

Ультразвуковая визуализация инородных тел мягких тканей

Зубов А.Д., Сенченко О.В., Черняева Ю.В.

Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького, Донецк

Ultrasound Imaging of Soft Tissue Foreign Bodies

Zubov A.D., Senchenko O.V., Chernyaeva Yu.V.

M. Gorky Donetsk National Medical University, Donetsk

Цель исследования: изучение возможностей ультразвуковой визуализации в диагностике инородных тел мягких тканей.

Материал и методы. 93 пациентам с предварительным диагнозом инородных тел мягких тканей выполнено ультразвуковое исследование (УЗИ) на сканерах HDI 5000 и Aplio 500; датчики избирали соответственно глубине расположения зоны интереса. Для улучшения ультразвуковой диагностики инородных тел использовали оригинальный способ инициализации твинклинг-артефакта. Выявленные инородные тела были извлечены интраоперационно – у 11 (11,8%) пациентов либо через раневой канал – у 75 (80,6%). Диагноз инородного тела был исключен у 7 (7,5%) пациентов (собственные костные секвестры (4) и паразитарная инвазия (дирофилляриоз) (3)).

Результаты. УЗИ позволяло выявить инородные тела, в том числе не определяемые рентгенологически, дифференцировать их с другими патологическими состояниями со сходной клинической картиной. Эхографические характеристики в сочетании с изучением анамнеза позволяли предположительно судить о материале инородного тела (дерево, стекло, кость, марля, латекс и пр.). Оптимизации диагностики инородных тел способствовало применение оригинального способа инициализации твинклинг-артефакта. УЗИ позволяло оценить локализацию инородных тел и их взаиморасполо-

жение с окружающими анатомическими и патологическими структурами, выявить признаки воспаления, абсцедирования.

Заключение. Проведенное исследование показало высокую информативность УЗИ в диагностике инородных тел, в том числе не определяемых рентгенологически. Полученные данные могут быть положены в основу дифференцированного выбора лечебной тактики, в частности установления показаний к оперативному или минимально инвазивному лечению.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование, инородное тело, доплеровский артефакт.

Objective: to study the capabilities of ultrasound imaging in the diagnosis of soft tissue foreign bodies.

Materials and methods. 93 patients with a preliminary diagnosis of foreign bodies soft tissue ultrasound examination performed on the, HDI 5000 and the Aplio 500scanners;transducer elected respectively scan depth of interest in the location area. To improve the ultrasound diagnostics of foreign bodies used the original method of initial-izing, Twinkling artifact. Identified foreign bodies were extracted intraoperatively – in 11 (11.8%) patients, either through the wound channel – in 75 (80.6%). Diagnosis of foreign body was expelled in 7 (7.5%) patients (own bone sequesters (4) and parasitic invasion (dicrofilariasis) (3)).

Для корреспонденции: Зубов Александр Демьянович – 83099 Донецк, пр. Ильича, 14, корп. 14. Донецкое клиническое территориальное медицинское объединение. Тел.: +38-050-935-37-71. E-mail: ius-don@mail.ru

Зубов Александр Демьянович – доктор мед. наук, профессор кафедры онкологии Донецкого национального медицинского университета им. М. Горького, Донецк; **Сенченко Ольга Валентиновна** – старший лаборант кафедры онкологии Донецкого национального медицинского университета им. М. Горького, Донецк; **Черняева Юлия Викторовна** – канд. мед. наук, доцент кафедры онкологии Донецкого национального медицинского университета им. М. Горького, Донецк.

Contact: Zubov Alexander Demyanovich – 83099, Donetsk, Ilich Ave, 14, Bldg. 14, Donetsk Clinical Territorial Medical Association. Phone: + 38-050-935-37-71. E-mail: ius-don@mail.ru

Zubov Alexander Demyanovich – doct. of med. sci., the Professor of the Oncology Department of the M. Gorky Donetsk National Medical University, Donetsk; **Senchenko Olga Valentinovna** – the senior laboratory assistant of the Oncology Department of the M. Gorky Donetsk National Medical University, Donetsk; **Chernyaeva Yulia Viktorovna** – cand. of med. sci., the Associate Professor of the Oncology Department of the M. Gorky Donetsk National Medical University, Donetsk.



Results. Ultrasound reveals foreign bodies, including not determined radiographically, to differentiate them from other disease states with similar clinical picture. Echographic characteristics in conjunction with the study history presumably prevented to judge the foreign body material (wood, glass, bone, gauze, latex etc.). Optimization of diagnosis of foreign bodies contributed to the use of the original method of initiation, Twinkling artifact. Ultrasound also allows to evaluate the localization of foreign bodies and their relative positions to the surrounding anatomical and pathological structures, identify the signs of inflammation, abscess formation.

Conclusion. Studies have shown high information ultrasonography in the diagnosis of foreign bodies, including not determined radiographically. The data can be the basis for the differentiated choice of medical tactics, in particular, the establishment of indications for surgical or minimally invasive treatment.

