

РОЛЬ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДУПЛЕКСНОГО СКАНИРОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ ИСХОДОВ ЭНДОВАСКУЛЯРНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ И КРИТИЧЕСКОЙ ИШЕМИЕЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ В РАННИЕ СРОКИ НАБЛЮДЕНИЯ

***О.Н. Бондаренко** – к.м.н., вед. науч. сотрудник отд. диабетической стопы
Г.Р. Галстян – д.м.н., зав. отд. диабетической стопы
Н.Л. Аюбова – аспирант
Д.Н. Егорова – к.м.н., ст. науч. сотрудник отделения диабетической стопы
И.И. Дедов – д.м.н., профессор, академик РАН, директор Института

*ФГБУ Эндокринологический научный центр Минздрава России
 117036, Россия, г. Москва, ул. Дмитрия Ульянова, 11*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- сахарный диабет
- критическая ишемия нижних конечностей
- ультразвуковое дуплексное сканирование
- чрескожная транслюминальная баллонная ангиопластика
- ранние осложнения
- рестеноз

РЕЗЮМЕ:

Цель исследования: оценить морфологические особенности поражения артерий нижних конечностей и характер осложнений чрескожной транслюминальной баллонной ангиопластики (ЧТБА) на артериях нижних конечностей у пациентов с сахарным диабетом (СД) и критической ишемией нижних конечностей (КИНК) в ранние сроки наблюдения.

Материалы и методы: в исследование были включены 171 пациент с СД и КИНК, прошедшие лечение в отделении диабетической стопы ФГБУ ЭНЦ с сентября 2010 г. по июнь 2013 г.: 76(46%) мужчин и 88(54%) женщин в возрасте 64,1(54–68) лет. СД 1 типа – у 14(13%) и СД 2 типа – у 91(87%) больных. Длительность СД – 16,5[0,8–43] лет. Уровень HbA1c – 8,3[7,4–9,6]%. У 40(24%) пациентов – снижение скорости клубочковой фильтрации (СКФ) < 60 мл/мин/1,73м². 16(10%) пациентов на заместительной терапии программным гемодиализом. Инфаркт миокарда в анамнезе – у 53(31%), острое нарушение мозгового кровообращения – у 19(11,3%) пациентов. Диагноз КИНК устанавливался согласно критериям TASC II. Степень окклюзирующих поражений периферических артерий диагностирована с помощью ультразвукового дуплексного сканирования (УЗДС) до ЧТБА и в ранние сроки наблюдения (до 30 дней). Тяжесть КИНК оценивали согласно классификации Грაციани. ЧТБА считалась технически успешной при восстановлении непрерывного антеградного кровотока до стопы хотя бы одной артерии голени без остаточных стенозов >50%.

Результаты: у всех пациентов выявлены гемодинамически значимые стенозы и окклюзии артерий голени. Поражение периферических артерий 4–6 класса по классификации Грაციани отмечено в 180(93%) случаях. Выраженный кальциноз артерий голени по данным УЗДС – в 123(64%) случаях, у пациентов с остаточными стенозами >50% – в 113(89%). Среднее значение показателей транскутанной оксиметрии до проведения ЧТБА 14,7 (8–25) мм. рт. ст., после ЧТБА 35,2 (31–38) мм рт. ст. В послеоперационном периоде (до 30 дней) было выявлено 158(46%) случаев гемодинамически значимых осложнений: остаточный стеноз – 125(79,1%), тромбоз зоны ангиопластики – 9(5,7%), диссекция интимы – 18(11,4%), неполное раскрытие стента – 3(1,9%), неполный захват стентом зоны стеноза – 2(1,3%) и дислокация стента – 1(0,6%). Повторная ЧТБА в ранние сроки наблюдения у 15 пациентов с клинически значимыми осложнениями (6%).

Заключение: течение КИНК у больных СД отличается наличием тяжелых морфологических поражений артерий нижних конечностей, кальцинозом артерий голени. УЗДС играет важную роль в оценке артериальной проходимости и осложнений ЧТБА в ранние сроки наблюдения. Большая распространенность гемодинамически значимых остаточных стенозов у пациентов с СД и КИНК на уровне артерий голени ассоциирована с хроническими осложнениями СД, включая почечную недостаточность. Своевременное повторное эндоваскулярное вмешательство у пациентов с СД и клинически значимыми осложнениями ЧТБА способствует оптимальной артериальной проходимости и разрешению КИНК в этих случаях.

*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Бондаренко Ольга Николаевна (Bondarenko O.N.), e-mail: olgafoot@mail.ru

ROLE OF DUPLEX ULTRASOUND IN THE ASSESSMENT OF EARLY FOLLOW-UP PERIOD OUTCOMES, AFTER ENDOVASCULAR PROCEDURES IN PATIENTS WITH CRITICAL LIMB ISCHEMIA AND DIABETES MELITUS

*Bondarenko O.N. – MD, PhD
Galstyan G.R. – MD, PhD, professor
Ayubova N.L. – MD, postgraduate
Egorova D.N. – MD, PhD
Dedov I.I. – MD, PhD, professor, academician of RAS

*Endocrinology Research Center, Diabetic Foot clinic, Moscow, Russian Federation
11, Dmitriy Ulyanov str., Moscow, Russian Federation, 117036*

KEY-WORDS:

- diabetes mellitus
- critical lower limb ischemia
- duplex ultrasound
- percutaneous transluminal balloon angioplasty
- early complications
- restenosis

ABSTRACT:

Aim: was to evaluate morphological features of lesions in lower limb arteries before percutaneous transluminal angioplasty (PTA) and its arterial complications in patients with critical lower limb ischemia (CLI) combined with diabetes mellitus(DM).

Materials and methods: for the period from September 2010 to June 2013, a prospective single-center study was conducted involving 171 patients with CLI and DM (80(47%) men, mean age 64,1[54–68] years, mean HbA1c 8,3[7,4–9,6]%, mean duration of diabetes 16,5[8–23] years, diabetes type 1/2–18/153) who underwent PTA in 193 lower limbs. Myocardial infarction and brain stroke in anamnesis had 53(31%) and 19(11%) patients, respectively. Chronic kidney disease (CKD) 3–4 stages had 40 patients(24%), end-stage renal disease – 16 cases (10%). Diagnosis of CLI was based on recommendation of TASC II. Patency of arteries of lower limbs was evaluated by duplex ultrasound (DU) before PTA and during early follow-up period (30 days). PTA in all patients was considered technically successful in restoring continuous arterial flow to the foot of at least one crural artery without residual stenosis >50%.

Results: stenosis>50% and occlusions of tibial arteries were found in all patients. Peripheral arterial disease 4–6 classes according Graziani L. classification was marked in 180(93%) cases. Extensive tibial arterial calcification was found in 123(64%) cases, in patients with residual stenosis (> 50% remaining diameter) – 113 (89%). The mean value of transcutaneous oxygen pressure (tcpO₂) before PTA was 14,7(8–25) mmHg, after PTA – 35,2 (31–38) mmHg. After PTA, residual stenosis (>50%) in treated arteries was in 125(79,1%) cases, thrombosis in treated arteries – 9(5,7%), intimal dissection – 18(11,4%), incomplete stent closure – 3(1,9%), incomplete capture stent area stenosis – 2(1,3%), dislocation of the stent – 1(0,6%). Repeat PTA in the early follow-up period was performed in 15 patients with clinically significant complications (6%).

Conclusion: CLI in diabetic patients is characterized by having severe morphological lesions of lower limb arteries, infrapopliteal arterial calcification. DU plays important role in evaluation of arterial patency and PTA complications in early follow-up period. The high level of residual stenosis of tibial arteries after PTA is associated with chronic complications of diabetes mellitus, including renal insufficiency. Timely reintervention in diabetic patients with clinical significant PTA complications promotes optimal arterial patency and permission of CLI in these cases.

Введение

В последнее время в связи с активным внедрением и совершенствованием эндоваскулярных технологий, чрескожная транслюминальная баллонная ангиопластика (ЧТБА) стала методом выбора при лечении окклюдированных поражений артерий нижних конечностей у пациентов с сахарным диабетом (СД) [1]. Однако диффузное атеросклеротическое поражение в сочетании с медиакальцинозом у лиц с нарушением углеводного обмена обуславливает тяжесть морфологической картины поражений артериального русла [2–5]. Структурные и функциональные изменения сосудистой стенки у пациентов с большой длительностью СД и сопутствующей патологией – диабетическая полинейропатия, хроническая почечная недоста-

точность (ХПН), критическая ишемия нижних конечностей (КИНК), значительно усложняют проведение эндоваскулярных вмешательств. Вопросы, связанные с эффективностью ЧТБА у этой категории пациентов остаются открытыми. До сих пор недостаточно определена роль ультразвукового дуплексного сканирования (УЗДС) в оценке непосредственных и отдаленных исходов эндоваскулярных вмешательств на артериях нижних конечностей у пациентов с СД. Анализ результатов ультразвуковой визуализации пролеченных сегментов и распространенности осложнений ЧТБА и стентирования может иметь важное значение для оценки прогноза артериальной проходимости в отдаленном периоде наблюдения, способствовать свое-

временной повторной реваскуляризации и сохранению конечности у больных СД и КИНК.

