

Ваганов А.Г.¹, Кузнецов М.Р.², Лисицкий Д.А.¹, Гавриленко А.В.^{2,3}

РАЦИОНАЛЬНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ДИСТАЛЬНОЙ ГИБРИДНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ АРТЕРИЙ ГОЛЕНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ АТЕРОКАЛЬЦИНОЗА

¹ГБУЗ г. Москвы «Городская клиническая больница № 29 им. Н.Э. Баумана Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Россия

²ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

³ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. академика Б.В. Петровского», Москва, Россия

Цель исследования — определение показаний к дистальной гибридной реконструкции артерий голени на основе изучения выраженности атерокальциноза артерий голени. **Материал и методы.** В проспективном контролируемом нерандомизированном исследовании приняли участие 28 человек, страдающих критической ишемией нижних конечностей (КИНК), оперированных в объеме гибридной артериальной реконструкции в отделении сосудистой хирургии ГКБ № 29. Все пациенты были разделены на две группы. Первую группу ($n = 14$) составили пациенты, которым проводилось восстановление магистрального кровотока на уровне подвздошно-бедренного артериального сегмента гибридным методом. В группу контроля (вторая группа, $n = 14$) вошли пациенты, которым выполнена одномоментная проксимальная и дистальная гибридная операция, обеспечивающая магистральный кровоток по «ключевой» артерии голени. Всем пациентам интраоперационно проводилась внутрисосудистая лазерная фотолуминесцентная спектроскопия по авторской методике. Полученные в результате эндактерэктомии бляшки подвергались масс-спектрометрии с определением уровня кальция в них. В дальнейшем оценивалась корреляция между интенсивностью люминисценции кальция в бляшках, его концентрацией и результатами послеоперационного периода. Для статистической обработки данных при сравнении групп исследования было использовано программное обеспечение SPSS Statistics 17.0. **Результаты.** Выявлена сильная положительная корреляционная связь амплитуды люминисценции на частоте 380 нм с количественным содержанием кальция в структуре бляшки, которое было определено при масс-спектрометрии ($r = 0,85$; при $p < 0,001$). Во 2-й группе у 2 пациентов выполнить реваскуляризацию в «ключевой» артерии не удалось из-за выраженности атерокальциноза. У пациентов интенсивность свечения составила $4,01 \pm 0,11 \times 10^5$. У представителей 1-й группы тромботических осложнений зафиксировано не было, во 2-й группе зафиксировано 3 таких случая, средняя интенсивность сигнала при этом составила $2,18 \pm 0,11 \times 10^5$ фотон, что достоверно отличается как от случаев технически неуспешной реваскуляризации артерий голени ($p < 0,05$), так и от случаев с неосложненным послеоперационным периодом в данной группе ($p < 0,001$). В раннем послеоперационном периоде в обеих группах не отмечалось развития кровотечений, формирования паравазальных гематом. При оценке среднего койко-дня, объема интраоперационной кровопотери данные величины в группах оказались сопоставимы. **Заключение.** Метод интраоперационной люминесцентной спектроскопии является действенным способом определения целесообразности дистальной гибридной реконструкции в условиях отсутствия гемодинамически значимого поражения глубокой артерии бедра.

Ключевые слова: гибридные реконструкции; атерокальциноз артерий нижних конечностей; ангиосомная теория; критическая ишемия нижних конечностей; люминесцентная спектроскопия.

Для цитирования: Ваганов А.Г., Кузнецов М.Р., Лисицкий Д.А., Гавриленко А.В. Рациональность проведения дистальной гибридной реконструкции артерий голени в зависимости от степени атерокальциноза. *Клиническая медицина*. 2024;102(11–12): 888–893. DOI: <http://dx.doi.org/10.30629/0023-2149-2024-102-11-12-888-893>

Для корреспонденции: Ваганов Алексей Геннадьевич — e-mail: aleksejvaganov4@gmail.com

Alexey G. Vaganov¹, Maxim R. Kuznetsov², Dmitry A. Lisitsky¹, Alexander V. Gavrilenko^{2,3}

