



Применение новых режимов ультразвукового обследования в выявлении патологии артерий нижних конечностей у больных старшей возрастной группы с сахарным диабетом 2 типа

Кривошеева Н.В.

ГБОУ ВПО "Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова"
Минздрава России, Москва, Россия

The Use of New Modes of Ultrasonic Examination in the Detection of the Lower Extremities Arteries Pathology Among Older Age Group Patients with Diabetes Type 2

Krivosheeva N.V.

N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Цель исследования: проанализировать возможности и выявить преимущества новых режимов ультразвукового обследования – количественной оценки акустической структуры – ASQ (Acoustic Structure Quantification), картирования микрососудистого русла с высоким пространственно-временным разрешением SMI (Superb Microvascular Imaging) в обследовании артериального русла у пациентов с сахарным диабетом 2 типа.

Материал и методы. В исследование включено 44 пациента в возрасте от 65 до 92 лет. Мужчин было 26 (59,0%), женщин – 18 (41,0%) Всем пациентам проведено полное клиническое обследование, выполнено ультразвуковое обследование артериального русла нижних конечностей на ультразвуковом приборе Aplio™ 500 компании Toshiba.

Результаты. Включение в алгоритм обследования пациентов с сахарным диабетом 2 типа новых режимов ультразвукового обследования – количественной оценки акустической структуры – ASQ, картирования микрососудистого русла с высоким пространственно-временным разрешением SMI расширит диагностические возможности ультразвукового исследования в выявлении признаков патологических изменений артерий нижних конечностей. Полученные данные позволят сформировать дифференцированный подход к профилактике и определить приоритетные направления лечения синдрома диабетической стопы у пациентов старшей возрастной группы.

Выводы. При обследовании пациентов старшей возрастной группы с сахарным диабетом 2 типа являет-

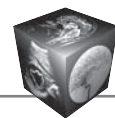
ся необходимым включение в алгоритм ультразвукового обследования новых режимов исследования – количественной оценки акустической структуры – ASQ, картирования микрососудистого русла с высоким пространственно-временным разрешением SMI для достоверной оценки состояния артериального русла нижней конечности. Полученные данные позволяют сформировать обоснованную тактику лечения и профилактики синдрома диабетической стопы.

Ключевые слова: старшая возрастная группа больных, артерии нижних конечностей, атеросклеротическая бляшка, характер атеросклеротической бляшки.

Goal: to analyze the possibilities and identify the benefits of new modes of ultrasonic examination – ASQ (Acoustic Structure Quantification), SMI (Superb Microvascular Imaging) with high spatial and temporal resolution, in an examination of the arterial bed among patients with diabetes type 2.

Materials and methods. The study included 44 patients aged 65 to 92 years. Men were 26 (59.0%), women – 18 (41.0%). All patients underwent a complete clinical examination, an ultrasound examination of the lower extremities arterial bed in the ultrasonic unit Aplio™ 500 from Toshiba was performed.

Results. The inclusion of new ultrasound modes in the examination algorithm of patients with diabetes type 2, ASQ (Acoustic Structure Quantification), SMI (Superb Microvascular Imaging) with high spatial and temporal resolution, will expand the diagnostic capabilities of ultrasound studies



to identify the signs of pathological changes of lower limb arteries. The data obtained will allow to generate a differentiated approach for precaution, and to identify priority areas for the treatment of diabetic foot syndrome among older age group patients.

Conclusion. During examination of older patients with diabetes type 2 it is a necessary to include in the algorithm of ultrasound examination the new research modes – ASQ (Acoustic Structure Quantification), SMI (Superb Microvascular Imaging) with high spatial and temporal resolution for a reliable assessment of the lower limb arterial bed status. These data forms the reasonable tactics of treatment and prevention of diabetic foot syndrome.

Key words: older age group patients, the arteries of the lower extremities, atherosclerotic plaque, the nature of the atherosclerotic plaque.

Введение

Эпидемиологические исследования свидетельствуют о том, что 20–50% из всех больных с недостаточностью кровообращения в нижних конечностях составляют пациенты с сахарным диабетом (СД) [1–3].

При этом заболевания периферических артерий являются одним из поздно диагностируемых и несвоевременно распознаваемых осложнений СД [4, 5].

По результатам работ большинства наших и зарубежных коллег при исследовании особенностей макрогемодинамических расстройств в нижних конечностях и характера поражения сосудистой стенки при облитерирующем атеросклерозе на фоне СД 2 типа по сравнению с классическим атеросклерозом доказано, что основным отличием, характерным для поражения сосудистой стенки при СД и атеросклерозе, является наличие медиасклероза (склероз Менкеберга), что определяет снижение эластических свойств сосудистой стенки. Клинически это проявляется относительно более высокими значениями лодыжечно-плечевого индекса давления [6].

По данным В.С. Савельева и соавт., в сосудах чаще всего формируются кальцинированные бляшки, несколько реже – плотные гомогенные и поражаются наиболее часто артерии голени [7].

А.В. Покровский и соавт. подчеркивают высокую частоту мультисегментарного поражения сосудистого русла атеросклерозом, также подчеркивая

вовлечение и патологический процесс артерий среднего и малого диаметра (подколенные, берцовые артерии, артерии стопы), что существенно затрудняет возможности коллатеральной компенсации [8, 9]. В результате у пациентов с СД развивается синдром диабетической стопы (СДС).

