

Роль ангиосомально-ориентированного метода эндоваскулярных реваскуляризаций в комплексном лечении синдрома диабетической стопы

В. В. Петрова^{1, 2}, Г. А. Смирнов¹, М. Н. Аржелас²

¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»
Россия, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7-9

²«Университетская клиника СПбГУ» Минздрава России
Россия, 198103, Санкт-Петербург, наб. р. Фонтанки, д. 154

Контактное лицо: Вероника Владимировна Петрова, violet_hamster@mail.ru

Цель исследования: анализ эффективности ангиосомально-ориентированного метода эндоваскулярных реваскуляризаций в комплексном лечении синдрома диабетической стопы (СДС).

Материалы и методы исследования. Одним из наиболее тяжелых осложнений сахарного диабета является поражение сосудов нижних конечностей. При диабетической макроангиопатии происходит протяженное поражение артерий среднего калибра, что вкупе с атеросклеротическим поражением зачастую приводит к формированию артериальных стенозов и окклюзий. Ведущим методом коррекции проходимости магистральных сосудов на сегодняшний момент считается эндоваскулярная баллонная ангиопластика. В рамках исследования изучалась целесообразность селективной ангиосомальной реваскуляризации нижних конечностей. Преимущества ангиосомально-ориентированной эндоваскулярной реваскуляризации следующие: сокращение продолжительности вмешательства, уменьшение объема вводимого контрастного препарата и целенаправленное восстановление кровотока в артерии, питающей пораженный сегмент конечности. В исследование было включено 49 пациентов с нейроишемической формой СДС с гемодинамически значимыми стенозами и окклюзиями артерий нижних конечностей. Больных разделили на две группы. В обеих группах проводили комплексное консервативное лечение, выполняли операции на нижних конечностях (от хирургической обработки гнойного очага до ампутации на уровне голени). Пациентам первой группы выполняли ангиосомально-ориентированную реваскуляризацию нижних конечностей. Больным второй группы проводили традиционную эндоваскулярную реваскуляризацию.

Результаты исследования. После проведения ангиосомально-ориентированной реваскуляризации полное восстановление исходного диаметра сосуда было достигнуто в 80,0 %, отсутствие остаточного стеноза — в 82,5 %, отсутствие диссекции интимы — в 95,0 % наблюдений. Добиться ламинарного кровотока удалось в 90,0 % случаев. Показано сокращение процедуры реваскуляризации в среднем на 30 мин и снижение расхода контрастного фармпрепарата в среднем на 100,0 мл.

Заключение. При оценке результатов комплексного лечения больных 1-й и 2-й групп после проведения ангиосомально-ориентированной реваскуляризации отмечалось сокращение средних сроков госпитализации (11 и 13 суток соответственно), снижение средних сроков заживления раневого дефекта в 1,25 раза, сокращение средних сроков эпителизации язвенного дефекта (9 и 13 суток соответственно) и уменьшение объема оперативного вмешательства и количества высоких ампутаций в течение года после проведенной ангиопластики по сравнению с пациентами, которым выполняли эндоваскулярную реваскуляризацию по традиционной методике.

Ключевые слова: синдром диабетической стопы, диабетическая ангиопатия, реваскуляризация, эндоваскулярная хирургия, ангиосома, ангиосомально-ориентированная реваскуляризация.

Для цитирования: Петрова В. В., Смирнов Г. А., Аржелас М. Н. Роль ангиосомально-ориентированного метода эндоваскулярных реваскуляризаций в комплексном лечении синдрома диабетической стопы. Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б. М. Костюченка. 2020; 7(1): 36-45.

DOI: 10.25199/2408-9613-2020-7-1-36-45.

The role of the angiosomally-oriented endovascular revascularization method in the complex treatment of diabetic foot syndrome

V. V. Petrova^{1, 2}, G. A. Smirnov¹, M. N. Arzhelas²

¹FSBEI of HE "St. Petersburg State University"

7-9 Universitetskaya Embankment, St. Petersburg, 199034, Russia

²University Clinic of the Ministry of Health of Russia

154 Fontanka River Nab., St. Petersburg, 191015, Russia

Objective: analyze the effectiveness of the angiosomal oriented endovascular revascularization method in the complex treatment of diabetic foot syndrome (DFS).

Materials and methods. One of the most serious complications of diabetes mellitus is damage to the vessels of the lower extremities. In diabetic macroangiopathy, an extended lesion of medium-sized arteries occurs, which, coupled with an atherosclerotic lesion, often leads to the formation of arterial stenosis and occlusion. The leading method for correcting the patency of the great vessels today is endovascular balloon angioplasty. The study examined the feasibility of selective angiosomal revascularization of the lower extremities. The advantages of angiosomally-oriented endovascular revascularization are a reduction in the duration of the intervention, a decrease in the volume of the injected contrast drug, and targeted restoration of blood flow in the arteries that feed the affected segment of the limb. The study included 49 patients with a neuroischemic form of DFS with hemodynamically significant stenosis and occlusion of the lower extremities arteries. Patients were divided into 2 groups. Patients of both groups underwent complex conservative treatment and performed operations on the lower extremities (from surgical debridement to below the knee amputation). Patients of the first group underwent angiosomally oriented revascularization of the lower extremities. Patients from the second group underwent traditional endovascular revascularization.

Results. After angiosomally oriented revascularization, a complete restoration of the initial diameter of the vessel was achieved in 80.0 % of cases, the absence of residual stenosis — in 82.5 %, the absence of intimal dissection — in 95.0 % of cases. It was possible to achieve laminar blood flow in 90.0 % of cases. A reduction in the revascularization procedure by an average of 30 minutes and a decrease in the consumption of contrasting pharmaceuticals by an average of 100.0 ml are shown.