Key words: ultrasound, foreign body, Doppler artifact.

Введение

Инородное тело (ИТ) (*corpus alienum*) – чужеродный для организма предмет, внедрившийся или введенный с лечебной целью в его ткани, органы или полости через поврежденные покровы или через естественные отверстия.

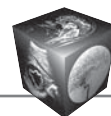
ИТ могут попадать в мягкие ткани организма непреднамеренно (при травме либо в результате медицинских манипуляций или операций). Такие ИТ и явились предметом настоящего исследования [1–3]. Также существуют ИТ, целенаправленно введенные в организм с медицинской целью [1–3], которые не рассматривали в данной работе.

Нахождение ИТ в организме вызывает ряд патологических процессов, наиболее распространенным из которых является гнойное воспаление, нередко с развитием инфильтратов, абсцессов, перитонита, формированием свищей. Также могут наблюдаться некроз окружающих тканей, деструкция сосудистых стенок с формированием гематомы или развитием аррозионного кровотечения, развитие липогранулемы. Химически активные ИТ могут вызывать аллергическую тканевую реакцию и интоксикацию. Наличие ИТ часто сопровождается болевыми ощущениями, нарушениями подвижности [4]. Также существует риск миграции ИТ с последующим развитием осложнений. Биологически индифферентные или слабоактивные ИТ вызывают умеренную воспалительную реакцию с постепенным формированием фиброзной капсулы. Инкапсулированные ИТ могут в течение долгого времени (до нескольких лет и даже десятилетий) бессимптомно находиться в организме, после чего под влиянием различных провоцирующих факторов возможно обострение воспалительного процесса с развитием вышеперечисленных осложнений.

Традиционная рентгенологическая диагностика недостаточно эффективна в выявлении широкого спектра ИТ, прежде всего осколков пластика, дерева и стекла [5]. Применение такого высокоинформативного метода, как МРТ, ограничено стоимостью обследования, количеством и пропускной способностью аппаратов и далеко не всегда доступно в очаге стихийного бедствия или военных действий.

В условиях чрезвычайных ситуаций и военных действий риск попадания ИТ значительно увеличивается. Также существенно изменяется характер ИТ, среди которых преобладают металлические осколки (у участников боевых действий), фрагменты стекла, пластика, дерева, камней (у мирного населения).

Таким образом, существует потребность в информативном и доступном способе диагностики ИТ. Ультразвуковое исследование (УЗИ) удовлетворяет этим требованиям, однако в литературе сообщения о возможностях ультразвуковой (УЗ) визуализации ИТ носят единичный характер. Основная их часть посвящена визуализации ятрогенных ИТ, преимущественно оставленных во время операции марлевых салфеток [6–8]. В большинстве литературных сообщений ИТ описывают как казуистику, работ, обобщающих на достаточном количестве фактического материала основные закономерности УЗ-визуализации ИТ различного происхождения, в профильной литературе не найдено. Недостаточно изучены аспекты применения технических возможностей современных УЗ-сканеров в улучшении визуализации ИТ, подавляющее большинство исследователей описывают изображение ИТ в В-режиме либо просто упоминают о проведенных УЗИ без детализации эхографических проявлений. В то же время постоянное совершенствование технологий УЗ-визуализации и появление новых возможностей и режимов исследования делают необходимым периодическую переоценку информации о возможностях метода. В частности, использование доплерографических режимов описано только в единичных сообщениях, они имеют своей целью определение взаиморасположения ИТ и сосудистых структур [2] либо оценку сосудистой реакции в зоне интереса [5]. В то же время УЗИ имеет ряд преимуществ перед другими методами, к которым относятся отсутствие лучевой нагрузки, побочных эффектов, возможность многократных исследований в динамике, контакт между специалистом и пациентом во время исследования, что указывает на актуальность изучения возможностей метода в визуализации, дифференциальной диагностике ИТ и выборе лечебной тактики.



Цель исследования

Изучение возможностей УЗ-визуализации в диагностике ИТ мягких тканей.

Материал и методы

В изучаемую группу вошло 93 пациента (48 (51,6%) мужчин, 45 (48,4%) женщин) в возрасте 19–75 лет из числа обследованных в хирургическом отделе Диагностической службы Донецкого клинического территориального медицинского объединения, с предварительным диагнозом ИТ мягких тканей. Обследование проводили как непосредственно после травмы либо операции, так и в период до 6 мес после таковых. После детального сбора анамнеза и визуального осмотра всем пациентам было выполнено УЗИ на сканерах HDI 5000 и Arlio 500; датчики избирали соответственно глубине расположения зоны интереса.