RATIONALE FOR PERFORMING DISTAL HYBRID RECONSTRUCTION OF THE LOWER LEG ARTERIES DEPENDING ON THE DEGREE OF ATHEROCALCINOSIS

¹City Clinical Hospital No. 29 named after N.E. Bauman, Moscow, Russia

²I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russia (Sechenov University), Moscow, Russia

³Russian Scientific Center of Surgery named after Academician B.V. Petrovsky, Moscow, Russia

Objective of the study. To determine the indications for distal hybrid reconstruction of the lower leg arteries based on the severity of atherocalcinos in the lower leg arteries. **Material and methods.** A prospective controlled non-randomized study involved 28 patients suffering from critical limb ischemia (CLI) who underwent hybrid arterial reconstruction at the vascular surgery department of CCH No. 29. All patients were divided into two groups. The first group ($n = 14$) consisted of patients who underwent restoration of the main blood flow at the level of the iliac-femoral arterial segment using a hybrid method. The control group (second group, $n = 14$) included patients who underwent simultaneous proximal and distal hybrid surgery, ensuring main blood flow through the “key” artery of the lower leg. Intraoperatively, all patients underwent intravascular laser photoluminescence spectroscopy using an authorial method. The plaques obtained from endarterectomy were subjected to mass spectrometry to determine their calcium content. Subsequently, the correlation between the intensity of calcium luminescence in the plaques, its concentration, and postoperative outcomes was assessed. Statistical analysis was performed using SPSS Statistics 17.0 software. **Results.** A strong positive correlation was found between the amplitude of luminescence at a frequency of 380 nm and the quantitative calcium content in the plaque structure determined by mass spectrometry ($r = 0.85$; $p < 0.001$). In the second group, revascularization in the “key” artery could not be performed in 2 patients due to severe atherocalcinos. In these patients, luminescence intensity was measured at $4.01 \pm 0.11 \times 10^5$. No thrombotic complications were recorded in the first group, while three cases were observed in the second group, with an average signal intensity of $2.18 \pm 0.11 \times 10^5$

*photons, which significantly differed from both technically unsuccessful revascularization cases in the lower leg arteries ($p < 0.05$) and from cases with an uncomplicated postoperative period in this group ($p < 0.001$). In the early postoperative period, no bleeding or formation of perivascular hematomas were observed in either group. When assessing the average length of hospital stay and intraoperative blood loss, these parameters were comparable between groups. **Conclusion.** The method of intraoperative luminescent spectroscopy is an effective way to determine the feasibility of distal hybrid reconstruction in the absence of hemodynamically significant lesions of the profunda femoris artery.*

Key words: *hybrid reconstructions; atherocalcinosis of lower leg arteries; angiosome theory; critical limb ischemia; luminescent spectroscopy.*

For citation: Vaganov A.G., Kuznetsov M.R., Lisitsky D.A., Gavrilenko A.V. Rationale for performing distal hybrid reconstruction of the lower leg arteries depending on the degree of atherocalcinosis. *Klinicheskaya meditsina*. 2024;102(11–12):888–893.
DOI: <http://dx.doi.org/10.30629/0023-2149-2024-102-11-12-888-893>

For correspondence: Alexey G. Vaganov — e-mail: aleksejvaganov4@gmail.com

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

Received 05.06.2024

Accepted 18.06.2024

Гибридная хирургия артерий нижних конечностей сочетает в себе открытую и эндоваскулярную реконструкцию, поэтому четкое определение показаний и стандартизированный отбор пациентов к данному методу хирургического лечения является залогом его максимальной эффективности [1]. Общеизвестно, что тяжесть критической ишемии нижних конечностей коррелирует с выраженностью стеноза, протяженностью поражения, состоянием сосудистой стенки и степенью кальцификации бляшек, количеством пораженных артериальных сегментов конечности [2, 3]. Ключевым фактором также является степень развития коллатерального кровообращения. Малоинвазивность дистальных гибридных вмешательств на артериях нижних конечностей определяется использованием рентгенэндоваскулярных технологий. Однако для артерий голени эффективность баллонной ангиопластики (БАП) не превышает 10–40% [4]. Причинами столь неудовлетворительных результатов эндоваскулярных вмешательств на артериях голени являются травмирующие механизмы, заложенные в технике БАП, основанные на эффекте растяжения. Однако, несмотря на высокий процент ранних тромбозов и рестенозов артерий голени, зачастую наступающих уже через 3 мес. после операции, положительной стороной рентгенэндоваскулярных методов лечения является возможность их многократного повторения, а также реализуемость перехода на открытое вмешательство в случае необходимости [5, 6].

