



ПРОГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПОРАЖЕНИЙ МАГИСТРАЛЬНЫХ АРТЕРИЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ ИХ КОРРЕКЦИИ ПРИ СИНДРОМЕ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПЫ

Ю. С. Ладик, С. Н. Ермашикевич

Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет,
Витебск, Беларусь

Цель. Определить прогностическое значение поражений магистральных артерий нижних конечностей и результатов их коррекции при синдроме диабетической стопы (СДС).

Материал и методы. Обследованы 452 пациента с СДС. Гемодинамически значимые нарушения магистрального кровотока по артериям нижних конечностей выявлены в 53,3% случаев. Реконструктивно-восстановительные операции на артериях нижних конечностей выполнены у 22,6% пациентов. Оперативная активность в выборке составила 60,0%. Локальные вмешательства на стопе были выполнены у 48,2% пациентов, из которых у 14,7% потребовалось проведение серии дополнительных локальных вмешательств, а у 6,4% в итоге пришлось прибегнуть к высокой ампутации нижней конечности (ВАНК). Первичные ВАНК были использованы в 11,7% случаях, в 26% из них возникли осложнения со стороны культи, по поводу которых пациенты были оперированы.

Результаты. Факторами риска выполнения дополнительных операций на стопе после локальных вмешательств при хирургическом лечении СДС являются поражения подвздошно-бедренного сегмента, сочетанные поражения бедренно-подколенного сегмента и артерий голени. С риском выполнения ВАНК после локальных вмешательств на стопе связана сочетанная патология подвздошно-бедренного сегмента и артерий голени. Риск выполнения первичной ВАНК ассоциирован с поражением подвздошно-бедренного сегмента, бедренно-подколенного сегмента, артерий голени, сочетанным поражением бедренно-подколенного сегмента и артерий голени. Риск выполнения ВАНК в процессе хирургического лечения соотносится с наличием поражений подвздошно-бедренного сегмента, бедренно-подколенного сегмента, артерий голени. После выполнения реконструктивно-восстановительных операций на магистральных артериях нижних конечностей в процессе дальнейшего лечения возрастает риск необходимости выполнения дополнительных операций на стопе после локальных вмешательств и риск выполнения ВАНК после локальных вмешательств на стопе, и снижается риск выполнения первичной ВАНК и ВАНК в процессе лечения. Исходные гемодинамически значимые поражения магистральных артерий нижних конечностей и выполнение по их поводу реконструктивно-восстановительных операций не оказывает влияние на частоту развития местных осложнений после первичной ВАНК.

Выводы. Полученные сведения могут быть использованы для прогнозирования результатов и определения рациональной тактики хирургического лечения пациентов с СДС.

Ключевые слова: синдром диабетической стопы, диабетическая ангиопатия, хирургическое лечение, реконструктивно-восстановительные операции на артериях нижних конечностей, локальные вмешательства на стопе, ампутация, реампутация, факторы риска, прогнозирование

Для цитирования: Ладик, Ю. С. Прогностическое значение поражений магистральных артерий нижних конечностей и результатов их коррекции при синдроме диабетической стопы / Ю. С. Ладик, С. Н. Ермашикевич // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2026. Т. 24, № 1. С. 38-45. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2026-24-1-38-45>

Введение

Факторами, определяющими высокий риск ампутации у пациентов с синдромом диабетической стопы (СДС), являются тяжелая инфекция, глубина язвенно-некротического процесса, состояние кровообращения. При сахарном диабете (СД) поражаются как магистральные сосуды (макроангиопатия), так и сосуды микроциркуляторной системы (микроангиопатия). Гипоксия тканей создает условия для формирования некрозов, которые в последствии инфицируются, приобретая характер ишемического язвенного дефекта [1, 2].

При СД преобладают поражения артерий голени [3, 4]. Изолированные или сочетанные окклюзии артерий голени встречаются гораздо чаще, чем при облитерирующем атеросклерозе

[5]. Также к особенностям течения диабетической ангиопатии относят более молодой возраст пациентов, мультисегментарное и двустороннее поражение, относительно частое возникновение у женщин (распространенность диабетических макроангиопатий при СД в возрасте 35–55 лет составляет около 30% у мужчин, 38% – у женщин) [6, 7].

Наиболее обоснованные рекомендации по обследованию и лечению пациентов с СДС были даны TASC (Трансатлантический консенсус) в 2007 году [8]. В соответствии с этими рекомендациями, все пациенты с СД и трофическими язвами должны быть обследованы на предмет заболевания артерий нижних конечностей. Использование современных дополнительных средств диагностики помогает визуализировать

уровень, протяженность и характер поражения артерий нижних конечностей, а также оценить состояние мягких тканей и костных структур, и тем самым выбрать правильную тактику лечения [9]. В настоящее время с этой целью применяется катетеризационная ангиография, являющаяся «золотым стандартом», и ультразвуковое доплеровское исследование [9, 10].

Каждый пациент имеет индивидуальную критическую ишемию, и поэтому в каждом случае следует дифференцировано подходить к выбору метода лечения. основополагающим правилом является восстановление магистрального кровотока, что достигается выполнением открытых сосудистых реконструкций, баллонной ангиопластики (в том числе, при необходимости, в сочетании со стентированием пораженных артерий), а также комбинацией данных методик [11].

Вместе с тем есть данные о том, что в течение 1 года 69% реваскуляризованных методом баллонной ангиопластики артерий оказываются непроходимыми [12]. Остается актуальной проблема тромбозов протезов в отдаленном периоде, которые встречаются в 20–50% случаев от числа всех шунтирующих операций (в зависимости от метода и зоны реконструкции), и часто их не имеет тенденции к снижению [13].

