

2.2015

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА

ISSN 1607-0771 (Print)
ISSN 2408-9494 (Online)

Официальный журнал Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине

ISSN 1607-0771 (Print)
ISSN 2408-9494 (Online)

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА

Ultrasound & Functional Diagnostics

2.2015

Главный редактор В.В. Митьков

Зам. главного редактора В.А. Сандриков
М.Д. Митькова

Редакторы	ультразвуковая диагностика	функциональная диагностика
	М.Н. Алехин	Г.Г. Иванов
	М.И. Пыков	В.И. Садовников
	М.К. Рыбакова	В.А. Сулимов
	Е.В. Федорова	

Редакционный совет

Агеева М.И., Россия
Алекперова Т.В., Россия
Балахонова Т.В., Россия
Беляева О.А., Россия
Бондаренко В.О., Россия
Брюховецкий Ю.А., Россия
Бурков С.Г., Россия
Быковский В.А., Россия
Ватолин К.В., Россия
Веропотвелян Н.П., Украина
Воеводин С.М., Россия
Гречанина Е.Я., Украина
Гус А.Й., Россия
Дворяковская Г.М., Россия
Дворяковский И.В., Россия
Демидов В.Н., Россия
Заболотская Н.В., Россия
Затикян Е.П., Россия
Зубарев А.Р., Россия

Зубарева Е.А., Россия
Игнашин Н.С., Россия
Кинзерский А.Ю., Россия
Корнеев Н.В., Россия
Куликов В.П., Россия
Кунцевич Г.И., Россия
Лелюк В.Г., Россия
Лелюк С.Э., Россия
Лемешко З.А., Россия
Липман А.Д., Россия
Маколкин В.И., Россия
Мартыш Н.С., Россия
Медведев В.Е., Украина
Михайлов А.В., Россия
Надточий А.Г., Россия
Наумович Е.Г., Россия
Озерова О.Е., Россия
Озерская И.А., Россия
Орлова Л.П., Россия

Папиташивили А.М., Грузия
Паршин В.С., Россия
Ридэн Т.В., Россия
Салтыкова В.Г., Россия
Сапожников В.Г., Россия
Сахно Ю.Ф., Россия
Синюкова Г.Т., Россия
Сторожаков Г.И., Россия
Стручкова Т.Я., Россия
Стыгар А.М., Россия
Татишвили Д.Г., Грузия
Трофимова Е.Ю., Россия
Тухбатуллин М.Г., Россия
Фазылов А.А., Узбекистан
Хитрова А.Н., Россия
Чекалова М.А., Россия
Шолохов В.Н., Россия

Журнал включен ВАК РФ в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

Официальный журнал Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине

ВИДАР

Выпускается 6 раз в год

Издается с 1995 года

109028 г. Москва, а/я 16, ООО "Видар"

тел. (495) 589-8660

ПИ № ФС77-21266 от 22.06.2005 года

2000 экз.

содержание

Ультразвуковая диагностика заболеваний внутренних органов

- Эластография сдвиговой волной в мультипараметрической ультразвуковой диагностике злокачественных опухолей молочной железы различных размеров
В.В. Митьков, К.А. Чубарова, Н.В. Заболотская,
М.Д. Митькова, Н.В. Яурова. 9
- О возможностях метода ультразвуковой эластометрии для диагностики хронического панкреатита.
Полный факторный эксперимент
Э.И. Гальперин, Т.Г. Дюжева, И.А. Семеновко,
В.Н. Шолохов, С.Н. Бердников, М.С. Махотина,
А.В. Ковальчук, А.А. Митина, Е.А. Полушкин,
А.И. Семеновко, С.Ю. Шаповал. 19

Ультразвуковая диагностика в акушерстве и гинекологии

- Практические рекомендации ISUOG:
проведение ультразвукового исследования плода в первом триместре беременности
Международное общество ультразвуковой диагностики в акушерстве и гинекологии (ISUOG) 37
- Определение факторов риска экспульсии левоноргестрел-релизинг внутриматочной системы “Мирена” с помощью трехмерной трансвагинальной эхографии
К.А. Тохунц, А.Д. Худавердян,
К.С. Джулакян, Н.Б. Абгарян 56

Ультразвуковая диагностика в педиатрии

- Ультразвуковая диагностика дивертикула Меккеля у детей
Е.В. Дмитриева, М.Н. Буланов, И.А. Блинов,
В.Х. Набиев, М.Д. Митькова. 68

Ультразвуковая диагностика заболеваний сердца и сосудов

- Ультразвуковое исследование в диагностике катетер-ассоциированных тромбозов магистральных вен у детей в отделении реанимации
М.В. Быков, К.С. Мадорский, В.Г. Багаев,
В.Г. Амчеславский, В.В. Лазарев. 85

Другие вопросы ультразвуковой диагностики

- Ультразвуковая эластография сдвиговой волной
В.В. Митьков, М.Д. Митькова. 94

Обзоры

- Ультразвуковое исследование метастазов в поясничных лимфатических узлах
Г.С. Аллавердян, М.А. Чекалова. 109
- Ультразвуковое исследование позвоночника и люмбальная пункция в клинической практике (краткая история)
Ю.Н. Богин, И.Д. Стулин, Н.А. Шапиро, Л.А. Суворова 116

Юбилеи

- Юрию Николаевичу Богину – 90 лет 121

Подписаться на наш журнал вы можете в любом отделении связи (каталог Роспечати, раздел “Здравоохранение. Медицина”), а также в ООО “Видар”

Художники О.А. Рыченкова, А.И. Морозова
Выпускающий редактор Ю.А. Кушель
Редактирование Е.С. Самойлова
Верстка Ю.А. Кушель

Читайте о нашем журнале в сети Интернет www.usfd.vidar.ru
Адрес для связи с редакцией vv@mitkov.ru

contents

General Ultrasound

Shear Wave Elastography in Multiparametric Ultrasound Diagnosis of Malignant Breast Tumors of Different Sizes
V.V. Mitkov, K.A. Chubarova, N.V. Zabolotskaya, M.D. Mitkova, N.V. Yurova 9

Ultrasound Point Shear Wave Elastography in Chronic Pancreatitis Diagnosis. Multiple Factor Analysis
E.I. Galperin, T.G. Dyuzheva, I.A. Semenenko, V.N. Sholokhov, S.N. Berdnikov, M.S. Makhotina, A.V. Kovalchuk, A.A. Mitina, E.A. Polushkin, A.I. Semenenko, S.Yu. Shapoval 19

Obstetrics and Gynecology Ultrasound

ISUOG Practice Guidelines: Performance of First-Trimester Fetal Ultrasound Scan
International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology (ISUOG) 37

Three-Dimensional Ultrasound in Risk Assessment of Levonorgestrel-Releasing Intrauterine System (Mirena) Expulsion
K.A. Tokhunts, A.D. Khudaverdyan, K.S. Julhakyan, N.B. Abgaryan 56

Pediatric Ultrasound

Ultrasound of Meckel's Diverticulum in Children
E.V. Dmitrieva, M.N. Bulanov, I.A. Blinov, V.Kh. Nabiev, M.D. Mitkova 68

Cardiovascular Ultrasound

Ultrasound in Central Venous Catheter-Related Thrombosis Diagnosis among Children at Intensive Care Unit
M.V. Bykov, K.S. Madorskii, V.G. Bagaev, V.G. Amcheslavskii, V.V. Lazarev 85

Other Trends in Ultrasound Diagnostics

Ultrasound Shear Wave Elastography
V.V. Mitkov, M.D. Mitkova 94

Reviews

Ultrasound in Diagnosis of Lumbar Lymph Nodes Metastases
G.S. Allakhverdyan, M.A. Chekalova 109

Spine Ultrasound and Lumbar Puncture in Clinical Practice (Short History)
Yu.N. Bogin, I.D. Stulin, N.A. Shapiro, L.A. Suvorova 116

Anniversaries

Yurij Bogin – 90 years 121

Эластография сдвиговой волной в мультипараметрической ультразвуковой диагностике злокачественных опухолей молочной железы различных размеров

В.В. Митьков¹, К.А. Чубарова², Н.В. Заболотская¹,
М.Д. Митькова¹, Н.В. Яурова³

¹ ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования”
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва

² Клинический госпиталь ФКУЗ “МСЧ МВД России по г. Москве”

³ ГБУЗ МО “Московский областной научно-исследовательский клинический
институт имени М.Ф. Владимирского”

Проведен ретроспективный анализ данных ультразвукового исследования 44 случаев морфологически верифицированного рака молочной железы. Злокачественные образования были разделены на две группы в зависимости от максимального размера: в первую вошли 32 опухоли размером ≥ 1 см, во вторую – 12 опухолей размером < 1 см. Выявлены прямые достоверные связи максимального размера опухоли со значениями $E_{\text{тах}}$ ($r_s = 0,47$), E_{mean} ($r_s = 0,43$), SD ($r_s = 0,36$) и $SWE\text{-ratio}$ ($r_s = 0,33$) ($P < 0,05$ для всех корреляций). Значения E_{mean} , $E_{\text{тах}}$ и SD в первой и второй группах достоверно различались ($P < 0,05$). В опу-

холях размером < 1 см (вторая группа) достоверно чаще встречался признак вертикальной ориентации образования ($P < 0,05$). Во второй группе (размер образования < 1 см) получены значимые достоверные корреляции значений $E_{\text{тах}}$ с васкуляризацией образования ($r_s = 0,67$, $P < 0,05$). При наличии сосудистых сигналов в проекции опухолей размером < 1 см значения $E_{\text{тах}}$ достоверно выше, чем при их отсутствии (156,9 и 124,78 кПа) (медианы) ($P < 0,05$). В первой группе (опухоли размером ≥ 1 см) значения $SWE\text{-ratio}$ значимо коррелировали с отсутствием ретракционного узора в трехмерном режиме ($r_s = 0,50$, $P < 0,05$).

В.В. Митьков – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации. К.А. Чубарова – врач ультразвуковой диагностики отделения ультразвуковой диагностики Клинического госпиталя ФКУЗ “МСЧ МВД России по г. Москве”. Н.В. Заболотская – д.м.н., профессор кафедры ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации. М.Д. Митькова – к.м.н., доцент кафедры ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации. Н.В. Яурова – к.м.н., доцент кафедры лучевой диагностики ГБУЗ МО “Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М.Ф. Владимирского”.

Контактная информация: 127299 г. Москва, ул. Новая Ипатьевка, д. 3, Клинический госпиталь ФКУЗ “МСЧ МВД России по г. Москве”, кафедра ультразвуковой диагностики. Иванишина Татьяна Викторовна. Тел.: (499) 150-90-61. Факс: (926) 200-75-81. E-mail: tanya.sunspot@gmail.com

При наличии ретракционного узора в трехмерном режиме в опухолях размером ≥ 1 см значения SWE-ratio достоверно ниже, чем при отсутствии (8,2 и 11,1) (медианы) ($P < 0,05$). Полученные данные могут быть полезными в дифференциальной диагностике злокачественных опухолей маленьких (< 1 см) размеров.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование молочных желез, ультразвуковая эластография, эластография сдвиговой волной, рак молочной железы, фиброаденома молочной железы.

ВВЕДЕНИЕ

Последнее столетие ознаменовалось бурным ростом злокачественных заболеваний молочных желез. В 2011 г. кумулятивный риск (риск развития злокачественного заболевания, которому подверглось бы лицо в течение жизни до 75 лет при условии отсутствия всех причин смерти) развития злокачественного новообразования молочных желез у женщин составил 5,14%, кумулятивный риск умереть от злокачественного новообразования молочных желез у женщин в возрасте 0–74 года – 1,92% [1].

Длительное время во всем мире ведущим методом диагностики рака молочной железы являлась рентгеновская маммография. Согласно данным, полученным в конце XX века, проведение профилактических скрининговых обследований у женщин с помощью рентгеновской маммографии привело к снижению смертности от рака молочной железы [2, 3]. Однако способность рентгеновской маммографии к выявлению злокачественных опухолей связана с количеством и соотношением в молочной железе соединительной, железистой и жировой тканей. В том случае, когда в молочной железе преобладает железистая ткань (это в основном женщины до 40–45 лет), рентгенологически трудно дифференцировать доброкачественные или злокачественные процессы [4]. В связи с этим были очевидны поиски других методов оценки состояния молочных желез у женщин молодого и среднего возраста. С конца 80-х годов для диагностики онкологической патологии молочных желез во всем мире стало активно внедряться ультразвуковое исследование.

За последние 10 лет ультразвуковое исследование молочных желез претерпело значительные изменения. Появились широкополосные высокочастотные ультразвуковые датчики с частотой более 10 МГц, доплеровские и недоплеровские способы регистрации кровотока, трехмерное и четырехмерное сканирование с различными вариантами обработки изображения, ультразвуковые контрастные препараты, эластография [5, 6].

При поиске диагностических критериев необходимо понимать палитру тканевого различия при тех или иных процессах. Более 75% злокачественной патологии молочных желез представляет рак молочной железы [7]. Структура узловых форм рака молочной железы может быть разнообразной и зависит от наличия участков некроза, фиброза, кальцинатов и опухолевых сосудов [8].

Серошкальная эхография не является достаточно информативной в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных заболеваний молочных желез, а также различных вариантов рака молочной железы [8]. Идея опухолевого неангиогенеза в виде усиленной васкуляризации легла в основу использования доплерографии в диагностике злокачественных процессов в молочных железах [9]. Сочетание серошкальной эхографии с доплерографией позволяет улучшить выявление злокачественных опухолей [10, 11]. В то же время доплерографические возможности ультразвуковой аппаратуры различных фирм-производителей и различных классов (от портативных до аппаратов экспертного класса) не стандартизированы, и это объясняет тот факт, что не у всех исследователей при сочетании серошкальной эхографии с доплерографией повышается специфичность ультразвуковой диагностики рака молочной железы [8]. В трехмерном режиме доплерографическая картина опухолевого кровотока представляется более наглядной, чем в двумерном, в связи с чем эффективность этого критерия возрастает [12, 13].

Дифференциально-диагностические признаки злокачественного и доброкачественного поражений молочных желез помимо доплерографических критериев включают и признаки, характеризующие инвазивный или отграниченный характер распростране-

ния опухолевых масс в окружающие ткани. На преинвазивном этапе опухоль только раздвигает окружающие ткани, не вовлекая их в патологический процесс. Такой характер роста отмечается на ранних стадиях протокового и долькового рака, а также при медуллярных и муцинозных гистологических формах. Для основной массы рака молочной железы (75%) характерен инвазивный тип роста [14].

При этом инфильтрация окружающих тканей может быть выражена в большей или меньшей степени. Точно так же различная степень ответной фиброзной (десмопластической) реакции окружающих тканей на опухолевую инвазию ведет, с одной стороны, к повышению жесткости пораженного опухолью участка, с другой – к разрушению упорядоченности структуры тканей железы [15]. Эхографическими признаками инфильтрации окружающих тканей в двумерном серошкальном режиме являются нарушение типичного расположения соединительнотканых структур (связок Купера, капсулы молочной железы) и феномен гиперэхогенного периферического ободка вокруг инвазивных форм злокачественных опухолей [16]. Новые возможности трехмерной реконструкции позволяют более наглядно демонстрировать ультразвуковые признаки инфильтративного типа роста злокачественных опухолей молочных желез в виде ретракционного узора стяжения связок Купера в коронарной проекции. Доброкачественные опухоли в трехмерном режиме имеют сдавливающий узор окружающих тканей [6, 17].

В последнее десятилетие ультразвуковое исследование молочных желез обогатилось новой технологией – эластографией [18–21]. Ультразвуковая эластография позволяет характеризовать жесткостные свойства тканей при использовании различного характера компрессионного воздействия. На настоящий момент широко используются компрессионная эластография и эластография сдвиговой волной. При эластографии сдвиговой волной оценивается скорость сдвиговых волн, вызванных фокусированным акустическим импульсом (*ARFI*, *SonicTouch*). Эластография сдвиговой волной дает количественную информацию об эластических свойствах тканей, отображаемую в числовых значениях скорости

поперечной волны (м/с) или модуля Юнга (кПа) и (или) цветокодированном изображении (двумерная или трехмерная эластография сдвиговой волной). Применение параметров жесткости образований основано на различии упругих свойств злокачественных и доброкачественных изменений, что было многократно доказано экспериментальными и клиническими работами [22].

Наиболее часто встречаются злокачественные опухоли молочных желез с инфильтративным характером роста. Нередко сочетание различных гистологических вариантов злокачественной трансформации в одном опухолевом узле при доминирующей форме основного гистологического типа [23]. Все это реализует различие серошкальных признаков, также очевидны тканевые различия при эластографии. Подтверждением этого являются научные свидетельства о различном расположении зон повышенной жесткости относительно опухолевого фокуса. Ряд исследователей отмечает преобладание периферического расположения жестких участков вокруг опухоли (в соответствии с расположением зон десмоплазии и стянутых связок Купера) [21, 24].

Целью данной работы явилось изучение возможностей мультипараметрического ультразвукового исследования в диагностике рака молочной железы в зависимости от размеров опухоли.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В основу работы положен анализ данных ультразвукового исследования 44 случаев верифицированного рака молочной железы за период с 2012 по 2013 гг. (пациентки проходили обследование на клинической базе кафедры ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования” Минздрава России – в Клиническом госпитале ФКУЗ “МСЧ МВД России по г. Москве”). Все наблюдения имеют морфологическую верификацию в виде результатов исследования гистологического материала после хирургического лечения. Возраст пациенток колебался от 36 до 90 лет.

Всем больным выполнялось ультразвуковое исследование молочных желез на аппаратах:

– Aixplorer (Supersonic Imagine, Франция) с использованием широкополосного мультимодального линейного датчика, работающего в диапазоне частот 4–15 МГц;

– Voluson 730 Expert с использованием широкополосного мультимодального линейного датчика, работающего в диапазоне частот 6–12 МГц, и специализированного трехмерного линейного датчика, работающего в диапазоне частот 5–12 МГц.

Ультразвуковое исследование выполняли по стандартной методике с использованием традиционной схемы анализа патологии молочных желез (серошкальный, доплерографические режимы, трехмерная эхография в реальном времени) [8].

Также использовался режим эластографии сдвиговой волной (*Shear Wave Elastography (SWE)*), с помощью которого проводилась качественная и количественная оценка жесткости очаговых образований молочных желез. Сканирование в режиме эластографии сдвиговой волной производилось при минимальной компрессии датчиком, с необходимыми временными паузами для стабилизации эластографического изображения. Определяющим в возможности проведения методики является ограничение по глубине до 3,0 см (согласно рекомендации производителя). Время, необходимое для стабилизации изображения, составляет не менее 4 с (согласно рекомендации производителя).

Сначала осуществлялась качественная оценка жесткости исследуемой области. В цветовом окне (район интереса) автоматически происходит картирование тканей различными цветами в зависимости от их жесткости. Нами использован тип карты окрашивания, при котором более жесткие ткани картируются красным цветом, менее жесткие – синим цветом, промежуточными являются желтые и зеленые тона. Цветовое окно устанавливалось с учетом максимального захвата опухолевых узлов или исследуемых тканей. Для получения хорошего качества картограммы важным являлось соблюдение перпендикулярного положения датчика по отношению к исследуемым объектам. При проведении оптимизации режима эластографии (соотношение между разрешением эластографических изображений и глубиной проникновения луча

в соответствии с областью сканирования) был выбран режим *Penetration*. Шкала значений модуля Юнга, которая в режиме исследования молочных желез составляет 180 кПа, при необходимости изменялась (увеличивалась или уменьшалась). При высоких значениях шкалы менее наглядны цветовые различия жестких и более мягких участков при одинаковых цифровых показателях и наоборот [21].

Затем проводилась количественная оценка жесткости тканей. Значения модуля Юнга оценивались в участках с максимальной жесткостью либо в участках без повышения жесткости, но соответствующих патологическим изменениям в В-режиме. Для этого выделялись зоны интереса (*Q-Box*), в каждой из которых автоматически определялись следующие значения модуля Юнга (Е) (кПа): среднее значение (E_{mean}), максимальное значение (E_{max}), минимальное значение (E_{min}), стандартное отклонение (SD). Для анализа использовали среднее значение модуля Юнга (E_{mean}), максимальное значение (E_{max}) и стандартное отклонение (SD), а также коэффициент жесткости (эластичности) (*SWE-ratio*), определяющий соотношение жесткости в двух зонах интереса (E_{mean_1}/E_{mean_2}). В качестве референтной зоны для стандартизации и повышения воспроизводимости исследования нами была выбрана жировая ткань, характеризующаяся более низкими значениями модуля Юнга [25]. Измерение количественных показателей осуществлялось трижды, затем вычислялось среднее значение для каждого показателя.

Статистический анализ полученных результатов проводился с использованием стандартных методов (MedCalc). Количественные данные представлены в виде медианы (50-й процентиль), интерквартильного размаха (25–75-й процентиля), 2,5–97,5-го (5–95-го) процентилей и минимального – максимального значений. Применяли непараметрический критерий Манна–Уитни, критерий χ^2 , критерий Фишера, ранговые коэффициенты корреляции Спирмена (r_s) и τ Кендалла (r_τ). Различия считали достоверными при $P \leq 0,05$. При проведении корреляционного анализа результаты считали статистически значимыми также при $P \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При раке молочной железы максимальный размер опухоли составил 1,5 см (0,9–2,2, 0,4–3,4, 0,3–3,6 см) (медиана, 25–75-й процентиля, 2,5–97,5-й процентиля, минимальное – максимальное значения). Злокачественные образования были разделены на две группы в зависимости от максимального размера: в первую вошли 32 опухоли размером ≥1 см, во вторую – 12 опухолей размером <1 см. Эластографические показатели, полученные в обеих группах, представлены в табл. 1. Значения Emean, Emax и SD в двух группах достоверно различались (P < 0,05). Примеры эластографической картины образований различного размера представлены на рис. 1 и 2.

Характеристика злокачественных образований, полученная на основании данных серошкальной эхографии и цветокодированной доплерографии, представлена в табл. 2 и на рис. 3–7. Единственным критерием, по которому отмечалась достоверность различий, была вертикальная ориентация образования (в случае маленьких размеров опухоли этот критерий встречался достоверно чаще) (P < 0,05).

Корреляционный анализ, проведенный в группе злокачественных образований, выявил прямые достоверные связи максимального размера опухоли со значениями Emax (rs = 0,47), Emean (rs = 0,43), SD (rs = 0,36) и SWE-ratio (rs = 0,33) (P < 0,05 для всех корреляций). Аналогичные данные были получены А. Evans et al. [26],

Таблица 1. Результаты эластографии сдвиговой волной при раке молочной железы

Группы	Emean, кПа	Emax, кПа	SD, кПа	SWE-ratio
Первая группа (размер образования ≥1 см) (n = 32)	156,3* 102,0–204,1 69,8–267,6 61,5–281,9	188,1* 123,2–253,8 88,8–300,0 87,6–300,0	18,5* 11,0–27,5 8,3–42,6 6,2–46,3	9,2 7,6–12,3 5,5–19,6 5,4–30,5
Вторая группа (размер образования <1 см) (n = 12)	116,2 92,3–132,0 40,4–168,7 37,0–169,0	130,4 109,4–157,0 51,1–222,5 47,9–224,8	14,5 6,8–18,1 5,8–24,6 5,8–24,8	8,2 5,9–10,0 3,9–17,9 3,7–18,2

Примечание: на первой строке ячейки представлена медиана, на второй – 25–75-й процентиля, на третьей – 5–95-й процентиля, на четвертой – минимальное – максимальное значения. * – достоверность различий при сравнении параметров между группами при P < 0,05.

Таблица 2. Результаты серошкальной эхографии и цветокодированной доплерографии при раке молочной железы

Группы	Акустическая тень	Вертикальная ориентация	Гиперэхогенный ободок в двумерном режиме	Ретракционный узор в трехмерном режиме	Васкуляризация образования	Васкуляризация окружающих тканей
Первая группа (размер образования ≥1 см) (n = 32)	14 (43,8%)	10* (31,3%)	18 (56,3%)	19 (59,4%)	9 (28,1%)	26 (81,3%)
Вторая группа (размер образования <1 см) (n = 12)	7 (58,3%)	8 (66,7%)	4 (33,3%)	6 (50,0%)	4 (33,3%)	11 (91,7%)
Всего (n = 44)	21 (47,7%)	18 (40,9%)	22 (50,0%)	25 (56,8%)	13 (29,5%)	37 (84,1%)

Примечание: * – достоверность различий при сравнении параметров между группами при P < 0,05.

