HIGH RISK OF AMPUTATION AND LOW LIFE EXPECTANCY OR AN ALTERNATIVE TO TRADITIONAL TREATMENT?

© Alexey G. Borisov¹, Alisa V. Atmadzas¹, Kirill A. Atmadzas¹, Nikita N. Gruzdev¹, Vitaliy B. Kozhevnikov^{1,3}, Arshed A. Kuchay¹, Aleksandr N. Lipin^{1,2}, Anton G. Orlov¹, Sofya E. Pak³, Roman S. Sobolev¹, Yanis P. Eminov¹, Irina M. Khokhlova¹

¹Limb Salvage Center, City Hospital No. 14. 19/9 Kosinov str., Saint Petersburg 198099 Russian Federation

²Military Medical Academy named after S.M. Kirov. 6 Akademicheskaya Lebedev str., Saint Petersburg 194044 Russian Federation

³North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov. 41 Kirochnaya str., Saint Petersburg 191015 Russian Federation

Contact information: Alexey G. Borisov — Cardiovascular Surgeon. E-mail: borisov_spb@yahoo.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3900-2652>
SPIN: 8049-4107

For citation: Borisov AG, Atmadzas AV, Atmadzas KA, Gruzdev NN, Kozhevnikov VB, Kuchay AA, Lipin AN, Orlov AG, Pak SE, Sobolev RS, Eminov YaP, Khokhlova IM. Extraanatomic crossover autovenous bypass — reconstruction of the reserve in patients with a high risk of amputation and low life expectancy or an alternative to traditional treatment? Russian Biomedical Research. 2024;9(3):15–20.

DOI: <https://doi.org/10.56871/RBR.2024.67.22.002>

Received: 24.06.2024

Revised: 02.08.2024

Accepted: 16.09.2024

Abstract. Introduction. Critical limb threatening ischemia is worst peripheral artery disease with high percent of morbidity and disability. **Purpose of the study** — to evaluate early (complications and major adverse events) and long-term (patency, limb salvage, survival) outcomes in patients with chronic limb threatening ischemia who underwent crossover autovenous bypass surgery. **Material and method.** A retrospective analysis of the early and long-term results of observation of 28 patients who underwent cross-bypass surgery performed in 2017–2023 was carried out. 100% of bypass operations were performed with autovenous material. High comorbidity (coronary artery disease, arterial hypertension, dyslipidemia, history of myocardial infarction, history of acute stroke, cardiac arrhythmias, diabetes mellitus, obstructive bronchitis, anemia, obesity). Follow-up is 12 months. **Results.** Early postoperative complications were: 14.3% — wound complications, 3.6% — bleeding, 7.2% — bypass thrombosis, 3.6% — acute cerebrovascular disturbance, 17.9% — high limb amputation (in 4 of 5 observations, revascularization was performed to reduce the level of amputation), 3.6% — death. Results after 12 months were: bypass patency — 82.1%, limb salvage — 71.4%, survival — 89.3%. There were no cases in which critical ischemia of the healthy lower limb developed. **Conclusion.** Crossover autovenous bypass can be considered by a vascular surgeon both as a reserve option for redo-surgery on the arteries of the lower extremities and as an alternative to traditional anatomical reconstructions. This study demonstrates the low complication rate and good long-term patency of this reconstructions.

Keywords: atherosclerosis, chronic limb threatening ischemia, extraanatomic bypass, autogenous vein bypass

ВВЕДЕНИЕ

Критическая ишемия нижних конечностей (КИНК, в современной иностранной литературе чаще встречается термин Chronic limb threatening ischemia) — крайне тяжелое проявление заболеваний периферических артерий. В связи с неблагоприятным прогнозом (согласно данным литературы, смертность и высокая ампутация в течение года от манифестации заболевания составили 22%, а в отдаленном периоде — совсем неутешительные результаты: высокая ампутация конечности в течение 4 лет составляет до 67,3%, риск смерти пациентов в течение 4 лет — до 63,5%), это состояние выделено исследователями и клиницистами в отдельную нозологию [1]. При КИНК у пациентов часто встречаются мно-