Conclusion. When evaluating the results of complex treatment of patients after angiosomally oriented revascularization, a decrease in the average hospital stay (11 and 13 days, respectively), a decrease in the average healing time of a wound defect by 1.25 times, a decrease in the average duration of ulcerative epithelization (9 and 13 days, respectively) and a decrease in the volume of surgical intervention and the number of high amputations during the year after angioplasty compared with patients who underwent endovascular revascularization according to the traditional method.

Key words: diabetic foot syndrome, diabetic angiopathy, revascularization, endovascular surgery, angiosome, angiosomally-oriented revascularization.

For citation: Petrova V. V., Smirnov G. A., Arzhelas M. N. The role of the angiosomally-oriented method of endovascular revascularization in the complex treatment of diabetic foot syndrome. Wounds and wound infections. The Prof. B. M. Kostyuchenok Journal. 2020; 7 (1): 36-45.

Введение

Сахарный диабет (СД) — одна из самых значимых проблем общественного здоровья в XXI веке. В настоящее время в мире почти 415 млн человек страдают СД [1]. Результаты последних многоцентровых исследований показали, что частота возникновения СД за последние 30 лет возросла как минимум вдвое [2]. По сравнению с людьми, не страдающими СД, у пациентов с этим заболеванием частота атеросклеротического поражения артерий нижних конечностей выше. Степень и тяжесть поражения артерий также более выражены у пациентов с СД, чем у пациентов без него.

Лечение диабетической ангиопатии нижних конечностей при синдроме диабетической стопы (СДС) с гнойно-некротическими осложнениями — сложная задача. Даже при использовании современных методов комплексного хирургического лечения у 25,0–30,0 % из них приходится выполнять высокие ампутации. Летальность в течение последующего года после высокой ампутации нижних конечностей достигает 50,0 % [3, 4, 5].

В отечественной и зарубежной литературе описаны различные механизмы атерогенеза, связанного с СД. Они в значительной степени задействуют сигнальные факторы, влияющие на эндотелиальные и гладкомышечные клетки, макрофаги [6–8]. Гипергликемия

сама по себе также повышает риск возникновения атеросклеротического поражения артерий, нарушая вазомоторную функцию [6–8], увеличивая интенсивность гликирования конечных продуктов [9], вызывает нежелательное воздействие циркулирующих в крови свободных жирных кислот [10], активирует системное воспаление [11] и усиливает активность тромбоцитов [12, 13]. Эти факторы способствуют развитию макро- и микроангиопатии. К тому же иные связанные с диабетом нарушения, такие как нейропатия, нефропатия и диабетическая кардиомиопатия, приводят к существенному ухудшению клинического прогноза [14, 15].

По мнению многих авторов, именно гипергликемия считается основным пусковым фактором в развитии атеросклероза и в его прогрессировании при СД. Поэтому критическая ишемия нижних конечностей наблюдается в 5 раз чаще у больных СД, чем у пациентов без него [16, 17, 18].

Атеросклеротическое сужение и окклюзия артерий вызывают резкое ослабление кровотока в магистральных сосудах, ухудшают микроциркуляцию, снижают объем доставки кислорода тканям, вызывают тканевую гипоксию и нарушение тканевого обмена. Последний ухудшается вследствие раскрытия артериоло-веноулярных анастомозов, что еще больше усугубляет ишемию кожи и мышц. Уменьшение напряжения

кислорода в тканях ведет к накоплению недоокисленных продуктов обмена и метаболическому ацидозу. В таких условиях возрастают адгезивные и агрегационные, а снижаются дезагрегационные свойства тромбоцитов, усиливается агрегация эритроцитов, возрастает вязкость крови, что с высокой степенью вероятности приводит к гиперкоагуляции и образованию тромбов. Тромбы блокируют микроциркуляторное русло, усугубляя степень ишемии пораженного органа. На этом фоне развивается диссеминированное внутрисосудистое свертывание, что в последующем приводит к развитию гангрены [17].

Атеросклеротическое изменение артерий при диабете имеет некоторые особенности. При СД оно развивается на 10–15 лет раньше, чем у лиц без диабета. При СД чаще поражаются сосуды дистальных отделов нижних конечностей — ниже щели коленного сустава, часто происходит поражение средней оболочки мелких артерий по типу склероза Менкенберга [17–19].

Реваскуляризация конечности — оптимальный метод купирования (уменьшения) ишемического синдрома, вызванного тяжелыми морфофункциональными изменениями артериального русла, и может быть проведена у всех больных СДС при наличии соответствующих показаний и отсутствии противопоказаний к вмешательству.

В последнее время отмечается заметный рост интереса к эндоваскулярным методам реваскуляризации при хронической ишемии нижних конечностей, который связан с их преимуществами по сравнению с открытыми оперативными вмешательствами, а именно:

- малая травматичность;
- использование местной анестезии;
- хорошая переносимость;
- достаточно высокая эффективность и возможность выполнять операции на артериях малого калибра, в том числе и на артериях голени и стопы.

Наличие более 50,0 % стеноза — основное показание для эндоваскулярной баллонной ангиопластики, а основным противопоказанием являются стенозы артерий протяженностью более 20 см или тотальная окклюзия сосуда на всем протяжении. Для определения тактики проведения рентгенэндоваскулярного вмешательства при лечении ишемической или нейроишемической формы СДС необходимо исходить из локализации язвенно-некротического поражения на стопе в соответствии с ангиосомальным принципом деления комплексов тканей на стопе, а также состояния артерии, питающей ангиосому, в которой локализуется рана или язва [19].