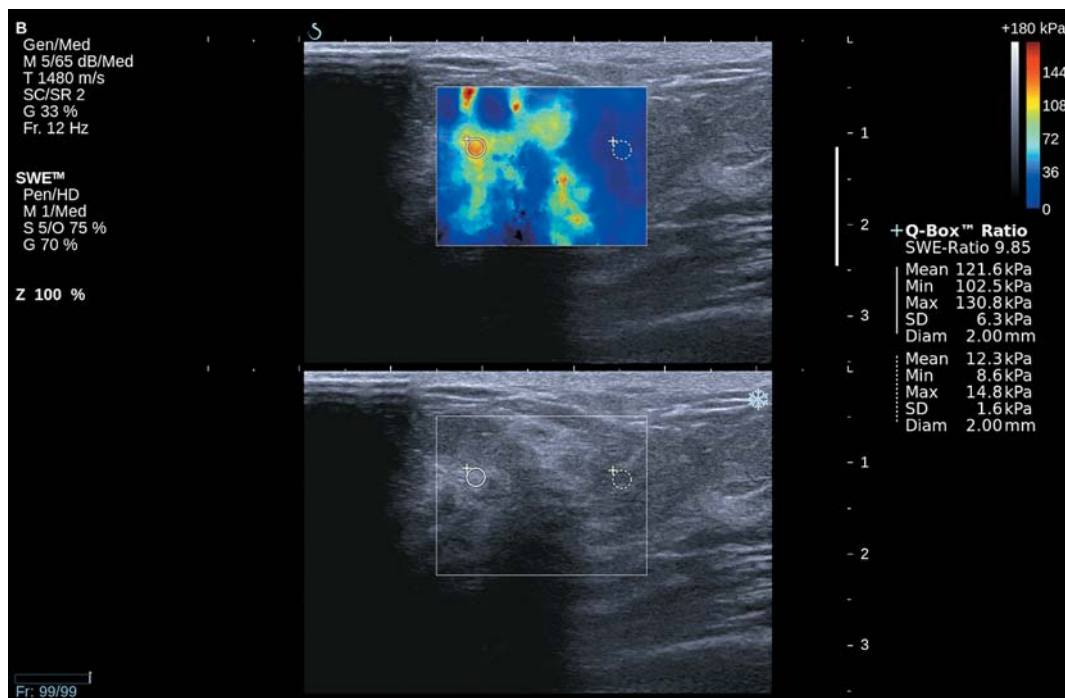


Рис. 1. Рак молочной железы. Размеры опухоли ≥ 1 см (первая группа). Веерообразное расположение зон повышенной жесткости вокруг образования. Значения E_{mean} , E_{max} и SWE-ratio выше пороговых, рекомендованных для дифференциальной диагностики злокачественных процессов (35,6 кПа, 45,7 кПа и 3,5 соответственно) [21].

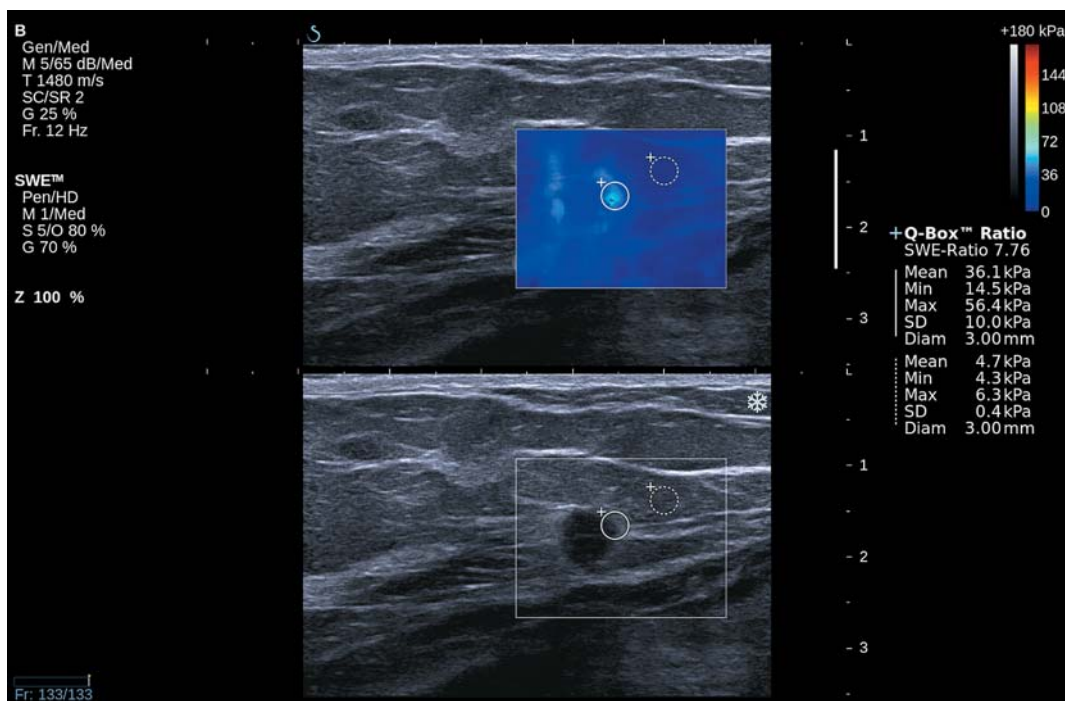


Рис. 2. Рак молочной железы. Размеры опухоли < 1 см (вторая группа). Веерообразное расположение зон повышенной жесткости вокруг образования. Значения E_{mean} , E_{max} и SWE-ratio выше пороговых, рекомендованных для дифференциальной диагностики злокачественных процессов (35,6 кПа, 45,7 кПа и 3,5 соответственно) [21].

Ж.Н. Youk et al. [27], Ж.М. Chang et al. [28]. Однако необходимо отметить, что размер злокачественной опухоли – лишь один из критериев, влияющих на жесткость.

При анализе связей эластографических критериев, с одной стороны, и серошкальных и доплерографических – с другой, было выявлено, что в общей группе значения E_{max} не коррелировали ни с одним параметром. В первой группе (размер образования ≥ 1 см) значения E_{max} слабо коррелировали с наличием васкуляризации окружающих тканей ($r_t = 0,27, P < 0,05$), однако с васкуляризацией самого образования нет. Во второй группе (размер образования < 1 см), наоборот, получены значимые достоверные корреляции с васкуляризацией образования ($r_s = 0,67, P < 0,05$). При сравнении значений E_{max} в этих двух подгруппах было выявлено, что при наличии сосудистых сигналов в проекции опухолей размером < 1 см значения E_{max} достоверно выше (156,9 и 124,78 кПа) (медианы) ($P < 0,05$).

Значения E_{mean} в общей группе также не коррелировали ни с одним параметром. В первой группе (размер образования ≥ 1 см) значения E_{mean} слабо коррелировали только с наличием васкуляризации окружающих тканей ($r_t = 0,27, P < 0,05$) (по аналогии с E_{max} достоверные корреляции ранговый критерий Спирмена не показал, достоверные связи выявил только критерий τ Кендалла). Во второй группе (размер образования < 1 см) помимо васкуляризации образования ($r_t = 0,48, P < 0,05$) значения E_{mean} умеренно коррелировали с отсутствием гиперэхогенного ободка в двумерном режиме ($r_t = 0,48, P < 0,05$) (достоверные связи вновь выявил только критерий τ Кендалла). Достоверности различий значений E_{mean} между подгруппами по вышеуказанным критериям не найдено: в образованиях размером < 1 см значения E_{mean} не различались при наличии и отсутствии гиперэхогенного ободка в двумерном режиме и при наличии и отсутствии васкуляризации образования.

Значения SWE-ratio в общей группе значимо коррелировали с отсутствием ретракционного узора в трехмерном режиме ($r_s = 0,39, P < 0,05$) за счет первой группы (размер образования ≥ 1 см) ($r_s = 0,50, P < 0,05$). При сравнении значений SWE-

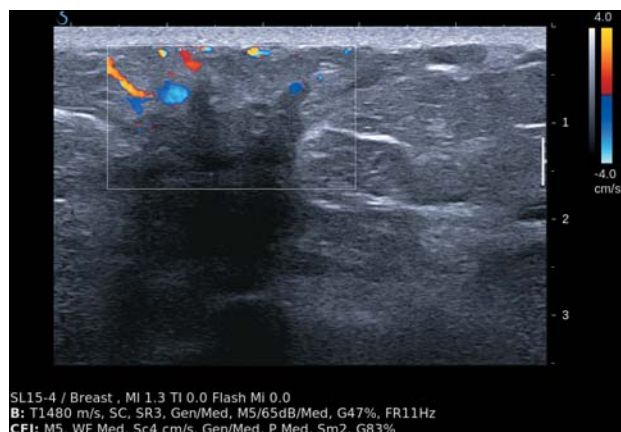


Рис. 3. Рак молочной железы. Размеры опухоли ≥ 1 см (первая группа). В-режим + цветовой доплеровское картирование. Акустическая тень, вертикальная ориентация, васкуляризация окружающих тканей.



Рис. 4. Рак молочной железы. Размеры опухоли ≥ 1 см (первая группа). В-режим. Гиперэхогенный ободок.



Рис. 5. Рак молочной железы. Размеры опухоли < 1 см (вторая группа). В-режим. Гиперэхогенный ободок.

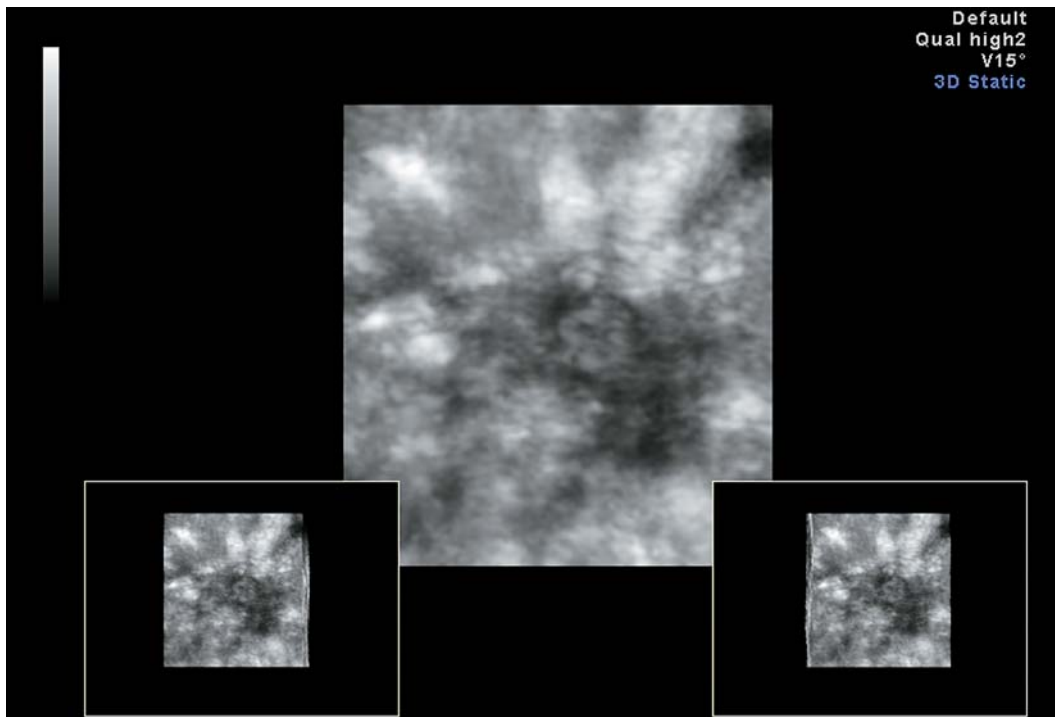


Рис. 6. Рак молочной железы. Размеры опухоли ≥ 1 см (первая группа). Трехмерный режим. Ретракционный узор.

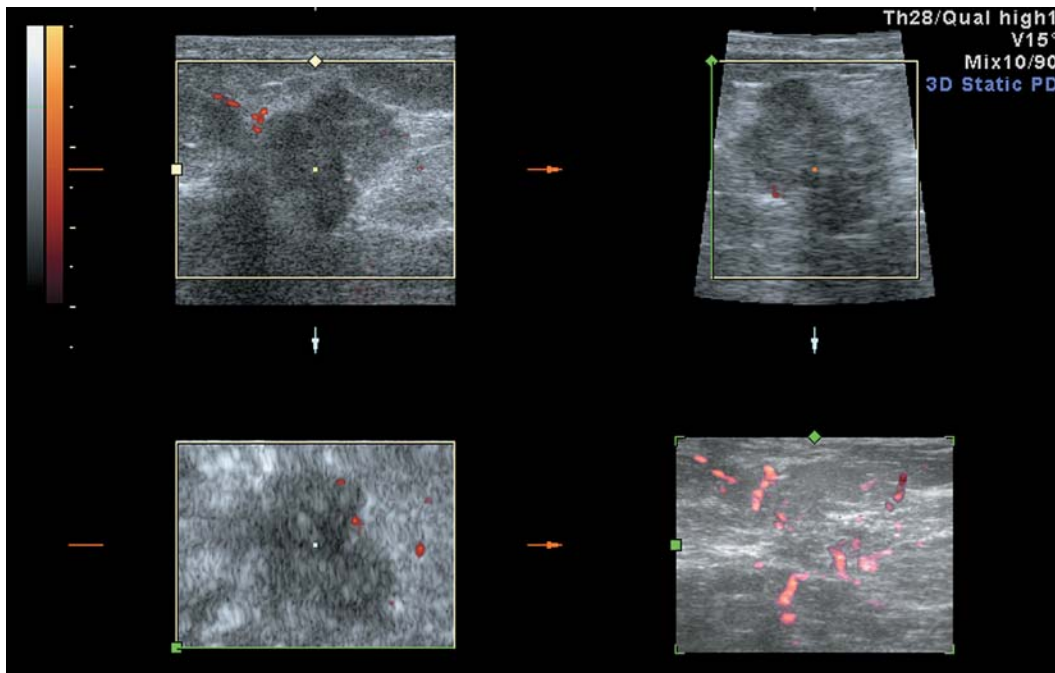


Рис. 7. Рак молочной железы. Размеры опухоли ≥ 1 см (первая группа). Васкуляризация образования и окружающих тканей в двумерном и трехмерном режимах (энергетическая доплерография).

ratio в этих двух подгруппах было выявлено, что при наличии ретракционного узора в трехмерном режиме в опухолях размером ≥ 1 см значения SWE-ratio достоверно ниже (8,2 и 11,1) (медианы) ($P < 0,05$). Также значения SWE-ratio в первой группе (размер образования ≥ 1 см) коррелировали с наличием горизонтальной ориентации образования ($r_s = 0,32$, $P < 0,05$). Однако достоверности различий значений SWE-ratio в опухолях с горизонтальной и вертикальной ориентацией не получено.

ВЫВОДЫ

1) Выявлены прямые достоверные связи максимального размера опухоли со значениями E_{max} ($r_s = 0,47$), E_{mean} ($r_s = 0,43$), SD ($r_s = 0,36$) и SWE-ratio ($r_s = 0,33$) ($P < 0,05$ для всех корреляций).

2) Значения E_{mean} , E_{max} и SD в первой (опухоли размером ≥ 1 см) и второй (опухоли размером < 1 см) группах достоверно различались ($P < 0,05$).

3) В опухолях размером < 1 см (вторая группа) достоверно чаще встречался признак вертикальной ориентации образования ($P < 0,05$).

4) Во второй группе (размер образования < 1 см) получены значимые достоверные корреляции значений E_{max} с васкуляризацией образования ($r_s = 0,67$, $P < 0,05$). При наличии сосудистых сигналов в проекции опухолей размером < 1 см значения E_{max} достоверно выше, чем при их отсутствии (156,9 и 124,78 кПа) (медианы) ($P < 0,05$).

5) В первой группе (опухоли размером ≥ 1 см) значения SWE-ratio значимо коррелировали с отсутствием ретракционного узора в трехмерном режиме ($r_s = 0,50$, $P < 0,05$). При наличии ретракционного узора в трехмерном режиме в опухолях размером ≥ 1 см значения SWE-ratio достоверно ниже, чем при отсутствии (8,2 и 11,1) (медианы) ($P < 0,05$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Злокачественные новообразования в России в 2011 году (заболеваемость и смертность) // Под ред. Чиссова В.И., Старинского В.В., Петровой Г.В. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена, 2013. 289 с.
2. Hendrick R.E., Smith R.A., Rutledge J.H. 3rd, Smart C.R. Benefit of screening mammography in

- women aged 40-49: a new meta-analysis of randomized controlled trials // J. Nat. Cancer Inst. Monogr. 1997. No. 22. P. 87-92.
3. Трапезников Н.Н., Аксель Е.М. Новое в терапии рака молочной железы // Статистика рака молочной железы. М., 1998. С. 6-10.
4. Byrne C., Schairer C., Wolfe J. et al. Mammographic features and breast cancer risk: effects with time, age and menopause status // J. Natl. Cancer Inst. 1995. V. 87. No. 21. P. 1622-1629.
5. Wang Z., Zhou Q., Liu J. et al. Tumor size of breast invasive ductal cancer measured with contrast-enhanced ultrasound predicts regional lymph node metastasis and N stage // Int. J. Clin. Exp. Pathol. 2014. V. 7. No. 10. P. 6985-6991.
6. Weismann C., Mayr C., Egger H., Auer A. Breast Sonography - 2D, 3D, 4D Ultrasound or Elastography? // Breast Care (Basel). 2011. V. 6. No. 2. P. 98-103.
7. Автандилов Г.Г., Григорьева С.Г. Гистоплоидометрическая диагностика новообразований молочной железы: Руководство. М.: РМАПО, 2007. С. 28-45.
8. Заболотская Н.В. Ультразвуковая диагностика заболеваний молочных желез // Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика. Изд. 2-е / Под ред. В.В. Митькова. М.: Видар, 2011. С. 563-606.
9. Brem S.S., Jensen H.M., Gullino P.M. Angiogenesis as a marker of preneoplastic lesions of the human breast // Cancer. 1978. V. 41. No. 1. P. 239-244.
10. Busilacchi P., Draghi F., Preda L., Ferranti C. Has color Doppler a role in the evaluation of mammary lesions? // J. Ultrasound. 2012. V. 15. No. 2. P. 93-98.
11. Stanzani D., Chala L.F., Barros N. et al. Can Doppler or contrast-enhanced ultrasound analysis add diagnostically important information about the nature of breast lesions? // Clinics. 2014. V. 69. No. 2. P. 87-92.
12. Lai Y.C., Huang Y.S., Wang D.W. et al. Computer-aided diagnosis for 3D power Doppler breast ultrasound // Ultrasound Med. Biol. 2013. V. 39. No. 4. P. 555-567.
13. Huang Y.H., Chen J.H., Chang Y.C. et al. Diagnosis of solid breast tumors using vessel analysis in three-dimensional power Doppler ultrasound images // J. Digit. Imaging. 2013. V. 26. No. 4. P. 731-739.
14. Нейштадт Э.Л., Воробьева О.А. Патология молочной железы. Пособие по диагностике заболеваний молочной железы. СПб.: Фолиант, 2003. 208 с.
15. Blohmer J.U., Guski H. Sonographische Kriterien in der Differenzialdiagnose von Mamma Tumoren // Ultraschall in Gynakologie und Geburtshilfe / Herausgegeben von Sohn C., Holzgreve W. Stuttgart: Thieme, 1995. P. 671-677.
16. Toubner J., Bohrer M., Van Kaick G. et al. Echomorphologie des Mammakarzinoms // Radiologe. 1993. T. 33. S. 277-286.
17. Rotten D., Levailant J.M., Zerat L. Analysis of normal breast tissue and of solid breast masses using three-dimensional ultrasound mammography // Ultrasound Obstet. Gynecol. 1999. V. 14. No. 2. P. 114-124.

18. Постнова Н.А., Васильев А.Ю. Возможности эластографии сдвиговой волной в дифференциальной диагностике изменений молочных желез // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2013. № 5. С. 60–71.
19. Мирошниченко И.В., Ананьева Н.А., Шахворостов В.А., Ефименко Ю.В. Роль эластографии сдвиговой волной в диагностике образований молочных желез в амбулаторных условиях // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2013. № 5. С. 72–78.
20. Кабин Ю.В., Громов А.И., Капустин В.В. Первый опыт применения ультразвуковой эластографии сдвиговой волной в диагностике рака молочной железы // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2013. № 5. С. 79–84.
21. Митьков В.В., Чубарова К.А., Заболотская Н.В., Митькова М.Д., Яурова Н.В. Информативность ультразвуковой эластографии сдвиговой волной в диагностике рака молочной железы // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2014. № 1. С. 11–24.
22. Митьков В.В., Чубарова К.А., Заболотская Н.В., Митькова М.Д. Возможности эластографии сдвиговой волной в дифференциальной диагностике очаговой формы злокачественных и доброкачественных опухолей молочных желез // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2013. № 6. С. 27–38.
23. Семиглазов В.Ф., Нургазиев К.Ш., Арзуманов А.С. Опухоли молочной железы (лечение и профилактика). Алматы, 2001. 345 с.
24. Evans A., Whelehan P., Thomson K. et al. Invasive breast cancer: relationship between shear-wave elastographic findings and histologic prognostic factors // Radiology. 2012. V. 263. No 3. P. 673–677.
25. Rzymiski P., Skorzewska A., Skibinska-Zielinska M., Opala T. Factors influencing breast elasticity measured by the ultrasound Shear Wave elastography – preliminary results // Arch. Med. Sci. 2011. V. 7. No. 1. P. 127–133.
26. Evans A., Whelehan P., Thomson K. et al. Invasive breast cancer: relationship between shear-wave elastographic findings and histologic prognostic factors // Radiology. 2012. V. 263. No. 3. P. 673–677.
27. Youk J.H., Gweon H.M., Son E.J. et al. Shear-wave elastography of invasive breast cancer: correlation between quantitative mean elasticity value and immunohistochemical profile // Breast Cancer Res. Treat. 2013. V. 138. No. 1. P. 119–126.
28. Chang J.M., Park I.A., Lee S.H. et al. Stiffness of tumours measured by shear-wave elastography correlated with subtypes of breast cancer // Eur. Radiol. 2013. V. 23. No. 9. P. 2450–2458.

Shear Wave Elastography in Multiparametric Ultrasound Diagnosis of Malignant Breast Tumors of Different Sizes

V.V. Mitkov¹, K.A. Chubarova², N.V. Zabolotskaya¹, M.D. Mitkova¹, N.V. Yaurova³

¹ *Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow*

² *Moscow Police Clinical Hospital, Russian Ministry of Interior*

³ *Moscow Regional Scientific and Research Clinical Institute*

V.V. Mitkov – M.D., Ph.D., Professor, Director, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Postgraduate Education. K.A. Chubarova – M.D., Ultrasound Diagnostics Department, Moscow Police Clinical Hospital, Russian Ministry of Interior. N.V. Zabolotskaya – M.D., Ph.D., Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Postgraduate Education. M.D. Mitkova – M.D., Ph.D., Associate Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Postgraduate Education. N.V. Yaurova – M.D., Ph.D., Associate Professor, Division of Radiology, Moscow Regional Scientific and Research Clinical Institute.

Retrospective analysis of 44 breast cancer cases verified by morphological examination was done. All malignant tumors were divided in two groups according to their maximal size as follows: 1st group – 32 tumors with size ≥ 1 cm, 2nd group – 12 tumors with size < 1 cm. There were significant positive correlations between maximal size of tumor and values of E_{max} ($r_s = 0.47$), E_{mean} ($r_s = 0.43$), SD ($r_s = 0.36$), and SWE -ratio ($r_s = 0.33$) ($P < 0.05$ for all correlations). There was a significant difference between values of E_{mean} , E_{max} , and SD in first and second groups ($P < 0.05$ for all comparisons). Vertical orientation was noticed more frequently in tumors with size < 1 cm ($P < 0.05$). There was a significant correlation between E_{max} value and lesion's vascularization in small tumors (< 1 cm) ($r_s = 0.67$, $P < 0.05$). E_{max} values were significantly higher in small tumors (< 1 cm) with vascular signals comparing to avascular tumors (156.9 and 124.78 kPa) (medians) ($P < 0.05$). SWE -ratio in first group (tumor size ≥ 1 cm) correlated significantly with absence of retraction pattern in 3D mode ($r_s = 0.50$, $P < 0.05$). SWE -ratio was significantly lower if there was a retraction pattern in 3D mode (8.2 and 11.1) (medians) ($P < 0.05$). Received data can be useful in differential diagnosis of small malignant tumors (< 1 cm).

