

doi: 10.25005/2074-0581-2025-27-1-155-169

## ЭНДОВАСКУЛЯРНЫЕ МЕТОДЫ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ В ЛЕЧЕНИИ ОСТРОЙ ИШЕМИИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

А.Д. ГАИБОВ<sup>1</sup>, О. НЕЪМАТЗОДА<sup>2</sup>, Д.Д. СУЛТАНОВ<sup>1</sup>, К.А. АБДУСАМАДОВ<sup>2</sup>, Ш.А. ШОХСАВОРБЕКОВ<sup>1</sup>,  
А.К. БАРАТОВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Кафедра хирургических болезней № 2 им. академика Н.У. Усманова, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино, Душанбе, Республика Таджикистан

<sup>2</sup> Республиканский научный центр сердечно-сосудистой хирургии, Душанбе, Республика Таджикистан

**Цель:** определить роль и значение эндоваскулярных методов реваскуляризации в лечении острой ишемии нижних конечностей (ОИНК) с позиции современной литературы.

**Материал и методы:** проведён литературный поиск опубликованных работ в русскоязычной и англоязычной платформах медицинской литературы, посвящённых применяемым эндоваскулярным методам при лечении ОИНК. Поиск проводился в базах данных PubMed, Google Scholar, Web of Science, Cochrane.org, CyberLeninka.ru и eLibrary.ru за последние 10 лет (кроме 1 работы 1994 года, имеющей историческое значение). Ключевыми словами при поиске литературы явились: острая ишемия нижних конечностей, эндоваскулярный тромболитизис, тромбаспирация, ангиопластика, стентирование. Среди более 3000 научных работ были выбраны и подвергнуты научному анализу 59 статей.

**Результаты:** литературные данные свидетельствуют о ежегодном росте числа выполняемых эндоваскулярных операций при лечении ОИНК. Это обусловлено не только минимальной их инвазивностью, но и возможностью более точной визуализации эмболов, тромботических масс и органических изменений сосудов, а также ангиоархитектоники поражённой конечности. С целью адекватной реваскуляризации конечности при острой ишемии рекомендуется применение эндоваскулярных технологий в изолированном или гибридном режиме в сочетании с открытыми вмешательствами. У коморбидных пациентов с ОИНК применение эндоваскулярных технологий является более оправданным, так как, наряду с реваскуляризацией конечности, позволяет провести параллельную коррекцию других сопутствующих сосудистых поражений. Более того, указанные технологии позволяют существенно снизить частоту интра- и послеоперационных осложнений, ампутиаций конечности и летальных исходов в ближайшие сроки после интервенций. Вместе с тем, в настоящее время не имеется единого консенсуса по эндоваскулярному лечению ОИНК, из-за чего разные специалисты применяют различные варианты лечения с использованием эндоваскулярных технологий. К числу недостатков и осложнений эндоваскулярных технологий относятся контраст-индуцированная нефропатия, фрагментация тромбов с эмболией дистального русла, высокий риск кровотечения при применении тромболитической терапии, а также гемолиз.

**Заключение:** в последние годы в лечении пациентов с ОИНК стали активно применяться эндоваскулярные технологии реваскуляризации, показавшие превосходные непосредственные результаты по сравнению с традиционными оперативными вмешательствами. Однако отдалённые результаты их применения в изолированном варианте или в гибридном режиме с открытыми вмешательствами при лечении ОИНК требуют дальнейшего изучения. Более того, несмотря на все преимущества этих технологий, существенного снижения частоты ампутиации конечности при поздно диагностированной ОИНК не отмечено. Имеется необходимость в дальнейшем усовершенствовании существующих методов эндоваскулярного лечения ОИНК, направленного, прежде всего, на снижение частоты ранних ретромбозов и ампутиации конечности, а также разработке альтернативных методов контрастирования сосудов без применения йодсодержащих контрастных веществ.

**Ключевые слова:** острая ишемия нижних конечностей, эндоваскулярный тромболитизис, тромбаспирация, ангиопластика, стентирование.

**Для цитирования:** Гаибов АД, Султанов ДД, Неъматзода О, Абдусаматов КА, Шохсаворбеков ША, Баратов АК. Эндоваскулярные методы реваскуляризации в лечении острой ишемии нижних конечностей: современное состояние вопроса. *Вестник Авиценны*. 2025;27(1):155-69. <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2025-27-1-155-169>

## ENDOVASCULAR REVASCLARIZATION METHODS IN THE TREATMENT OF ACUTE LOWER LIMB ISCHEMIA: THE CURRENT STATE OF KNOWLEDGE

A.D. GAIBOV<sup>1</sup>, O. NEMATZODA<sup>2</sup>, D.D. SULTANOV<sup>1</sup>, K.A. ABDUSAMADOV<sup>2</sup>, SH.A. SHOKHSAVORBEKOV<sup>1</sup>,  
A.K. BARATOV<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Surgical Diseases № 2 named after Academician N.U. Usmanov, Avicenna Tajik State Medical University, Dushanbe, Republic of Tajikistan

<sup>2</sup> Republican Scientific Center of Cardiovascular Surgery, Dushanbe, Republic of Tajikistan

**Objective:** To determine the role and significance of endovascular revascularization methods in treating acute lower limb ischemia (ALLI) from the perspective of modern literature.

**Materials and methods:** A literature search was conducted on publications in Russian and English at the medical literature platforms on endovascular methods used in the treatment of ALLI. The search was performed in PubMed, Google Scholar, Web of Science, Cochrane.org, CyberLeninka.ru, and eLibrary.ru databases over the past 10 years (except for one historical study from 1994). The key search terms included: acute lower limb ischemia, endovascular thrombolysis, thrombaspiration, angioplasty, and stenting. Of the over 3,000 scientific papers, 59 articles were selected and subjected to scientific analysis.

**Results:** Literature data indicate an annual increase in the number of endovascular procedures performed for ALLI treatment. This growth is attributed not only to their minimally invasive nature but also to their capability for more precise visualization of emboli, thrombotic masses, organic vascular changes, and the angioarchitecture of the affected limbs. To achieve adequate limb revascularization in acute ischemia, endovascular technologies are recommended in an isolated or hybrid approach combined with open surgery. In co-morbid patients with ALLI, endovascular interventions are more justified, as they not only revascularize the limb but also enable simultaneous correction of other concomitant vascular lesions. Moreover, these techniques significantly reduce the incidence of intra- and postoperative complications, limb amputations, and early post-intervention mortality. However, currently there is no consensus on endovascular treatment for ALLI, leading to different specialists employing various treatment approaches to endovascular technologies. The disadvantages and complications of endovascular techniques include contrast-induced nephropathy, thrombus fragmentation with distal embolization, a high risk of bleeding with thrombolytic therapy, and hemolysis.

**Conclusion:** In recent years, endovascular revascularization technologies have been increasingly used in treating patients with ALLI, demonstrating excellent immediate results compared to traditional surgical interventions. However, the long-term outcomes of their use in isolated form or a hybrid mode with open surgeries require further study. Moreover, despite the advantages of these technologies, there has been no significant reduction in limb amputation rates in cases of late-diagnosed ALLI. There is a need for further improvement of existing endovascular treatment methods for ALLI, primarily focusing on reducing the incidence of early rethrombosis and limb amputation and developing alternative vascular contrast methods that do not involve iodine-based contrast agents.

**Keywords:** Acute lower limb ischemia, endovascular thrombolysis, thrombospiration, angioplasty, stenting.

**For citation:** Gaibov AD, Sultanov DD, Nematzoda O, Abdusamadov KA, Shokhsavorbekov ShA, Baratov AK. Endovaskulyarnye metody revaskulyarizatsii v lechenii ostroy ishemii nizhnikh konechnostey: sovremennoe sostoyanie voprosa [Endovascular revascularization methods in the treatment of acute lower limb ischemia: The current state of knowledge]. *Vestnik Avitsenny [Avicenna Bulletin]*. 2025;27(1):155-69. <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2025-27-1-155-169>

## ВВЕДЕНИЕ

Острая артериальная непроходимость (ОАН) нижних конечностей (НК) является одной из актуальных проблем современной сосудистой хирургии, что обусловлено как высокой частотой её встречаемости, так и большим числом неудовлетворительных результатов лечения [1-3]. Ежегодно эта патология диагностируется у 23,1-50,4 человек среди 100000 населения, и вероятность её развития значительно выше среди лиц преклонного возраста, страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями и сахарным диабетом [1-4]. В последние годы в качестве её этиологического фактора стала активно выступать новая коронавирусная инфекция COVID-19, которая не только приводит к трудно-корректируемому гиперкоагуляционному синдрому, но и также служит причиной развития острого аутоиммунного воспаления стенок артерий с последующим их тромбозом [5-7].

Несмотря на значительные достижения в понимании механизмов развития ишемических повреждения тканей на клеточном и биохимическом уровнях, а также появление новых мини-инвазивных методов реваскуляризации конечности, до настоящего времени частота ампутаций конечности при ОАН остаётся на высоком уровне, достигающем 29,2% [8-11]. Главными причинами неудачных исходов лечения считается несвоевременная диагностика острых тромбозов и эмболий магистральных сосудов, связанная либо с поздним обращением пациентов, либо с врачебными ошибками [11-14]. По этим причинам 17,9% больных выполняется первичная ампутация конечности, синдром реваскуляризации наблюдается до 23,1% случаев, а риск острого почечного повреждения увеличивается в десятки раз [11, 14-16]. Более того, длительность острой ишемии до реваскуляризации конечности, по некоторым данным, может выступить в качестве одного из главных предикторов негативных исходов лечения [8, 14, 17].

В условиях нашего региона случаи запоздалой диагностики ОАН наблюдаются более часто, что связано с отсутствием специалистов в большинстве регионов республики, недостаточным знанием врачей других специальностей, работающих в учреждениях первичного звена медико-профилактической помощи, вопросов диагностики и оказания помощи пациентам с острой ишемией

## INTRODUCTION

Acute arterial occlusion (AAO) of the lower limbs is one of the pressing issues in modern vascular surgery due to its high incidence and the many unsatisfactory treatment outcomes [1-3]. Each year, this pathology is diagnosed in 23.1-50.4 individuals per 100,000 population, with a significantly higher probability among elderly individuals suffering from cardiovascular diseases and diabetes mellitus [1-4]. In recent years, COVID-19 has emerged as an etiological factor contributing to this disorder, as it leads to a difficult-to-correct hypercoagulation syndrome and acute autoimmune inflammation of arterial walls, resulting in thrombosis [5-7].

Despite significant advances in understanding ischemic tissue damage mechanisms at the cellular and molecular levels, as well as the introduction of new minimally invasive limb revascularization methods, the rate of limb amputations due to AAO remains high, reaching 29.2% [8-11]. The primary reasons for unsuccessful treatment outcomes are delayed diagnosis of acute thrombosis and embolism of major vessels, either due to late patient presentation or medical errors [11-14]. Consequently, 17.9% of patients undergo primary limb amputation, revascularization syndrome occurs in 23.1% of cases, and the risk of acute kidney injury increases dramatically [11, 14-16]. Furthermore, the duration of acute ischemia before revascularization is considered a major predictor of adverse treatment outcomes [8, 14, 17].

In our region, delayed diagnosis of AAO is more common due to a shortage of specialists, insufficient knowledge among primary care physicians about diagnosing and managing acute limb ischemia, lack of specialized clinical departments, and limited availability of imaging diagnostics [18, 19].

Some recent studies indicate that 7.1% to 28.6% of ALLI patients are hospitalized in the late stages of the disease [12, 14, 19]. Prolonged ischemia not only leads to irreversible limb changes but also increases the risk of systemic inflammatory response syndrome, decompensation of chronic diseases, and mortality [3, 13, 15, 19].

The early 21st century has witnessed further development of endovascular technologies, whose application in treating car-

конечностей, отсутствием специализированных отделений и необходимых визуализирующих методов диагностики [18, 19].

В ряде недавно опубликованных работ было показано, что в поздние сроки заболевания госпитализируются от 7,1% до 28,6% пациентов с ОАН НК [12, 14, 19]. Длительная ишемия может повлечь за собой не только необратимые изменения в конечности, но и повысить риск развития синдрома системного воспалительного ответа, декомпенсации сопутствующих хронических заболеваний и развития летальных исходов [3, 13, 15, 19].

Начало XXI века ознаменовалось дальнейшим развитием эндоваскулярных технологий, применение которых в лечении заболеваний сердечно-сосудистой системы, в том числе и ОАН НК, намного улучшило непосредственные результаты и исход проводимой терапии [10, 20, 21]. Однако, в настоящее время их место в лечении ОИНК при поздних сроках ишемии мало изучено, не приняты единые рекомендации и консенсусы по применению эндоваскулярных технологий реваскуляризации в лечении ОИНК тромбо- и эмбологенного происхождения [15, 22].

Кроме того, внедрение подобных технологий пока ещё значительно не снизило частоту ранних тромбозов и связанных с этим ампутаций конечности [22-24]. В связи с этим, анализ данных литературы, посвящённой роли и значению эндоваскулярных технологий в лечении ОАН НК, считается актуальным и позволяет получить какие-то ориентиры для широкого их клинического применения.

