Светликов А.В.[1, 2], Гамзатов Т.Х.[1], Кебряков А.В.[1], Тишков А.В.[3], Маргарянц Н.Б.[3], Хардиков И.Е.[1], Галкин П.А.[1], Шаповалов А.С.[1], Лукин С.В.[1], Мельников В.М.[1], Хубулава Г.Г.[4], Кащенко В.А.[1, 2], Ратников В.А.[1, 2], Гуревич В.С.[1, 2, 5]

Хирургическая тактика лечения хронической ишемии у больных с атеросклеротическим поражением глубокой артерии бедра и окклюзией поверхностной бедренной артерии

[1] Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Западный окружной научно-клинический центр имени Л.Г. Соколова» Федерального медико-биологического агентства, 194291, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

[2] Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

[3] Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 197022, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

[4] Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, 194044, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

[5] Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова», 195027, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Для корреспонденции
Кебряков Алексей Владимирович
Тел.: +7 (921) 774-45-77
E-mail: kebriakov@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-8307-3453

Цель работы – уточнить тактику хирургического лечения больных с ишемией нижней конечности при наличии у них гемодинамически значимого поражения глубокой артерии бедра и окклюзии поверхностной бедренной артерии.

Материал и методы. В основу работы положены ретроспективные результаты обследования и лечения 99 пациентов с хронической артериальной недостаточностью нижних конечностей. Из них у 31 (31%) пациента имелись трофические язвы или/и некрозы, соответствующие 5-й и 6-й категориям хронической артериальной недостаточности по классификации R. Rutherford. У всех больных выявлены окклюзия поверхностной бедренной артерии и гемодинамически значимый стеноз общей бедренной артерии с переходом на глубокую артерию бедра. При этом у 50 (51%) больных имелось гемодинамически значимое нарушение проходимости артерий подвздошного сегмента на стороне оперируемой конечности. Реваскуляризация конечности у всех больных выполнялась через глубокую артерию бедра путем открытого или эндоваскулярного восстановления проходимости общей бедренной артерии и глубокой артерии бедра. При сочетании гемодинамически значимого поражения подвздошной артерии операция дополнялась ее стентированием. Новый модифицированный метод – поток-направляющая феморопрофундопластика была выполнена 28 (28%) пациентам. Результаты лечения оценивали во время госпитализации, в раннем (1 мес после операции) и в позднем (от 6 мес до 5 лет) послеоперационных периодах.

Результаты. В раннем послеоперационном периоде осложнения развились у 11 (11%) пациентов, из которых 1 (1%) погиб. У 91 (93%) пациента отмечалось клиническое улучшение, регресс трофических нарушений – у 26 (84%) из 31 пациента; 5-летняя проходимость оперированного сегмента составила 97%, сохранность оперированной нижней конечности от ампутации – 100%, выживаемость – 76,9%. Предиктором эффективной реваскуляризации через глубокую артерию бедра при критической ишемии нижних конечностей оказалось наличие сохраненной «реципиентной» зоны (p<0,001).

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности реваскуляризации конечности через глубокую артерию бедра. Нецелесообразно выполнение реваскуляризирующих операций через глубокую артерию бедра при отсутствии «реципиентой зоны», а также при наличии трофических нарушений, соответствующих 6-й категории хронической артериальной недостаточности по R. Rutherford.

Ключевые слова: *облитерирующий атеросклероз сосудов нижних конечностей; хроническая артериальная недостаточность нижних конечностей; феморопрофундопластика; баллонная ангиопластика; стентирование; гибридная хирургия*

Финансирование. Работа выполнена в рамках реализации постановления Правительства Российской Федерации № 220 и Соглашения от 30.06.2022 № 075-15-2022-1110 о предоставлении Правительством РФ из федерального бюджета гранта в форме субсидии на государственную поддержку научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов. Концепция и дизайн исследования – Светликов А.В., Гамзатов Т.Х., Кебряков А.В.; сбор и обработка материала – Светликов А.В., Гамзатов Т.Х., Кебряков А.В., Хардиков И.Е., Галкин П.А., Шаповалов А.С., Лукин С.В., Мельников В.М.; статистическая обработка – Тишков А.В., Маргарянц Н.Б.; написание текста – Светликов А.В., Гамзатов Т.Х., Кебряков А.В.; редактирование – Светликов А.В., Гамзатов Т.Х., Хубулава Г.Г., Кащенко В.А., Ратников В.А., Гуревич В.С.

Для цитирования: Светликов А.В., Гамзатов Т.Х., Кебряков А.В., Тишков А.В., Маргарянц Н.Б., Хардиков И.Е., Галкин П.А., Шаповалов А.С., Лукин С.В., Мельников В.М., Хубулава Г.Г., Кащенко В.А., Ратников В.А., Гуревич В.С. Хирургическая тактика лечения хронической ишемии у больных с атеросклеротическим поражением глубокой артерии бедра и окклюзией поверхностной бедренной артерии. Ангиология и сосудистая хирургия. 2023; 29 (2): 61–72. DOI: https://doi.org/10.33029/1027-6661-2023-29-2-61-72

Статья поступила в редакцию 05.08.2022. **Принята в печать** 14.04.2023.

Svetlikov A.V.[1, 2], Gamzatov T.Kh.[1], Kebryakov A.V.[1], Tishkov A.V.[3], Margaryants N.B.[3], Khardikov I.E.[1], Galkin P.A.[1], Shapovalov A.S.[1], Lukin S.V.[1], Melnikov V.M.[1], Khubulava G.G.[4], Kashchenko V.A.[1, 2], Ratnikov V.A.[1, 2], Gurevich V.S.[1, 2, 5]

Surgical tactics of treatment for chronic ischemia in patients with atherosclerotic lesions of the deep femoral artery and occlusion of the superficial femoral artery

[1] North-Western Regional Scientific and Clinical Center named after L.G. Sokolov of the Federal Biomedical Agency, 194291, Saint Petersburg, Russian Federation
[2] Saint Petersburg State University, 199034, Saint Petersburg, Russian Federation
[3] First Saint Petersburg State Medical University named after Academician I.P. Pavlov of the Ministry of Health of the Russian Federation, 197022, Saint Petersburg, Russian Federation
[4] Military Medical Academy named after S.M. Kirov of the Ministry of Defence of the Russian Federation, 194044, Saint Petersburg, Russian Federation
[5] North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov of the Ministry of Health of the Russian Federation, 195027, Saint Petersburg, Russian Federation

Objective. The purpose of the study was to determine the tactics of surgical treatment of patients with lower limb ischemia and a hemodynamically significant lesion of the deep femoral artery and occlusion of the superficial femoral artery.

Patients and methods. The study is based on the retrospective results of examination and treatment of 99 patients suffering from chronic arterial insufficiency of the lower extremities. Of these, 31 (31.3%) patients had trophic ulcers and/or necrosis corresponding to categories 5 and 6 of chronic arterial insufficiency according to the R. Rutherford classification. All patients had occlusion of the superficial femoral artery and a hemodynamically significant stenosis of the common femoral artery, involving the deep femoral artery. 50 (50.5%) patients had hemodynamically significant impairment of the patency of ipsilateral iliac arteries. Revascularization of the limb was in all cases performed through the deep femoral artery by open or endovascular restoration of patency of the common femoral artery and the deep femoral artery. In the case of a hemodynamically significant lesion of the iliac artery, the operation was supplemented by its stenting. A new modified method – flow-guided femoroprofundoplasty – was performed in 28 (28%) patients. Therapeutic outcomes were evaluated during hospitalization, in the early postoperative period (1 month after surgery) and in the late postoperative period (from 6 months to 5 years).