Key words: *breast ultrasound, ultrasound elastography, shear wave elastography, breast cancer, and breast fibroadenoma.*

О возможностях метода ультразвуковой эластометрии для диагностики хронического панкреатита. Полный факторный эксперимент

*Э.И. Гальперин¹, Т.Г. Дюжева¹, И.А. Семенов¹, В.Н. Шолохов²,
С.Н. Бердников², М.С. Махотина², А.В. Ковальчук³, А.А. Митина³,
Е.А. Полушкин³, А.И. Семенов³, С.Ю. Шаповал³*

¹ ГБОУ ВПО “Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва

² ФГБНУ “Российский онкологический научный центр имени Н.Н. Блохина”, г. Москва

³ ФГБУН “Институт проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов Российской академии наук”, г. Черноголовка (Ногинский район, Московская обл.)

Э.И. Гальперин – д.м.н., профессор, главный научный сотрудник отдела гепатопанкреатобилиарной и регенеративной хирургии ГБОУ ВПО “Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова” Министерства здравоохранения Российской Федерации. Т.Г. Дюжева – д.м.н., профессор, заведующая отделом гепатопанкреатобилиарной и регенеративной хирургии ГБОУ ВПО “Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова” Министерства здравоохранения Российской Федерации. И.А. Семенов – к.м.н., старший научный сотрудник отдела гепатопанкреатобилиарной и регенеративной хирургии ГБОУ ВПО “Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова” Министерства здравоохранения Российской Федерации. В.Н. Шолохов – д.м.н., профессор, ведущий научный сотрудник отделения ультразвуковой диагностики ФГБНУ “Российский онкологический научный центр имени Н.Н. Блохина”. С.Н. Бердников – научный сотрудник отделения ультразвуковой диагностики ФГБНУ “Российский онкологический научный центр имени Н.Н. Блохина”. М.С. Махотина – к.м.н., врач отделения ультразвуковой диагностики ФГБНУ “Российский онкологический научный центр имени Н.Н. Блохина”. А.В. Ковальчук – старший научный сотрудник лаборатории эпитаксиальных микро- и наноструктур ФГБУН “Институт проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов Российской академии наук”. А.А. Митина – младший научный сотрудник лаборатории эпитаксиальных микро- и наноструктур ФГБУН “Институт проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов Российской академии наук”. Е.А. Полушкин – младший научный сотрудник лаборатории эпитаксиальных микро- и наноструктур ФГБУН “Институт проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов Российской академии наук”. А.И. Семенов – д.ф.-м.н., профессор, научный сотрудник лаборатории эпитаксиальных микро- и наноструктур ФГБУН “Институт проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов Российской академии наук”. С.Ю. Шаповал – к.т.н., заведующий лабораторией эпитаксиальных микро- и наноструктур ФГБУН “Институт проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов Российской академии наук”.

Контактная информация: 109518 г. Москва, ул. Грайвороновская, д. 12, корп. 1, кв. 23. Семенов Иван Альбертович. Тел.: (926) 546-98-76. E-mail: semenenko1979@mail.ru

Основной целью работы является исследование ткани различных отделов поджелудочной железы при хроническом панкреатите методом ультразвуковой эластометрии. Исследованы 2 группы по 19 человек (32 мужчины и 6 женщин) в возрасте от 20 до 57 лет. Среди них 28 пациентов с установленным диагнозом “хронический панкреатит” и 10 здоровых добровольцев. Диагноз и признаки хронического панкреатита были верифицированы по данным компьютерной томографии с болюсным контрастированием и при гистологическом исследовании резецированной во время оперативного вмешательства ткани поджелудочной железы. Обработка результатов измерений проводилась с помощью статистического метода полного факторного эксперимента. При этом в качестве факторов рассмотрены такие основные признаки хронического панкреатита, как фиброз, псевдокисты и кальцинаты. Использование полного факторного эксперимента позволило сделать важные выводы относительно возможностей метода ультразвуковой эластометрии. Выявлены основные признаки хронического панкреатита и их сочетания, оказывающие наибольшее влияние на жесткость поджелудочной железы.

Ключевые слова: ультразвуковая эластометрия, скорость сдвиговой волны, поджелудочная железа, хронический панкреатит, фиброз, псевдокисты, кальцинаты, полный факторный эксперимент.

ВВЕДЕНИЕ

Основным звеном в комплексном лечении тяжелого хронического панкреатита (ХП), помимо заместительной терапии ферментными препаратами, является резекция (удаление) фиброзно-измененной ткани головки поджелудочной железы (ПЖ) с последующим наложением соустья с тонкой кишкой. Операция позволяет уменьшить болевой синдром и произвести коррекцию осложнений заболевания, связанных со сдавлением общего желчного протока (механическая желтуха), двенадцатиперстной кишки (дуоденальная непроходимость), сосудов (портальная гипертензия) [1–3]. Однако опе-

рация может сопровождаться рядом осложнений (кровотечение, несостоятельность анастомоза с тонкой кишкой, перитонит), если она выполняется на так называемой мягкой ПЖ. Таким образом, с одной стороны, операцию надо выполнять как можно раньше, до развития осложнений, с другой – при достаточно “твердой” ПЖ [4–8].

Одним из современных неинвазивных методов, используемых для диагностики дооперационного состояния ткани ПЖ, определения ее жесткости, которая во многом определяется степенью выраженности фиброзных изменений [9–11], является ультразвуковая эластометрия, основанная на измерении скорости сдвиговой (поперечной) волны [12, 13].

Суть данного метода состоит в том, что ультразвуковая волна возбуждает вторичную поперечную (сдвиговую) волну. При этом определяется скорость распространения сдвиговой волны (*shear wave velocity*) в ткани, измеряемая методом ультразвуковой эластометрии (м/с). Скорость сдвиговой волны зависит от типа и выраженности патологии ткани [11, 14, 15]. В принципе на изучении такой зависимости может быть построена соответствующая диагностика. Однако пока немногочисленные исследования по применению ультразвуковой эластометрии для целей диагностики заболеваний ПЖ, в том числе ХП, во многом противоречивы и не позволяют с достаточной уверенностью судить о чувствительности и специфичности данного метода [14–16].

Основной целью настоящей работы является исследование ткани ПЖ больных ХП методом ультразвуковой эластометрии. Обработка результатов измерений проводилась с помощью статистического метода полного факторного эксперимента (ПФЭ) [17, 18]. При этом в качестве факторов были рассмотрены такие основные признаки ХП, как фиброз, псевдокисты и кальцинаты.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследованы 2 группы по 19 человек (32 мужчины и 6 женщин) в возрасте от 20 до 57 лет, находившихся на стационарном обследовании и лечении в ГБУЗ “Городская клиническая больница № 7 Департамента здравоохранения г. Москвы”.

Таблица 1. Классификация пациентов первой общей группы по основным признакам проявления ХП

№№	Фиброз	Псевдокисты	Кальцинаты	Примечание
1	+	+	+	Все признаки ХП
2	+	+	+	Все признаки ХП
3	+	+	+	Все признаки ХП
4	+	+	+	Все признаки ХП
5	+	+	+	Все признаки ХП
6	+	+	+	Все признаки ХП
7	+	+	+	Все признаки ХП
8	+	+	+	Все признаки ХП
9	-	-	-	Здоровый
10	-	-	-	Здоровый
11	-	-	-	Здоровый
12	-	-	-	Здоровый
13	-	-	-	Здоровый
14	+	+	-	Признаки ХП выражены частично
15	+	-	+	Признаки ХП выражены частично
16	+	-	-	Признаки ХП выражены частично
17	-	+	+	Признаки ХП выражены частично
18	-	+	-	Признаки ХП выражены частично
19	-	-	+	Признаки ХП выражены частично

Среди них 28 пациентов с установленным диагнозом “ХП” и 10 здоровых добровольцев. Диагноз и признаки ХП были верифицированы по данным компьютерной томографии с болюсным контрастированием и при гистологическом исследовании резецированной во время оперативного вмешательства ткани ПЖ. В табл. 1 приведено распределение пациентов первой группы по основным признакам ХП с указанием номера обследуемого, а также наличия или отсутствия признаков проявления ХП. На рис. 1 и 2 приведены результаты эластометрии у здорового добровольца и пациента со всеми признаками ХП.

В табл. 1 больные сгруппированы по признакам ХП. В первой подгруппе объединены больные, у которых проявляются все основные признаки (фиброз, псевдокисты и кальцинаты) ХП ($n = 8$). В этом случае каждому признаку соответствует знак плюс. Вторую подгруппу (подгруппу здоровых) образуют те, у кого нет признаков ХП (каждому признаку соответствует знак минус) ($n = 5$). В третью подгруппу входят больные, у которых проявляются не все основные признаки ХП (знаки плюс и минус чередуются) ($n = 6$). Все данные получены в период с февраля по май 2013 г.

Как следует из руководств [17, 18], указанного в табл. 1 количества пациентов (19 человек) в исследуемой группе вполне достаточно для проведения ПФЭ. Это обусловлено рассмотрением ограниченного количества (трех) основных признаков (факторов) ХП и структурой матрицы планирования ПФЭ. Здесь важно то, что в группе (см. табл. 1) для пациентов реализованы всевозможные сочетания знаков плюс и минус, определяющих наличие и отсутствие основных признаков ХП. В соответствии с этим третья подгруппа строго представлена 6 пациентами. В то же время количество пациентов в первой и второй подгруппах не регулируется так строго. В каждой из этих подгрупп, несмотря на кажущуюся однородность в общей характеристике пациентов, наблюдается, как следует из табл. 2, заметный разброс скорости сдвиговой волны. Очевидно, как здоровые из второй подгруппы, так и больные из первой подгруппы, у которых проявляются все признаки ХП, не могут быть одинаковыми по степени проявления здоровья и патологии. Отсюда и заметный разброс скорости сдвиговой волны в данных подгруппах. Такой разброс скорости сдвиговой волны используется ниже (при реализации метода ПФЭ) для вы-

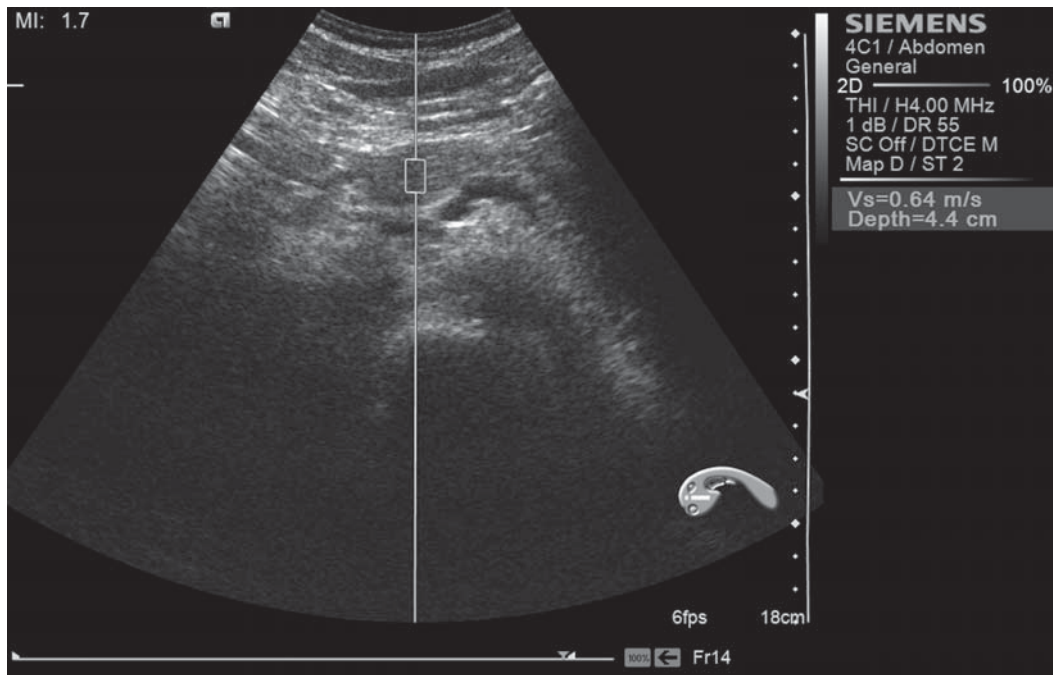


Рис. 1. Эластометрия головки неизменной поджелудочной железы у здорового пациента.

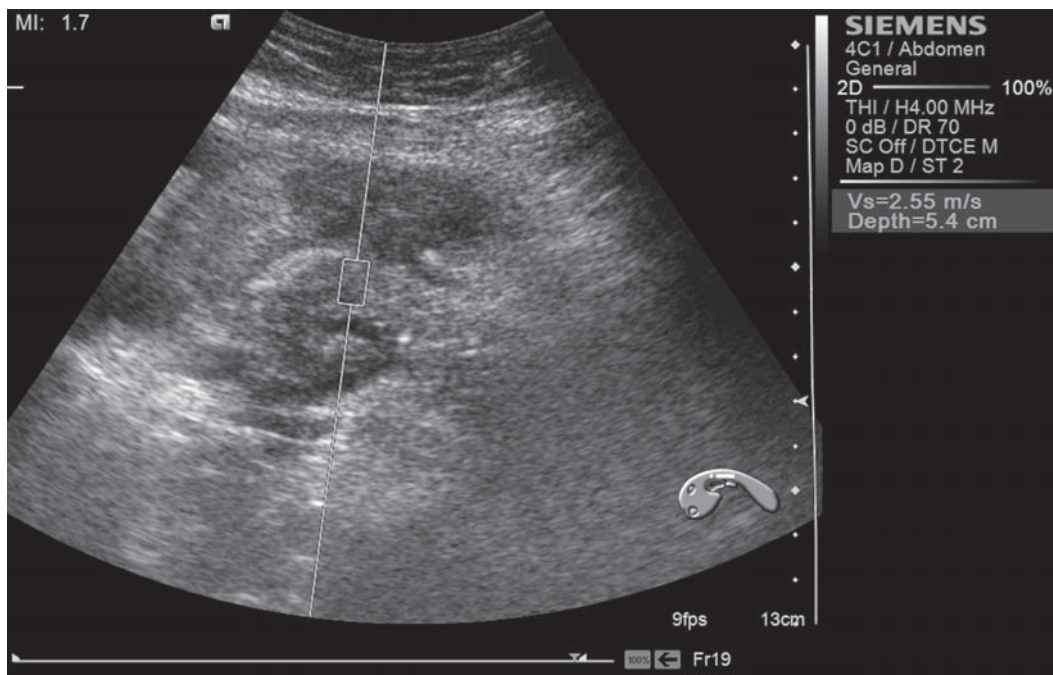


Рис. 2. Эластометрия тела поджелудочной железы у пациента со всеми признаками хронического панкреатита (фиброз, псевдокисты, кальцинаты).

бора так называемых реперных больных – по одному из первой и второй подгрупп. Отсюда и требование, чтобы разброс скоростей в этих подгруппах был представлен достаточно полно.

Измерения скорости распространения сдвиговой волны проведены во всех отделах

(головка, тело и хвост) ПЖ. Результаты измерений, включая средние значения скорости распространения сдвиговой волны в ПЖ (для каждого больного), приведены в табл. 2.

Для измерений скорости сдвиговой волны использовался ультразвуковой сканер

Таблица 2. Результаты измерений скорости сдвиговой волны (м/с) по отделам ПЖ (первая общая группа пациентов)

№№	Головка	Тело	Хвост	Среднее значение
1	1,62	0,73	2,00	1,45
2	3,05	1,51	1,31	1,96
3	1,62	2,71	2,26	2,20
4	1,24	2,51	2,79	2,18
5	1,13	2,35	0,77	1,42
6	1,90	1,69	2,02	1,87
7	1,02	1,41	1,82	1,42
8	2,93	2,55	2,47	2,65
9	1,35	1,35	1,12	1,27
10	1,31	1,04	0,58	0,98
11	0,64	0,56	0,62	0,61
12	2,09	0,85	1,24	1,39
13	1,22	1,91	0,62	1,25
14	1,27	1,06	2,06	1,46
15	2,38	1,93	1,76	2,02
16	0,67	1,05	1,18	0,97
17	1,23	1,13	0,97	1,11
18	1,34	2,01	1,31	1,55
19	1,00	1,62	1,08	1,23

Acuson S2000 (Siemens, Германия) с конвексным абдоминальным датчиком – диапазон частот от 2,0 до 4,0 МГц в зависимости от условий сканирования (глубина залегания, конституция пациента, наличие изменений окружающих тканей). Удовлетворительной визуализации мы достигали у всех пациентов. Получали не менее трех измерений скорости сдвиговой волны с каждой зоны, выбирая средний показатель. Поскольку полная визуализация дистальных отделов ПЖ иногда затруднена, то при снятии параметров с области хвоста ПЖ окно зоны интереса устанавливалось, как правило, на границе тела и хвоста железы или несколько ниже.

Результаты измерений обработаны с помощью статистического метода ПФЭ [17, 18]. В следующем разделе изложена математическая схема реализации данного метода применительно к основной задаче настоящей работы.

Математическая схема реализации статистического метода ПФЭ

ПФЭ – это система опытов, при которой реализуются все возможные неповторяющи-

еся комбинации уровней факторов [17, 18]. ПФЭ служит для математического описания процесса в виде отрезка ряда Тейлора. Для аддитивной математической модели используют алгебраические полиномы. Для наших целей используем неполные полиномы второй степени, в которых нелинейность (кривизна) обеспечивается за счет взаимовлияния факторов X_1, X_2, X_3 [17, 18]:

$$y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{123}X_1X_2X_3 \quad (1),$$

где $b_0, b_1, b_2, \dots, b_{123}$ – коэффициенты регрессии.

Величина y , характеризующая процесс, называется параметром оптимизации и непосредственно связана с используемым методом. Для ультразвуковой эластометрии параметр оптимизации y – это скорость распространения сдвиговой волны в ткани. Так как выбранная модель не содержит квадратов факторов, то достаточно, чтобы в опытах каждый фактор принимал только два уровня (+1 и -1). Такой ПФЭ называют экспериментом типа 2^k , где k – число факторов. Для нашего случая $k = 3, 2^k = 8$. В качестве факторов X_1, X_2, X_3 рассмотрим такие признаки ХП, как фиброз, псевдокисты и кальцинаты:

$$\begin{aligned} X_1 & \text{ (фиброз), } X_2 \text{ (псевдокисты),} \\ X_3 & \text{ (кальцинаты)} \end{aligned} \quad (2).$$

Матрица планирования ПФЭ для параметра оптимизации y , определяющего скорость распространения сдвиговой волны, имеет вид [17, 18]:

№№	X_0	X_1	X_2	X_3	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3	$X_1X_2X_3$	y_{cp}
1	+	+	+	+	+	+	+	+	y_1
2	+	+	+	-	+	-	-	-	y_2
3	+	+	-	+	-	+	-	-	y_3
4	+	+	-	-	-	+	+	+	y_4
5	+	-	-	+	+	+	+	-	y_5
6	+	-	+	+	-	-	+	-	y_6
7	+	-	+	-	-	+	-	+	y_7
8	+	-	-	+	+	-	-	+	y_8

где y_{cp} – среднее значение параметра y по экспериментам на данном исследовании. В первом столбце матрицы (3) указывается

номер исследования, проводимого на конкретном больном. Первое и второе исследования проводятся по больным из первой и здоровым из второй подгрупп соответственно (см. табл. 1), а остальные шесть – по больным из третьей подгруппы. В столбцах с 3-го по 9-й для каждого исследования указаны уровни факторов и их сочетаний. В последнем же столбце приведены экспериментальные значения y_1, y_2, \dots, y_8 параметра y . Каждому исследованию соответствует несколько серий измерений на ультразвуковом приборе (несколько экспериментов).

Далее нам понадобится построчная дисперсия, определяемая выражением [18]:

$$S_i^2 = \frac{\sum_m (y_{ij} - \bar{y})^2}{f_1} \quad (4),$$

где i – номер строки матрицы ПФЭ (номер исследования), m – число экспериментов (на данном исследовании), $f_1 = (m - 1)$ – число степеней свободы; \bar{y} – среднее значение скорости распространения сдвиговой волны для второй подгруппы (подгруппы здоровых).

Суммирование в (4) идет по экспериментам (на данном исследовании) от 1 до m .

Рассчитав построчные дисперсии относительно значения \bar{y} , находим затем расчетное значение критерия Кохрена [18]:

$$G_p = \frac{S_i \max}{\sum S_i^2} \quad (5).$$

Суммирование в формуле для G_p идет по строкам матрицы. Определяется также критическое значение $G_{кр}$ критерия Кохрена [18] и сравнивается с расчетным значением данного критерия. При этом для всего комплекса рассматриваемых измерений скорости распространения сдвиговой волны приходим к неравенству:

$$G_{кр} > G_p \quad (6).$$

Такое неравенство означает, что все исследования имеют одинаковую точность.

Затем на основе формулы

$$S^2(y) = \frac{\sum S_i^2}{N} \quad (7)$$

определяются дисперсия $S^2(\bar{y})$ воспроизводимости эксперимента (параметра опти-

мизации) и ошибка $S(\bar{y})$ (стандарт) эксперимента. В формуле (7) величина N – это число строк в матрице (число исследований), а суммирование, как и в формуле (5), идет по всем строкам матрицы.

Для дальнейшего необходимо уточнить способ определения коэффициентов регрессии $b_0, b_1, b_2, \dots, b_{123}$. Они находятся из системы восьми линейных уравнений, образуемых из уравнения (1) путем подстановки в него экспериментальных значений y_1, y_2, \dots, y_8 скорости распространения сдвиговой волны и значений уровней факторов и их сочетаний, указанных в соответствующих строках матрицы ПФЭ. Из построенной таким образом системы уравнений коэффициенты регрессии находятся довольно легко. Для этого необходимо просуммировать величины y_1, y_2, \dots, y_8 , взятые со знаками столбца матрицы, соответствующего определяемому коэффициенту, и разделить на число исследований N .

Из условия ортогональности матрицы для ПФЭ следует, что дисперсии $S^2(b_i)$ и ошибки $S(b_i)$ всех коэффициентов регрессии равны между собой и определяются соотношениями:

$$S^2(b_i) = \frac{S^2(\bar{y})}{Nm}, \quad S(b_i) = \frac{S(\bar{y})}{\sqrt{Nm}} \quad (8).$$

После этого легко определяется доверительный интервал для коэффициентов регрессии:

$$\Delta b_i = \pm t_{кр} S(b_i) \quad (9),$$

где $t_{кр}$ – критическое значение критерия Стьюдента [18].

По поводу критического значения критерия Стьюдента необходимо сделать следующее пояснение. Физиологические процессы носят очень сложный характер. Их невозможно полностью описать, вводя ограниченное число параметров. Но задача состоит в том, чтобы выбранные параметры описывали изучаемый процесс, обеспечивая допустимый физиологический разброс. В нашем случае в качестве основных факторов (признаков ХП) вполне обоснованно рассматриваются фиброз, псевдокисты и кальцинаты. Физиологический разброс для этого случая определим величиной в 20% [18]. Это вполне допустимый разброс, позволяющий корректно описать изучаемый

процесс. Доверительная вероятность в этом случае определяется величиной 0,8, а критическое значение критерия Стьюдента составляет [18]:

$$t_{кр} = 1,4 \quad (10).$$

Рассчитав параметр $S(\bar{y})$ и связанный с ним параметр $S(b_i)$ (см. (7) и (8)), а также учитывая (10), по формуле (9) находим доверительный интервал Δb_i .

Доверительный интервал используется для оценки статистической значимости коэффициентов регрессии и отвечающих им факторов и их сочетаний в уравнении (1). Если коэффициенты регрессии по абсолютной величине заметно меньше доверительного интервала, то они и отвечающие им в алгебраическом полиноме (1) факторы и их сочетания статистически незначимы, и ими можно пренебречь. Если же коэффициенты регрессии превосходят доверительный интервал, то в этом случае как они сами, так и отвечающие им факторы и их сочетания, наоборот, рассматриваются как статистически значимые, определяющие уравнение (1).

