

ЭНДОВАСКУЛЯРНАЯ УЛЬТРАЗВУКОВАЯ АБЛЯЦИЯ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С СИНДРОМОМ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПЫ

Чур С. Н.¹, Адзериho И. Э.², Королев А. В.³

*¹Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет»,
г. Минск, Республика Беларусь;*

*²Государственное учреждение образования
«Белорусская медицинская академия последипломного образования»,
г. Минск, Республика Беларусь;*

*³Учреждение здравоохранения «Минская областная клиническая больница»,
Минский район, аг. Лесной, Республика Беларусь*

Реферат. В настоящее время количество реваскуляризирующих операций и, прежде всего, рентгенэндоваскулярных на магистральных артериях нижних конечностей с каждым годом увеличивается, но говорить об успехе данного вида хирургического лечения у пациентов с медиакальцинозом Менкеберга (у пациентов с сахарным диабетом) преждевременно из-за высокой частоты осложнений в интраоперационном периоде, а иногда и невозможности выполнения самой операции по причине выраженности патологического процесса в артериальной стенке.

Предложенный нами метод основан на внутрисосудистом высокочастотном ультразвуковом воздействии на артериальную стенку, позволяющий изменить ее биомеханические свойства и тем самым успешно выполнить эндоваскулярное вмешательство.

В исследование было включено 38 пациентов с окклюзионно-стенотическими поражениями магистральных артерий нижних конечностей. В основной группе проводилась ультразвуковая абляция с последующей баллонной ангиопластикой или без стентирования, а в контрольной группе нами выполнялись только баллонная ангиопластика со стентированием или без него и без использования ультразвука.

Предложенный метод ультразвуковой абляции позволил снизить процент рестенозирования в зоне операции в сроки 12 месяцев почти в 2 раза по сравнению с контрольной группой за счет увеличения податливости артериальной стенки после ультразвукового воздействия.

Ключевые слова: ультразвуковая абляция, реваскуляризация, синдром диабетической стопы, окклюзия магистральной артерии, стеноз магистральной артерии нижней конечности.

Введение. Сахарный диабет (СД) относится к наиболее распространенным хроническим заболеваниям, при котором развиваются тяжелые осложнения, приводящие к снижению качества жизни, ранней инвалидизации и высокой смертности. Окклюзионно-стенотические поражения магистральных артерий нижних конечностей (МАНК) при СД могут быть как проявлениями ишемической и нейроишемической форм синдрома диабетической стопы (СДС), так и при облитерирующем атеросклерозе на фоне этого серьезного заболевания. Количество пациентов с окклюзионно-стенотическими поражениями МАНК неуклонно растет и достигло уже 40 % в структуре СДС [1].

До появления гнойно-некротических поражений с развитием критической ишемии нижней конечности (КИНК) в основном используются медикаментозные методы лечения. Более чем в 70 % случаев у пациентов с КИНК ампутациям нижних конечностей предшествуют язва стопы и другие осложнения, такие как инфицированные раны, гангрена пальцев. Применяемые в настоящее время методы хирургического и консервативного лечения гнойно-некротических осложнений СДС на различных уровнях не всегда позволяют достичь стабилизации процесса [2].

Актуальность данной проблемы обусловлена еще и тем, что зачастую при прогрессировании заболевания единственным методом спасения жизни пациента по-прежнему остается хирургическое лечение в виде проведения высоких ампутаций нижних конечностей.

Особую значимость для прогноза окклюзионно-стенотических поражений МАНК имеет возникновение медиакальциноза Менкеберга. Возникновение медиакальциноза в значительной степени ограничивает возможности проведения реваскуляризирующих хирургических операций и, прежде всего, рентгенэндоваскулярных, частота успешного ис-

пользования которых в лечении пациентов, страдающих СД, с каждым годом увеличивается. В этом случае патанатомические особенности поражения артерий при СД (хрупкие или «стеклянные» сосуды, наряду с развитием критической ишемией конечности) зачастую не позволяют завести баллон/стент в окклюзию или критический стеноз и с высокой степенью безопасности для сосудистой стенки и выполнить баллонную дилатацию и стентирование. В значительной степени на возможность использования интервенционных методов лечения при СДС оказывает и протяженность поражений. Как правило, стенты имеют низкую проходимость, если длина реканализованного сегмента артерии достигает более 10 см [3].