Для улучшения УЗ-визуализации ИТ использовали оригинальный способ инициализации твинклинг-артефакта. Исследование осуществляли следующим образом. В В-режиме выявляли структуры, сходные по эхографическим характеристикам с ИТ. Датчик располагали таким образом, чтобы область сканирования охватывала зону предполагаемого расположения данных структур. Включали режим энергетического доплеровского картирования (ЭДК), позиционируя структуры в секторе энергетического сканирования. Мощность излучения увеличивали от минимальной до появления артефактов (шума). Прижимая к поверхности тела УЗ-датчик, путем инициации его поступательно-возвратных движений, частоту и амплитуду которых подбирали эмпирически, вызывали вибрацию расположенных под ним тканей до возникновения на границе ИТ и окружающих его тканей твинклинг-артефакта в виде цветовой структуры.

В 29 (31,2%) случаях пациентам по месту первичного обследования (до обращения в наш отдел) были выполнены рентгенологические исследования в стандартных режимах и проекциях. Полученные изображения сопоставлены с результатами УЗИ.

При дообследовании у 86 (92,5%) пациентов наличие ИТ было подтверждено, у 7 (7,5%) – исключено. Выявленные ИТ были извлечены интраоперационно – у 11 (12,8%) пациентов либо под УЗ-контролем через раневой канал или надрез на коже – у 75 (87,2%).

После извлечения ИТ были идентифицированы. Единичные или множественные ИТ попали в мягкие ткани при травме в 56 (60,2%) случаях: металлические осколки – 22 (23,7%), деревянные щепки, шипы – 11 (11,8%), осколки стекла – 8 (8,6%), пластика – 7 (7,5%), камня, бетона –

6 (6,5%), фрагменты животного происхождения – 2 (2,2%). Ятрогенные ИТ диагностированы в 30 (32,3%) наблюдениях: лигатуры – 23 (24,3%), марлевые салфетки – 5 (5,4%), по 1 наблюдению – латексный дренаж и фрагмент кварцевого лазерного световода. Также собственные костные отломки и остеомиелитические секвестры, клинически принятые за ИТ, были выявлены у 4 (4,3%) пациентов; паразитарная инвазия (дирофиллиариоз) диагностирована в 3 (3,2%) случаях.

Результаты и их обсуждение

В 29 случаях пациентам по месту первичного обследования были выполнены рентгенологические исследования. Сопоставление УЗ-изображения и рентгенографических данных позволило сделать следующие заключения. В 13 (44,8%) случаях ИТ определили рентгенологически: металлические осколки составили 8 из них, бетонные – 4, обызвествленную лигатуру с признаками перилигатурного абсцесса (после оперативного вмешательства, выполненного 8 лет назад) наблюдали в 1 случае. Преимуществом рентгенографии при множественных металлических ИТ (у 7 (24,1%) пациентов) являлась возможность одновременной визуализации всех осколков с точным определением их числа. Достоинствами УЗИ наряду с отсутствием лучевой нагрузки являлись возможность оценки глубины залегания осколка, выявление среди множественных повреждений кожных покровов раневого канала, ведущего к месту локализации осколка, как возможного пути его извлечения под УЗ-контролем, а также визуализация в доплерографических режимах кровеносных сосудов, расположенных в непосредственной близости от осколка. Во всех описанных случаях ИТ под УЗ-контролем извлечены через раневой канал или надрез на коже над местом локализации осколка.

В 16 (55,2%) случаях ИТ рентгенографически не определялись, в 7 (24,1%) из них были выявлены косвенные признаки ИТ и инициированного им воспаления. В эту подгруппу вошли пациенты с пластиковыми (5 (13,8%) наблюдений), стеклянными (4 (13,8%)), деревянными (3 (10,3%)) осколками, а также по 2 (6,9%) случая ятрогенных ИТ – марлевых салфеток и лигатур.

Таким образом, сопоставление ультразвуковых и рентгенографических изображений указывает на преимущества метода УЗИ в выявлении и оценке локализации ИТ. Учитывая принцип АЛАРА, регламентирующий минимизацию лучевой нагрузки при диагностических исследованиях, выполнение рентгенографии целесообразно при подозрении на множественные рентгеноконтрастные ИТ.

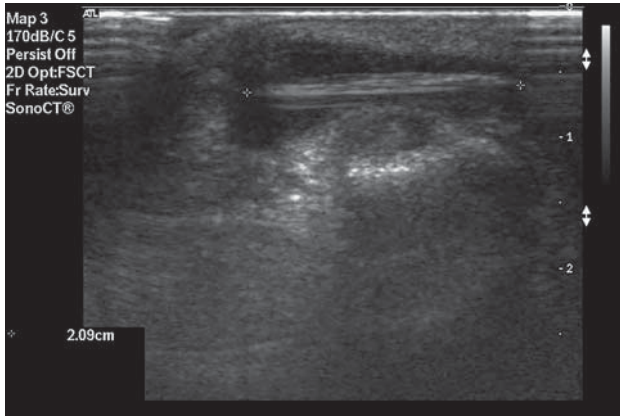
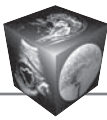


Рис. 1. УЗ-изображение ИТ мягких тканей предплечья (деревянная щепка) длиной 2,1 см в В-режиме.