Относительно выбора физиологического разброса, определяющего через посредство критического значения $t_{кр}$ критерия Стьюдента доверительный интервал, необходимо сделать следующее замечание. Указанный выше выбор величины физиологического разброса продиктован общими соображениями и, на первый взгляд, является произвольным. На самом деле это не так. В настоящей работе статистический метод ПФЭ фактически играет роль метода решения обратной задачи с использованием экспериментальных значений скорости сдвиговой волны. Целью данной обратной задачи является определение того, какие из основных признаков ХП и в какой степени проявляются в разных частях ПЖ каждого больного исследуемой группы. Для любой обратной задачи выбирается какая-то модель исследуемой системы. В настоящей работе также выбирается определенная модель. Рассмотрение в качестве основных факторов таких признаков ХП, как фиброз, псевдокисты и кальцинаты, – это и есть выбор главных элементов модели. В эту же модель, естественно, включается и связанная с группой основных факторов величина физиологического разброса. Вне рамок обратной

задачи величина физиологического разброса не может быть задана каким-то независимым способом, можно лишь приблизительно оценить интервал ее значений. При решении же обратной задачи выбор данной величины должен быть таким, чтобы он не приводил к противоречивым, а тем более абсурдным результатам. Прежде всего статистически значимыми, при правильном выборе величины физиологического разброса, должны оказаться те факторы или их сочетания, которым отвечают коэффициенты регрессии, оказывающие максимальное влияние на параметр оптимизации (скорость сдвиговой волны). И это должно соблюдаться для любой части ПЖ. Физиологический разброс, определенный выше величиной в 20%, вполне удовлетворяет этому требованию.

О выборе для метода ПФЭ двух основных пациентов: больного с выраженной патологией ПЖ из первой подгруппы и здорового пациента из второй подгруппы

В методе ультразвуковой эластометрии из-за большого разброса скоростей сдвиговой волны в первой и второй подгруппах пациентов (см. табл. 1 и 2) возникает проблема, связанная с обработкой результатов по схеме ПФЭ. Для исследования номер 1 (первая строка матрицы ПФЭ) выбирается пациент из первой подгруппы, а для исследования номер 2 (вторая строка матрицы ПФЭ) – из второй подгруппы. Такие пациенты, у одного из которых проявляются все основные признаки ХП, а второй является здоровым, играют роль своего рода медицинских реперов. Назовем их реперными пациентами. Как выясняется, результат ПФЭ зависит от выбора реперных пациентов, а такой выбор не является простым. Дело в том, что метод ультразвуковой эластометрии ПЖ пока нельзя считать полностью обоснованным диагностическим методом [14–16]. Скорость сдвиговой волны, определяемая в различных частях ПЖ с помощью метода ультразвуковой эластометрии, зависит от состояния ПЖ [11, 14, 15]. Однако эта зависимость носит неявный характер. По значениям этой скорости сложно, а иногда практически невозможно, сказать, какие признаки ХП и в какой мере выражены в той или иной части ПЖ.

Поэтому для устранения неопределенности, возникающей при выборе реперных больных, необходимо сформулировать правила, по которым отбираются такие пациенты из первой и второй подгрупп. При этом надо исходить из того факта, что с развитием патологического процесса (прежде всего фиброза) скорость сдвиговой волны, возбуждаемой ультразвуком в жесткой ткани, увеличивается [11, 14, 15]. Поэтому больного из первой подгруппы целесообразно выбирать по максимальной скорости распространения сдвиговой волны. Что касается второй подгруппы, то здесь необходимо проверить выбор пациента как по минимальной, так и по максимальной скорости, а также по средней скорости. В последнем случае для исследования номер 2 выбирается “усредненный” по второй подгруппе (для данной части ПЖ) пациент. В конечном итоге способ выбора из первой и второй подгрупп определяется следующими двумя условиями:

– для используемого варианта выбора больных из первой и второй подгрупп не должен просматриваться непонятный хаотический разброс результатов по отдельным частям ПЖ (это касается прежде всего головки и тела ПЖ);

– статистически значимые факторы (признаки ХП) и их сочетания должны определяться (при сравнении разных вариантов выбора пациентов из первой и второй подгрупп) по максимальному выходу коэффициентов регрессии за пределы доверительного интервала.

При выполнении данных условий соответствующие варианты выбора реперных больных приводят к наиболее устойчивым и контрастным (по степени реализации статистической значимости) результатам в методе ультразвуковой эластометрии.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведем ПФЭ относительно параметров

$$Y_{\Gamma}, Y_{\text{т}}, Y_{\text{х}}, Y_{\text{пж}} \quad (11),$$

определяющих скорость распространения сдвиговой волны в головке, теле, хвосте ПЖ, а также среднюю скорость распространения сдвиговой волны в ПЖ, определяемую для каждого больного по скорости в головке, теле и хвосте ПЖ. Исходя из со-

ображений, высказанных в предыдущем разделе, рассмотрим три варианта выбора больных из первой и второй подгрупп. Для всех вариантов больной из первой подгруппы выбирается по максимальной скорости распространения сдвиговой волны $V_{1\text{max}}$. Различие вариантов определяется способом выбора из второй подгруппы. Для 1-го, 2-го и 3-го вариантов выбор из второй подгруппы проводится по максимальной скорости $V_{2\text{max}}$, минимальной скорости $V_{2\text{min}}$ и средней скорости $V_{2\text{cp}}$ распространения сдвиговой волны. В соответствии с этим для данных вариантов введем следующие обозначения:

$$(V_{1\text{max}}, V_{2\text{max}}), (V_{1\text{max}}, V_{2\text{min}}), \quad (12). \\ (V_{1\text{max}}, V_{2\text{cp}})$$

Приведем результаты ПФЭ для головки, тела и хвоста ПЖ, а также для “усредненной” (по скорости распространения сдвиговой волны) ПЖ, используя все три варианта. При этом при переходе от одного объекта к другому указанные в (12) скорости, очевидно, изменяются.

Результаты ПФЭ для головки ПЖ приведены в табл. 3. В левом столбце табл. 3 обозначены коэффициенты регрессии b_0, b_1, \dots, b_{123} , доверительный интервал Δb_i и скорость распространения сдвиговой волны Y_{Γ} в головке ПЖ. В верхней строке указаны типы вариантов, для которых определяются указанные в левом столбце параметры. В нижней строке приведены уравнения, в которых выражены только статистически значимые факторы (X_1 (фиброз), X_2 (псевдокисты), X_3 (кальцинаты)) и их сочетания. Если исходить из максимального выхода соответствующих коэффициентов регрессии за пределы доверительного интервала, то уравнение должно иметь вид:

$$Y_{\Gamma} = b_0 + b_{13}X_1X_3 \quad (13),$$

что и наблюдается для 1-го и 2-го вариантов. В то же время уравнение

$$Y_{\Gamma} = b_0 + b_3X_3 + b_{13}X_1X_3 \quad (14),$$

соответствующее 3-му варианту, по степени выхода коэффициентов регрессии за пределы доверительного интервала является менее устойчивым. Хотя вообще-то оно и не противоречит уравнению для 1-го и 2-го вариантов. Можно сделать предва-

Таблица 3. Результаты ПФЭ для головки ПЖ (первая общая группа пациентов)

b_i	(V_{1max}, V_{2max})	(V_{1max}, V_{2min})	(V_{1max}, V_{2cp})
b_0		1,52	
b_1		0,29	
b_2		0,17	
b_3		0,36	
b_{12}		0,12	
b_{13}		0,49	
b_{23}		0,02	
b_{123}		-0,04	
Δb_i	0,45	0,38	0,35
Y_Γ	$Y_\Gamma = b_0 + b_{13}X_1X_3$	$Y_\Gamma = b_0 + b_{13}X_1X_3$	$Y_\Gamma = b_0 + b_3X_3 + b_{13}X_1X_3$

Таблица 5. Результаты ПФЭ для хвоста ПЖ (первая общая группа пациентов)

b_i	(V_{1max}, V_{2max})	(V_{1max}, V_{2min})	(V_{1max}, V_{2cp})
b_0		1,49	
b_1		0,37	
b_2		0,21	
b_3		0,08	
b_{12}		0,19	
b_{13}		0,17	
b_{23}		-0,06	
b_{123}		0,016	
Δb_i	0,28	0,52	0,39
Y_X	$Y_X = b_0 + b_1X_1$	-	-

рительный вывод, что для головки ПЖ наиболее надежными являются 1-й и 2-й варианты.

Для тела ПЖ наиболее устойчивыми (табл. 4) являются 1-й и 3-й варианты. Как и в предыдущем случае, оба они дают уравнение (13). Однако лучшим из них (по степени выхода коэффициентов регрессии за пределы доверительного интервала) оказался 1-й вариант. 2-й вариант оказывается неустойчивым, так как для него ни один коэффициент регрессии не выходит за пределы доверительного интервала.

Для хвоста ПЖ (табл. 5) наиболее устойчивым является 1-й вариант. Он дает уравнение:

$$Y_X = b_0 + b_1X_1 \quad (15).$$

Таблица 4. Результаты ПФЭ для тела ПЖ (первая общая группа пациентов)

b_i	(V_{1max}, V_{2max})	(V_{1max}, V_{2min})	(V_{1max}, V_{2cp})
b_0		1,59	
b_1		0,06	
b_2		0,10	
b_3		0,22	
b_{12}		0,06	
b_{13}		0,37	
b_{23}		-0,07	
b_{123}		0,22	
Δb_i	0,30	0,44	0,29
Y_T	$Y_T = b_0 + b_{13}X_1X_3$	-	$Y_T = b_0 + b_{13}X_1X_3$

Таблица 6. Результаты ПФЭ для “усредненной” (по скорости сдвиговой волны) ПЖ (первая общая группа пациентов)

b_i	(V_{1max}, V_{2max})	(V_{1max}, V_{2min})	(V_{1max}, V_{2cp})
b_0		1,53	
b_1		0,24	
b_2		0,16	
b_3		0,22	
b_{12}		0,12	
b_{13}		0,34	
b_{23}		-0,03	
b_{123}		0,07	
Δb_i	0,27	0,38	0,30
$Y_{ПЖ}$	$Y_{ПЖ} = b_0 + b_{13}X_1X_3$	-	$Y_{ПЖ} = b_0 + b_{13}X_1X_3$

2-й и 3-й варианты оказываются неустойчивыми, так как при использовании этих вариантов ни один коэффициент регрессии не выходит из доверительного интервала.

Для “усредненной” (по скорости распространения сдвиговой волны) ПЖ (табл. 6) наибольшей устойчивостью обладают 1-й и 3-й варианты, которым соответствует уравнение (13). Причем лучшим из них оказался 1-й вариант. 2-й вариант проявил себя как неустойчивый, так как в этом случае ни один коэффициент регрессии не выходит из доверительного интервала.

Таким образом, если исходить из сформулированных выше правил, наибольшей устойчивостью относительно полной ПЖ обладают результаты, полученные с использованием 1-го варианта, основанного

Таблица 7. Результаты измерений скорости сдвиговой волны (м/с) по отделам ПЖ (вторая общая группа пациентов)

№№	Головка	Тело	Хвост	Среднее значение	Примечание
1	3,22	1,66	0,78	1,89	Все признаки ХП
2	3,90	3,48	2,13	3,17	Все признаки ХП
3	2,15	2,93	1,30	2,13	Все признаки ХП
4	3,25	1,43	0,91	1,86	Все признаки ХП
5	3,24	1,53	1,49	2,09	Все признаки ХП
6	3,36	3,63	1,47	2,82	Все признаки ХП
7	4,10	3,50	3,20	3,60	Все признаки ХП
8	4,10	2,55	2,47	2,65	Все признаки ХП
9	1,23	0,72	0,92	0,96	Здоровый
10	1,20	1,17	1,46	1,28	Здоровый
11	1,51	0,72	0,76	1,00	Здоровый
12	1,68	1,63	1,29	1,53	Здоровый
13	1,30	1,57	1,39	1,42	Здоровый
14	2,68	1,45	1,43	1,85	Признаки ХП выражены частично
15	2,49	3,10	2,51	2,70	Признаки ХП выражены частично
16	1,37	2,01	1,16	1,51	Признаки ХП выражены частично
17	1,23	1,13	0,97	1,11	Признаки ХП выражены частично
18	0,85	1,37	1,60	1,27	Признаки ХП выражены частично
19	0,83	0,71	0,94	0,83	Признаки ХП выражены частично

на привлечении максимальных сдвиговых скоростей из первой и второй подгрупп (см. табл. 1 и 2). 1-й вариант хорошо проявляет себя как для любой части ПЖ, так и для “усредненной” ПЖ. 2-й и 3-й варианты обладают лишь частичной устойчивостью. При этом наименьшей устойчивостью обладает 2-й вариант, основанный на использовании минимальной сдвиговой скорости из подгруппы здоровых пациентов.

Были рассмотрены также варианты (V_{1min}, V_{2max}) , (V_{1min}, V_{2min}) . Они оказались крайне неустойчивыми. Это означает, что при случайном выборе пациентов из первой и второй подгрупп результаты в общем случае также будут в той или иной степени неустойчивыми.

Уравнение для скорости распространения сдвиговой волны, построенное на статистически значимых факторах и их сочетаниях, при использовании 1-го варианта выбора скоростей оказывается одинаковым как для головки и тела ПЖ, так и для “усредненной” ПЖ. Это уравнение, построенное на сочетании двух факторов (признаков ХП) – фиброза и кальциатов, имеет вид (13). Уравнение для хвоста ПЖ определяется ста-

стистически значимым фактором X_1 (фиброз) и имеет вид (15).

Для сравнения и проверки полученных результатов была исследована еще одна представленная в табл. 7 общая группа из 19 пациентов, которые распределены по наличию или отсутствию признаков ХП (по сочетаниям знаков плюс и минус) так же, как приведено в табл. 1.

Приведем результаты ПФЭ для головки, тела и хвоста ПЖ, а также для “усредненной” (по скорости распространения сдвиговой волны) ПЖ для второй общей группы пациентов. При этом используем все три варианта (12) выбора реперных больных из первой и второй подгрупп (см. табл. 7) данной общей группы пациентов. При переходе от одной части ПЖ к другой указанные в (12) скорости, очевидно, изменяются.

Результаты ПФЭ для головки ПЖ приведены в табл. 8. Если исходить из выхода соответствующих коэффициентов регрессии за пределы доверительного интервала, то все варианты определяют один и тот же, причем единственный, статистически значимый фактор X_1 , то есть для всех вариан-

Таблица 8. Результаты ПФЭ для головки ПЖ (вторая общая группа пациентов)

b_i	(V_{1max}, V_{2max})	(V_{1max}, V_{2min})	(V_{1max}, V_{2cp})
b_0		1,85	
b_1		0,81	
b_2		0,36	
b_3		0,31	
b_{12}		0,36	
b_{13}		0,32	
b_{23}		0,14	
b_{123}		-0,06	
Δb_i	0,54	0,61	0,58
Y_Γ	$Y_\Gamma = b_0 + b_1 X_1$	$Y_\Gamma = b_0 + b_1 X_1$	$Y_\Gamma = b_0 + b_1 X_1$

Таблица 10. Результаты ПФЭ для хвоста ПЖ (вторая общая группа пациентов)

b_i	(V_{1max}, V_{2max})	(V_{1max}, V_{2min})	(V_{1max}, V_{2cp})
b_0		1,59	
b_1		0,48	
b_2		0,21	
b_3		0,31	
b_{12}		0,03	
b_{13}		0,47	
b_{23}		-0,03	
b_{123}		0,13	
Δb_i	0,41	0,51	0,44
Y_X	$Y_X = b_0 + b_{13} X_1 X_3$	-	$Y_X = b_0 + b_{13} X_1 X_3$

тов уравнение регрессии должно иметь вид (15). Однако максимальный выход коэффициента регрессии b_1 за пределы доверительного интервала и, следовательно, его наибольшую статистическую значимость обеспечивает 1-й вариант. 1-й вариант, таким образом, имеет основное значение для головки ПЖ второй общей группы пациентов.

Для тела ПЖ (табл. 9) варианты проявляют себя аналогичным образом. Как и в предыдущем случае, все они дают уравнение (15), однако основное значение для тела ПЖ опять-таки и по той же причине имеет 1-й вариант.

Для хвоста ПЖ (табл. 10) 2-й вариант оказывается неустойчивым, так как ни один из коэффициентов регрессии этого вариан-

Таблица 9. Результаты ПФЭ для тела ПЖ (вторая общая группа пациентов)

b_i	(V_{1max}, V_{2max})	(V_{1max}, V_{2min})	(V_{1max}, V_{2cp})
b_0		1,75	
b_1		0,77	
b_2		0,11	
b_3		0,36	
b_{12}		-0,15	
b_{13}		0,42	
b_{23}		0,09	
b_{123}		0,15	
Δb_i	0,49	0,70	0,57
Y_T	$Y_T = b_0 + b_1 X_1$	$Y_T = b_0 + b_1 X_1$	$Y_T = b_0 + b_1 X_1$

Таблица 11. Результаты ПФЭ для “усредненной” (по скорости сдвиговой волны) ПЖ (вторая общая группа пациентов)

b_i	(V_{1max}, V_{2max})	(V_{1max}, V_{2min})	(V_{1max}, V_{2cp})
b_0		1,73	
b_1		0,69	
b_2		0,23	
b_3		0,33	
b_{12}		0,08	
b_{13}		0,40	
b_{23}		0,07	
b_{123}		0,07	
Δb_i	0,46	0,59	0,51
$Y_{ПЖ}$	$Y_{ПЖ} = b_0 + b_1 X_1$	$Y_{ПЖ} = b_0 + b_1 X_1$	$Y_{ПЖ} = b_0 + b_1 X_1$

та не выходит за пределы доверительного интервала. Проявляют себя 1-й и 3-й варианты, приводя к уравнению (13), но и здесь основную роль играет 1-й вариант.

Для “усредненной” (по скорости распространения сдвиговой волны) ПЖ (табл. 11) ситуация такая же, как и в случае головки и тела ПЖ. Проявляют себя все варианты, определяя уравнение (15), однако, как и следовало ожидать, для “усредненной” ПЖ основное значение также имеет 1-й вариант.

ОБСУЖДЕНИЕ

Скорость сдвиговой волны, определяемая в различных частях ПЖ с помощью метода ультразвуковой эластометрии, зависит от состояния ПЖ [11, 14, 15]. Однако

эта зависимость носит неявный характер. По значениям этой скорости сложно сказать, какие признаки ХП и в какой мере выражены в той или иной части ПЖ. В подобной ситуации, как правило, решается обратная задача. В нашем случае решение обратной задачи с использованием экспериментальных значений скорости сдвиговой волны позволяет определить, какие из основных признаков (фиброз, псевдокисты или кальцинаты) и в какой степени проявляются в разных частях ПЖ каждого больного исследуемой группы. Для этой цели необходимо подобрать подходящий метод решения обратной задачи.

Физиологические процессы носят очень сложный характер, их невозможно полностью описать, вводя ограниченное число параметров. Но задача состоит в том, чтобы выбранные параметры (в нашем случае факторы или признаки ХП) описывали изучаемый процесс, обеспечивая допустимый физиологический разброс. В этих условиях наиболее подходящим методом для решения обратной задачи является статистический метод ПФЭ [17, 18]. Этот метод и был выбран в настоящей работе для интерпретации экспериментальных результатов, полученных с помощью метода ультразвуковой эластометрии на различных частях ПЖ.

Метод ПФЭ, использованный в работе для обработки результатов ультразвуковой эластометрии, позволил выявить статистически значимые факторы (признаки ХП) и их сочетания, оказывающие преимущественное влияние на скорость сдвиговой волны. Результаты получены для двух общих групп пациентов. Сравнительный анализ этих результатов показывает следующее. В обеих группах для каждой части ПЖ наиболее устойчивые результаты обеспечивает выбор реперных больных из первой и второй подгрупп каждой группы по максимальной скорости сдвиговой волны в соответствующей части ПЖ. Это выбор реперных больных по 1-му варианту из рассмотренной совокупности (12). Такой выбор вполне обоснован. Выбирая основного (реперного) пациента из подгруппы здоровых по максимальной скорости, мы обеспечиваем его попадание в область пересечения (по скорости сдвиговой волны) первой и второй подгрупп каждой группы. В противном случае из об-

щих соображений понятно, что есть риск получить глобальную расходимость всех уравнений статистического метода.

Особую роль в ПФЭ играют статистически значимые уравнения регрессии, построенные исключительно на статистически значимых факторах и их сочетаниях и определяющие скорость сдвиговой волны в каждой части ПЖ. Как выяснилось, эти уравнения, не повторяющие полностью точное уравнение регрессии (1), различаются по группам пациентов. Для головки и тела ПЖ первой группы, а также для “усредненной” ПЖ этой группы статистически значимое уравнение построено на сочетании (взаимодействии) двух факторов (признаков ХП) – фиброза и кальцинатов (см. (13)). Что касается уравнения для хвоста ПЖ первой группы, то оно определяется статистически значимым фактором X_1 (фиброз) и имеет вид (15). Для второй же группы эти уравнения меняются местами. Для головки и тела ПЖ и для “усредненной” ПЖ второй группы уравнение регрессии имеет вид (15), а для хвоста ПЖ – (13). Отсюда не следует какое-то противоречие в результатах, полученных для разных групп. Оба уравнения указывают на выраженность фиброза во всех частях ПЖ. Только в уравнении (13) проявляется эффект взаимодействия факторов X_1 и X_3 (фиброз и кальцинаты), а в уравнении (15) – фиброз в чистом виде. Статистически значимый эффект взаимодействия факторов указывает на нелинейность модели, а величина этой нелинейности определяется соответствующим коэффициентом регрессии [17, 18]. Нелинейность модели связана с тем, что эффект одного фактора зависит от уровня, на котором находится другой фактор. В данном случае нелинейность модели, на которую указывает уравнение (13), означает, что эффект фактора X_1 (фиброз) зависит от уровня, на котором находится фактор X_3 (кальцинаты). Таким образом, фиброз во всех частях ПЖ наблюдается для каждой из рассмотренных групп, однако нелинейность модели проявляется по-разному. Для первой группы нелинейность проявляется в головке и теле ПЖ, а для второй группы – в хвосте ПЖ. В остальных частях ПЖ каждой группы наблюдается статистически значимый линейный эффект фактора X_1 (фиброз), то есть наблюдается фиброз в чистом виде.

Таблица 12. Решение статистически значимого уравнения регрессии (15) для пациентов второй общей группы

№№	Головка	Тело	Среднее	Фиброз	Псевдо-кисты	Кальци-наты	Примечание
1	1,70	-0,10	0,23	+	+	+	Все признаки ХП
2	2,50	2,25	2,10	+	+	+	Все признаки ХП
3	0,37	1,50	0,58	+	+	+	Все признаки ХП
4	1,70	-0,40	0,20	+	+	+	Все признаки ХП
5	1,70	-0,30	0,50	+	+	+	Все признаки ХП
6	1,90	2,40	1,58	+	+	+	Все признаки ХП
7	2,78	2,27	2,71	+	+	+	Все признаки ХП
8	2,78	1,00	1,30	+	+	+	Все признаки ХП
9	-0,76	-1,10	-1,10	-	-	-	Здоровый
10	-0,80	-0,75	-0,65	-	-	-	Здоровый
11	-0,42	-1,34	-1,10	-	-	-	Здоровый
12	-0,20	-0,15	-0,30	-	-	-	Здоровый
13	-0,68	-0,20	-0,45	-	-	-	Здоровый
14	1,00	-0,40	0,17	+	+	-	Признаки ХП выражены частично
15	0,80	1,75	1,40	+	-	+	Признаки ХП выражены частично
16	-0,59	0,34	-0,30	+	-	-	Признаки ХП выражены частично
17	-0,76	-0,80	-0,90	-	+	+	Признаки ХП выражены частично
18	-1,23	-0,49	-0,70	-	+	-	Признаки ХП выражены частично
19	-1,30	-1,35	-1,30	-	-	+	Признаки ХП выражены частично

Как видим, результаты, связанные с видом статистически значимого уравнения регрессии, в общем случае несколько различаются по разным группам обследуемых больных. Такое различие обусловлено ограниченным, но вполне достаточным для проведения ПФЭ количеством больных в каждой исследуемой группе. А это, в свою очередь, связано с рассмотрением небольшого числа (трех) основных признаков (факторов) ХП и структурой матрицы планирования ПФЭ (см. (3)). Если же иметь в виду некоторые общие закономерности, то они могут проявиться только при изучении достаточно большого количества групп больных.

