# Картирование микрососудистого русла с высоким пространственно-временны́м разрешением. Аспекты применения в оценке состояния венозной системы у пациентов старшей возрастной группы с острыми тромбозами вен нижних конечностей

**Зубарев А.Р., Кривошеева Н.В.**

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

# Microvascular Mapping with High Spatiotemporal Resolution. Usage Aspects of Assessment the Venous System Condition Among Senior age Group Patients with Lower Extremities Acute Venous Thrombosis

**Zubarev A.R., Krivosheeva N.V.**

Pirogov Russian National Research Medical University of Russian Ministry of Health, Moscow , Russia

**Цель исследования:** оценить возможности и преимущества новой технологии – картирование микрососудистого русла с высоким пространственно-временны́м разрешением SMI (Superb Microvascular Imaging) в обследовании пациентов старшей возрастной группы с острыми венозными тромбозами. Сравнить методику SMI с цветовым (ЦДК) или энергетическим (ЭДК) допплеровским картированием.

**Материал и методы.** В исследование включено 67 пациентов (134 конечности), поступивших в стационар с острыми венозными тромбозами вен нижних конечностей в возрасте от 65 до 88 лет со значительным ограничением передвижения и самообслуживания. Мужчин было 43 (64,%), женщин – 24 (35,8%).

Всем пациентам проводили стандартное ультразвуковое обследование с использованием В-режима и режима ЦДК или ЭДК. Помимо этого был использован новый на сегодняшний день режим обследования, анонсируемый компанией Toshiba, используемый в ультразвуковом приборе Aplio™ 500, оснащенном настройками, позволяющими применить данную методику.

**Результаты.** На сегодняшний день все диагностические программы обследования пациентов с острыми венозными тромбозами в системе нижней полой вены базируются на цветовом дуплексном сканировании. Но, несмотря на это, все еще существуют нерешенные вопросы, требующие ответа и основанные на получении новых взглядов на проблему. Именно поэтому применение новых ультразвуковых технологий позволит получить более достоверную информацию о состоянии венозной системы у пациентов старшей возрастной группы с острыми венозными тромбозами, так необходимую врачу-клиницисту для ответа на возникающие вопросы. Были проведены оценка состояния магистральных вен нижних конечностей и определение уровня распространения и характера тромботических масс. Определены варианты обходного венозного кровотока в условиях тромбоза основной магистрали. Выявлены преимущества используемых методик при сравнении со стандартным ультразвуковым исследованием.

**Выводы.** Методика SMI ультразвукового прибора Aplio™ 500 компании Toshiba может с успехом приме-

няться для обследования пациентов с острыми венозными тромбозами в системе нижней полой вены. Учитывая информативность данной методики, небольшую времязатратность и простоту использования, а также возможность в большинстве случаев ограничить применение диагностических проб, которые у пациентов старческого возраста проводить крайне затруднительно, она может быть рекомендована для включения в объем стандартного ультразвукового обследования.

**Ключевые слова:** SMI, Aplio™ 500 компании Toshiba, венозный кровоток, микрососудистое русло, тромботические массы, острый венозный тромбоз, пациенты старшей возрастной группы.

***

**Objective:** to evaluate the possibilities and advantages of the new technology-microvascular mapping with high spatiotemporal resolution SMI (Superb Microvascular Imaging), in a survey of older patients with acute venous thrombosis. As well as to compare SMI technique with color (DRC ) or power Doppler mapping.

**Materials and methods.** The study included 67 patients (134 limbs), admitted to the hospital with acute venous thrombosis of the lower extremities in age from 65 to 88 years with a significant restriction of movement and self-service. Men were 43 (64%), women – 24 (35.8%).

All patients underwent standard ultrasound examination using B-mode and color mode or power Doppler mapping. In addition, the newest survey mode has been used, advertised by Toshiba corporation, used in the ultrasonic unit Aplio ™ 500, equipped with settings that allow to apply this technique.

**Results.** All the diagnostic programs of evaluation patients with acute venous thrombosis in the inferior vena cava system are based on color duplex scanning to date,. However, despite this fact, there are still outstanding issues to be addressed and which based on the receipt of new views on the problem. That is why the application of new ultrasound technology will provide more accurate information about the state of the venous system among older patients with acute venous thrombosis, which is so necessary for the clinician to answer the questions raised. It was evaluated the state of the main veins of the lower extremities and determination the level and nature of the thrombotic masses spread. Options for the bypass venous flow thrombosis in a main thoroughfare were identified. The advantages of the techniques used in the comparison with a standard ultrasound were revealed.

**Conclusion.** Technique of SMI ultrasonic instrument Aplio ™ 500 Toshiba company can be successfully used for the evaluation patients with acute venous thrombosis in the inferior vena cava. Considering the information content of this technique , a small time spending, cost and ease of use, and the ability in most cases to limit the use of diagnostic tests that elderly patients are extremely difficult to carry out for, can be recommended for inclusion in the scope of a standard ultrasound.

**Key words:** SMI, Aplio™ 500 Toshiba company, venous blood flow, microvascular, thrombotic mass, acute venous thrombosis , patients older age group.