Results. In the early postoperative period, complications developed in 11 (11%) patients, including 1 (1%) death. 91 (93%) patients had clinical improvement in the postoperative period, with regression of trophic disorders observed in 26 (84%) out of 31 patients. The five-year patency of the operated segment was 97%, with the limb-salvage and survival rates amounting to 100% and 76.9%, respectively. A predictor of effective revascularization through the deep femoral artery for critical lower limb ischemia turned out to be the presence of a patent recipient zone (p<0.001).

For correspondence
Aleksey V. Kebryakov
Tel.: +7 (921) 774-45-77
E-mail: kebriakov@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-8307-3453

Conclusion. The results obtained indicate high efficiency of limb revascularization through the deep femoral artery. We do not recommend performing revascularization operations through the deep femoral artery in the absence of a recipient zone, as well as in the presence of trophic disorders corresponding to the 6th category of chronic arterial insufficiency according to R. Rutherford.

Keywords: *atherosclerotic occlusive disease of the lower extremities; chronic arterial insufficiency of the lower extremities; femoroprofundoplasty*; *balloon angioplasty; stenting; hybrid surgery*

Funding. The work was carried out within the framework of the implementation of the Decree of the Government of the Russian Federation No. 220 and the Agreement dated 30.06.2022 No. 075-15-2022-1110 on the provision by the Government of the Russian Federation from the federal budget of a grant in the form of a subsidy for state support of scientific research conducted under the leadership of leading scientists.

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

Authors' contribution. Study conception and design – Svetlikov A.V., Gamzatov T.Kh., Kebryakov A.V.; data collection and handling – Svetlikov A.V., Gamzatov T.Kh., Kebryakov A.V., Khardikov I.E., Galkin P.A., Shapovalov A.S., Lukin S.V., Melnikov V.M.; statistical processing – Tishkov A.V., Margaryants N.B.; draft manuscript preparation – Svetlikov A.V., Gamzatov T.Kh., Kebryakov A.V.; manuscript revision – Svetlikov A.V., Gamzatov T.Kh., Khubulava G.G., Kashchenko V.A., Ratnikov V.A., Gurevich V.S.

For citation: Svetlikov A.V., Gamzatov T.Kh., Kebryakov A.V., Tishkov A.V., Margaryants N.B., Khardikov I.E., Galkin P.A., Shapovalov A.S., Lukin S.V., Melnikov V.M., Khubulava G.G., Kashchenko V.A., Ratnikov V.A., Gurevich V.S. Surgical tactics of treatment for chronic ischemia in patients with atherosclerotic lesions of the deep femoral artery and occlusion of the superficial femoral artery. Angiology and Vascular Surgery. 2023; 29 (2): 61–72. DOI: https://doi.org/10.33029/1027-6661-2023-29-2-61-72 (in Russian)

Received 05.08.2022. **Accepted** 14.04.2023.

Введение

Облитерирующий атеросклероз артерий нижних конечностей (н/к) занимает одно из ведущих мест по распространенности среди заболеваний периферических артерий [1]. Операции по реваскуляризации конечности через глубокую артерию бедра (ГАБ) являются признанным методом лечения хронической артериальной недостаточности нижних конечностей (ХАН) [2, 3]. Проходимость после хирургической реконструкции ГАБ в отдаленном послеоперационном периоде в несколько раз выше, чем проходимость дистального шунта [4, 5]. Еще в 1970–1980 гг. D. Strandness et al. и C. Boren et al. для оценки клинического успеха реваскуляризирующих операций ввели понятие «реципиентная зона». Этим термином предлагалось обозначать сегмент магистральных артерий подколенной области, воспринимающий коллатеральное кровообращение из бассейна ГАБ [6, 7]. Однако вопрос детализации и использования данного понятия для прогнозирования клинического успеха непрямых реваскуляризирующих операций в полной мере не изучен, особенно когда речь идет о критической ишемии нижних конечностей (КИНК) [8, 9].

Цель исследования – уточнить тактику хирургического лечения больных с ишемией нижней конечности при наличии гемодинамически значимого поражения ГАБ и окклюзии поверхностной бедренной артерии (ПБА).

Материал и методы

В основу работы положены результаты обследования и лечения 99 пациентов с ХАН нижних конечностей, оперированных по поводу окклюзии ПБА в сочетании с гемодинамически значимым поражением ГАБ. Все операции выполнялись в отделении сосудистой хирургии Северо-Западного окружного научно-клинического центра им. Л.Г. Соколова ФМБА России (г. Санкт-Петербург). Из 99 пациентов у 31 имелись трофические язвы и/или некрозы на стопе. Помимо реваскуляризации, они получали комплексное лечение, которое включало местное лечение и системную вазоактивную терапию, антибиотикотерапию в соответствии с результатами бактериального посева на чувствительность к антибиотикам. Все пациенты с перемежающейся хромотой получали в дооперационном периоде комплексное консервативное лечение в течение не менее 6 мес. Проводили медикаментозное лечение, занятия тренировочной ходьбой, контролировали соблюдение рекомендаций по отказу от курения и коррекции образа жизни, артериальное давление. При отсутствии значимого клинического улучшения от консервативного лечения, сохранении перемежающейся хромоты, существенно ограничивающей качество жизни, пациенту рекомендовали оперативное лечение.

Средний возраст пациентов составил 67,3±8,48 года. Мужчин было 89 (90%), женщин – 10 (10%). 47 (48%) пациентов являлись курильщиками на момент лечения, гипертоническая болезнь диагностирована у 75 (76%), сахарный диабет 2-го типа – у 23 (23%) больных (табл. 1).

Для оценки степени ХАН использовали классификацию А.В. Покровского (1979). При наличии у больного трофических изменений оценку степени ХАН дополняли классификацией по R. Rutherford (1997). КИНК устанавливалась на основании критериев по классификации TASC II (2007).

Исследование артерий н/к проводилось посредством ультразвукового дуплексного сканирования (УЗДС) с измерением лодыжечно-плечевого индекса (ЛПИ) (*n*=99;

Таблица 1. Характеристика пациентов

Характеристика	Категория	Количество пациентов (n=99)
Пол, n (%)	Мужской	89 (90)
Возраст, годы	–	67,36±8,48
Курение	Активный курильщик, n (%)	47 (48)
	В анамнезе, n (%)	33 (33)
Операции на артериях н/к в анамнезе, n (%)	–	26 (26)
Ампутация контралатеральной н/к в анамнезе, n (%)	–	3 (3)
Артериальная гипертензия, n (%)	–	75 (76)
Сахарный диабет, n (%)	–	24 (24)
Стенокардия напряжения II ФК, n (%)	–	9 (9)
Мерцательная аритмия, n (%)	–	14 (14)
Сердечная недостаточность II ФК и более, n (%)	–	19 (19)
Каротидная эндартерэктомия или стентирование в анамнезе, n (%)	–	9 (9)
Хроническая болезнь почек, n (%)	–	9 (9)
ХОБЛ, n (%)	–	14 (14)
Стадия ХАН по классификации А.В. Покровского, n (%)	IIА	2 (2)
	IIБ	56 (57)
	III	10 (10)
	IV	31 (31)
Категория ХАН по классификации R. Rutherford, n (%)	5-я	15 (15)
	6-я	16 (16)

Примечание. *ФК – функциональный класс; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких; ХАН – хроническая артериальная недостаточность.*

100%), мультиспиральной компьютерной томографии-ангиографии (МСКТ-ангиографии) (n=87; 88%), прямой рентгеноконтрастной ангиографии (n=4; 4,0%). Гемодинамическая значимость атеросклеротического поражения устанавливалась по данным ангиографии при стенозе по диаметру 70% и более, а также при увеличении пиковой линейной скорости кровотока (пЛСК) 300 см/с и более по данным УЗДС. У всех больных были установлены окклюзия ПБА и гемодинамически значимый стеноз ОБА с переходом на ГАБ на стороне оперируемой конечности. У 50 (50%) больных имелось гемодинамически значимое нарушение проходимости артерий подвздошного сегмента на стороне оперируемой конечности. Распределение пациентов в зависимости от поражения артериального русла представлено на рис. 1. Среднее значение ЛПИ у пациентов до операции составило 0,48 (0,33–0,52).