Развитие такого грозного осложнения, как СДС, обусловлено прогрессированием патологического процесса у больных СД и требует дорогостоящего лечения. [10]. Именно поэтому рост количества пациентов с СД и его осложнений ведет к поиску новых путей в их современной диагностике [6, 11], а актуальность обсуждаемой проблемы только растет. Интерес к данной проблеме продолжает несоизмеримо расширяться и благодаря параллельному развитию современной фармакологии, лабораторной и инструментальной диагностики, консервативному и оперативному лечению в ближайшем будущем позволит помочь обеспечить должный уровень здоровья и социальной адаптации пациентам с СД.

Для исследования сосудистой системы в настоящее время используется комплекс диагностических методик, включающий ультразвуковые, радиоизотопные, рентгеноконтрастные, магнитно-резонансные, компьютерно-томографические [12, 13].

Ведущим методом инструментальной лучевой диагностики является метод ультразвукового сканирования, который позволяет выявить структурные изменения сосудистой стенки, характерные для начальных стадий диабетической макроангиопатии [6, 7]. Другие лучевые методы, учитывая либо их инвазивность, либо высокую стоимость, использование контрастных препаратов, ограничены в применении у пациентов старшей возрастной группы. Не менее важным преимуществом ультразвукового исследования также является возможность использования портативных приборов, что позволяет проводить исследование непосредственно у постели нетранспортабельного больного или больного с ограничением двигательной активности. К основным недостаткам метода дуплексного сканирования относят невозможность прямой визуальной оценки состояния сосудов малого диаметра, включая микроциркулятор-

Для корреспонденции: Кривошеева Наталья Владимировна –117437 Москва, ул. Островитянова, д. 1. Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова. Тел.: +7-495-490-02-39. E-mail: krivosheeva.uzi@yandex.ru

Кривошеева Наталья Владимировна – канд. мед. наук, доцент кафедры УЗД ФДПО “Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова”, Москва.

Contact: Krivosheeva Natalya Vladimirovna – 117437, Ostrovityanova str., bld. 1, Moscow. Pirogov Russian National Research Medical University. Phone: +7-495-490-02-39. E-mail: krivosheeva.uzi@yandex.ru

Krivosheeva Natalya Vladimirovna – cand. of med. sci., Docent of Ultrasound of Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow.



ное русло. Это резко ограничивает разрешающую способность метода при диагностике диабетической микроангиопатии. Все это стимулирует к поиску новых решений этой проблемы.

На сегодняшний день появилась возможность оценки сосудов более детально в новом режиме исследования – ASQ (Acoustic Structure Quantification) и сосудов более малого калибра с применением режима SMI (Superb Microvascular Imaging) [14]. Высокую оценку информативности режима SMI мы нашли в зарубежных источниках. Так, имеются результаты исследования васкуляризации образования печени [15], оценки характера васкуляризации при тендинитах и лигаментитах в ортопедической практике [16], исследования объемных образований молочных желез [17]. Работ по применению режима ASQ и SMI в ангиологической практике мы не встретили, что и послужило стимулом к выполнению нашего исследования.

Цель исследования

Проанализировать возможности и выявить преимущества новых режимов ультразвукового обследования – количественной оценки акустической структуры ASQ, картирования микрососудистого русла с высоким пространственно-временным разрешением SMI в обследовании артериального русла у пациентов с СД 2 типа.

Материал и методы

В исследование включено 44 пациента в возрасте от 65 до 92 лет. Мужчин было 26 (59,0%), женщин – 18 (41,0%) Всем пациентам проведено полное клиническое обследование, выполнено ультразвуковое обследование артериального русла нижних конечностей на ультразвуковом приборе Aplio™ 500 компании Toshiba.

Исследование артериального русла проводили по установленному алгоритму в 2 этапа:

1) проведение стандартного ультразвукового обследования, которое включало исследование сосудистого пучка в В-режиме и режиме цветового дуплексного сканирования или энергетического картирования;

2) применение новых диагностических режимов – количественной оценки акустической структуры (ASQ), картирования микрососудистого русла с высоким пространственно-временным разрешением SMI.

Результаты

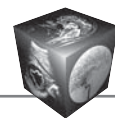
При стандартном обследовании возможности ультразвукового ангиосканирования ограничиваются исследованием задних большеберцовых (ЗББА), передних (ПББА) и малых большеберцо-

вых артерий, артерий тыла стопы (АТС). Более мелкие артерии не кодируются в режиме цветового дуплексного картирования.

При исследовании сегмента стопы с применением режимов цветового дуплексного сканирования или энергетического сканирования можно провести локацию только артерии тыла стопы и визуализировать некоторые отдельные артериальные и венозные ветви, общее представление о характере и выраженности сосудистой архитектоники получить не удастся. Мы впервые расширили объем исследования сосудистого русла тыла стопы и подошвенной части или плантарного отдела стопы, применив возможности методики картирования микрососудистого русла. Важными отличительными характеристиками режима являются высокая частота кадров (выше 50 кадров/с) и способность регистрировать кровоток с предельно низкими скоростными характеристиками (вплоть до 1,3 см/с).

Данный метод позволил нам более детально оценить варианты строения сосудистого русла стопы и, что особенно важно, оценить варианты компенсаторного перетока за счет активизации мелких мышечных ветвей.