Нами разработан и внедрен в клиническую практику новый волноводно-катетерный метод ультразвуковой (УЗ) абляции (инструкция на метод, утвержденный Министерством здравоохранения Республики Беларусь 1 января 2017 г., регистрационный метод 076-1017) под названием «Метод эндовазальной ультразвуковой абляции при синдроме диабетической стопы». К настоящему времени получен первый клинический опыт его применения при КИНК у пациентов на фоне атеросклероза при наличии СД [4].

Показано, что в условиях, когда попытки восстановления просвета стенозированных и/или окклюзированных артерий с использованием таких технических приемов, как внутрисосудистая или субинтимальная реканализация в большинстве случаев оказываются безуспешными, альтернативой может являться на первом этапе УЗ-реканализация окклюзий артерий магистрального типа (на уровне бедра), а на втором — проведение чрескожной транслюминальной баллонной ангиопластики самостоятельно длинными баллонами или в сочетании со стентированием. Стентирование позволяет достичь оптимального результата

восстановления просвета пораженной артерии, который сохраняется на протяжении не менее чем 12 месяцев [5].

Цель работы — изучение возможности применения предлагаемого метода эндоваскулярной ультразвуковой абляции при прямой реваскуляризации с оценкой полученных отдаленных результатов (до 5 лет) у пациентов с нейроишемической формой СДС.

Материалы и методы. Изучены результаты лечения 38 пациентов с окклюзионно-стенозирующими поражениями МАНК, находящихся на лечении в РНПЦ «Кардиология» и 10-я ГКБ г. Минска, УЗ «Минская областная клиническая больница». Материал клинического исследования был разделен нами на две группы: основную и контрольную.

Охарактеризовать пациентов, включенных в исследование, можно следующим образом. Так в основную группу вошли 15 пациентов. Из них мужчин и женщин было практически поровну — 8 (53,3 %) и 7 (46,7 %) соответственно. Средний возраст пациента основной группы — 66 лет. В контрольную

группу выбраны 11 мужчин (47,8 %) и 12 женщин (52,2 %). Всего 23 пациента. Средний возраст пациента контрольной группы — 63 года.

У каждого второго пациента обеих групп имелась сопутствующая патология — ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертензия и диабетическая нефропатия.

Ангиографическая картина у пациентов обеих групп была примерно одинакова и представляла собой как монофокальное, так и мультифокальное поражение.

Перед операцией показатель парциального давления кислорода оказался пониженным до критических цифр, в среднем до $8,3 \pm 5,94$ мм рт. ст.

Всем без исключения пациентам неоднократно проводилась ультразвуковая доплерография (УЗДГ) для оценки не только степени проходимости сосуда, но и изменения скоростных показателей кровотока в нижних конечностях.

Показатели кровотока пациентов, включенных в исследование, приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Основные показатели УЗДГ МАНК у пациентов обеих групп

Параметры кровотока	Предоперационный период	
	Основная группа	Контрольная группа
Диаметр сосуда (ПБА)	$3,667 \pm 0,256$	$3,814 \pm 1,02$
Vps (см/сек)	$58,908 \pm 4,797$	$67,124 \pm 3,24$
Ved (см/сек)	$19,88 \pm 2,794$	$24,348 \pm 3,47$
S/D	$4,525 \pm 1,487$	$2,757 \pm 0,94$
RI	$0,838 \pm 0,167$	$0,756 \pm 0,08$
PI	$1,668 \pm 0,336$	$1,754 \pm 0,024$
ПЛИ	$1,34 \pm 0,15$	$1,28 \pm 0,12$
Градиент давления	$1,663 \pm 0,231$	$1,787 \pm 0,38$

Приведенные данные указывают на практически одинаковое состояние кровотока нижних конечностей в предоперационном периоде в обеих группах.

Показания к эндоваскулярной методике лечения пациентов контрольной группы определяли согласно разработанному протоколу, исходя из вида и протяженности поражения, состояния путей оттока (состояния дистального русла), а также общесоматического статуса. Всем пациентам контрольной группы выполнялись эндоваскулярные вмешательства без использования ультразвуковой установки — только баллонная ангиопластика с/без стентирования. Баллонных ангиопластик ПБА без стентирования было выполнено 9 (39,1 %), а со стентированием, соответственно, 14 (60,9 %).

Показания к эндоваскулярному ультразвуковому способу (УЗ-абляции) пациентам основной группы определяли на основании разработанного протокола, исходя из уровня локализации окклюзии, мультифокальности поражения, состояния путей оттока, а также общесоматического статуса. В каждом случае показания определяли индивидуально и могли корректировать их по ходу операции.