***

## Введение

В настоящее время проблема профилактики, диагностики острого венозного тромбоза и его осложнений, тромбоэмболии легочной артерии является одной из наиболее актуальных проблем современного здравоохранения. Истинная частота тромбоза глубоких вен остается неизвестной, поскольку в подавляющем большинстве случаев он протекает бессимптомно, но даже те данные эпидемиологических исследований, которые касаются манифестированных случаев заболевания, позволяют отнести его к числу наиболее распространенных, социально значимых и представляющих опасность для жизни пациентов с нарушениями системы кровообращения [1–5]. Еще более актуальна эта проблема в гериатрической практике, так как большинство пациентов пожилого и старческого возраста ведут неактивный образ жизни за счет наличия множественных сочетанно протекающих заболеваний, таких как сердечно-сосудистые заболевания, заболевания опорно-двигательного аппарата, снижение слуха, зрения, развитие когнитивных нарушений. В этой ситуации у преобладающего количества пациентов ограничена возможность своевременного обращения за медицинской помощью, тем самым именно у данной группы населения наиболее высок процент бессимптомного и нерегистрированного течения тромбоза. У большинства пациентов гериатрического профиля данная ситуация регистрируется уже в стадии развития постромбофлебитической болезни, когда появляются выраженные клинические изменения или пациент госпитализируется по поводу другого заболевания и эта ситуация регистрируется как диагностическая находка. Сложность ситуации состоит еще и в том, что при развитии острого тромбоза наиболее благоприятный результат ожидаем, если своевремен-

**Для корреспонденции:** Зубарев Андрей Русланович – 117437 Москва, ул. Островитянова, д. 1. Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова. Тел: +7-495-490-02-88. E-mail: a.zubarev@mail.ru

**Зубарев Андрей Русланович** – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой УЗД ФДПО Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва; **Кривошеева Наталья Владимировна** – канд. мед. наук, доцент кафедры УЗД ФДПО Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва.

**Contact:** Zubarev Andrey Ruslanovich –117437 Moscow, Ostrovityanova str., 1. Pirogov Russian National Research Medical University. Phone: +7-495-490-02-88. E-mail: a.zubarev@mail.ru

**Zubarev Andrey Ruslanovich** – doct. of med. sci., professor, Head of Ultrasuound of Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow; **Krivosheeva Natalya Vladimirovna** – cand. of med. sci., Docent of Ultrasuound of Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow.

но начато соответствующее лечение. В случае с недиагностированным тромбозом рассчитывать на адекватное самоизлечение с активной реканализацией тромботических масс не приходится. Особенно злободневно эта проблема стоит у одиноких или лежачих пациентов старшей возрастной группы.

Инновационная ультразвуковая методика – картирование микрососудистого русла русла с высоким пространственно-временны́м разрешением SMI (Superb Microvascular Imaging) позволяет визуализировать как в органах, так и мягких тканях, доступных ультразвуковому исследованию, большинство мельчайших сосудистых структур с низкоскоростным уровнем кровотока, которые ранее не могли быть лоцированы, а также в случае наличия тромботических масс контрастировать кровоток в свободных или реканализованных участках вены. Кроме того, высокая способность разрешения сводит к минимуму возможность возникновения артефактов движения [6]. Высокую оценку информативности метода мы нашли в зарубежных источниках. Так, имеются результаты исследования васкуляризации образования печени [7], оценки характера васкуляризации при тендинитах и лигаментитах в ортопедической практике [8], исследования объемных образований молочных желез [9]. Описанные достоинства методики определили наше решение включить ее применение в алгоритм обследования пациентов с острыми венозными тромбозами как на этапе первичной диагностики тромботических изменений, так и на этапе динамического наблюдения за реканализационными процессами в просвете вены у данной категории больных, тем более что анализируя литературные источники, мы не встретили работ, посвященных применению данной методики при обследовании пациентов старшей возрастной группы с острыми венозными тромбозами в системе нижней полой вены.

## Цель исследования

Оценить возможности и преимущества новой технологии в ультразвуковой диагностике – картирование микрососудистого русла с высоким пространственно-временны́м разрешением SMI (Superb Microvascular Imaging) в обследовании пациентов старшей возрастной группы с острыми венозными тромбозами со значительным ограничением передвижения и самообслуживания. Сравнить методику SMI с результатами ЦДК или ЭДК.

## Материал и методы

В исследование включено 67 пациентов (134 конечности), поступивших в стационар с острыми венозными тромбозами вен нижних конечностей в возрасте от 65 до 88 лет со значительным ограничением передвижения и самообслуживания. Мужчин было 43 (64,%), женщин – 24 (35,8%).

Всем включенным в исследование пациентам проводили стандартное ультразвуковое обследование с использованием В-режима и режима ЦДК или ЭДК в условиях ультразвукового кабинета или непосредственно у постели больного. Помимо этого была использована новая на сегодняшний день технология, анонсируемая компанией Toshiba, используемая в ультразвуковом приборе Aplio™ 500, оснащенном настройками, позволяющими применить данную методику.

Исследование включало следующие этапы:

1) оценка состояния венозной системы нижних конечностей в В-режиме, определение характера и распространенности тромботических масс в просвете вен;

2) определение характера кровотока в просвете тромбированной вены с использованием режима цветового дуплексного сканирования или энергетического сканирования;

3) оценка кровотока в просвете тромбированной глубокой вены на всем протяжении с помощью методики SMI, при этом оценивается:

а) наличие аваскулярных участков;

б) равномерность, интенсивность сосудистого компонента;

в) определение уровня распространения тромботических масс;

4) определение вариантов компенсаторного кровотока по поверхностной венозной системе в режиме SMI;

5) визуальная оценка интенсивности компенсаторного кровотока в сосудах малого диаметра окружающих тканей на выбранном участке с помощью методики SMI;

6) сравнение полученных результатов в режиме SMI с данными ЦДК или ЭДК.