гоуровневые поражения артерий нижних конечностей, в том числе с пролонгированной окклюзией подвздошных артерий [1, 2]. Абсолютное большинство пациентов с КИНК полиморбидны и, помимо мультифокального атеросклероза, имеют сопутствующие заболевания органов сердечно-сосудистой, дыхательной, эндокринной систем, часто встречаются онкологические заболевания [1, 2, 10]. В большинстве исследований при окклюзии подвздошных артерий рекомендуется выполнение анатомических реконструкций — баллонной ангиопластики с/без стентирования подвздошных артерий, аорто/подвздошно-бедренное шунтирование [1–5, 11, 12]. Но эндоваскулярная опция в лечении пациентов с многоуровневым поражением не всегда доступна ввиду выраженного кальциноза и пролонгированной окклюзии артериального



русла. А открытая анатомическая реваскуляризация зачастую сопряжена с высокими рисками неблагоприятных последствий и большой продолжительностью вмешательства, особенно у пациентов с ранее перенесенными реконструкциями в этой зоне. Также факторами, требующими настороженности к выполнению анатомических реконструкций, могут являться наличие обширного рубцового процесса в области операции, наличие возможного инфекционного очага и синтетического протеза в области будущей реконструкции, возможную ранее выполненную перевязку нативных артерий. В связи с коморбидностью и высоким периоперационным риском даже в исследованиях, рекомендующих анатомическую реконструкцию в аорто-подвздошном сегменте, сохраняется и рекомендуется возможность экстраанатомического шунтирования для пациентов этой группы [1–5, 13, 14]. Существуют также исследования, в которых предлагают перекрестные шунтирующие операции как первичные при унилатеральной окклюзии подвздошных артерий [6–8, 15], в том числе при перемежающей хромоте [9, 16].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить ранние (осложнения и неблагоприятные события) и отдаленные (проходимость, сохранение конечности, выживаемость) результаты у пациентов с критической ишемией нижней конечности, которым были выполнены перекрестные шунтирующие операции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен ретроспективный анализ ранних и отдаленных результатов наблюдения 28 пациентов, перенесших перекрестные шунтирования, выполненных в 2017–2023 гг. в СПбГБУЗ «Городская больница № 14».

Исследование выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики и принципами Хельсинкской декларации. От всех пациентов до включения в исследование было получено письменное информированное согласие.

Критерии включения: пациенты, которым с целью лечения КИНК было выполнено экстраанатомическое (перекрестное) шунтирование аутологичной веной с целью обхода окклюзии подвздошных артерий (100% пациентов — с трофическими дефектами ишемического генеза).

Критерии исключения: пациенты, связь с которыми была потеряна непосредственно после выписки из стационара.

Характеристика группы: средний возраст — 63,9 лет. Женщины — 3 (10,7%), мужчины — 25 (89,3%).

Средний период госпитализации — 41 день, что было обусловлено необходимостью лечения трофических изменений на страдающей КИНК нижней конечности.

Сопутствующая патология: ишемическая болезнь сердца (ИБС) (100%), артериальная гипертензия (95,7%), дислипидемия (80,4%), инфаркт миокарда в анамнезе (28,6%), острое

нарушение мозгового кровообращения в анамнезе (25%), нарушения ритма сердца (50%), сахарный диабет (25%), хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) (78,2%), анемия (42,9%), ожирение (42,9%).