Одним из лимитирующих факторов применения данных методов является степень кальцификации артерий голени, которая определяет степень ригидности сосудистой стенки [7]. В случае значительного накопления кальция в сосудистой стенке резко повышается вероятность гесол-эффекта, смысл которого заключается в отрицательном ремоделировании сосудистой стенки со сдавлением ранее установленного стента и реокклюзией артерии после эндоваскулярного вмешательства [8]. Важно отметить, что «ключевая» артерия, требующая реваскуляризации, по применяемой в настоящее время в качестве тактической основы ангиосомной концепции, как правило, является самой пораженной из всех артерий голени, поэтому реваскуляризация в ней не всегда тех-

нически выполнима либо сопряжена с высокой степенью ранних послеоперационных осложнений [9–11]. Поэтому принципиально важно понимание рациональности проведения дистальной гибридной реконструкции, основанной на тяжести атеросклеротического поражения артерий голени, и степени развития коллатерального кровообращения в подколенно-берцовом сегменте.

Цель исследования: определение показаний к дистальной гибридной реконструкции на основе изучения выраженности атерокальциноза артерий голени.

Материал и методы

В проспективном контролируемом нерандомизированном исследовании приняли участие 28 чел., страдающих критической ишемией нижних конечностей (КИНК), которым в отделении сосудистой хирургии ГКБ №29 проведена гибридная артериальная реконструкция. Все пациенты были разделены на две группы. Первую группу ($n = 14$) составили пациенты, которым проводилось восстановление магистрального кровотока на уровне подвздошно-бедренного артериального сегмента гибридным методом (так называемые проксимальные гибридные реконструкции, включающие эндоваскулярную коррекцию русла подвздошных артерий и открытое хирургическое вмешательство на бедренных артериях). Вторую группу (группу контроля, $n = 14$) составили пациенты, которым выполнена одномоментная проксимальная и дистальная гибридная операция, обеспечивающая магистральный кровоток по «ключевой» артерии голени: бедренно-подколенное шунтирование (БПШ) в сочетании с реканализацией и БАП артерий голени, дополненной БАП со стентированием подвздошной артерии.

Критерии включения: 1. Хроническая артериальная ишемия (ХАИ) IV стадии с трофическими язвами либо сухой гангреной, ограниченной пальцами стопы. 2. Отсутствие гемодинамически значимых поражений глубокой артерии бедра. 3. Кальциноз стенок артерий, подтвержденный данными КТ-ангиографии. 4. Сочетание окклюзионно-стенотического поражения артерий аорто-подвздошного, бедренно-подколенного и подколенно-берцового сегментов. 5. Невозможность многоуровневой открытой реконструкции либо поэтапного эндоваску-

лярного лечения по техническим или общемедицинским показаниям. 6. Отсутствие острого тромботического поражения артерий нижних конечностей.

Критерии исключения: 1. ХАИ IV стадии с сухой гангреной, не ограниченной пальцами стопы, либо с признаками влажной гангрены. 2. Выраженное поражение глубокой артерии бедра и сопряженное с ним низкое развитие коллатеральной артериальной сети на голени. 3. Отсутствие атерокальциноза по результатам КТ-ангиографии. 4. Отсутствие многоуровневого поражения артерий оперированной конечности (пациенты с сохранным магистральным кровотоком на бедре и дистальной формой артериального атеросклеротического поражения). 5. Возможность выполнения многоуровневой открытой реконструкции либо поэтапного эндоваскулярного лечения. 6. Наличие признаков острого тромботического поражения артерий нижних конечностей.