У пациентов с СД риск проведения ампутаций нижних конечностей значительно превышает общепопуляционный [14]. После ампутации в течение года подвергаются ампутации второй конечности 6–30% пациентов с СД, а в течение 5 лет – 28–51%. Частота реампутаций в течение года после первой операции по данным разных исследователей колеблется от 14 до 26%. В течение 3 лет после ампутации погибают 35% пациентов, а в течение 5 лет – 75% [15–17].

Проблема прогрессивного увеличения численности пациентов с СДС и высокий риск ампутации у них требует проведения исследований с целью установления факторов риска и конкретизации способов их коррекции. Определение факторов, оказывающих влияние на результаты и исходы различных вариантов хирургического лечения пациентов с СДС, и их анализ могут способствовать выбору оптимальной тактики, что в свою очередь будет способствовать улучшению эффективности оказания помощи данной категории пациентов.

Цель исследования – определить прогностическое значение поражений магистральных артерий нижних конечностей и результатов их коррекции при синдроме диабетической стопы.

Материал и методы

Проведен ретроспективный анализ данных обо всех 452 пациентах с СДС, находившихся на обследовании и лечении на клинической базе кафедры госпитальной хирургии с курсом факультета повышения квалификации и переподготовки кадров учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет» в отделении гнойной хирургии учреждения здравоохранения «Витебская областная клиническая больница» в пери-

од с января 2020 по декабрь 2022 года. Мужчин было 263 (58,2%; 95% ДИ: 53,7–62,8), женщин – 189 (41,8%; 95% ДИ: 37,3–46,4), в возрасте от 30 до 92 (Me [LQ; UQ] – 61 [55; 68]) лет.

Всем пациентам проводили разгрузку пораженной конечности; обезболивание с использованием нестероидных противовоспалительных препаратов и наркотических анальгетиков; мониторинг и коррекцию содержания глюкозы в крови; системную этиотропную антибактериальную терапию по результатам микробиологического исследования раневого отделяемого в динамике; введение препаратов для улучшения гемодинамики в сосудах нижних конечностей (папаверин, реополиглюкин, пентоксифиллин); лечение сопутствующей патологии; профилактику тромбоэмболических осложнений.

Оперативная активность в выборке составила 60,0% (95% ДИ: 55,5–64,5). Локальные вмешательства, направленные на сохранение нижней конечности, были выполнены 218 (48,2%; 95% ДИ: 43,6–52,8) пациентам, из которых у 14,7% (95% ДИ: 10,0–19,4) потребовалось проведение серии дополнительных локальных вмешательств, а у 6,4% (95% ДИ: 3,2–9,7) в итоге пришлось прибегнуть к выполнению высокой ампутации нижней конечности (ВАНК). Первичные ВАНК были использованы в 53 (11,7%; 95% ДИ: 8,7–14,7) случаях, среди которых у 26% (95% ДИ: 14–38) возникли осложнения со стороны культи, по поводу которых пациенты были оперированы. Таким образом, локальными операциями на уровне стопы удалось ограничиться у 204 (75,3%; 95% ДИ: 70,2–80,4) оперированных пациентов, а ВАНК в итоге была использована у 67 (24,7%; 95% ДИ: 19,6–29,8).

Пациенты с СДС, включенные в исследование, в зависимости от характера проведенного хирургического лечения и его результатов, были разделены на 6 групп сравнения: I – 181 (40,0%; 95% ДИ: 35,5–44,5) пациент, которым проводили только консервативную терапию и местное лечение (без учета вмешательств на сосудах нижних конечностей); II – 172 (38,1%; 95% ДИ: 33,6–42,6) пациента, которым было выполнено локальное хирургическое вмешательство, не потребовавшее выполнения дополнительных операций; III – 32 (7,1%; 95% ДИ: 4,7–9,5) пациента, которым было выполнено локальное хирургическое вмешательство, после чего требовалось выполнение дополнительных локальных операций на стопе по поводу местных осложнений; IV – 14 (3,1%; 95% ДИ: 1,5–4,7) пациентов, которым исходно было выполнено локальное вмешательство на стопе, а затем в связи с его неэффективностью или развитием местных осложнений была произведена ВАНК; V – 39 (8,6%; 95% ДИ: 6,0–11,2) пациентов, которым была произведена первичная ВАНК, а послеоперационный период протекал без местных осложнений; VI – 14 (3,1%; 95% ДИ: 1,5–4,7) пациентов, у которых после выполнения первичной ВАНК для полного заживления культи были необходимы дополнительные оперативные вмешательства или реампутация конечности. Характеристика

вариантов хирургических вмешательств на нижних конечностях у пациентов в группах сравнения представлена в таблицах 1–5.

Таблица 1 – Характеристика вариантов хирургических вмешательств на нижних конечностях у пациентов II группы

Table 1 – Characteristics of surgical intervention options on the lower extremities in patients of II group

Вариант вмешательства	Число (доля) наблюдений
Пластика свободным расщепленным кожным лоскутом	19 (11,0%; 95% ДИ: 6,3–15,7)
Пластика дезэпителизированным кожным лоскутом	14 (8,1%; 95% ДИ: 4,0–12,2)
Хирургическая обработка гнойного очага (ХОГО)	30 (17,5%; 95% ДИ: 11,8–23,2)
Этапные некрэктомии	4 (2,3%; 95% ДИ: 0,1–4,5)
Этапные некрэктомии с последующей кожной пластикой	32 (18,6%; 95% ДИ: 12,8–24,4)
Ампутация пальца стопы	47 (27,3%; 95% ДИ: 20,6–34,0)
Ампутация пальцев стопы	2 (1,2%; 95% ДИ: -0,4...2,8)
Ампутация пальца/ев стопы в сочетании с некрэктомией	7 (4,1%; 95% ДИ: 1,1–7,1)
Ампутация пальца/ев стопы с кожной пластикой	8 (4,6%; 95% ДИ: 1,5–7,7)
Ампутация стопы по МакКитрику	9 (5,2%; 95% ДИ: 1,9–8,5)