## Результаты

Сроки поступления в стационар от момента начала заболевания были следующими: от 1 до 3 сут – 17 (25,4%) больных, от 4 до 5 сут – 32 (47,8%), более 5 сут – 18 (26,8%). У большинства больных отмечалась классическая картина тромбоза глубоких вен с отеком пораженной конечности, болезненностью по ходу магистральных вен. У пациентов, госпитализируемых в стационар спустя 5 сут, также отмечалось усиление рисунка подкожных вен.

После осмотра хирургом в приемном отделении для оценки состояния венозной системы нижних конечностей больным было назначено уль-

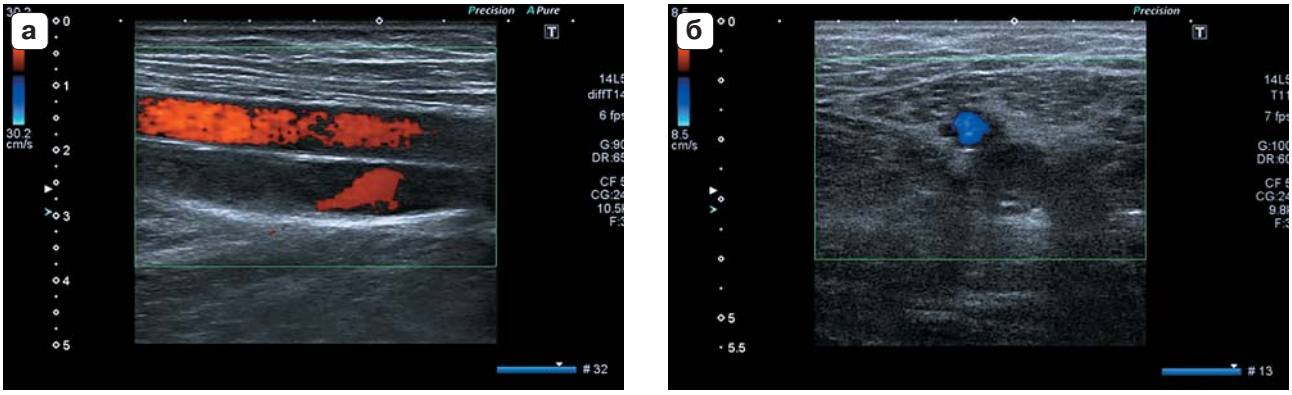



**Рис. 1.** Гипоэхогенные тромботические массы в просвете поверхностной бедренной вены при УЗИ в режиме ЦДК. а – продольное сканирование вены; б – поперечное сканирование вены.

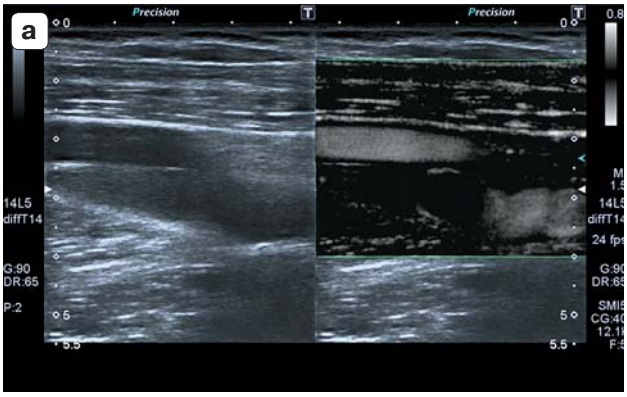
тразвуковое ангиосканирование. По данным ультразвукового исследования преимущественно были выявлены остро развившиеся тромботические изменения изолированно в глубоких венах у 39 (58,2%) больных, в мышечно-венозных синусах голени у 6 (9%) и у 22 (32,8%) больных отмечалось сочетанное поражение как глубокой, так и поверхностной венозной системы, а в ряде случаев и с признаками тромботических изменений в просвете мышечно-венозных синусов голени. Также отмечали уровень распространенности тромботических масс по сегментам конечности. Выделяли: сегмент голени, бедренно-подколенный сегмент, илеофеморальный сегмент. Учитывая техническую возможность использования методики SMI, каждому госпитализируемому пациенту помимо стандартного ультразвукового обследования проводилась оценка вен нижних конечностей с применением технологии SMI.

Так, наиболее часто у пациентов, поступающих в стационар в течение первых 3 сут, в В-режиме лоцируются гипоэхогенные тромботические массы, которые затруднительно верифицируются даже с использованием режима ЦДК или ЭДК. Учитывая гипоэхогенный характер тромботических масс, затруднительно ответить на ряд вопросов: окклюзивный или неокклюзивный характер тромбоза? достоверный уровень распространения тромботических масс? Особенно сложно дать клиницистам исчерпывающий ответ, если тромботические массы заполняют более 70% просвета вены, так как небезопасно применять компрессионные тесты, так как, учитывая острый характер тромбоза и вероятную возможность тромбоэмболических осложнений, проведение диагностических проб (проба с дистальной компрессией и кашлевая проба) для достоверной локации верхушки тромба и выявления степени ее флотации крайне небезопасно, а в режиме ЦДК без дополнительных проб низкоскоростной кровоток на свободных участках вены в данном случае может не картироваться. Выполнение диагностических проб также осложняется выраженной ограниченностью объема двигательной активности и наличием различной выраженности когнитивных нарушений, наблюдаемых у пациентов. Поэтому необходимо искать дополнительное решение данной проблемы.