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Описать роль и значение эндоваскулярных методов в лечении острой ишемии нижних конечностей.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведён литературный поиск опубликованных работ в русско- и англоязычных платформах медицинской литературы, посвящённых применяемым эндоваскулярным методам лечения ОИНК. Поиск проводился в базах данных PubMed, Google Scholar, Web of Science, Cochrane.org, CyberLeninka.ru и eLibrary.ru за последние 10 лет, (кроме 1 работы 1994 года, имеющей историческое значение). Ключевыми словами при поиске литературы явились: острая ишемия нижних конечностей, эндоваскулярный тромболитизис, тромбаспирация, ангиопластика, стентирование. Среди более 3000 научных работ были выбраны и подвергнуты научному анализу 59 статей.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

К числу эндоваскулярных методов лечения ОАН НК относятся различные варианты аспирационной и реолитической тромбэктомии, тромболитической терапии, ангиопластика и стентирование сосудов, осуществляемые эндоваскулярно с применением специального инструментария и технологий [20, 25, 26]. Кроме минимальной инвазивности, важным преимуществом эндоваскулярной реваскуляризации НК является более точная идентификация эмболов, тромботических масс и органических изменений сосудов, а также возможность точного изучения её ангиоархитектоники [8, 12, 21, 27]. Следует отметить, что возможность постоянного ангиографического контроля позволяет более адекватно проводить не только тромбэктомии, но и завершить операцию путём устранения причин, вызвавших сосудистую обструкцию [8, 21, 24, 28-30]. Более того, указанные технологии позволяют провести удаление тромботических масс из просвета артерий мелкого

диоваскулярных заболеваний, включая ААО нижних конечностей, имеет значительно улучшенные результаты немедленного лечения [10, 20, 21]. Однако, их роль в лечении АЛЛИ в поздних стадиях остаётся малоизученной, и нет единых рекомендаций или консенсуса по использованию эндоваскулярной реваскуляризации для тромботической АЛЛИ [15, 22].

Кроме того, внедрение этих технологий не существенно снизило частоту ранней тромбозы и связанных с ней ампутаций [22-24]. Поэтому, обзор литературы о роли и значении эндоваскулярных технологий в лечении ААО нижних конечностей остаётся актуальным и может предоставить полезную информацию для их более широкого клинического применения.

## STUDY OBJECTIVE

To describe the role and significance of endovascular methods in treating all.

## MATERIALS AND METHODS

A literature review was conducted using Russian and English medical databases. The search was performed in PubMed, Google Scholar, Web of Science, Cochrane.org, CyberLeninka.ru, and eLibrary.ru databases over the past 10 years (except for one historical study from 1994). The key search terms included: acute lower limb ischemia, endovascular thrombolysis, thrombectomy, angioplasty, and stenting. Of the over 3,000 scientific papers, 59 articles were selected and subjected to scientific analysis.

## RESULTS

Endovascular methods for the treatment of acute arterial occlusion of the lower limbs (AAO-LL) include various types of aspiration and rheolytic thrombectomy, thrombolytic therapy, angioplasty, and stenting of blood vessels, performed endovascularly using specialized instruments and technologies [20, 25, 26]. Besides minimal invasiveness, an essential advantage of endovascular revascularization of the lower limbs is the more precise identification of emboli, thrombotic masses, and organic vascular changes, as well as the ability to thoroughly study their angiographic architecture [8, 12, 21, 27]. It should be noted that the possibility of continuous angiographic control allows a more adequate thrombectomy and ensures the resolution of the underlying causes of vascular obstruction [8, 21, 24, 28-30]. Furthermore, these technologies enable the removal of thrombotic masses from the lumen of small caliber arteries by performing targeted selective thrombolysis [17, 23, 24, 31]. The effectiveness of this approach in restoring the patency of distal vessels in ALLI has been reported to reach 98%, with only 2% of cases failing due to the presence of old organized thrombi [32]. Compared to traditional interventions, this method, by dissolving fresh blood clots, allows tissue perfusion restoration through the small artery system and prevents localized muscle infarction [33].

A study conducted in the U.S. showed that between 2003 and 2013, the use of endovascular thrombolytic therapy for treating patients with ALLI increased from 16.8% to 24.2%. Among 162,240 patients, 33,615 (20.7%) received thrombolytic therapy as primary treatment, 40.7% underwent additional endovascular procedures, and 25.2% received open surgeries. According to the authors, during this period, the combined use of multiple endovascular treatment methods increased from 31.6% to

калибра, выполнив целевой селективный тромболизис [17, 23, 24, 31]. Эффективность последнего в восстановлении проходимости дистальных сосудов при ОИНК, по некоторым данным, достигала 98%, и лишь в 2% случаев, из-за наличия старых организованных тромбов, не были отмечены положительные результаты [32]. По сравнению с традиционными вмешательствами данный метод, благодаря растворению свежих сгустков крови, позволяет восстановить перфузию тканей через систему мелких артерий и избежать локальный инфаркт мышц [33].

В одном из исследований было показано, что в период 2003-2013 гг. в США количество выполняемой эндоваскулярной тромболизисной терапии при лечении пациентов с ОИНК увеличилось с 16,8% до 24,2%. Так, среди 162240 пациентов в 33615 (20,7%) наблюдениях в качестве первичного лечения применялся тромболизис, который у 40,7% пациентов был дополнен различными эндоваскулярными процедурами, а в 25,2% наблюдений – открытыми операциями. Как отмечают авторы, в этот промежуток времени комбинированное использование нескольких способов эндоваскулярного лечения увеличилось от 31,6% до 47,8% ( $p < 0,001$ ), тогда как частота традиционных открытых вмешательств снизилась с 28,7% до 23,6% ( $p < 0,001$ ). При этом, общая частота летальных исходов составила 4,9% и значимо реже встречалась после эндоваскулярных вмешательств (3,2%) по сравнению с открытыми операциями (5,9%) ( $p < 0,001$ ). Более того, частота ампутаций после применения этих двух видов реваскуляризации конечности составила 5,1% и 11,6% соответственно ( $p < 0,001$ ), сердечные (5,5%), респираторные (7,3%) и почечные (12,5%) осложнения гораздо чаще встречались в группе пациентов, перенёсших тромболизис в сочетании с традиционными вмешательствами [17].

Анализ большинства работ показывает, что результаты лечения ОАН НК почти до трети случаев носят неудовлетворительный характер и оставляют желать лучшего [1, 3, 4, 6, 8, 10, 11, 14, 23, 24]. Это, прежде всего, обусловлено тем, что острая ишемия развивается на почве хронических органических окклюзионных поражений дистального сосудистого русла, в связи с чем не всегда наблюдается эффект от проведённой тромбэктомии [12, 21, 28]. Вместе с тем, при острой закупорке сосудов эмболами происходит более быстрая гибель мышечной ткани конечности, так как у таких пациентов возможности коллатерального кровообращения недостаточны [4, 20, 34].

В ряде исследований было показано, что задержка в лечении пациентов с ОАН НК в течение 12 часов от начала острой ишемии приводит к увеличению частоты ампутации конечности и летальных исходов на 9% и 7% соответственно, а при более 24 ч – эти показатели ухудшаются до 78% и 31% соответственно [35, 36]. Кроме того, установлено, что основным фактором танатогенеза при длительных сроках ишемии является длительное высвобождение свободных радикалов и других токсических веществ, приводящее к последующим острым органным дисфункциям с развитием эндогенной интоксикации и синдрома системного ответа на воспаление с полиорганной недостаточностью [37]. Другие исследователи показали, что с увеличением сроков острой ишемии пропорционально снижаются шансы на восстановление кровообращения и спасение конечности. По их данным, наихудшие результаты реваскуляризации отмечены у пациентов, поступивших в сроки более двух суток от начала заболевания, и в этой группе пациентов частота ретромбоза сосудов достигла 21,1%, ампутации конечности – 47,4%, летальных исходов – 15,8% [12].

По мнению ряда авторов, из-за того, что ОАН НК тромбогенного характера часто развивается на почве хронических облитерирующих процессов в сосудах, даже своевременно выполненная

47,8% ( $p < 0,001$ ), whereas the frequency of traditional open interventions declined from 28.7% to 23.6% ( $p < 0,001$ ). The overall mortality rate was 4.9%, being significantly lower following endovascular procedures (3.2%) compared to open surgeries (5.9%) ( $p < 0,001$ ). Additionally, the amputation rates after these two types of revascularization procedures were 5.1% and 11.6%, respectively ( $p < 0,001$ ). Cardiac (5.5%), respiratory (7.3%), and renal (12.5%) complications were notably more frequent in patients who underwent thrombolysis combined with traditional interventions [17].

Analysis of most studies indicates that treatment outcomes for AAO-LL remain unsatisfactory in nearly one-third of cases [1, 3, 4, 6, 8, 10, 11, 14, 23, 24]. This is primarily due to the fact that acute ischemia develops against the backdrop of chronic organic occlusive lesions in the distal vascular bed, meaning that thrombectomy does not always yield the desired effect [12, 21, 28]. Furthermore, in cases of acute embolic occlusion of vessels, muscle tissue necrosis occurs more rapidly because in such cases collateral circulation is insufficient [4, 20, 34].

Several studies have shown that a delay in treating patients with AAO-LL for more than 12 hours from the onset of acute ischemia increases limb amputation and mortality rates by 9% and 7%, respectively. When the delay exceeds 24 hours, these indicators worsen to 78% and 31%, respectively [35, 36]. Additionally, it has been established that a major factor in mortality during prolonged ischemia is the extended release of free radicals and other toxic substances, leading to subsequent acute organ dysfunction, endogenous intoxication, and systemic inflammatory response syndrome with multiple organ failure [37]. Other researchers have demonstrated that with increasing duration of acute ischemia, the chances of restoring blood circulation and saving the limb decrease proportionally. According to their data, the worst revascularization outcomes were observed in patients admitted more than two days after disease onset, with vessel rethrombosis rates reaching 21.1%, limb amputation rates at 47.4%, and mortality rates at 15.8% [12].

According to several authors, as thrombotic AAO-LL often develops against the backdrop of chronic obliterative vascular disease, even timely revascularization in some cases does not lead to full blood flow restoration due to thrombus spreading into the microcirculation [12, 21, 26, 28, 35]. This is supported by another study indicating that two years after percutaneous mechanical thrombectomy, the limb salvage rate in patients with embolism was 92.9%, whereas in patients with acute thrombosis, it was 73.3% ( $p = 0,04$ ; OR 3.6; 95% CI: 1.1-11.7) and for stent/graft thrombosis, it was only 62.5% ( $p = 0,01$ , OR: 4.7; 95% CI: 1.5-13.6) [35]. Additionally, the effectiveness of aspiration thrombectomy with stenting in AAO-LL is reported to be 86.5%, making it a viable first-line therapy [38].

Some authors argue that despite the high rate of negative outcomes, in all cases (except in obvious decompensation), direct endovascular or indirect traditional thrombectomy should be performed, utilizing even the smallest chance to save the limb, as the one-year survival rate of patients after major amputations remains very low [1, 11, 24, 34, 39].

Analysis of literature data suggests that currently, there is no unified consensus regarding the treatment strategy and volume of interventions for patients with AAO-LL in late-stage ischemia [40]. Therefore, different authors use various treatment approaches aimed at limb salvage. Some advocate a two-stage approach for treating AAO-LL, with most patients admitted more than 24 hours

реваскуляризация в ряде случаев не приводит к полноценному восстановлению кровообращения вследствие распространения тромба в микроциркуляторное русло [12, 21, 26, 28, 35]. Это, в частности, подтверждается и в другом исследовании, где отмечено, что число спасённых конечностей у пациентов с эмболиями через 2 года после перкутанной механической тромбэктомии составило 92,9%, тогда как у пациентов с острым тромбозом – 73,3% ( $p=0,04$ ; ОР 3,6; 95% ДИ: 1,1-11,7) и тромбозом стента/трансплантата – 62,5% ( $p=0,01$ , ОР: 4,7; 95% ДИ: 1,5-13,6) – она была значимо ниже [35]. Также отмечено, что эффективность аспирационной тромбэктомии со стентированием при ОАН НК составляет 86,5%, в связи с чем она может быть использована в качестве терапии первой линии [38].

Вместе с тем, некоторые авторы считают, что, несмотря на такую высокую частоту негативных исходов, во всех случаях (за исключением явной декомпенсации) при ОАН НК следует выполнить прямую эндоваскулярную или непрямую традиционную тромбэктомию и использовать все шансы (даже самый минимальный) для спасения конечности, так как годовая выживаемость пациентов после больших ампутаций очень низкая [1, 11, 24, 34, 39].

Анализ данных литературы свидетельствует о том, что в настоящее время не имеется единого консенсуса по выбору тактики и объёма лечения у пациентов с ОАН НК в поздних сроках ишемии [40]. В связи с этим, разные авторы применяют различные варианты лечения, целью которого является спасение конечности. Одни придерживаются двухэтапной тактики лечения пациентов с ОАН НК, основная масса которых поступила в сроки более 24 часов от начала заболевания. На первом этапе авторы выполняли тромбэмболектомию из артерий нижних конечностей, а на втором, после целевой ангиографической диагностики сосудистого блока, прибегали к эндоваскулярным или открытым операциям, которые в большинстве случаев позволили сохранить конечность [12].