Цель исследования: улучшить результаты комплексного хирургического лечения ишемической и смешанной форм СДС путем внедрения в клиническую практику ангиосомального метода

эндоваскулярных реваскуляризаций артерий нижних конечностей.

Задачи исследования:

1. Изучить отдаленные результаты лечения пациентов с СДС в хирургическом отделении ФГБУ «СПМЦ» Минздрава России («Университетская клиника...») за последние 10 лет, которым была проведена эндоваскулярная реваскуляризация артерий нижних конечностей (в традиционном или ангиосомально-ориентированном варианте).
2. Сравнить результаты лечения пациентов обеих групп с СДС в хирургическом отделении ФГБУ «СПМЦ» Минздрава России («Университетская клиника...»).
3. Оптимизировать алгоритм комплексного хирургического лечения пациентов с гнойно-некротическими осложнениями СДС путем внедрения в широкую клиническую практику ангиосомально-ориентированных эндоваскулярных реваскуляризаций.

Материалы и методы исследования

Клиническая часть исследования выполнена на базе кафедры факультетской хирургии в хирургическом отделении ФГБУ «СПМЦ» Минздрава России («Университетская клиника...») за период с января по ноябрь 2016 г. на основании ретро- и проспективного анализа историй болезни пациентов и анализа данных ангиографий.

В исследовании участвовало 49 пациентов. Основная группа — 24 пациента, которым проводили стандартное консервативное и хирургическое лечение СДС, выполняли ангиосомально-ориентированную эндоваскулярную реваскуляризацию (АОЭР) артерий нижних конечностей.

Группа сравнения — 25 пациентов, которым проводили стандартное консервативное и хирургическое лечение СДС и выполняли традиционную эндоваскулярную реваскуляризацию (ТЭР) артерий нижних конечностей.

Методы обследования пациентов включали:

- 1) ультразвуковое дуплексное исследование (УЗДИ) сосудов нижних конечностей;
- 2) ангиографию по стандартной методике;
- 3) мониторинг динамики течения раневого процесса.

Для оценки скорости заживления раны по изменению ее площади в единицу времени мы использовали тест Л. Н. Поповой. Процент уменьшения раны за сутки определяют по формуле:

$$\Delta S = \frac{(S - S_n) \cdot 100}{S \cdot t},$$

где S — величина площади раны при первом измерении (см²); S_n — величина площади раны в день

последующего измерения (см²); t — число суток между измерениями.

Обе исследуемые группы больных были однородными по возрасту, полу и стажу заболевания СД. Распределение по группам не зависело от вариантов клинического течения заболевания и локализации стенозов/окклюзий, а было обусловлено отсутствием в течение определенного времени дилатационных баллонов, необходимых для проведения АОЭР.

Максимальное количество пациентов — в возрасте 61–80 лет, при этом количество мужчин преобладало над количеством женщин в интервале 61–70 лет, а в интервале 71–80 лет количество женщин преобладало над количеством мужчин, что, вероятно, связано с меньшей продолжительностью жизни мужчин. Средний стаж заболевания СД у пациентов в исследуемой группе составил 15,86 года, а в группе сравнения — 14,34 года. Таким образом, исходные данные для обеих групп практически равны, что позволяет достаточно точно сравнивать результаты проведенного лечения.

Обе группы больных были со схожими параметрами выделительной функции почек. Оценка проводилась по уровню креатинина плазмы. Уровень креатинина у пациентов исследуемой группы в среднем был равен $110,0 \pm 10,0$ мкмоль/л, а у пациентов из группы сравнения — $108,0 \pm 10,0$ мкмоль/л.

Тяжесть и степень развития гнойно-некротических процессов оценивали по наиболее часто употребляемой для этих целей в отечественной и зарубежной литературе классификации F. Wagner (1981).

Степень распространенности деструктивного процесса в обеих группах была практически одинакова: преобладали поражения II–IV стадии по классификации F. Wagner.

В исследуемых группах у всех пациентов с СДС имелись различные трофические изменения на стопе. На долю пациентов с существенными (Wagner II и выше) гнойно-некротическими поражениями стопы приходилось более 90,0 % наблюдений, что свидетельствует о неблагоприятном течении СДС при наличии ишемического компонента, а именно о прогрессировании макро- и микроангионейропатии и наличии гнойно-некротических изменений. Диабетическая макроангиопатия способна вызвать некроз кожи и подкожных тканей без какого-либо дополнительного механического повреждения, а только за счет резкого нарушения поступления в ткани кислорода и питательных веществ. Значительное снижение кровотока блокирует репаративную способность тканей и приводит к расширению зоны некроза.

Пациентам обеих групп проводили оперативное лечение по показаниям в зависимости от распространенности и характера гнойно-некротического процесса на стопе: вскрытие флегмон, хирургическая обработка гнойно-некротического очага, атипичные ампутации на уровне стопы.