Состояние берцового сегмента оценивали по количеству проходимых магистральных берцовых артерий

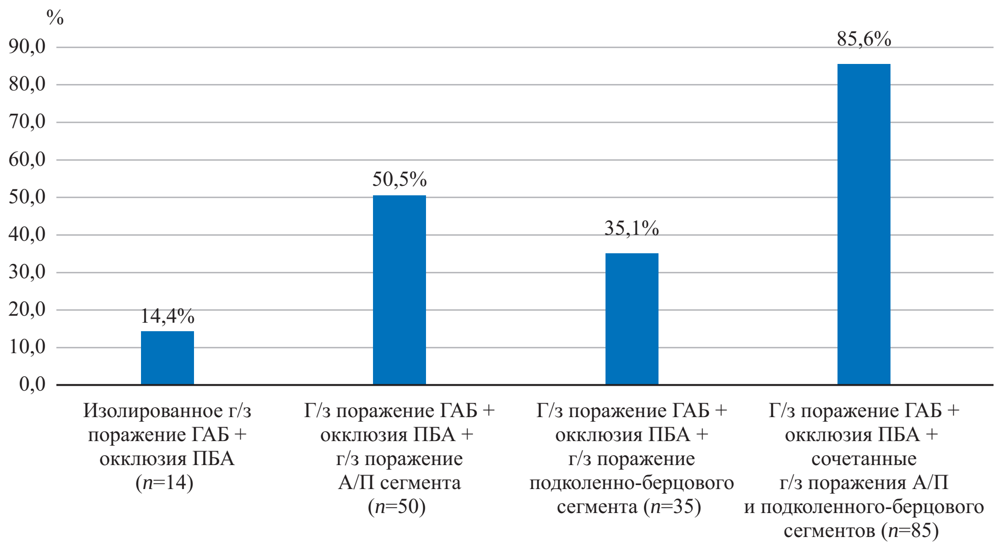

Рис. 1. Распределение больных в зависимости от локализации артериального поражения (n=99)

Г/з – гемодинамически значимое; ГАБ – глубокая артерия бедра; ПБА – поверхностная бедренная артерия; А/П – аорто-подвздошный; ПкА – подколенная артерия.

(передняя и задняя большеберцовые, малоберцовая артерии) на уровне нижней 1/3 голени и стопы (рис. 2). Среднее количество проходимых магистральных берцовых артерий составило 2,00, такое количество определялось у 63% больных.

Наличие проходимой одной или нескольких таких зон, как нижняя 1/3 ПБА, подколенная артерия (ПкА) (частично или на всем протяжении), тибиоперонеальный ствол (частично или на всем протяжении) или проксимальный отдел как минимум одной из магистральных берцовых артерий, было объединено в понятие «реципиентная зона». Это использовалось для оценки наличия или отсутствия магистрального русла, способного воспринимать кровоток из ГАБ. Из 89 пациентов, у которых удалось достоверно определить проходимость указанных зон, наличие «реципиентной зоны» отмечалось у 85 (96%) больных. При этом у всех 4 больных, у которых она отсутствовала, наблюдались явления КИНК, а у 47 (55%) пациентов с сохраненной «реципиентной зоной» КИНК не было.

Реваскуляризация конечности хирургическим, эндоваскулярным и гибридным методами у всех больных выполнялась через ГАБ посредством восстановления проходимости ОБА и ГАБ в изолированном виде или, если было необходимо, в сочетании с реконструкцией подвздошного сегмента (табл. 2).

Хирургическая открытая операция в совокупности была выполнена 95 (96%) пациентам. У всех пациентов, которым проводилась ФПП, вмешательство на ГАБ являлось первичным. У 78 (79%) операция была осуществлена под эпидуральной анестезией, у 11 (11%) – под спинномозговой анестезией, а у 6 (6%) применена комбинация эпидуральной и спинномозговой анестезии.

Поток-направляющая феморопрофундопластика (ПНФПП) была выполнена 28 (28%) пациентам. При этом у 5 (5%) больных поток-направляющая ФПП осуществлена в рамках гибридной операции вместе с восстановлением подвздошного сегмента.

67 (68%) пациентам ФПП проведена по классической методике, из них у 45 (46%) она осуществлялась в рамках гибридной операции. При эндоваскулярной реваскуляризации подвздошного сегмента 49 (49,5%) выполнено стентирование подвздошных артерий и 1 пациенту – баллонная ангиопластика (БАП) катетером с лекарственным покрытием по поводу рестеноза после первичного стентирования наружной подвздошной артерии.

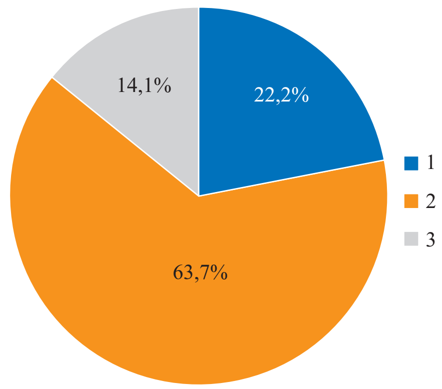

Рис. 2. Распределение больных в зависимости от количества проходимых магистральных берцовых артерий (n=99)

Эндоваскулярная реконструкция ГАБ выполнялась в изолированном виде. У всех пациентов операция проводилась под местной анестезией. У 3 больных была выполнена БАП ГАБ и у 1 пациента – стентирование ГАБ. БАП ГАБ выполнялась пациентам, которым ранее первично уже выполнялась ФПП и был выявлен гемодинамически значимый рестеноз в области пластики. При этом у 2 пациентов применяли комплаентный баллонный катетер без лекарственного покрытия и у 1 – баллонный катетер с лекарственным покрытием. Стентирование ГАБ было выполнено 1 пациенту, так как проведение ФПП ассоциировалось с высоким риском развития сердечно-сосудистых осложнений в периоперационном периоде.

Критериями исключения из исследования были больные с декомпенсацией сердечной деятельности, острым течением ишемической болезни сердца, главным образом острого коронарного синдрома, острым инфарктом миокарда. В случае декомпенсации течения других сопутствующих хронических заболеваний (сахарный диабет, хроническая болезнь почек) операцию выполняли после коррекции углеводного и водно-электролитного обмена.

В послеоперационном периоде рекомендовали проводить УЗДС артерий н/к с измерением ЛПИ через 1, 3, 6 и 12 мес в первый год, а затем – 1 раз в 12 мес.