Таблица 2 – Характеристика вариантов хирургических вмешательств на нижних конечностях у пациентов III группы

Table 2 – Characteristics of surgical intervention options on the lower extremities in patients of III group

Вариант вмешательства	Число (доля) наблюдений
ХОГО→ампутация пальцев стопы→ампутация стопы по МакКитрику	1 (3%; 95% ДИ: -3...9)
ХОГО→ампутация пальца стопы→ампутация стопы по МакКитрику→этапные некрэктомии→кожная пластика	2 (6%; 95% ДИ: -2...14)
ХОГО→ампутация стопы по МакКитрику→этапные некрэктомии	1 (3%; 95% ДИ: -3...9)
Некрэктомия→ампутация стопы по МакКитрику→этапные Некрэктомии→кожная пластика	2 (6%; 95% ДИ: -2...14)
Ампутация пальца стопы→этапные некрэктомии	2 (6%; 95% ДИ: -1...19)
Ампутация пальца стопы→этапные некрэктомии→кожная пластика	4 (13%; 95% ДИ: 1–25)
Ампутация пальца стопы→ампутация пальца стопы→кожная пластика	3 (9,5%; 95% ДИ: -1...20)
Ампутация пальца стопы→ампутация стопы по МакКитрику	1 (3%; 95% ДИ: -3...9)

Ампутация пальца стопы→ампутация стопы по МакКитрику→кожная пластика	1 (3%; 95% ДИ: -3...9)
Ампутация пальца стопы→этапные некрэктомии→ампутация стопы по МакКитрику→кожная пластика	3 (9,5%; 95% ДИ: -1...20)
Ампутация стопы по МакКитрику→этапные некрэктомии→кожная пластика	12 (38%; 95% ДИ: 21–55)

Таблица 3 – Характеристика вариантов хирургических вмешательств на нижних конечностях у пациентов IV группы

Table 3 – Characteristics of surgical intervention options on the lower extremities in patients of IV group

Вариант вмешательства	Число наблюдений
Этапные некрэктомии→ампутация на уровне голени	5
Этапные некрэктомии→ампутация на уровне бедра	1
Ампутация пальца стопы→ампутация на уровне голени	1
Ампутация пальца стопы→ампутация на уровне бедра	1
Ампутация стопы по МакКитрику→этапные некрэктомии→ампутация на уровне голени	4
Ампутация стопы по МакКитрику→ампутация на уровне голени	1
Ампутация стопы по МакКитрику→ампутация на уровне бедра	1

Таблица 4 – Характеристика вариантов хирургических вмешательств на нижних конечностях у пациентов V группы

Table 4 – Characteristics of surgical intervention options on the lower extremities in patients of V group

Вариант вмешательства	Число (доля) наблюдений
Ампутация на уровне верхней трети голени	17 (44%; 95% ДИ: 28–60)
Ампутация на уровне границы верхней и средней трети бедра	22 (56%; 95% ДИ: 40–72)

Таблица 5 – Характеристика вариантов хирургических вмешательств на нижних конечностях у пациентов VI группы

Table 5 – Characteristics of surgical intervention options on the lower extremities in patients of VI group

Вариант вмешательства	Число наблюдений
Ампутация на уровне голени→этапные некрэктомии→кожная пластика	5
Ампутация на уровне голени→этапные некрэктомии→ампутация на уровне бедра	1
Ампутация на уровне голени→ампутация на уровне бедра	2
Ампутация на уровне бедра→некрэктомии→кожная пластика	6

Для сравнительной оценки и поиска факторов, взаимосвязанных с неудовлетворительными результатами хирургического лечения СДС (осложнения локальных вмешательств на стопе, ВАНК после локальных операций, первичная ВАНК, осложнения после первичной ВАНК), был проведен анализ характера исходных гемодинамически значимых поражений магистральных артерий нижних конечностей и результатов их коррекции у пациентов в выделенных группах. Для оценки поражения сосудов учитывали результаты пальпаторного исследования пульсации артерий в основных точках, ультразвукового и ангиографического методов.

Полученные результаты исследования были систематизированы в базу данных и подвергнуты статистическому анализу с использованием лицензионных пакетов прикладных программ Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corporation, США, лицензия № 89388-707-1528066-65679) и STATISTICA 10.0 (StatSoft Inc., США, лицензия № СТАФ999К347156W). Качественные данные представлены в виде абсолютных величин и процентов (при числе наблюдений равным или большим 20) с расчетом для них 95% доверительного интервала (95% ДИ), количественные данные – минимальных и максимальных значений (min–max) с расчетом медианы (Me) и интерквартильного интервала между 25-м и 75-м процентилями [LQ; UQ]. Для дальнейшего анализа применяли непараметрические методы статистики. При анализе в двух независимых группах сравнения качественных критериев, которые можно представить в виде таблиц сопряженно-

сти 2×2, при наличии хотя бы в одной ячейке числа меньшей 5 использовали двусторонний точный критерий Fisher. Если числа в ячейках таблицы ожидаемых частот были больше или равны 10, то использовали критерий хи-квадрат (χ^2) по Pearson, а если были больше или равны 5, но меньше 10, то использовали критерий χ^2 по Pearson с поправкой Yates (χ^2 Yates). При сравнении качественных данных в трех и более независимых группах применяли Н-тест Kruskal-Wallis ANOVA. Уровень значимости p принимали равным 0,05. При значениях $p \leq 0,05$ различия между исследуемыми показателями считали статистически значимыми, при $0,05 < p \leq 0,1$ – обнаруженными на уровне статистической тенденции.