Цель исследования: оценить морфологические особенности поражения артерий нижних конечностей и характер осложнений ЧТБА на артериях нижних конечностей у пациентов СД и КИНК в ранние сроки наблюдения.

Материалы и методы

В настоящее исследование были включены 171 больной с СД и КИНК, проходившие лечение в отделении диабетической стопы ФГБУ ЭНЦ с сентября 2010 г. по июнь 2013 г. (табл. 1). Сахарный диабет 1 типа – у 18(10,5%) больных. Сахарный диабет 2 типа – у 153(89,5%) пациентов. Соотношение мужчин и женщин было сопоставимо. Средний возраст больных СД 1 типа составил 43,7 (37–48) года, больных СД 2 типа 66,4(57–76) лет.

Длительность заболевания у больных СД 1 типа составила 28,7[21–37] лет, у больных СД 2 типа 14,2(7–18) лет. Средний уровень гликированного гемоглобина у больных СД 1 типа – 8,4%, у больных СД2 типа – 8,2%. Подавляющее большинство пациентов с СД2 типа получало инсулинотерапию (87%). Длительный стаж курения отмечен у 36,7% больных СД 1 типа и у 32,6% больных СД2 типа. У большинства пациентов с СД 1 и 2 типа диагностирована артериальная гипертония – 71,2 и 91,3% и дислипидемия 59 и 62%, соответственно. Из сопутствующих сердечно-сосудистых событий у 53(31,2%) пациентов в анамнезе был инфаркт миокарда (ИМ), у 19(11,3%) – острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК). Наибольшая распространенность сердечно-сосудистых осложнений отмечена среди пациентов с СД 2 типа на инсулинотерапии (рис. 1).

У большинства пациентов диагностированы тяжелые микрососудистые осложнения СД. Хроническая

Таблица 1. Клинико-демографическая характеристика пациентов

N=171				
	СД1	СД2	Всего	p
Пациенты, n(%)	18(10,5)	153(89,5)	171(100)	p<0,05*
Мужчины/женщины, n(%)	9/9(50/50)	71/82(46/54)	80/91(47/53)	p>0,05
Средний возраст, годы	43,7(37–48)	66,4(57–76)	64,1(54–68)	p<0,05*
Длительность СД, годы	28,7(21–37)	14,2(7–18)	16,5(8–23)	p<0,05*
НbA1c, %	8,4(7,6–9,8)	8,2(7,3–9,4)	8,3(7,4–9,6)	p>0,05
Сахароснижающая терапия: инсулин/ПССП, n(%)	18/0(100/0)	20/133(13/87)	38/133(22/78)	–
Курение в анамнезе, n(%)	7(36,7)	50(32,6)	57(33)	p>0,05
Артериальная гипертония, n(%)	13(71,2)	140(91,3)	153(89,5)	p>0,05
Дислипидемия, n(%)	11(59)	95(62)	106(62)	p>0,05

Примечание: * – сравнение пациентов с СД1 и СД2



Рис. 1. Сердечно-сосудистые события в анамнезе у больных СД 1 и 2 типа на инсулинотерапии и терапии пероральными сахароснижающими препаратами (ПССП).

а – острое нарушение мозгового кровообращения;
б – инфаркт миокарда.

болезнь почек (ХБП) 3–4 стадии (скорость клубочковой фильтрации (СКФ) <60 мл/мин/1,73м²) выявлена у 40(24%) пациентов (рис. 2). Заместительную терапию программным гемодиализом получали 16(10%) больных. Трансплантация донорской почки ранее была выполнена у 4(2,3%) пациентов.

Более половины всех пациентов – 129(67%) имели тяжелую форму диабетической полинейропатии.

Для оценки состояния периферического кровотока и тяжести ишемии нижних конечностей у пациентов с клиническими симптомами и признаками КИНК выполняли инструментальное обследование: измерение лодыжечно-плечевого индекса (ЛПИ), УЗДС артерий нижних конечностей и транскутанную оксиметрию.

Значения ЛПИ < 0,6, соответствующие выраженной ишемии конечности встречались только у 39% больных (рис. 3). У остальных пациентов с КИНК имелись нормальные и повышенные значения, что обусловлено высокой распространенностью кальциноза и ригидности артерий голени и стопы у обследованных лиц. У 9% больных измерение ЛПИ было невозможно из-за ригидности сосудистой стенки или окклюзии артерий голени и стопы в дистальных отделах.

УЗДС артерий нижних конечностей проводили на ультразвуковой системе Voluson 730® Expert (GE Medical Systems Kretztechnik GmbH&Co OHG, Austria) с применением линейного датчика с частотой излучения 5–7,5 МГц и конвексного датчика с частотой излучения 3,5 МГц. Для оценки проходимости артерий применялись режимы сканирования: В-режим – режим двумерной серошкальной эхографии, цветное доплеровское картирование (ЦДК), и режим энергии отражения доплеровского сигнала (ЭОДС), а также PW-режим – импульсный доплеровский режим (спектральный доплеровский режим). Исследовалось состояние сосудистой стенки, локализация, протяженность, степень и характер стеноза. Оценивали эхоструктуру внутрипросветных образований, дефект или зону обрыва цветовой картограммы потока при стенозе или окклюзии, наличие и степень выраженности локального гемодинамического сдвига, состояние дистальной гемодинамики. Подсчет процента сужения осуществляли относительно диаметра просвета сосуда. Учитывался максимальный диаметр сосуда (неизмененный участок артерии) и минимальный (остаточный просвет в зоне стеноза). Процент

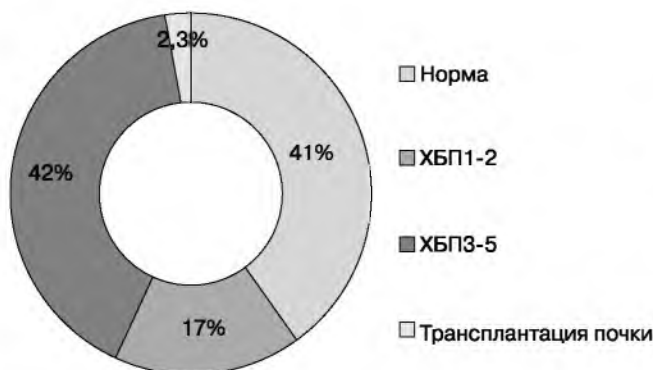


Рис. 2. Хроническая болезнь почек у больных СД и КИНК.

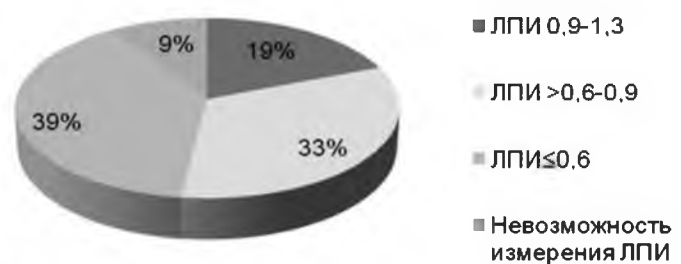


Рис. 3. Значения лодыжечно-плечевого индекса у пациентов с СД и КИНК.