Полноценная перфузия двух нижних конечностей у этих пациентов была обеспечена в большинстве случаев за счет проходимых (без гемодинамически значимых стенозов) подвздошных артерий на конечности-доноре артерии притока, которая на момент исследования не имела симптомов заболевания периферических артерий, либо анамнестически были указания на легкую степень перемежающей хромоты (безболевая ходьба на дистанцию 100 метров и более). В одном наблюдении (3,6%) была использована проходимая бранша аорто-бедренного бифуркационного шунта, в одном (3,6%) наблюдении с целью перфузии двух конечностей из одного просвета подвздошных артерий была превентивно выполнена баллонная ангиопластика подвздошных артерий на здоровой конечности при наличии указания о перевязке подвздошных артерий конечности, страдающей КИНК.

Уровень проксимального анастомоза (артерия притока для шунта), N (%) — общая бедренная артерия — 23 (82,1%), глубокая бедренная артерия — 2 (7,1%), поверхностная бедренная артерия — 2 (7,1%), функционирующая бранша аорто-бедренного бифуркационного шунта — 1 (3,6%). Уровень дистального анастомоза (артерия оттока для шунта), N (%) — контралатеральная общая бедренная артерия — 6 (21,4%), контралатеральная глубокая бедренная артерия — 12 (42,8%), контралатеральная поверхностная бедренная артерия — 4 (14,3%), контралатеральная подколенная артерия — 3 (10,7%), контралатеральная задняя большеберцовая артерия — 1 (3,6%), контралатеральная передняя большеберцовая артерия — 1 (3,6%), контралатеральный бедренно-подколенный шунт — 2 (7,1%).

15 пациентам (53,6%) в анамнезе были выполнены вмешательства на артериях нижней конечности, страдающей КИНК, из них 10 (35,7% общей группы) — аорто-бедренные бифуркационные или линейные шунтирования синтетическим протезом.

100% шунтирующих операций были выполнены аутовеной. В 8 случаях (28,6%) использована методика вены *in situ*, в остальных 20 (71,4%) — реверсированной веной. Использованный аутовенозный материал: 21 (75%) — ствол большой подкожной вены конечности, страдающей КИНК, 4 (14,3%) — малая подкожная вена, 2 (7,1%) — ствол большой подкожной вены контралатеральной нижней конечности.

13 пациентам (46,4%) в течение госпитализации потребовалось выполнение некрэктомии или малых ампутаций. Особенностью данной группы пациентов стала высокая частота «несохраняемых» стоп — в 4 случаях (14,3%) в силу отсутствия возможности сохранения опороспособной стопы или высокого риска развития сепсиса (решение было принято консилиумом, состоящим из мультидисциплинарной группы специалистов) перекрестная шунтирующая операция была выполнена с целью снижения уровня ампутации.

Таким образом, выполнение ампутации на уровне голени в таких наблюдениях являлось успехом оперативного вмешательства (в 100% случаев достигнут технический успех — удалось заживить раны культи голени первичным натяжением). Клинический пример такой стопы представлен на рисунке 1.

Предоперационное обследование: поиск аутовенозного материала осуществлялся сонографически, оценка стеноокклю-

зирующего поражения артерий и выбор метода оперативного вмешательства осуществлялся по данным прямой субтракционной ангиографии и/или компьютерной томографии с ангиоконтрастированием.

Послеоперационная терапия: в течение трех суток — низкомолекулярные гепарины (эноксапарин) подкожно в профилактической дозе, далее — ацетилсалициловая кислота 100 мг + ривароксабан 5 мг в сутки внутрь пожизненно.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Осложнения и нежелательные последствия, выявленные в раннем послеоперационном периоде (в течение 30 суток), представлены в таблице 1.

Отдаленные результаты (оценивались через 12 месяцев) демонстрируют, что перекрестные шунты имеют хорошие показатели проходимости в отдаленном периоде. После выписки из стационара, в течение года наблюдения выявлена всего одна окклюзия шунта (табл. 2).

Показаны удовлетворительные показатели отдаленной проходимости, сохранения конечности, выживаемости после выполнения экстраанатомических шунтирований, свидетельствующие об их эффективности. Следует отметить, что в ходе исследования не зарегистрировано ни одного случая развития критической ишемии или ампутации нижней конечности, со стороны которой выполнялся приводящий анастомоз шунта (здоровой конечности, конечности-донора) — фактор, который чаще всего вызывает боязнь перекрестных реконструкций у сосудистых хирургов.