Пациенты обеих групп получали комплексную нейропротективную (препараты альфа-липоевой кислоты, витамины группы В) и ангиотропную (препараты простагландина E1, пентоксифиллин) терапию, коррекцию гликемии (диета, таблетированные

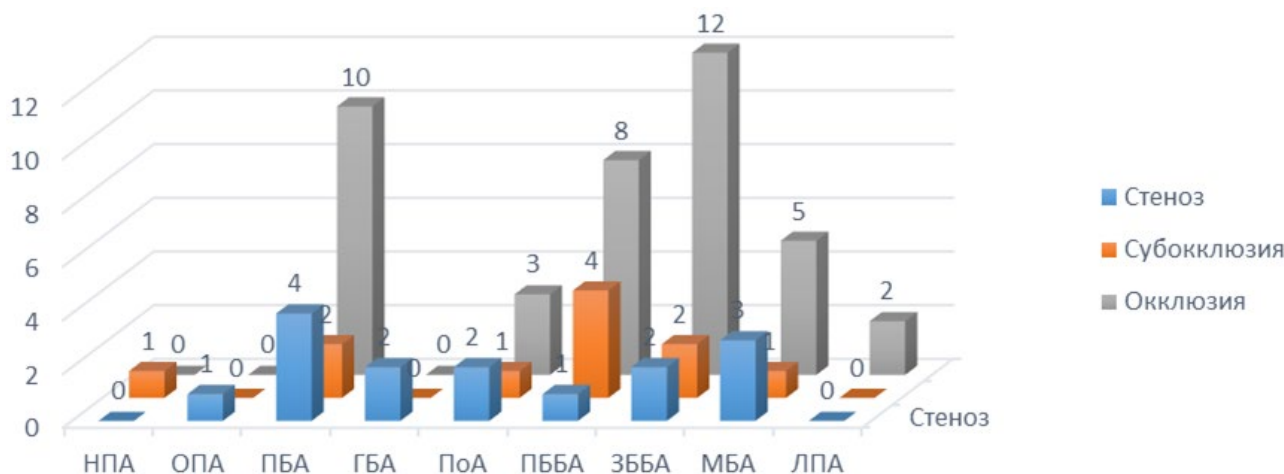


Рис. 1. Распределение по уровню поражений артерий нижних конечностей у пациентов группы исследования
 Fig. 1. Distribution by the level of lower limb arteries lesions in patients of the study group

НПА — наружная подвздошная артерия / external iliac artery; ОПА — общая подвздошная артерия / common iliac artery; ПБА — поверхностная бедренная артерия / superficial femoral artery; ГБА — глубокая артерия бедра / deep femoral artery; ПоА — подколенная артерия / popliteal artery; ПБАА — передняя большеберцовая артерия / anterior tibial artery; ЗБАА — задняя большеберцовая артерия / posterior tibial artery; МБА — малоберцовая артерия / peroneal artery; ЛПА — латеральная подошвенная артерия / lateral plantar artery

сахароснижающие препараты, препараты инсулина). Антибактериальная терапия проводилась с использованием широкого спектра антибактериальных препаратов с учетом данных бактериологического исследования раневого отделяемого.

Для оценки состояния регионарного кровообращения в нижних конечностях использовали данные клинического обследования, оценку местного статуса (наличие язв, некрозов и гнойных затеков и их локализации согласно ангиосомам), а также перечисленные выше инструментальные методы исследования.

В результате комплексного обследования пациентов группы исследования установлено: окклюзия в поверхностной бедренной артерии (ПБА) была у 2 человек, окклюзия подколенной артерии (ПоА) — у 1 больного. В остальных случаях наблюдалось сочетание стенозов и окклюзий (субокклюзий) различных артериальных стволов. Так, сочетание окклюзии передней большеберцовой (ПББА) и задней большеберцовой (ЗББА) с другими артериями конечности встречалось в 50,0 % случаев, из них сочетанное поражение ПББА, ЗББА и ПБА — у 10 пациентов, а сочетание ПБА, ПББА, ЗББА, малоберцовой артерии (МБА) — у 2 пациентов. Сочетание стеноза или окклюзии (субокклюзии) ПБА с другими артериями встречалось в 42,0 % случаев (рис. 1).

Согласно представленным данным, в группе исследования наибольшее количество поражений сосудов (стеноз, субокклюзия или окклюзия) приходилось на уровни ПБА, ЗББА и ПББА, МБА и на соответствующие им ангиосомы, следовательно, максимальное

количество эндоваскулярных вмешательств было направлено на реваскуляризацию данных сосудов.

В группе сравнения наибольшее количество поражений сосудов (стеноз, субокклюзия или окклюзия) приходилось так же, как и в группе исследования, на уровни ПБА, ЗББА, ПББА и МБА и на соответствующие им ангиосомы (рис. 2).

Таким образом, обе группы больных являлись сопоставимыми по характеру и уровню поражения артерий нижних конечностей.

Результаты исследования

Всем пациентам группы исследования выполняли следующие ангиосомально-ориентированные эндоваскулярные вмешательства: баллонная ангиопластика (БА) — 21 пациенту, БА со стентированием — 3 больным. Все вмешательства проводили на одном или нескольких пораженных участках артерий (от 1 до 3) (рис. 3).

Несмотря на то что по данным инструментально обследования (ультразвукового, ангиографического) у пациентов были поражены несколько артерий нижних конечностей, баллонной ангиопластике подвергалась преимущественно только одна артерия, так как реваскуляризация осуществлялась согласно ангиосомальному принципу: «открывалась» та артерия, которая питает пораженный участок на стопе, где имелись гнойно-некротический процесс или хроническая рана. В послеоперационном периоде отмечали отграничение очага воспаления (появление демаркационной линии) и более быстрое заживление раневых дефектов