В настоящем исследовании УЗИ у пациентов при подозрении на ИТ позволяло решить несколько диагностических задач:

1. Диагностика ИТ, дифференциальная диагностика ИТ с другими патологическими состояниями со сходной клинической картиной.
2. Оценка локализации ИТ, его взаиморасположения с окружающими анатомическими и патологическими структурами, определение риска осложнений, связанных с миграцией ИТ и повреждением близлежащих структур, прежде всего кровеносных сосудов и нервных стволов.
3. Определение формы, размера ИТ, предположительно оценка структуры (материала).
4. Выявление признаков воспаления, абсцедирования.
5. Установление показаний к оперативному или минимально инвазивному лечению.

Следует отметить, что для эффективного решения вышеперечисленных диагностических задач необходим тщательный сбор анамнеза.

Установлено, что УЗИ позволяет получить информацию о ряде характеристик ИТ. Так, по эхогенности ИТ, наличию и интенсивности эффекта дистального затухания можно предположительно судить о материале ИТ, неровности контура указывают на гетерогенность поверхности, форма ИТ, определяемая при полипозиционном сканировании, в ряде случаев позволяет идентифицировать ИТ. Наличие гипо-, изо- или гиперэхогенного инфильтрата указывает на выраженность и стадию воспалительного процесса

Проведен анализ УЗ-изображений ИТ различного происхождения.

На рис. 1 приведен пример УЗ-визуализации ИТ. При предшествующем рентгенографическом исследовании ИТ дополнительных структур в зоне интереса не определили. Эхогенность, близкая к таковой для окружающих тканей, отсутствие эффекта дистального затухания, наличие продольной исчерченности, неровный контур позволили предположить растительное происхождение ИТ. После установления локализации объект извлечен через кожный надрез длиной до 1 см, идентифицировано ИТ растительного происхождения – деревянная щепка длиной 2,1 см.

На рис. 2 представлены случаи УЗ-визуализации ИТ мягких тканей – осколков стекла. Они являются более эхогенными по сравнению с деревянными фрагментами, с выраженным эффектом дистального затухания (см. рис. 2, а). Обращает на себя внимание возможность выявления мелких (2–3 мм) фрагментов, в том числе множественных (см. рис. 2, б).

Нами предложен новый информативный параметр, позволяющий улучшить визуализацию ИТ и судить о его плотности – наличие и характер твинклинг-артефакта, искусственно вызываемого путем мануальной вибрации.

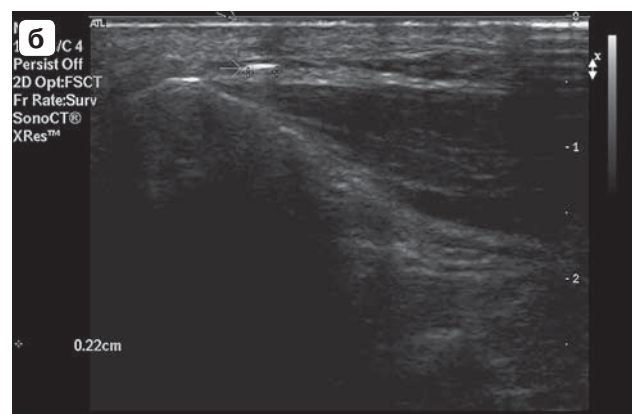
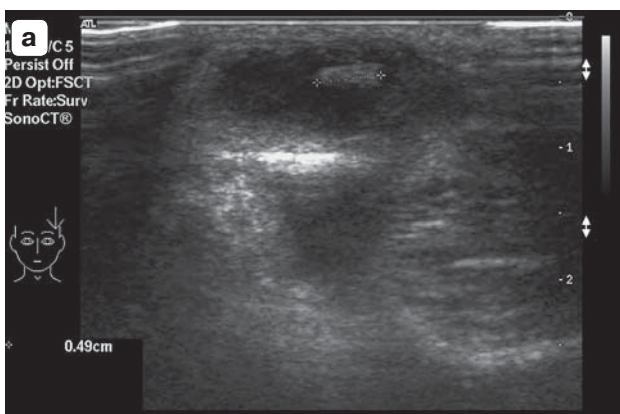
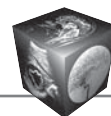


Рис. 2. УЗ-изображения ИТ (стекло) в В-режиме. а – надбровной области; б – тканей щеки.



Известно, что твинклинг-артефакт возникает при доплерографическом исследовании на границе разделения сред разной плотности [9]. Твинклинг-артефакт может проявляться в режимах спектрального, энергетического и цветового доплеровского картирования, а также режиме V-flow и визуализируется как структура, имеющая монохромное цветовое окрашивание, расположенная непосредственно за неподвижным объектом и создающая видимость движения [11]. В современных исследованиях указывается на возможность использования твинклинг-артефакта в диагностике конкрементов, кальцинатов и кальцификатов [12], атеросклеротического поражения сосудов. Ранее нами было предложено использовать твинклинг-артефакт для улучшения визуализации пункционных игл и дренажей [13], а также ятрогенных ИТ [3].