При использовании метода УЗ-абляции нами использовались параметры, полученные в результате проведенного ранее экспериментального исследования *in vitro* и *ex vivo* [5].

Одной из поставленных задач было изучение еще и отдаленных результатов комплексного лечения в срок 6 и 12 месяцев после выполненной УЗ-абляции.



Рисунок 1 — Артериограмма перед операцией



Рисунок 2 — Компьютерная томографическая ангиография



Рисунок 3 — Артериограмма. Ультразвуковая абляция ПкА

В работе использована акустическая система, разработанная «Научно-технологическим парком БНТУ «Политехник» (Беларусь).

Клиническое наблюдение пациента основной группы. Пациент С., 1956 г. р., поступила в гнойное хирургическое отделение с жалобами на сильные боли в нижних конечностях, преимущественно в левой стопе. Отмечала усиление болей в ночное время. Наравне с этим имела постоянную зябкость обеих стоп. Дистанция безболевой ходьбы 50–70 м.

Считает себя больной в течение 2,5 месяцев, когда начала отмечать боли в икроножных мышцах при ходьбе. Курс консервативной вазоактивной терапии — с некоторым кратковременным улучшением. Через месяц направлена в Минскую областную клиническую больницу с возобновившимися болями в нижних конечностях.

При первичном осмотре дистальные отделы левой стопы гиперемированы и холоднее правой. Движения в суставах стопы, все виды чувствительности сохранены. Пульсация из всех типичных мест определяется только на бедренной артерии в паховой области.

Пациентка страдает СД в течение 16 лет, принимала сахароснижающие препараты в таблетированной форме. При этом уровень глюкозы крови сохранялся на уровне 6,9–7,8 ммоль/л. Гликированный гемоглобин — 7,4 %. Лабораторные и биохимические показатели крови, коагулограмма при поступлении были в пределах нормы, за исключением: лейкоцитоз — $12,7 \cdot 10^9$, палочкоядерный сдвиг формулы влево; глюкоза крови — 12,8 ммоль/л. Температура тела — $37,4^\circ$.

По данным УЗДГ МАНК (выполненной в день поступления) отмечена окклюзия левой поверхностной бедренной артерии (ПБА) и критический стеноз левой подколенной артерии (ПКА), Сосуды голени заполняются через коллатерали. Отмечено снижение пульсового индекса (ПИ) до 1,12 и индекса резистивности (ИР) до 0,6. ЛПИ — 0,7. Пациентке выполнена брюшная аортография с периферией — выявлена субокклюзия (стеноз 95 %) верхней трети левой подколенной артерии (рисунок 1).

Запланировано оперативное вмешательство — ультразвуковая абляция после соответствующего дообследования, которое включало дополнительные инструментальные исследования: перфузионную сцинтиграфию скелетной мускулатуры с Tc^{99} , компьютерную ангиографию (КТА), транскутанную оксиметрию ($TcPO_2$).

При выполнении перфузионной сцинтиграфии скелетной мускулатуры с Tc^{99} выявлено снижение уровня фиксации РФП в скелетных мышцах правого бедра — до 86 % от уровня фиксации, неравномерное распределение в н/з бедра, слева — снижение фиксации РФП до 90 %, распределение также неравномерное. В мышцах голени снижение процента фиксации препарата, больше выражено слева — до 52 %. Патологическая фиксация препарата до 152 % в проекции левой стопы (проекция V пальца левой стопы). КТА дополнила общую картину (рисунок 2).

Транскутанная оксиметрия ($TcPO_2$) указывала на значительное снижение оксигенации мягких тканей левой нижней конечности.

На основании клинической картины и обследования установлен клинический диагноз: «СД, тип 2, клиничко-метаболическая субкомпенсация. СДС левой нижней конечности, нейроишемическая форма. Критическая ишемия левой нижней конечности (КИНК). Окклюзия ПКА». Пациентке 08.04.2016 г. выполнена операция: ультразвуковая абляция левой подколенной артерии, стентирование левой подколенной артерии.

После подведения интродьюсера к зоне окклюзии, через его просвет введен ультразвуковой волновод. Выполнена УЗ-абляция путем трехразового продвижения волновода через зону критического стеноза (рисунок 3).

Далее выполнена баллонная ангиопластика ПКА и, исходя из остаточного стеноза (65 %), было показана рентгенэндоваскулярная дилатация с последующим стентированием ПКА. Просвет артерии восстановлен, кровоток оптимальный, остаточное стенозирование до 10 % (рисунок 4).