ВЫВОДЫ

1. Перекрестное аутовенозное шунтирование может рассматриваться сосудистым хирургом как операция резерва при повторных реконструктивных вмешательствах на артериях нижних конечностей или как альтернатива традиционным анатомическим реконструкциям.

2. Данное исследование демонстрирует низкую частоту осложнений и хорошую отдаленную проходимость таких реконструкций.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных.



Рис. 1. Пример стопы, требующей ампутации. Пациент К., 53 лет, поступил с влажной гангреной дистальных отделов левой стопы; при поступлении выполнена санация некротического очага, возможность сохранения опороспособной стопы потеряна (глубокий и обширный некроз тканей, оголение суставных поверхностей таранной и пяточной костей). Спустя 6 суток после резекции стопы выполнена реваскуляризирующая операция. На фото представлена рана стопы в первые сутки после реваскуляризации. В представленном клиническом случае пациенту удалось сохранить коленный сустав

Fig. 1. An example of a foot requiring amputation. Patient K., 53 years old, admitted with wet gangrene of the distal parts of the left foot; at the time of admission, sanitation of the necrotic lesion was performed, the possibility of preserving a weight-bearing foot was lost (deep and extensive tissue necrosis, exposure of the articular surfaces of the talus and calcaneus). 6 days after foot resection, revascularization surgery was performed. The photo shows a foot wound on the first day after revascularization. In the presented clinical case, the patient managed to save his knee joint

Таблица 1

Ранние послеоперационные осложнения

Table 1

Early postoperative complications

Осложнение/неблагоприятное событие / Complication/adverse event	Число наблюдений / Number of observations	%
Раневые осложнения (лимфоррея, нагноение раны, гематома) / Wound complications (lymphorrhea, wound suppuration, hematoma)	4	14,3
Большие кровотечения / Major bleeding	1	3,6
Тромбоз шунта / Shunt thrombosis	2	7,2
Острое нарушение мозгового кровообращения / Acute cerebrovascular accident	1	3,6
Инфаркт миокарда / Myocardial infarction	0	0
Тромбоэмболия легочной артерии / Pulmonary embolism	0	0
Высокая ампутация нижней конечности, страдающей критической ишемией, из них — случаи, при которых показанием к шунтирующей операции служило снижение уровня высокой ампутации / High amputation of the lower limb suffering from critical ischemia, including cases in which the indication for bypass surgery was to reduce the level of high amputation	5	17,9
	4	14,3
Высокая ампутация нижней конечности, со стороны которой формировался приводящий анастомоз, не страдающей критической ишемией / High amputation of the lower limb, from which the adducting anastomosis was formed, not suffering from critical ischemia	0	0
Летальный исход / Death	1	3,6

Таблица 2

Отдаленные результаты через 12 месяцев

Table 2

Long term results after 12 months

Фактор / Factor	Число наблюдений / Number of observations	%
Проходимость шунта / Shunt patency	22	82,1
Сохранение конечности, к которой была выполнена шунтирующая операция от контралатеральной нижней конечности / Preservation of the limb to which bypass surgery was performed from the contralateral lower limb	20	71,4
Сохранение контралатеральной нижней конечности (из числа пациентов, достигнувших периода наблюдения) / Preservation of the contralateral lower limb (among patients who reached the follow-up period)	25	100
Выживаемость / Survival	25	89,3

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Conte M.S., Bradbury A.W., Kolh P. et al. Global vascular guidelines on the management of chronic limb-threatening ischemia. J Vasc Surg. 2019;69(6S):3S–125S.e40. DOI: 10.1016/j.jvs.2019.02.016.
2. Fitridge R., Chuter V., Mills J. et al. The intersocietal IWGDF, ESVS, SVS guidelines on peripheral artery disease in people with diabetes