При применении способа инициации твинклинг-артефакта в режиме ЭДК на границе разде-

ла сред различной плотности (ИТ и окружающих его тканей) ИТ определялся как яркий цветовой локус, смещаемый при изменении угла сканирования по поверхности гиперэхогенной структуры, оставаясь обращенным к источнику ультразвукового излучения (рис. 3).

Интенсивность твинклинг-артефакта варьировала от единичных неустойчивых цветовых сигналов до выраженного устойчивого окрашивания как самой структуры с более высокой плотностью, так и акустической тени за ним. По нашим данным, подтвержденным результатами ряда исследований [10, 11, 13], интенсивность цветового сигнала зависит от плотности объекта и состояния его поверхности, при этом размер объекта не имеет существенного значения. Градации интенсивности твинклинг-артефакта учитывали при предварительном определении материала ИТ. Так, на рис. 4, а в зоне посттравматических изменений мягких тканей голени при УЗИ в В-режиме визуализи-

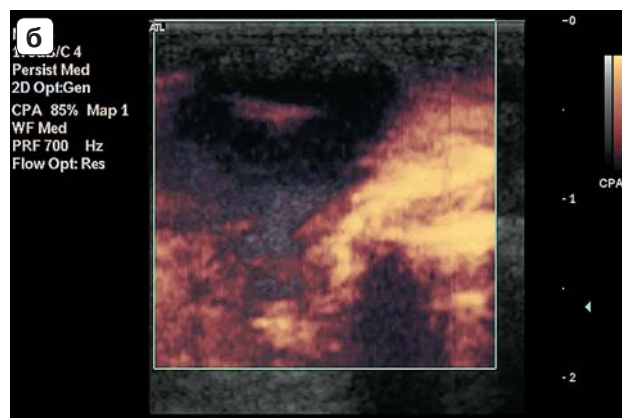
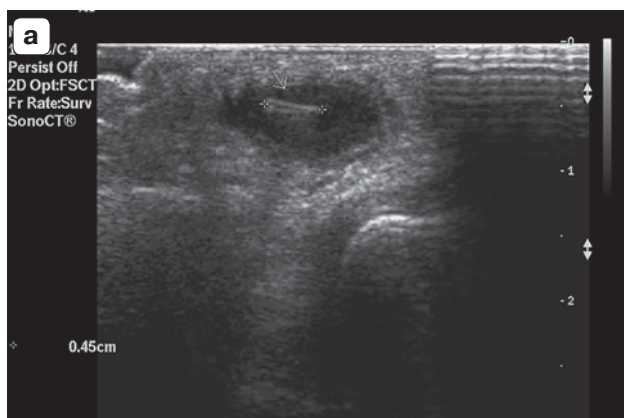


Рис. 3. УЗ-изображения ИТ мягких тканей ладони растительного происхождения. а – В-режим; б – режим ЭДК, инициация твинклинг-артефакта.



Рис. 4. УЗ-изображения ИТ мягких тканей голени (фрагмент кости). а – В-режим; б – режим ЭДК, инициация твинклинг-артефакта.

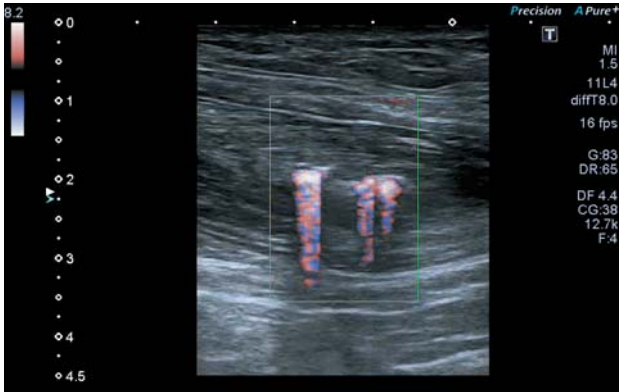


Рис. 5. УЗИ-изображение ИТ мягких тканей (металлический осколок) в режиме ЭДК, инициация твинклинг-артефакта.