Срок наблюдения за пациентами составил 14 дней. Конечной точкой исследования явился тромбоз зоны реконструкции. Средний возраст пациентов составил $63,8 \pm 1,1$ года. Группы были сопоставимы по возрастному и половому составу, спектру сопутствующей патологии, частоте курения (табл. 1, 2).

Всем пациентам интраоперационно проводилась внутрисосудистая лазерная фотолюминесцентная спектроскопия по следующей методике. После завершения эндартерэктомии из общей бедренной артерии (ОБА), поверхностной бедренной артерии (ПБА) и устья глубокой артерии бедра (ГАБ) выполнялась ангиопластика интраоперационно смоделированной синтетической заплатой с одной или двумя браншами диаметром до 5 мм. В альтернативном варианте формировался проксимальный сосудистый анастомоз между шунтом и ОБА со

специально сформированной интраоперационно и фиксированной к нему браншей, аналогичных размеров (рис. 1, см. 4-ю стр. обложки).

В бранши заводились интродюсеры для проведения эндоваскулярного этапа реваскуляризации, а также оптоволоконный электрод, который совмещал в себе источник лазерного излучения и воспринимающее устройство для снятия сигнала люминисценции. Электрод помещался в стерильный рукав и в дальнейшем соединялся со стойкой, представленной на рис. 2 (см. 4-ю стр. обложки). В проведенном исследовании был применен метод лазер-индуцированной ультрафиолетовой фотолюминесцентной спектроскопии с использованием прибора, состоявшего из источника лазерного излучения (эксимерный лазер XeCl), миниспектрометра, который является средством регистрации этого сигнала. Доставка излучения и снятие показаний индуцированной люминисценции проводились с использованием двух кварцевых волокон, смонтированных в одном зонде, диаметром сердцевины 450 мкм. Головка зонда соединялась с внутрисосудистой насадкой, представляющей собой стержень длиной 5 см и диаметром 5–7 мм для его заведения внутрь сосуда. Накачка лазером проводилась на длине волны импульсного излучения эксимерного лазера XeCL 308 нм на протяжении 20 с. Спектр люминесценции фиксировался в диапазоне от 350 до 780 нм, с шагом 10 нм, в течение 20 с. Необходимо отметить, что каждый элемент или химическое соединение имеет уникальный спектр свечения при накачке лазером на определенной длине волны [12]. Особенностью данного метода является высокая чувствительность измерения. В данной ситуации, прежде чем приступить к сравнению амплитуды люминисценции, мы определили ее спектральную характеристику для чистого кальция, взяв за ориентир человеческий ноготь с содержанием кальция — 6000 мкг/г.

После получения спектра люминесцентного свечения для чистого кальция, а также для бляшек, где его содержание было минимальным (контроль), мы определяли длину волны, характерную для кальциевого пика люминисценции. Она соответствовала 380 нм (рис. 3, см. 4-ю стр. обложки). Полученные в результате эндартерэктомии бляшки измельчались на коллоидной мельнице с созданием раствора, который в дальнейшем подвергал

Таблица 1. Распределение больных в группах исследования по полу

Table 1. Distribution of patients in study groups by gender

Группа /Group	Мужчины Men, n (%)	Женщины Women, n (%)
1-я 1st group	12 (85,7)	2 (14,3%)*
2-я 2nd group	13 (86,7)	1 (7,1%)*

Примечание: *— $p < 0,05$.

Note: *— $p < 0,05$.

Таблица 2. Сопутствующая патология у пациентов, включенных в исследование

Table 2. Comorbidities in patients included in the study

Диагноз Diagnosis	Количество пациентов, n (%) 1-я группа Number of patients, 1st group	Количество пациентов, n (%) 2-я группа Number of patients, 2nd group	p
Гипертоническая болезнь Hypertension	10 (71,4)	11 (78,6)	0,28
Ишемическая болезнь сердца Ischemic heart disease	8 (57,1%)	8 (57,1%)	0,15
Сахарный диабет Diabetes mellitus	3 (21,4%)	4 (28,6%)	0,24
Хроническая обструктивная болезнь легких Chronic obstructive pulmonary disease	2 (14,3%)	2 (14,3%)	0,18
Цереброваскулярная болезнь Cerebrovascular disease	3 (21,4%)	3 (21,4%)	0,22
Язвенная болезнь желудка Peptic ulcer	1 (7,1%)	1 (7,1%)	0,18