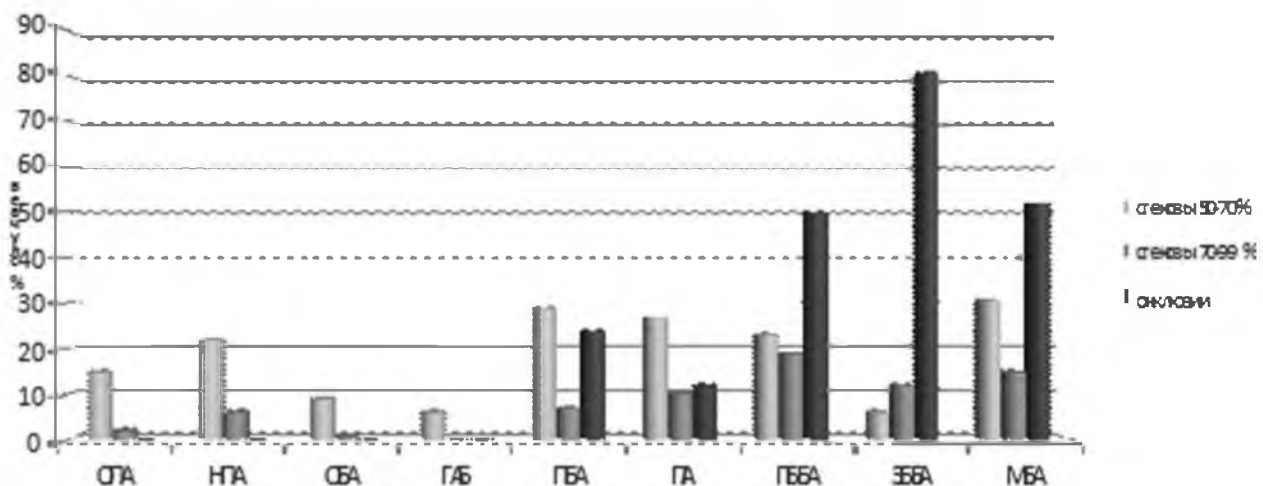


Рис. 4. Гемодинамически значимые стенозы и окклюзии артерий нижних конечностей у пациентов с СД и КИНК.

сужения диаметра артерии соотносился с величиной локального гемодинамического сдвига в режиме доплеровского спектра кровотока [6]. При выявлении гемодинамически незначимого стеноза (<50%) регистрировалось повышение пиковой систолической скорости (ПСС) кровотока менее чем в 2 раза. Прирост ПСС в 2–3 раза указывал на стеноз 50–70%. Увеличение ПСС более чем в 3 раза соответствовал стенозу порядка 70–99%. При окклюзии кровотока в исследуемом сосуде не определялся в режиме ЦДК и ЭОДС, не регистрировался в режиме доплерографии. Для более точной и объективной оценки стенозов и других внутрисосудистых образований использовался комплексный анализ данных В-режима, цветового и спектрального доплеровских режимов. При УЗДС для оптимизации локации дистальных отделов бедренных, подколенных артерий, тibiоперонеальных стволов, артерий голени применялся необходимый арсенал регулировок ультразвукового аппарата.

При УЗДС до проведения эндоваскулярного вмешательства всех пациентов с СД и КИНК выявлены гемодинамически значимые стенозы и окклюзии артерий нижних конечностей (рис. 4).

Окклюзии артерий нижних конечностей имели большее распространение, чем стенозы и локализовались в основном на уровне артерий голени. Так, окклюзии передней большеберцовой артерии (ПББА), задней большеберцовой артерии (ЗББА) и малоберцовой артерии (МБА) встречались в 50, 81 и 52% случаев, соответственно.

В 123(64%) случаях имелись эхографические признаки кальциноза артерий голени (рис. 5 а,б).

Во всех случаях выявлены гемодинамически значимые стенозы и окклюзии артерий голени. В 49% (80 пациентов/91 нижняя конечность) случаев имелись многоуровневые окклюдизирующие поражения бедренно-подколенного и берцово-стопного сегментов при относительно интактных подвздошных артериях. Только у

8(3%) больных выявлены наряду с дистальными поражениями окклюзии подвздошных артерий.

Непосредственные результаты операции были оценены методом УЗДС на 1–2 день после вмешательства и при необходимости, через 2 недели с целью ранней коррекции возможных осложнений. Исследование заключалось в диагностике состояния сегментов артерий и стентов после ЧТБА, а также зоны доступа для выявления возможных местных осложнений. Удовлетворительное состояние сегментов артерий зависело от успешного выполнения эндоваскулярного вмешательства. При контрольном УЗДС после адекватной ЧТБА и стентировании диагностировалось восстановление геометрии (отсутствие извитости) и просвета артерии без гемодинамически значимых остаточных стенозов; точное позиционирование стента; полная сопоставимость диаметров стента и артерии в месте имплантации, а также проксимальнее и дистальнее; полное раскрытие стента и прилегание к стенкам артерии; магистральный кровоток без локальных повышенных скоростей в зоне эндоваскулярного вмешательства. Использовалось полипроекционное исследование для оценки остаточного стеноза при расположении атеросклеротической бляшки (АБ) по латеральной и задней стенке артерий, диагностики деформаций стентов.

Рентгенконтрастная ангиография и ЧТБА артерий нижних конечностей проводилась с использованием ангиографической системы SIEMENS AXIOM Artis Dfc. Для оценки степени стеноза были использованы диагностические критерии, как и при УЗДС: гемодинамически незначимые стенозы <50% диаметра сосуда, гемодинамически значимые стенозы – 50–70% и 70–99% соответственно и окклюзии. Предпочтение отдавалось трансфemorальному доступу. Операция выполнялась под местной анестезией с внутривенной седацией.

Транскутанная оксиметрия проводилась с применением

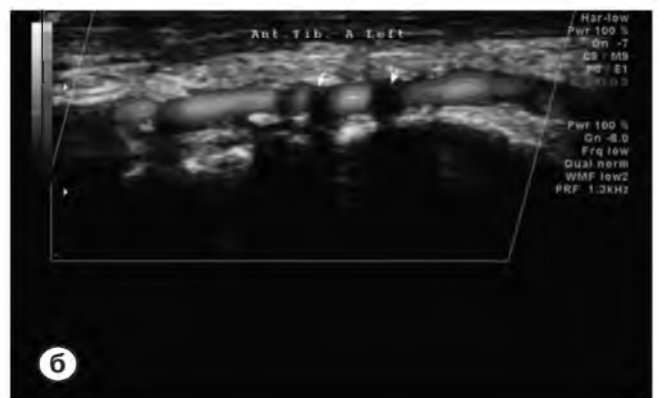


Рис. 5. Ультразвуковое изображение артерий голени
 а – визуализируются гиперэхогенные утолщенные стенки ПББА с потерей дифференцировки на слои у пациентки с СД и хронической почечной недостаточностью. В-режим.
 б – кальцинированные стенки передней ПББА дают акустические тени, перекрывающие просвет сосуда и подлежащие ткани. Режим ЭОДС.

ем транскутанного оксиметра RADIOMETER (Copenhagen). Измерение чрескожного напряжения кислорода ($T_{\text{ср}}\text{O}_2$) исследовалось на коже тыльной поверхности стопы с равномерным капиллярным ложем без крупных артерий и вен, язвенных дефектов или волосяного покрова. Больной во время измерения $T_{\text{ср}}\text{O}_2$ находился в положении лежа на спине в спокойном и расслабленном психоэмоциональном состоянии. Температура в помещении, где проводили исследование, составляла 21–23°C. Перед началом исследования выполнялась калибровка электрода атмосферным воздухом. Электрод устанавливали в фиксирующее кольцо на коже после предварительной обработки 95% раствором этилового спирта. Полость фиксирующего кольца предварительно заполнялась раствором электролита (2–3 капли). Затем датчик устанавливали в фиксирующее кольцо на кожу. Регистрацию показателей $T_{\text{ср}}\text{O}_2$ после установки датчика на кожу проводили при их стабилизации через 15–20 минут и достижения температуры кожи 43°C.

Среднее значение чрескожного насыщения кислородом до проведения ЧТБА было критически низким – 14,7 (8–25) мм.рт.ст.

Статистический анализ проводили с использованием статистического пакета программ Statistica 6.0.

Результаты

Всего первичное эндоваскулярное вмешательство было выполнено на 346 артериальных сегментах 193 нижних конечностей у 164 пациентов. Из исследования были исключены 7(4%) пациентов с технически неуспешной ЧТБА.

Анализ окклюзирующих поражений артериального русла по данным интраоперационной рентгеноконтрастной ангиографии показал преобладание дистального типа поражения артериального кровотока. Согласно морфологической классификации Грациани, у большинства пациентов с СД и КИНК имелись множественные стенозы и окклюзии 2–3 артерий голени (рис.6). Так, тяжелые поражения 4–6 классов встречались в подавляющем большинстве случаев (93%). Преобладание протяженных окклюзий относительно стенозов являлось отличительной чертой тяжелого течения заболеваний периферических артерий, характерной для больных СД.

На этапе госпитализации с применением УЗДС было исследовано 367 (346 первичных и 21 повторный) сегментов артерий после эндоваскулярных вмешательств (табл.2). На 69 сегментах поверхностной бедренной артерии (ПБА) (65 первичных и 4 повторных) и 44 сегментах подколенной артерии (ПА) (40 первичных и 4 повторных) выполнены эндоваскулярные вмешательства. Имплантировано 44 стента в ПБА (в 40 случаях протяженность стентов превышала 15 см) и 11 стентов в ПА. Эндоваскулярные операции на артериях голени выполнены на 246 сегментах (233 первичных и 13 повторных). Повторная ЧТБА проведена на 21 сегменте 15 нижних конечностей у 15 пациентов.