В одной из работ отмечено, что у пациентов с ОАН НК всегда имеется необходимость в ангиографическом сопровождении, так как оно позволяет с высокой точностью показать все имеющиеся изменения сосудистого русла и одновременно выполнить эндоваскулярное их устранение. Кроме того, как подчёркивают авторы, применение ангиографии, как основного инструмента визуализации сосудистых изменений, из-за высокой диагностической её возможности позволяет не только значимо снизить продолжительность операции, но и более адекватно выбрать тип и объём предстоящей реконструкции. Авторы также рекомендуют широкое внедрение гибридного подхода к реваскуляризации при ОАН НК, для сохранения конечности в долгосрочном плане [41].

Однако другие исследователи отмечают, что стандартная открытая тромбэмболектомия с использованием катетера Фогарти является самым эффективным методом лечения эмболии магистральных артерий нижних конечностей. По данным авторов, при лечении 102 пациентов старше 65 лет с ОАН НК эмбологенного характера, эмболектомия только у 7,2% сопровождалась дополнительным выполнением фасциотомии голени, а частота ампутации НК и летальных исходов составила 13,7% и 9,8% соответственно. Разделение пациентов на три группы в зависимости от давности эмболии (до 4 часов, от 4 до 8 часов, и более 8 часов) показало, что в танатогенезе и усечении конечности давность ишемии не играла первостепенную роль. По мнению авторов, степень тяжести острой ишемии и скорость её прогрессирования зависели, главным образом, от локализации артериального блока [13].

Одним из эндоваскулярных подходов к лечению острых тромбозов артерий НК является тромболитическая тромбэктомией, которая, по данным разных авторов, имеет раз-

after symptoms onset. In the first stage, the authors performed thromboembolectomy from the lower limb arteries. In the second stage, after targeted angiographic diagnostics of the vascular obstruction, they proceeded with endovascular or open surgeries, which in most cases allowed limb preservation [12].

One study noted that patients with AAO-LL always require angiographic support, as it enables highly accurate visualization of all vascular changes and allows for simultaneous endovascular correction. Furthermore, as the authors emphasized, the use of angiography as the primary tool for vascular imaging significantly reduces the duration of surgery and helps to determine the most appropriate type and scope of the required reconstruction. The authors recommend adopting a hybrid approach to revascularization in AAO-LL for long-term limb preservation [41].

However, other researchers argue that standard open thromboembolectomy using a Fogarty catheter remains the most effective treatment for embolism of the major arteries of the lower limbs. According to their study of 102 patients over 65 years of age with embolic AAO-LL, only 7.2% required additional fasciotomy of the lower limb, and the rates of limb amputation and mortality were 13.7% and 9.8%, respectively. The study divided patients into three groups based on the duration of embolism (<4 hours, 4-8 hours, >8 hours) and found that the duration of ischemia was not the primary determinant of mortality and limb amputation. Instead, the severity and progression of acute ischemia mainly depended on the location of the arterial blockage [13].

One endovascular approach to treating acute arterial thrombosis in the lower limbs is thrombolysis with rheolytic thrombectomy, which has shown varying degrees of effectiveness according to different authors [17, 25, 31, 34, 42, 43]. One study noted that for AAO-LL cases treated between 2 and 15 days after onset, rheolytic thrombectomy resulted in favorable outcomes in all cases, achieving a 100% immediate success rate in limb revascularization. Moreover, angiographic support allowed for the identification of severe vascular stenoses and their correction through angioplasty and stenting, ensuring adequate restoration of main blood flow [25].

In another study using regional thrombolysis in 27 patients with AAO-LL, clinical success was achieved in only 62.9% of cases. Furthermore, 48.1% of patients later required open reconstruction or endovascular correction of organic arterial lesions, with amputation and mortality rates of 15.0% and 3.7%, respectively [31].

According to some researchers, another advantage of endovascular technologies is eliminating the need for general anesthesia, which is particularly important for high-risk surgical patients. Additionally, these methods allow for the simultaneous correction of multiple combined vascular lesions located in one or different regions of the same limb [21].

Other authors highlight that compared to traditional surgical techniques for AAO-LL, the use of endovascular technologies, either alone or in hybrid approaches, significantly reduces the rates of early postoperative complications, vascular rethrombosis, limb amputation, and mortality [10, 22, 28, 33, 44]. In one study involving 95 patients with AAO-LL, the technical success rate of endovascular intervention was 94.7%. However, in 83.2% of cases, due to multilevel vascular lesions, additional angioplasty and stenting were required. The mortality rate was 11.6%, while amputation rates for vascular thrombosis and previously placed graft occlusions were 24.8% and 3.7%, respectively [45].

личную степень эффективности [17, 25, 31, 34, 42, 43]. В частности, в одном из исследований отмечено, что при ОАН НК в сроки от 2 до 15 суток после начала заболевания применение реолитической тромбэктомии позволяет во всех случаях добиться хорошего результата; при этом непосредственный успех реваскуляризации конечности, по данным авторов, составил 100%. Более того, ангиографическая поддержка позволила идентифицировать участки выраженных сужений сосудов и провести их ликвидацию путём ангиопластики и стентирования с адекватным восстановлением магистрального кровотока [25].

В другом исследовании, где был использован регионарный тромболизис при лечении 27 пациентов с ОАН НК, только в 62,9% случаев был достигнут клинический успех, а 48,1% больным в последующем потребовалась открытая реконструкция или эндоваскулярная коррекция органических поражений артерий конечности, частота ампутации составила 15,0%, летальных исходов – 3,7% [31].

По мнению некоторых учёных, к числу других преимуществ эндоваскулярных технологий относятся отсутствие необходимости в применении общего наркоза, что очень важно для пациентов с высоким хирургическим риском, и возможность одновременного устранения множественных сочетанных сосудистых поражений, локализующихся в одном или разных бассейнах одной конечности [21].

Ряд других авторов отмечает, что по сравнению с традиционными методиками хирургического лечения ОАН НК применение эндоваскулярных технологий в изолированном или гибридном варианте позволяет значительно снизить частоту ранних послеоперационных осложнений, ретромбоза сосудов, ампутации конечности, а также летальных исходов [10, 22, 28, 33, 44]. В одной из работ, применив эндоваскулярную технологию в лечении 95 пациентов с ОАН НК, авторы показали, что технический успех вмешательства составил 94,7%, а в 83,2% случаев, из-за многоэтажного поражения сосудов, возникла необходимость в дополнительном применении ангиопластики и стентирования. Частота летальных исходов составила 11,6%, а ампутаций при тромбозе сосудов и ранее наложенных трансплантатах – 24,8% и 3,7% соответственно [45].

В другой работе было показано, что технический успех эндоваскулярных методов лечения ОАН НК составил 90,6%, а в более половине случаев пациентам после аспирационной тромбэктомии понадобилась баллонная ангиопластика и стентирование сосудов в связи с органическими их изменениями [46].

Исследователи показали, что технический успех внутриартериального катетер-направленного тромболизиса составил 83,3%, эффективность операции при тромбозе подколенной артерии и артерий голени в ближайшие 6 месяцев отмечена у 76,7% и 90,0% пациентов соответственно. Частота больших ампутаций, летальных исходов и повторных вмешательств спустя год после операции, по данным авторов, составила 16,7%, 7,1% и 21,4% соответственно [47].

Авторы, имеющие опыт лечения пациентов с ОАН НК в условиях ограниченных ресурсов показывают, что эндоваскулярными методиками удаётся восстановить магистральный кровоток только у 72,5% пациентов, а из-за прогрессирования ишемии или же развития ретромбоза сосудов ампутация конечности была выполнена 16% пациентам. По данным этих же авторов, в раннем послеоперационном периоде в 10,3% случаев развилось кровотечение с образованием пульсирующей гематомы, в 2,3% – илеофemorальный тромбоз, в 2,3% – острое нарушение мозгового кровообращения, в 3,5% – летальный исход [10].

Another study reported that the technical success rate of endovascular treatments for AAO-LL was 90.6%. However, due to organic vascular changes, more than half of the cases required balloon angioplasty and stenting following aspiration thrombectomy [46].

Other specialists demonstrated that the technical success rate of intra-arterial catheter-directed thrombolysis was 83.3%, with an effectiveness of 76.7% for popliteal artery thrombosis and 90.0% for tibial artery thrombosis within six months post-procedure. The rates of major amputations, mortality, and repeat interventions one year after surgery were 16.7%, 7.1%, and 21.4%, respectively [47].

Researchers working in resource-limited settings found that endovascular techniques restored main blood flow in only 72.5% of patients, while due to ischemia progression or vascular rethrombosis, limb amputation was performed in 16% of cases. In the early postoperative period, complications included bleeding with pulsatile hematoma formation (10.3%), iliofemoral thrombosis (2.3%), acute cerebrovascular accident (2.3%), and mortality (3.5%) [10].

Conversely, another study compared the effectiveness of endovascular (n=108) and traditional (n=107) treatments for AAO-LL in 215 patients with grade IIb ischemia. The technical success rate of open revascularization was significantly higher than that of endovascular techniques (83.6% vs. 71.9%; p<0.05). However, the limb amputation rates did not differ significantly between the open and endovascular groups (18.7% vs. 16.7%, p>0.05) [33].

A comparative analysis conducted in 2018 examined endovascular (n=818), traditional (n=195), and hybrid (n=467) revascularization techniques in 1,480 patients with AAO-LL. The study found that, compared to the other two methods, endovascular interventions were associated with significantly fewer major amputations and blood transfusion requirements, without significant differences in mortality, repeat interventions, or myocardial infarction rates. Additionally, the authors noted that in open surgery, thromboembolectomy is performed blindly, without proper angiographic control, increasing the risk of incomplete removal of thrombotic masses from the branches of major arteries. In such cases, there is a high risk of thrombus fragmentation, migration into distal and collateral vessels, and subsequent massive thrombosis [8].

At the same time, some authors highlight one of the main disadvantages of endovascular technologies – the development of contrast-induced nephropathy [15, 16, 48, 49]. It should be noted that in the late stages of ischemia in AAO-LL, some degree of acute kidney injury develops, caused by toxins released from the ischemic area and contrast agents. This syndrome is associated with a high mortality rate [16, 49].

An analysis of published studies shows that targeted regional thrombolysis does not always result in complete thrombus fragmentation, which leads to early vascular rethrombosis [39, 43, 44, 47]. Moreover, thrombus dissolution can lead to fragmentation and distal embolization, causing rapid and irreversible tissue changes [44].

Another drawback of regional thrombolytic therapy is the high risk of bleeding, which most commonly occurs at the arterial puncture site and develops in 1.2%-5.9% of patients [43, 47, 50, 51]. Predictors of this complication include thrombocytopenia, advanced age, high arterial blood pressure, diabetes mellitus, and excessive thrombolytic dosage [44, 50, 51].

Another limitation of rheolytic thrombectomy is its inability to achieve complete limb revascularization due to organic vascu-

Вместе с тем, в другом сообщении, где было проведено сравнение эффективности эндоваскулярных ( $n=108$ ) и традиционных ( $n=107$ ) методов лечения ОИНК у 215 пациентов при IIБ степени ишемии, технический успех открытой реваскуляризации был значимо выше, чем при эндоваскулярных методиках (83,6% против 71,9%;  $p<0,05$ ), а частота ампутации конечности не имела значимого различия – 18,7% и 16,7% в группах открытых и эндоваскулярных вмешательств соответственно ( $p>0,05$ ) [33].

Проведённый в 2018 году сравнительный анализ эндоваскулярной ( $n=818$ ), традиционной ( $n=195$ ) и гибридной ( $n=467$ ) реваскуляризации конечности у 1480 пациентов с ОИНК показал, что эндоваскулярные вмешательства по сравнению с двумя другими указанными способами лечения сопровождаются гораздо меньшим числом больших ампутаций и потребностей в гемотрансфузиях без значимых различий частоты летальных исходов, повторных вмешательств и развития инфаркта миокарда. Кроме того, по мнению авторов, из-за того, что при открытых операциях тромбэктомия проводится вслепую и без должного ангиографического контроля, имеются все возможные риски завершения операции не в полном объёме, т.е. из просвета ветвей магистральных артерий тромботические массы удаляются не полностью. Также в подобных случаях высок риск фрагментации тромботического сгустка с его миграцией в просвет дистальных и коллатеральных сосудов и последующим массивным тромбообразованием [8].

Вместе с тем, некоторые авторы приводят одно из главных недостатков эндоваскулярных технологий – развитие контраст-индуцированной нефропатии [15, 16, 48, 49]. Следует отметить, что при ОАН НК в поздние сроки ишемии развивается та или иная степень острого почечного повреждения, обусловленного как токсинами, поступающими из ишемизированной зоны, так и контрастным веществом, и данный синдром ассоциируется с высокой частотой летальных исходов [16, 49].