ся масс-спектрометрии с источником ионов в виде индуктивно связанной плазмы (ИСП-МС) [13]. В дальнейшем проводилась корреляция между интенсивностью люминисценции кальция в бляшках и его концентрацией. Оценка пациентов, участвовавших в исследовании, проводилась по следующим критериям: результаты ближайшего послеоперационного периода, длительность второго этапа гибридной реконструкции, объем интраоперационной кровопотери, количество и разновидности послеоперационных осложнений, время их наступления, время пребывания пациентов в стационаре.

Статистический анализ полученных результатов. Для статистической обработки данных при сравнении групп исследования было использовано программное обеспечение SPSS Statistics 17.0. Результаты исследования были разнесены по шкале среднеарифметических значений (mean) $\pm$ стандартное отклонение (SD). Различия средних значений (p) в разные периоды времени в основных показателях раннего и позднего послеоперационного периода оценивали с применением парного t -критерия Стьюдента, который считали достоверным при $p < 0,05$. Для оценки различий между двумя малыми независимыми выборками использовали U -критерий Манна-Уитни. Для определения корреляционной зависимости между показателями использовали определение коэффициента корреляции Спирмена. Статистическую гетерогенность групп оценивали с помощью χ^2 -теста. При $p < 0,1$ и $I^2 > 50\%$ гетерогенность считали статистически значимой.

Результаты

При сопоставлении интенсивности люминисцентного сигнала, полученного в ходе внутрисосудистой спектроскопии, отмечается сильная положительная корреляционная связь данного показателя с количественным содержанием кальция в структуре бляшки, которое было определено при масс-спектрометрии ($r = 0,85$; $p < 0,001$). Данная зависимость продемонстрирована на рис. 4 (см. 4-ю стр. обложки). Технический успех реконструкции отмечен у всех пациентов 1-й группы.

Во второй группе исследования у 2 пациентов выполнить реваскуляризацию в «ключевой» артерии не удалось из-за выраженности ее атерокальциноза. Данным больным в срочном порядке выполнена ампутация на уровне верхней трети бедра. У пациентов интенсивность свечения составила $4,01 \pm 0,11 \times 10^5$. В случае неосложненного течения раннего послеоперационного периода у пациентов 2-й группы амплитуда внутрисосудистой люминисценции на пике кальция составила ($S = 0,51 \pm 0,15 \times 10^5$ фотон). Необходимо сказать, что приведенный уровень свечения был сопоставим с пациентами 1-й группы, у которых осложнений после операции не отмечалось ($S = 0,57 \pm 0,11 \times 10^5$ фотон, $p < 0,05$). У представителей 1-й группы тромботических осложнений зафиксировано не было, а во 2-й группе зафиксировано 3 таких случая, наступивших на 4–5-е сутки послеоперационного периода. У всех пациентов с данными осложнениями отмечалась гангрена пальцев сто-

пы, что привело к необходимости выполнения срочной ампутации на уровне верхней трети бедра. У пациентов с тромботическими осложнениями средняя амплитуда люминисценции составила ($2,18 \pm 0,11 \times 10^5$ фотон), что достоверно отличается как от случаев технически неуспешной реваскуляризации артерий голени ($p < 0,05$), так и от случаев с неосложненным послеоперационным периодом в данной группе исследования ($p < 0,001$). В группах исследования в раннем послеоперационном периоде не отмечалось развития кровотечений, формирования паравазальных гематом. Средний койко-день у пациентов 1-й группы составил $11,9 \pm 1,6$; а у пациентов 2-й — $11,4 \pm 1,2$; что является сопоставимыми значениями. Интраоперационная кровопотеря статистически не отличалась и составила в 1-й группе исследования 216 ± 14 мл, против 204 ± 20 мл у 2-й группы исследования ($p < 0,05$). Развития острых сердечно-сосудистых событий за время послеоперационного наблюдения не отмечалось. Летальных исходов не зафиксировано.