Оценка и анализ послеоперационных результатов проводились по таким критериям, как величина ЛПИ,

Таблица 2. Характеристика оперативных методов лечения

Характеристика		Количество пациентов (n=99)
Изолированная ФПП	Стандартная ФПП, n (%)	22 (22)
	ПНФПП, n (%)	23 (23)
ФПП с реваскуляризацией подвздошного сегмента в рамках гибридной операции	Стандартная ФПП в комбинации с реваскуляризацией подвздошного сегмента, n (%)	45 (46)
	ПНФПП в комбинации с реваскуляризацией подвздошного сегмента, n (%)	5 (5)
Изолированная эндоваскулярная реваскуляризация ГАБ	Баллонная ангиопластика ГАБ, n (%)	3 (3)
	Стентирование ГАБ, n (%)	1 (1)

Примечание. *ФПП – феморопрофундопластика; ПНФПП – поток-направляющая феморопрофундопластика; ГАБ – глубокая артерия бедра.*

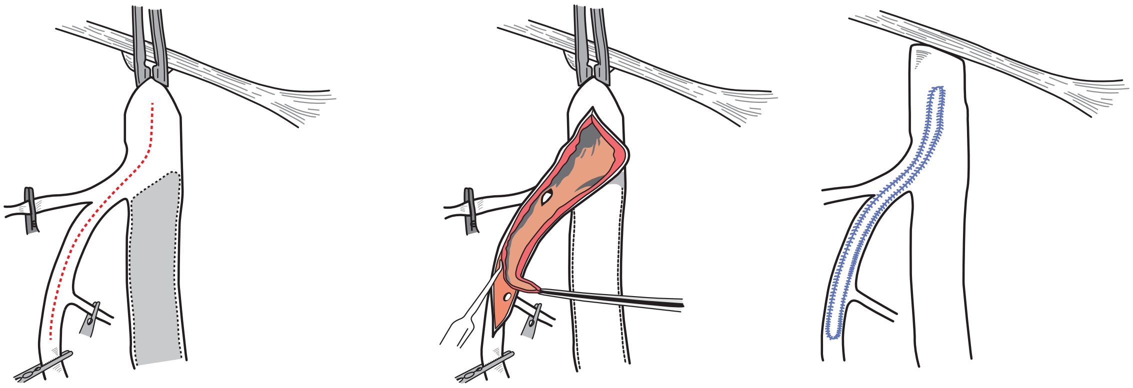

Рис. 3. Классическая техника феморопрофундопластики по P. Martin (1968)

динамика изменений дистанции безболевой ходьбы, заживление трофических изменений, первичная проходимость оперированного сегмента, сохранность оперированной конечности от ампутации, выживаемость. Первичная проходимость определялась как проходимость оперированного сегмента без признаков гемодинамически значимого рестеноза или необходимости повторного вмешательства. Осложнения в раннем послеоперационном периоде и смертность были определены как любое осложнение или смерть в течение 30 дней после операции. Сохранение конечности оценивалось в зависимости от выполнения большой ампутации (на уровне бедра или голени). Результаты лечения больных анализировались во время госпитализации, в раннем (1 мес после операции) и в позднем послеоперационном периоде (от 6 мес до 5 лет). Максимальный период наблюдения после эндоваскулярной реконструкции ГАБ составил 24 мес.

Методы статистического анализа. Описательная статистика для количественных величин представлена в виде среднего значения и стандартного отклонения *M* (*SD*), если соответствующее выборочное распределение согласовано с нормальным. В случае негауссова распределения указывались медиана и межквартильный размах *Me* (Q1–Q3). Качественные величины представлены в виде частоты и доли в процентах от размера выборки для соответствующего значения *n* (*m*%). При проведении корреляционного анализа проверка гипотез для независимых количественных величин осуществлялась при помощи *t*-критерия для нормальных и критерия Манна–Уитни для негауссовых распределений, для зависимых выборок – при помощи парного *t*-критерия в случае нормальных и критерия Вилкоксона в случае негауссовых распределений. Для качественных значений использовались критерии χ^2и точный критерий Фишера (для небольших выборок). Нормальность проверялась при помощи критерия Шапиро–Уилка. Во всех случаях порогом статистической значимости считалось значение p=0,05. Анализ отдаленной проходимости реконструируемого артериального сегмента, а также сохранности конечности и выживаемости осуществлялся с помощью метода Каплана–Майера. Статистические расчеты проводились в программе R 4.1.2.

Техника феморопрофундопластики

Стандартная ФПП выполнялась по методу P. Martin (1968) посредством проведения артериотомии ОБА с переходом на ГАБ до уровня окончания атеросклеротического поражения в проксимальном отделе ствола, после чего выполнялась прямая эндартерэктомия, а затем на место артериотомии вшивалась аутовенозная заплата (рис. 3) [10].

При распространенном атеросклеротическом поражении ствола ГАБ выполнялась протяженная ФПП по модифицированной методике, предложенной L. Cotton (1973, 1975). Она отличается более протяженной артериотомией и пластикой ГАБ в зависимости от распространенности атеросклеротического поражения [11–15]. Во всех случаях в качестве заплаты для выполнения пластики ОБА и ГАБ использовалась аутовена. Этап эндартерэктомии ОБА и ГАБ выполнялся у большинства пациентов (97%). При этом у 3 (3%) пациентов эндартерэктомия не выполнялась ввиду дистального поражения ГАБ. Средняя протяженность пластики составила 7,00 (5,00–10,00) см.

Несмотря на предложенные модификации, результаты профундопластики и ее влияние на купирование симптомов ишемии по-прежнему остаются неоднозначными. Это связано в том числе с тем, что устранение атеросклеротического поражения не во всех случаях приводит к достаточному гемодинамическому улучшению. Коллатерали геникулярной области, где, как правило, происходит сообщение с подколенно-берцовым сегментом («реципиентная зона»), представляют область с высоким сопротивлением для кровотока из ГАБ [6, 7]. Именно поэтому реконструкцию ГАБ необходимо выполнять адекватной протяженности, т. е. до той ее дистальной развилки, где была закончена эндартерэктомия. Именно так можно добиться максимального снижения сопротивления для кровотока [16]. Схема подобной реконструкции представлена на рис. 4.

Более того, мы полагаем, что протяженность профундопластики для устранения возникающего гемодинамического сопротивления в основном стволе ГАБ и коллатералей «реципиентной зоны» и, как следствие, обкрадывания через проксимальные ветви ГАБ должна быть выполнена дистальнее первой перфорантной ветви,

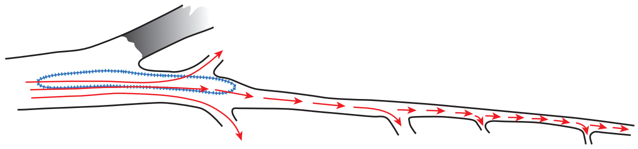

Рис. 4. Схематическое изображение феморопрофундопластики

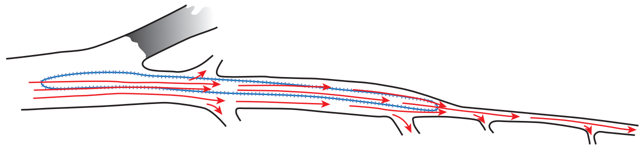

Рис. 5. Схематическое изображение механизма нивелирования обкрадывания кровотока при выполнении поток-направляющей феморопрофундопластики

независимо от распространенности атеросклеротического процесса в ней. Такая хирургическая модификация ФПП была нами названа ПНФПП (рис. 5).

Основным отличием ПНФПП от расширенной профундопластики является то, что расширенная профундопластика выполняется только при наличии значимого атеросклеротического поражения ствола ГАБ, распространяющегося до перфорантных ветвей. Так как выполнение ПНФПП обусловлено необходимостью формирования потока крови по стволу ГАБ, чтобы избежать обкрадывания кровотока по его ветвям, показанием для использования этой методики будет являться гемодинамически значимое поражение ГАБ на любом из ее уровней, в том числе и только при ее устьевом поражении. При выполнении ПНФПП во всех случаях протяженность пластики была более 10 см, а наибольшая длина – 15 см.

Результаты

Всего выполнено 99 реконструктивных хирургических вмешательств на артериях подвздошно-бедренного и бедренного сегментов с реваскуляризацией конечности через ГАБ. Технический успех достигнут у 100%, интраоперационных осложнений не наблюдалось. Средняя длительность операции составила 210 (195–225) мин. Средний объем интраоперационной кровопотери был 180 (165–195) мл. При этом следует отметить, что эндоваскулярные вмешательства сопровождались минимальной кровопотерей, не превышающей 20 мл за операцию. Средняя длительность госпитализации в послеоперационном периоде составила 7,00 (6,00–8,00) сут.