Результаты и обсуждение

Всем пациентам было проведено пальпаторное определение пульса на магистральных артериях нижних конечностей. В 318 из 452 (70,4%; 95% ДИ: 66,1–74,6) случаев были использованы аппаратные и инструментальные методы исследования артерий нижних конечностей: ультразвуковая доплерография – в 58 (12,8%; 95% ДИ: 9,7–15,9), ангиография – в 260 (57,5%; 95% ДИ: 53–62,1). Гемодинамически значимые нарушения магистрального кровотока по артериям нижних конечностей (сужение просвета более чем на 50%) были выявлены у 241 (53,3%; 95% ДИ: 48,7–57,9) пациента. Полученные сведения о локализации гемодинамически значимых поражений сегментов артерий нижних конечностей в группах сравнения систематизированы в таблице 6.

Таблица 6 – Характеристика локализации поражения сегментов артерий нижних конечностей в группах сравнения

Table 6 – Characteristics of localization of lesions in the arterial segments of the lower extremities in the comparison groups

Локализация поражения	Группы сравнения						Значимость различий между группами (H; p _{Kruskal-Wallis})
	I, (N=181)	II, (N=172)	III, (N=32)	IV, (N=14)	V, (N=39)	VI, (N=14)	
Подвздошно-бедренный сегмент	6 (3,3%; 5% ДИ: 0,7–5,9)	0	2 (6%; 95% ДИ: -2...14)	0	6 (15%; 95% ДИ: 4–26)	2	H=28,24; p=0,0000
Бедренно-подколенный сегмент	34 (18,8%; 95% ДИ: 13,1–24,5)	10 (5,8%; 95% ДИ: 2,3–9,3)	4 (12,5%; 95% ДИ: 1–24)	2	15 (38%; 95% ДИ: 23–53)	6	H=37,24; p=0,0000
Артерии голени	35 (19,3%; 95% ДИ: 13,6–25,1)	42 (24,4%; 95% ДИ: 18,0–30,8)	9 (28%; 95% ДИ: 12–44)	4	17 (44%; 95% ДИ: 28–60)	5	H=11,46; p=0,043
Артерии стопы	0	1 (0,6%; 95% ДИ: -0,6...1,8)	0	1	0	0	H=15,49; p=0,0085
Подвздошно-бедренный и бедренно-подколенный сегменты	1 (0,6%; 95% ДИ: -0,6...1,6)	0	0	0	0	0	H=1,50; p=0,91
Подвздошно-бедренный сегмент и артерии голени	1 (0,6%; 95% ДИ: -0,6...1,6)	0	0	1	0	0	H=15,43; p=0,0087
Бедренно-подколенный сегмент и артерии голени	23 (12,7%; 95% ДИ: 7,9–17,6)	6 (3,5%; 95% ДИ: 0,8–6,3)	5 (16%; 95% ДИ: 3–29)	3	0	0	H=20,38; p=0,0011
Без нарушения магистрального кровотока	81 (44,8%; 95% ДИ: 37,6–52,0)	113 (65,7%; 95% ДИ: 58,6–72,8)	12 (37,5%; 95% ДИ: 21–54)	3	1 (3%; 95% ДИ: -2...8)	1	H=69,07; p=0,0000

Примечания – N – число пациентов в группе; жирным начертанием отмечены результаты, имеющие статистическую значимость.

Таблица 7 – Характеристика вариантов реконструктивно-восстановительных вмешательств на артериях нижних конечностей у пациентов в группах сравнения**Table 7** – Characteristics of the variants of reconstructive and restorative interventions on the arteries of the lower extremities in patients in the comparison groups

Вариант	Группы сравнения					
	I, (N=181)	II, (N=172)	III, (N=32)	IV, (N=14)	V, (N=39)	VI, (N=14)
Чрескожная транслюминальная баллонная ангиопластика (ЧТБА)	29 (16,0%; 95% ДИ: 10,7–21,3)	23 (13,4%; 95% ДИ: 8,3–18,5)	14 (44%; 95% ДИ: 27–61)	6	3 (8%; 95% ДИ: -0,5...17)	1
ЧТБА со стентированием артерии	11 (6,1%; 95% ДИ: 2,6–9,6)	4 (2,3%; 95% ДИ: 0,1–4,6)	5 (16%; 95% ДИ: 3–29)	1	0	1
Шунтирование	3 (1,7%; 95% ДИ: -0,2...3,5)	0	0	1	0	0