В исследовании определялось общее число осложнений относительно числа сегментов эндоваскулярных вмешательств, а не операций. Во время одного интервенционного вмешательства могли производиться манипуляции на нескольких артериальных сегментах нижней конечности. Поэтому в ходе одной операции в ряде случаев могли иметь место несколько осложнений.

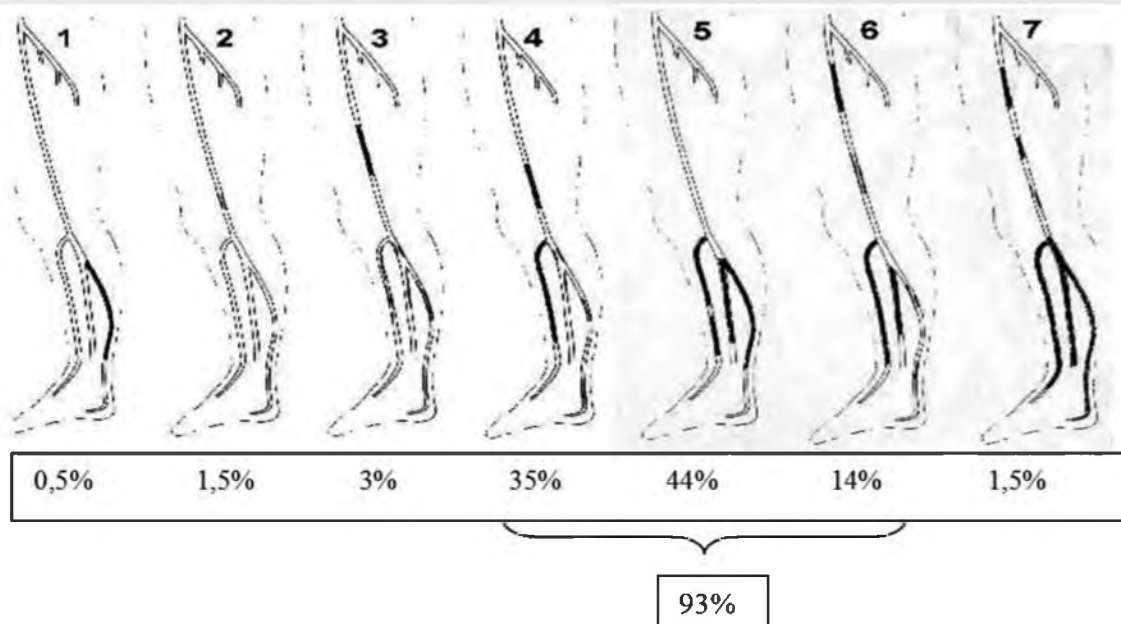


Рис. 6. Класс окклюзирующих поражений артерий нижних конечностей у пациентов с СД и КИНК в соответствии с морфологической классификацией Грациани Л.

Таблица 2. **Уровень первичных и повторных эндоваскулярных вмешательств на артериальных сегментах нижних конечностей в ранние сроки наблюдения (до 30 дней)**

	ОПА	НПА	ПБА	ПА	ПББА	ЗББА	МБА	Всего сегментов/ нижних конечностей
Первичная ЧТБА (стентирование)	2(2)	6(6)	65(42)	40(9)	120	48	65	346/193
Повторная ЧТБА (стентирование) в течение 30 дней	0	0	4(2)	4(2)	6	4	3	21/15

Примечание: ОПА – общая подвздошная артерия, НПА – наружная подвздошная артерия, ПБА – поверхностная бедренная артерия, ПА – подколенная артерия, ПББА – передняя большеберцовая артерия, ЗББА – задняя большеберцовая артерия, МБА – малоберцовая артерия.

Критериями осложнений в период госпитализации были: тромбоз сегмента ЧТБА и стентирования, остаточный стеноз >50%, диссекция интимы, неполное раскрытие стента (сегментов стента), незахват стентом зоны стеноза, дислокация стента. В спектральном доплеровском режиме при гемодинамически значимом осложнении регистрировался локальный гемодинамический сдвиг с приростом JICK >2–2,5 раза в зоне осложнения. При тромбозе кровотоков в осложненном сегменте не определяется.

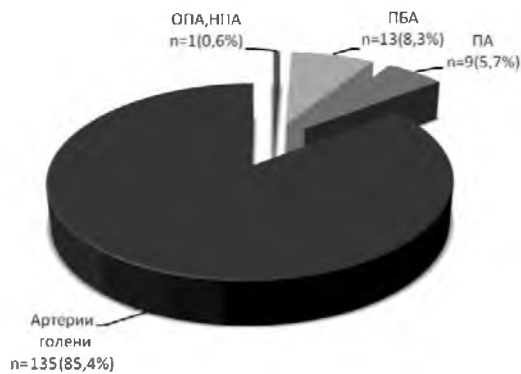
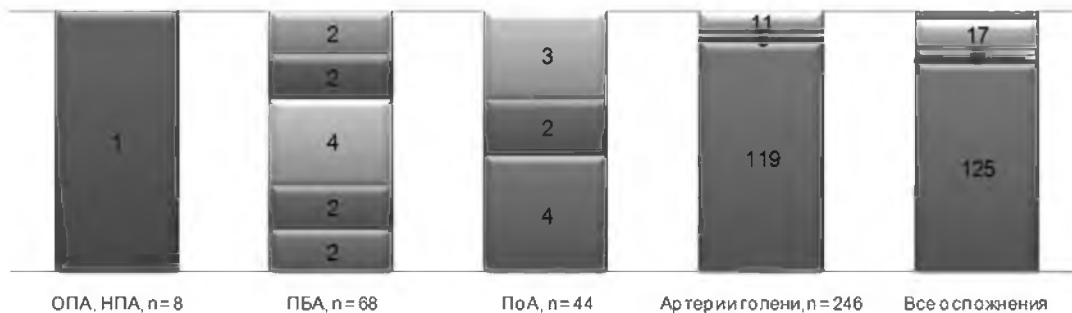


Рис. 7. Уровень гемодинамически значимых осложнений эндоваскулярной реваскуляризации конечности у пациентов с СД и КИНК.

Результаты послеоперационного УЗДС были сопоставлены с данными интраоперационной РКАГ. Основным преимуществом УЗДС в сравнении с РКАГ была возможность оценки эхоструктуры сегмента ЧТБА и стентирования. Спектральный доплеровский режим играл ведущую роль в случаях выявления гемодинамически значимых осложнений вмешательства.

На основании критериев адекватного эндоваскулярного вмешательства в ранние сроки наблюдения была выполнена оценка состояния целевых артерий и выявление местных осложнений методом УЗДС. Успех по данным УЗДС в сегментах эндоваскулярных вмешательств в ПБА составил 81%, в ПА 80,5%, в артериях голени 45%. Эндоваскулярные вмешательства в аорто-подвздошном и бедренно-подколенном сегментах были наиболее эффективными. На этапе госпитализации в послеоперационном периоде (до 30 дней) было выявлено 158(46%) случаев гемодинамически значимых осложнений из 346 пролеченных артериальных сегментов (рис.7). Наибольшее количество осложнений после первичных эндоваскулярных вмешательств выявлено в сегментах артерий голени – 135(85,4%). Среди них был выявлен тромбоз зоны ангиопластики – 9(5,7%), диссекция интимы – 18(11,4%), неполное раскрытие стента – 3(1,9%), неполный захват стентом



■ Остаточный стеноз ■ Острый тромбоз ■ Диссекция интимы ■ Нераскрытие стента ■ Незахват стеноза стентом

Рис. 8. Характер гемодинамически значимых осложнений эндоваскулярных вмешательств на артериях нижних конечностей у больных СД и КИНК.

зоны стеноза – 2(1,3%), дислокация стента – 1(0,6%) и остаточный стеноз – 125(79,1%) (рис.8).

Как было представлено в исследовании, остаточные стенозы после эндоваскулярного вмешательства имели наибольшее распространение в структуре всех послеоперационных осложнений артериальных сегментов. Всего было выявлено 125 случаев гемодинамически значимых остаточных стенозов. Из них 119 артериальных сегментов с проходимым диаметром сосуда менее 50% диагностировано в артериях голени (рис.9).