К сожалению, данный метод на сегодняшнем этапе развития не позволяет достоверно определить скоростные показатели гемодинамики в исследуемом участке, но в то же время появляется возможность оценить качество и варианты компенсаторного кровотока с учетом расчета количества регистрируемых сосудистых локусов в заданном участке. Для стандартизации исследования были введены критерии оценки изменения архитектоники сосудистого русла стопы. Так, исследование проводилось в диапазоне заданной глубины у каждого пациента. Размер оцениваемого участка определялся размером сканирующей поверхности датчика ультразвукового сканера, которая была стандартизирована, так как исследование проводилось на одном и том же ультразвуковом аппарате. Вариант нормы определяли в процессе обследования у пациентов контрольной группы. При анализе данных получили, что у пациентов контрольной группы (т.е. пациенты с показателями нормального липидного спектра крови и неизменным уровнем глюкозы и инсулина в крови, отсутствием гемодинамически значимого стенозирования артерий нижних конечностей) отмечались равномерное распределение и интенсивность картирования сосудистых локусов на всем исследуемом участке. Изменение архитектоники оценивали в виде обеднения, усиления васкуляризации с относительными градациями в виде выраженного усиления и незна-



чительного усиления васкуляризации. Оценивали изменение интенсивности контрастирования сосудистой структуры, что проявлялось в виде более интенсивного окрашивания (вплоть до ярко-белого цвета), обусловленного усилением скорости кровотока в данном участке вследствие активизации компенсаторного перетока и наличия участка с признаками шунтового кровотока или в случае повышенной гемодинамической нагрузки при поражении основной приводящей магистралей. Данный признак возможно аналогичен элайзинг-эффекту, выявляемому при использовании дуплексного режима.

При оценке состояния дистального русла конечности регистрировалось:

- гемодинамически незначимое поражение артерий нижних конечностей (при этом при длительном течении СД у пациента регистрировались признаки нейропатической формы СДС);

- гемодинамически значимое поражение (стенотоз более 50%) и/или окклюзионное поражение дистальных отделов конечности (нейроишемический вариант СДС).

Так, обычно, в просвете артерий бедренно-подколенного сегмента гемодинамически значимые атеросклеротические бляшки (АСБ) не выявляются, но комплекс интима-медиа (КИМ) утолщен, в стенках отмечаются множественные гиперэхогенные включения повышенной эхогенности (включения кальция), в результате чего сосуд теряет свою эластичность.

При осмотре артерий голени может регистрироваться как гемодинамически значимое, так и гемодинамически незначимое стенозирование.

При анализе данных таблицы регистрируется атеросклеротическое поражение артерий нижних конечностей в виде преобладания гемодинамически незначимого поражения бедренно-подколенного сегмента (изменение только толщины КИМ или наличие мелких АСБ) – 72,4% и в виде наличия гемодинамически незначимого стенозирования просвета артерий (АСБ 20–50%) – 20,5%. Таким образом, общий процент гемодинамически незначимого поражения бедренно-подколенного сегмента у данной группы населения составляет 93,2%, а гемодинамически значимое поражение составляет соответственно 6,8%. При оценке со-

стояния сегмента голени и сегмента стопы выявлены другие закономерности. При оценке сегмента голени гемодинамически незначимое поражение выявлено в 43,2% случаев, а гемодинамически значимое стенозирование, включая окклюзию сосуда, отмечали в 56,8% случаев. При оценке состояния кровоснабжения стопы гемодинамически незначимое поражение регистрировали у 56,9% больных, а гемодинамически значимое поражение – у 43,1%. Так, сегмент голени и сегмент стопы у пациентов старшей возрастной группы значительно не отличались в цифровых значениях друг от друга, что позволяет объединить эти два сегмента в одно общее понятие – “дистальные отделы” конечности. Наши данные позволяют утверждать, что частота поражения ЗББА и ПББА (АТС) достоверно не отличается у пациентов пожилого и старческого возраста с СД 2 типа. Только 3 пациента из обследуемой группы относились по возрасту к группе долгожителей. У этих больных регистрировалось гемодинамически незначимое стенозирование артерий нижних конечностей.

Остановимся на некоторых эхографических ситуациях, позволяющих определить преимущественно использования новых методов в ультразвуковой диагностике.

У пациентов с нейропатическим вариантом развития СДС при проведении ультразвукового исследования отмечали признаки атеросклеротического поражения артерий нижних конечностей в виде наличия гемодинамически незначимых гетерогенных с включениями кальция АСБ в просвете поверхностной бедренной артерии (ПБА) и подколенной артерии (ПКА) с обеих сторон – классический вариант течения склероза Менкеберга – характерное поражение стенки артерии без развития гемодинамически значимого стенозирования. Однако степень проявления может быть различной даже у одного и того же пациента на контралатеральных участках, хотя в том и другом случае стенозирование расценивалось как гемодинамически незначимое (рис. 1).

На рис. 2 в режиме ЦДК регистрируется кровоток в ПБА, огибающий по контуру гемодинамически незначимую АСБ, лоцируемую в просвете артерии справа. Данная информация в том же объеме подтверждается в режиме SMI (см. рис. 2).

Характер поражения артериального русла нижних конечностей

Сегменты артериального русла	Изменение толщины КИМ, мелкие АСБ	АСБ 20–50%	АСБ более 50%	Окклюзия сосуда
Бедренно-подколенный	32 (72,7%)	9 (20,5%)	2 (4,5%)	1 (2,3%)
Голень	16 (36,4%)	3 (6,8%)	18 (40,9%)	7 (15,9%)
Стопа	20 (45,5%)	5 (11,4%)	11 (25,0%)	8 (18,1%)

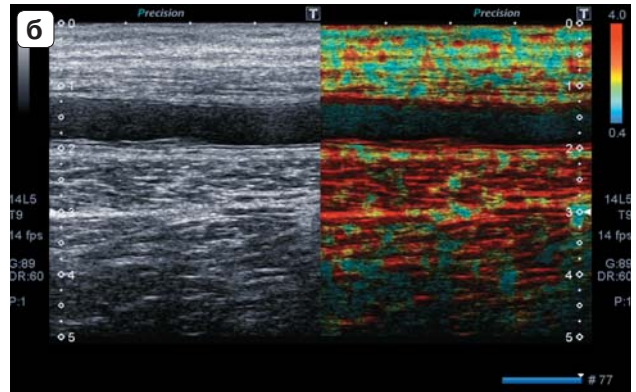


Рис 1. УЗ-изображения стенозирования просвета ПБА (контралатеральные участки). а – В-режим, стенозирование просвета справа до 40%; б – В-режим и режим ASQ, стенозирование просвета ПБА слева до 20%.