Анализ опубликованных работ показывает, что при прицельном регионарном тромболизисе не во всех случаях отмечается полная фрагментация тромбов, и это является причиной развития раннего ретромбоза сосудов [39, 43, 44, 47]. Более того, при растворении тромбов происходит их фрагментация с эмболией дистального русла, которая приводит к быстрым необратимым изменениям в тканях [44].

К числу других негативных моментов регионарной тромболизисной терапии относится высокий риск кровотечения, которое чаще всего возникает на месте пункции артерии и развивается у 1,2%-5,9% пациентов [43, 47, 50, 51]. Его предикторами могут выступить тромбоцитопения, преклонный возраст, наличие высоких цифр артериального давления, сахарный диабет, а также избыточная доза тромболитика [44, 50, 51].

К числу других недостатков реолитической тромбэктомии относится невозможность тотальной реваскуляризации конечности с её помощью из-за наличия органических изменений сосудов, встречающихся почти у половины пациентов [45, 47]. Это требует проведения второй реваскуляризирующей операции сразу или в ближайшие сроки после реолитической тромбэктомии. Однако, из-за высокого риска развития кровотечения после тромболизиса в большинстве случаев не имеется возможности одновременного проведения второго этапа операции – различных вариантов шунтирования сосудов [52].

Таким образом, литературные данные показывают, что реолитическая терапия используется в качестве одного из основных методов лечения ОАН НК, позволяющего восстановить проходимость тромбированных сосудов. Однако после этого вмешательства нередко имеется необходимость в проведении реваскуляри-

lar changes, which occur in nearly half of the patients [45, 47]. It necessitates the second revascularization procedure either immediately or shortly after rheolytic thrombectomy. However, due to the high risk of bleeding following thrombolysis, performing the second stage (various types of vascular bypass procedures) is often not feasible [52].

Thus, literature data indicate that rheolytic therapy is used as one of the primary methods for treating AAO-LL, allowing for the restoration of occluded vessel patency. However, additional revascularization procedures, either open or endovascular, are often required after this intervention. Moreover, for various reasons, this treatment method cannot be used as a first-line therapy in nearly one out of four patients, necessitating alternative treatment options.

The challenges above have led to the development of other endovascular treatment methods for AAO-LL, including pharmacomechanical thrombectomy using the AngioJet® [34], Rotarex® [53], and Indigo® [23, 54] systems. In patients with contraindications to thrombolytic agents, these methods enable mechanical fragmentation and aspiration of thrombi using specialized catheter-mounted suction devices. After these procedures, patients with acute thrombosis frequently require angioplasty or stenting of affected vessels, while in embolic cases, control angiography is necessary [34, 53, 54].

According to some reports, thrombectomy using the AngioJet® system following rheolytic thrombolysis in AAO-LL patients with underlying chronic critical limb ischemia demonstrated high immediate effectiveness and significantly shortened hospitalization duration. According to the authors, patient admission times ranged from 3 to 32 hours, and each patient had an average of 4.7 co-morbid conditions. In no case was recurrent ischemia observed in the operated limb within six months of follow-up, confirming the high effectiveness of the hybrid approach in treating acute ischemic limb conditions [34].

Other specialists treated 23 patients with AAO-LL with a seven-day ischemic duration using the Rotarex® system. Their findings indicated a technical success rate of 95.7%, with a perioperative complication rate of 13.1%. During follow-up ranging from 4 to 28 months, only one patient required limb amputation due to thrombosis resulting from the self-discontinuation of anticoagulant therapy [53].

Other researchers used vacuum catheter thrombaspiration with the Indigo® system in 29 patients with AAO-LL. The procedure's technical success rate was 90%, and the primary predictor of good outcomes was a shorter time interval between ischemia onset and surgical intervention [23].

Other authors propose improving treatment outcomes for AAO-LL by combining endovascular and open surgical procedures, including Fogarty catheter thrombectomy, balloon angioplasty with stenting, and endovascular thrombus fragmentation and aspiration in small vessels. This approach's technical and clinical success rates in treating 52 complicated AAO-LL cases were 90.4% and 80.8%, respectively. Vascular patency at 6, 12, and 24 months was 91.4%, 86.1%, and 74.6%, respectively, while limb salvage was achieved in 88.5% of patients. Patient survival at 6, 12, and 36 months was 82.6%, 80.2%, and 56.9%, respectively [24].

Some patients with late-stage AAO-LL are inoperable, and in many cases, the only treatment option is conservative therapy [11, 15, 55]. In this regard, some authors, using systemic thrombolysis in 48 patients with AAO-LL, achieved limb preservation in 89.6% of cases without requiring surgical intervention. However,

рующих операций, которые осуществляются открытым путём или с применением эндоваскулярных технологий. Кроме того, в силу различных причин невозможно использовать данный способ лечения в качестве терапии «первой линии» ОАН НК почти у каждого четвёртого пациента, в связи с чем возникает необходимость в применении других вариантов лечения.

Всё вышеизложенное легло в основу разработки других эндоваскулярных методов лечения ОАН НК, к числу которых относятся и фармако-механическая тромбэктомия с использованием системы AngioJet® [34], Rotarex® [53] и Indigo® [23, 54]. При наличии у пациента противопоказаний к применению тромболитиков указанные методики позволяют провести механическую фрагментацию тромбов и удалить их аспирационным путём с помощью специальных катетеров-насадок. После этих же операций нередко у пациентов с острым тромбозом возникает необходимость в ангиопластике или стентировании изменённых сосудов, а при эмболиях – контрольная ангиография [34, 53, 54].

Согласно некоторым данным, проведение тромбэкстракции аппаратом AngioJet® после реолитического тромболитика у пациентов с ОАН НК, развившейся на почве хронической критической ишемии, показало не только высокую непосредственную эффективность, но и способствовало значимому снижению продолжительности госпитализации. По данным авторов, сроки поступления пациентов варьировали от 3 до 32 часов, а у одного больного в среднем имелось 4,7 сопутствующих заболеваний. Ни в одном случае в течение 6 месяцев наблюдения не отмечено рецидива ишемии оперированной конечности, что подтверждает высокую эффективность гибридного подхода при лечении ОИИ [34].

Одни авторы при лечении 23 пациентов с ОАН НК с семисуточным сроком ишемии, используя комплекс Rotarex®, показали, что технический успех механической тромбэктомии составляет 95,7%, а частота периоперационных осложнений – 13,1%. При сроке наблюдения от 4 до 28 месяцев только одному пациенту была выполнена ампутация конечности из-за тромбоза, возникшего на почве самостоятельного прекращения приёма антикоагулянтов [53].

Другие учёные для реваскуляризации конечности 29 пациентам с ОАН НК применяли другой вид эндоваскулярного лечения – вакуумную катетерную тромбаспирацию с использованием системы Indigo®. По данным авторов, технический успех процедуры составил 90%, и главным предиктором в получении хороших результатов явился меньший промежуток времени от начала ишемии до выполнения оперативного лечения [23].

Другие авторы для улучшения результатов лечения пациентов с ОАН НК предлагают комбинированный подход путём сочетания эндоваскулярных и открытых операций – тромбэктомии с использованием катетера Фогарти, баллонную ангиопластику со стентированием, а также фрагментацию и аспирацию тромба из мелких сосудов эндоваскулярным путём. Технический и клинический успех использования такой тактики при лечении 52 сложных пациентов с ОАН НК составил 90,4% и 80,8% соответственно. Пройдяемость сосудов через 6, 12 и 24 месяцев составила 91,4%, 86,1% и 74,6% соответственно. Удалось спасти конечность от ампутации у 88,5% пациентов. Выживаемость через 6, 12 и 36 месяцев составила 82,6%, 80,2% и 56,9% соответственно [24].

Часть пациентов с ОАН НК при поздних сроках ишемии является инкурабельной в хирургическом плане, и, нередко, единственным методом лечения является консервативная терапия [11, 15, 55]. В этом направлении некоторые авторы, используя системный тромболитик при лечении 48 пациентов с ОАН НК, у 89,6% добились сохранения конечности без проведения оперативного

в 10.4% of cases, patients with thrombosis of previously implanted grafts required reconstructive surgeries. Additionally, 8.3% of patients experienced hemorrhagic complications, and 6.3% underwent limb amputation, but no deaths were reported in the study [42].

A clinical case report published in 2020 described the successful use of systemic thrombolysis in a 67-year-old female patient with paradoxical embolism of the common femoral, subclavian, and superior mesenteric arteries. As the authors noted, due to the patient's critical condition, vascular surgeons refused to perform open surgery, and interventional specialists rejected an endovascular approach, making systemic thrombolytic therapy the only viable treatment option. This approach successfully eliminated acute ischemia, preserved the limb, and allowed for patient discharge in relatively stable condition [51].

Unfortunately, this technique has several drawbacks, the most significant being hemolysis due to mechanical erythrocyte damage, which occurs in 0.2%-3.7% of cases. To reduce this complication rate, the authors suggest shortening the procedure time when the device is activated and using extracorporeal detoxification methods when necessary [42, 51].

An analysis of the literature shows that, to date, there have been no large-scale, randomized, multicenter studies evaluating the long-term effectiveness of endovascular methods in the treatment of ALLI. This approach is also supported by a recently initiated study under the auspices of the European Vascular Research Collaborative [40]. This project involves the largest clinics from 12 European countries, where, over a five-year period, the effectiveness of endovascular interventions in preserving lower limbs in patients with ALLI will be assessed.

To ensure precise diagnosis of vascular wall changes and to adequately restore vessel patency following endovascular revascularization, intravascular imaging techniques are often used, primarily in large specialized clinics abroad [56-59]. It should be noted that there is currently limited data on its diagnostic accuracy for ALLI, and recommendations regarding its use as a primary diagnostic tool for primary vascular changes and residual stenoses are not always consistent [57]. A recently published study showed that the use of intravascular ultrasound (IVUS) in patients who had undergone endovascular interventions on lower limb arteries did not significantly reduce limb amputation rates within six months after surgery (OR 0.98; 95% CI: 0.77-1.25;  $p>0.05$ ) [56].

At the same time, according to a multicenter clinical study conducted between 2016 and 2022 aimed at improving the treatment of patients with femoropopliteal segment lesions, in addition to IVUS, the widespread use of drug-coated balloons is also necessary. The authors, using this tactic in the treatment of 119 patients, showed that after these procedures, one-year primary vessel patency significantly increased (83.8%), whereas after angioplasty with plain balloons, full primary vessel patency was observed in 70.1% of patients (cumulative difference 19.6%; 95% CI: 6.8-32.3;  $p=0.01$ ). Moreover, the absence of a need for repeat interventions on the target vessel in the first group was observed in 92.4% of patients, while in the cohort that underwent standard angioplasty, this figure was 83.0% (cumulative difference 11.6%; 95% CI: 3.1-20.1;  $p=0.02$ ). The authors also note a significant difference in the rate of clinical improvement of the operated limb (89.1% versus 76.3%;  $p=0.01$ ) and in the restoration of its hemodynamics (82.4% versus 66.9%;  $p=0.01$ ) between the two patient groups one year after the interventions [57].



лечения, в 10,4% наблюдений при тромбозе ранее наложенных трансплантатов потребовалось проведение восстановительных операций. Более того, у 8,3% пациентов отмечены геморрагические осложнения, 6,3% пациентам понадобилась ампутация конечности, а летальных исходов не было зафиксировано ни в одном наблюдении [42].

Интересным является опубликованное в 2020 году клиническое наблюдение, где был успешно использован системный тромболитик в лечении 67-летней пациентки с парадоксальной эмболией общей бедренной, подключичной и верхней брыжеечной артерий. Как отмечают авторы, из-за тяжёлого состояния пациентки сосудистые хирурги отказались от открытой операции, а интервенционисты – от эндоваскулярной, в связи с чем единственным методом лечения служила системная тромболитическая терапия, позволившая полностью ликвидировать острую ишемию, сохранить конечность и выписать пациентку в относительно удовлетворительном состоянии [51].

К сожалению, этой методике свойственны некоторые недостатки, главным из которых является гемолиз из-за механического повреждения эритроцитов, частота встречаемости которого составляет 0,2%-3,7%. Для снижения частоты данного осложнения авторы предлагают уменьшить продолжительность операции с включённым аппаратом, а также своевременно применить экстракорпоральные методы детоксикации [42, 51].

Анализ данных литературы показывает, что до настоящего времени не имеется больших рандомизированных многоцентровых исследований по изучению отдалённой эффективности эндоваскулярных методов в лечении ОАН НК. Об этом также свидетельствует недавно начатое исследование под эгидой European Vascular Research Collaborative [40]. В этом проекте участвуют самые крупные клиники 12 стран Европы, где на протяжении пяти лет будет исследована и изучена эффективность эндоваскулярных вмешательств в сохранении нижних конечностей у пациентов с ОАН НК.

С целью прицельной диагностики изменений сосудистой стенки и адекватного восстановления проходимости их просвета после эндоваскулярной реваскуляризации НК нередко используют внутрисосудистые исследования, в основном в крупных зарубежных специализированных клиниках [56-59]. Следует отметить, что в настоящее время имеются ограниченные данные по диагностической её точности при ОАН НК, а рекомендации по её применению, как основного инструмента диагностики как первичных изменений, так и остаточных стенозов, носят не всегда схожий характер [57]. Так, в недавно опубликованной работе было показано, что применение внутрисосудистого УЗИ (ВСУЗИ) у пациентов, перенёвших эндоваскулярные вмешательства на артериях НК, не оказало значимого влияния в снижении частоты ампутации конечности через 6 месяцев после операции (ОР 0,98; 95% ДИ: 0,77-1,25;  $p > 0,05$ ) [56].