Как следует из данных, представленных в таблицах 6 и 7, частота всех вариантов реконструктивно-восстановительных операций на артериях нижних конечностей у пациентов II группы составила 15,7% (95% ДИ: 10,3–21,1), или 46% (95% ДИ: 33–59) от случаев гемодинамически значимых нарушений кровотока по ним в группе, III группы – 59% (95% ДИ: 42–76), или 95% (95% ДИ: 85–100), IV группы – 8 из 14, или 8 из 11 наблюдений, V группы – 8% (95% ДИ: -0,5...17), или 8% (95% ДИ: -0,6...17), VI группы – 2 из 14, или 2 из 13 наблюдений соответственно. При этом частота всех вариантов реконструктивно-восстановительных операций на артериях нижних конечностей статистически значимо различалась при сравнении пациентов II и III групп ($\chi^2=29,47$; $p=0,0000$), II–III и IV групп ($\chi^2_{\text{Yates}}=6,66$; $p=0,0099$), II–IV и V–VI групп ($\chi^2_{\text{Yates}}=5,02$; $p=0,025$), но не имела таких отличий при сопоставлении II–III и IV–VI групп ($\chi^2=0,29$; $p=0,59$), V и VI групп ($p_{\text{Fisher}}=0,60$). Однако при сравнении частот всех вариантов реконструктивно-восстановительных операций на артериях нижних конечностей, рассчитанных к числу случаев гемодинамически значимых нарушений магистрального кровотока в группах сравнения, были получены отличающиеся результаты. Статистически значимые различия были получены при сравнении пациентов II и III групп ($p_{\text{Fisher}}=0,0001$), II–IV и V–VI групп ($\chi^2_{\text{Yates}}=31,67$; $p=0,0000$), II–III и IV–VI групп ($\chi^2=19,82$; $p=0,0000$), а II–III и IV–VI групп ($p_{\text{Fisher}}=0,52$), а также V и VI групп ($p_{\text{Fisher}}=0,59$) были сопоставимы.

Таким образом, после выполнения реконструктивно-восстановительных операций на магистральных артериях нижних конечностей в процессе дальнейшего лечения риск необходимости выполнения дополнительных операций на стопе после локальных вмешательств был выше в 3,8 раза для оперированных пациентов или выше в 2,1 раза для доли оперированных пациентов с исходными гемодинамически значимыми нарушениями магистрального кровотока, риск выполнения ВАНК после локальных вмешательств на стопе – выше в 2,5 раза (46 из 204, или 22,5% (95% ДИ: 16,8–28,2) про-

тив 8 из 14) для оперированных пациентов, риск выполнения первичной ВАНК – ниже в 2,5 раза (52 из 218 или 23,9% (95% ДИ: 18,2–29,6) против 5 из 53, или 9% (95% ДИ: 1–17)) для оперированных пациентов или ниже в 5,9 раза (52 из 90, или 58% (95% ДИ: 48–68) против 5 из 51, или 10% (95% ДИ: 2–18)) для доли оперированных пациентов с исходными гемодинамически значимыми нарушениями магистрального кровотока, риск выполнения ВАНК в процессе лечения – ниже в 2,4 раза (46 из 93, или 49% (95% ДИ: 39–59) против 13 из 62, или 21% (95% ДИ: 11–31) для доли оперированных пациентов с исходными гемодинамически значимыми нарушениями магистрального кровотока. При этом увеличения риска необходимости дополнительных операций на стопе при выполнении локальных вмешательств после реконструктивно-восстановительных операций на магистральных артериях нижних конечностей можно объяснить исходным тяжелым гнойно-некротическим поражением, развивающимся на фоне ишемии. В целом можно констатировать, что реконструктивно-восстановительные операции на артериях нижних конечностей увеличивают шансы на сохранение нижней конечности и позволяют значительно сократить число ВАНК.

И. Н. Игнатович и соавторы указывают, что хирургические методы лечения, направленные на восстановление или улучшение магистрального кровотока, при гнойно-некротических осложнениях СДС позволяют в большинстве случаев (76%) спасти конечность от ВАНК или снизить ее уровень. Если имеется шанс хотя бы в 25% случаев спасти функционально пригодную конечность с критической ишемией по крайней мере в течение 1 года после операции, то реваскуляризация оправдана и необходима, так как уменьшает количество ВАНК у пациентов с СД в 2 раза [12, 18].

Вместе с тем по сводным данным крупных сосудистых центров значительный рост частоты реваскуляризационных вмешательств при критической ишемии нижних конечностей пока не привел к ожидаемому существенному снижению частоты больших ампутаций [19]. Поздняя стадия заболевания с выраженными трофическими

нарушениями, поражение дистального сегмента, сопутствующая патология являются причинами отказа в реконструктивных операциях у 50–75% пациентов [20].

Отдельно следует обратить внимание на тот факт, что наличие исходных гемодинамически значимых поражений магистральных артерий нижних конечностей и выполнение по их поводу реконструктивно-восстановительных операций при хирургическом лечении СДС не оказывает влияние на частоту развития осложнений после первичной ВАНК, требующих дополнительных оперативных вмешательств или реампутации конечности. Развитие таких осложнений ВАНК может быть связано с микроангиопатией и нарушением процессов репаративной регенерации, что делает актуальным разработку новых и совершенствование известных методов их коррекции.

Выводы

1. Исходные гемодинамически значимые нарушения магистрального кровотока в артериях нижних конечностей при СДС оказывают влияние не только на выбор способа хирургического вмешательства, но также и на его результаты. Факторами риска выполнения дополнительных операций на стопе после локальных вмешательств при хирургическом лечении СДС являются поражения подвздошно-бедренного сегмента (риск выше на 6%, $p=0,024$), сочетанные поражения бедренно-подколенного сегмента и артерий голени (риск выше в 5,3 раза, $p=0,018$). С риском выполнения ВАНК после локальных вмешательств на стопе связана сочетанная патология подвздошно-бедренного сегмента и артерий голени (риск выше в 4 раза, $p=0,0505$). Риск выполнения первичной ВАНК ассоциирован с поражением подвздошно-бедренного сегмента (риск выше в 16,7 раза, $p=0,0000$), бедренно-подколенного сегмента (риск выше в 5,4 раза, $p=0,0000$), артерий голени (риск выше в 1,6 раза, $p=0,018$), сочетанным поражением бедренно-подколенного сегмента и артерий

голени (риск выше на 6,4%, $p=0,0792$). Риск выполнения ВАНК в процессе хирургического лечения соотносится с наличием поражений подвздошно-бедренного сегмента (риск выше в 12 раз, $p=0,0003$), бедренно-подколенного сегмента (риск выше в 5 раз, $p=0,0000$), артерий голени (риск выше в 5 раз, $p=0,0297$).