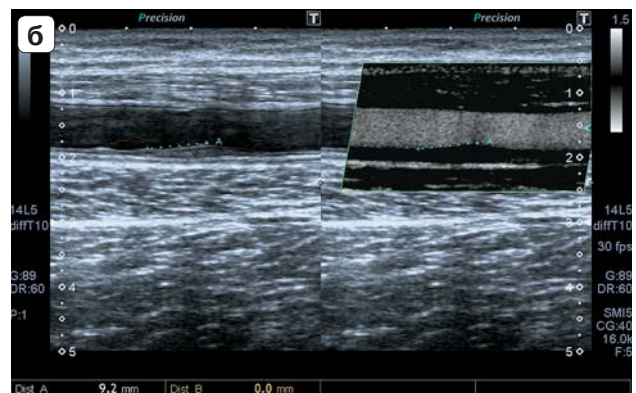
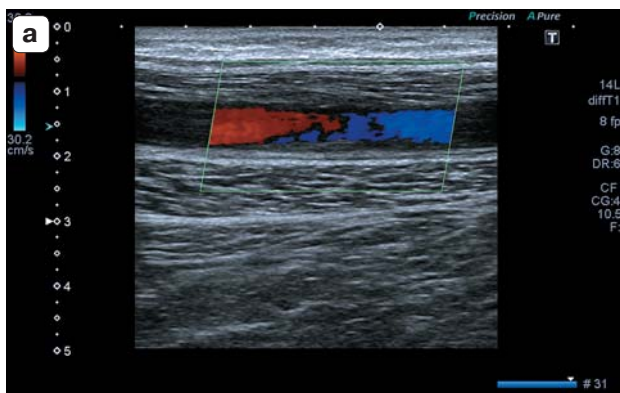


Рис 2. УЗ-изображения гемодинамически незначимой АСБ в просвете ПБА, стенозирующей просвет на 20%. а – в режиме ЦДК; б – в В-режиме и режиме SMI.

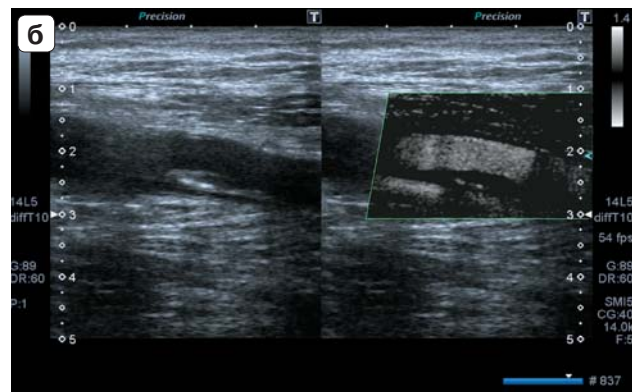


Рис 3. УЗ-изображения гемодинамически незначимой АСБ в просвете ПБА, стенозирующей просвет на 40%. а – в режиме ЦДК; б – в В-режиме и режиме SMI.

При анализе эхограмм, полученных на уровне бедренного сегмента слева (рис. 3), также объем информации при использовании В-режима, режима ЦДК, SMI формировал соответствующую ультразвуковую картину.

При исследовании сегмента голени были выявлены признаки уплотнения и неравномерного

повышения эхогенности стенок ЗБА с обеих сторон. Данные изменения были более выражены слева, однако в спектральном режиме регистрировался магистрально-неизменный кровоток, что подтверждает отсутствие гемодинамически значимого стенозирования исследуемых артерий.

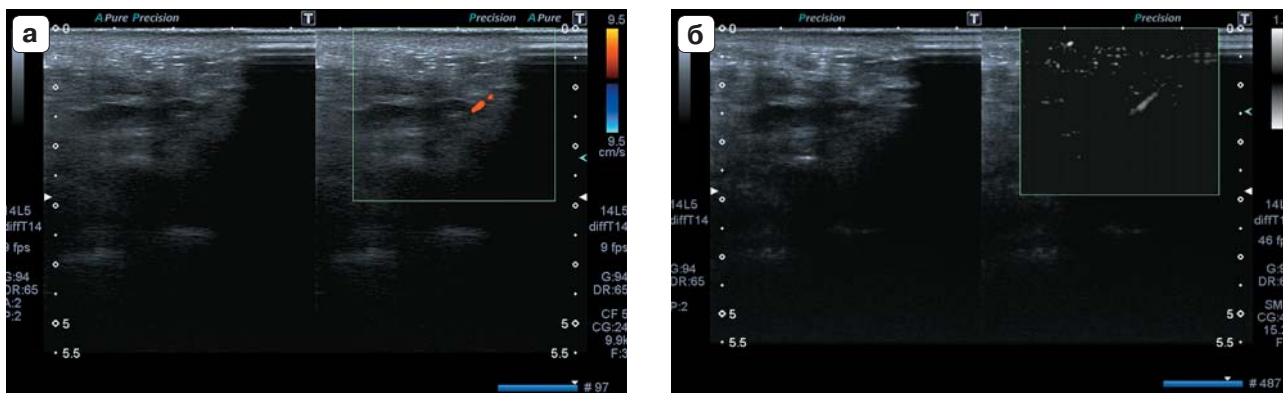
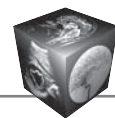


Рис 4. УЗ-изображения артериальной ветви в области плантарной поверхности стопы слева. а – в В-режиме и режиме ЦДК; б – в В-режиме и режиме SMI.