Послеоперационный период протекал без особенностей. Клиническое улучшение пациент отмечала уже на следующий день в виде снижения болей в стопе, чувства теплоты в голени и стопе. Определялась отчетливая пульсация левой ПКА.

На 6-е сутки после операции пациентке выполнено УЗДГ МАНК. Исследованием подтверждена достаточная проходимость ПБА, ПКА, передней большеберцовой артерии (ПББА) до ее дистальных отделов, а также значимые стенозы на протяжении задней большеберцовой артерии (ЗББА). Отмечался рост скоростных показателей, индекса резистентности (ИР) с 0,6 до 0,74, пульсового индекса (ПИ) с 1,12 до 1,49.

Существенных изменений лабораторных и биохимических показателей крови у пациента

в послеоперационном периоде не отмечено. Пациент выписана на амбулаторное лечение в удовлетворительном состоянии с явной положительной динамикой от проведенного оперативного лечения.

Повторно пациент госпитализирована для обследования через месяц. Клинически болей в левой нижней конечности не отмечает. Дистанция безболевого ходьбы увеличилась по сравнению с предоперационным периодом в 6 раз (до 400–450 м), полностью отказалась от приема анальгетиков.

Контрольная артериография левой нижней конечности, выполненная через месяц после операции, показала положительную динамику: стенозирование внутри стентов до 5 %, что свидетельствовало о хорошем результате проведенной УЗ-абляции (рисунок 5).



Рисунок 4 — Артериограмма. После стентирования

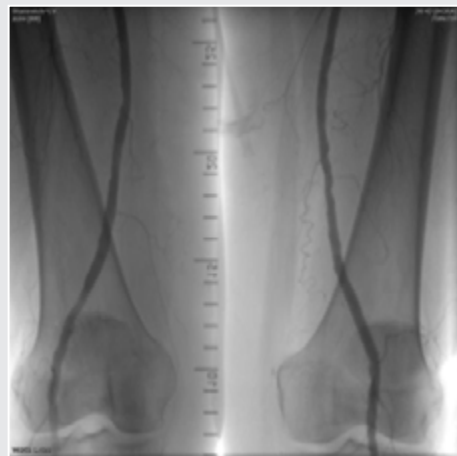


Рисунок 5 — Артериограмма через месяц

Выполненное через месяц измерение парциального напряжения кислорода в мягких тканях констатировало значимое увеличение

насыщения тканей кислородом по сравнению с исходным (таблица 2).

Таблица 2 — Показатель парциального напряжения кислорода мягких тканей, мм рт. ст.

Уровень 1-го плюсне-фалангового сустава		До операции	После операции		
			на 3-и сутки	на 6-е сутки	через месяц
		17	26	24	33
Голень в нижней трети	Лат	10	24	25	29
	Мед	35	44	35	44
Голень в средней трети	Лат	31	34	30	47
	Мед	38	42	44	45
Голень в верхней трети	Лат	14	16	19	39
	Мед	42	50	49	54
Бедро в нижней трети	Лат	19	29	33	49
	Мед	45	54	52	65
Под углом 60°		14	17	19	22

Таким образом, исследование через месяц показало отсутствие каких-либо осложнений после проведенной абляции с применением ультразвука, достаточную проходимость сосудистого русла в зоне установленного стента, отсутствие патологических изменений сосудистой стенки в зоне «оперативного интрасеса».

По принятой у нас практике отдаленные результаты лечения мы изучаем через 3 года. Однако из-за неблагоприятной санитарно-

противоэпидемической обстановки в стране (COVID-19) госпитализировать пациента С. удалось только спустя 5 лет после операции.

При поступлении болей в покое нет, стопы теплые, трофические нарушения отсутствуют, длительность безболевого ходьбы составляет примерно 500 м. Лабораторные и биохимические показатели крови и мочи у пациента без значительных отклонений от нормы. Выполненная УЗДГ МАНК показала достаточную проходимость ПБА, ПКА, передней большеберцовой артерии (ПББА) до ее дистальных отделов, а также значимые стенозы на протяжении задней большеберцовой артерии (ЗББА). Скоростные показатели и другие важные ультразвуковые показатели близки к норме.

Показатели парциального напряжения кислорода мягких тканей оказались следующими: н/3– с/3– в/3 голени 44–46–48 мм рт. ст. соответственно; на с/3 бедра — 66 мм рт. ст.