Определив с помощью метода ПФЭ статистически значимые факторы (основные признаки ХП) и их сочетания и получив на их основе уравнения регрессии, характерные для больных соответствующей группы, мы тем самым еще не решаем полностью задачу. Статистически значимое уравнение регрессии, не повторяющее полностью точное уравнение (1), должно подтверждать или опровергать наличие фиброза в той или иной части ПЖ любого конкретного больного

исследуемой группы. Продемонстрируем это на примере головки и тела ПЖ, а также “усредненной” ПЖ больных второй общей группы пациентов. Уравнение регрессии для этого случая имеет очень простой вид (см. (15)), оно включает в себя как статистически значимый только один фактор X_1 (фиброз). Подставляя в это уравнение значение скорости сдвиговой волны в соответствующей части ПЖ конкретного больного, мы находим величину фактора X_1 . Решение уравнения регрессии (15) относительно фактора X_1 для головки и тела ПЖ, а также для “усредненной” ПЖ пациентов второй общей группы представлено в табл. 12. Прежде чем анализировать приведенные результаты, обратим внимание на следующее обстоятельство.

Верификация пациентов как первой, так и второй групп по основным признакам проявления ХП, то есть по всевозможным сочетаниям знаков плюс и минус (см. табл. 1 и 12), проведена по состоянию ПЖ в целом с учетом состояния отдельных частей ПЖ. Установленная таким образом (по состоянию ПЖ в целом) предварительная классификация используется, причем без всяких

изменений, при исследовании каждой части ПЖ, а также “усредненной” ПЖ. Очевидно, при таком подходе предварительная классификация пациентов относительно каждой части ПЖ в общем случае носит приближенный характер. А это приводит к некоторым существенным особенностям. В частности, при такой общей классификации пациентов головка и тело, как основные части ПЖ одного и того же больного, могут и не совпадать, вопреки верификации, по тому или иному признаку проявления ХП или же сильно различаться по степени проявления данного признака.

После сделанного замечания перейдем к анализу результатов, приведенных в табл. 12. Но сначала опишем общие свойства решения уравнения (15). Фактор X_1 , найденный из данного уравнения, может быть как положительным, так и отрицательным, а по абсолютной величине в общем случае будет отличаться от единицы. Особую роль играет знак данного фактора. Знак минус у фактора X_1 означает отсутствие фиброза в той или иной части ПЖ, а знак плюс – его наличие. Однако не меньшее значение имеет и абсолютная величина фактора X_1 . При этом уравнение (15) в силу приближенного характера предварительной классификации (верификации) больных может определить фактор X_1 как без изменения, так и с изменением (вопреки верификации) знака. Пусть для данного больного уравнение (15) определяет фактор X_1 без изменения знака. В этом случае величина фактора X_1 определенным образом связана со скоростью сдвиговой волны. Так, если отрицательный фактор X_1 по величине приближается к нулю, то соответствующая скорость сдвиговой волны увеличивается. Это означает приближение соответствующей части ПЖ данного больного к состоянию фиброза. Если же фактор X_1 приближается к нулю, будучи положительным, то скорость сдвиговой волны уменьшается и имеет место ослабление фиброза. Таким образом, нулевое значение фактора X_1 ($X_1 = 0$) является границей между двумя состояниями, одно из которых представляет собой фиброз, а второе, на первый взгляд, является нормой. Однако резкой границы между этими состояниями не может быть. Существует некоторое промежуточное состояние, близкое к состоянию фиброза, которому может отвечать как положительный,

так и отрицательный фактор X_1 с достаточно малой абсолютной величиной.

Пусть теперь для какой-то части ПЖ данного больного уравнение (15) определяет фактор X_1 с изменением знака с плюса (по предварительной классификации это фиброз) на минус. В общем случае это не указывает на принципиальную ошибочность предварительной классификации по состоянию ПЖ в целом и является лишь следствием приближенного характера предварительной классификации. Если сопоставить вытекающее из уравнения (15) изменение знака фактора X_1 с плюса на минус со скоростью сдвиговой волны в этой части ПЖ, то обращает на себя внимание относительно небольшое значение этой скорости. Кроме того, наблюдается существенное уменьшение абсолютной величины фактора X_1 . И то, и другое указывают не только на факт отсутствия фиброза в данной части ПЖ, но и на близость этой части ПЖ к состоянию фиброза. В принципе возможно и вытекающее из уравнения (15) изменение знака фактора X_1 с минуса (по предварительной классификации) на плюс для какой-то части ПЖ. В этом случае также имеет место заметное уменьшение абсолютной величины фактора X_1 , но в то же время наблюдается сравнительно большое значение скорости сдвиговой волны. В данной ситуации это указывает, вопреки верификации, на начальную стадию проявления фиброза. Таким образом, имеет место соответствие между изменением знака, уменьшением абсолютной величины фактора X_1 , а также скоростью сдвиговой волны и состоянием соответствующей части ПЖ.

Описанное поведение статистически значимого фактора X_1 подтверждается результатами из табл. 12. У всех больных из первой подгруппы (с номерами 1–8) предварительно был классифицирован фиброз (фактору X_1 для всей подгруппы соответствует знак плюс). Уравнение (15) для головки ПЖ для всей подгруппы определяет фактор X_1 без изменения знака и с величиной, непосредственно связанной со скоростью сдвиговой волны. Таким образом, фиброз для головки ПЖ подтверждается для всех больных первой подгруппы. В то же время для тех же пациентов уравнение (15) для тела ПЖ не дает столь однозначного результата. Для 1-го, 4-го и 5-го пациен-

тов фактор X_1 для тела ПЖ меняет знак с плюса на минус при резком уменьшении своей абсолютной величины. Это означает, что в теле ПЖ этих пациентов явного фиброза нет, но эта часть ПЖ близка к такому состоянию. Что касается “усредненной” ПЖ, то для нее в первой подгруппе фактор X_1 знак не меняет, происходит это за счет выраженности фиброза в головке ПЖ.

Аналогичная ситуация с изменением знака фактора X_1 (с плюса на минус) возникает и в третьей подгруппе (номера 14–19) для головки ПЖ и “усредненной” ПЖ больного с номером 16 и для тела ПЖ больного с номером 14. В остальных случаях данной подгруппы фактор X_1 свой знак (с плюса на минус или с минуса на плюс) не меняет.

Особый интерес представляет вытекающее из уравнения (15) поведение фактора X_1 для пациентов второй подгруппы (подгруппы здоровых) второй общей группы. Для всех пациентов этой подгруппы (с номерами 9–13) уравнение (15) не определяет изменения знака фактора X_1 ни для головки и тела ПЖ, ни для “усредненной” ПЖ. Знак фактора X_1 остается отрицательным, то есть фиброза ПЖ нет ни у одного пациента второй подгруппы. В то же время для пациента с номером 12 имеют место минимальное значение абсолютной величины фактора X_1 и соответствующее ему максимальное значение скорости сдвиговой волны. И наблюдается это и для головки и тела ПЖ, и для “усредненной” ПЖ. Это означает, что ПЖ этого пациента из всей подгруппы ближе всего к состоянию фиброза. Этот результат прекрасно согласуется с тем, что именно пациент с номером 12 был выбран (по максимальной скорости сдвиговой волны) в качестве одного из реперных больных для 1-го варианта из совокупности (12). Такая согласованность лишней раз подтверждает правильность подхода, связанного с использованием метода ПФЭ.

Аналогичным образом можно было бы рассмотреть и первую общую группу пациентов (см. табл. 1 и 2), используя для этого уравнение (13), построенное на статистически значимом эффекте взаимодействия факторов X_1 и X_3 (фиброз и кальцинаты), и рассматривая сочетание X_1X_3 как один обобщенный фактор. Однако этот обобщенный фактор указывает на нелинейность модели, означающую, что эффект фактора

X_1 (фиброз) зависит от уровня, на котором находится фактор X_3 (кальцинаты). Решая уравнение (13) относительно обобщенного фактора X_1X_3 , мы определяем лишь степень нелинейности модели. А вот для разделения уровней факторов X_1 и X_3 необходимо использовать уже гораздо более сложный математический подход. Однако эта задача выходит за рамки настоящей работы. В дальнейшем мы вернемся к этой задаче.

Таким образом, привлечение статистического метода ПФЭ в качестве метода решения обратной задачи с использованием экспериментальных значений скорости сдвиговой волны позволило более четко и обоснованно подойти к вопросам диагностики заболеваний ПЖ. Исключительное значение имеет тот факт, что результаты проведенного на основе статистически значимого уравнения регрессии анализа хорошо согласуются с экспериментальными данными по скорости сдвиговой волны. Эта скорость как бы градуируется по степени проявления фиброза. Без такого согласования экспериментальные данные по скорости сдвиговой волны дают лишь самое грубое и далеко не достаточное представление о степени проявления фиброза у каждого конкретного больного. Дальнейшее развитие данного направления связано с привлечением более сложных в математическом плане методов ПФЭ [17, 18]. При этом имеется в виду, что измерительный комплекс ультразвуковой эластометрии в конечном итоге будет снабжаться соответствующими математическими программами для обработки результатов измерений.

Работа была поддержана темой РАН “Исследование физических основ и разработка технологии элементной базы сенсорной наноэлектроники и наноструктур СВЧ и ТГц диапазонов” (номер государственной регистрации 01201374761), а также Госконтрактом с Минобрнауки РФ № 14.427.11.0004 от 4 октября 2013 г. на НИР “Разработка конструкции и исследование характеристик экспериментальных образцов полупроводникового приемника терагерцового диапазона” (Договор от 17 октября 2013 г. № 135/135/640-13).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yang C.J., Bliss L.A., Schapira E.F., Freedman S.D., Chau Ng S., Windsor J.A., Tseng J.F. Systematic review of early surgery for chronic pancreatitis: impact on pain, pancreatic function, and re-intervention // *J. Gastrointest. Surg.* 2014. V. 1. No. 10. P. 1863–1869.
2. Дюжева Т.Г., Семенов И.А., Ахаладзе Г.Г., Чевокин А.Ю., Гусейнов Э.К., Иванов А.А., Данилова Т.И., Попова О.П., Конторщикова Е.С., Гальперин Э.И. Результаты лечения хронического панкреатита // *Анналы хирургической гепатологии.* 2012. Т. 17. № 4. С. 15–23.
3. Schafer M., Mullhaupt B., Clavien P.A. Evidence-based pancreatic head resection for pancreatic cancer and chronic pancreatitis // *Ann. Surg.* 2002. V. 236. No. 2. P. 137–148.
4. Hamanaka Y., Nishihara K., Hamasaki T., Kawabata A., Yamamoto S., Tsurumi M., Ueno T., Suzuki T. Pancreatic juice output after pancreatoduodenectomy in relation to pancreatic consistency, duct size, and leakage // *Surgery.* 1996. V. 119. No. 3. P. 281–287.
5. Sato N., Yamaguchi K., Chijiwa K., Tanaka M. Risk analysis of pancreatic fistula after pancreatic head resection // *Arch. Surg.* 1998. V. 133. No. 10. P. 1094–1098.
6. Suzuki Y., Fujino Y., Tanioka Y., Hiraoka K., Takada M., Ajiki T., Takeyama Y., Ku Y., Kuroda Y. Selection of pancreaticojejunostomy techniques according to pancreatic texture and duct size // *Arch. Surg.* 2002. V. 137. No. 9. P. 1044–1047.
7. Yang Y.M., Tian X.D., Zhuang Y., Wang W.M., Wan Y.L., Huang Y.T. Risk factors of pancreatic leakage after pancreaticoduodenectomy // *World J. Gastroenterol.* 2005. V. 11. No. 16. P. 2456–2461.
8. Hashimoto Y., Scwabas G.M., Takahashi N., Kirihara Y., Smyrk T.S., Huebner M., Farnellet M.B. Dual-phase computed tomography for assessment of pancreatic fibrosis and anastomotic failure risk following pancreatoduodenectomy // *J. Gastrointest. Surg.* 2011. V. 15. No. 12. P. 2193–2204.
9. Skovoroda A.R., Klishko A.N., Gusakyan D.A., Mayevskii Y.I., Yermilova V.D., Oranskaya G.A., Sarvazyan A.P. Quantitative analysis of the mechanical characteristics of pathologically changed soft biological tissues // *Biofizika.* 1995. V. 40. No. 6. P. 1359–1364.
10. Ophir J., Cespedes I., Ponnekanti H., Yazdi Y., Li X. Elastography: a quantitative method for imaging the elasticity of biological tissues // *Ultrason. Imaging.* 1991. V. 13. No. 2. P. 111–134.
11. Palmeri M.L., Nightingale K.R. What challenges must be overcome before ultrasound elasticity imaging is ready for the clinic? // *Imaging Med.* 2011. V. 3. No. 4. P. 433–444.
12. Брюховецкий Ю.А., Кондратова Г.М., Митьков В.В., Митькова М.Д. Цветовая двумерная эластография и эластометрия сдвиговой волной при исследовании поджелудочной железы в норме // *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2013. № 4. С. 108.
13. Феоктистова Е.В., Пыков М.И., Амосова А.А., Изотова О.Ю., Тарасов М.А., Дубровин М.М.

ПОДПИСКА



на научно-практический журнал

“Ультразвуковая и функциональная диагностика”

на 2015 год **Выходит 6 раз в год**

Подписные индексы и стоимость подписки в каталоге Роспечати для частных лиц: на год – 1800 рублей (индекс 80694), на полгода – 900 рублей (индекс 79752); для организаций: на год – 3600 рублей (индекс 80695), на полгода – 1800 рублей (индекс 79753).

Кроме того, подписку на год, на любое полугодие или на 1 мес можно оформить непосредственно в Издательском доме Видар-М, а также на нашем сайте (<http://www.vidar.ru>).

**Контакты
по вопросам подписки
и приобретения**

Тел./факс: (495) 589-86-60, 768-04-34, 912-76-70; e-mail: info@vidar.ru <http://www.vidar.ru>
Почтовый адрес: 109028 Москва, а/я 16, Издательский дом Видар-М.
Для посетителей: Москва, ул. Станиславского, д. 25.
Часы работы: с 10 до 18, кроме выходных и праздничных дней.

- Возможности применения ARFI-эластографии для оценки жесткости поджелудочной железы у детей // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2014. № 1. С. 54–62.
14. Gallotti A., D'Onofrio M., Pozzi Mucelli R. Acoustic Radiation Force Impulse (ARFI) ultrasound technique in virtual touch with quantification of the upper abdomen // Radiol. Med. 2010. V. 115. No. 6. P. 889–897.
 15. Mateen M.A., Muheet K.A., Mohan R.J., Rao P.N., Majaz H.M., Rao G.V., Reddy D.N. Evaluation of ultrasound based acoustic radiation force impulse (ARFI) and eSie touch sonoelastography for diagnosis of inflammatory pancreatic diseases // JOP. 2012. V. 13. No. 1. P. 36–44.
 16. Hiroki U., Yoshiki H., Akihiro I., Hiroki K., Kazuo H., Koji N. Feasibility of tissue elastography using transcutaneous ultrasonography for the diagnosis of pancreatic diseases // Pancreas. 2009. V. 38. No. 1. P. 17–22.
 17. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976. 279 с.
 18. Некрасов В.И. Многофакторный эксперимент. Планирование и обработка результатов: Учебное пособие. Курган: Издательство Курганского государственного университета, 1998. 145 с.

Ultrasound Point Shear Wave Elastography in Chronic Pancreatitis Diagnosis. Multiple Factor Analysis

*E.I. Galperin¹, T.G. Dyuzheva¹, I.A. Semenenko¹, V.N. Sholokhov²,
S.N. Berdnikov², M.S. Makhotina², A.V. Kovalchuk³, A.A. Mitina³,
E.A. Polushkin³, A.I. Semenenko³, S.Yu. Shapoval³*

¹ *First Sechenov Moscow State Medical University, Moscow*

² *N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Moscow*

³ *Institute of Microelectronics Technology and High-Purity Materials RAS,
Chernogolovka*

E.I. Galperin – M.D., Ph.D., Professor, Chief Researcher, Department of Hepatopancreatobiliary and Regenerative Surgery, First Sechenov Moscow State Medical University, Moscow. T.G. Dyuzheva – M.D., Ph.D., Professor, Head of Department of Hepatopancreatobiliary and Regenerative Surgery, First Sechenov Moscow State Medical University, Moscow. I.A. Semenenko – M.D., Ph.D., Senior Researcher, Department of Hepatopancreatobiliary and Regenerative Surgery, First Sechenov Moscow State Medical University, Moscow. V.N. Sholokhov – M.D., Ph.D., Professor, Leading Researcher, Ultrasound Diagnostics Department, N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Moscow. S.N. Berdnikov – M.D., Researcher, Ultrasound Diagnostics Department, N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Moscow. M.S. Makhotina – M.D., Ph.D., Ultrasound Diagnostics Department, N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Moscow. A.V. Kovalchuk – Senior Researcher, Epitaxial Micro- and Nanostructures Laboratory, Institute of Microelectronics Technology and High-Purity Materials RAS, Chernogolovka. A.A. Mitina – Junior Researcher, Epitaxial Micro- and Nanostructures Laboratory, Institute of Microelectronics Technology and High-Purity Materials RAS, Chernogolovka. E.A. Polushkin – Junior Researcher, Epitaxial Micro- and Nanostructures Laboratory, Institute of Microelectronics Technology and High-Purity Materials RAS, Chernogolovka. A.I. Semenenko – Ph.D., Professor, Researcher, Epitaxial Micro- and Nanostructures Laboratory, Institute of Microelectronics Technology and High-Purity Materials RAS, Chernogolovka. S.Yu. Shapoval – Ph.D., Head of Epitaxial Micro- and Nanostructures Laboratory, Institute of Microelectronics Technology and High-Purity Materials RAS, Chernogolovka.

Aim of the study was to investigate by ultrasound point shear wave elastography different parts of pancreas in chronic pancreatitis. Two groups consisted of 19 patients in each of them (32 men and 6 women) aged from 20 up to 57 years old were examined. 28 patients were with chronic pancreatitis and 10 volunteers were healthy. Chronic pancreatitis was verified by contrast enhanced computed tomography and morphological examination of resected pancreatic tissue. Fibrosis, pseudocysts, and calcifications were considered as main signs of chronic pancreatitis for multiple factor analysis. Main characteristics of chronic pancreatitis which affected stiffness of pancreatic tissue were revealed.

Key words: *ultrasound point shear wave elastography, shear wave velocity, pancreas, chronic pancreatitis, fibrosis, pseudocysts, calcifications, and multiple factor analysis.*



GUIDELINES

Практические рекомендации ISUOG: проведение ультразвукового исследования плода в первом триместре беременности

Комитет клинических стандартов

Международное общество ультразвуковой диагностики в акушерстве и гинекологии (ISUOG) является научной организацией, которая содействует развитию безопасной клинической практики в сфере эхографии, обучению специалистов и научным исследованиям в области диагностической визуализации в охране женского здоровья. Комитет клинических стандартов ISUOG (ISUOG Clinical Standards Committee (CSC)) создан для разработки Практических руководств (Practice Guidelines)

и Консенсусов (Consensus Statements) в качестве учебных рекомендаций, которые обеспечивают работникам здравоохранения общепринятый подход к диагностической визуализации. Они предназначены для отражения положений, рассмотренных ISUOG и признанных наилучшей практикой на момент публикации. Несмотря на то что специалистами ISUOG были предприняты максимальные усилия для обеспечения точности текста руководства при его издании, ни само Общество, ни кто-либо из его сотрудников или членов не несут юри-

Оригинальный текст руководства "ISUOG Practice Guidelines: performance of first-trimester fetal ultrasound scan" опубликован в журнале "Ultrasound in Obstetrics & Gynecology" (2013; 41: 102–113) и на сайте: <http://www.isuog.org>

Disclaimer: *These guidelines may have been translated, from the originals published by ISUOG, by recognized experts in the field and have been independently verified by reviewers with a relevant first language. Although all reasonable endeavors have been made to ensure that no fundamental meaning has been changed the process of translation may naturally result in small variations in words or terminology and so ISUOG makes no claim that translated guidelines can be considered to be an exact copy of the original and accepts no liability for the consequence of any variations. The CSC's guidelines are only officially approved by the ISUOG in their English published form.*

Примечание: данное руководство является переводом оригинальной версии, опубликованной ISUOG. Перевод был выполнен экспертами в этой области и отредактирован независимыми рецензентами, владеющими соответствующим языком. Несмотря на то что сделано все возможное, чтобы не допустить искажения основного смысла, процесс перевода мог привести к небольшим вариациям смысловых оттенков при использовании некоторых слов или терминов. Таким образом, ISUOG подчеркивает, что переведенное руководство не может рассматриваться как абсолютно точная копия оригинала, и не несет ответственности за какие-либо несоответствия, поскольку текст руководства прошел процедуру официального одобрения ISUOG только в его оригинальной печатной версии на английском языке.

дической ответственности за последствия какой-либо неточной или вводящей в заблуждение информации, вариантов или утверждений, опубликованных CSC. Руководства ISUOG не ставят своей целью установить юридические стандарты в здравоохранении, поскольку на интерпретацию данных, изложенных в Руководствах, могут оказывать влияние индивидуальные обстоятельства и доступность ресурсов. Одобренные Руководства могут распространяться свободно с разрешения ISUOG (info@isuog.org).

ВВЕДЕНИЕ

Плановое ультразвуковое исследование является неотъемлемой частью ведения беременности в случае, когда оно доступно и имеются необходимые ресурсы. Обычно оно проводится во втором триместре [1], однако рутинное сканирование все чаще выполняется во время первого триместра беременности, особенно в специализированных клиниках. Современные технологические достижения, включая сканирование с помощью высокочастотных трансвагинальных датчиков, позволили значительно повысить разрешение ультразвуковой визуализации в первом триместре до уровня, который необходим для детальной оценки и мониторинга развития плода в ранние сроки.

Цель данного документа – предоставление рекомендаций для практикующих работников здравоохранения, выполняющих или планирующих выполнять ультразвуковые исследования плода в первом триместре беременности в плановом порядке или по показаниям. Первый триместр здесь определяется как период беременности от момента времени, когда жизнеспособность плода может быть подтверждена (то есть обнаружение в полости матки плодного яйца с эмбрионом, демонстрирующим сердцебиение), до 13⁺⁶ нед гестации. Ультразвуковые исследования, выполняемые в более поздние сроки, не рассматриваются в этом Руководстве. В настоящих рекомендациях до 10 нед беременности используется термин “эмбрион”, а после этого срока –

“плод”, так как после 10 нед органогенез практически закончен и дальнейшее развитие главным образом включает рост плода и созревание его органов и систем [2, 3].

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Какова цель ультразвукового исследования плода в первом триместре беременности?

Основной целью ультразвукового исследования плода является получение точной информации, которая позволит оптимизировать пренатальное ведение беременности с наилучшим клиническим исходом для матери и плода. В ранние сроки важно подтвердить жизнеспособность плода, точно установить срок гестации, определить количество плодов и в случае многоплодной беременности оценить ее хориальность и амниальность. Кроме того, ближе к концу первого триместра беременности ультразвуковое исследование предоставляет возможность выявить грубые пороки развития плода, а также, если скрининг хромосомных аномалий входит в программу здравоохранения страны, провести измерение толщины воротникового пространства (ТВП). Надо признать, однако, что многие серьезные пороки могут развиваться в более поздние сроки беременности или могут быть не обнаружены даже очень опытным специалистом, использующим самое современное оборудование.

Когда должно проводиться ультразвуковое исследование плода в первом триместре беременности?

Нецелесообразно предлагать ультразвуковое исследование рутинно просто лишь для подтверждения самого факта беременности в ранние сроки при отсутствии каких-либо клинических опасений, патологических симптомов или особых показаний. Рекомендуется предлагать первое ультразвуковое исследование в сроке от 11 до 13⁺⁶ нед гестации, поскольку в этот период ультразвуковое исследование позволяет достичь целей, описанных выше, то есть подтвердить жизнеспособность плода, точно уста-

новить срок, определить количество жизнеспособных плодов и, если требуется, провести оценку анатомии плода и риска хромосомной патологии [4–20]. Перед началом исследования специалист должен проконсультировать женщину (пару) относительно потенциальной пользы и ограничений ультразвукового исследования в первом триместре. (РЕКОМЕНДУЕТСЯ СТАНДАРТАМИ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ.)