Обсуждение

При наличии многоуровневого поражения артерий нижних конечностей, включающего в себя как проксимальные, так и дистальные сегменты, в случае успешного восстановления кровотока в артериях «притока» хирургическая дилемма в выборе дальнейшей тактики заключается в необходимости реваскуляризации артерий голени. Для решения этой задачи необходима оценка, с одной стороны, степени развития коллатерального кровообращения на голени и бедре, а с другой — определения тяжести атеросклеротического поражения артерий голени и сопряженными с ней техническими сложностями. Логичными, с точки зрения хирургии, являются попытки реканализации ангиосомной артерии «любой ценой». Однако в нашем исследовании продемонстрированы случаи контрпродуктивности такого подхода. У всех оперированных пациентов отсутствовало значимое поражение ГАБ, в связи с этим при многоуровневом стено-окклюзионном поражении сформировалась хорошая система коллатералей между бедром и голенью с достаточной степенью кровоснабжения подколенно-берцового сегмента. При определении уровня кальция в структуре атеросклеротических бляшек доказана связь между его количественным содержанием в стенке сосуда и амплитудой люминисценции на частоте 380 нм. С использованием метода интраоперационной люминисцентной спектроскопии было выявлено, что при амплитуде излучения, превышающей $2,18 \pm 0,11 \times 10^5$ фотон, имеется высокий риск тромботических осложнений в послеоперационном периоде, а при уровне, равном $4,01 \pm 0,11 \times 10^5$ — техническое выполнение баллонной ангиопластики артерий голени практически невозможно. Таким образом, в случае отсутствия атеросклеротического поражения ГАБ и выраженного атерокальциноза артерии голени возможно определение показаний для изолированной проксимальной гибридной реконструкции. В данных условиях выполнение реканализации артерий голени ввиду их грубого поражения не рационально и даже контрпродуктивно.