Вместе с тем, по данным проведённого в 2016-2022 гг. многоцентрового клинического исследования с целью улучшения лечения пациентов с поражением бедренно-подколенного сегмента, кроме ВСУЗИ, также необходимо широкое использование баллонов с лекарственным покрытием. Авторы, использовав такую тактику в лечении 119 пациентов, показали, что после этих операций годичная первичная проходимость сосудов значительно возрастает (83,8%), тогда как после ангиопластики с помощью баллонов без лекарственного покрытия полная первичная проходимость сосудов наблюдалась у 70,1% пациентов [кумулятивная разница 19,6%; 95% ДИ: 6,8-32,3;  $p = 0,01$ ]. Кроме того, отсутствие необходимости в проведении повторных вмешательств на целе-

Researchers more than two decades ago noted the advantages and high efficiency of IVUS. According to them, this method, compared to contrast angiography, provides more detailed information about the morphological changes in small and large arteries affected by thrombosis or atherosclerosis and can also be useful in performing angioplasty and/or stenting of blood vessels [58].

A systematic review and meta-analysis, including eight studies and 93,551 patients, showed that endovascular interventions with and without IVUS had similar immediate results in terms of primary vessel patency (OR 1.30; 95% CI: 0.99-1.71;  $p = 0.062$ ), and the rate of repeat interventions was almost identical (OR 0.41; 95% CI: 0.15-1.13;  $p = 0.085$ ). Additionally, overall mortality (OR 0.76; 95% CI: 0.56-1.04;  $p = 0.084$ ), limb amputation rates (OR 0.83; 95% CI: 0.32-2.15;  $p = 0.705$ ), and myocardial infarctions (OR 1.19; 95% CI: 0.58-2.41;  $p = 0.637$ ) were similar between the groups. However, the use of this imaging method significantly reduced the risk of periprocedural non-specific (OR 0.81; 95% CI: 0.70-0.94;  $p = 0.006$ ) and vascular (OR 0.81; 95% CI: 0.68-0.96;  $p = 0.013$ ) complications [59].

Thus, an analysis of the literature data indicates that the widespread use of IVUS in lower limb vascular disease requires further clarification, as the available data are contradictory. Therefore, extensive scientific studies will help determine the effectiveness of IVUS as one of the primary methods for improving the outcomes of endovascular lower limb revascularization.

## CONCLUSION

In recent years, endovascular revascularization technologies have been actively used to treat patients with ALLI, demonstrating excellent immediate results compared to traditional surgical interventions. However, the long-term outcomes of their use in an isolated mode or a hybrid approach with open interventions in the treatment of ALLI require further study. Moreover, according to various specialists, endovascular technologies have not significantly reduced the incidence of limb amputations in patients with late-diagnosed ALLI.

Literature data demonstrate the need to improve existing endovascular treatment methods for ALLI further, primarily aimed at reducing the incidence of early rethrombosis and limb amputations. In addition, the presence of multiple comorbidities is a direct contraindication to endovascular treatment methods due to the adverse effects of contrast agents and thrombolytic drugs used during these interventions on target organs. Therefore, there is a need to develop alternative approaches that do not involve iodine-based contrast agents. In this regard, scientific research on the long-term outcomes of endovascular treatment for ALLI remains relevant and promising.

вом сосуде в первой группе имелось у 92,4% пациентов, тогда как в когорте, перенёвшей стандартную ангиопластику, она составила 83,0% (кумулятивная разница 11,6%; 95% ДИ: 3,1-20,1;  $p=0.02$ ). Авторы также отмечают значительную разницу в частоте клинического улучшения оперированной конечности (89,1% против 76,3%;  $p=0.01$ ) и восстановлении её гемодинамики (82,4% против 66,9%;  $p=0.01$ ) между двумя группами пациентов спустя год от проведённых вмешательств [57].

О ряде преимуществ и высокой эффективности ВСУЗИ ещё более двух десятилетий назад отмечено исследователями, по данным которых этот метод по сравнению с контрастной ангиографией позволяет получить более подробную информацию о морфологических изменениях мелких и крупных артерий при тромботическом или атеросклеротическом их поражении, а также может быть полезным при выполнении ангиопластики и/или стентирования сосудов [58].

В одном из систематических обзоров и мета-анализов с включением 8 исследований и 93551 пациента показано, что эндоваскулярные вмешательства с и без применения ВСУЗИ имели схожие непосредственные результаты по первичной проходимости сосудов (ОР 1,30; 95% ДИ: 0,99-1,71;  $p=0,062$ ), и частота повторных интервенций была почти одинаковой (ОР 0,41; 95% ДИ: 0,15-1,13;  $p=0,085$ ). Кроме того, частота летальных исходов от всех причин (ОР 0,76; 95% ДИ: 0,56-1,04;  $p=0,084$ ), ампутации конечности (ОР 0,83; 95% ДИ: 0,32-2,15;  $p=0,705$ ) и инфарктов миокарда (ОР 1,19; 95% ДИ: 0,58-2,41;  $p=0,637$ ) была схожей между группами. Однако применение этого метода визуализации позволило значительно снизить риск развития перипроцедурных неспецифических (ОР 0,81; 95% ДИ: 0,70-0,94;  $p=0,006$ ) и сосудистых (ОР 0,81; 95% ДИ: 0,68-0,96;  $p=0,013$ ) осложнений [59].

Таким образом, анализ данных литературы показывает, что вопрос широкого применения ВСУЗИ при поражениях сосудов

НК требует уточнения, так как имеющиеся данные несут противоречивый характер. В связи с этим, будут полезным проведение крупных научных исследований по определению эффективности ВСУЗИ как одного из основных путей улучшения результатов эндоваскулярной реваскуляризации конечности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние годы в лечении пациентов с ОАН НК стали активно применяться эндоваскулярные технологии реваскуляризации, показавшие превосходные непосредственные результаты по сравнению с традиционными оперативными вмешательствами. Однако отдалённые результаты их применения в изолированном варианте или в гибридном режиме с открытыми вмешательствами при лечении ОАН НК требуют дальнейшего изучения. Более того, по данным различных специалистов, эндоваскулярные технологии не позволили существенно снизить частоту ампутаций конечности у пациентов с поздно диагностированной ОАН НК.

Литературные данные демонстрируют необходимость дальнейшего усовершенствования существующих методов эндоваскулярного лечения ОАН НК, направленных, прежде всего, на снижение частоты ранних ретромбозов и ампутаций конечности. Кроме того, наличие ряда сопутствующих заболеваний является прямым противопоказанием к применению эндоваскулярных методов лечения из-за отрицательного влияния используемых контрастных веществ и тромболитических препаратов в ходе этих вмешательств на органы-мишени, в связи с чем имеется необходимость в разработке альтернативных методов без применения йодсодержащих контрастных веществ. В связи с этим, научные исследования, направленные на изучение отдалённых результатов эндоваскулярного лечения ОАН НК, являются актуальными и перспективными.

## ЛИТЕРАТУРА

- Lin JH, Humphries MD, Hasegawa J, Saroya J, Mell MW. Outcomes after selective fasciotomy for revascularization of nontraumatic acute lower limb ischemia. *Vasc Endovascular Surg.* 2022;56(1):18-23. <https://doi.org/10.1177/15385744211045493>
- Мельников МВ, Апресян АЮ, Сотников АВ, Кожевников ДС, Папава ГД. Экстренная помощь больным с эмболиями аорты и магистральных артерий конечностей в Санкт-Петербурге: анализ 3498 наблюдений за 50 лет. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова.* 2021;180(4):28-34. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2021-180-4-28-34>
- Синявин ГВ, Белов ЮВ, Винокуров ИА, Мнацаканян ГВ, Одиноква СН, Яснопольская НВ. Результаты хирургического лечения больных с острой ишемией нижних конечностей. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия.* 2021;14(1):60-5. <https://doi.org/10.17116/kardio20211401160>
- Михайлов ИП, Арустамян ВА, Рей СИ, Микерова МС. Результаты хирургического лечения пациентов пожилого и старческого возраста с острой ишемией нижних конечностей эмбологического генеза. *Неотложная медицинская помощь. Журнал им. Н.В. Склифосовского.* 2023;12(1):23-9. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2022-12-1-23-29>
- Veerasuri S, Kulkarni SR, Wilson WR, Paravastu SCV. Bilateral acute lower limb ischemia secondary to COVID-19. *Vasc Endovascular Surg.* 2021;55(2):196-9. <https://doi.org/10.1177/1538574420954301>
- Pham A, Heib A, Goodman E, Lipsitz E, Indes J. Outcomes of acute limb ischemia in COVID-19. *J Vasc Surg.* 2022;76(4):1006-1013.e3. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2022.04.038>

## REFERENCES

- Lin JH, Humphries MD, Hasegawa J, Saroya J, Mell MW. Outcomes after selective fasciotomy for revascularization of nontraumatic acute lower limb ischemia. *Vasc Endovascular Surg.* 2022;56(1):18-23. <https://doi.org/10.1177/15385744211045493>
- Melnikov MV, Apresyanyan AYU, Sotnikov AV, Kozhevnikov DS, Papava GD. Ekstrennaya pomoshch' bol'nym s emboliyami aorty i magistral'nykh arteriy konechnostey v Sankt-Peterburge: analiz 3498 nablyudenyiy za 50 let [Emergency care for patients with embolism of the aorta and main limb arteries in St. Petersburg: An analysis of 3498 cases over 50 years]. *Vestnik khirurgii im. I.I. Grekova.* 2021;180(4):28-34. <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2021-180-4-28-34>
- Sinyavin GV, Belov YuV, Vinokurov IA, Mnatsakanyan GV, Odinkova SN, Yasnopolskaya NV. Rezul'taty khirurgicheskogo lecheniya bol'nykh s ostroy ishemiyei nizhnikh konechnostey [Surgical treatment of patients with acute lower limb ischemia]. *Kardiologiya i serdechno-sosudistaya khirurgiya.* 2021;14(1):60-5. <https://doi.org/10.17116/kardio20211401160>
- Mikhaylov IP, Arustamyan VA, Rey SI, Mikerova MS. Rezul'taty khirurgicheskogo lecheniya patsientov pozhilogo i starcheskogo vozrasta s ostroy ishemiyei nizhnikh konechnostey embologennogo geneza [Results of surgical treatment of elderly and senile patients with acute ischemia of the lower extremities of embologenic origin]. *Neotlozhnaya meditsinskaya pomoshch'. Zhurnal im. N.V. Sklifosovskogo.* 2023;12(1):23-9. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2022-12-1-23-29>
- Veerasuri S, Kulkarni SR, Wilson WR, Paravastu SCV. Bilateral acute lower limb ischemia secondary to COVID-19. *Vasc Endovascular Surg.* 2021;55(2):196-9. <https://doi.org/10.1177/1538574420954301>
- Pham A, Heib A, Goodman E, Lipsitz E, Indes J. Outcomes of acute limb ischemia in COVID-19. *J Vasc Surg.* 2022;76(4):1006-1013.e3. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2022.04.038>