Кто должен проводить ультразвуковое исследование плода в первом триместре беременности?

Специалисты, которые на регулярной основе проводят акушерские ультразвуковые исследования, должны пройти специализированное обучение, предназначенное для подготовки специалистов в области ультразвуковой диагностики у беременных женщин. (РЕКОМЕНДУЕТСЯ СТАНДАРТАМИ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ.)

Для достижения оптимальных результатов плановых ультразвуковых исследований предполагается, что исследования должны выполняться специалистами, которые соответствуют следующим критериям:

- 1) прошли курс обучения ультразвуковой диагностике и соответствующим мерам безопасности;
- 2) проходят повышение квалификации в рамках непрерывного последипломного образования;
- 3) придерживаются диагностических протоколов при подозрении или выявлении патологических изменений;
- 4) участвуют в аккредитованных программах, обеспечивающих контроль качества [21].

Какое ультразвуковое оборудование должно использоваться?

Рекомендуется использовать оборудование со следующими минимальными требованиями:

- сканирование в реальном времени, в двумерном режиме серой шкалы;
- снабжено трансабдоминальным и трансвагинальным датчиками;

- имеет регулировки акустической мощности со стандартным отображением на экране;

- дает возможность “замораживать” и увеличивать изображение (регулировки Freeze Frame и Zoom);

- имеет функцию электронных измерений с помощью курсоров;

- способно распечатывать или сохранять на электронные носители полученные эхограммы;

- проходит регулярное техническое обслуживание и ремонт.

Как исследование должно документироваться?

Заключение ультразвукового исследования должно быть представлено в виде электронного и (или) бумажного документа (см. образец в Приложении). Данные документы должны сохраняться в локальном архиве в соответствии с местными инструкциями и быть доступными для пациенток и направивших их специалистов. (РЕКОМЕНДУЕТСЯ СТАНДАРТАМИ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ.)

Является ли ультразвуковое исследование безопасным в первом триместре беременности?

Время воздействия ультразвука на плод должно быть минимизировано посредством как можно более короткого времени исследования и как можно более низких значений акустической мощности для получения диагностической информации в соответствии с принципом *ALARA (as low as reasonably achievable* – так минимально, насколько это целесообразно). (РЕКОМЕНДУЕТСЯ СТАНДАРТАМИ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ.)

Многие международные профессиональные организации, включая *ISUOG*, достигли соглашения, что использование В- и М-режимов в ходе пренатального ультразвукового исследования является безопасным на всех сроках беременности, учитывая наличие ограничений их акустической мощности [22, 23]. Допплерография, однако, сопряжена с более выраженным энергетическим воздействием и большим потенциальным био-

логическим эффектом, особенно при использовании озвучивания в маленькой по размеру зоне интереса [24, 25]. Применение доплерографии должно осуществляться в первом триместре строго по показаниям. Более подробную информацию можно найти в Положении о безопасности (*Safety Statement*) ISUOG [22].

Что, если исследование не может быть выполнено в соответствии с этим Руководством?

Эти Рекомендации представляют собой международный стандарт для проведения ультразвукового исследования плода в первом триместре беременности, однако должны учитываться поправки с учетом местных условий и принципов медицинской практики. Если исследование не может быть выполнено согласно принципам настоящего Руководства, рекомендуется документировать причину данного обстоятельства. В большинстве случаев будет приемлемо провести повторное исследование или направить пациентку к другому специалисту. Это следует осуществить как можно быстрее, чтобы минимизировать необоснованную тревогу пациентки и связанную с этим отсрочку в получении необходимых результатов для достижения поставленных целей изначального исследования. (РЕКОМЕНДУЕТСЯ СТАНДАРТАМИ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ.)

Что должно быть выполнено в случае наличия многоплодной беременности?

Определение хориальности и амниальности является важным для оценки и ведения многоплодной беременности. Хориальность должна быть определена в ранние сроки беременности, когда визуализация характерных признаков этого состояния наиболее надежна [26–28]. Как только это осуществлено, последующее ведение беременности, включая сроки и количество ультразвуковых исследований, должно быть спланировано согласно доступным ресурсам здравоохранения и местным протоколам ведения. (РЕКОМЕНДУЕТСЯ СТАНДАРТАМИ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ.)

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Оценка жизнеспособности/ ранней беременности

В данном Руководстве понятие “срок” определяется как менструальный срок или срок гестации, который на 14 дней превышает срок с момента зачатия. Ультразвуковая визуализация эмбрионального развития хорошо согласуется с временным графиком развития эмбриона человека, описанным в системе стадий по Карнеги (*Carnegie stages system*) [3]. Обычно размер эмбриона составляет 1–2 мм, когда он впервые может быть обнаружен при ультразвуковом исследовании, и далее увеличивается в длину примерно на 1 мм в день. Головной и каудальный концы эмбриона неразличимы ранее 53-го дня (примерно до 12 мм), когда становится видна полость ромбовидной формы (будущий четвертый желудочек мозга) [18].

Определение жизнеспособности

Термин “жизнеспособность” подразумевает способность к независимому существованию вне матки и, строго говоря, не может быть применен к эмбриональному или раннему плодному периоду жизни. Однако этот термин был принят в ультразвуковой практике и означает, что визуализируется сердечная деятельность эмбриона или плода, и это подразумевает, что он жив. Следовательно, с точки зрения ультразвуковой диагностики жизнеспособность – это термин, используемый для подтверждения наличия эмбриона с сердцебиением на момент исследования. При нормальной беременности сердечная деятельность у эмбриона может быть обнаружена уже на 37-й день гестации [29], то есть с момента, когда начинаются сокращения сердечной трубки [30]. Сердечная активность часто обнаруживается, когда размер эмбриона составляет 2 мм и более [31], но может быть неочевидной приблизительно у 5–10% жизнеспособных эмбрионов размером от 2 до 4 мм [32, 33].

Определение наличия плодного яйца в полости матки

Наличие плодного яйца в полости матки является очевидным признаком того, что

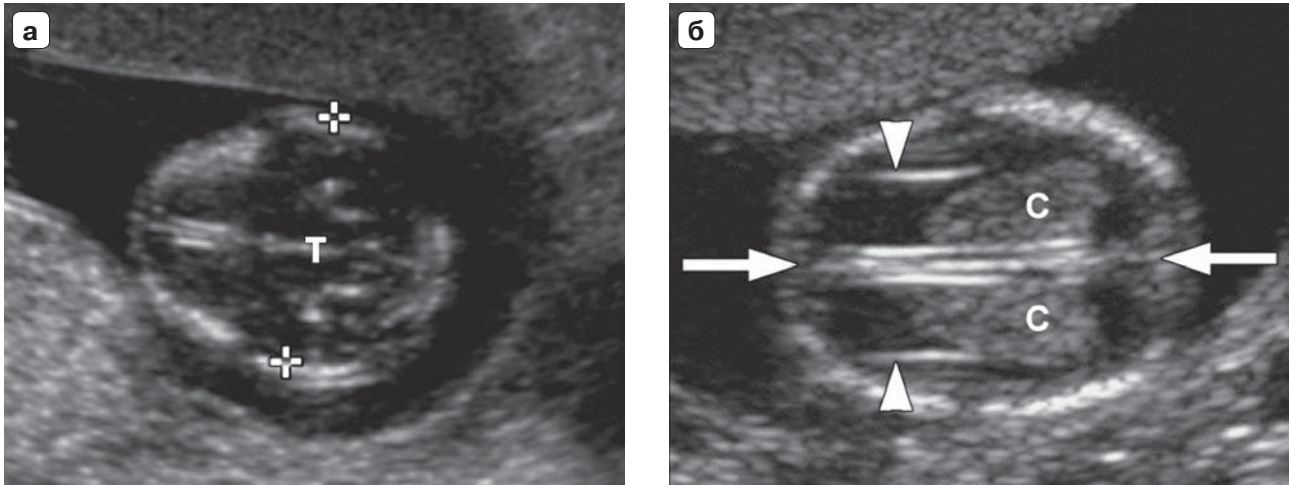


Рис. 2. Голова плода. а – измерение БПР (крестики курсора). Обратите внимание на точный поперечный срез головы и центральное положение третьего желудочка, а также на срединные структуры (Т – третий желудочек и таламус). В этом сечении также может быть измерена ОГ. б – сосудистые сплетения (С), серп мозга и межполушарная борозда (стрелки) в норме. Отмечается, что сосудистые сплетения распространяются от медиальной до латеральной границы задних рогов желудочков. Латеральные стенки передних рогов обозначены головками стрелок.

шем строго симметричном поперечном сечении головы плода, которая не должна быть деформирована прилегающими структурами или чрезмерным давлением датчиком. В 10 нед гестации должны визуализироваться такие структуры, как третий желудочек, межполушарная борозда и сосудистые сплетения. Ближе к 13-й нед таламус и третий желудочек будут также представлять собой хорошие ориентиры. Подтверждением правильности полученного поперечного сечения служит наличие на изображении передних рогов и нижних затылочных долей желудочков мозга, когда сечение выше уровня мозжечка [1, 38–41].

Проводя измерение БПР, располагать крестики курсора следует согласно тому методу, который использовался для построения номограмм. В практике применяются оба метода: от наружной поверхности одной до внутренней поверхности другой париетальной кости и от наружного контура одной до наружного контура другой [1, 39, 42, 43] (рис. 2).

Другие измерения

Существуют номограммы для окружности живота (ОЖ), длины бедренной кости и большинства органов плода, но измерение этих структур в ходе базисного ультразву-

кового исследования в первом триместре нецелесообразно.

4. Оценка срока гестации

Для установления точного срока гестации раннее ультразвуковое исследование следует назначать беременным женщинам в периоде от 10⁺⁰ до 13⁺⁶ нед. (Рекомендация уровня А.)

При ультразвуковой оценке возраста эмбриона (плода) (определение срока) используются следующие допущения:

- гестационный (менструальный) срок представляет собой срок от зачатия + 14 дней;
- размеры эмбриона и плода соотносятся со сроком зачатия (срок после оплодотворения);
- измеряемые структуры имеют нормальный вид;
- методы измерения соответствуют тем, которые использовались для получения данных нормативных значений;
- измерения надежны (низкая внутри- и межисследовательская вариабельность);
- ультразвуковое оборудование точно откалибровано.

Точное определение срока является важным для правильного ведения беременности и служит основным показанием для выпол-

Таблица 1. Номограммы фетометрии для использования в первом триместре в период до 13⁺⁶ нед

Источники	Измеряемая структура	Срок гестации (нед)	Комментарии
Loughna et al. (2009) [41] со ссылкой на Robinson & Fleming (1975) [52]	КТР	от 9 до 13 ⁺⁶	Используется Британским обществом медицинского ультразвука (British Medical Ultrasound Society) [41]
Hadlock et al. (1992) [83]	КТР	от 5,0 до 18,0	Включает также БПР, ОГ, ОЖ, ДБ и размер мозжечка
Daya (1993) [84]	КТР	от 6,1 до 13,3	
Verburg et al. (2008) [43]	КТР	от 6 ⁺² до 15 ⁺⁰	
McLennan & Schluter (2008) [85]	КТР	от 5 до 14	Включает также БПР до 14 нед
Hadlock et al. (1982) [86]	БПР	от 12 до 40	В ранние сроки беременности номограммы от 1982 г. являются более точными, чем от 1984 г.
Loughna et al. (2009) [41] со ссылкой на Altman & Chitty (1997) [39]	БПР	от 12 ⁺⁶ до 35 ⁺⁴	Используется Британским обществом медицинского ультразвука (British Medical Ultrasound Society) [41]
Verburg et al. (2008) [43]	БПР	от 10 до 43	Включает также КТР, ОГ, ОЖ, ДБ и размер мозжечка

Примечание: измерения должны выполняться согласно методикам, описанным в этих статьях. Прежде чем использовать их в практике необходимо провести тестирование на применимость у местной популяции. ДБ – длина бедра.

нения планового ультразвукового исследования в первом триместре. Оно обеспечивает ценную информацию для последующей оптимальной оценки роста плода в поздние сроки, соответствующей акушерской тактики в целом и особенно при ведении недоношенной и переношенной беременности [44, 45]. За исключением беременностей, возникших вследствие вспомогательных репродуктивных технологий, точную дату зачатия нельзя определить наверняка. Определение срока ультразвуковым методом является наиболее надежным способом, с помощью которого можно установить точный гестационный возраст плода [39, 46]. Поэтому всем беременным женщинам рекомендуется предлагать раннее ультразвуковое исследование в период 10–13 полных недель (от 10⁺⁰ до 13⁺⁶ нед) для определения точного срока и обнаружения многоплодной беременности [47]. В первом триместре многие показатели тесно связаны со сроком гестации, но КТР является наиболее точным и позволяет в 95% случаев достоверно определить дату зачатия в пределах ± 5 дней [48–52].

В очень раннем сроке беременности, когда размеры плода относительно малы, ошиб-

ки измерений будут иметь более существенное влияние на определение срока гестации; поэтому оптимальным временем для такой оценки является срок между 8 и 13⁺⁶ нед [48]. (РЕКОМЕНДУЕТСЯ СТАНДАРТАМИ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ.)

От 11 до 13⁺⁶ нед КТР и БПР являются двумя наиболее часто измеряемыми параметрами для определения срока беременности. Многими авторами были опубликованы номограммы для этих показателей. Измерения могут выполняться с использованием трансабдоминального или трансвагинального доступа. Применение номограмм для одноплодной беременности является правомерным и в случае многоплодной беременности [27, 53]. Подробности некоторых публикаций, посвященных разработке номограмм, представлены в табл. 1. Использовать измерение КТР для определения срока гестации рекомендуется только в период, пока его значение не превышает 84 мм. После этого может оцениваться ОГ, поскольку этот параметр оказался несколько более точным по сравнению с БПР [41]. (РЕКОМЕНДУЕТСЯ СТАНДАРТАМИ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ.)

Таблица 2. Предлагаемый перечень анатомических структур для оценки в ходе ультразвукового исследования в сроке 11–13⁺⁶ нед

Орган/ анатомическая область	Присутствует и (или) в норме?
Голова	Присутствует Кости свода черепа Серп мозга Желудочки с сосудистыми сплетениями
Шея	Нормальный вид ТВП (по желанию после информированного согласия и при наличии обученного/сертифицированного персонала)*
Лицо	Глаза с хрусталиками* Носовая кость* Нормальный профиль/ нижняя челюсть* Губы интактны*
Позвоночник	Позвонки (в продольном и поперечном срезам)* Поверхность кожи интактна*
Грудная клетка	Симметричные легочные поля Отсутствие свободной жидкости и объемных образований
Сердце	Регулярный сердечный ритм Четыре симметричные камеры*
Брюшная полость	Желудок определяется в верхнем левом квадранте Мочевой пузырь* Почки*
Брюшная стенка	Нормальное прикрепление пуповины Отсутствие дефектов в пупочной области
Конечности	Четыре конечности, каждая состоит из трех сегментов Руки и ноги в нормальном положении*
Плацента	Размер и структура
Пуповина	Три сосуда*

Примечание: * – структуры для дополнительной оценки по выбору. По Fong et al. [28], McAuliffe et al. [87], Taipale et al. [60] и von Kaisenberg et al. [88], модифицировано.

5. Оценка анатомии плода

Ультразвуковое исследование в середине второго триместра (18–22 нед) остается основным стандартом в оценке анатомии плода при беременности как низкого, так и высокого риска [54–57]. Возможность исследовать анатомию плода и выявлять аномалии развития в первом триместре появилась в конце 80-х – начале 90-х годов в связи с появлением высокоразрешающих трансвагинальных датчиков [58, 59]. Внедрение скрининга хромосомной патологии в 11–13⁺⁶ нед путем измерения ТВП разожгло интерес к ранней визуализации анатомии плода (табл. 2). Преимущества, которые были описаны, включают раннее выявление и исключение многих грубых пороков развития, раннюю диагностику у матерей группы риска, раннее генетическое тестирование и более простое прерывание беременности в тех случаях, когда это показано. Ограничениями являются: необходимость в обученном и опытном персонале, неопределенность отношения цена/польза и позднее развитие некоторых анатомических структур или пороков (например, мозолистого тела, гипоплазии левых отделов сердца), что делает их раннее выявление невозможным и может привести к трудностям в ходе консультирования ввиду неопределенной клинической значимости некоторых находок [54–56, 60–62].

Голова плода

Окостенение (оссификация) костей черепа должно визуализироваться к концу 11 нед (рис. 2а). Целесообразно специально обращать внимание на характер оксификации при сканировании в поперечном и коронарном сечениях. При осмотре не должны выявляться какие-либо дефекты (деформации или разрывы контуров) костей свода черепа.

В интракраниальном пространстве в 11–13⁺⁶ нед доминируют боковые желудочки, которые выглядят большими и в своих задних двух третях заполнены экзогенными сосудистыми сплетениями (рис. 2б). Полушария мозга должны быть симметричны и разделены четко определяемыми межполушарной щелью и серпом мозга. Кора

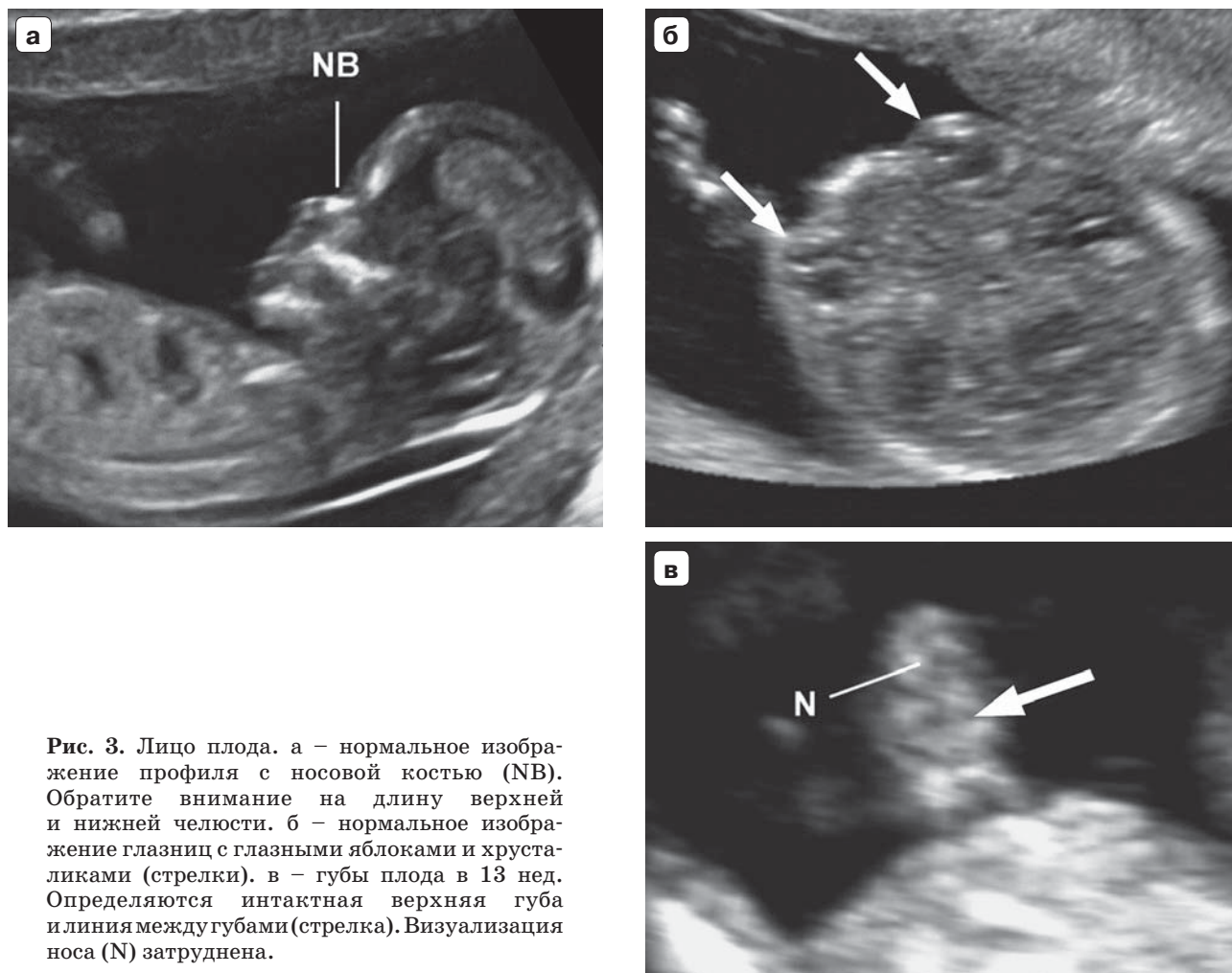


Рис. 3. Лицо плода. а – нормальное изображение профиля с носовой костью (NB). Обратите внимание на длину верхней и нижней челюсти. б – нормальное изображение глазниц с глазными яблоками и хрусталиками (стрелки). в – губы плода в 13 нед. Определяются интактная верхняя губа или линия между губами (стрелка). Визуализация носа (N) затруднена.

головного мозга в виде очень тонкой, более выраженной в передних отделах линии окружает большие, заполненные жидкостью желудочки. Такая эхографическая картина не должна ошибочно расцениваться как гидроцефалия. В этом раннем сроке некоторые структуры мозга (например, мозолистое тело, мозжечок) недостаточно развиты, чтобы позволить их детальное исследование. В сроках 11–13⁺⁶ нед было предложено оценивать интракраниальное пространство (*intracranial translucency*) в области задней черепной ямки в качестве скринингового теста в отношении открытых дефектов нервной трубки, однако пока это не является стандартом планового осмотра [63]. Также в сроки 11–13⁺⁶ нед может быть сделана попытка визуализировать гла-

за с хрусталиками, межорбитальное расстояние, профиль, включая нос, носовую кость и нижнюю челюсть, а также целостность рта и губ [28, 64, 65] (рис. 3). Однако при отсутствии очевидных аномалий невозможность оценки лица плода в этом сроке не должна вести к дальнейшим исследованиям ранее середины второго триместра.

Шея

Эхографическая оценка ТВП является частью скрининга хромосомных аномалий и описана ниже. Следует обратить особое внимание на правильное положение шеи относительно тела плода и идентифицировать другие скопления жидкости, такие как гигромы и яремные лимфатические мешки [28, 65].

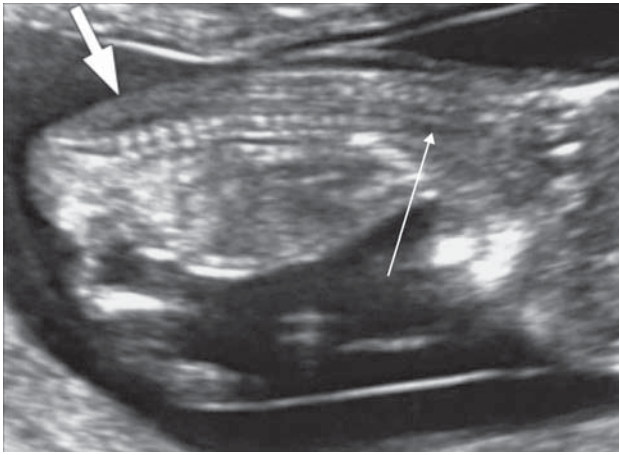


Рис. 4. Позвоночник плода. На срединном сагиттальном сечении поверх позвонков на всем протяжении от шеи до копчика визуализируется интактная кожа (короткая стрелка). Обратите внимание, что тела позвонков уже оссифицированы, а дуги, которые все еще остаются хрящевыми, изоэхогенны или гипоэхогенны. В шейном отделе (длинная стрелка) тела позвонков еще не оссифицированы, хрящевые зачатки гипоэхогенны, что является нормой.

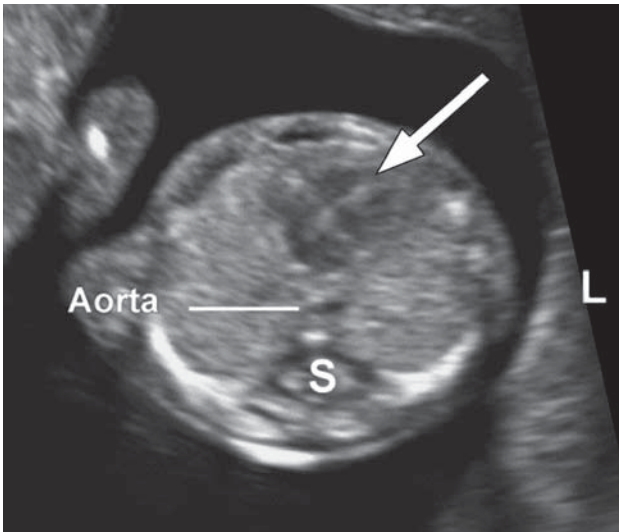


Рис. 5. Поперечное сечение грудной клетки плода на уровне четырехкамерного среза сердца; сердечная ось направлена налево (L). Обратите внимание, что предсердия и желудочки симметричны по обе стороны от перегородки (стрелка). Легочные поля симметричны и имеют однородную эхогенность. Аорта расположена слева от позвоночника (S).