В практической работе мы часто сталкиваемся с этой ситуацией при наличии тромботических изменений в венах, относящихся к бедренно-подколенному сегменту конечности, когда, как на представленных эхограммах, визуализируется просвет исследуемой вены, а в режиме ЦДК окрашивание регистрируется только на отдельном участке вены. На основании полученных данных в проекции анэхогенного участка вены предполагается наличие гипоэхогенных тромботических масс, что подтверждается на рис. 1 при продольном и поперечном сканировании вены.

Однако регистрация выявленного фрагментарного окрашивание не может быть расценена как основной диагностический признак, позволяющий определить уровень распространения тромботических масс и объем заполнения просвета вены. Именно в этом случае неоценимы возможности инновационной методики картирования микрососудистого русла с высоким пространственно-временны́м разрешением (SMI).

Так, обратим внимание, на эхограмме 3 при использовании режима SMI за счет регистрации низкоскоростных потоков четко определяются контуры верхушки тромба, что достоверно не представляется возможным оценить при использовании В-режима и режима ЦДК, как это было представлено выше. Также благодаря высокочувствительному картированию низкоскоростных потоков даже на малых по площади свободных участках вены можно оценить распространенность (длину) и контуры неокклюзивной части тромботи-



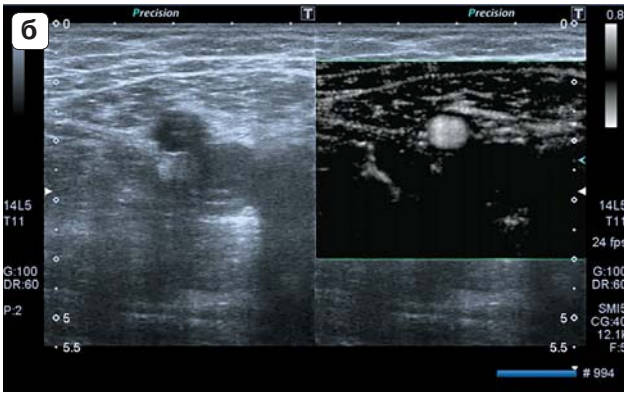




**Рис. 2.** Гипоэхогенные тромботические массы в просвете поверхностной бедренной вены при УЗИ в В-режиме и режиме SMI. а – продольное сканирование вены; б – поперечное сканирование вены.

**Рис. 3.** Гипоэхогенные тромботические массы в просвете подколенной вены при УЗИ в режиме ЦДК, продольное сканирование вены.

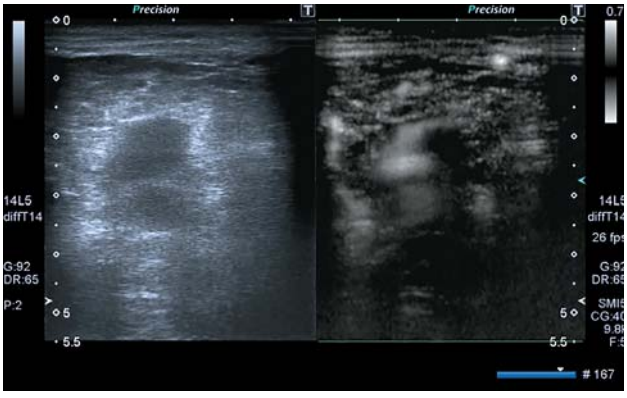



**Рис. 4.** Гипоэхогенные тромботические массы в просвете подколенной вены при УЗИ в режиме SMI, поперечное сканирование вены.

ческих масс. Выше уровня распространения тромботических масс, т.е. в свободном участке вены, кровоток картируется, заполняя весь свободный просвет вены. В режиме SMI также выявляются признаки неравномерности плотности регистрируемого потока венозной крови и его турбулентности, что объясняется наличием выявленных ниже зоны локации тромботических изменений в бедренно-подколенном сегменте (рис. 2, а). На рис. 2, б лоцирована поверхностная бедренная вена (поперечное сканирование) ниже уровня верхушки и признаков картируемого низкоамплитудного кровотока не выявлено, следовательно, тромботические массы имеют окклюзивный характер.

Аналогичную ситуацию можно наблюдать и при визуализации тромботических изменений в подколенной вене, включенной в понятие бедренно-подколенного сегмента. Также визуализирована подколенная вена, в режиме ЦДК кровоток регистрируется в виде отдельного фрагмента окрашивания просвета сосуда, что предполагает наличие трудно дифференцированных гипоэхогенных тромботических масс (рис. 3). При использовании методики SMI в просвете вены картируется кровоток, “омывающий” контуры тромботических масс, тем самым подтверждая неокклюзивный характер тромбоза (рис. 4).