Заключение

Метод интраоперационной люминисцентной спектроскопии является действенным способом определения целесообразности дистальной гибридной реконструкции в условиях отсутствия гемодинамически значимого поражения глубокой артерии бедра. При амплитуде внутрисосудистой аутолюминисценции $2,18 \pm 0,11 \times 10^5$ фотон и выше выполнение реваскуляризации артерий голени эндоваскулярным способом сопряжено с большим количеством осложнений, а при амплитуде в $4,01 \pm 0,11 \times 10^5$ — с большой вероятностью технически не выполнимо. Выявленные закономерности верны лишь в первом приближении и нуждаются в проверке на большей выборке пациентов, что требует проведения дальнейших исследований.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Глушков Н.И., Иванов М.А., Апресян А.Ю., Артемова А.С., Горвая А.Д., Пуздыряк П.Д. и др. Оправдано ли применение гибридных технологий при реваскуляризации аорто-подвздошно-бедренного сегмента. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2020;(8):49–54. [Glushkov N.I., Ivanov M.A., Apresyan A.Yu., Artemova A.S., Gorovaya A.D., Puzdryak P.D., etc. Is the use of hybrid technologies justified in revascularization of the aorto-iliac-femoral segment? Surgery. *The magazine named after N.I. Pirogov*. 2020;(8):49–54. (In Russian)]. DOI: 10.17116/hirurgia202008149.
2. Темрезов М.Б., Коваленко В.И., Темрезов Т.Х., Бахметьев А.С., Лойко В.С., Рудаков М.О. Гибридная хирургия в лечении пациентов с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей. *Трансляционная медицина*. 2020;7(1):33–38. [Temrezov M.B., Kovalenko V.I., Temrezov T.K., Bakhmetev A.S., Loyko V.S., Rudakov M.O. Hybrid surgery in treatment of patients with obliterating atherosclerosis of lower extremities. *Translational Medicine*. 2020;7(1):33–38. (In Russian)]. DOI: 10.18705/2311-4495-2020-7-1-33-38
3. Гавриленко А.В., Кочетков В.А., Кравченко А.А. Гибридные операции при хронической ишемии нижних конечностей. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2021;63(5):413–418. [Gavrilenko A.V., Kochetkov V.A., Kravchenko A.A. Hybrid operations in chronic lower limb ischemia. *Thoracic and cardiovascular surgery*. 2021;63(5):413–418. (In Russian)]. DOI: 10.24022/0236-2791-2021-63-5-413-418
4. Папоян С.А., Шеголев А.А., Громов Д.Г., Асатуриян К.С. Ангиопластика баллонными катетерами с лекарственным покрытием при заболеваниях артерий нижних конечностей. *РМЖ. Медицинское обозрение*. 2022;6(4):177–181. [Papoyan S.A., Shchegolev A.A., Gromov D.G., Asaturyan K.S. Drug-coated balloon angioplasty in peripheral arterial disease. *Russian Medical Journal*. 2022;6(4):177–181. (In Russian)]. DOI: 10.32364/2587-6821-2022-6-4-177-181
5. Липатов К.В., Пермяков С.В., Асатрян А.Г., Бородин А.В., Гостищев В.К. Рентгеноэндоваскулярная хирургия при критической ишемии нижних конечностей с гнойно-некротическим поражением стоп. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2017;(9):4–16. [Lipatov K.V., Permyakov S.V., Asaturyan A.G., Borodin A.V., Gostishchev V.K. Endovascular surgery for critical ischemia of lower extremities with suppurative-necrotic lesion of the feet. *Pirogov Russian journal of surgery*. 2017;(9):4–16. (In Russian)]. DOI: 10.17116/hirurgia201794-16
6. Галимов О.В., Ханов В.О., Ишметов В.Ш., Ибрагимов Т.Р. Рентгеноэндоваскулярное лечение заболеваний артерий нижних конечностей для улучшения репаративной регенерации. *Вестник Российского научного центра рентгенорадиологии Минздрава России*. 2019;19(1):19–31. [Galimov O.V., Khanov V.O., Ishmetov V.Sh., Ibragimov T.R. X-ray endovascular treatment of diseases of the arteries of the lower extremities to improve reparative regeneration. *Bulletin of the Russian scientific center of radiology of the ministry of health of the Russian Federation*. 2019;19(1):19–31. (In Russian)].
7. Петрова В.В., Смирнов Г.А., Аржелас М.Н. Роль ангиосомно-ориентированного метода эндоваскулярных реваскуляризаций в комплексном лечении синдрома диабетической стопы. Раны и раневые инфекции. *Журнал имени профессора Б.М. Костюченка*. 2020;7(1):36–45. [Petrova V.V., Smirnov G.A., Argelas M.N. The role of the angiosomal oriented method of endovascular revascularization in the complex treatment of diabetic foot syndrome. Wounds and wound infections. *The journal named after professor B.M. Kostyuchenka*. 2020;7(1):36–45. (In Russian)].
8. Янушко В.А., Климчук И.П., Мшар С.В., Кордзахия Г.Э., Роговой Н.А. Ближайшие результаты эндоваскулярного лечения облитерирующего атеросклероза артерий нижних конечностей пациентов в возрасте старше 70 лет. *Вестник Витебского государственного медицинского университета*. 2021;20(2):38–44. [Yanushko V.A., Klimchuk I.P., Mshar S.V., Kordzhakhia G.E., Rogovoy N.A. The immediate results of endovascular treatment of obliterating atherosclerosis of the arteries of the lower extremities of patients over the age of 70 years. *Bulletin of the Vitebsk state medical university*. 2021;20(2):38–44. (In Russian)].
9. Беляев А.Н., Дудоров И.И., Полькина И.С. Эффективность дистальной реваскуляризации у больных с критической ишемией нижних конечностей. *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2024;53(1):64–72. [Belyaev A.N., Dudorov I.I., Polkina I.S. The effectiveness of distal revascularization in patients with critical lower limb ischemia. *Ulyanovsk medical and biological journal*. 2024;53(1):64–72. (In Russian)]. DOI: 10.34014/2227-1848-2024-1-64-72
10. Гаибов А.Д., Нематзода О., Рахмонов Д.К., Давлатов Р.К. Эндоваскулярные методы реканализации в лечении хронической ишемии нижних конечностей: современное состояние проблемы. *Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова*. 2023;31(2):305–316. [Gaibov A.D., Nematzoda O., Rakhmonov D.K., Davletov R.K. Endovascular recanalization methods in the treatment of chronic lower limb ischemia: the current state of the problem. *The Russian medical and biological bulletin named after Academician I.P. Pavlov*. 2023;31(2):305–316. (In Russian)].
11. Малаев Д.У., Таркова А.Р., Прохорихин А.А., Мерсон Д.Л., Виноградов А.Ю., Байструков В.И., Бойков А.А., Кретов Е.И., Прымов М.В. Современное состояние проблемы эндоваскулярного лечения бедренно-подколенного сегмента. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2020;24(S3):10–17. [Malaev D.U., Tarkova A.R., Prokhorikhin A.A., Merson D.L., Vinogradov A.Yu., Baystrukov V.I., Boikov A.A., Kretov E.I., Pryamov M.V. The current state of the problem of endovascular treatment of the femoral-popliteal segment. *Pathology of blood circulation and cardiac surgery*. 2020;24(S3):10–17. (In Russian)].
12. Гусева И.А., Рогаткин Д.А., Бувалая Е.С. Анализ люминесценции в мутных биологических средах. *Альманах клинической медицины*. 2017;45(2):163–169. [Guseva I.A., Rogatkin D.A., Buvalaya E.S. Analysis of luminescence in turbid biological media. *The Almanac of clinical medicine*. 2017;45(2):163–169. (In Russian)].
13. Картасева М.А., Байков И.А., Голубев Е.М., Кононова О.Н., Левина О.В. (2004). Индуктивно связанная плазма низкого давления — источник ионов для масс-спектрометрии. *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. 2004;(13):91–98. [Kartasheva M.A., Baykov I.A., Golubev E.M., Kononova O.N., Levina O.V. (2004). Inductively coupled low-pressure plasma is an ion source for mass spectrometry. *Scientific and technical bulletin of information technologies, mechanics and optics*. 2004;(13):91–98. (In Russian)].