Бедренная ангиография левой нижней конечности, выполненная через 5 лет после операции, показала положительную динамику: стенозирование внутри стентов до 10 %, что свидетельствовало о хорошем результате проведенной УЗ-абляции (рисунок 6).

Таким образом, выполненная пациенту ультразвуковая абляция, ангиопластика со стентированием пораженного сегмента бедренной артерии позволила достичь хорошего долгосрочного клинического результата (через 5 лет), подтвержденного инструментальными исследованиями.

Результаты и их обсуждение. Для сравнения полученных результатов оперативного ле-



Рисунок 6 — Контрольная ангиограмма через 5 лет после УЗ-абляции

чения пациентов обеих групп оценивали клинический успех и успех эндоваскулярного вмешательства. Клинический успех представлял собой сочетание уменьшения или исчезновения субъективных, а также объективных симптомов ишемии. Оценивали сразу после выполненной операции, в 6- и в 12-месячный срок. Успехом рентгенэндоваскулярной процедуры мы считали отсутствие значимых стенозов или окклюзий стентированных/дилатируемых участков МАНК непосредственно после операции, а также при контрольной осмотре в срок 6 и 12 месяцев после проведенного вмешательства. При этом процент рестеноза при контрольном исследовании должен был составлять не более 40 % при достаточной скорости кровотока в дилатированной артерии.

Одним из субъективных показателей изменения кровоснабжения конечности является симптом «перемежающая хромота». Среди наших пациентов в послеоперационном периоде отмечалось увеличение дистанции ходьбы до появления болей в НК: контрольная группа — с $79,1 \pm 9,45$ до $415,7 \pm 34,6$ м, а в основной — с $74,2 \pm 12,5$ до $440,9 \pm 24,6$ м ($p < 0,05$). ПЛИ так же изменился в обеих группах: для контрольной группы на $0,07 \pm 0,041$, а в основной группе изменения были более значимые — на $0,15 \pm 0,07$ ($p > 0,05$).

Контроль проходимости зоны эндоваскулярного вмешательства оценивали на основании данных УЗДГ и ангиографического исследования. Данные инструментального обследования так же подтверждали положительные результаты клинической оценки состояния пациентов.

Так, по данным УЗДГ, выполненного через 6 месяцев после операции, отмечено достоверно значимое улучшение периферической гемодинамики у пациентов основной группы исследования: увеличение систолической скорости кровотока в среднем на 10 %, а диастолической значительно выше — на 60 %, ПИ в среднем увеличился более чем в 2,5 раза, а ИР уменьшился на более чем на 70 % от исходного. Через 12 месяцев описанные выше показатели оказались несколько выше, чем в 6-месячный период, что еще раз подтверждает значимое улучшение кровотока на НК в результате проведенной УЗ-абляции. Так, систолическая скорость кровотока в среднем увеличилась в 1,2 раза, а диастолическая в 2 раза, ПИ в 2 раза. Результаты в контрольной группе имели ту же тенденцию к увеличению.

Сравнение ИР, ПИ и градиента давления в двух исследуемых группах непараметрическим методом статистических исследований (критерий χ^2 Пирсона) получены следующие результаты. Значение критерия χ^2 составляет 0,192, а критическое значение χ^2 при двух степенях свободы и уровне значимости $p < 0,05$ составляет 5,991. Следовательно, между двумя сравниваемыми показателями у пациентов обеих групп связь статистически значима только при уровне $p > 0,05$.

Ангиографическое исследование позволило уточнить проходимость стента или зон проведения эндоваскулярного лечения. Анализируя полученные результаты лечения пациентов основной группы, выявлены следующие значения рестеноза оперированных участков. Через 6 месяцев процент внутривенного рестеноза составлял от 18 до 28 % (в среднем не более 23,2 %) и не требовал дополнительного оперативного эндоваскулярного лечения. Окклюзий стентированного участка не наблюдалось ни у одного пациента. Наружные просветы артерий не изменялись. Случаев тромбоза артерии в зоне вмешательства, разрыва артерии или дистальной эмболии в послеоперационном периоде не отмечено.

Через 12 месяцев результат лечения в основной группе выглядел следующим образом. Величина рестеноза стентированных участков магистральных артерий возросла до 43 % (средняя величина этого показателя — 39,2 %). Повторных оперативных вмешательств на оперированных артериальных сосудах после выполненной УЗ-абляции за весь срок наблюдения не потребовалось.