Только в 45(36%) случаях осложнения были зарегистрированы так же при интраоперационной контрольной РКАГ. В 80(64%) случаях гемодинамически значимые остаточные стенозы не определялись ангиогра-

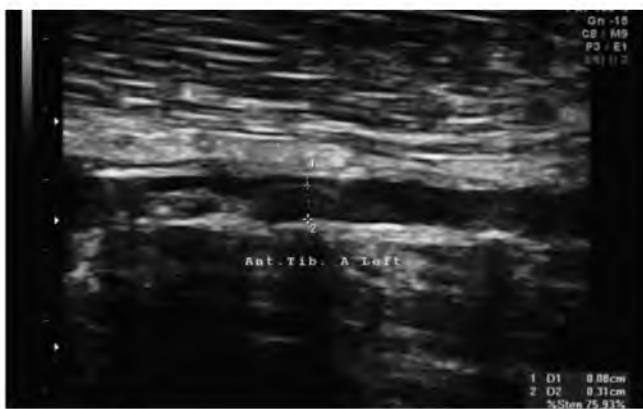


Рис. 9. Ультразвуковое изображение в В-режиме. Остаточный стеноз ПББА >75% у пациента с СД. Стенки артерии гиперэхогенны, с потерей дифференцировки на слои. По задней стенке визуализируется протриженная АБ.



Рис. 10. Ультразвуковое изображение в В-режиме. Эхограмма ПБА после ЧТБА и стентирования: остаточный стеноз 75% проксимальнее стента (а). Незахват стентом стенозированной сегмента ПБА. Неполное прилегание стента к стенкам артерии, остаточный стеноз >50% (б). Лоцируется гиперэхогенная АБ по передней и задней стенкам ПБА и между интимой и стентом. АБ перед стентом, гемодинамически значимо стенозирует просвет артерии. Диссекция интимы по задней стенке ПБА (в).

фически и были в дальнейшем диагностированы только при использовании УЗДС. В одном случае было выявлено сочетанное осложнение сегмента ПБА: остаточный стеноз ПБА вследствие незахвата стентом стенозированной сегмента артерии, диссекция интимы (рис. 10,11). Выполнена повторная ангиопластика и стентирование ПБА, имплантация второго стента проксимальнее первого «стык в стык». В 2 случаях гемодинамически и клинически значимых остаточных стенозов ПА и в 5 – артерий голени выполнены повторные ЧТБА целевых артерий.

Остаточные стенозы, как наиболее частый неблагоприятный исход ЧТБА у больных СД и КИНК наблюдались преимущественно у пациентов с выраженным кальцинозом сосудистой стенки.

Остаточные стенозы >50% были выявлены у 105(64%) пациентов с СД. Эти пациенты отличались большей распространенностью и тяжестью хронических осложнений СД, а также выраженностью морфологических нарушений артериального кровотока в сравнении с больными без гемодинамически значимых остаточных стенозов – 59(36%). Так, у пациентов с остаточными стенозами >50% эхографические признаки кальциноза артерий голени имелись в 89% случаев, у большинства диагностированы тяжелые микрососудистые осложнения СД. Хроническая болезнь почек (ХБП) 3–5 стадии (скорость клубочковой фильтрации (СКФ) <60 мл/мин/1,73м²) выявлена у 51(48,6%) пациента с остаточными стенозами >50%. 16(17%) из них получали лечение программным гемодиализом, 4(4%) больных перенесли трансплантацию донорской почки. У 9(15%) пациентов (p<0,05) без гемодинамически значимых остаточных стенозов была диагностирована ХБП 3–4

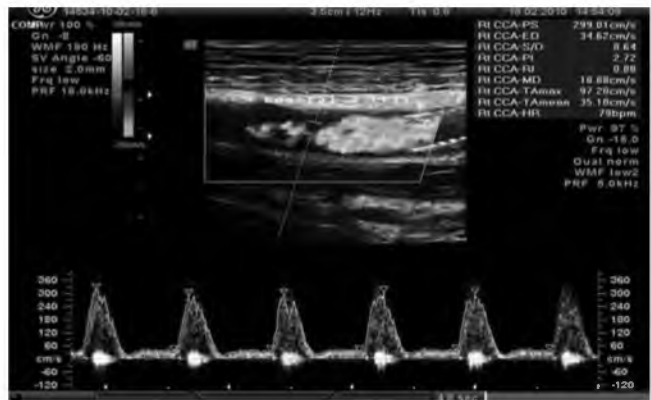


Рис. 11. Ультразвуковое изображение в режиме ЦДК, спектральный доплеровский режим. Наблюдается наложение спектров (инверсия цвета). Нераскрытый проксимальный сегмент стента – гемодинамически значимое препятствие току крови в артерии. В месте выявленного стеноза ПБА после проведения ЧТБА и стентирования: пиковая систолическая скорость (ПСС) 300 см/с.

стадии, а случаев терминальной стадии ХБП и пересадки почки не отмечено. У пациентов с гемодинамически значимыми остаточными стенозами, диабетическая полинейропатия была диагностирована у большинство пациентов (94%), а у больных с оптимальной проходимостью артерий после реваскуляризации конечности – в 30(46%) случаях.

Эхографические признаки кальциноза стенки артерии (89%), несжимаемость артерий голени при надувании манжетки сфигмоманометра (30%) и уровень ЛПИ>0,9 (46%) встречались гораздо чаще у пациентов с гемодинамически значимыми остаточными стенозами в сравнении с больными без значимых остаточных стенозов 11%, 2% и 5%, соответственно (рис. 12).

Таким образом, клиническая характеристика пациентов с остаточными стенозами артериальных сегментов после проведения эндоваскулярного вмешательства имела отличительные особенности, ассоциированные с исходом реваскуляризации конечности.

Острый тромбоз зоны ангиопластики и стента – гемодинамически значимое осложнение раннего периода, включая интраоперационный. Эхоплотность свежего тромба была сопоставима с плотностью крови, поэто-

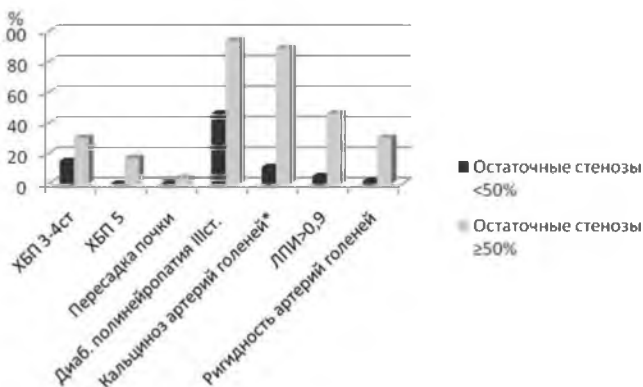


Рис. 12. Клинические особенности пациентов с гемодинамически значимыми остаточными стенозами.

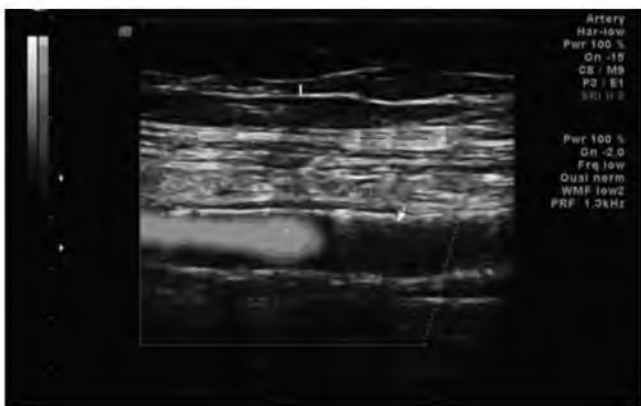


Рис. 13. Ультразвуковое изображение в режиме ЭОДС. Ранний тромбоз зоны ангиопластики и стентирования ПБА. Гипоэхогенные тромботические массы в просвете стента (указано стрелкой). Регистрируется кровоток проксимальнее тромбированного участка.

му использование только В-режима при тромбозе в ранние послеоперационные сроки было не информативно. По обрыву и уровню восстановления цветовой картограммы в приоритетных режимах сканирования ЦДК, ЭОДС диагностировали протяженность тромбоза и уровень коллатеральной компенсации. В спектральном доплеровском режиме кровотоков не определялся (рис. 13,14).

В 2 случаях острого тромбоза ПБА и ПА были проведены повторные ЧТБА со стентированием. В 3 из 5 случаев острых тромбозов артерий голени осложнения артериальных сегментов были диагностированы у пациентов с СД, находящихся на лечении программным гемодиализом.

В 3 случаях острого тромбоза артерий голени и отсутствием разрешения клинических признаков ишемии конечности были выполнены повторные ЧТБА. В 1 из этих случаев тромбоз берцовой артерии наблюдался вследствие протяженной диссекции интимы. В другом случае был отмечен спазм артерии в ходе интервенционного вмешательства с последующим развитием тромбоза, выявленным в раннем послеоперационном периоде.