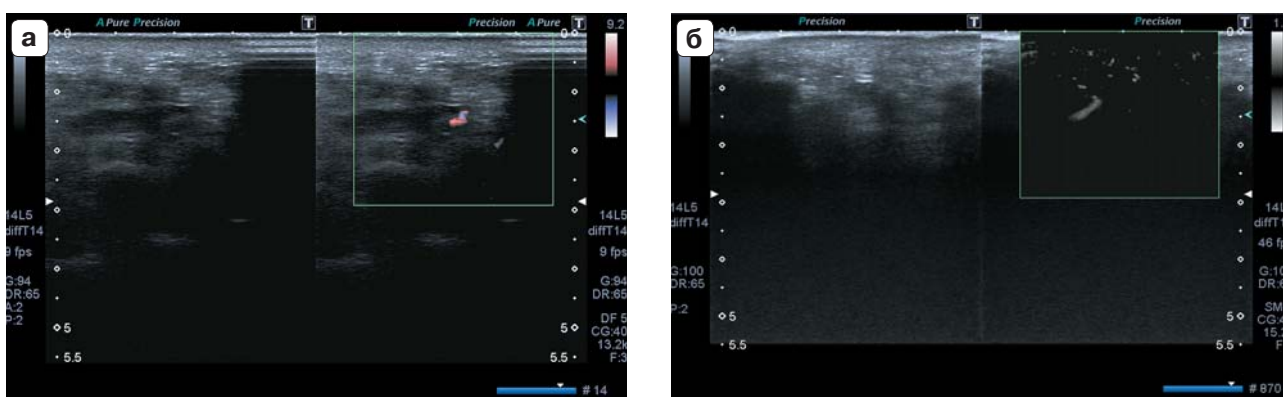


Рис 5. УЗ-изображения артериальной ветви в области плантарной поверхности стопы справа. а – в В-режиме и режиме ЦДК; б – в В-режиме и режиме SMI.

Далее проводили исследование артерий в области плантарного апоневроза. При использовании режима ЦДК визуализировали единичные сосудистые локусы, а благодаря применению режима SMI возможно кодирование сосудов значительно меньшего диаметра, а также создается целостное представление о вариантах строения сосудистого русла в данной области. На рис. 4 и 5 представлены варианты рисунка сосудистого русла соответственно левой и правой стопы в области плантарной поверхности стопы. При анализе эхограммы по данным режима ЦДК – кровотоков в артериях стопы магистральный, неизменный с обеих сторон, а при использовании технологии SMI при кодировании более мелких сосудов отмечается уменьшение количества сосудистых сигналов, т.е регистрируется обеднение сосудистого рисунка слева.

В подтверждение сказанного на представленных эхограммах контрастируется кровотоков в области плантарной поверхности стопы справа, где рядом с крупной ветвью регистрируется сеть

мелких равномерно распределенных в мягких тканях сосудов.

На основании данного исследования можно сделать вывод, что по данным стандартного ультразвукового исследования с использованием только В-режима и режима ЦДК или энергетического картирования у пациентов с гемодинамически незначимым стенозированием артерий нижних конечностей выставляется диагноз нейропатической формы диабетической стопы, однако использование режима SMI позволило диагностировать начальные изменения ишемии дистальных отделов конечности.

Таким образом, благодаря данной технологии обследования появилась возможность выявлять признаки изменения кровоснабжения дистальных отделов стопы у пациентов с СД на более ранних этапах развития ангиопатии, что неопределимо для клинической практики.

Рассмотрим также вариант эхографической картины при развитии нейроишемического варианта СДС.

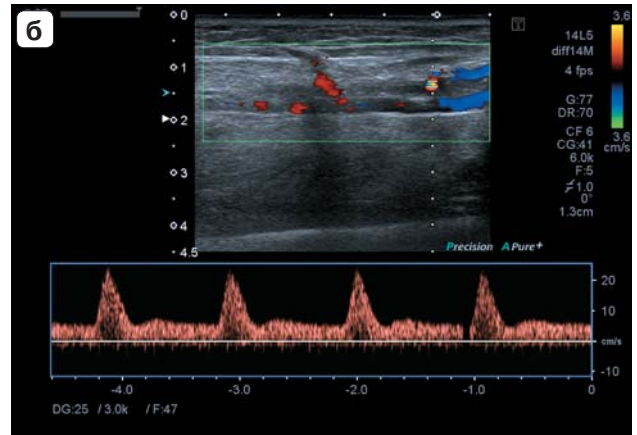


Рис. 6. УЗ-изображения гемодинамически значимого стенозирования ЗББА справа. а – в режиме ЦДК; б – в режиме ЦДК и импульсной доплерографии.