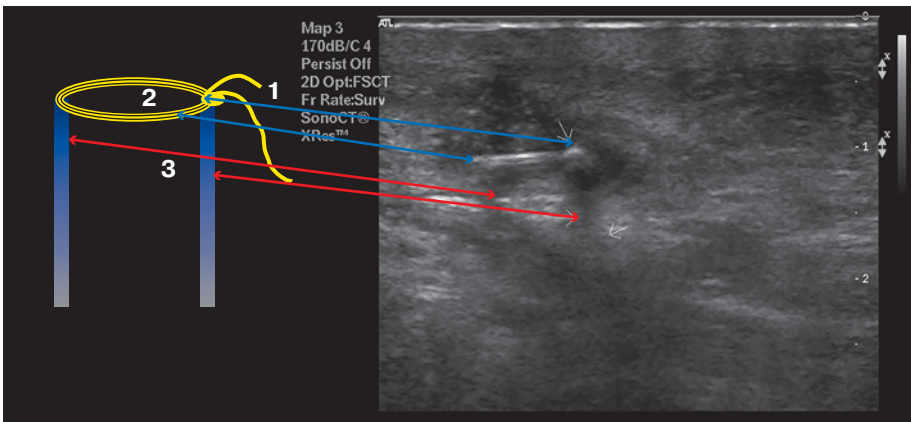


Рис. 6. Схематическое и ультразвуковое (В-режим) изображение лигатуры со сформированным перилигатурным абсцессом. 1 – узел лигатуры; 2 – петля лигатуры; 3 – параллельные эффекты дистального затухания от узла и изгиба петли лигатуры.

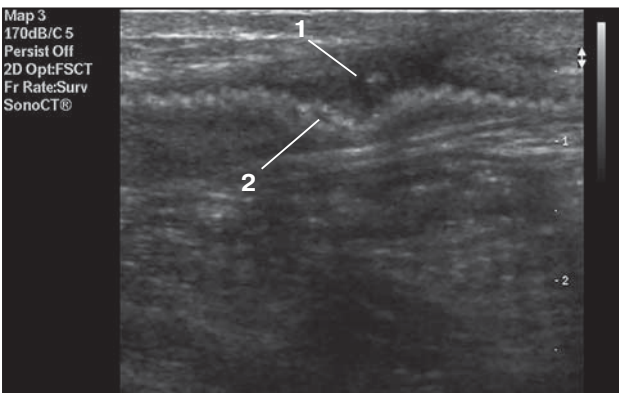


Рис. 7. УЗИ-изображение ИТ тела в В-режиме, лигатура (1) – причина перифокального воспаления на фоне интактного сетчатого эндопротеза для грыжепластики (2).

ровали линейную гиперэхогенную структуру, предположительно ИТ. В режиме ЭДК (рис. 4, б) возникал мощный твинклинг-артефакт, определялся выраженный эффект дистального затухания, а сам объект приобретал характерное яркое окрашивание. Проведенные исследования показали, что такая эхокартина характерна для ИТ с высокой акустической плотностью. После извлечения ИТ идентифицирована рыба кость.

При УЗИ ИТ более высокой плотности вышеперечисленные изменения были еще более выраженными (рис. 5).

Отдельную группу составляют ятрогенные ИТ, среди которых, по нашим данным, наиболее час-

тыми являются лигатуры. Эхокартина лигатуры имела характерные элементы, позволяющие дифференцировать ее от клинически сходных состояний (рис. 6).

Лигатуры часто выступали причиной перифокального воспаления с формированием абсцессов и свищей. В примере, приведенном на рис. 7, УЗИ позволило дифференцировать перилигатурный абсцесс от воспаления, инициированного эндопротезом.

УЗИ позволяло дифференцировать ятрогенные ИТ на основании их эхографических характеристик. На рис. 8, а приведено наблюдение текстильного ИТ (салфетки) в печени после ее ушивания.

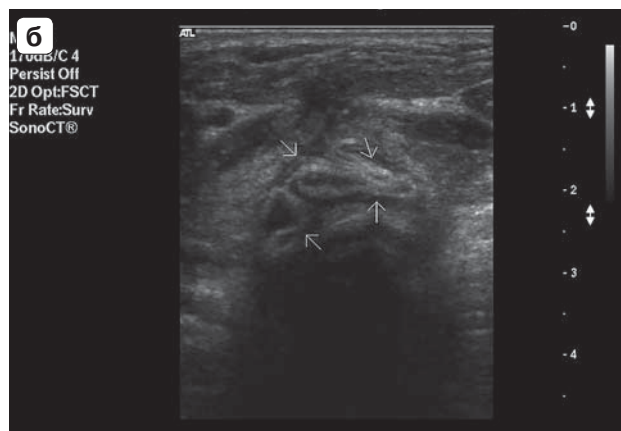
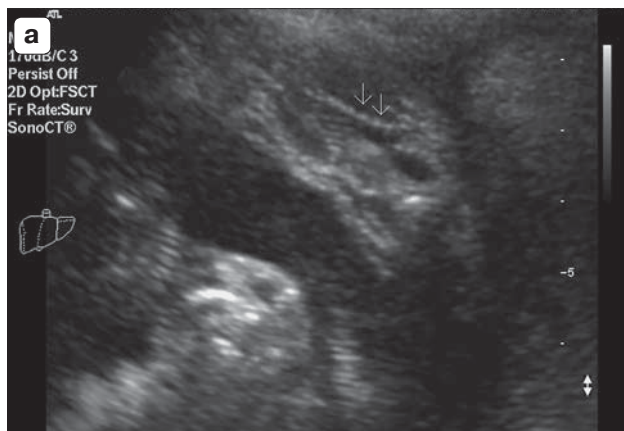
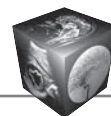


Рис. 8. УЗ-изображения ятрогенных ИТ в В-режиме. а – текстильного; б – латексного.