2. После выполнения реконструктивно-восстановительных операций на магистральных артериях нижних конечностей в процессе дальнейшего лечения риск необходимости выполнения дополнительных операций на стопе после локальных вмешательств выше в 3,8 раза ($p=0,0000$) для оперированных пациентов или выше в 2,1 раза ($p=0,0001$) для доли оперированных пациентов с исходными гемодинамически значимыми нарушениями магистрального кровотока, риск выполнения ВАНК после локальных вмешательств на стопе выше в 2,5 раза ($p=0,0099$) для оперированных пациентов, риск выполнения первичной ВАНК ниже в 2,5 раза ($p=0,025$) для оперированных пациентов или ниже в 5,9 раза ($p=0,0000$) для доли оперированных пациентов с исходными гемодинамически значимыми нарушениями магистрального кровотока, риск выполнения ВАНК в процессе лечения ниже в 2,4 раза ($p=0,0000$) для доли оперированных пациентов с исходными гемодинамически значимыми нарушениями магистрального кровотока.

3. Наличие исходных гемодинамически значимых поражений магистральных артерий нижних конечностей и выполнение по их поводу реконструктивно-восстановительных операций при хирургическом лечении СДС не оказывает влияние на частоту развития осложнений после первичной ВАНК, требующих дополнительных оперативных вмешательств или реампутации конечности.

4. Полученные сведения могут быть использованы для прогнозирования результатов и определения рациональной тактики хирургического лечения пациентов с СДС.

Литература

1. Патогенетическая роль диабетической макроангиопатии, возможные варианты коррекции / Д. В. Черданцев, Л. П. Николаева, А. В. Степаненко, Е. П. Константинов // Современные проблемы науки и образования. – 2010. – № 1. – С. 53-57. – edn: KZPAKT.
2. Чур, С. Н. Опыт лечения синдрома диабетической стопы в зависимости от формы заболевания / С. Н. Чур, О. Ф. Антиперович, О. А. Фатеева // Современные медицинские технологии в оказании медицинской помощи в условиях многопрофильного стационара : материалы Респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Минск, 12 окт. 2023 г. / редкол.: Н. И. Саевич [и др.]. – Минск, 2023. – С. 319-321.
3. Time-Resolved 3D MR angiography of the foot at 3 T in patients with peripheral arterial disease / K. M. Ruhl, M. Katoh, S. Langer [et. al.] // American journal of roentgenology. – 2008. – Vol. 190, № 6. – P. 360-364. – doi: 10.2214/AJR.07.2545.
4. The diabetic foot: Treatment strategies / V. J. Mandracchia, R. M. Yoho, D. E. Buddecke, S. A. Pendervis // Hospital medicine. – 1999. – Vol. 35, № 1. – P. 27-33.
5. Протопопов, А. В. Динамика морфологических изменений в сосудистой стенке и этапы формирования неоинтимы после имплантации стента / А. В. Протопопов, Т. А. Кочкина // Сосудистое и внутриорганное стентирование : рук-во / под ред. Л. С. Сокова, С. А. Капранова, Б. И. Долгушина [и др.]. – Москва, 2003. – С. 24-32.
6. Ван Ридт Дортланд, Р. В. Х. Некоторые аспекты окклюзирующего атеросклеротического поражения артерий нижних конечностей / Р. В. Х. Ван Ридт Дортланд, Б. К. Экельбоум // Ангиология и сосудистая хирургия. – 1997. – Т. 3, № 4. – С. 32-42.
7. Заднепровская, В. В. Дуплексное исследование артерий нижних конечностей при выраженном болевом синдроме и синдроме «Диабетической стопы» / В. В. Заднепровская // Сибирский медицинский