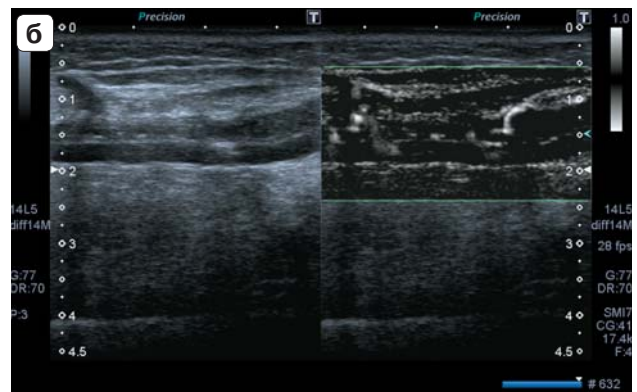
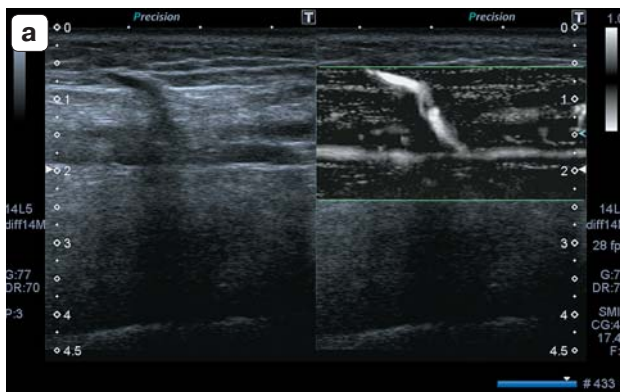


Рис. 7. УЗ-изображения гемодинамически значимого стенозирования ЗББА справа, режим SMI. а – отчетливо контрастируется ЗББВ и перфорантная вена, в просвете ЗББА единичные сосудистые локусы; б – регистрируется коллатеральная ветвь ЗББА, дистальнее разделяющаяся на две мелкие ветви.

При исследовании в В-режиме в ПБА, ПКА с обеих сторон лоцировались гемодинамически незначимые АСБ с наличием кальцинированных включений, что соответствует гемодинамически незначимому поражению бедренно-подколенного сегмента.

При исследовании сегмента голени справа были отмечены признаки гемодинамически значимого стенозирования дистального отдела ЗББА. Так, на эхограмме в просвете ЗББА визуализируется гетерогенная с включениями кальция АСБ, гемодинамически значимо стенозирующая просвет артерии. В режиме ЦДК кровотоки регистрируются в начальном и дистальном отделах АСБ с признаками элайзинг-эффекта, в спектральном режиме на локальном участке в просвете артерии после АСБ отмечается магистрально-измененный тип кровотока, подтверждающий гемодинамически значимое стенозирование ЗББА.

В данном случае определить процент или вариант, на сколько гемодинамически значимым

регистрируется стенозирование, определить по данным стандартного ультразвукового исследования не представляется возможным. В этом случае такжenezаменима и перспективна технология SMI.

На рис. 7 отчетливо и равномерно контрастируются ЗББВ, также определяется несостоятельная перфорантная вена, отходящая от нижерасположенной ЗББВ. А в просвете ЗББА регистрируются только единичные пристеночно расположенные сигналы как в зоне проксимального отдела, так и в центральном участке АСБ, которые при ЦДК никак не картировались. Следовательно, в просвете артерии был зарегистрирован низкоамплитудный кровотоки, не регистрируемый в режиме ЦДК. В этом случае по данным режима SMI у пациента зарегистрирован крайний вариант гемодинамически значимого стенозирования – субтотальный стеноз просвета артерии, дистальнее переходящий в окклюзию просвета артерии с формированием коллатеральных ветвей.

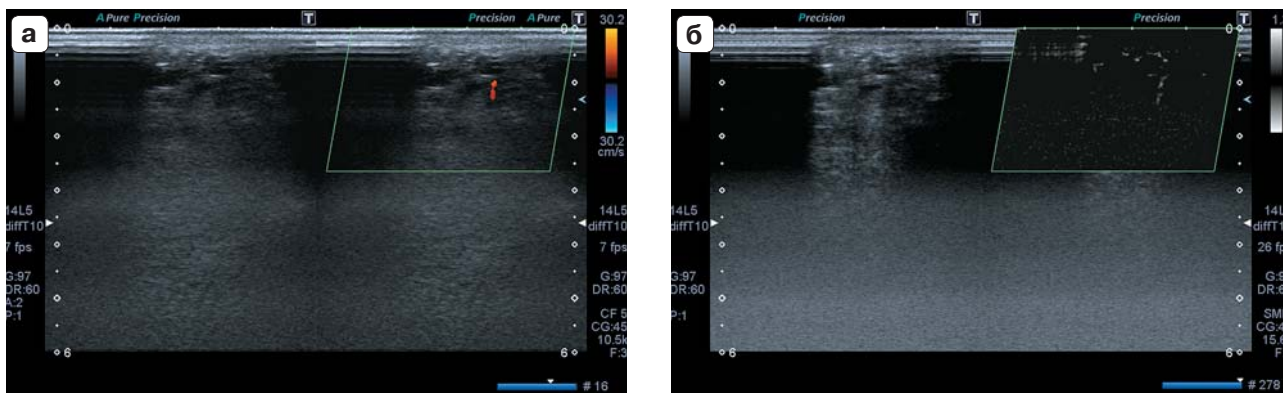
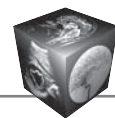


Рис. 8. УЗ-изображения артериальной ветви в области плантарной поверхности стопы справа. а – в В-режиме и режиме ЦДК; б – в В-режиме и режиме SMI.