В ряде случаев приходится дифференцировать гипо- и анэхогенные включения в структуре тромботических масс от неокрашиваемых при ЦДК свободных участков вены при неоклюзивном характере тромботических масс или участках вены с наличием сформированных каналов реканализации при окклюзивных тромбозах. Так, на рис. 5, а визуализирована поверхностная бедренная вена с наличием тромботических изменений, в центральной части тромботических масс выделяется гипоэхогенный участок, не окрашиваемый при ЦДК. В этом случае также приоритетным режимом исследования можно считать режим SMI, который позволяет за счет высокой чувствительности кодирования низкоскоростных потоков крови исключить артефактные включения в просвете вены, связанные с движением датчика. Также данный режим позволяет уверенно регистрировать признаки кровотока в случае даже наличия движения крови малой амплитуды. На рис. 5, б в просвете

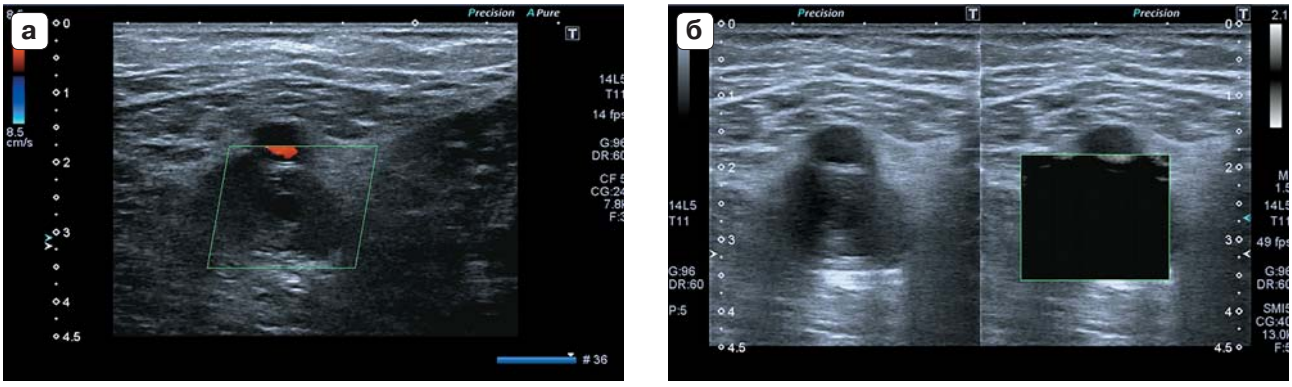



**Рис. 5.** Тромботические массы в просвете поверхностной бедренной вены, УЗ-изображения, поперечное сканирование. а – в режиме ЦДК; б – в В-режиме и режиме SMI.

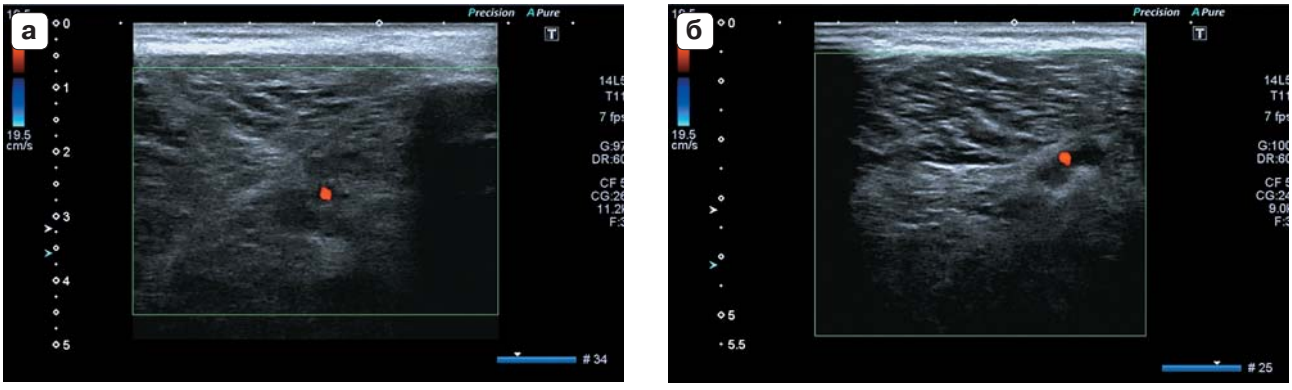



**Рис. 6.** Тромботические массы в просвете задних большеберцовых вен, УЗ-изображения в режиме ЦДК, поперечное сканирование. а – на уровне средней трети голени; б – в дистальном отделе голени.

вены в режиме SMI в проекции вены признаков движения крови не выявлено, в этой ситуации гипоэхогенное включение следует расценивать как участок с признаками скопления гемолизированной крови в структуре тромботических масс.

При выявлении тромботических масс в глубоких венах голени (тибиальный сегмент), исследование которых затруднено их малым диаметром, анатомическим расположением, преимущество методики также не вызывает сомнений. Данный сегмент наиболее часто поражается у пациентов с ограничением подвижности, причем в большинстве случаев протекают эти изменения без клинических проявлений. Рассмотрим следующие эхограммы. На рис. 6 визуализированы задние большеберцовые вены на уровне средней трети голени (см. рис. 6, а) и в дистальном отделе голени (см. рис. 6, б). В просвете двух визуализируемых вен, представленных на эхограммах, лоцируются гипоэхогенные тромботические массы окклюзивного характера.

Учитывая гипоэхогенный характер тромботических масс, визуализация в В-режиме затруднена, а отсутствие цветового кодирования потока крови не всегда является определяющим признаком тромбоза так как у лежачих пациентов просвет вен голени в преобладающем проценте случаев не окрашивается, что связано с низкой скоростью кровотока в венах голени у пациентов данной группы. Проведение диагностических проб у пациентов старческого возраста не всегда легко выполнимо, вследствие этого мы считаем рациональным применение с диагностической целью режима SMI.