При ультразвуковом исследовании в В-режиме и режимах ЦДК, ЭОДС диссекция интимы лоцировалась как линейное образование различной протяженности, средней или повышенной эхогенности нередко с фиксированной на ней АБ (рис. 15). В некоторых случаях была диагностирована локальная, протяженностью до 1,5–3,0 см диссекция интимы. Флотацию фрагмента интимы определяли как движение по току крови. В наших наблюдениях гемодинамически значимая диссекция интимы была выявлена в 18 (11,4%) случаях. Из них в 7(2%) случаях наличие диссекции интимы было отмечено при РКАГ без уточнения ее гемодинамической значимости. В 5(1,4%) случаях гемодинамически значимая диссекция интимы по задней стенке артерии была диагностирована только по данным ЦДК при полипроекционном сканировании. В 3(1,9%) случаях

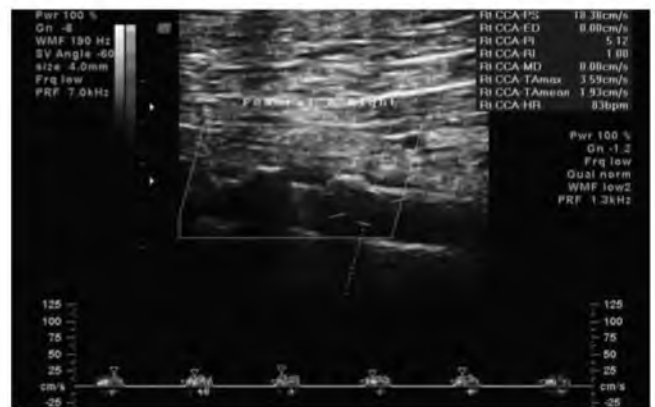


Рис. 14. Спектральный доплеровский режим. Регистрируется кровоток дистальнее тромбоза с уровня коллатеральной компенсации.

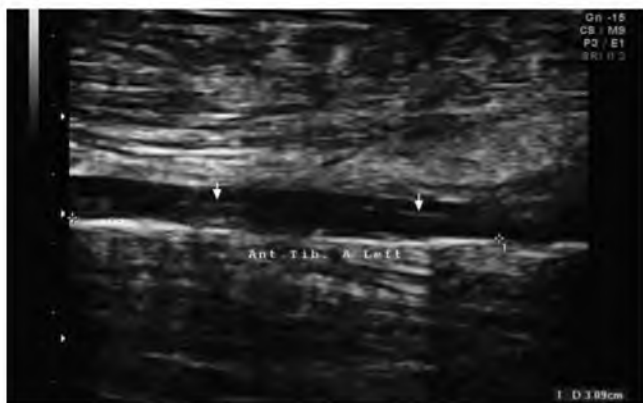


Рис. 15. Ультразвуковое изображение в В-режиме. Диссекция интимы ПБА протяженностью > 3 см.

осложнения требовали хирургической коррекции или повторного эндоваскулярного вмешательства. В одном случае была выявлена диссекция с заворотом интимы ПА после ЧТБА. При этом лоцировался завернувшийся фрагмент интимы против тока крови (клапан). Была выполнена повторная ЧТБА со стентированием ПА. В 2 случаях – повторная ЧТБА со стентированием ПБА и ЧТБА артерии голени. Случаи гемодинамически незначимого нарушения кровотока нуждались в наблюдении. На фоне динамического ультразвукового мониторингирования процент стеноза просвета артерии, вызванный диссекцией интимы, в 3(0,8%) наблюдениях уменьшился.

При неполном захвате стентом зоны стеноза при ультразвуковом исследовании в В-режиме и режимах ЦДК, ЭОДС выявляется стеноз артерии проксимальнее и/или дистальнее стента (**рис. 10**). Возможные причины: а) недооценка протяженности стеноза на этапе дооперационного обследования сегмента планируемого стентирования; б) технически неадекватное позиционирование стента со смещением относительно стеноза; в) неправильный подбор стента заведомо меньшей длины; г) стент большего диаметра. В наших наблюдениях, в приоритетных режимах сканирования ЦДК и ЭОДС, в 2(0,58%) случаях был выявлен захват стентом зоны стеноза ПБА. Данное осложнение имело

гемодинамически значимый характер. В 1 наблюдении из этих случаев осложнение было клинически значимым, была выполнена повторная ЧТБА со стентированием участка стеноза ПБА.

При дислокации стент лоцируется полностью или частично вне планируемого сегмента эндоваскулярного вмешательства. В наших наблюдениях был диагностирован 1 случай стентирования проксимального сегмента ПБА с дислокацией стента в ОБА и неполным раскрытием стента в просвете артерии (**рис. 16 а,б,в**). В режиме ЦДК вокруг стента лоцировался кровоток, по данным спектрального доплеровского режима – локальный гемодинамический сдвиг. Осложненный сегмент нуждался в повторном эндоваскулярном вмешательстве. Была выполнена ЧТБА стента.

При неполном раскрытии стента (сегментов стента) в В-режиме, в режиме ЦДК, ЭОДС лоцируется нераскрытый (полностью или частично) стент с неровными контурами, нарушенной ячеистой структурой, полностью или частично не прилегающий к стенкам артерии, вокруг стента регистрируется кровоток. Нераскрытый стент создает препятствие кровотоку. Как правило, осложненный сегмент нуждается в повторной ЧТБА стента. В одном из наших наблюдений в случае неполного раскрытия стента в просвете ПБА диаметром 6,0 мм в В-режиме был визуализирован проксимальный конец стента диаметром 2,0 мм (**рис. 10**). В режиме ЦДК вокруг стента лоцировался кровоток, по данным спектрального доплеровского режима стент являлся гемодинамически значимым препятствием току крови, перекрывая просвет артерии, регистрировался стенозический спектр кровотока, локальный гемодинамический сдвиг. Методом УЗДС было диагностировано 3(1,9%) случая неполного раскрытия стента. Применялись все режимы работы аппарата.

В 1 случае нераскрытие стента в ПБА сочеталось с незахватом стента зоны стеноза. Была выполнена повторная ЧТБА стента и дополнительное стентирование стенозированной зоны сегмента артерии. В другом случае неполное раскрытие стента сопровождалось

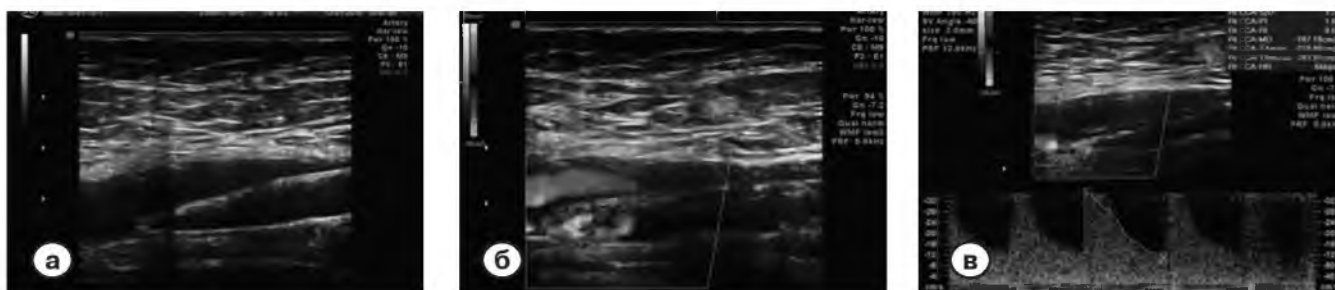


Рис. 16. Ультразвуковое изображение (В-режим) неполного раскрытия и дислокации стента из ПБА в ОБА
 а – В просвете ОБА проксимальный конец стента диаметром 2,0 мм.
 б – Мозаичность окрашивания потока в зоне проксимального конца стента в зоне дислокации (режим ЦДК).
 в – Стенозический спектр кровотока в зоне дислокации и неполного раскрытия стента, ЛСК > 300 см/сек. Спектральный доплеровский режим.



Рис. 17. Ультразвуковое изображение в В-режиме. Гематома в зоне пункции ОБА.