В раннем послеоперационном периоде осложнения развились у 8 (8%) пациентов, 2 из которых потребовали повторных экстренных операций ввиду развившегося кровотечения из области аутовенозной пластики ГАБ. После повторных операций у 1 пациента развился острый инфаркт миокарда, и 1 пациент скончался вследствие острой сердечно-сосудистой недостаточности (табл. 3).

Тромбоза или нарушения проходимости зоны реконструкции, забрюшинных гематом, инфицирования послеоперационной раны, нарушения мозгового кровообращения в раннем послеоперационном периоде не наблюдалось.

Основными критериями клинического улучшения после проведенного лечения явились объективные (увеличение показателей ЛПИ, регресс трофических нарушений) и субъективные (купирование болевого синдрома, увеличение дистанции безболевой ходьбы) показатели. При статистической оценке критериев, влияющих на развитие клинического улучшения и его показателей, анализу подверглись такие критерии, как количество проходимых берцовых артерий, наличие «реципиентной зоны», проведение вмешательства на подвздошном сегменте, проведение изолированной ФПП или в комбинации с вмешательством на подвздошных артериях.

У 91 (92,9%) пациента отмечалось клиническое улучшение в послеоперационном периоде. У всех пациентов (за исключением одного возникшего летального случая) с ХАН II степени по А.В. Покровскому было отмечено улучшение в послеоперационном периоде, в то время как у пациентов с КИНК (III и IV степени по А.В. Покровскому) клиническое улучшение достигнуто у 34 (83%) человек из 41.

Статистически достоверными критериями клинического улучшения в послеоперационном периоде явились проведение ФПП в комбинации с вмешательством на подвздошных артериях (p=0,013) и наличие «реципиентной зоны» (p<0,001). При этом наличие проходимых артерий на уровне дистального отдела голени вне зависимости от их количества оказалось статистически не значимым фактором клинического улучшения после профундопластики.

В раннем периоде у оперированных пациентов выявлено статистически достоверное увеличение дистанции

Таблица 3. Осложнения в раннем послеоперационном периоде

Осложнение	Количество пациентов (n=99)
Лимфостаз оперированной конечности, n (%)	2 (2)
Лимфорея области послеоперационной раны, n (%)	1 (1)
Пульсирующая гематома на стороне эндоваскулярного доступа, n (%)	1 (1)
Кровотечение из области аутовенозной пластики, n (%)	2 (2)
Острый инфаркт миокарда, n (%)	1 (1)
Летальный исход, n (%)	1 (1)

Таблица 4. Соотношение пациентов с увеличением дистанции безболевой ходьбы в раннем послеоперационном периоде по сравнению с дооперационным периодом

Дистанция безболевой ходьбы	До операции (*n*=99)	Ранний послеоперационный период (*n*=98)
Более 1 км, *n* (%)	0 (0,0)	20 (20,4)
200–1000 м, *n* (%)	2 (2,0)	37 (37,8)
25–200 м, *n* (%)	70 (70,7)	36 (36,7)
До 25 м, *n* (%)	27 (27,3)	5 (5,1)

Примечание. *Изменения по дистанции безболевой ходьбы между поступлением и ранним послеоперационным периодом статистически значимы, p=0,002.*

Таблица 5. Дистанция безболевой ходьбы в раннем и отдаленном послеоперационном периодах

Дистанция безболевой ходьбы	Ранний послеоперационный период (*n*=98)	Поздний послеоперационный период (*n*=98)
Более 1 км, *n* (%)	20 (20,4)	66 (67,3)
200–1000 м, *n* (%)	37 (37,8)	21 (21,4)
25–200 м, *n* (%)	36 (36,7)	11 (11,2)
До 25 м, *n* (%)	5 (5,1)	0 (0)

Примечание. *Изменения по дистанции безболевой ходьбы между ранним и отдаленным послеоперационным периодом статистически значимы, p<0,001.*

безболевой ходьбы по сравнению с дооперационным периодом (табл. 4). При этом у 23 (24%) пациентов явления перемежающейся хромоты были полностью купированы или возникали более чем через 1 км.

В отдаленном послеоперационном периоде у пациентов определялось статистически значимое увеличение дистанции безболевой ходьбы, по сравнению с ранним послеоперационным периодом (табл. 5).

У 66 (67%) пациентов явления перемежающейся хромоты отсутствовали или ее симптомы возникали при ходьбе на расстояние более 1 км. Этот результат на 46,9% лучше по сравнению с ранним послеоперационным периодом. Наличие «реципиентной зоны» было определено как статистически значимый предиктор увеличения дистанции безболевой ходьбы в отдаленном периоде (p=0,008).

Средний ЛПИ на 7-е сутки после операции составил 0,50 (0,38–0,57). При этом соотношение увеличения ЛПИ в раннем послеоперационном периоде по сравнению с ЛПИ до операции было 0,1 (0,0–0,2), что демонстрирует общую тенденцию к увеличению ЛПИ после лечения. Увеличение ЛПИ в раннем послеоперационном периоде у пациентов с вмешательством на подвздошных артериях в среднем составило 0,05 (0,04–0,06), что статистически значимо больше, чем у пациентов без вмешательства, у которых среднее увеличение ЛПИ было 0,02 (0–0,05), p=0,004.

Регресс трофических изменений оценивали по следующим признакам: купирование воспаления (регресс гиперемии, болезненности, экссудативного процесса), появление участков грануляционной ткани, уменьшение в размерах, появление демаркационной линии. В раннем послеоперационном периоде регресс трофических изменений произошел у 26 (84%) пациентов из 31. При этом полное заживление трофической язвы в течение 4 нед после операции отмечено у 21 пациента. Среднее время заживления трофической язвы в послеоперационном периоде составило 3 (3,00–4,00) нед. Эпителизация «малых» трофических дефектов (5-я категория ишемии по R. Rutherford) происходила статистически достоверно быстрее, чем «больших» (6-я категория по R. Rutherford), p<0,05. У 2 пациентов отсутствовало заживление язв в течение всего периода наблюдения (12 и 24 мес), однако наблюдалось их уменьшение в размерах. Статистически достоверным предиктором заживления язв явилось проведение ФПП в комбинации с вмешательством на подвздошных артериях (p=0,020) (табл. 6). При полном заживлении язв рецидивов за весь период наблюдения не наблюдали.

Отсутствие тенденции к уменьшению площади трофических язв расценивалось как неэффективность операции и сохранение КИНК. Так, у 2 (2%) пациентов с III степенью ХАН и 5 (5,1%) пациентов с IV степенью ХАН по А.В. Покровскому сохранялись явления КИНК в раннем послеоперационном периоде. При отсутствии купирования ишемии выполнялось аутовенозное шунтирование: 2 – бедренно-подколенное шунтирование, 5 – бедренно-берцовое шунтирование. На 5-й неделе послеоперационного периода 1 пациенту выполнена малая ампутация на уровне проксимальных фаланг пальцев стопы.

В табл. 6 приведены критерии и их статистическая значимость относительно влияния на купирование ХАН нижних конечностей в послеоперационном периоде.

Через 5 лет отдаленные результаты после операции прослежены у 52 (53%) из 99 больных. 5-летняя проходимость оперированного сегмента составила 97%. У 2 пациентов выявлен гемодинамически значимый рестеноз ГАБ через 6 мес после стандартной ФПП, у 1 пациента – критический рестеноз ОБА через 12 мес после ПНФПП. Пациентам в плановом порядке была проведена БАП баллонным катетером с лекарственным покрытием. За последующий период наблюдения (до 18 мес) у пациентов не было признаков рестеноза ГАБ и рецидива симптомов ХАН. У пациентов после вмешательств на подвздошном сегменте отсутствовали признаки гемодинамически значимых рестенозов и случаев тромбоза подвздошно-бедренного сегмента.