На рис. 7 с использованием режима SMI в поперечном сечении визуализируется задняя большеберцовая вена (ЗББВ) и подтверждается окклюзивный характер тромботических масс, так как в просвете вены нет сигналов от движения крови. Данный режим позволяет увидеть то, что ранее мы могли только представлять, и мы можем регистрировать активный компенсаторный кровоток, огибающий тромбированные вены.

На рис. 8 также визуализируются активно функционирующие венозные коллатерали, сообщающиеся с мышечно-венозными синусами голени.

Рис. 9 отображает функционирующую в качестве природной коллатерали перфорантную вену, в которую дренируются мелкие мышечные вены.

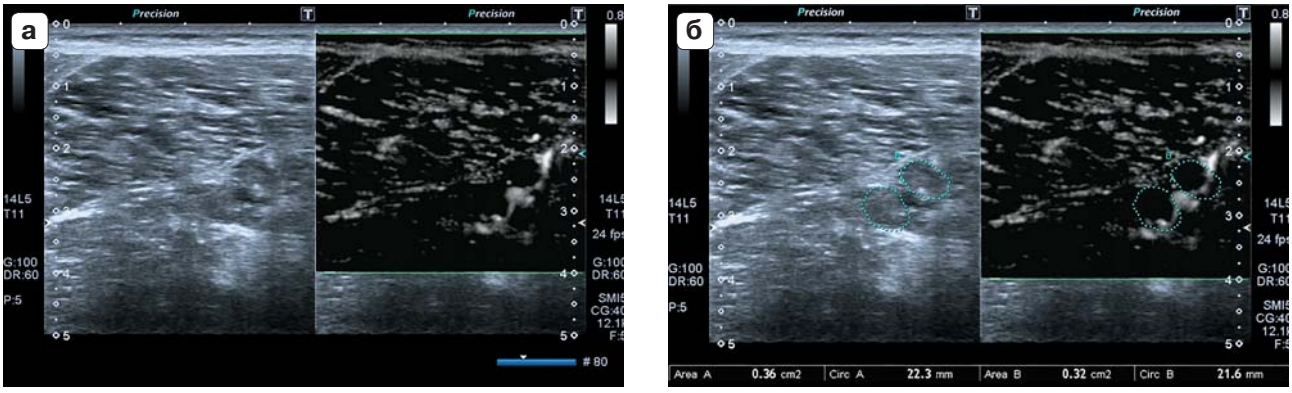



**Рис. 7.** Окклюзивные тромботические массы в просвете задних большеберцовых вен, УЗ-изображения в В-режиме и режиме SMI, поперечное сканирование. а – компенсаторный огибающий кровоток; б – компенсаторный огибающий кровоток, контуры вен определены в режиме “trace”.

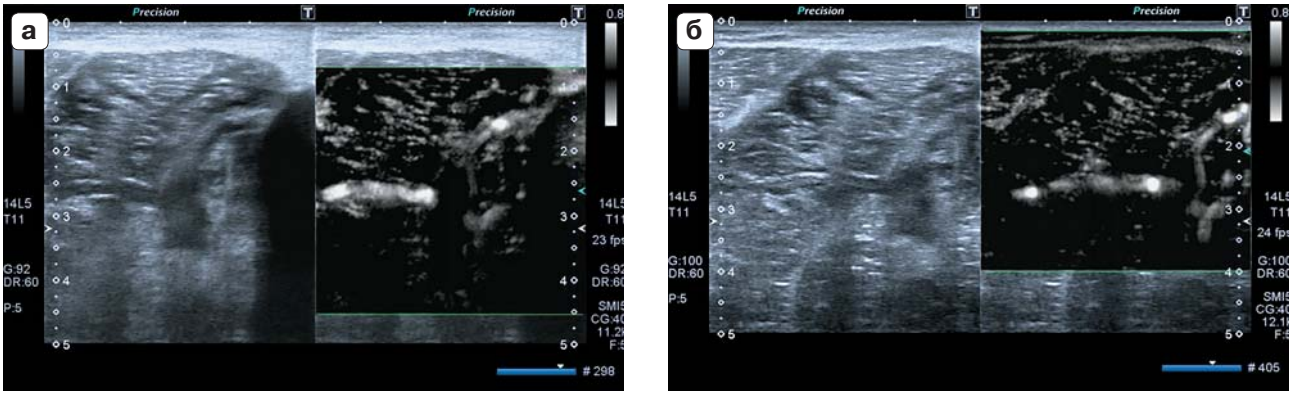



**Рис. 8.** Функционирующие венозные коллатерали, сообщающиеся с мышечно-венозными синусами голени. УЗ-изображения в В-режиме и режиме SMI. а, б – последовательные этапы контрастирования.