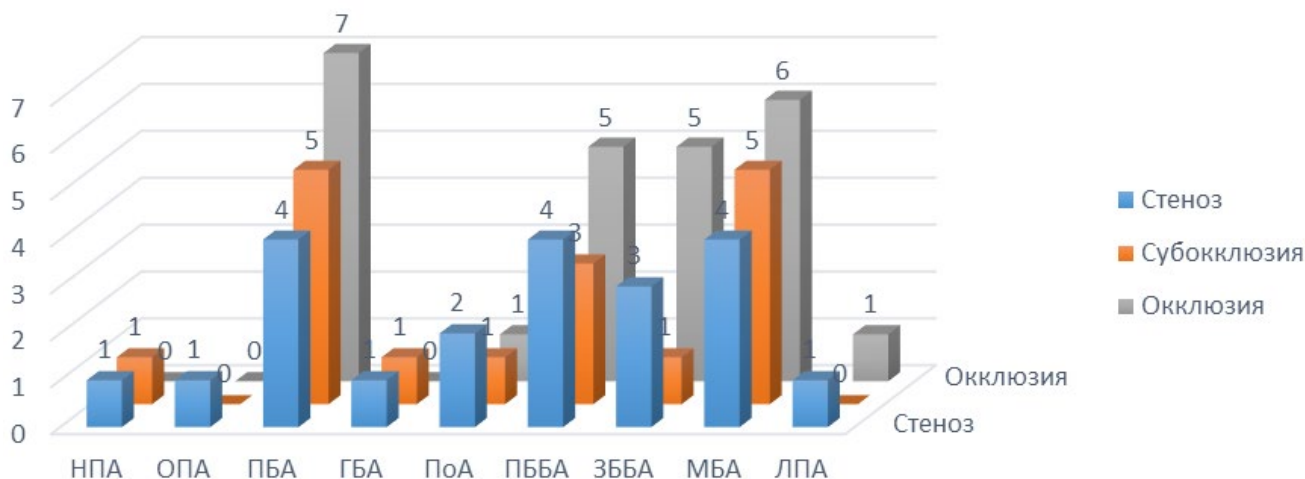


Рис. 2. Распределение по уровню поражений артерий нижних конечностей у пациентов группы сравнения
Fig. 2. Distribution by the level of lower limb arteries lesions in patients of the comparison group

НПА — наружная подвздошная артерия / external iliac artery; ОПА — общая подвздошная артерия / common iliac artery; ПБА — поверхностная бедренная артерия / superficial femoral artery; ГБА — глубокая артерия бедра / deep femoral artery; ПоА — подколенная артерия / popliteal artery; ПББА — передняя большеберцовая артерия / anterior tibial artery; ЗББА — задняя большеберцовая артерия / posterior tibial artery; МБА — малоберцовая артерия / peroneal artery; ЛПА — латеральная подошвенная артерия / lateral plantar artery

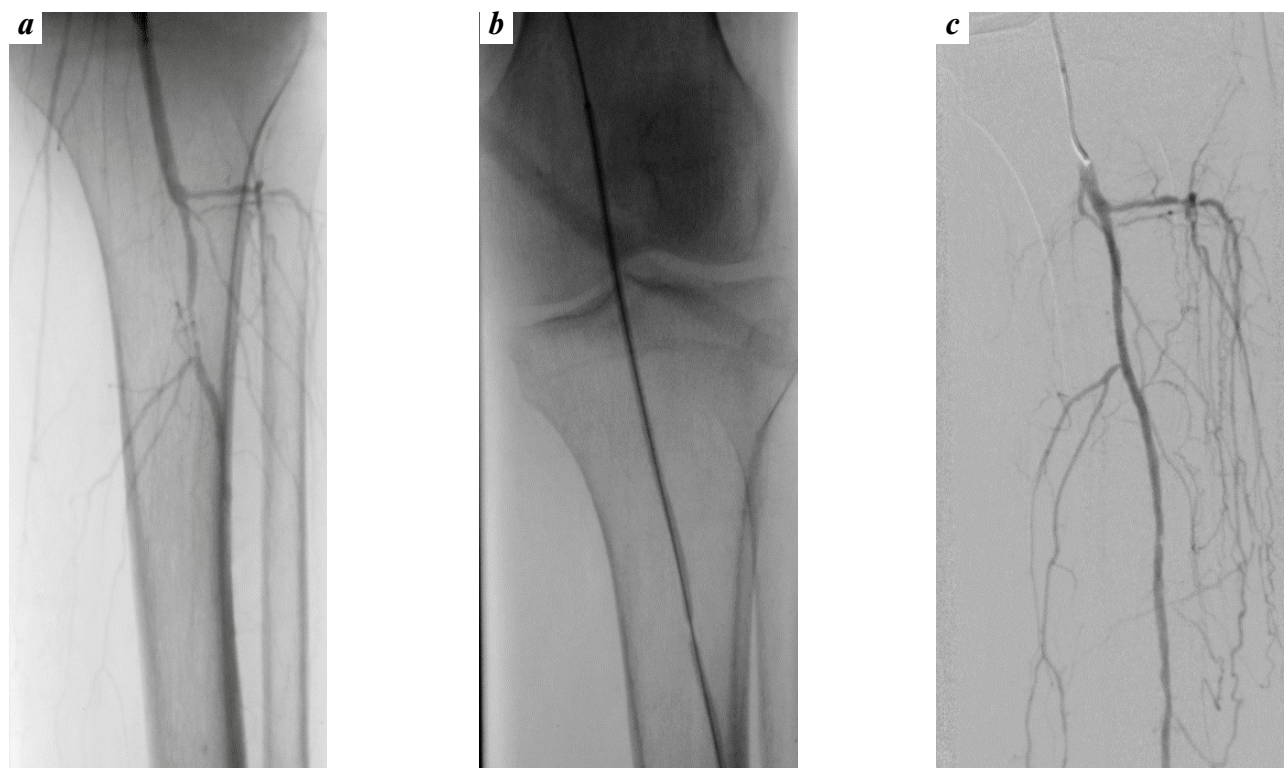


Рис. 3. Субокклюзия задней большеберцовой артерии (а). Баллонная ангиопластика (б). Восстановление магистрального кровотока (с)
Fig. 3. Subocclusion of the posterior tibial artery (a). Balloon angioplasty (b). Mainstream blood flow restoration (c)

(язва, послеоперационная рана) в течение 2–2,5 недель в сравнении с комплексным хирургическим лечением без применения ангиосомально-ориентированной ангиопластики, когда заживление дефекта происходило в течение более длительного времени: свыше 4–6 недель.