- and a foot ulcer. *Diabetes Metab Res Rev.* 2024;40(3):e3686. DOI: 10.1002/dmrr.3686.
3. Nordanstig J., Behrendt C.A., Baumgartner I. et al. Editor's Choice — European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2024 Clinical Practice Guidelines on the Management of Asymptomatic Lower Limb Peripheral Arterial Disease and Intermittent Claudication. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2024;67(1):9–96. DOI: 10.1016/j.ejvs.2023.08.067.
 4. Indes J.E., Pfaff M.J., Farrokhhyar F. et al. Clinical outcomes of 5358 patients undergoing direct open bypass or endovascular treatment for aortoiliac occlusive disease: a systematic review and metaanalysis. *J Endovasc Ther.* 2013;20:443–455. DOI: 10.1583/13-4242.1.
 5. Chiu K.W., Davies R.S., Nightingale P.G., Bradbury A.W., Adam D.J. Review of direct anatomical open surgical management of atherosclerotic aorto-iliac occlusive disease. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2010;39:460–471. DOI: 10.1016/j.ejvs.2009.12.014.
 6. Testini M., Todisco C., Greco L. et al. Femoro-femoral graft after unilateral obstruction of aorto-bifemoral bypass. *Minerva Cardioangiol.* 1998;46(1–2):15–19.
 7. Ricco J.B., Probst H. Long-term results of a multicenter randomized study on direct versus crossover bypass for unilateral iliac artery occlusive disease. *J Vasc Surg.* 2008;47(1):45–53. DOI: 10.1016/j.jvs.2007.08.050.
 8. Pai M., Handa A., Hands L., Collin J. Femoro-femoral arterial bypass is an effective and durable treatment for symptomatic unilateral iliac artery occlusion. *Ann R Coll Surg Engl.* 2003;85(2):88–90. DOI: 10.1308/003588403321219830.
 9. Capoccia L., Riambau V., da Rocha M. Is femorofemoral crossover bypass an option in claudication? *Ann Vasc Surg.* 2010;24(6):828–832. DOI: 10.1016/j.avsg.2010.03.021.
 10. Kuchay A.A., Lipin A.N., Gruzdev N.N., Borisov A.G., Kashapov I.S. Critical limb threatening ischemia and its management. *Russian Biomedical Research.* 2024;9(1):33–46. DOI: 10.56871/RBR.2024.68.81.005. (In Russian).
 11. Kuchay A.A., Lipin A.N. et al. The hybrid surgery concepts for atherosclerotic lesions of lower limb arteries. *Atherosclerosis and dyslipidemias.* 2023;3(52):37–43. (In Russian).
 12. Kuchay A.A., Lipin A.N., Gruzdev N.N. et al. Lower extremity peripheral artery disease: contemporary epidemiology, management and future trends (a scientific statement). *Russian Biomedical Research.* 2023;8(4):54–64. (In Russian).
 13. Kuchay A.A., Lipin A.N., Karelina N.R., Artyukh L.Yu. Revascularization of lower limb based on the angiosome concept with early local flap reconstruction (a case report). *Forcipe.* 2022;5(4):29–35. (In Russian).
 14. Kuchay A.A., Lipin A.N., Karelina N.R. et al. Revascularization in extended occlusions of the superficial part of the femoral artery and multi-storey lesions of the arteries of the lower extremity. *Forcipe.* 2022;5(3):4–14. (In Russian).
 15. Kurianov P., Lipin A., Antropov A. et al. Popliteal artery angioplasty for chronic total occlusions with versus without the distal landing zone. *Annals of vascular surgery.* 2020;62(68):417–25. (In Russian).
 16. Kuchay A.A., Lipin A.N., Antropov A.V. et al. Treatment of multilevel lesions of arteries in lower extremities in cases of CLTI. *Medical Alliance.* 2022;10(S3):187–9. EDN: IWSMIP. (In Russian).