Характеристика повторных операций в послеоперационном периоде представлена в табл. 7.

5-летняя сохранность оперированной нижней конечности от ампутации составила 100% (из 52 прослеженных пациентов). Средняя выживаемость – 53,8 мес, 95% ДИ [50,4; 57,2]. Выживаемость за 5 лет прослежена у 52 пациентов (12 умерших, 40 наблюдаемых в течение 5 лет и более). Функция выживаемости отражена на кривых Каплана–Майера (рис. 6).

Таблица 6. Статистическая значимость влияния исследуемых критериев на купирование хронической ишемии нижних конечностей в послеоперационном периоде

Вмешательство	Клиническое улучшение, *p*	Заживление трофических нарушений, *p*	Увеличение дистанции ходьбы в раннем п/о периоде, *p*	Увеличение дистанции ходьбы в позднем п/о периоде, *p*	Увеличение ЛПИ в раннем п/о периоде, *p*	Увеличение ЛПИ в позднем п/о периоде, *p*
На подвздошных артериях	0,11	0,09	0,48	0,64	0,004*	0,40
Изолированная профундопластика	0,19	0,80	0,60	0,64	0,37	0,93
На подвздошных артериях в комбинации с профундопластикой	0,013*	0,020*	0,68	0,68	–	–
Наличие «реципиентной зоны»	<0,001*	0,07	0,017*	0,008*	–	–

Примечание: *п/о – послеоперационный период; ЛПИ – лодыжечно-плечевой индекс; * – зависимость статистически значимая (p<0,05).*

Обсуждение

В работе был проведен анализ факторов, способствующих развитию положительного клинического эффекта после операций по восстановлению непрямого кровотока в н/к через ГАБ, в том числе у пациентов с критической ишемией и трофическими язвами. Особое внимание уделялось состоянию магистрального русла, способного воспринимать коллатеральный кровоток из ГАБ, или так называемой «реципиентной зоны». «Реципиентная зона» включает в себя наличие проходимой одной или нескольких в совокупности следующих зон: нижней 1/3 ПБА, ПкА (частично или на всем протяжении), тибиоперонеальный ствол (частично или на всем протяжении) либо проксимальный отдел как минимум одной из магистральных берцовых артерий.

В литературе при оценке качества воспринимающего русла приводится анализ проходимости подколенной и магистральных берцовых артерий как независимых факторов по отдельности [7, 12]. Для хирургической пластики ГАБ нами была предложена новая техническая модификация – ПНФПП, что было обусловлено необходимостью формирования потока крови по стволу ГАБ, при этом избегая обкрадывания кровотока по его ветвям.

Анатомические характеристики ГАБ могут также влиять и на долгосрочную проходимость после операций на подвздошно-бедренном сегменте. В исследовании N. Balasundaram et al. наличие у ГАБ более 5 ветвей диаметром более 2 мм явилось независимым статистически достоверным предиктором долгосрочной проходимости после операций на подвздошно-бедренном сегменте, в том числе и после ФПП [13].

В литературе приводятся противоречивые результаты относительно эффективности ФПП при КИНК. H. Savolainen отмечает, что в его исследовании не было ни одного случая заживления трофических изменений после выполнения профундопластики [14]. D. Rollins et al., напротив, отмечали высокую эффективность профундопластики при наличии трофических язв (заживление у 53%) [15]. Согласно исследованию Л.А. Бокерия и соавт., выполнение ФПП позволяет получить целевые значения транскутанного напряжения кислорода для заживления трофических язв нижних конечностей у 86,8% пациентов [4].

В нашем исследовании клиническое улучшение было достигнуто у 93% пациентов, регресс трофических изменений в течение послеоперационного наблюдения был достигнут у 26 (84%) из 31 пациента. «Малые» трофические изменения (5-я категория ишемии по R. Rutherford) имели статистически достоверно большую склонность к заживлению по сравнению с «большими» (6-я категория по R. Rutherford). Статистически достоверным предиктором заживления трофических язв оказалось проведение ФПП в комбинации с вмешательством на подвздошных артериях (p=0,020). Наличие сохраненной «реципиентной зоны» явилось статистически значимым предиктором клинического улучшения в послеоперационном периоде (p<0,001), но не показало статистическую значи-

Таблица 7. Повторные операции в послеоперационном периоде

Период	Количество пациентов (*n*=99)
Ранний послеоперационный, *n* (%)	11 (11)
- остановка кровотечения, *n* (%)	2 (2)
- аутовенозное бедренно-подколенное шунтирование, *n* (%)	2 (2)
- аутовенозное бедренно-берцовое шунтирование, *n* (%)	5 (5)
Отдаленный послеоперационный, *n* (%)	4 (4)
- малая ампутация, *n* (%)	1 (1)
- баллонная ангиопластика глубокой артерии бедра, *n* (%)	2 (2)
- тромбэктомия, баллонная ангиопластика бедренно-берцового шунта, *n* (%)	1 (1)

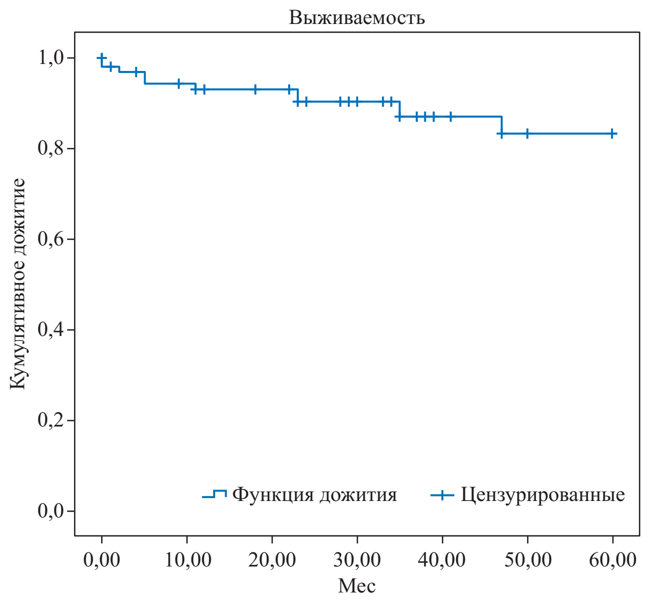

Рис. 6. Функция выживаемости прооперированных пациентов по методу Каплана–Майера

мость в заживлении трофических язв в послеоперационном периоде (*p*=0,07). Это, вероятно, связано с тем, что у части пациентов не произошло полного заживление язв в течение наблюдения, несмотря на купирование КИНК. В случае отсутствия «реципиентной зоны», а также при наличии у пациента трофических изменений, соответствующих 6-й категории ХАН по R. Rutherford, целесообразно выполнение операции с одномоментным восстановлением прямого кровотока в конечности.