Вазодилатация только одной артерии имеет еще ряд преимуществ: требуется меньше времени для проведения эндоваскулярного вмешательства, следовательно, меньше доза рентгеновского облучения и в меньшем количестве происходит введение рентгеноконтрастного фармпрепарата, что важно, так как практически у всех пациентов с СД имеется нарушение

выделительной функции почек (диабетическая нефропатия). Для селективной визуализации артерии (согласно ангиосомальному принципу) требуется около 5–7 мл контрастного вещества по сравнению с неселективной, где требуется около 10–12 мл, и при этом также уменьшается доза рентгеновского излучения и сокращается время процедуры в среднем на 30 мин (табл. 1).

В табл. 2 представлены результаты ангиосомально-ориентированной баллонной ангиопластики, которые оценивались по следующим параметрам:

- полное или частичное восстановление диаметра сосуда;

Таблица 1. Некоторые сравнительные характеристики ангиосомально-ориентированной и традиционной эндоваскулярных ангиопластик

Table 1. Some comparative characteristics of an angiosomally-oriented and traditional endovascular angioplasty

Параметр Parametr	Ангиосомально-ориентированная ангиопластика Angiosomally-oriented angioplasty	Традиционная ангиопластика Traditional angioplasty
Среднее время проведения эндоваскулярного вмешательства, мин Average time for endovascular intervention, min	120,0 ± 8,0	150,0 ± 10,0
Средний объем вводимого контрастного препарата за процедуру, мл Average volume of injected contrast drug per procedure, ml	250,0 ± 15,0	350,0 ± 20,0

Таблица 2. Итоговые результаты непосредственной эффективности ангиосомальных ангиопластик в группе исследования
Table 2. The final results of the immediate effectiveness of angiosomal angioplastics in the study group

Артерия Artery	Восстановление диаметра сосуда Vessel diameter recovery		Остаточный стеноз Residual stenosis		Отслоение интимы Detachment of intima		Турбулентность кровотока Blood flow turbulence	
	Полное Complete	Частичное Partial	Да Yes	Нет No	Да Yes	Нет No	Да Yes	Нет No
ПББА	6	2	2	6	1	7	2	6
ЗББА	5	2	1	6	0	7	2	5
МБА	4	0	0	4	0	4	0	4
ЛПА	2	0	0	2	0	2	0	2
Всего Total	17	4	3	18	1	20	4	17

- наличие или отсутствие остаточных стенозов;
- наличие или отсутствие диссекции интимы артерии;
- наличие или отсутствие турбулентности кровотока.

Клинически оценка эффективности проведенной ангиопластики проходила на основании появления реактивной гиперемии и пульсации артерий на голени и стопе в течение первых суток после реваскуляризации.

Полное восстановление исходного диаметра сосуда было достигнуто в 80,0 % случаев, отсутствие остаточного стеноза наблюдали в 82,5 %, а отсутствие диссекции интимы — в 95,0 %. Был достигнут ламинарный кровоток в 90,0 % случаев. Необходимо отметить, что наиболее сложной задачей баллонной ангиопластики явилось восстановление исходного диаметра сосуда и избавление от остаточного стеноза. В 87,0 % случаев удалось восстановить магистральный кровоток — при контрольной ангиографии был достигнут хороший ангиографический результат. У 3 пациентов пришлось прибегнуть к установке стента в ПБА из-за наличия диссекции стенки артерии и нестабильности бляшки в месте стеноза.

Для оценки результатов оперативного лечения использовали следующие показатели:

- восстановление кровотока в пораженных артериях нижних конечностях;
- продолжительность стационарного лечения;
- скорость эпителизации послеоперационных ран;

- скорость очищения язвенных дефектов;
- количество и виды выполненных оперативных вмешательств.

Эффективность реваскуляризации при использовании ангиосомального принципа при оценке, ориентированной на ишемические знаки, то есть на динамику течения гнойно-некротического процесса или хронической раны, составила 93,0 %. Если язвенно-некротический дефект локализовался в области медиальной лодыжки или пяточной области, то реваскуляризировали ЗББА, если на первом пальце стопы — ПББА.

Данные планиметрических исследований свидетельствуют о том, что клинически эффективное сокращение площади раневых дефектов после проведенного оперативного вмешательства наступало уже на 3-и сутки и составляло $93,5 \pm 2,4$ % в группе исследования и до $96,5 \pm 2,1$ % в группе сравнения от исходной площади раневого дефекта. Разница в динамике эпителизации наблюдалась вплоть до полного заживления ран на $18,4 \pm 1,3$ суток у пациентов группы исследования и на $23,5 \pm 1,4$ суток — у больных группы исследования.

Таким образом, у пациентов основной группы площадь раневой поверхности уменьшалась за сутки на 5–8 % быстрее, а полное заживление происходило на $5,1 \pm 0,1$ суток раньше, чем у больных группы сравнения (табл. 3).