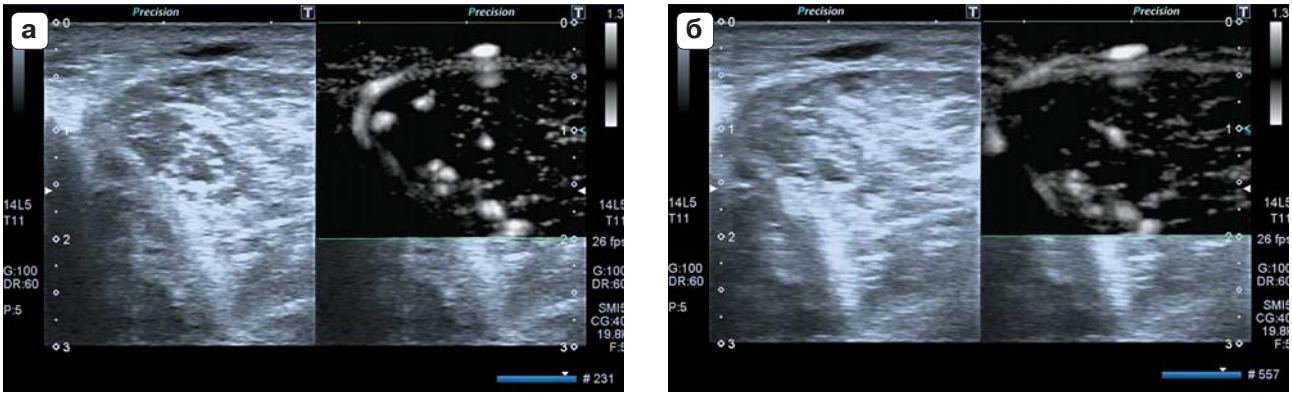



**Рис. 9.** Функционирующая как природная коллатераль при окклюзивном тромбозе перфорантная вена. УЗ-изображения в В-режиме и режиме SMI. а, б – последовательные этапы контрастирования просвета перфорантной и мышечных вен.

Вены активно контрастируются и имеют по цветовому заполнению значимый диаметр за счет высокой венозной гипертензии в данном венозном сегменте.

К счастью, процессы практически с самого начала тромбообразования протекают параллельно с процессами лизиса тромба. Однако при проведении исследования в стандартном объеме не всегда имеется возможность выявить начальные признаки реканализиции тромботических масс, а технология картирования микрососудистого русла с высоким пространственно-временны́м разрешением позволяет намного раньше регистрировать низкоскоростные направленные потоки в формирующихся каналах реканализации в структуре тромботических масс.

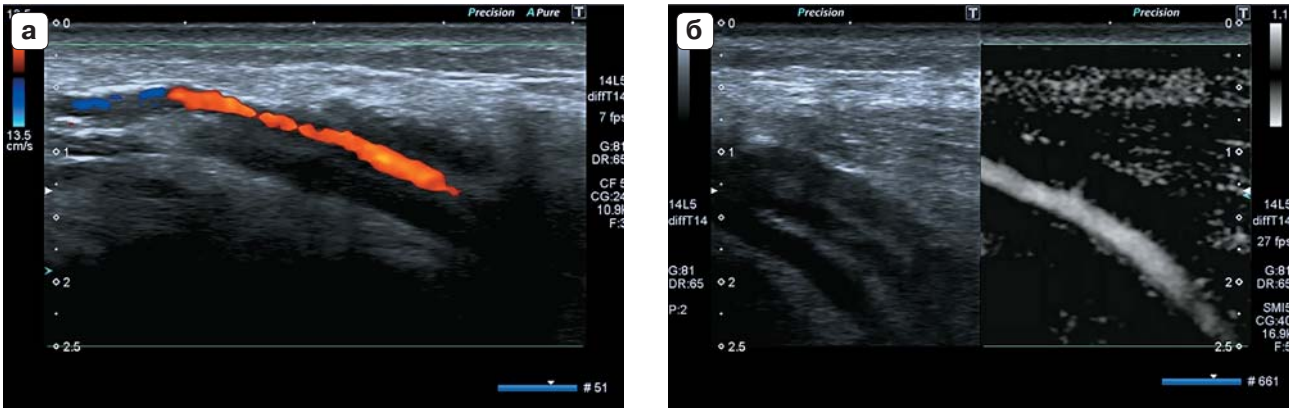



**Рис. 10.** Окклюзивные тромботические массы в просвете задних большеберцовых вен, УЗ-изображения, продольное сканирование. а – в режиме ЦДК; б – в В-режиме и режиме SMI.

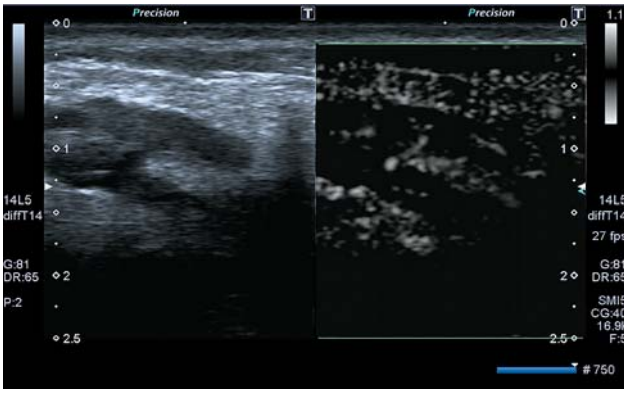



**Рис. 11.** Признаки начальной реканализации тромботических масс в просвете задних большеберцовых вен УЗ-изображения в В-режиме и режиме SMI, продольное сканирование.

На рис. 10 визуализированы задняя большеберцовая артерия (ЗББА) и две ЗББВ. При ЦДК окрашивается просвет только ЗББА, в расширенном просвете ЗББВ визуализируются гипоэхогенные тромботические массы окклюзивного характера. При использовании режима SMI кровоток кодируется как и в режиме ЦДК, только в просвете ЗББА.