Метод ПНФПП был нами предложен для предотвращения обкрадывания ветвями ГАБ в условиях повышенной резистентности в стволе ГАБ. Повышению резистентности в ГАБ способствует геометрический фактор. Геометрический анализ R. Berguer et al. определил важность этого фактора как причину снижения кровотока через ствол ГАБ. R. Berguer et al. продемонстрировали, что среднее значение отношения площадей (отношение площади поперечного сечения ГАБ к площади поперечного сечения ОБА) равна 0,5. Это означает, что независимо от наличия стенозирующего поражения ГАБ проксимальный отдел артерии сам по себе представляет собой анатомический стеноз около 50%. Начиная от уровня устьев артерий, огибающих бедренную кость, ствол ГАБ делится много раз на достаточно короткой дистанции, при этом на каждом уровне деления общая площадь поперечного сечения увеличивается. В соответствии с геометрическими законами степень проксимального стеноза будет постепенно уменьшаться на уровне каждого деления артерии. Таким образом, весь ствол ГАБ представляет собой геометрический и анатомический стеноз, что создает дополнительное сопротивление в артерии [16, 17]. Феномен обкрадывания ветвями основного ствола артерии описан при «коронарном обкрадывании» (*coronary branch steal*). В случае стенозирования основного ствола коронарной артерии происходит обкрадывание его дистального отдела за счет нестенозированных ветвей. Данный феномен подтвержден на основании как теоретических, так и экспериментальных моделей. При этом имеются наблюдения, когда после стентирования основного ствола коронарной артерии, напротив, происходит обкрадывание его ветвей [18]. Данный механизм обкрадывания универсален для всех артериальных бассейнов. Так как ветви ствола глубокой артерии бедра преимущественно участвуют в кровоснабжении мышц бедра, подобным образом возможно обкрадывание дистального отдела ствола ГАБ, участвующего в сообщении с «реципиентной зоной», за счет проксимально расположенных его ветвей.

Выполнение изолированной ПНФПП не показало статистически значимого влияния на купирование ХАН. Это может быть связано с тем, что у пациентов с поражением подвздошного сегмента, а именно с проксимальным типом сосудистого поражения, имеется склонность к сохранению дистального магистрального и коллатерального русла на уровне подколенно-берцового сегмента. У всех пациентов, у которых отсутствовала «реципиентная зона», подвздошный сегмент был полностью проходим. Проведение ФПП в комбинации с вмешательством на подвздошных артериях явилось статистически достоверным (*p*=0,013) критерием клинического улучшения в послеоперационном периоде.

Требуются дополнительные исследования с большим количеством пациентов и группами сравнения различных методов профундопластики, чтобы рекомендовать выполнение ПНФПП.

На основании анализа всех в совокупности полученных результатов лечения больных с КИНК, в том числе при развитии трофических язв, нами предложены алгоритмы по тактике лечения (рис. 7, 8).

Исследование имеет ограничения, которые заключаются в ретроспективном характере, небольшом количестве пациентов с эндоваскулярной реконструкцией ГАБ, а также ограниченный срок наблюдения после таких операций. В исследовании отсутствует группа сравнения,

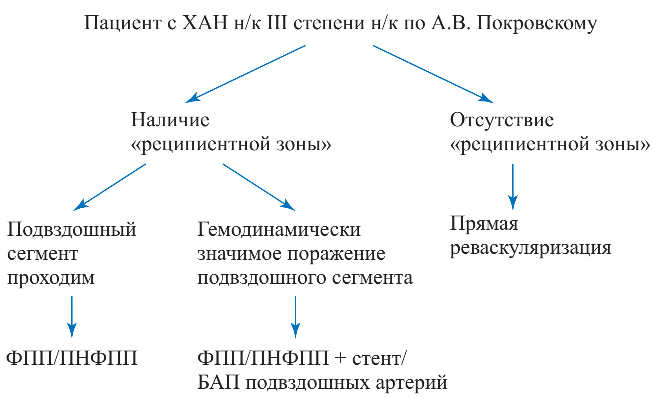

Рис. 7. Алгоритм по тактике лечения хронической ишемии нижних конечностей III степени по А.В. Покровскому у пациентов с гемодинамически значимым поражением глубокой артерии бедра и окклюзией поверхностной бедренной артерии

Здесь и на рис. 8: расшифровка аббревиатур дана в тексте.

так как одной из основных задач был поиск предикторов, прогнозирующих эффективность операций по восстановлению кровотока через ГАБ. Требуется проведение экспериментального исследования для достоверной оценки гемодинамической эффективности поток-направляющей профундопластики.

Заключение

Использование реконструктивных операций на ГАБ, а также гибридных вмешательств в комбинации с эндоваскулярным восстановлением артерий подвздошного сегмента позволяет добиться стойкого купирования симптомов ишемии, в том числе при критической ишемии и трофических язвах, и позволяет сохранить нижнюю конечность.

К предикторам эффективной реваскуляризации через ГАБ при КИНК следует относить наличие «реципиентной зоны» и выполнение ФПП в комбинации с восстановлением артерий подвздошного сегмента. При отсутствии «реципиентой зоны», а также наличии трофических нарушений, соответствующих 6-й категории ХАН по R. Rutherford, выполнение реваскуляризирующих операций через ГАБ нецелесообразно.

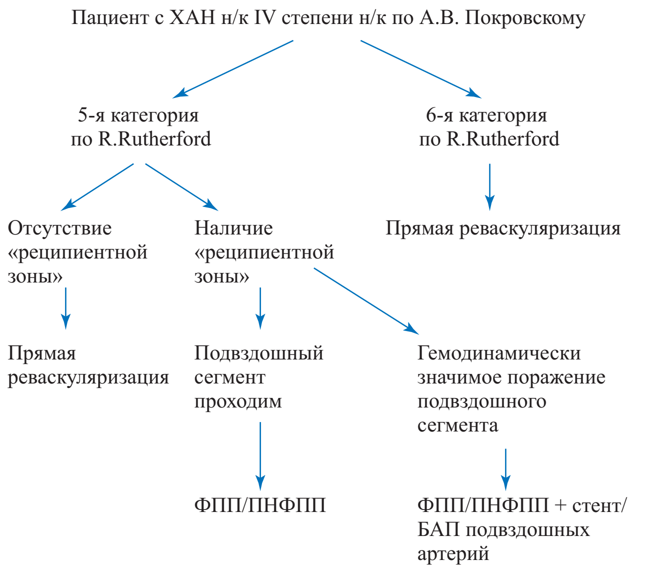

Рис. 8. Алгоритм по тактике лечения хронической ишемии нижних конечностей IV степени по А.В. Покровскому у пациентов с гемодинамически значимым поражением глубокой артерии бедра и окклюзией поверхностной бедренной артерии

■ Литература

1. Светликов А.В., Ишпулаева Л.Э. Современная стратегия улучшения отдаленных результатов хирургического лечения заболеваний периферических артерий. Ангиология и сосудистая хирургия. 2020; 26 (4): 23–31. DOI: https://doi.org/10.33529/ANGIO2020423

2. Dick P., Mlekusch W., Sabeti S., et al. Outcome after endovascular treatment of deep femoral artery stenosis: results in a consecutive patient series and systematic review of the literature. Journal of Endovascular Therapy. 2006; 13 (2): 221–228. DOI: https://doi.org/10.1583/05-1766R.1

3. Ravikumar N., Sreejith G., Law S.H.C., et al. Comparative Analysis of Endovascular Intervention and Endarterectomy in Patients with Femoral Artery Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. Hematology Reports. 2022; 14 (2): 179–202. DOI: https://doi.org/10.3390/hematolrep14020026

4. Бокерия Л.А., Аракелян В.С., Папиташвили В.Г., Цурцумия Ш.Ш. Результаты изолированной профундопластики в сравнении с дистальным шунтированием у больных с сахарным диабетом и трофическими язвами. Кубанский научный медицинский вестник. 2020; 27 (2): 38–48. DOI: https://doi.org/10.25207/1608-6228-2020-27-2-38-48

5. Гавриленко А.В., Котов А.Е., Лепшоков М.К. Результаты профундопластики у пациентов с критической ишемией нижних конечностей. Хирургия. 2017; 9: 17–22. DOI: https://doi.org/10.17116/hirurgia2017917-22

6. Strandness D.E. Jr. Functional results after revascularization of the profunda femoris artery. American Journal of Surgery. 1970; 119 (3): 240–245. DOI: https://doi.org/10.1016/0002-9610(70)90043-7

7. Boren C.H., Towne J.B., Bernhard V.M., Salles-Cunha S. Profundapopliteal collateral index. A guide to successful profundaplasty. Archives of Surgery. 1980; 115 (11): 1366–1372. DOI: https://doi.org/10.1001/archsurg.1980.01380110098015

8. Elsharkawi M., Elkassaby M., McVeigh N., et al. Clinical outcomes from profundoplasty performed as a sole procedure for revascularization in critically ischaemic limbs. Vascular. 2021; 29 (3): 396–403. DOI: https://doi.org/10.1177/1708538120963901

9. Кебряков А.В., Светликов А.В., Гамзатов Т.Х. и др. Изолированная пластика глубокой бедренной артерии в лечении больных с хронической ишемией нижних конечностей атеросклеротического генеза. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2022; 21 (3): 12–19. DOI: https://doi.org/10.24884/1682-6655-2022-21-3-12-19

10. Martin P., Crawford J. The Rationale for and Measurement after Profundaplasty. Surgical Clinics of North America. 1974; 54 (1): 95–109.