Позвоночник

Должны быть получены продольные и поперечные сечения, чтобы показать нормальное положение позвонков и их целостность, а также следует попытаться продемонстрировать интактность кожных покровов, покрывающих позвоночник (рис. 4). Однако при отсутствии очевидных аномалий невозможность оценки позвоночника плода в этом сроке не должна вести к дальнейшим исследованиям ранее середины второго триместра. Особое внимание следует уделить нормальному виду позвоночника в том случае, когда значение БПР составляет менее 5-го перцентиля [66].

Грудная клетка

Обычно в грудной клетке визуализируются легкие однородной эхоструктуры без признаков плеврального выпота, а также кистозных или солидных образований. Следует оценить непрерывность диафрагмы и отметить нормальное расположение желудка и печени в брюшной полости.

Сердце

Нормальное положение сердца преимущественно в левой части грудной клетки (левокардия) должно быть документировано (рис. 5). Было показано, что имеется возможность более детальной ультразвуковой оценки кардиальной анатомии в 11–13⁺⁶ нед [67, 68], но она не является частью обычного планового исследования. В целях безопасности не рекомендуется использовать доплерографию во время нерасширенного исследования.

Брюшная полость

В период с 11 до 13⁺⁶ нед желудок и мочевой пузырь являются единственными анэхогенными структурами в брюшной полости (рис. 6а, 6б). Расположение желудка в левой части брюшной полости в сочетании с левокардией помогает подтвердить нормальный висцеральный situs. Почки плода должны определяться в паравертебральном положении, иметь бобовидную форму и слегка повышенную эхогенность с типичной гипоэхогенной центральной частью, представленной почечной лоханкой (рис. 6б).

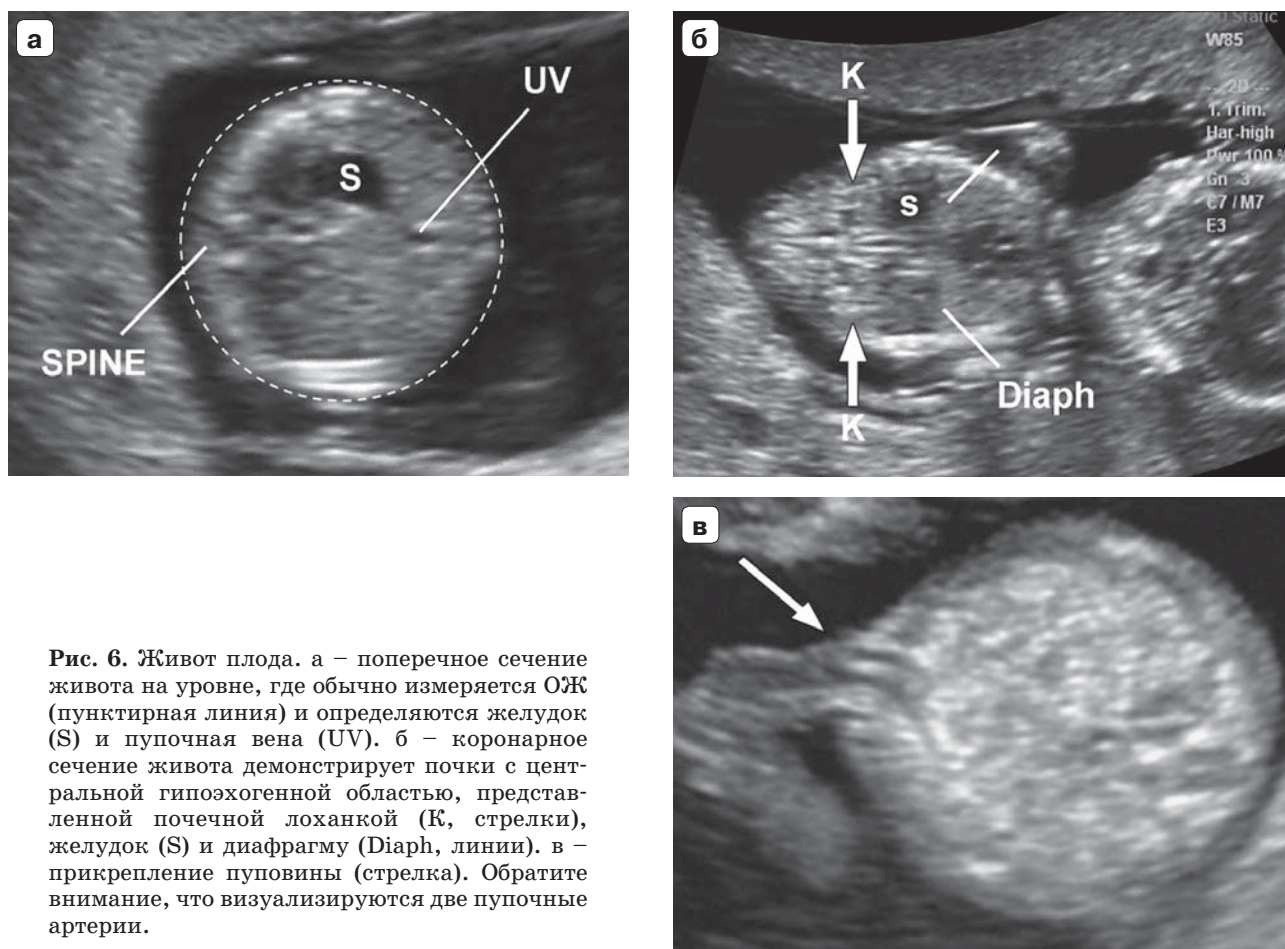


Рис. 6. Живот плода. а – поперечное сечение живота на уровне, где обычно измеряется ОЖ (пунктирная линия) и определяются желудок (S) и пупочная вена (UV). б – коронарное сечение живота демонстрирует почки с центральной гипоэхогенной областью, представленной почечной лоханкой (K, стрелки), желудок (S) и диафрагму (Diaph, линии). в – прикрепление пуповины (стрелка). Обратите внимание, что визуализируются две пупочные артерии.

К 12-й нед мочевой пузырь плода должен определяться как срединно расположенная анэхогенная округлая структура в нижнем отделе брюшной полости.

Брюшная стенка

После 12-й нед нормальное прикрепление пуповины к передней брюшной стенке плода должно быть документировано (рис. 6в). Физиологическая пупочная грыжа является вариантом нормы вплоть до 11 нед и должна быть дифференцирована от омфалоцеле и гастрошизиса [28, 65, 69].

Конечности

Наличие каждого костного сегмента верхних и нижних конечностей, а также наличие и нормальная ориентация рук и ног должны быть отмечены в ходе ультразвукового исследования в 11–13⁺⁶ нед. Фаланги пальцев рук могут быть визуализиро-

ваны в 11 нед, особенно если используется трансвагинальный доступ (рис. 7а).

Гениталии

Оценка гениталий и пола плода основана на положении генитального бугорка в срединной сагиттальной плоскости, но это не является достаточно точным, чтобы использовать в клинических целях.

Пуповина

Следует определить количество сосудов в пуповине, осмотреть место прикрепления пуповины в области пупка, а также исключить наличие кист. Непродолжительная по времени оценка области вокруг мочевого пузыря с помощью цветовой или энергетической доплерографии может быть полезна для подтверждения наличия двух пупочных артерий, но это не является частью базисного исследования.

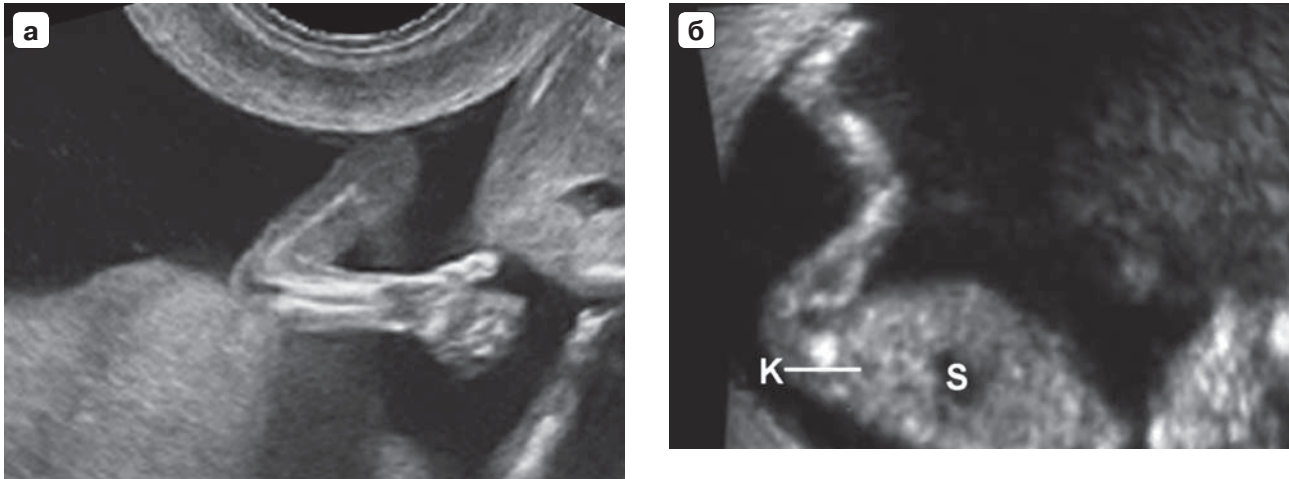


Рис. 7. Конечности плода. а – нормальный вид верхней конечности демонстрирует нормальное взаиморасположение кисти и предплечья. б – нормальный вид нижней конечности демонстрирует нормальное положение стопы по отношению к голени. Также визуализируются почка (К, линия) и желудок (S).

Роль трехмерного (3D) и 4D режимов сканирования

В настоящее время 3D/4D-эхография не используется для базисной оценки анатомии плода в первом триместре, поскольку ее разрешающая способность пока еще уступает 2D-режиму. В руках опытного специалиста эти методы могут быть полезными в оценке аномалий, особенно проявляющихся патологией поверхностных структур [70].

6. Оценка риска хромосомных аномалий

Ультразвуковой скрининг хромосомных аномалий в первом триместре может быть предложен в зависимости от протоколов, принятых в системе здравоохранения, наличия подготовленного персонала и доступности ресурсов. Скрининг первого триместра должен включать измерение ТВП [71, 72]. Эффективность скрининга улучшается при использовании дополнительных маркеров, включая такие биохимические показатели, как свободный бета или общий хорионический гонадотропин человека (ХГЧ) и ассоциированный с беременностью плазменный протеин А (*pregnancy-associated plasma protein-A – PAPP-A*) [73]. При наличии показаний дополнительные маркеры анеуплоидий, такие как носовая

кость, трикуспидальная регургитация, реверс кровотока в фазу систолы предсердия в венозном протоке и другие, могут быть оценены специалистами с соответствующей подготовкой и сертификацией [74–76]. Большинство экспертов рекомендует измерять ТВП в сроке 11^{+0} – 13^{+6} нед, что соответствует КТР в диапазоне от 45 до 84 мм. Данный промежуток в сроках гестации был выбран в связи с тем, что в этот период ТВП как скрининговый тест работает наиболее оптимально, а размеры плода уже позволяют диагностировать грубые пороки развития, обеспечивая женщине, вынашивающей плода с пороками, возможность для раннего прерывания беременности [77]. Для внедрения методики использования ТВП необходимы несколько условий, включая соответствующее оборудование, консультирование и управление, а также специалисты, прошедшие специализированную подготовку и сертификацию в этой области. Более подробную информацию можно получить в соответствующих национальных общественных и благотворительных организациях, таких как Фонд медицины плода (*Fetal Medicine Foundation*) (www.fetalmedicine.com). Однако даже при отсутствии скрининговых программ, основанных на ТВП, рекомендуется проводить качественную оценку



Рис. 8. Эхографическое измерение ТВП.

воротниковой зоны у каждого плода, и если она кажется увеличенной, пациентку следует направить к специалисту более высокого уровня.

Как измерять воротниковое пространство?

Измерения ТВП, используемые в скрининге, должны проводиться лишь специалистами, прошедшими подготовку и сертификацию. ТВП может измеряться с использованием трансабдоминального или трансвагинального доступа. Плод должен находиться в нейтральном положении, следует получить его сагиттальное сечение, изображение нужно увеличить таким образом, чтобы оно включало только голову и верхнюю часть грудной клетки. Кроме того, амниотическая оболочка должна быть идентифицирована отдельно от плода. Срединная плоскость лица плода будет определяться по наличию экзогенного кончика носа и небной кости прямоугольной формы спереди, гипоэхогенного промежуточного мозга в центральных отделах, воротниковой мембраны сзади. Если сечение окажется не строго срединное, кончик носа визуализироваться не будет, и появится изображение перпендикулярного костного продолжения в передней части верхней челюсти. Ультразвуковой аппарат должен позволять выполнять измерения с точностью до 0,1 мм. При оценке ТВП крестики курсора должны быть

размещены правильно (*on-on* – на внутренних поверхностях линий, ограничивающих воротниковое пространство), чтобы измерить максимальное расстояние между воротниковой мембраной и внутренним краем мягких тканей, расположенных поверх шейного отдела позвоночника (рис. 8). Если получено более чем одно изображение, удовлетворяющее всем критериям, изображение с наибольшим измерением должно быть архивировано и использовано для оценки риска. Многоплодная беременность потребует особого подхода с рассмотрением типа ее хориальности.

Как обучать специалистов и осуществлять контроль качества измерений ТВП?

Надежное и точное измерение ТВП требует соответствующей подготовки. Тщательный аудит работы специалистов вместе с конструктивной обратной связью со стороны экспертов налажен во многих странах и должен рассматриваться как весьма необходимая процедура для всех медицинских работников, которые вовлечены в программы скрининга на основании ТВП. (РЕКОМЕНДУЕТСЯ СТАНДАРТАМИ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ.)

7. Другие внутриматочные и внематочные структуры

При ультразвуковом исследовании следует проводить оценку эхоструктуры плаценты. Очевидные патологические находки, такие как объемные образования, единичные или множественные кистозные пространства или большие субхориальные скопления жидкости (>5 см), должны быть описаны и прослежены в динамике. Положение плаценты по отношению к шейке матки имеет меньшее значение на этом сроке беременности, поскольку впоследствии в большинстве случаев плацента “мигрирует” от внутреннего зева шейки матки [78]. Предлежание плаценты (*placenta previa*) не должно описываться в этом сроке.

Особое внимание надо уделять пациентам с кесаревым сечением в анамнезе, у которых повышен риск имплантации в обла-

сти рубца или приращения плаценты (*placenta accreta*) и связанных с этим серьезных осложнений.

У таких пациенток область между мочевым пузырем и перешейком матки в области места расположения рубца после кесарева сечения должна быть тщательно исследована. При подозрении на патологию следует немедленно направить пациентку к специалисту в центр более высокого уровня для дальнейшего обследования и ведения беременности [79, 80]. Хотя вопрос обязательного исследования женщин с кесаревым сечением в анамнезе может возникнуть в будущем [81, 82], в настоящее время недостаточ-

но доказательств, чтобы включить оценку области рубца в рутинную практику.

В ходе ультразвукового исследования в первом триместре беременности может быть выявлена как доброкачественная, так и злокачественная гинекологическая патология. Аномалии формы матки, такие как перегородка в полости матки или двурогая матка, должны быть описаны в протоколе. Придатки матки с обеих сторон также должны быть осмотрены на предмет наличия аномалий и объемных образований. Значение таких находок и их дальнейшее ведение не являются предметом обсуждения данных Рекомендаций.

АВТОРЫ РУКОВОДСТВА

L.J. Salomon*, Department of Obstetrics and Fetal Medicine and SFAPE (Société Française d'Amélioration des Pratiques Echographique), Paris Descartes University, Assistance Publique-Hopitaux de Paris, Hopital Necker Enfants, Paris, France

Z. Alfirevic*, Department for Women's and Children's Health, University of Liverpool, Liverpool, UK

C.M. Bilardo, Fetal Medicine Unit, Department of Obstetrics and Gynaecology, University Medical Centre Groningen, Groningen, Netherlands

G.E. Chalouhi, Department of Obstetrics and Fetal Medicine and SFAPE (Société Française d'Amélioration des Pratiques Echographique), Paris Descartes University, Assistance Publique-Hopitaux de Paris, Hopital Necker Enfants, Paris, France

T. Ghi, Department of Obstetrics and Gynaecology, Policlinico S.Orsola-Malpighi, University of Bologna, Bologna, Italy

K.O. Kagan, Department of Obstetrics and Gynecology, University of Tuebingen, Tuebingen, Germany

T.K. Lau, Fetal Medicine Centre, Paramount Clinic, Central, Hong Kong

A.T. Papageorgiou, Fetal Medicine Unit, St George's, University of London, London, UK

N.J. Raine-Fenning, Division of Obstetrics & Gynaecology, School of Clinical Sciences, University of Nottingham, Nottingham, UK

J. Stirnemann, Obstetrics and Fetal Medicine, GHU Necker-Enfants Malades, University Paris Descartes, Paris, France

S. Suresh, Mediscan Systems & Fetal Care Research Foundation, Mylapore, Chennai, India

A. Tabor, Fetal Medicine Unit, Department of Obstetrics, Rigshospitalet, Copenhagen University Hospital, Copenhagen, Denmark

I.E. Timor-Tritsch, Department of Obstetrics and Gynecology, New York University School of Medicine, New York, NY, USA

A. Toi, Medical Imaging and Obstetrics and Gynaecology, Mount Sinai Hospital, University of Toronto, Toronto, ON, Canada

G. Yeo, Department of Maternal Fetal Medicine, Obstetric Ultrasound and Prenatal Diagnostic Unit, KK Women's and Children's Hospital, Singapore

* L.J. S. and Z. A. внесли равный вклад в создание этого документа.

ЦИТИРОВАНИЕ

Данное Руководство должно цитироваться как: 'Salomon LJ, Alfirevic Z, Bilardo CM, Chalouhi GE, Ghi T, Kagan KO, Lau TK, Papageorghiou AT, Raine-Fenning NJ, Stirnemann J, Suresh S, Tabor A, Timor-Tritsch IE, Toi A, Yeo G. ISUOG Practice Guidelines: performance of first-trimester fetal ultrasound scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2013; 41: 102–113.'

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Salomon LJ, Alfirevic Z, Berghella V, Bilardo C, Hernandez-Andrade E, Johnsen SL, Kalache K, Leung KY, Malinger G, Munoz H, Prefumo F, Toi A, Lee W; ISUOG Clinical Standards Committee. Practice guidelines for performance of the routine mid-trimester fetal ultrasound scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2011; 37: 116–126.
- Deter RL, Buster JE, Casson PR, Carson SA. Individual growth patterns in the first trimester: evidence for difference in embryonic and fetal growth rates. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1999; 13: 90–98.
- Blaas HG. The examination of the embryo and early fetus: how and by whom? *Ultrasound Obstet Gynecol* 1999; 14: 153–158.
- Whitworth M, Bricker L, Neilson JP, Dowswell T. Ultrasound for fetal assessment in early pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev* 2010; 4: CD007058.
- Bennett KA, Crane JMG, O'Shea P, Lacelle J, Hutchens D, Copel JA. First trimester ultrasound screening is effective in reducing postterm labor induction rates: a randomized controlled trial. *Am J Obstet Gynecol* 2004; 190: 1077–1081.
- Hoffman CS, Messer LC, Mendola P, Savitz DA, Herring AH, Hartmann KE. Comparison of gestational age at birth based on last menstrual period and ultrasound during the first trimester. *Paediatr Perinat Epidemiol* 2008; 22: 587–596.
- Taipale P, Hiilesmaa V. Predicting delivery date by ultrasound and last menstrual period in early gestation. *Obstet Gynecol* 2001; 97: 189–194.
- Skalkidou A, Kieler H, Stephansson O, Roos N, Cnattingius S, Haglund B. Ultrasound pregnancy dating leads to biased perinatal morbidity and neonatal mortality among post-term-born girls. *Epidemiology* 2010; 21: 791–796.
- Harrington DJ, MacKenzie IZ, Thompson K, Fleminger M, Greenwood C. Does a first trimester dating scan using crown rump length measurement reduce the rate of induction of labor for prolonged pregnancy? An uncompleted randomized controlled trial of 463 women. *BJOG* 2006; 113: 171–176.
- Ott WJ. Accurate gestational dating: revisited. *Am J Perinatol* 1994; 11: 404–408.
- Wisser J, Dirschedl P, Krone S. Estimation of gestational age by transvaginal sonographic measurement of greatest embryonic length in dated human embryos. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1994; 4: 457–462.
- Tunón K, Eik-Nes SH, Grottum P, Von Düring V, Kahn JA. Gestational age in pregnancies conceived after *in vitro* fertilization: a comparison between age assessed from oocyte retrieval, crown-rump length and biparietal diameter. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; 15: 41–46.
- Grange G, Pannier E, Goffinet F, Cabrol D, Zorn JR. Dating biometry during the first trimester: accuracy of an every-day practice. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2000; 88: 61–64.
- Chalouhi GE, Bernard JP, Benoist G, Nasr B, Ville Y, Salomon LJ. A comparison of first trimester measurements for prediction of delivery date. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2011; 24: 51–57.
- Salomon LJ, Pizzi C, Gasparrini A, Bernard J-P, Ville Y. Prediction of the date of delivery based on first trimester ultrasound measurements: an independent method from estimated date of conception. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2010; 23: 1–9.
- Caughey AB, Nicholson JM, Washington AE. First vs second trimester ultrasound: the effect on pregnancy dating and perinatal outcomes. *Am J Obstet Gynecol* 2008; 198: 703.e1–6.
- Thorsell M, Kaijser M, Almstrom H, Andolf E. Expected day of delivery from ultrasound dating versus last menstrual period – obstetric outcome when dates mismatch. *BJOG* 2008; 115: 585–589.
- Bottomley C, Bourne T. Dating and growth in the first trimester. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol* 2009; 4: 439–452.
- Sonek J. First trimester ultrasonography in screening and detection of fetal anomalies. *Am J Med Genet C Semin Med Genet* 2007; 145: 45–61.
- Snijders RJ, Johnson S, Sebire NJ, Noble PL, Nicolaides KH. First-trimester ultrasound screening for chromosomal defects. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1996; 7: 216–226.
- Ville Y. 'Ceci n'est pas une échographie': a plea for quality assessment in prenatal ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 31: 1–5.
- Abramowicz JS, Kossoff G, Marsal K, Ter Haar G. Safety Statement, 2000 (reconfirmed 2003). International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology (ISUOG). *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 21: 100.
- Torloni MR, Vedmedovska N, Merialdi M, Betrán AP, Allen T, González R, Platt LD; ISUOG-WHO Fetal Growth Study Group. Safety of ultrasonography in pregnancy: WHO systematic review of the literature and meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 33: 599–608.
- Hershkovitz R, Sheiner E, Mazor M. Ultrasound in obstetrics: a review of safety. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2002; 101: 15–18.