- журнал. – 2014. – Т. 128, № 5. – С. 113-116. – edn: TPXTZN.
8. Adlerberth, A. M. Diabetes and long-term risk of mortality from coronary and other causes in middle-aged Swedish men. A general population study / A. M. Adlerberth, A. Rosengren, L. Wilhelmsen // *Diabetes Care*. – 1998. – Vol. 21, № 4. – P. 539-545. – doi: 10.2337/diacare.21.4.539.
 9. Рисман, Б. В. Современные методы лучевой диагностики ангиопатии и костно-деструктивных процессов у больных с синдромом диабетической стопы / Б. В. Рисман, И. С. Пашникова, И. Г. Пчелин // *Медицинская визуализация*. – 2011. – № 2. – С. 88-94. – edn: OCPEWR.
 10. El-Rahman, A. A. Role of multidetector CT angiography in management of diabetic patients with peripheral arterial occlusive disease / A. A. El-Rahman, A. S. Megahed, M. El-Tarshouby // *Benha Medical Journal*. – 2009. – Vol. 26, № 3. – P. 109-122.
 11. Jude, E. B. Diabetic foot / E. B. Jude, A. J. M. Boulton // *Vascular and endovascular surgery* / ed. J. Beard, P. Games. – Longon : Elsevier Saunders, 2006. – P. 118-137.
 12. Игнатович, И. Н. Хирургия диабетической стопы : учеб.-метод. пособие / И. Н. Игнатович, Г. Г. Кондратенко. – Минск : БГМУ, 2013. – 56 с.
 13. Risk of Reamputation in Diabetic Patients Stratified by Limb and Level of Amputation: A 10-year observation / Yu. Izumi, K. Satterfield, S. Lee, L. B. Harkless // *Diabetes Care*. – 2006. – Vol. 29, № 3. – P. 566-570. – doi: 10.2337/diacare.29.03.06.dc05-1992.
 14. Differences in minor amputation rate in diabetic foot disease throughout Europe are in part explained by differences in disease severity at presentation / P. van Battum, N. Schaper, L. Prompers [et. al.] // *Diabetic Medicine*. – 2011. – Vol. 28, № 2. – P. 199-205. – doi: 10.1111/j.1464-5491.2010.03192.x.
 15. Анциферов, М. Б. Синдром диабетической стопы: диагностика, лечение и профилактика / М. Б. Анциферов, Е. Ю. Комелягина. – Москва : Медицинское информационное агентство, 2013. – 304 с.
 16. Ефимов, А. С. Диабетические ангиопатии / А. С. Ефимов. – Москва : Медицина, 1989. – 287 с.
 17. Поражение нижних конечностей при сахарном диабете / В. Б. Бреговский, А. А. Зайцев, А. Г. Залевская [и др.]. – Москва : ДИЛЯ, 2004. – 263 с.
 18. Рамазанов, Р. М. Способ предупреждения и снижения уровня ампутаций у больных в критической стадии атеросклероза при гнойно-некротических формах диабетической стопы / Р. М. Рамазанов, Э. Э. Велиева, М. И. Магомедрасулова // *Вестник Дагестанской государственной медицинской академии*. – 2018. – № 1 (26). – С. 28-31. – edn: YTSDGZ.
 19. Причины вторичных ампутаций у больных с хронической критической ишемией нижних конечностей после реконструктивных операций / П. Г. Швальб, Р. Е. Калинин, И. А. Сучков, С. В. Баранов // *Новости хирургии*. – 2010. – Т. 18, № 1. – С. 41-45. – edn: PAYNCL.
 20. Использование клеточных технологий при лечении хронической ишемии нижних конечностей / Р. В. Салютин, О. В. Буслевич, В. М. Сирман [и др.] // *Український медичний часопис*. – 2012. – № 12. – С. 27-29.
 1. Cherdancev DV, Nikolaeva LP, Stepanenko AV, Konstantinov EP. The pathogenetic role of diabetic macroangiopathy: the possible versions of correction. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2010;1:53-57. edn: KZPAKT. (Russian).
 2. Chur SN, Antiperovich OF, Fateeva OA. Opyt lechenija sindroma diabeticheskoj stopy v zavisimosti ot formy zabelevanija. In: Saevich NI, Znovec TV, Litvinenko LA, Dudko AA, editors. *Sovremennye medicinskie tehnologii v okazanii medicinskoj pomoshhi v uslovijah mnogoprofil'nogo stacionara*. Materialy Resp. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem; 2023 Oct. 12, Minsk. Minsk; 2023. p. 319-321. (Russian).
 3. Ruhl KM, Katoh M, Langer S, Mommertz G, Guenther RW, Niendorf T, Spuentrup E. Time-resolved 3D MR angiography of the foot at 3 T in patients with peripheral arterial disease. *American journal of roentgenology*. 2008;190(6):360-364. doi: 10.2214/AJR.07.2545.
 4. Mandracchia VJ, Yoho RM, Buddecke DE, Pendervis SA. The diabetic foot: Treatment strategies. *Hospital medicine*. 1999;35(1):27-33.
 5. Protopopov AV, Kochkina TA. Dinamika morfoloicheskih izmenenij v sosudistoj stenke i jetapy formirovanija neointimy posle implantacii stenta. In: Kokov LS, Kapranov SA, Dolgushina BI, Troickij AV, Protopopov AV, Martov AG, editors. *Sosudistoe i vnutriorgannoe stentirovanie*. Moskva; 2003. p. 24-32. (Russian).
 6. Van Reedt Dortland RWH, Eikelboom BC. Some aspects of lower limb atherosclerotic occlusive disease. *Angiology and vascular surgery*. 1997;3(4):32-42. (Russian).
 7. Zadneprovskaya VV. Duplex study of lower limb arteries in patients with severe pain syndrome and with "Diabetic foot" syndrome. *Siberian medical journal*. 2014;128(5):113-116. edn: TPXTZN. (Russian).
 8. Adlerberth AM, Rosengren A, Wilhelmsen L. Diabetes and long-term risk of mortality from coronary and other causes in middle-aged Swedish men. A general population study. *Diabetes Care*. 1998;21(4):539-545. doi: 10.2337/diacare.21.4.539.
 9. Risman BV, Pashnikova IS, Pchelin IG. Modern methods of radiation diagnosis of angiopathies and bone-destructive processes in patients with diabetic foot syndromes. *Medical visualization*. 2011;(2):88-94. edn: OCPEWR. (Russian).
 10. El-Rahman AA, Megahed AS, El-Tarshouby M. Role of multidetector CT angiography in management of diabetic patients with peripheral arterial occlusive disease. *Benha Med J*. 2009;26(3):109-122.
 11. Jude EB, Boulton AJM. Diabetic foot. In: Beard J, Games P, editors. *Vascular and endovascular surgery*. London: Elsevier Saunders; 2006. p. 118-137.
 12. Ignatovich IN, Kondratenko GG. Hirurgija diabeticheskoj stopy. Minsk: BGMU; 2013. 57 p. (Russian).
 13. Izumi Y, Satterfield K, Lee S, Harkless LB. Risk of Reamputation in Diabetic Patients Stratified by Limb and Level of Amputation: A 10-year observation. *Diabetes Care*. 2006;29(3):566-570. doi: 10.2337/diacare.29.03.06.dc05-1992.
 14. van Battum P, Schaper N, Prompers L, Apelqvist J, Jude E, Piaggese A, Bakker K, Edmonds M, Holstein P, Jirkovska A, Mauricio D, Ragnarson Tennvall G, Reike H, Spraul M, Uccioli L, Urbancic V, van Acker K, van Baal J, Ferreira I, Huijberts M. Differences in minor amputation rate in diabetic foot disease throughout Europe are in part explained by differences in disease severity at presentation. *Diabetic Medicine*. 2011;28(2):199-205. doi: 10.1111/j.1464-5491.2010.03192.x