При оценке результатов лечения через 12 мес выявлено, что 6 (25,0 %) пациентам из группы исследования потребовалась повторная госпитализация в связи

Таблица 3. Динамика изменения площади поверхности ран
 Table 3. Dynamics of changes in the surface wounds area

Группы Groups	Сроки исследования, сут Terms of research, days				
	Сразу после проведенного оперативного вмешательства Immediately after surgery	3	7	13	18
	Площадь раны, % The area of the wound, %				
Исследуемая Investigated	100,0	93,5 ± 2,4	67,4 ± 3,1	40,2 ± 2,6	10,2 ± 1,9
Сравнения Comparison	100,0	96,5 ± 2,1	72,5 ± 2,7	48,7 ± 3,1	18,7 ± 3,4

Таблица 4. Результаты лечения пациентов
 Table 4. Treatment results

Параметр Parametr	Исследуемая группа Investigation group (n = 24)	Группа сравнения Comparison group (n = 25)	Сравнение средних Average comparison
Средний койко-день, сут Average hospital stay, days	11,3	13,4	p < 0,05
Количество повторно госпитализированных, абс. (%) Number of re-hospitalized, abs. (%)	6 (25,0 %)	10 (40,0 %)	p < 0,05
Сроки заживления послеоперационного раневого дефекта, сут Duration of postoperative wound defect healing, days	17,5	21,7	p < 0,05
Сроки очищения язвенного дефекта, сут Duration of ulcer cleansing, days	8,9 ± 1,2	12,5 ± 1,5	p < 0,05
Появление грануляций, сут Appearance of granulation tissues, days	9,4 ± 0,7	12,7 ± 0,9	p < 0,05
Количество атипичных ампутаций на уровне стопы, абс. (%) Number of atypical amputations at the foot level, abs. (%)	1 (4,0 %)	3 (12,0 %)	p < 0,05
Количество высоких ампутаций, абс. (%) Number of high amputations, abs. (%)	0 (0,0 %)	1 (4,0 %)	p < 0,05

с рецидивом заболевания. Все были оперированы. У 5 выполнена хирургическая обработка с одномоментной аутодермопластикой, у одного — атипичная ампутация на уровне стопы. В группе сравнения через 12 мес 10 (40,0 %) пациентам потребовалась повторная госпитализация в связи с рецидивом заболевания. Рецидивы развивались в среднем через 6 мес. Наиболее частой причиной (у 5 пациентов) рецидива было ношение обычной, а не ортопедической обуви и/или длительные и чрезмерные нагрузки на стопу. Повторная госпитализация 2 пациентов проводилась для обследования и проведения курса сосудистой и нейротропной терапии, остальным 3 больным — для

выполнения реконструктивной операции (свободной или несвободной аутодермопластики). Также были выполнены ампутации на уровне стопы у 3 пациентов. В одном случае была выполнена высокая ампутация на уровне бедра из-за тотального деструктивного процесса на стопе, усугубленного переломом пяточной кости, генерализацией инфекции с развитием сепсиса. Обобщенные показатели, отражающие эффективность и результаты лечения больных, представлены в табл. 4.

При оценке отдаленных результатов лечения (спустя год после операции) установлено, что у пациентов, которым была выполнена ангиосомально-ориентированная реваскуляризация, рецидивы отмечались в

25,0 % случаев, в отличие от группы пациентов, которым была выполнена традиционная баллонная ангиопластика, где рецидив возникал в 40,0 % случаев. При анализе ближайших и отдаленных результатов лечения было выявлено, что ангиосомальные реваскуляризации эффективнее традиционных в 1,25 раза с точки зрения сроков заживления (эпителизации) раневых дефектов и времени пребывания пациента в стационаре. Наконец, проведенная в качестве первого этапа хирургического лечения больных СД с гнойно-некротическими осложнениями АОЭР приводит к быстрому и четкому появлению демаркационной линии, дает возможность выполнить органосохраняющие операции на нижних конечностях, позволяет сохранить естественную опороспособность конечности.