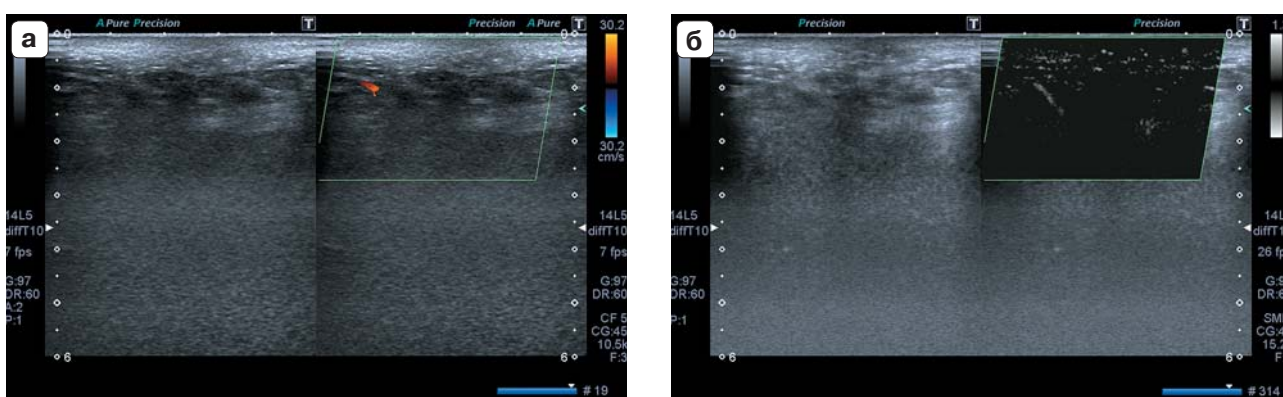


Рис. 9. УЗ-изображения артериальной ветви в области плантарной поверхности стопы слева. а – в В-режиме и режиме ЦДК; б – в В-режиме и режиме SMI.

При исследовании артерий стопы справа в зоне плантарной поверхности стопы при ЦДК кровотоков регистрировался в виде единичного сосуда (рис. 8, а), а при использовании технологии SMI визуализировалась данная ветвь с наличием единичных более мелких ветвей, формирующих сосудистое русло в данной зоне и располагающихся преимущественно в поверхностных мягких тканях стопы (рис. 8, б). В глубоких отделах кровотоков обеднен за счет гемодинамически значимого стенозирования ЗББА.

При исследовании артерий стопы слева в зоне плантарной поверхности стопы при ЦДК также кровотоков регистрировался в виде единичного сосуда (рис. 9, а), но при использовании режима SMI визуализировалась как данная ветвь, так и другие ветви с наличием диффузно и равномерно расположенных сосудистых сигналов, что определяет вариант правильного формирования сосудистого русла стопы (рис. 9, б), в отличие от кровоснабжения правой стопы, где кровотоки дезорганизованы.

Таким образом, на основании полученной таким образом диагностической информации можно

оценить резервные возможности и характер поражения сосудистого русла стопы. Это неосцимемо важные данные для врача-клинициста, от них зависит прогноз и выбор дальнейшего варианта лечения у данного пациента.

Следовательно, благодаря современным возможностям ультразвуковых сканеров, оснащенных новейшими режимами обследования, появилась возможность значительно расширить диагностические возможности и точность ультразвуковой диагностики в выявлении нарушения васкуляризации нижних конечностей и, что особенно ценно, дистальных отделов стопы.

Выводы

1. При оказании медицинской помощи пациентам в возрасте 65 лет и старше с СД 2 типа диагностический алгоритм должен базироваться на применении дуплексного сканирования с цветным картированием в комплексной оценке состояния артерий нижних конечностей с оценкой сосудов плантарной поверхности стопы с использованием новых режимов исследования – количественной



оценки акустической структуры (ASQ), картирования микрососудистого русла с высоким пространственно-временным разрешением (SMI).

2. Сопоставление клинико-лабораторных показателей и данных ультразвукового исследования позволит врачу-гериатру сформировать группу пациентов с высоким риском развития СДС, нуждающихся в дифференцированном подходе к лечению, так как у пожилых пациентов снижение функционирования с развитием на фоне старческой астении становится независимой причиной увеличения госпитализаций и снижения социальной адаптации.

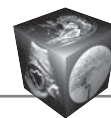
3. Данный алгоритм обследования рекомендован к рассмотрению и использованию, так как не имеет высокой экономической стоимости, времязатратности, может применяться даже непосредственно у постели нетранспортабельного пациента и больного с выраженными когнитивными нарушениями.