его дислокацией в просвет ОБА (рис. 16). Неудовлетворительные результаты артериальной проходимости по данным ультразвукового дуплексного сканирования являлись относительными показаниями к повторной эндоваскулярной операции. Так, несмотря на большую распространенность гемодинамически значимых осложнений, клинически значимые осложнения составили всего 6%. У большинства пациентов (92,2%) было достигнуто разрешение клинических признаков ишемии конечности, увеличение показателей $T_{sp}O_2$ до 35,2 (31–38) мм рт. ст., что отражало клинический успех интервенционного вмешательства. Сохранение симптомов КИНК в этих случаях, отсутствие положительной динамики в заживлении раневого дефекта на стопе, критические показатели транскутанной оксиметрии (<30 мм.рт.ст.) через 1–4 недели после реваскуляризации конечности играли решающую роль в определении показаний к повторному восстановлению кровотока у пациентов с нарушением проходимости пролеченных артериальных сегментов. Повторные эндоваскулярные вмешательства в течение 30 дней выполнены на 21 из 346 пролеченных артериальных сегментов: 8 – на бедренно-подколенном сегменте, 13 – на артериях голени у 15 пациентов. В зависимости от типа гемодинамически значимых осложнений в ряде случаев проводили их коррекцию (хирургическую или эндоваскулярную). Превентивные операции, продлевающие функции сегментов первичных эндоваскулярных вмешательств проводились только в случае высокого риска рецидива клинических признаков ишемии конечности. После проведения эндоваскулярных вмешательств методом УЗДС выявлены местные осложнения, не потребовавшие хирургического лечения: в 14(7%) случаях диагностирована гематома паховой раны (консервативное лечение) (рис. 17), в 2 случаях – пункционная аневризма.

Обсуждение

В настоящее время показания и противопоказания по способу реваскуляризации конечности у пациентов с

КИНК определяются степенью и протяженностью атеросклеротического поражения артерий нижних конечностей и базируются на рекомендациях трансатлантического консенсуса (TransAtlantic Inter-Society Consensus – сокращенно TASC I и II, 2000 и 2007 гг., соответственно). При этом показанием для эндоваскулярного вмешательства являются короткие поражения – окклюзии бедренной артерии более 10 и менее 20 см и окклюзии артерий голени < 2 см. Однако у большинства пациентов с СД и КИНК имеются пролонгированные окклюзии как бедренно-подколенного сегмента, так и артерий голени [7]. В последние годы благодаря активному развитию эндоваскулярных технологий и росту опыта эндоваскулярных хирургов, ограничения по применению метода во многих случаях окклюзирующих поражений артерий голени >10 см стали относительными. Так, в нашем исследовании у большинства пациентов с СД и КИНК была отмечена высокая распространенность многоуровневых протяженных артериальных поражений. У всех пациентов с СД и КИНК имелись множественные протяженные окклюзирующие поражения 2–3 артерий голени.

Несмотря на выраженные нарушения проходимости артерий дистального русла восстановление кровотока до стопы хотя бы по 1 артерии голени было достигнуто в 96,4% случаев. Согласно общепринятому мнению, технически успешной ЧТБА артерий нижних конечностей считается при восстановлении непрерывного антеградного кровотока до стопы хотя бы по одной артерии голени и ангиографическом остаточном стенозе ≤30% [8]. В нашем исследовании была отмечена высокая распространенность гемодинамически значимых остаточных стенозов артериальных сегментов, особенно среди больных СД с клинически значимым снижением скорости клубочковой фильтрации (СКФ<60 мл/мин). Большая часть артериальных сегментов с неудовлетворительным проходимым просветом целевых сосудов (<50% диаметра артерии) после проведения ангиопластики выявлена на уровне артерий голени. Подавляющее большинство случаев таких неблагоприятных исходов вмешательств было сопряжено с тяжелым морфологическим поражением периферического русла, кальцинозом стенок артерий голени у больных с хроническими осложнениями СД, особенно среди лиц с нарушением азотвыделительной функции почек. Полученные результаты согласуются с данными мультицентровых исследований, посвященных исходам эндоваскулярного лечения больных с КИНК, включая пациентов с СД. Так, Faglia E. и соавторы показали, что нарушение угдеводного обмена, хроническая почечная недостаточность и другие факторы риска сосудистых осложнений обуславливали тяжесть течения КИНК и определяли исход интервенционного вмешательства [9].

Распространенность других гемодинамически значи-

мых осложнений эндоваскулярного вмешательства – тромбоз зоны ангиопластики, диссекция интимы, неполное раскрытие стента, неполный захват стентом зоны стеноза и дислокация стента, была невысокой – 20,9%.

Частота встречаемости диссекции интимы и острого тромбоза составила 17,1%. В 10,1% случаев эти осложнения были выявлены на уровне артерий голени. Развитие острых тромбозов в сегментах артерий голени наблюдалось преимущественно у пациентов с терминальной стадией хронической болезни почек. Вероятно, интрадиализная гипотензия играла определенную роль в снижении периферического давления, развитии острых тромбозов и нарушении артериальной проходимости на уровне берцово-стопного сегмента у пациентов с СД в ходе проведения процедуры программного гемодиализа.

В нашей работе, несмотря на значительное число диагностированных с применением УЗДС гемодинамически значимых осложнений эндоваскулярного лечения, распространенность клинически значимых осложнений была незначительной. Так, было выполнено всего 15 повторных вмешательств по поводу послеоперационных осложнений на 21 артериальном сегменте. Разрешение КИНК было достигнуто в 92,2% случаев после выполнения первичной ЧТБА (стентирования) и в 7,8% случаев при повторном вмешательстве. Таким образом, полученные результаты указывают на высокую эффективность эндоваскулярного метода восстановления кровотока у больных СД. В исследовании было отмечено, что среди обследованных пациентов с СД было значительное число лиц старше 60 лет, с большой длительностью заболевания, большой распространенностью сердечно-сосудистых заболеваний и событий в анамнезе. Поэтому, несмотря на тяжелые морфологические поражения артериального русла у пациентов с СД и КИНК, технические трудности и высокую распространенность гемодинамически значимых осложнений вмешательства, эндоваскулярное лечение у таких больных было приоритетным методом восстановления кровотока. Подобный выбор оптимального метода реваскуляризации конечности у пациентов с КИНК основывается на рекомендациях международного мультицентрового рандомизированного исследования BASIL, в котором была проведена оценка соотношения риска конкретного вмешательства, степени и продолжительности ожидаемого улучшения. Было показано, что успех реваскуляризации определяется не только распространенностью поражений артериального русла (состояние путей притока, оттока, диаметр и длина пораженного сегмента) и степенью ишемии конечности, но и выраженностью сопутствующих заболеваний, влияющих на продолжительность жизни пациента и проходимость шунта, а также видом вмешательства [10].

В настоящее время отсутствуют рандомизированные

клинические исследования, оценивающие эффективность рутинного проведения УЗДС после эндоваскулярного вмешательства [11–13]. Тем не менее, известно, что точная дооперационная визуализация, является необходимым условием успешной реваскуляризации конечности. Важно отметить, что визуализация кровотока по артериям нижних конечностей, особенно на уровне голени, а также оценка послеоперационных осложнений ЧТБА у пациентов с СД представляет в некоторых случаях сложную задачу для оператора. Так, глубокое анатомическое расположение сосудов, выраженная мышечная масса, периферические отеки, малый диаметр, анатомическая извитость хода артерий, выраженный кальциноз стенок артерий, а также низкая скорость коллатерального кровотока требовали от специалиста по УЗДС достаточных навыков и необходимости максимального использования технических возможностей ультразвуковой системы [14]. Анализ клинических и морфологических особенностей поражения периферических артерий у больных СД и КИНК является необходимым условием для повышения точности дооперационной ультразвуковой диагностики и определения прогноза эффективности вмешательства.

Кроме того, установлено, что всем пациентам непосредственно после проведения ангиопластики показано выполнение УЗДС. Основной задачей ультразвуковой визуализации после интервенционного вмешательства является оценка проходимости пролеченных артериальных сегментов. В нашем исследовании всем пациентам с СД и КИНК после реваскуляризации проводилось обследование сегментов эндоваскулярных вмешательств в соответствии с современными ультразвуковыми критериями адекватной баллонной ангиопластики и стентирования, эхоэмиотики осложнений сегментов в послеоперационном периоде. Диагностика состояния целевых сосудов включала оценку артериальных сегментов успешной ЧТБА и стентирования, выявление различного вида осложнений с определением их гемодинамической значимости, что имело основополагающее значение для определения послеоперационной тактики ведения пациентов. Так, известно, что ультразвуковая диагностика в ранние сроки после ЧТБА позволяет выявить остаточные стенозы и осложнения, связанные с механической травмой в ходе вмешательства [15]. При этом УЗДС является более чувствительным методом оценки остаточных стенозов после выполнения ЧТБА в сравнении с рентгенконтрастной ангиографией [8, 16].