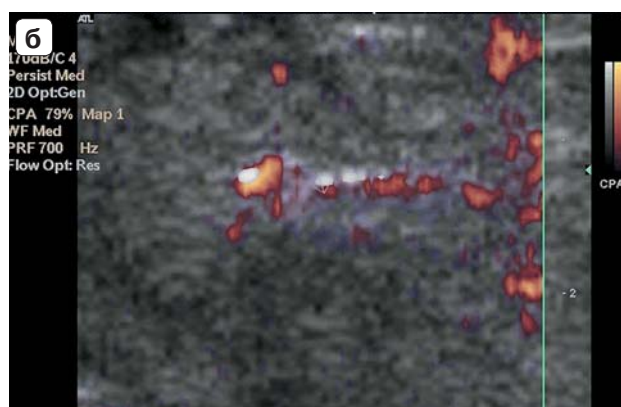
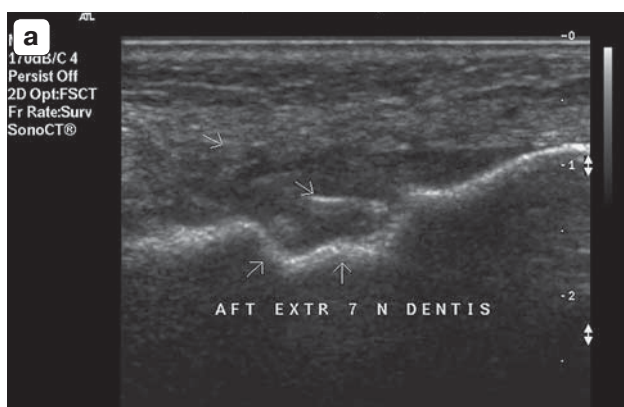


Рис. 9. УЗ-изображения фрагментов собственных костных структур. а – осколка зуба (В-режим); б – отломка кости в мягких тканях голени (режим ЭДК).

Характерным являлось наличие периодичных гиперэхогенных сигналов от волокон салфетки, что позволило дифференцировать ИТ. ИТ, приведенное на рис. 8, б, локализованное в ложе удаленной щитовидной железы, не имело указанного признака, кроме того, отмечена его выраженная складчатая структура. Сделано предположение, что данное ИТ представляет собой фрагменты латексного дренажа, что подтвердилось после его извлечения.

Установлено, что УЗИ с применением способа инициации твинклинг-артефакта позволяет дифференцировать ИТ от собственных костных фрагментов (рис. 9), конкрементов, эндогенных структур, что принципиально влияет на тактику лечения.

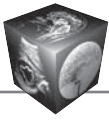
Также клиническую картину ИТ мягких тканей, но без травмы в анамнезе, наблюдали при дирофилляриозе. При УЗИ паразит визуализировали в виде парных линейных параллельных гиперэхогенных структур, беспорядочно расположенных в гипозоногенной жидкостной полости (рис. 10).

Таким образом, проведенное исследование позволило оценить возможности ультразвукового



Рис. 10. УЗ-изображение дирофилляриоза мягких тканей лица в В-режиме.

метода исследования при визуализации и дифференциации ИТ мягких тканей. Полученные данные положены в основу дифференцированного выбора лечебной тактики, в частности установления показаний к оперативному или минимально инвазивному лечению.



Заклучение

УЗИ, в том числе с применением способа инициации твинклинг-артефакта, позволяет выявить ИТ, определить его форму и размер, предположительно оценить структуру (материал), провести его дифференциальную диагностику с другими патологическими состояниями и эндогенными структурами, оценить локализацию и взаиморасположение ИТ с окружающими анатомическими и патологическими структурами, выявить признаки воспаления, абсцедирования.