Список литературы

1. Ефимов А.С. Диабетическая ангиопатия. М.: Медицина, 1989. 147 с.
2. Клиническая ангиология: Руководство; Под ред. А.В. Покровского. В двух томах. Т. 2. М.: Медицина, 2004. 888 с.
3. Глинкина И.В., Зилов А.В. Дислипидемия и сахарный диабет 2 типа. Врач. 2003; 11 (6): 15–19.
4. Кошкина И.В. Нарушения кровообращения в нижних конечностях у больных сахарным диабетом 2 типа: Дис. ... канд. мед. наук. М., 2006. 121 с.
5. Дедов И.И., Удовиченко О.В., Галстян Г.Р. Диабетическая стопа. М.: Практическая медицина, 2005. 197 с.
6. Кунцевич Г.И., Барабашкина А.В. Оценка состояния артериального русла у больных сахарным диабетом с помощью цветового доплероскопического картирования и импульсной доплерографии. М.: Фолиант, 1998. 35 с.
7. Савельев В.С., Кошкин В.М., Носенко Е.М. и др. Периферическая макрогемодинамика при облитерирующем атеросклерозе артерий нижних конечностей и сахарном диабете 2 типа. Ангиология и сосудистая хирургия. 2003; 9 (1): 9–20.
8. Лосев Р.З., Куликова А.Н., Тихонова Л.А. Современные взгляды на диабетическую ангиопатию нижних конечностей (диагностика поражения магистральных артерий при сахарном диабете). Ангиология и сосудистая хирургия. 2006; 12 (1): 25–31.
9. Покровский А.В., Дан В.Н., Чупин А.В., Харазов А.Ф. Диабетические макроангиопатии. Врач. 2002; 5: 7–10.
10. Удовиченко О.В., Грекова Н.М. Диабетическая стопа. М.: Практическая медицина, 2010. 272 с.
11. Marek J.M., Krupsky W.C. Cutaneous ulcers in the ischemic diabetic foot in Current Therapy in Vascular Surgery. Third Edition. Eds C.B. Ernst, J.C. Stanley. Mosby, 1995: 558–564.
12. Дадвани С.А., Терновой С.К., Синицын В.Е., Артюхина Е.Г. Неинвазивные методы диагностики в хирургии брюшной аорты и артерий нижних конечностей. М.: Видар, 2000. 144 с.
13. Терновой С.К., Синицын В.Е. Лучевая диагностика и терапия: Учебное пособие. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 304 с.
14. Toshiba Medical System. Superb Micro-Vascular Imaging (SMI). <http://medical.toshiba.com/products/ul/general/aplio-500/clinical-applications> [дата обращения 5.01.2016]
15. Wu L., Yen H.-H., Soon M.-S. Department of Gastroenterology Changhua Christian Hospital, Changhua, Taiwan. Spoke-wheel sign of focal nodular hyperplasia revealed by superb micro-vascular ultrasound imaging. <http://m.qimed.oxfordjournals.org/content/108/8/669.full>, [дата обращения 5.01.2016]
16. Published by European Hospital, Simply Superb Microvascular Imaging, <http://www.healthcare-in-europe.com/en/article/13047-simply-superb-microvascular-imaging.html> [дата обращения 5.01.2016]
17. Ma Y., Li G., Li J., Ren W.-D. The Diagnostic Value of Superb Microvascular Imaging (SMI) in Detecting Blood Flow Signals of Breast Lesions. A Preliminary Study Comparing SMI to Color Doppler Flow Imaging. Medicine. 2015 Sept; 94 (36): www.md-journal.com. [дата обращения 5.01.2016]

References

1. Efimov A.S. Diabetic angiopathy. M.: Medicine, 1989. 147 p. (In Russian)
2. Clinical angiology: Manual. Ed. A.V. Pokrovsky. In two volumes. Vol. 2. Moscow: Medicine, 2004. 888 p. (In Russian)
3. Glinkina I.V., Zilov A.V. Dyslipidemia and Diabetes type 2. Vrach. 2003; 11 (6): 15–19. (In Russian)
4. Koshkina I.V. Disorders of blood circulation in the lower extremities among patients with diabetes type 2: Dis. ... cand. of med. sci. M., 2006. 121 p. (In Russian)
5. Dedov I.I., Udovichenko O.V., Galstyan G.R. Diabetic foot. M.: Practical Medicine, 2005. 197 p. (In Russian)
6. Kuntsevich G.I., Barabashkina A.V. Evaluation of the arterial bed state among diabetic patients using color doppler mapping and pulsed doppling. M.: Foliant, 1998. 35 p. (In Russian)
7. Savelyev V.S., Koshkin V.M., Nosenko E.M. et al. Peripheral macrohemodynamics in obliterating atherosclerosis of the lower extremities arteries and diabetes mellitus type 2. Angiology and Vascular Surgery. 2003; 9 (1): 9–20. (In Russian)
8. Losev R.Z., Kulikova A.N., Tikhonova L.A. Modern views on diabetic angiopathy of lower extremities (diagnosis of the main arteries lesions in diabetes mellitus). Angiologiya i sosudistaya khirurgiya. 2006; 12 (1): 25–31. (In Russian)
9. Pokrovsky A.V., Dan V.N., Chupin A.V., Kharazov A.F. Diabetic macroangiopath doctor. 2002; 5: 7–10. (In Russian)
10. Udovichenko O.V., Grekov N.M. Diabetic foot. M.: Practical Medicine, 2010. 272 p. (In Russian)
11. Marek J.M., Krupsky W.C. Cutaneous ulcers in the ischemic diabetic foot in Current Therapy in Vascular Surgery. Third Edition. Eds C.B. Ernst, J.C. Stanley. Mosby, 1995: 558–564.
12. Dadvani S.A., Ternovoy S.K., Sinityn V.E., Artyukhina E.G. Non-invasive diagnostic methods in surgery of the abdominal aorta and lower limb arteries. M.: Vidar, 2000. 144 p. (In Russian)



13. Ternovoy S.K., Sinitsyn V.E. Radiation diagnostics and therapy: tutorial. M.: GEOTAR–Media, 2010. 304 p. (In Russian)
14. Toshiba Medical System. Superb Micro-Vascular Imaging (SMI). <http://medical.toshiba.com/products/ul/general/aplio-500/clinical-applications> [дата обращения 5.01.2016]
15. Wu L., Yen H.-H., Soon M.-S. Department of Gastroenterology Changhua Christian Hospital, Changhua, Taiwan. Spoke-wheel sign of focal nodular hyperplasia revealed by superb micro-vascular ultrasound imaging. <http://m.qimed.oxfordjournals.org/content/108/8/669.full>, [дата обращения 5.01.2016]
16. Published by European Hospital, Simply Superb Microvascular Imaging, <http://www.healthcare-in-europe.com/en/article/13047-simply-superb-microvascular-imaging.html> [дата обращения 5.01.2016]
17. Ma Y., Li G., Li J., Ren W.-D. The Diagnostic Value of Superb Microvascular Imaging (SMI) in Detecting Blood Flow Signals of Breast Lesions. A Preliminary Study Comparing SMI to Color Doppler Flow Imaging. *Medicine*. 2015 Sept; 94 (36): www.md-journal.com. [дата обращения 5.01.2016]