Среди пациентов контрольной группы на контрольной отметке в 6 месяцев процент рестеноза не превышал 42 % (в среднем этот показатель составил 37,2 %), а рестеноз на годовой отметке наблюдения при РКА составил уже в среднем 78,2 %.

Более высокое значение ангиографического успеха в отдаленном периоде у пациентов основной группы можно объяснить улучшением биомеханических свойств артериальной стенки после проведения УЗ-абляции и, соответственно, меньшим процентом рестенозирования в послеоперационном периоде. Такого результата не наблюдали в контрольной группе, где процент рестенозирования при контрольном исследовании значительно превышал допустимый параметр после подобных операций — $78,2 \pm 7,4$ %. Клинический же успех в отдаленном периоде в обеих группах был рав-

ным по результатам опроса прооперированных пациентов.

Заключение. Проведение УЗ-абляции в сочетании с интервенционными методами лечения является высокоэффективным и безопасным методом восстановления проходимости магистральных артерий у пациентов с ишемическими формами СДС. Ее выполнение характеризуется отсутствием ранних и поздних процедуральных осложнений в виде диссекции интимы, ее термического/кавитационного повреждения, возникновения аневризмы или перфорации сосуда, дистальной эмболии, а

также значимого рестенозирования в течение 12-месячного наблюдения.

Дополнительное использование метода УЗ-абляции в комплексное интервенционное лечение ишемических форм СДС способствует в течение 12 месяцев после операции существенному улучшению периферического кровообращения нижних конечностей, что выражается в увеличении безболевого расстояния ходьбы, повышении перфузии нижней конечности, росту скоростных показателей магистрального кровотока на фоне повышения ПЛИ.

Список цитированных источников

1. Рундо, А. И. Современные аспекты этиологии и патогенеза синдрома диабетической стопы / А. И. Рундо // Новости хирургии. — 2015. — Т. 23, № 1. — 2015. — С. 97–104.
2. Хирургическое лечение больных с критической ишемией нижних конечностей в зависимости от спектра вегетирующей флоры / А. В. Гавриленко [и др.] // Журн. им. Н. И. Пирогова. Хирургия. — 2012. — № 2. — С. 19–25.
3. Критическая ишемия нижних конечностей / В. А. Янушко [и др.]. — Минск : Бизнессофсет, 2014. — 232 с.
4. Эффективность ультразвуковой ангиопластики в комплексном лечении больных с хроническими окклюзиями периферических артерий / И. Э. Адзерихо [и др.] // Рецепт. — 2007. — № 5. — С.15–19.
5. Адзерихо, И. Э. Использование высокоинтенсивного ультразвука в улучшении биомеханических свойств артериальной стенки у пациентов с СДС / И. Э. Адзерихо, С. Н. Чур // Материалы XV съезда хирургов Республики Беларусь: Актуальные вопросы хирургии, г. Брест, 16–17 окт. 2014 г. — Брест, 2014. — С. 345.

Endovascular ultrasound ablation in complex treatment of patients with diabetic foot syndrome

Chur S. N.¹, Adzerikho I. E.², Korolev A. V.³

¹Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus;

*²State Educational Institution “Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education”,
Minsk, Republic of Belarus;*

*³Health Care Institution “Minsk Regional Clinical Hospital”,
Minsk district, ag. Lesnoy, Republic of Belarus*

Currently, the number of revascularization operations and, above all, X-ray endovascular operations on the main arteries of the lower extremities is increasing every year, but it is premature to speak about the success of this type of surgical treatment in patients with Menckeberg medial calcinosis (occurring in patients with diabetes mellitus) due to the high incidence of complications. in the intraoperative period, and sometimes the impossibility of performing the operation itself due to the severity of the pathological process in the arterial wall.

The proposed method is based on intravascular high-frequency ultrasound action on the arterial wall, which allows changing its biomechanical properties and, thus, successfully performing endovascular intervention.

The study included 38 patients with occlusive-stenotic lesions of the main arteries of the lower extremities. In the main group, ultrasound ablation followed by balloon angioplasty with or without stenting was performed, and in the control group, we performed only balloon angioplasty with or without stenting without the use of ultrasound.

The proposed method of ultrasonic ablation made it possible to reduce the percentage of restenosis in the surgical area within 12 months by almost 2 times compared with the control group due to an increase in the compliance of the arterial wall after ultrasonic exposure.

Keywords: ultrasound ablation, revascularization, diabetic foot syndrome, occlusion of the main artery, stenosis of the main artery of the lower limb.

Поступила 31.05.2022