7. Немаматзода О, Гаибов АД, Калмыков ЕЛ, Баратов АК. COVID-19-ассоциированный артериальный тромбоз. *Вестник Авиценны*. 2021;23(1):85-94. <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2021-23-1-85-94>
8. Davis FM, Albright J, Gallagher KA, Gurm HS, Koenig GC, Schreiber T, et al. Early outcomes following endovascular, open surgical, and hybrid revascularization for lower extremity acute limb ischemia. *Ann Vasc Surg*. 2018;51:106-12. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2017.12.025>
9. Марков ДС, Огнева ЕЮ, Гуров АН. Оказание специализированной медицинской помощи пациентам с острыми нарушениями сердечно-сосудистой системы в сосудистых центрах Московской области. *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*. 2018;26(5):320-3. <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2018-26-5-320-323>
10. Кучеров СА, Штутин АА, Макачук ОВ, Костямин ЮД, Куринный АМ, Яровой ВА, и др. Результаты эндоваскулярного лечения острой ишемии нижних конечностей в регионе с ограниченными ресурсами. *Журнал «Неотложная хирургия им. И.И. Джанелидзе»*. 2021;52:44-5.
11. Гаибов АД, Султанов ДД, Немаматзода О, Абдусаматов КА, Шохсаворбеков АШ, Камолов РС. Результаты лечения острой артериальной непроходимости нижних конечностей в поздних сроках ишемии. *Здравоохранение Таджикистана*. 2023;3:10-21.
12. Казаков ЮИ, Казаков АЮ, Нефёдов ВИ, Герасин АЮ, Докшоков ГР, Керимханов РО, и др. Хирургическая тактика ведения пациентов с острой артериальной ишемией нижних конечностей на фоне атеросклеротического поражения артерий. *Наука молодых*. 2019;7(1):86-92. <https://doi.org/10.23888/HMJ20197186-92>
13. Duzgun AC, Ilkeli E. Is surgical thrombo-embolectomy in acute limb ischemia still advantageous in patients more than 65 years of age? *Heart Surg Forum*. 2021;24(6):E988-E995. <https://doi.org/10.1532/hsf.4157>
14. Dilawari TH, Farooqui F, Aimon S, Jehan M, Latif S. Late presentation of acute limb ischemia: Causes and outcomes. *J Coll Physicians Surg Pak*. 2023;33(1):103-6. <https://doi.org/10.29271/jcpsp.2023.01.103>
15. Жигалова МС, Кутепов ДЕ, Пасечник ИН. Выбор оптимальной схемы лечения больных с синдромом ишемии-реперфузии, осложнённым острым повреждением почек. *Кремлёвская медицина. Клинический вестник*. 2020;1:58-63. <https://doi.org/10.26269/1ndj-j828>
16. Eygi B, Gokalp O, Kiray M, Iscan S, Gokalp G, Demirbas B, et al. Direct kidney injury or lower extremity ischemia induced indirect kidney injury: Which one is more harmful for kidneys? *Vascular*. 2021;29(3):461-7. <https://doi.org/10.1177/1708538120959965>
17. Bath J, Kim RJ, Dombrovskiy VY, Vogel TR. Contemporary trends and outcomes of thrombolytic therapy for acute lower extremity ischemia. *Vascular*. 2019;27(1):71-7. <https://doi.org/10.1177/1708538118797782>
18. Гаибов АД, Садриев ОН, Абдусаматов КА, Султанов ДД, Зугуров АХ. Диагностические и тактические ошибки при острой артериальной непроходимости. *Вестник Академии медицинских наук Таджикистана*. 2017;1:20-4.
19. Султанов ДД, Немаматзода О, Шохсаворбеков АШ, Давлатов РК, Юнусов ХА, Али-Заде СГ. Эндogenous интоксикация, окислительный стресс и антиоксидантная система при острой ишемии нижних конечностей. *Здравоохранение Таджикистана*. 2022;4:91-100. <https://doi.org/10.52888/0514-2515-2022-355-4-91-100>
20. Арустамян ВА, Михайлов ИП, Кунгурцев ЕВ. История хирургического лечения больных с эмболией артерий нижних конечностей. *Оперативная хирургия и клиническая анатомия*. 2021;5(3):57-62. <https://doi.org/10.17116/operhirurg2021503157>
21. Кавтеладзе ЗА, Саркхандидзе ГР, Шевелёв ИИ, Ермолаев ПМ, Даниленко СЮ, Завалишин СЕ, и др. Возможности эндоваскулярной хирургии. Эндоваскулярное лечение острой артериальной многоуровневой непроходимости артерий нижних конечностей. *Эндоваскулярная хирургия*. 2020;7(1):81-7. <https://doi.org/10.24183/2409-4080-2020-7-1-88-93>
22. Аракелян ВС. Пути снижения частоты осложнений у больных, перенесших реконструктивные и эндоваскулярные операции на артериях нижних ко-
7. Nematzoda O, Gaibov AD, Kalmykov EL, Baratov AK. COVID-19-assotsirovanny arterial'nyy tromboz [COVID-19-related arterial thrombosis]. *Vestnik Avitsenny [Avicenna Bulletin]*. 2021;23(1):85-94. <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2021-23-1-85-94>
8. Davis FM, Albright J, Gallagher KA, Gurm HS, Koenig GC, Schreiber T et al. Early outcomes following endovascular, open surgical, and hybrid revascularization for lower extremity acute limb ischemia. *Ann Vasc Surg*. 2018;51:106-12. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2017.12.025>
9. Markov DS, Ogneva Elu, Gurov AN. Okazanie specializirovannoy medicinskoj pomoshchi patsientam s ostrymi narusheniyami serdechno-sosudistoy sistemy v sosudistikh tsentrakh Moskovskoy oblasti [The specialized medical care support of patients with acute disorders of cardio-vascular system in vascular centers of the Moscow region]. *Problemy sotsial'noy gigieny, zdravookhraneniya i istorii meditsiny*. 2018;26(5):320-3. <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2018-26-5-320-323>
10. Kuchеров SA, Shtutin AA, Makarchuk OV, Kostyamin YuD, Kurinnyy AM, Yarovoy VA, i dr. Rezul'taty endovaskulyarnogo lecheniya ostroy ishemii nizhnikh konechnostey v regione s ogranichennymi resursami [Results of endovascular treatment of acute lower extremity ischemia in a resource-limited region]. *Zhurnal "Neotlozhnaya khirurgiya im. I.I. Dzhanelidze"*. 2021;52:44-5.
11. Gaibov AD, Sultanov DD, Nematzoda O, Abdusamadov KA, Shokhsavorbekov ASH, Kamolov RS. Rezul'taty lecheniya ostroy arterial'noy neprokhodimosti nizhnikh konechnostey v pozdnykh srokakh ishemii [Treatment results of acute arterial obstruction of the lower limbs during advanced stages of ischemia]. *Zdravookhranenie Tadjikistana*. 2023;3:10-21. <https://doi.org/10.52888/0514-2515-2023-358-3-10-21>
12. Kazakov YuI, Kazakov AYu, Nefyodov VI, Gerasin AYu, Dokshokov GR, Kerimkhanov RO, i dr. Khirurgicheskaya taktika vedeniya patsientov s ostroy arterial'noy ishemiy nizhnikh konechnostey na fone ateroskleroticheskogo porazheniya arteriy [Surgical approach to management of patients with acute arterial ischemia of lower limbs with the underlying atherosclerotic lesion of arteries]. *Nauka molodykh*. 2019;7(1):86-92. <https://doi.org/10.23888/HMJ20197186-92>
13. Duzgun AC, Ilkeli E. Is surgical thrombo-embolectomy in acute limb ischemia still advantageous in patients more than 65 years of age? *Heart Surg Forum*. 2021;24(6):E988-E995. <https://doi.org/10.1532/hsf.4157>
14. Dilawari TH, Farooqui F, Aimon S, Jehan M, Latif S. Late presentation of acute limb ischemia: Causes and outcomes. *J Coll Physicians Surg Pak*. 2023;33(1):103-6. <https://doi.org/10.29271/jcpsp.2023.01.103>
15. Zhigalova MS, Kutepov DE, Pasechnik IN. Vybora optimal'noy skhemy lecheniya bol'nykh s sindromom ishemii-reperfuzii, oslozhnyonnym ostrym povrezhdeniem pochek [A choice of optimal treatment scheme in patients with ischemia-reperfusion syndrome complicated with acute kidney damage]. *Kremlyovskaya meditsina. Klinicheskiy vestnik*. 2020;1:58-63. <https://doi.org/10.26269/1ndj-j828>
16. Eygi B, Gokalp O, Kiray M, Iscan S, Gokalp G, Demirbas B, et al. Direct kidney injury or lower extremity ischemia induced indirect kidney injury: Which one is more harmful for kidneys? *Vascular*. 2021;29(3):461-7. <https://doi.org/10.1177/1708538120959965>
17. Bath J, Kim RJ, Dombrovskiy VY, Vogel TR. Contemporary trends and outcomes of thrombolytic therapy for acute lower extremity ischemia. *Vascular*. 2019;27(1):71-7. <https://doi.org/10.1177/1708538118797782>
18. Gaibov AD, Sadriev ON, Abdusamadov KA, Sultanov DD, Zugurov AKH. Diagnosticheskie i takticheskie oshibki pri ostroy arterial'noy neprokhodimosti [Diagnostic and tactical mistakes in acute arterial obstruction]. *Vestnik Akademii meditsinskikh nauk Tadjikistana*. 2017;1:20-4.
19. Sultanov DD, Nematzoda O, Shokhsavorbekov ASH, Davlatov RK, Yunusov KhA, Ali-Zade SG. Endogennaya intoksikatsiya, oksiditel'nyy stress i antioksidantnaya sistema pri ostroy ishemii nizhnikh konechnostey [Endogenous intoxication, oxidative stress and antioxidant system in acute lower limb ischemia]. *Zdravookhranenie Tadjikistana*. 2022;4:91-100. <https://doi.org/10.52888/0514-2515-2022-355-4-91-100>
20. Arustamyan VA, Mikhaylov IP, Kungurtsev EV. Istoriya khirurgicheskogo lecheniya bol'nykh s emboliej arteriy nizhnikh konechnostey [History of surgical treatment of lower limb artery embolism]. *Operativnaya khirurgiya i klinicheskaya anatomiya*. 2021;5(3):57-62. <https://doi.org/10.17116/operhirurg2021503157>
21. Kavteladze ZA, Sarkhanidze GR, Shevelov II, Ermolaev PM, Danilenko SYu, Zavalishin SE, i dr. Vozmozhnosti endovaskulyarnoy khirurgii. Endovaskulyarnoe lechenie ostroy arterial'noy mnogourovnevoy neprokhodimosti arteriy nizhnikh konechnostey [The challenge of endovascular surgery. Endovascular treatment of acute multilevel obstruction of lower limb arteries]. *Endovaskulyarnaya khirurgiya*. 2020;7(1):81-7. <https://doi.org/10.24183/2409-4080-2020-7-1-88-93>
22. Arakelyan VS. Puti snizheniya chastoty oslozhneniy u bol'nykh, perenyosshikh rekonstruktivnye i endovaskulyarnye operatsii na arteriyakh nizhnikh