Спустя 2 нед в просвете тромбированных ЗББВ при ЦДК данных о наличии признаков реканализации получено не было, но в режиме SMI на отдельных участках в просвете вен определяли наличие низкоскоростного слабоконтрастируемого кровотока (рис. 11).

Эти данные позволяют определить признаки наличия, местоположения и активности происходящих начальных изменений в структуре тромботических масс за счет регистрации вновь образованных и хаотично расположенных каналов реканализации. Это является очень важным критерием эффективности проводимой терапии, так как в большинстве случаев у пожилых пациентов процесс лизиса тромботических масс в сравнении с молодыми пациентами течет очень медленно и малопродуктивно за счет возрастной перестройки и снижения адаптивно-компенсаторных возможностей организма.

## Обсуждение

На сегодняшний день мы не встретили ни одной публикации применения возможностей режима SMI в флебологической практике, вследствие чего мы использовали для анализа собственный опыт.

При сравнении возможностей режимов ЦДК и SMI однозначно были выявлены преимущества метода SMI. Так, методика картирования микрососудистого русла при ультразвуковом исследовании пациентов старшей возрастной группы с острыми венозными тромбозами благодаря своей высокой чувствительности при контрастировании низкоскоростных потоков крови позволяет более достоверно определить характер изменений в просвете лоцируемой вены при недостаточной визуализации вены в В-режиме, определить уровень распространения тромботических масс без применения дополнительных функциональных проб, выявить признаки начальной реканализации, оценить варианты течения реканализационных процессов при проведении динамического наблюдения. Данная информация неоценима для определения клинической ситуации, формирования алгоритма специализированной медицинской помощи пациентам с ограничением подвижности или с затруднением общения, наличием когнитивных нарушений, что преимущественно встречается при обследовании пациентов пожилого и старческого возраста, у которых при этом наиболее часто и развиваются тромботические изменения в системе нижней полой вены.

## Выводы

1. Результаты проведенного исследования свидетельствуют о рациональности использования методики SMI у пациентов старшей возрастной группы с острыми венозными тромбозами.

2. Методика SMI позволяет получить достоверную информацию о характере и распространенности тромботических масс, не используя провокационные пробы, применение которых, учитывая острый характер тромбоза и возрастные особенности пациента, крайне небезопасно.

3. Данная методика за счет высокой чувствительности картирования низкоскоростных потоков дает возможность выявить ранние признаки реканализации тромботических масс, не определяемые при использовании стандартного ультразвукового исследования.

4. Возможность многократного использования высокочувствительного режима SMI при динамическом исследовании позволяет оценить и проследить степень активности протекающих процессов реканализации и оценить эффективность проводимой терапии.

5. Методика SMI по сравнению с ЦДК позволяет получить более полную картину о состоянии венозной гемодинамики с учетом оценки основных магистралей и верификации сформированных путей компенсаторного кровотока

## Список литературы / References


1. Kim V., Spandorfer J. Epidemiology of venous thromboembolic disease. Emerg. Med. Clin. N. Am. 2001; 19 (40): 839–859.
2. Профилактика тромбоэмболических осложнений у хирургических больных в многопрофильном стационаре: методические рекомендации; Под ред. акад. РАМН Ю.Л. Шевченко и акад. РАН и РАМН В.С. Савельева. М.: Медицина, 2003. 29 с.
   Prevention of thromboembolic complications in surgical patients in a multidisciplinary hospital: guidelines. Eds. acad. RAMS Y.L. Shevchenko and acad. RAS and the RAMS V.S. Saveliev. M.: Medicine, 2003. 29 p. (In Russian)
3. Богачев В.Ю. Новые рубежи флебологии. Обзор материалов XXIII Всемирного конгресса Международного общества ангиологов. Флебология, 2008; 4: 84–89.
   Bogachev V.Yu. New prospects for phlebology. Review of materials of the XXIII World Congress of the International Union of Angiology. Phlebologiya. 2008; 4: 84–89. (In Russian)
4. Российские клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике венозных тромбоэмболических осложнений. Утверждено совещанием экспертов 27.11.2009, Москва. Флебология. 2010; 4 (2): 4–37.
   The Russian clinical references on diagnostics, treatment and prophylaxis of venous tromboembolic episodes. It is approved by meeting of experts 27.11.2009, Moscow. Phlebologiya. 2010; 4 (2): 4–37. (In Russian)
5. "Протокол ведения больных. Профилактика тромбоэмболии легочной артерии при хирургических и иных инвазивных вмешательствах". Приказ МЗ РФ №233 от 09.06.2003, М.: Ньюдиамед, 2004. 64 с.
   Industry Standard. Treatment Protocol. Prevention of pulmonary embolism in surgical and other invasive procedures (OST 91500.11.0007-2003). Order of the Ministry of Health of the Russian Federation of 09.06.2003 № 233. M.: Newdiamed. 2004. 64 p. (In Russian)
6. Toshiba Medical System. Superb Micro-Vascular Imaging (SMI). http: //medical. Toshiba. com/products/ul/general/aplio-500/clinical-applications [date last accessed 5.01.2016].
7. 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, [date last accessed 22.01.2016].
8. Published by European Hospital, Simply Superb Microvascular Imaging, http://www.healthcare-in-europe.com/en/article/13047-simply-superb-microvascular-imaging.html [date last accessed 4.03.2016].
9. 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. [date last accessed 11.01.2016].