Поступила 05.06.2024

Принята в печать 18.06.2024

Информация об авторах

Ваганов Алексей Геннадьевич — канд. мед. наук, врач-хирург, хирургическое отделение №1, ГКБ № 29 им. Н.Э. Баумана ДЗМ, <http://orcid.org/0000-0001-8191-2551>

Кузнецов Максим Робертович — д-р мед. наук, профессор, заместитель директора, Институт кластерной онкологии им. Л.Л. Левшина, Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), <http://orcid.org/0000-0001-6926-6809>

Лисицкий Дмитрий Алексеевич — д-р мед. наук, врач сердечно-сосудистый хирург, хирургическое отделение № 1, ГКБ №2 9 им. Н.Э. Баумана ДЗМ, <http://orcid.org/0000-0003-0423-8879>

Гавриленко Александр Васильевич — академик РАН, д-р мед. наук, профессор, руководитель отделения сосудистой хирургии РНЦХ им. академика Б.В. Петровского, Институт клинической медицины им. Н.В. Склифосовского, Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), <http://orcid.org/0000-0001-7267-7369>

Information about the authors

Alexey G. Vaganov — Candidate of Medical Sciences, Surgeon, Surgical Department No. 1, City Clinical Hospital No. 29 named after N.E. Bauman, Moscow, <http://orcid.org/0000-0001-8191-2551>

Maxim R. Kuznetsov — Doctor of Medical Sciences, Professor, Deputy Director, Levshin Institute of Cluster Oncology, I.M. Sechenov First

Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), <http://orcid.org/0000-0001-6926-6809>

Dmitry A. Lisitsky — Doctor of Medical Sciences, Cardiovascular Surgeon, Surgical Department No. 1, City Clinical Hospital No. 29 named after N.E. Bauman, Moscow, <http://orcid.org/0000-0003-0003-0423-8879>

Alexander V. Gavrilenko — Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Vascular Surgery of the Russian Scientific Center of Surgery named after Academician B.V. Petrovsky, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), <http://orcid.org/0000-0001-7267-7369>