- нечностей. *Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал им. академика А.В. Покровского*. 2020;26(1):165-73. <https://doi.org/10.33529/angio2020106>
23. Rossi M, Tipaldi MA, Tagliaferro FB, Pisano A, Ronconi E, Lucertini E, et al. Aspiration thrombectomy with the Indigo system for acute lower limb ischemia: Preliminary experience and analysis of parameters affecting the outcome. *Ann Vasc Surg*. 2021;76:426-35. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2021.04.016>
  24. Cho SB, Choi HC, Lee SM, Na JB, Park MJ, Shin HS, et al. Combined treatment (image-guided thrombectomy and endovascular therapy with open femoral access) for acute lower limb ischemia: Clinical efficacy and outcomes. *PLoS One*. 2019;14(11):e0225136. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225136>
  25. Верижников ВВ, Коков ЛС, Лопотовский ПЮ. Применение реолитической тромбэктомии в лечении острой ишемии нижних конечностей. *Международный журнал интервенционной кардиоангиологии*. 2013;35:29.
  26. Джуракулов ШР, Сажнов ДН, Тагаев НБ, Ташлиев КВ, Шукуров ИХ. Ретроградно ассистированная катетерная тромбоаспирация из артерий голени сегмента при острой ишемии (клиническое наблюдение). *Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал им. академика А.В. Покровского*. 2022;28(4):61-7. <https://doi.org/10.33029/1027-6661-2022-28-4-61-67>
  27. Гаибов АД, Мухаммадиева ХС, Калмыков ЕЛ, Баратов АК, Садриев ОН. Возможности лучевой диагностики окклюзионно-стенотических поражений артерий нижних конечностей. *Вестник Академии медицинских наук Таджикистана*. 2016;3:3-11.
  28. Митичкин АЕ, Папоян СА, Щёголев АА, Квицаридзе БА, Мутаев ММ, Сазонов МЮ, и др. Сочетанные эндоваскулярные и реконструктивные операции при многоэтажных поражениях артерий нижних конечностей. *Анналы хирургии*. 2016;21(3):187-92.
  29. Арустамян ВА, Михайлов ИП, Демьянов АМ, Лещинская ОВ. Успешное хирургическое лечение острой прогрессирующей ишемии нижней конечности, обусловленной миграцией и тромбозом стента подвздошной артерии. *Креативная кардиология*. 2021;15(2):268-77. <https://doi.org/10.24022/1997-3187-2021-15-2-268-277>
  30. Ho KKF, Barsoum R, Shepherd B, McGahan T. Bilateral acute lower limb ischemia secondary to complete embolization of cardiac myxoma. *J Vasc Surg*. 2020;71(5):1759-61. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2019.08.264>
  31. Максимов АВ, Гайсина ЭА, Нуретдинов РМ. Регионарный тромболитиз при острой ишемии нижних конечностей. *Практическая медицина*. 2018;7:2:55-8.
  32. Schierling W, Bachleitner K, Kasprzak P, Betz T, Stehr A, Pfister K. Safety aspect of intraoperative, local urokinase lysis in patients with acute lower limb ischemia. *Clin Hemorheol Microcirc*. 2021;78(1):83-92. <https://doi.org/10.3233/CH-201049>
  33. Пытык АИ, Прасол ВА, Бабынкин АБ. Сравнительная оценка эффективности эндоваскулярной и хирургической реваскуляризации при острой ишемии нижних конечностей. *Хирургия Украины*. 2019;2:51-5. <https://doi.org/10.30978/SU2019-2-51>
  34. Дрожжин ЕВ, Зорькин АА, Козлов АВ. Гибридная тромбэктомия при эмболии и окклюзии магистральных артерий нижних конечностей с использованием комплекса Angiojet. *Вестник СурГУ. Медицина*. 2016;2:28-32.
  35. Liang S, Zhou L, Ye K, Lu X. Limb salvage after percutaneous mechanical thrombectomy in patients with acute lower limb ischemia: A retrospective analysis from two institutions. *Ann Vasc Surg*. 2019;58:151-9. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2018.11.025>
  36. Керимов ХР, Герасин АЮ, Казаков ЮИ, Казаков АЮ. Улучшение результатов хирургического лечения пациентов с острой артериальной окклюзией нижних конечностей и большими сроками ишемии конечности. *Тверской медицинский журнал*. 2018;6:69-70.
  37. Белов ЮВ, Синявин ГВ, Винокуров ИА, Мнацаканян ГВ. Органные дисфункции после восстановления кровотока у больных с острой ишемией конечностей [Ways of decreasing incidence of complications in patients after endured reconstructive and endovascular operations on lower limb arteries]. *Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал им. академика А.В. Покровского*. 2020;26(1):165-73. <https://doi.org/10.33529/angio2020106>
  23. Rossi M, Tipaldi MA, Tagliaferro FB, Pisano A, Ronconi E, Lucertini E, et al. Aspiration thrombectomy with the Indigo system for acute lower limb ischemia: Preliminary experience and analysis of parameters affecting the outcome. *Ann Vasc Surg*. 2021;76:426-35. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2021.04.016>
  24. Cho SB, Choi HC, Lee SM, Na JB, Park MJ, Shin HS, et al. Combined treatment (image-guided thrombectomy and endovascular therapy with open femoral access) for acute lower limb ischemia: Clinical efficacy and outcomes. *PLoS One*. 2019;14(11):e0225136. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225136>
  25. Verzhnikov VV, Kokov LS, Lopotovskiy PYu. Primenenie reoliticheckoy trombektomii v lechenii ostroy ishemii nizhnikh konechnostey [The use of rheolytic thrombectomy in the treatment of acute ischemia of the lower extremities]. *Mezhdunarodnyy zhurnal interventsionnoy kardiologii*. 2013;35:29.
  26. Dzhurakulov ShR, Sazhnov DN, Tagaev NB, Tashliev KV, Shykyrov IKh. Retrogradno assistirovannaya kateternaya tromboaspiratsiya iz arteriy golenostopnogo segmenta pri ostroy ishemii (klinicheskoe nablyudenie) [Retrograde assisted catheter thromboaspiration from arteries of the talocrural segment in acute ischemia (case report)]. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya. Zhurnal im. akademika A.V. Pokrovskogo*. 2020;28(4):61-7. <https://doi.org/10.33029/1027-6661-2022-28-4-61-67>
  27. Gaibov AD, Mukhammadieva KhS, Kalmykov EL, Barатов AK, Sadriev ON. Vozmozhnosti luchevoy diagnostiki okklyuzionno-stenoticheskikh porazheniy arteriy nizhnikh konechnostey [Radial diagnostics capabilities of occlusive-stenotic lesions of the lower limb arteries]. *Vestnik Akademii meditsinskikh nauk Tadzhikistana*. 2016;3:3-11.
  28. Mitichkin AE, Papoyan SA, Shyogolev AA, Kviцaridze BA, Mutaev MM, Sazonov My, i dr. Sochetannyye endovaskulyarnyye i rekonstruktivnyye operatsii pri mnogoetazhnykh porazheniyakh arteriy nizhnikh konechnostey [Hybrid endovascular and open reconstructive procedure in severe multilevel lower extremity arterial disease]. *Annaly khirurgii*. 2016;21(3):187-92. <https://doi.org/10.18821/1560-9502-2016-21-3-187-192>
  29. Arustamyan VA, Mikhaylov IP, Demyanov AM, Leshchinskaya OV. Uspeshnoe khirurgicheskoe lechenie ostroy progressiruyushchey ishemii nizhney konechnosti, obuslovlennoy migratsiyey i trombozom stenta podvzdoshnoy arterii [Successful surgical treatment of acute progressive lower limb ischemia caused by migration and thrombosis of the iliac artery stent]. *Kreativnaya kardiologiya*. 2021;15(2):268-77. <https://doi.org/10.24022/1997-3187-2021-15-2-268-277>
  30. Ho KKF, Barsoum R, Shepherd B, McGahan T. Bilateral acute lower limb ischemia secondary to complete embolization of cardiac myxoma. *J Vasc Surg*. 2020;71(5):1759-61. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2019.08.264>
  31. Maksimov AV, Gaysina EA, Nuretdinov RM. Regionarnyy trombolizis pri ostroy ishemii nizhnikh konechnostey [Regional thrombolysis in case of acute lower limb ischemia]. *Prakticheskaya meditsina*. 2018;7:2:55-8.
  32. Schierling W, Bachleitner K, Kasprzak P, Betz T, Stehr A, Pfister K. Safety aspect of intraoperative, local urokinase lysis in patients with acute lower limb ischemia. *Clin Hemorheol Microcirc*. 2021;78(1):83-92. <https://doi.org/10.3233/CH-201049>
  33. Pityk OI, Prasol VO, Babykin AB. Sravnitel'naya otsenka effektivnosti endovaskulyarnoy i khirurgicheskoy revaskulyarizatsii pri ostroy ishemii nizhnikh konechnostey [Comparative evaluation of the endovascular and surgical revascularization effectiveness for acute limb ischemia]. *Khirurgiya Ukrainy*. 2019;2:51-5. <https://doi.org/10.30978/SU2019-2-51>
  34. Drozhzhin EV, Zorkin AA, Kozlov AV. Gibrnidnaya trombektomiya pri embolii i okklyuzii magistral'nykh arteriy nizhnikh konechnostey s ispol'zovaniem kompleksa Angiojet [Hybrid thrombectomy in embolism and occlusion of limb arteries using Angiojet complex]. *Vestnik SurGU. Meditsina*. 2016;2:28-32.
  35. Liang S, Zhou L, Ye K, Lu X. Limb salvage after percutaneous mechanical thrombectomy in patients with acute lower limb ischemia: A retrospective analysis from two institutions. *Ann Vasc Surg*. 2019;58:151-9. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2018.11.025>
  36. Kerimov KhR, Gerasin AYu, Kazakov Yul, Kazakov AYu. Uluchshenie rezul'tatov khirurgicheskogo lecheniya patsientov s ostroy arterial'noy okklyuziyey nizhnikh konechnostey i bol'shimi srokami ishemii konechnosti [Improving the results of surgical treatment of patients with acute arterial occlusion of the lower extremities and long periods of limb ischemia]. *Tverskoy meditsinskiy zhurnal*. 2018;6:69-70.
  37. Belov YuV, Sinyavin GV, Vinokurov IA, Mnatsakanyan GV. Organnyye disfunktsii posle vosstanovleniya krovotoka u bol'nykh s ostroy ishemiy nizhnikh

- ей нижних конечностей. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2019;12(5):477-80. <https://doi.org/10.17116/kardio201912051477>
38. Vorwerk D, Triebe S, Ziegler S, Ruppert V. Percutaneous mechanical thromboembolism in acute lower limb ischemia. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2019;42(2):178-85. <https://doi.org/10.1007/s00270-018-2129-3>
39. Genovese EA, Chaer RA, Taha AG, Marone LK, Avgerinos E, Makaroun MS, et al. Risk factors for long-term mortality and amputation after open and endovascular treatment of acute limb ischemia. *Ann Vasc Surg*. 2016;30:82-92. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2015.10.004>
40. Gratl A; European Vascular Research Collaborative (EVRC). Study protocol of a prospective multicenter observational study evaluating acute lower limb ischemia. *J Surg Res*. 2023;282:280-4. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2022.09.023>
41. Кузнецов МР, Яснопольская НВ, Винокуров ИА, Сысоев ВМ, Михайличенко ВЮ, Самарин СА. Возможности симультанных оперативных вмешательств при острой ишемии нижних конечностей. *Современные проблемы науки и образования*. 2020;6:211. <https://doi.org/10.17513/spno.30372>
42. Михайлов ИП, Исаев ГА, Коков ЛС, Шестопёров ВЕ, Лавренов ВН. Использование системного тромболитика для лечения острой ишемии конечностей. *Неотложная медицинская помощь. Журнал им. Н.В. Склифосовского*. 2015;2:32-4.
43. Stoklasa K, Sieber S, Naher S, Bohmann B, Kuehn A, Stadlbauer T, et al. Patients with acute limb ischemia might benefit from endovascular therapy – A 17-year retrospective single-center series of 985 patients. *J Clin Med*. 2023;12(17):5462. <https://doi.org/10.3390/jcm12175462>
44. Кутько ЕА. Сравнительный анализ эндоваскулярных методов лечения острой ишемии нижней конечности. *Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова*. 2019;27(2):258-73. <https://doi.org/10.23888/PAVLOVJ2019272258-273>
45. Ueda T, Tajima H, Murata S, Saito H, Yasui D, Sugihara F, et al. A comparison of outcomes based on vessel type (native artery vs. bypass graft) and artery location (below-knee artery vs. non-below-knee artery) using a combination of multiple endovascular techniques for acute lower limb ischemia. *Ann Vasc Surg*. 2021;75:205-16. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2021.02.023>
46. Коков ЛС, Михайлов ИП, Пархоменко МВ, Великоцкий АА. Применение эндоваскулярных методов в лечении острой ишемии нижних конечностей. *Международный журнал интервенционной кардиоангиологии*. 2017;48-49:56.
47. Lian WS, Das SK, Hu XX, Zhang XJ, Xie XY, Li MQ. Efficacy of intra-arterial catheter-directed thrombolysis for popliteal and infrapopliteal acute limb ischemia. *J Vasc Surg*. 2020;71(1):141-8. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2019.03.081>
48. Prasad A, Hughston H, Michalek J, Trevino A, Gupta K, Martinez JP, et al. Acute kidney injury in patients undergoing endovascular therapy for critical limb ischemia. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2019;94(4):636-41. <https://doi.org/10.1002/ccd.28415>
49. Butt T, Lehti L, Apelqvist J, Gottsäter A, Acosta S. Contrast-associated acute kidney injury in patients with and without diabetes mellitus undergoing computed tomography angiography and local thrombolysis for acute lower limb ischemia. *Vasc Endovascular Surg*. 2022;56(2):151-7. <https://doi.org/10.1177/15385744211051503>
50. Byrne RM, Taha AG, Avgerinos E, Marone LK, Makaroun MS, Chaer RA. Contemporary outcomes of endovascular interventions for acute limb ischemia. *J Vasc Surg*. 2014;59(4):988-95. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2013.10.054>
51. Pokorná V, Bodíková S, Kaluzay J, Liskova Z, Jurkovicova O. Acute limb ischemia due to paradoxical embolism treated with systemic thrombolysis. *Vnitr Lek*. 2020;66(5):76-9.
52. Кузнецов МР, Яснопольская НВ, Винокуров ИА, Фёдоров ЕЕ, Шведов ПН. Гибридные операции при острых тромбозах после реконструктивных операций на артериях. *Ангиология и сосудистая хирургия. Журнал им. академика А.В. Покровского*. 2021;27(4):71-8. <https://doi.org/10.33529/ANGIO2021423>
53. Zhuang JM, Li TR, Li X, Luan JY, Wang CM, Feng QC, et al. Application of Rotarex mechanical thrombectomy system in acute lower limb ischemia. *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*. 2021;53(6):1159-62. <https://doi.org/10.19723/j.issn.1671-167X.2021.06.025>
54. Tipaldi MA, Laurino F, Rossi M. Indigo aspiration thrombectomy for treating acute lower limb ischemia: Technical considerations. *J Vasc Surg*. 2021;73(1):355-6. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2020.08.024>
- konechnostey [Organ dysfunction after blood flow restoration in patients with acute lower limb ischemia]. *Kardiologiya i serdechno-sosudistaya khirurgiya*. 2019;12(5):477-80. <https://doi.org/10.17116/kardio201912051477>
38. Vorwerk D, Triebe S, Ziegler S, Ruppert V. Percutaneous mechanical thromboembolism in acute lower limb ischemia. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2019;42(2):178-85. <https://doi.org/10.1007/s00270-018-2129-3>
39. Genovese EA, Chaer RA, Taha AG, Marone LK, Avgerinos E, Makaroun MS, et al. Risk factors for long-term mortality and amputation after open and endovascular treatment of acute limb ischemia. *Ann Vasc Surg*. 2016;30:82-92. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2015.10.004>
40. Gratl A; European Vascular Research Collaborative (EVRC). Study protocol of a prospective multicenter observational study evaluating acute lower limb ischemia. *J Surg Res*. 2023;282:280-4. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2022.09.023>
41. Kuznetsov MR, Yasnopolskaya NV, Vinokurov IA, Sysoev VM, Mikhaylichenko VYu, Samarin SA. Vozmozhnosti simul'tannykh operativnykh vmeshatel'stv pri ostroy ishemii nizhnikh konechnostey [Simultaneous operational interventions opportunities in acute ischemia of lower extremities]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2020;6:211. <https://doi.org/10.17513/spno.30372>
42. Mikhaylov IP, Isaev GA, Kokov LS, Shestoporov VY, Lavrenov VN. Ispol'zovanie sistemnogo trombolizisa dlya lecheniya ostroy ishemii konechnostey [Systemic thrombolysis for treatment of acute limb ischemia]. *Neotlozhnaya meditsinskaya pomoshch'. Zhurnal im. N.V. Sklifosovskogo*. 2015;2:32-4.
43. Stoklasa K, Sieber S, Naher S, Bohmann B, Kuehn A, Stadlbauer T, et al. Patients with acute limb ischemia might benefit from endovascular therapy – A 17-year retrospective single-center series of 985 patients. *J Clin Med*. 2023;12(17):5462. <https://doi.org/10.3390/jcm12175462>
44. Kutsko EA. Sravnitel'nyy analiz endovaskulyarnykh metodov lecheniya ostroy ishemii nizhney konechnosti [Comparative analysis of endovascular methods for treatment of acute lower limb ischemia]. *Rossiyskiy mediko-biologicheskiy vestnik imeni akademika I.P. Pavlova*. 2019;27(2):258-73. <https://doi.org/10.23888/PAVLOVJ2019272258-273>
45. Ueda T, Tajima H, Murata S, Saito H, Yasui D, Sugihara F, et al. A comparison of outcomes based on vessel type (native artery vs. bypass graft) and artery location (below-knee artery vs. non-below-knee artery) using a combination of multiple endovascular techniques for acute lower limb ischemia. *Ann Vasc Surg*. 2021;75:205-16. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2021.02.023>
46. Kokov LS, Mikhaylov IP, Parkhomenko MV, Velikotskiy AA. Primeneniye endovaskulyarnykh metodov v lechenii ostroy ishemii nizhnikh konechnostey [Application of endovascular methods in the treatment of acute ischemia of the lower extremities]. *Mezhdunarodnyy zhurnal interventsionnoy kardiologii*. 2017;48-49:56.
47. Lian WS, Das SK, Hu XX, Zhang XJ, Xie XY, Li MQ. Efficacy of intra-arterial catheter-directed thrombolysis for popliteal and infrapopliteal acute limb ischemia. *J Vasc Surg*. 2020;71(1):141-8. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2019.03.081>
48. Prasad A, Hughston H, Michalek J, Trevino A, Gupta K, Martinez JP, et al. Acute kidney injury in patients undergoing endovascular therapy for critical limb ischemia. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2019;94(4):636-41. <https://doi.org/10.1002/ccd.28415>
49. Butt T, Lehti L, Apelqvist J, Gottsäter A, Acosta S. Contrast-associated acute kidney injury in patients with and without diabetes mellitus undergoing computed tomography angiography and local thrombolysis for acute lower limb ischemia. *Vasc Endovascular Surg*. 2022;56(2):151-7. <https://doi.org/10.1177/15385744211051503>
50. Byrne RM, Taha AG, Avgerinos E, Marone LK, Makaroun MS, Chaer RA. Contemporary outcomes of endovascular interventions for acute limb ischemia. *J Vasc Surg*. 2014;59(4):988-95. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2013.10.054>
51. Pokorná V, Bodíková S, Kaluzay J, Liskova Z, Jurkovicova O. Acute limb ischemia due to paradoxical embolism treated with systemic thrombolysis. *Vnitr Lek*. 2020;66(5):76-9.
52. Kuznetsov MR, Yasnopolskaya NV, Vinokurov IA, Fyodorov EE, Shvedov PN. Gibridnye operatsii pri ostrykh trombozakh posle rekonstruktivnykh operatsiy na arteriyakh [Hybrid interventions for acute thrombosis after reconstructive operations on lower-limb arteries]. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya. Zhurnal im. akademika A.V. Pokrovskogo*. 2021;27(4):71-8. <https://doi.org/10.33529/ANGIO2021423>
53. Zhuang JM, Li TR, Li X, Luan JY, Wang CM, Feng QC, et al. Application of Rotarex mechanical thrombectomy system in acute lower limb ischemia. *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*. 2021;53(6):1159-62. <https://doi.org/10.19723/j.issn.1671-167X.2021.06.025>
54. Tipaldi MA, Laurino F, Rossi M. Indigo aspiration thrombectomy for treating acute lower limb ischemia: Technical considerations. *J Vasc Surg*. 2021;73(1):355-6. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2020.08.024>