В нашем исследовании остаточные стенозы составили наибольшее число неблагоприятных исходов эндоваскулярного вмешательства – 79,1%, из них 75,3% – на артериях голени. Сравнительный анализ заключений РКАГ и УЗДС в раннем послеоперационном периоде наблюдения в нашей работе показал, что при ультра-

звуковой визуализации пролеченных артериальных сегментов остаточные стенозы были дополнительно выявлены в 64% случаев.

Литературные данные указывают на важность ультразвуковой диагностики остаточных стенозов. Так, в проспективном исследовании Dick F. и соавт. было показано, что до 50% остаточных стенозов остаются незамеченными при проведении контрольной РКАГ непосредственно после выполнения ангиопластики. При этом частота ампутаций конечности у таких пациентов значительно выше в сравнении с пациентами, не имеющими гемодинамически значимых остаточных стенозов по данным УЗДС (20% против 5%) [17].

Таким образом, выполнение УЗДС всем пациентам после эндоваскулярного вмешательства позволяет диагностировать сегменты успешной ЧТБА и стентирования, выявить различного вида осложнения, определить их гемодинамическую значимость, что имеет основополагающее значение для оценки эффективности реваскуляризации конечности и определения тактики ведения пациента. УЗДС сегментов эндоваскулярного вмешательства, проводимое в послеоперационном периоде в нашей работе имело важное клини-

ческое значение, так как выявление гемодинамически значимых осложнений требовало в ряде случаев незамедлительно провести повторное эндоваскулярное вмешательство или реконструктивную операцию. Кроме того, диагностика гемодинамически значимых осложнений и остаточных стенозов в ранние сроки наблюдения позволила сформировать группу риска пациентов, нуждающихся в более частом динамическом ультразвуковом обследовании по сравнению с пациентами, имеющими удовлетворительные результаты реваскуляризации.

Несомненно, пролонгированные окклюзирующие поражения и выраженный кальциноз артерий голени, характерные для больных СД, КИНК с сопутствующей ХПН, до сих пор представляют серьезную проблему для эндоваскулярных хирургов. Результаты вмешательства могут определяться также техническими погрешностями вследствие дефицита навыков владения методикой. Анализ неблагоприятных исходов эндоваскулярного лечения у данной категории пациентов может способствовать совершенствованию техники вмешательства и повысить успех реваскуляризации конечности. ■

Список литературы/Reference

1. Аюбова Н.Л., Бондаренко О.Н., Галстян Г.Р., Манченко О.В., Дедов И.И. Особенности поражения артерий нижних конечностей и клинические исходы эндоваскулярных вмешательств у больных сахарным диабетом с критической ишемией нижних конечностей и хронической почечной недостаточностью. Сахарный диабет. 2013; 4:85–94.

Ajubova N.L., Bondarenko O.N., Galstjan G.R., Manchenko O.V., Dedov I.I. Osobennosti porazhenija arterij nizhnih konechnostej i klinicheskie ishody jendovaskuljarnyh vmeshatel'stv u bol'nyh saharnym diabetom s kriticheskoj ishemiesj nizhnih konechnostej i hronicheskoj pochechnoj nedostatochnost'ju [Peculiarities of arteries' lesions of lower limb, and clinical outcomes of PCI in patients with critical ischemia of lower limbs with diabetes mellitus and chronic renal insufficiency]. Saharnyj diabet. 2013; 4:85–94 [In Russ].

2. TASC. Management of peripheral arterial disease (PAD). TransAtlantic Inter-Society Consensus (TASC). *J. Vasc Surg.*, 2000;31(1 part2):S1–287.

3. Lumley J.S. Vascular management of the diabetic foot- a British view. *Journal Annals of the Academy of Medicine, Singapore*. 1993, Vol 22, N 6, P 912–6

4. M.Doherty T., Lorraine A.F., Inoue D., Jian-Hua Qiao, M.C.Fishbein, R.C.Detrano, P.K.Shan, T.B. Rajavashisth. Molecular, endocrine, and genetic mechanisms of arterial calcification. *Endocrine Reviews*. 2004, 25 (4):629–672

5. Бублик Е.В., Галстян Г.Р., Мельниченко Г.А., Сафо-

нов В.В., Шутов Е.В., Филиппев П.Я. Поражения нижних конечностей у больных сахарным диабетом с терминальной стадией хронической почечной недостаточности, получающих заместительную почечную терапию. Сахарный диабет. 2008; 2: 17–23

Bublik E.V., Galstjan G.R., Mel'nichenko G.A., Safonov V.V., Shutov E.V., Filipcev P.Ja. Porazhenija nizhnih konechnostej u bol'nyh saharnym diabetom s terminal'noj stadijej hronicheskoj pochechnoj nedostatochnosti, poluchajushhih zamestitel'nuju pochechnuju terapiju [Lower limbs' lesions in patients with diabetes mellitus with end-stage chronic renal insufficiency, receiving replacement therapy]. Saharnyj diabet. 2008; 2: 17–23 [In Russ].

6. Jager K.A., Phillips D.J., Martin R.L., Hanson C., Roederer G.O., Langlois Y.E. et al. Noninvasive mapping of lower limb arterial lesions. *Ultrasound Med. Biol.* 1985;11: 515–21.

7. Ciaverella A., Silletti A., &Mustacchio A., et al. Angiographic evaluation of the anatomic pattern of arterial obstructions in diabetic patients with critical limb ischemia. *Diabet. Metab.* 1993;19:586–589.

8. Jude E.B., Oyibo S.O. & Chalmers N., et al. Peripheral arterial disease in diabetic and nondiabetic patients: a comparison of severity and outcome. *Diabetes Care*. 2001;24:1433–1437.

9. Bandyk D.F. Surveillance after lower extremity arterial bypass. *perspect vasc surg endovasc ther. Eur Heart J*. 2007;19:376–83.

10. Faglia E., Mantero M. & Caminiti M. et al. Extensive use of peripheral angioplasty, especially infrapopliteal, in the treatment of ischemic foot ulcer: clinical results of a multicentric study of 221 consecutive diabetic subjects. *J. Intern. Med.* 2002; 252:225–232.
11. Adam D.J., Beard J.D., Cleveland T., Bell J., Bradbury A.W., Forbes J.F. et al.; BASIL Trial Participants. Bypass versus Angioplasty in Severe Ischaemia of the Leg (BASIL): multicentre, randomised controlled trial. *Lancet.* 2005; 366:1925–34.
12. Norgren L., Hiatt W.R., Dormandy J.A., Nehler M.R., Harris K.A., Fowkes FGR. Inter-society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *J. Vasc. Surg.* 2007; 45(Suppl S):S5–67.
13. Hirsch A.T., Haskal Z.J., Hertzner N.R., Bakal C.W., Creager M.A., Halperin J. et al; American Association for Vascular Surgery/Society for Vascular Surgery; Society for Cardiovascular Angiography and Interventions; Society for Vascular Medicine and Biology; Society for Interventional Radiology; ACC/AHA TASC Force on Practice Guidelines. ACC/AHA Guidelines for the Management of Patients with Peripheral Arterial Disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic): a collaborative report from the American Association for Vascular Surgery/Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, Society of Interventional Radiology, and the ACC/AHA TASC Force on Practice Guidelines (writing committee to develop guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease)-summary of recommendations. *Circulation.* 2006 113: e463–654.
14. Dick F., Ricco J.B., Davies A.H.: Chapter VI: Follow-up after Revascularisation. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2011; 42: S75–S90.
15. Бондаренко О.Н., Аюбова Н.Л., Галстян Г.Р., Дедов И.И. Дооперационная визуализация периферических артерий с применением ультразвукового дуплексного сканирования у пациентов с сахарным диабетом и критической ишемией нижних конечностей. *Сахарный диабет.* 2013; 2: 52-61. Bondarenko O.N., Ajubova N.L., Galstjan G.R., Dedov I.I. Dooperacionnaja vizualizacija perifericheskikh arterij s primeneniem ul'trazvukovogo dupleksnogo skanirovanja u pacientov s saharnym diabetom i kriticheskoj ishemiej nizhnih konechnostej [Preoperative visualization of peripheral arteries with the help of ultrasonic duplex scanning in patients with critical ischemia of lower limbs and diabetes mellitus]. *Saharnyj diabet.* 2013; 2: 52–61 [In Russ].
16. Arvela E., Dick F. Surveillance after Distal Revascularization for Critical Limb Ischemia. *Scandinavian Journal of Surgery.* 2012; 101:119–124.
17. Diehm N., Baumgartner I., Jaff M., Do D.D., Minar E., Schmidli J. et al. A call for uniform reporting standards in studies assessing endovascular treatment for chronic ischemia of lower limb arteries. *Eur. Heart J.* 2007; 28: 798–805.