Список литературы

1. Mittendorff R.E. Foreign Body Removal. *Wound. Ann. Surg.* 2004; 242 (6): 782–788.
2. Гаврилин А.В., Степанова Ю.А., Жуков А.О., Федотов С.В. Ультразвуковая диагностика изменений мягких тканей в области послеоперационной раны. *Диагностическая и интервенционная радиология.* 2007; 1 (1): 36–45.
3. Зубов А.Д., Губанов Д.М. Ультразвуковая визуализация инородных тел мягких тканей. В сб.: *Актуальні проблеми ультразвукової діагностики.* Київ: ВБО "Український доплерівський клуб", 2013: 87–88.
4. Рязанцев А.А., Гончарова Т.П. Диагностика ятрогенных инородных тел в раннем и позднем послеоперационном периоде. *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2013; 1: 15–26.
5. Kourelis K., Mourtzouchos K., Haronis V. et al. Ultrasound-guided removal of palpable, radiolucent vegetative foreign bodies embedded into facial soft tissues of a toddler. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 2016; 91: 64–66.
6. Кузнецов Н.А., Зинякова М.В., Харитонов С.В. и др. Ультразвуковая диагностика инородных тел брюшной полости. *Хирургия.* 2001; 10: 21–23.
7. Андреев А.В., Приходько А.Г., Сахно В.Д. и др. Ультразвуковая диагностика текстильных инородных тел брюшной полости. *Медицинская визуализация.* 2009; 2: 68–72.
8. Харнесс Дж.К., Вишер Д.Б. Ультразвуковая диагностика в хирургии: основные сведения и клиническое применение. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. 597 с.
9. Yang J.H., Kang G., Choi M.J. The role of the acoustic radiation force in color Doppler twinkling artifacts. *Ultrasonography.* 2015; 34 (2): 109–114.
10. Lu W., Sapozhnikov O.A., Bailey M.R. et al. Evidence for trapped surface bubbles as the cause for the twinkling artifact in ultrasound imaging. *Ultrasound Med. Biol.* 2013; 39 (6): 1026–1038.
11. Ozan E., Atac G.K., Gundogdu S. Twinkling artifact on color Doppler ultrasound: an advantage or a pitfall? *J. Med. Ultrason.* 2016; 43 (3): 361–371.
12. Yavuz A., Ceken K., Alimoglu E., Kabaalioglu A. The reliability of color doppler "twinkling" artifact for diagnosing millimetrical nephrolithiasis: comparison with B-Mode US and CT scanning results. *J. Med. Ultrason.* 2015; 42 (2): 215–222.
13. Wilson J.I., Zubov A.D. Role of Doppler Navigation in Minimally Invasive Procedures under Ultrasound Guidance. *Br. J. Med. & Med. Res.* 2016; 13 (2): 1–9.

References

1. Mittendorff R.E. Foreign Body Removal. *Wound. Ann. Surg.* 2004; 242 (6): 782–788.
2. Gavrilin A.V., Stepanova Yu.A., Zhukov A.O., Fedotov S.V. Ultrasound diagnosis of soft tissue changes in the field of post-operative wounds. *Diagnosticheskaya I interventsionnaya radiologiya.* 2007; 1 (1): 36–45. (In Russian)
3. Zubov A.D., Gubanov D.M. Ultrasound imaging of soft tissue foreign bodies. In the collection: *Actual problems of ultrasonic diagnostics.* Kiev: Ukrainian Doppler club, 2013: 87–88. (In Russian)
4. Ryazantsev A.A., Goncharova T.P. Yatrogenic Foreign Bodies Diagnosis in Early and Late Postoperative Period. *Ultrazvukovaya I funktsionalnaya diagnostika.* 2013; 1: 15–26. (In Russian)
5. Kourelis K., Mourtzouchos K., Haronis V. et al. Ultrasound-guided removal of palpable, radiolucent vegetative foreign bodies embedded into facial soft tissues of a toddler. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 2016; 91: 64–66.
6. Kuznetsov N.A., Zinyakova M.V., Haritonov S.V. et al. Ultrasonic Diagnostics of Textile foreign Bodies in Abdomen. *Khirurgiya.* 2001; 10: 21–23. (In Russian)
7. Andreev A.V., Prikhodko A.G., Sahno V.D. et al. Ultrasound diagnosis textile foreign bodies abdominal cavity. *Meditsinskaya vizualizatsiya.* 2009; 2: 68–72. (In Russian)
8. Harness Dzh.K., Visher D.B. *Ultrasound in Surgery: basics and clinical application.* М.: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2010. 597 p. (In Russian)
9. Yang J.H., Kang G., Choi M.J. The role of the acoustic radiation force in color Doppler twinkling artifacts. *Ultrasonography.* 2015; 34 (2): 109–114.
10. Lu W., Sapozhnikov O.A., Bailey M.R. et al. Evidence for trapped surface bubbles as the cause for the twinkling artifact in ultrasound imaging. *Ultrasound Med. Biol.* 2013; 39 (6): 1026–1038.
11. Ozan E., Atac G.K., Gundogdu S. Twinkling artifact on color Doppler ultrasound: an advantage or a pitfall? *J. Med. Ultrason.* 2016; 43 (3): 361–371.
12. Yavuz A., Ceken K., Alimoglu E., Kabaalioglu A. The reliability of color doppler "twinkling" artifact for diagnosing millimetrical nephrolithiasis: comparison with B-Mode US and CT scanning results. *J. Med. Ultrason.* 2015; 42 (2): 215–222.
13. Wilson J.I., Zubov A.D. Role of Doppler Navigation in Minimally Invasive Procedures under Ultrasound Guidance. *Br. J. Med. & Med. Res.* 2016; 13 (2): 1–9.