References

1. Cherdancev DV, Nikolaeva LP, Stepanenko AV, Konstantinov EP. The pathogenetic role of diabetic

15. Antsiferov MB, Komeljagina EJu. Sindrom diabeticheskoy stopy: diagnostika, lechenie i profilaktika. Moskva: Medicinskoe informacionnoe agentstvo; 2013. 304 p. (Russian).
16. Efimov AS. Diabeticheskie angiopatii. Moskva: Medicina; 1989. 287 p. (Russian).
17. Bregovskij VB, Zajcev AA, Zalevskaja AG, Karpov OI, Cvetkova TL. Porazhenie nizhnih konechnostej pri saharanom diabete. Moskva: DILJa; 2004. 263 p. (Russian).
18. Ramazanov RM, Velieva EE, Magomedrasulova MI. The method of preventing and reducing the level of amputation in patients with the critical stage of atherosclerosis with purulent-necrotic forms of the diabetic foot. *Bulletin of Dagestan state medical academy*. 2018;1(26):28-31. edn: YTSZDGZ. (Russian).
19. Shvalb PG, Kalinin RE, Suchkov IA, Baranov SV. The causes of repeated amputations in patients with chronic critical ischemia of the lower limbs after reconstructive surgeries. *Surgery News*. 2010;18(1):41-45. (Russian).
20. Saljutin RV, Buslovich OV, Sirman VM, Boris RM, Komarova LS, Paljanicja SS. Ispol'zovanie kletochnyh tehnologij pri lechenii hronicheskoy ishemii nizhnih konechnostej. *Ukrains'kij medichnij chasopis*. 2012;12:27-29. (Russian).

PROGNOSTIC SIGNIFICANCE OF LESIONS OF THE LOWER EXTREMITY MAIN ARTERIES AND THE RESULTS OF THEIR CORRECTION IN DIABETIC FOOT SYNDROME

Yu. S. Ladzik, S. M. Yermashkevich

Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Belarus

Objective. To determine the prognostic value of lesions of the main arteries of the lower extremities and the results of their correction in diabetic foot syndrome (DFS).

Material and methods. A total of 452 patients with DFS were examined. Hemodynamically significant disturbances of the main blood flow in the lower extremity arteries were detected in 53.3% of cases. Reconstructive surgery on the lower extremity arteries was performed in 22.6% of patients. The surgical activity in the sample was 60.0%. Local interventions on the foot were performed in 48.2% of patients, of which 14.7% required a series of additional local interventions, and 6.4% ultimately required high amputation of the lower extremity (HALE). Primary HALE was used in 11.7% of cases, in 26% of these cases stump complications occurred which required additional surgery.

Results. Risk factors for additional foot surgery after local interventions in the surgical treatment of DFS include lesions of the iliofemoral segment as well as combined lesions of the femoropopliteal segment and crural arteries. Combined pathology of the iliofemoral segment and crural arteries is associated with the risk of performing HALE after local interventions on the foot. The risk of performing primary HALE is associated with lesions of the iliofemoral segment, femoropopliteal segment, crural arteries, and combined lesions of the femoropopliteal segment and crural arteries. The risk of performing HALE during surgical treatment correlates with the presence of lesions of the iliofemoral segment, femoropopliteal segment, and crural arteries. Following reconstructive surgery on the main arteries of the lower extremities, the risk of additional foot surgery after local interventions and the risk of performing HALE after local foot interventions increases during subsequent treatment, while the risk of performing primary HALE and HALE during treatment decreases. Initial hemodynamically significant lesions of the main arteries of the lower extremities and performing reconstructive surgery on them do not affect the incidence of local complications after primary HALE.

Conclusion. The obtained information can be used to predict results and determine rational tactics for surgical treatment of patients with DFS.

Keywords: diabetic foot syndrome, diabetic angiopathy, surgical treatment, reconstructive operations on the arteries of the lower extremities, local interventions on the foot, amputation, reamputation, risk factors, prognosis.

For citation: Ladzik YS, Yermashkevich SM. Prognostic significance of lesions of the lower extremity main arteries and the results of their correction in diabetic foot syndrome. *Journal of the Grodno State Medical University*. 2026;24(1):38-45. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2026-24-1-38-45>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.
Financing. The study was performed without external funding.

Соответствие принципам этики. Исследование одобрено локальным этическим комитетом.
Conformity with the principles of ethics. The study was approved by the local ethics committee.

Об авторах / About the authors

*Ладик Юлия Сергеевна / Ladzik Yuliya, e-mail: julia.ladik@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5563-0275

Ермашкевич Сергей Николаевич / Yermashkevich Sergey, ORCID: 0000-0002-0866-9070

* – автор, ответственный за переписку / corresponding author

Поступила / Received: 04.11.2025

Принята к публикации / Accepted for publication: 23.01.2026