55. Acosta S, Kulezic A, Zarrouk M, Gottsäter A. Management of acute lower limb ischemia without surgical revascularization – A population-based study. *Vasc Endovascular Surg.* 2024;58(3):316-25. <https://doi.org/10.1177/15385744231215552>
56. Kumar A, Shariff M, Majmundar M, Stulak JM, Anavekar N, Deshmukh A, et al. Intravascular ultrasound during endovascular intervention for peripheral artery disease, by severity, location, device, and procedure. *Am J Cardiol.* 2024;225:41-51. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2024.05.039>
57. Ko YG, Lee SJ, Ahn CM, Lee SH, Lee YJ, Kim BK, et al. Intravascular ultrasound-guided drug-coated balloon angioplasty for femoropopliteal artery disease: A clinical trial. *Eur Heart J.* 2024;45(31):2839-47. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae372>
58. Tardif JC, Pandian NG. Intravascular ultrasound imaging in peripheral arterial and coronary artery disease. *Curr Opin Cardiol.* 1994;9(5):627-33. <https://doi.org/10.1097/00001573-199409000-00019>
59. Sheikh AB, Anantha-Narayanan M, Smolderen KG, Jelani QU, Nagpal S, Schneider M, et al. Utility of intravascular ultrasound in peripheral vascular interventions: Systematic review and meta-analysis. *Vasc Endovascular Surg.* 2020;54(5):413-22. <https://doi.org/10.1177/1538574420920998>
55. Acosta S, Kulezic A, Zarrouk M, Gottsäter A. Management of acute lower limb ischemia without surgical revascularization – A population-based study. *Vasc Endovascular Surg.* 2024;58(3):316-25. <https://doi.org/10.1177/15385744231215552>
56. Kumar A, Shariff M, Majmundar M, Stulak JM, Anavekar N, Deshmukh A, et al. Intravascular ultrasound during endovascular intervention for peripheral artery disease, by severity, location, device, and procedure. *Am J Cardiol.* 2024;225:41-51. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2024.05.039>
57. Ko YG, Lee SJ, Ahn CM, Lee SH, Lee YJ, Kim BK, et al. Intravascular ultrasound-guided drug-coated balloon angioplasty for femoropopliteal artery disease: A clinical trial. *Eur Heart J.* 2024;45(31):2839-47. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae372>
58. Tardif JC, Pandian NG. Intravascular ultrasound imaging in peripheral arterial and coronary artery disease. *Curr Opin Cardiol.* 1994;9(5):627-33. <https://doi.org/10.1097/00001573-199409000-00019>
59. Sheikh AB, Anantha-Narayanan M, Smolderen KG, Jelani QU, Nagpal S, Schneider M, et al. Utility of intravascular ultrasound in peripheral vascular interventions: Systematic review and meta-analysis. *Vasc Endovascular Surg.* 2020;54(5):413-22. <https://doi.org/10.1177/1538574420920998>

## И СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Гаиров Алиджон Джуроевич**, член-корр. Национальной академии наук Таджикистана, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры хирургических болезней № 2 им. акад. Н.У. Усманова, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино  
Researcher ID: AAC-9879-2020

Scopus ID: 6602514987

ORCID ID: 0000-0002-3889-368X

SPIN-код: 5152-0785

Author ID: 293421

E-mail: gaibov\_a.d@mail.ru

**Неъматзода Окилджон**, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник Республиканского научного центра сердечно-сосудистой хирургии

Researcher ID: F-8729-2018

Scopus ID: 56469644700

ORCID ID: 0000-0001-7602-7611

SPIN-код: 2408-9107

Author ID: 929575

E-mail: sadriev\_o\_n@mail.ru

**Султанов Джавли Давронович**, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры хирургических болезней № 2 им. акад. Н.У. Усманова, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино

Researcher ID: AAC-7784-2019

Scopus ID: 36922139600

ORCID ID: 0000-0001-7935-7763

SPIN-код: 9762-8395

Author ID: 445360

E-mail: sultanov57@mail.ru

**Абдусаматов Комилджон Абдулмаробович**, кандидат медицинских наук, рентгенохирург отделения рентгенэндоваскулярной хирургии, Республиканский научный центр сердечно-сосудистой хирургии

ORCID ID: 0000-0002-8072-5751

SPIN-код: 4014-3066

Author ID: 1137909

E-mail: dr.aka\_84@mail.ru

**Шохсаворбеков Аджам Шохсаворбекович**, докторант PhD кафедры хирургических болезней № 2 им. акад. Н.У. Усманова, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино

ORCID ID: 0000-0002-9808-3224

E-mail: ajam-94@mail.ru

## И AUTHORS' INFORMATION

**Gaibov Alidzhon Dzhuraevich**, Corresponding Member of National Academy of Sciences of Tajikistan, Doctor of Medical Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Surgical Diseases № 2 named after Academician N.U. Usmanov, Avicenna Tajik State Medical University  
Researcher ID: AAC-9879-2020

Scopus ID: 6602514987

ORCID ID: 0000-0002-3889-368X

SPIN: 5152-0785

Author ID: 293421

E-mail: gaibov\_a.d@mail.ru

**Nematzoda Okildzhon**, Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher, Republican Scientific Center for Cardiovascular Surgery

Researcher ID: F-8729-2018

Scopus ID: 56469644700

ORCID ID: 0000-0001-7602-7611

SPIN: 2408-9107

Author ID: 929575

E-mail: sadriev\_o\_n@mail.ru

**Sultanov Dzhavli Davronovich**, Doctor of Medical Sciences, Full Professor, Professor of the Department of Surgical Diseases № 2 named after Academician N.U. Usmanov, Avicenna Tajik State Medical University

Researcher ID: AAC-7784-2019

Scopus ID: 36922139600

ORCID ID: 0000-0001-7935-7763

SPIN: 9762-8395

Author ID: 445360

E-mail: sultanov57@mail.ru

**Abdusamadov Komildzhon Abdulmarobovich**, Candidate of Medical Sciences, Endovascular Surgeon, Department of Endovascular Surgery, Republican Scientific Center for Cardiovascular Surgery

ORCID ID: 0000-0002-8072-5751

SPIN: 4014-3066

Author ID: 1137909

E-mail: dr.aka\_84@mail.ru

**Shokhsavorbekov Adzham Shokhsavorbekovich**, PhD Student of the Department of Surgical Diseases № 2 named after Academician N.U. Usmanov, Avicenna Tajik State Medical University

ORCID ID: 0000-0002-9808-3224

E-mail: ajam-94@mail.ru

**Баратов Алишер Кенджаевич**, кандидат медицинских наук, доцент, рентгенхирург отделения рентгенэндоваскулярной хирургии, Республиканский научный центр сердечно-сосудистой хирургии

Researcher ID: AAE-6818-2019

Scopus ID: 8249648700

ORCID ID: 0000-0002-8072-5751

SPIN-код: 6576-1680

Author ID: 268956

E-mail: alishbar@rambler.ru

**Информация об источнике поддержки в виде грантов, оборудования, лекарственных препаратов**

Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов и медицинского оборудования авторы не получали

**Конфликт интересов:** отсутствует

✉ **АДРЕС ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:**

**Неъматзода Окилджон**

кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник Республиканского научного центра сердечно-сосудистой хирургии

734003, Республика Таджикистан, г. Душанбе, ул. Санои, 33

Тел.: +992 (915) 250055

E-mail: sadriev\_o\_n@mail.ru

**Baratov Alisher Kenjaevich**, Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Endovascular Surgeon, Department of Endovascular Surgery, Republican Scientific Center for Cardiovascular Surgery

Researcher ID: AAE-6818-2019

Scopus ID: 8249648700

ORCID ID: 0000-0002-8072-5751

SPIN: 6576-1680

Author ID: 268956

E-mail: alishbar@rambler.ru

**Information about support in the form of grants, equipment, medications**

The authors did not receive financial support from manufacturers of medicines and medical equipment

**Conflicts of interest:** The authors have no conflicts of interest

✉ **ADDRESS FOR CORRESPONDENCE:**

**Nematzoda Okildzhon**

Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher of the Republican Scientific Center for Cardiovascular Surgery

734003, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Sanoi str., 33

Tel.: +992 (915) 250055

E-mail: sadriev\_o\_n@mail.ru

**ВКЛАД АВТОРОВ**

Разработка концепции и дизайна исследования: ГАД, НО

Сбор материала: НО, СДД, АКА, ШАШ, БАК

Анализ полученных данных: НО, СДД, ШАШ, БАК

Подготовка текста: ГАД, НО, СДД

Редактирование: ГАД, БАК

Общая ответственность: НО

*Поступила*

02.02.24

*Принята в печать*

27.02.25

**AUTHOR CONTRIBUTIONS**

Conception and design: GAD, NO

Data collection: NO, SDD, AKA, ShASh, BAK

Analysis and interpretation: NO, SDD, ShASh, BAK

Writing the article: GAD, NO, SDD

Critical revision of the article: GAD, BAK

Overall responsibility: NO

*Submitted*

02.02.24

*Accepted*

27.02.25