Заключение

В целом можно утверждать, что ангиосомально-ориентированная баллонная ангиопластика может стать методом выбора реваскуляризации артерий нижних конечностей при синдроме диабетической стопы. Ее преимущества заключаются в меньшем времени, требуемом для проведения эндоваскулярного вмешательства, в снижении дозы рентгеновского облучения и уменьшении количества вводимого рентгеноконтрастного фармпрепарата, что снижает риск развития осложнений, ускоряет заживление дефектов на стопах и сокращает продолжительность лечения.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. IDF Diabetes Atlas. 7th ed. International Diabetes Federation; 2015.
2. Fox C. S., Pencina M. J., Meigs J. B., et al. Trends in the incidence of type 2 diabetes mellitus from the 1970s to the 1990s: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2006; 113 (25): 2914–8.
3. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом / под ред. И. И. Дедова, М. В. Шестаковой. М., 2013. 120 с. [*Algorithms of specialized medical care for patients with diabetes mellitus / ed. I. I. Dedova, M. V. Shestakova = Algoritmy spetsializirovannoy meditsinskoy pomoshchi bol'nym sakharnym diabetom / pod red. I. I. Dedova, M. V. Shestakovoy. M., 2013. 120 s. (In Russ.)*]
4. Галстян Г. Р., Токмакова А. Ю., Егорова Д. Н. и др. Клинические рекомендации по диагностике и лечению синдрома диабетической стопы. Раны и раневые инфекции. Журнал им. проф. Б. М. Костюченка 2015; 2 (3): 63–83. [*Galstyan G. R., Tokmakova A. Yu., Egorova D. N., et al. Clinical guidelines for the diagnosis and treatment of diabetic foot syndrome. Wounds and wound infections = Galstyan G. R., Tokmakova A. Yu., Egorova D. N. i dr. Klinicheskiye rekomendatsii po diagnostike i lecheniyu sindroma diabeticheskoy stopy. Rany i ranevyie infektsii. Zhurnal im. prof. B. M. Kostyuchenka 2015; 2 (3): 63–83. (In Russ.)*]
5. Дедов И. И. Результаты реализации подпрограммы «сахарный диабет» федеральной целевой программы «Предупреждение и борьба с социально значимыми заболеваниями 2007–2012 годы» / под ред. И. И. Дедова, М. В. Шестаковой. М., 2012. 144 с. [*Dedov I. I. Results of the implementation of the subprogram “diabetes” of the federal target program “Prevention and control of socially significant diseases 2007–2012” = Dedov I. I. Rezul'taty realizatsii podprogrammy “sakharnyy diabet” federal'noy tselevoy programmy “Preduprezhdeniye i bor'ba s sotsial'no znachimymi zabolevaniyami 2007–2012 gody” / pod red. I. I. Dedova, M. V. Shestakovoy. M., 2012. 144 s. (In Russ.)*]
6. Piga R., Naito Y., Kokura S., et al. Shortterm high glucose exposure induces monocyte-endothelial cells adhesion and transmigration by increasing VCAM-1 and MCP-1 expression in human aortic endothelial cells. *Atherosclerosis*. 2007; 193 (2): 328–334.
7. Otsuka A., Azuma K., Iesaki T., Watada H. Temporary hyper-glycaemia provokes monocyte adhesion to endothelial cells in rat thoracic aorta. *Diabetologia*. 2006; 48 (12): 2667–2674.
8. Quagliaro L., Piconi L., Assaloni R., et al. Intermittent high glucose enhances ICAM-1, VCAM-1 and E-selectin expression in human umbilical vein endothelial cells in culture: the distinct role of protein kinase C and mitochondrial superoxide production. *Atherosclerosis*. 2005; 183 (2): 259–267.
9. Kilhovd B. K., Berg T. J., Birkeland K. I., et al. Serum levels of advanced glycation end products are increased in patients with type 2 diabetes and coronary heart disease. *Diabetes Care*. 1999; 22 (9): 1543–8134.
10. Guzzardi M. A., Hodson L., Guiducci L., et al. Independent effects of circulating glucose, insulin and NEFA on cardiac triacylglycerol accumulation and myocardial insulin resistance in a swine model. *Diabetologia*. 2014; 57 (9): 1937–1946.
11. Shoelson S. E., Lee J., Yuan M. Inflammation and the IKK β /I κ B/NF- κ B axis in obesity- and diet-induced insulin resistance. *Int J Obes*. 2003; 27 (Suppl. 3): S49–S52.
12. Shah B., Sha D., Xie D., et al. The relationship between diabetes, metabolic syndrome, and platelet activity as measured by mean platelet volume: the National Health and Nutrition Examination Survey 1999–2004. *Diabetes Care*. 2012; 35 (5): 1074–1078.
13. Vinik A. I., Erbas T., Park T. S., et al. Platelet dysfunction in type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2001; 24 (8): 1476–1485.
14. Su X., Han X., Mancuso D. J., et al. Accumulation of long-chain acylcarnitine and 3-hydroxy acyl-carnitine molecular species in diabetic myocardium: identification of alterations in mitochondrial fatty acid processing in diabetic myocardium by shotgun lipidomics. *Biochemistry*. 2005; 44 (13): 5234–5245.
15. Harris I. S., Treskov I., Rowley M. W., et al. G-protein signaling participates in the development of diabetic cardiomyopathy. *Diabetes*. 2004; 53 (12): 3082–3090.
16. Асмоловская М. Б., Доросевич А. Е. Пато- и морфогенетические

особенности диабетических ангиопатий. Здоровоохранение Беларуси. 1992; 7: 53–59. [*Asmolovskaya M. B., Dorosevich A. E. Patho- and morphogenetic features of diabetic angiopathies = Asmolovskaya M. B., Dorosevich A. E. Pato- i morfogeneticheskiye osobennosti diabetichekikh angiopatii. Zdra-vookhraneniye Belarusi. 1992; 7: 53–59. (In Russ.)*]

17. Балаболкин М. И., Клебанова Е. М., Креминская В. М. Патогенез ангиопатий при сахарном диабете. Сахарный диабет. 1999; 1: 2–8. [*Balabolkin M. I., Klebanova E. M., Kreminskaya V. M. Pathogenesis of angiopathies in diabetes mellitus = Balabolkin M. I., Kle-*

banova E. M., Kreminskaya V. M. Pato-genez angiopatii pri sakharnom diabete. Sakharnyy diabet. 1999; 1: 2–8. (In Russ.)]

18. Диагностика и лечение больных с заболеваниями периферических артерий: рекомендации Российского общества ангиологов и сосудистых хирургов. М., 2007. 112 с. [*Diagnostics and treatment of patients with peripheral arterial diseases: recommendations of the Russian Society of Angiologists and Vascular Surgeons = Diagnostika i lecheniye bol'nykh s zabolevaniyami perifericheskikh arteriy: rekomendatsii Rossiyskogo obshchestva angiologov i sosudistyykh khirurgov. M., 2007. 112 s. (In Russ.)*]

19. Национальные рекомендации по ведению пациентов с сосудистой артериальной патологией (Российский согласительный документ). Часть 1. Периферические артерии. М.: Изд-во НЦССХ им. А. Н. Бакулева, РАМН, 2010. 176 с. [*National guidelines for the management of patients with vascular arterial pathology (Russian conciliatory document). Part 1. Peripheral arteries = Natsional'nyye rekomendatsii po vedeniyu patsiyentov s sosudistoy arterial'noy patologiyey (Rossiyskiy soglasitel'nyy dokument). Chast' 1. Perifericheskkiye arterii. M.: Izd-vo NTSSSKH im. A. N. Bakuleva, RAMN, 2010. 176 s. (In Russ.)*]