11. Cotton L.T., Roberts V.C. Extended deep femoral angioplasty: an alternative to femoropopliteal bypass. British Journal of Surgery. 1975; 62 (5): 340–343. DOI: https://doi.org/10.1002/bjs.1800620503

12. Mitchell R.A., Bone G.E., Bridges R., Pomajzl M.J., Fry W.J. Patient selection for isolated profundaplasty. Arteriographic correlates of operative results. American Journal of Surgery. 1979; 138 (6): 912–919. DOI: https://doi.org/10.1016/0002-9610(79)90321-0

13. Balasundaram N., Whitrock J.N., Braet D.J., et al. Importance of the profunda femoris upon patency following aortoiliac procedures. Journal of Vascular Surgery. 2022; 76 (1): 180–187. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jvs.2022.02.043

14. Savolainen H., Hansen A., Diehm N., et al. Small is beautiful: why profundaplasty should not be forgotten. World Journal of Surgery. 2007; 31 (10): 2058–2061. DOI: https://doi.org/10.1007/s00268-007-9188-y

15. Rollins D.L., Towne J.B., Bernhard V.M., Baum P.L. Isolated profundaplasty for limb salvage. Journal of Vascular Surgery. 1985; 2 (4): 585–590. DOI: https://doi.org/10.1067/mva.1985.avs0020585

16. Berguer R., Higgins R.F., Cotton L.T. Geometry, blood flow, and reconstruction of the deep femoral artery. American Journal of Surgery. 1975; 130 (1): 68–73. DOI: https://doi.org/10.1016/0002-9610(75)90460-2

17. Merlini M.P., van Dongen R.J.A.M., Dusmet M. Surgery of the Deep Femoral Artery. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. 1994; 182. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-79045-4

18. Gould K.L., Kirkeeide R., Johnson N.P. Coronary branch steal: experimental validation and clinical implications of interacting stenosis in branching coronary arteries. Circulation: Cardiovascular Imaging. 2010; 3 (6): 701–709. DOI: https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.110.937656

■ References

1. Svetlikov A.V., Ishpulaeva L.E. Modern strategy to improve remote results of surgical treatment of peripheral artery disease. Angiology and Vascular Surgery. 2020; 26 (4): 23–31. DOI: https://doi.org/10.33529/ANGIO2020423. (in Russian)

2. Dick P., Mlekusch W., Sabeti S., et al. Outcome after endovascular treatment of deep femoral artery stenosis: results in a consecutive patient series and systematic review of the literature. Journal of Endovascular Therapy. 2006; 13 (2): 221–228. DOI: https://doi.org/10.1583/05-1766R.1

3. Ravikumar N., Sreejith G., Law S.H.C., et al. Comparative Analysis of Endovascular Intervention and Endarterectomy in Patients with Femoral Artery Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. Hematology Reports. 2022; 14 (2): 179–202. DOI: https://doi.org/10.3390/hematolrep14020026

4. Bokeria L.A., Arakelyan V.S., Papitashvili V.G., Tzurtzumia S.S. Comparative results of isolated profundoplasty and distal bypass surgery in patients with diabetes mellitus and trophic ulcers. Kuban Scientific Medical Bulletin. 2020; 27 (2): 38–48. DOI: https://doi.org/10.25207/1608-6228-2020-27-2-38-48 (in Russian)

5. Gavrilenko A.V., Kotov A.E., Lepshokov M.K. The results of profundoplasty in patients with critical ischemia of lower extremities. Surgery. 2017; 9: 17–22. DOI: https://doi.org/10.17116/hirurgia2017917-22. (in Russian)

6. Strandness D.E. Jr. Functional results after revascularization of the profunda femoris artery. American Journal of Surgery. 1970; 119 (3): 240–245. DOI: https://doi.org/10.1016/0002-9610(70)90043-7

7. Boren C.H., Towne J.B., Bernhard V.M., Salles-Cunha S. Profundapopliteal collateral index. A guide to successful profundaplasty. Archives of Surgery. 1980; 115 (11): 1366–1372. DOI: https://doi.org/10.1001/archsurg.1980.01380110098015

8. Elsharkawi M., Elkassaby M., McVeigh N., et al. Clinical outcomes from profundoplasty performed as a sole procedure for revascularization in critically ischaemic limbs. Vascular. 2021; 29 (3): 396–403. DOI: https://doi.org/10.1177/1708538120963901

9. Kebriakov A.V., Svetlikov A.V., Gamzatov T.K., et al. Isolated deep femoral artery plasty in the management of peripheral arterial disease. Regional blood circulation and microcirculation. 2022; 21 (3): 12–19. DOI: https://doi.org/10.24884/1682-6655-2022-21-3-12-19. (in Russian)

10. Martin P., Crawford J. The Rationale for and Measurement after Profundaplasty. Surgical Clinics of North America. 1974; 54 (1): 95–109.

11. Cotton L.T., Roberts V.C. Extended deep femoral angioplasty: an alternative to femoropopliteal bypass. British Journal of Surgery. 1975; 62 (5): 340–343. DOI: https://doi.org/10.1002/bjs.1800620503

12. Mitchell R.A., Bone G.E., Bridges R., Pomajzl M.J., Fry W.J. Patient selection for isolated profundaplasty. Arteriographic correlates of operative results. American Journal of Surgery. 1979; 138 (6): 912–919. DOI: https://doi.org/10.1016/0002-9610(79)90321-0

13. Balasundaram N., Whitrock J.N., Braet D.J., et al. Importance of the profunda femoris upon patency following aortoiliac procedures. Journal of Vascular Surgery. 2022; 76 (1): 180–187. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jvs.2022.02.043

14. Savolainen H., Hansen A., Diehm N., et al. Small is beautiful: why profundaplasty should not be forgotten. World Journal of Surgery. 2007; 31 (10): 2058–2061. DOI: https://doi.org/10.1007/s00268-007-9188-y

15. Rollins D.L., Towne J.B., Bernhard V.M., Baum P.L. Isolated profundaplasty for limb salvage. Journal of Vascular Surgery. 1985; 2 (4): 585–590. DOI: https://doi.org/10.1067/mva.1985.avs0020585

16. Berguer R., Higgins R.F., Cotton L.T. Geometry, blood flow, and reconstruction of the deep femoral artery. American Journal of Surgery. 1975; 130 (1): 68–73. DOI: https://doi.org/10.1016/0002-9610(75)90460-2

17. Merlini M.P., van Dongen R.J.A.M., Dusmet M. Surgery of the Deep Femoral Artery. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. 1994; 182. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-79045-4

18. Gould K.L., Kirkeeide R., Johnson N.P. Coronary branch steal: experimental validation and clinical implications of interacting stenosis in branching coronary arteries. Circulation: Cardiovascular Imaging. 2010; 3 (6): 701–709. DOI: https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.110.937656