25. Salvesen K, Lees C, Abramowicz J, Brezinka C, Ter Haar G, Maršál K. ISUOG statement on the safe use of Doppler in the 11 to 13+6-week fetal ultrasound examination. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2011; 37: 628.
26. Lewi L, Jani J, Blickstein I, Huber A, Gucciardo L, Van Mieghem T, Doné E, Boes AS, Hecher K, Gratacós E, Lewi P, Deprest J. The outcome of monochorionic diamniotic twin gestations in the era of invasive fetal therapy: a prospective cohort study. *Am J Obstet Gynecol* 2008; 199: 493.e1-7.
27. Dias T, Arcangeli T, Bhide A, Napolitano R, Mahsud-Dornan S, Thilaganathan B. First-trimester ultrasound determination of chorionicity in twin pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2011; 38: 530-532.
28. Fong KW, Toi A, Salem S, Hornberger LK, Chitayat D, Keating SJ, McAuliffe F, Johnson JA. Detection of fetal structural abnormalities with US during early pregnancy. *Radiographics* 2004; 24: 157-174.
29. Jurkovic D, Gruboeck K, Campbell S. Ultrasound features of normal early pregnancy development. *Curr Opin Obstet Gynecol* 1995; 7: 493-504.
30. Tezuka N, Sato S, Kanasugi H, Hiroi M. Embryonic heart rates: development in early first trimester and clinical evaluation. *Gynecol Obstet Invest* 1991; 32: 210-212.
31. Levi CS, Lyons EA, Zheng XH, Lindsay DJ, Holt SC. Endovaginal US: demonstration of cardiac activity in embryos of less than 5.0 mm in crown-rump length. *Radiology* 1990; 176: 71-74.
32. Goldstein SR. Significance of cardiac activity on endovaginal ultrasound in very early embryos. *Obstet Gynecol* 1992; 80: 670-672.
33. Brown DL, Emerson DS, Felker RE, Cartier MS, Smith WC. Diagnosis of early embryonic demise by endovaginal sonography. *J Ultrasound Med* 1990; 9: 631-636.
34. Oh JS, Wright G, Coulam CB. Gestational sac diameter in very early pregnancy as a predictor of fetal outcome. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; 20: 267-269.
35. Robinson HP, Sweet EM, Adam AH. The accuracy of radiological estimates of gestational age using early fetal crown-rump length measurements by ultrasound as a basis for comparison. *Br J Obstet Gynaecol* 1979; 86: 525-528.
36. Robinson HP. "Gestation sac" volumes as determined by sonar in the first trimester of pregnancy. *Br J Obstet Gynaecol* 1975; 82: 100-107.
37. Salomon LJ, Bernard M, Amarsy R, Bernard JP, Ville Y. The impact of crown-rump length measurement error on combined Down syndrome screening: a simulation study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 33: 506-511.
38. Sladkevicius P, Saltvedt S, Almström H, Kublickas M, Grunewald C, Valentin L. Ultrasound dating at 12-14 weeks of gestation. A prospective cross-validation of established dating formulae in *in-vitro* fertilized pregnancies. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 26: 504-511.
39. Altman DG, Chitty LS. New charts for ultrasound dating of pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997; 10: 174-191.
40. Salomon LJ, Bernard JP, Duyme M, Dorion A, Ville Y. Revisiting first-trimester fetal biometry. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 22: 63-66.
41. Loughna P, Chitty L, Evans T, Chudleigh T. Fetal size and dating: charts recommended for clinical obstetric practice. *Ultrasound* 2009; 17: 161-167.
42. Hadlock FP, Deter RL, Carpenter RJ, Park SK. Estimating fetal age: effect of head shape on BPD. *AJR Am J Roentgenol* 1981; 137: 83-85.
43. Verburg BO, Steegers EAP, De Ridder M, Snijders RJM, Smith E, Hofman A, Moll HA, Jaddeo VW, Witteman JC. New charts for ultrasound dating of pregnancy and assessment of fetal growth: longitudinal data from a population-based cohort study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 31: 388-396.
44. Crowley P. Interventions for preventing or improving the outcome of delivery at or beyond term. *Cochrane Database Syst Rev* 2000; (2): CD000170.
45. Mongelli M, Wong YC, Venkat A, Chua TM. Induction policy and missed post-term pregnancies: a mathematical model. *Aust N Z J Obstet Gynaecol* 2001; 41: 38-40.
46. Hoffman CS, Messer LC, Mendola P, Savitz DA, Herring AH, Hartmann KE. Comparison of gestational age at birth based on last menstrual period and ultrasound during the first trimester. *Paediatr Perinat Epidemiol* 2008; 22: 587-596.
47. NICE. Antenatal care: Routine care for the healthy pregnant woman. National Institute for Health and Clinical Excellence: London, 2010.
48. Savitz DA, Terry JW, Dole N, Thorp JM, Siegariz AM, Herring AH. Comparison of pregnancy dating by last menstrual period, ultrasound scanning, and their combination. *Am J Obstet Gynecol* 2002; 187: 1660-1666.
49. Bagratee JS, Regan L, Khullar V, Connolly C, Moodley J. Reference intervals of gestational sac, yolk sac and embryo volumes using three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 34: 503-509.
50. Grisolia G, Milano K, Pilu G, Banzi C, David C, Gabrielli S, Rizzo N, Morandi R, Bovicelli L. Biometry of early pregnancy with transvaginal sonography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1993; 3: 403-411.
51. Robinson HP. Sonar measurement of fetal crown-rump length as means of assessing maturity in first trimester of pregnancy. *Br Med J* 1973; 4: 28-31.
52. Robinson HP, Fleming JE. A critical evaluation of sonar "crown-rump length" measurements. *Br J Obstet Gynaecol* 1975; 82: 702-710.
53. Dias T, Mahsud-Dornan S, Thilaganathan B, Papageorghiou A, Bhide A. First-trimester ultra-

- sound dating of twin pregnancy: are singleton charts reliable? *BJOG* 2010; 117: 979–984.
54. Saltvedt S, Almstrom H, Kublickas M, Valentin L, Grunewald C. Detection of malformations in chromosomally normal fetuses by routine ultrasound at 12 or 18 weeks of gestation – a randomized controlled trial in 39,572 pregnancies. *BJOG* 2006; 113: 664–674.
 55. Chen M, Lee CP, Lam YH, Tang RYK, Chan BCP, Wong SF, Tse LH, Tang MH. Comparison of nuchal and detailed morphology ultrasound examinations in early pregnancy for fetal structural abnormality screening: a randomized controlled trial. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 31: 136–146; discussion 146.
 56. Timor-Tritsch IE, Fuchs KM, Monteagudo A, D'Alton ME. Performing a fetal anatomy scan at the time of first-trimester screening. *Obstet Gynecol* 2009; 113: 402–407.
 57. Abu-Rustum RS, Daou L, Abu-Rustum SE. Role of first trimester sonography in the diagnosis of aneuploidy and structural fetal anomalies. *J Ultrasound Med* 2010; 29: 1445–1452.
 58. Timor-Tritsch IE, Bashiri A, Monteagudo A, Arslan AA. Qualified and trained sonographers in the US can perform early fetal anatomy scans between 11 and 14 weeks. *Am J Obstet Gynecol* 2004; 191: 1247–1252.
 59. Bronshtein M, Zimmer EZ. Transvaginal ultrasound diagnosis of fetal clubfeet at 13 weeks, menstrual age. *J Clin Ultrasound*. 1989; 17: 518–520.
 60. Taipale P, Ammälä M, Salonen R, Hiilesmaa V. Learning curve in ultrasonographic screening for selected fetal structural anomalies in early pregnancy. *Obstet Gynecol* 2003; 101: 273–278.
 61. Cedergren M, Selbing A. Detection of fetal structural abnormalities by an 11–14-week ultrasound dating scan in an unselected Swedish population. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2006; 85: 912–915.
 62. Fisher J. First-trimester screening: dealing with the fall-out. *Prenat Diagn* 2011; 31: 46–49.
 63. Chaoui R, Nicolaides KH. From nuchal translucency to intracranial translucency: towards the early detection of spina bifida. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2010; 35: 133–138.
 64. Sepulveda W, Wong AE, Martinez-Ten P, Perez-Pedregosa J. Retronasal triangle: a sonographic landmark for the screening of cleft palate in the first trimester. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2010; 35: 7–13.
 65. Syngelaki A, Chelemen T, Dagklis T, Allan L, Nicolaides KH. Challenges in the diagnosis of fetal non-chromosomal abnormalities at 11–13 weeks. *Prenat Diagn* 2011; 31: 90–102.
 66. Bernard J-P, Cuckle HS, Stirnemann JJ, Salomon LJ, Ville Y. Screening for fetal spina bifida by ultrasound examination in the first trimester of pregnancy using fetal biparietal diameter. *Am J Obstet Gynecol* 2012; 207: 306.e1–5.
 67. DeVore GR. First-trimester fetal echocardiography: is the future now? *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; 20: 6–8.
 68. Yagel S, Cohen SM, Messing B. First and early second trimester fetal heart screening. *Curr Opin Obstet Gynecol* 2007; 19: 183–190.
 69. Van Zalen-Sprock RM, Vugt JM, van Geijn HP. First-trimester sonography of physiological midgut herniation and early diagnosis of omphalocele. *Prenat Diagn* 1997; 17: 511–518.
 70. Bhaduri M, Fong K, Toi A, Tomlinson G, Okun N. Fetal anatomic survey using three-dimensional ultrasound in conjunction with first-trimester nuchal translucency screening. *Prenat Diagn* 2010; 30: 267–273.
 71. Nicolaides KH, Azar G, Byrne D, Mansur C, Marks K. Fetal nuchal translucency: ultrasound screening for chromosomal defects in first trimester of pregnancy. *BMJ* 1992; 304: 867–869.
 72. Nicolaides KH, Snijders RJ, Gosden CM, Berry C, Campbell S. Ultrasonographically detectable markers of fetal chromosomal abnormalities. *Lancet* 1992; 340: 704–707.
 73. Kagan KO, Wright D, Baker A, Sahota D, Nicolaides KH. Screening for trisomy 21 by maternal age, fetal nuchal translucency thickness, free beta-human chorionic gonadotropin and pregnancy-associated plasma protein-A. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 31: 618–624.
 74. Kagan KO, Cicero S, Staboulidou I, Wright D, Nicolaides KH. Fetal nasal bone in screening for trisomies 21, 18 and 13 and Turner syndrome at 11–13 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 33: 259–264.
 75. Kagan KO, Valencia C, Livanos P, Wright D, Nicolaides KH. Tricuspid regurgitation in screening for trisomies 21, 18 and 13 and Turner syndrome at 11+0 to 13+6 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 33: 18–22.
 76. Maiz N, Valencia C, Kagan KO, Wright D, Nicolaides KH. Ductus venosus Doppler in screening for trisomies 21, 18 and 13 and Turner syndrome at 11–13 weeks of gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 33: 512–517.
 77. Nicolaides KH. Screening for fetal aneuploidies at 11 to 13 weeks. *Prenat Diagn* 2011; 31: 7–15.
 78. Mustafá SA, Brizot ML, Carvalho MHB, Watanabe L, Kahhale S, Zugaib M. Transvaginal ultrasonography in predicting placenta previa at delivery: a longitudinal study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; 20: 356–359.
 79. Timor-Tritsch IE, Monteagudo A, Santos R, Tsybmal T, Pineda G, Arslan AA. The diagnosis, treatment, and follow-up of cesarean scar pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 2012; 207: 44.e1–13.
 80. Timor-Tritsch IE, Monteagudo A. Unforeseen consequences of the increasing rate of cesarean deliveries: early placenta accreta and cesarean scar pregnancy. A review. *Am J Obstet Gynecol* 2012; 207: 14–29.

81. Stirnemann JJ, Chalouhi GE, Forner S, Saidji Y, Salomon LJ, Bernard J-P, Ville Y. First-trimester uterine scar assessment by transvaginal ultrasound. *Am J Obstet Gynecol* 2011; 205: 551.e1–6.
82. Stirnemann JJ, Mousty E, Chalouhi G, Salomon LJ, Bernard J-P, Ville Y. Screening for placenta accreta at 11–14 weeks of gestation. *Am J Obstet Gynecol* 2011; 205: 547. e1–6.
83. Hadlock FP, Shah YP, Kanon DJ, Lindsey JV. Fetal crown-rump length: reevaluation of relation to menstrual age (5–18 weeks) with high-resolution real-time US. *Radiology* 1992; 182: 501–505.
84. Daya S. Accuracy of gestational age estimation by means of fetal crown-rump length measurement. *Am J Obstet Gynecol* 1993; 168: 903–908.
85. McLennan AC, Schluter PJ. Construction of modern Australian first trimester ultrasound dating and growth charts. *J Med Imaging Radiat Oncol* 2008; 52: 471–479.
86. Hadlock FP, Deter RL, Harrist RB, Park SK. Fetal biparietal diameter: a critical re-evaluation of the relation to menstrual age by means of real-time ultrasound. *J Ultrasound Med* 1982; 1: 97–104.
87. McAuliffe FM, Fong KW, Toi A, Chitayat D, Keating S, Johnson J-A. Ultrasound detection of fetal anomalies in conjunction with first-trimester nuchal translucency screening: a feasibility study. *Am J Obstet Gynecol* 2005; 193: 1260–1265.
88. Von Kaisenberg CS, Kuhling-von Kaisenberg H, Fritzer E, Schemm S, Meinhold-Heerlein I, Jonat W. Fetal transabdominal anatomy scanning using standard views at 11 to 14 weeks' gestation. *Am J Obstet Gynecol* 2005; 192: 535–542.

(Guideline review date: June 2015)

(Руководство будет пересмотрено в июне 2015 г.)

Автор перевода на русский язык: **Игорь Палагнюк**

Редакторы перевода на русский язык: **Елена Синьковская, Евгения Федорова**

ПРИЛОЖЕНИЕ. Протокол базисного ультразвукового исследования (образец)



isuog.org

Пациент: Идентификационный №:

Дата рождения:
Лечащий врач:

Дата обследования:
Врач ультразвуковой диагностики:

Показания для ультразвукового исследования и необходимая сопроводительная клиническая информация:

Первый день последней менструации

Условия осмотра: удовлетворительные / ограничены за счет:

Одноплодная/многоплодная беременность
(отдельный протокол для каждого плода)

Оценка хориальности:

ПРИДАТКИ:

Эхокартина Нормальная Патология*

Анатомические показатели:

Измерения	мм	Процентиль (нормативные значения)
Копчико-теменной размер		
Толщина воротникового пространства (опционально)		
Бипариетальный размер		
Окружность головы		
Окружность живота		
Длина бедра		

***Описание обнаруженной патологии (пожалуйста, детализируйте):**

Срок гестации по данным ультразвукового исследования:
_____ неделя + _____ дней

Заключение:

- Патологии не выявлено, полное исследование
 Патологии не выявлено, неполное исследование
 Выявлена патология
 Рекомендации: Повторного ультразвукового исследования не требуется
 Осмотр в динамике в сроке _____ недель
 Направляется на консультацию _____
 Другое:

Ультразвуковое исследование анатомии плода	Норма	Патология*	Не визуализируется
Голова плода			
Форма			
Осификация костей черепа			
Серп мозга			
Сосудистые сплетения			
Лицо			
Глазницы			
Профиль			
Шея			
Грудная клетка			
Легкие			
Диафрагма			
Сердце			
Сердцебиение			
Размеры			
Ось сердца			
Проекция четырех камер			
Брюшная полость			
Желудок			
Кишечник			
Почки			
Мочевой пузырь			
Область прикрепления пуповины			
Сосуды пуповины			
Позвоночник			
Конечности			
Правая рука (и кисть)			
Правая нога (и стопа)			
Левая рука (и кисть)			
Левая нога (и стопа)			
Пол плода (опционально)	<input type="checkbox"/> муж <input type="checkbox"/> жен		
Другое:			

Выделенное серым исследуется по выбору

	Выполнено	Распечатано	Архивировано
Количество эхограмм			

Определение факторов риска экспульсии левоноргестрел-рилизинг внутриматочной системы “Мирена” с помощью трехмерной трансвагинальной эхографии

К.А. Тохунц¹, А.Д. Худавердян¹, К.С. Джулакян², Н.Б. Абгарян¹

¹ Ереванский государственный медицинский университет имени Мхетара Гераци

² Центральный клинический военный госпиталь, г. Ереван

Целью исследования явилась разработка трехмерных эхографических критериев прогнозирования экспульсии внутриматочного средства “Мирена” путем оценки формы и размеров полости матки при трехмерной реконструкции полости матки в коронарном сечении. В ретроспективное исследование включены 103 пациентки в возрасте от 28 до 52 лет, которым была введена система “Мирена” с целью лечения менометроррагий, рецидивирующей гиперплазии эндометрия и аденомиоза. Подгруппу I составили 86 пациенток, которым перед введением системы “Мирена” в обязательном порядке проведено трехмерное трансвагинальное ультразвуковое исследование с реконструкцией матки в коронарном сечении, подгруппу II – 17 пациенток с уже произошедшими экспульсиями, которым система “Мирена” была введена без предварительной трехмерной эхографии. Высокая частота экспульсий была сопряжена с деформациями полости матки (64,7% среди пациенток подгруппы II без данных предварительной трехмерной эхографии), шириной полости матки в области трубных углов в коронарном сече-

нии при трехмерной реконструкции более 4,5 см (чувствительность в прогнозировании экспульсии 58%, специфичность – 98%), увеличением площади ее полости более 9,0 см² (чувствительность в прогнозировании экспульсии 58%, специфичность – 98%).

Ключевые слова: трехмерное ультразвуковое исследование, экспульсия, внутриматочная левоноргестрел-рилизинг система.

ВВЕДЕНИЕ

Внутриматочная левоноргестрел-рилизинг система (ЛНГ-РС) “Мирена” в настоящее время успешно используется для лечения менометроррагий, гиперплазии эндометрия и аденомиоза [1–6]. Несмотря на более низкую частоту экспульсий системы “Мирена” по сравнению с другими внутриматочными контрацептивами (по данным ВОЗ, в 5% случаев против 30% при использовании инертных внутриматочных средств (ВМС) и 11,9% – медьсодержащих ВМС), экспульсии системы “Мирена” крайне нежелательны ввиду ее высокой стоимости [7–9]. В связи с этим актуальным является выявление факторов риска экспульсии системы

К.А. Тохунц – д.м.н., профессор кафедры акушерства и гинекологии факультета непрерывного и послевузовского образования Ереванского государственного медицинского университета имени Мхетара Гераци. А.Д. Худавердян – к.м.н., доцент кафедры акушерства и гинекологии № 2 Ереванского государственного медицинского университета имени Мхетара Гераци. К.С. Джулакян – старший ординатор отделения гинекологии Центрального клинического военного госпиталя. Н.Б. Абгарян – к.м.н., ассистент кафедры акушерства и гинекологии № 2 Ереванского государственного медицинского университета имени Мхетара Гераци.

Контактная информация: Тохунц Карине Акоповна. E-mail: tokhuntskarine@gmail.com

“Мирена” с целью более тщательного отбора пациентов для лечения с ее применением.

В литературе имеются единичные сообщения, посвященные выявлению факторов риска экспульсии ЛНГ-РС “Мирена”, в которых предпринята попытка соотнесения вероятности экспульсии и длины полости матки, количества родов, наличия фибромиом, возраста пациенток и уровня гемоглобина, причем, по данным авторов, ни один из этих факторов не являлся фактором риска экспульсии [10–14].

С развитием ультразвуковых технологий в клиническую практику внедряются методы исследования, позволяющие не только осуществлять раннюю и точную диагностику, но и прогнозировать те или иные осложнения. Трехмерная трансвагинальная эхография является высокоинформативным методом в диагностике патологии полости матки [5, 9–11]. Исследование полости матки с помощью трехмерной эхографии позволяет выявлять ее анатомические особенности и деформации, недоступные для визуализации при проведении двухмерной эхографии, что может быть полезным при изучении причин осложнений внутриматочной контрацепции.

По данным В.Р. Venacerraf et al. [9], трехмерное ультразвуковое исследование позволяет более точно диагностировать неправильное положение ВМС в полости матки, в частности неполную перфорацию боковой стенки поперечной перекладиной контрацептива. Однако авторы ограничиваются подробным описанием возможных осложнений и приводят случаи неправильного расположения контрацептива в полости матки без описания ультразвуковых признаков, которые могут служить предикторами этих осложнений.

Целью нашего исследования явилась разработка трехмерных эхографических критериев прогнозирования экспульсии ВМС “Мирена” путем оценки формы и размеров полости матки при трехмерной реконструкции полости матки в коронарном сечении.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ретроспективное исследование включены 103 пациентки в возрасте от 28 до 52 лет, которым в 2010–2013 гг. была

введена система “Мирена”. С целью лечения менометроррагий ВМС была введена 34 (33,0%) женщинам, аденомиоза – 35 (34,0%), рецидивирующей гиперплазии эндометрия, выявленной при трансвагинальной эхографии, – 34 (33,0%). В исследование не включены пациентки с миоматозными узлами диаметром более 30 мм, а также с субмукозными узлами независимо от диаметра, ранее не диагностированными при ультразвуковом исследовании.

Всем пациенткам перед введением системы “Мирена” произведено раздельное диагностическое выскабливание полости матки. Морфологическая картина эндометрия в группе пациенток с менометроррагиями была разнообразной: у 13 пациенток – пролиферативный эндометрий, не соответствующий фазе менструального цикла; у 7 – смешанная гиперплазия; у 3 – очаговый аденоматоз эндометрия; у 2 – железистый эндометриальный полип; у 9 – очаговая железисто-кистозная гиперплазия эндометрия. У всех 34 женщин с рецидивирующей гиперплазией эндометрия, выявленной при трансвагинальной эхографии, диагноз подтвержден при морфологическом исследовании эндометрия, причем у 13 больных была железистая гиперплазия, у 17 – железисто-кистозная гиперплазия, у 4 – очаговый аденоматоз эндометрия. В группе пациенток, которым ВМС введена с целью лечения аденомиоза (хронические тазовые боли, диспареуния, болезненные месячные), при гистологическом исследовании эндометрия очаговая железистая гиперплазия выявлена у 8; железисто-кистозная – у 14; пролиферативный эндометрий, не соответствующий фазе цикла, – у 8; железистые полипы – у 2 и очаговый аденоматоз – у 3. Примечательно, что пациентки с рецидивирующими гиперпластическими процессами и аденомиозом, несмотря на наличие различных патологических процессов в эндометрии, отмечали наличие обильных месячных, но жалоб на кровотечения не предъявляли.

Группу контроля составили 20 женщин в возрасте от 28 до 45 лет с интактной маткой, которым ЛНГ-РС “Мирена” была введена с целью контрацепции.

Перед введением системы “Мирена” 86 женщинам, составившим подгруппу I, произведена эхография в двумерном и трехмерном режимах с реконструкцией полости

матки в коронарном сечении. В дальнейшем контрольные ультразвуковые исследования проводились через 1 нед, 1 мес и далее каждые 3 мес после введения ВМС, а также при появлении жалоб (боли, обильные менструации). Жалобы на боли после введения ВМС предъявили 18 (20,9%) пациенток этой подгруппы, увеличение менструальной кровопотери и межменструальные кровотечения были отмечены у 2 (2,3%). Так как все женщины этой подгруппы были обследованы с проведением трехмерной реконструкции полости матки, а при выявлении выраженных деформаций полости система “Мирена” бы не вводилась, то они отличались от 17 женщин с произошедшей экспульсией, которым система “Мирена” была введена в других лечебных учреждениях без предварительного трехмерного эхографического исследования. Эти 17 женщин составили подгруппу II. Пациентки этой подгруппы были направлены на трехмерное трансвагинальное исследование при появлении жалоб на тянущие боли внизу живота и при увеличении менструальной кровопотери, которые позволяли заподозрить дистопию или экспульсию системы, или сразу после ее экспульсии.

Как уже было отмечено, всем пациенткам подгруппы II перед введением системы было проведено только рутинное ультразвуковое исследование органов малого таза в двумерном режиме, ввиду чего при последующей трехмерной эхографии у этих женщин были выявлены ранее не диагностированные деформации (иногда выраженные) полости матки, которые и могли послужить причиной экспульсии или дислокации системы.

Из 34 женщин с менометроррагиями у 10 (29,4%) кровотечения прекратились через 1 мес после введения ВМС, у 22 (64,7%) – через 3–4 мес, а у 2 (5,9%) пациенток-носительниц ВМС они продолжались на фоне системы “Мирена”, в связи с чем им дополнительно были назначены комбинированные оральные контрацептивы короткими курсами.

У 13 (38,2%) женщин с менометроррагиями (у 4 (11,8%) из подгруппы I и 9 (26,5%) из подгруппы II) кровотечения возобновились после смещения или экспульсии ВМС. У 2 (5,9%) пациенток (у 1 (2,9%) из подгруппы I и у 1 (2,9%) из подгруппы II) после экспульсии ВМС на протяжении 6 мес

последующего наблюдения кровотечений не отмечалось.

Исследование проводилось с помощью ультразвукового сканера Voluson 730 Expert (GE Healthcare, США) трансвагинальным трехмерным конвексным датчиком частотой 5–9 МГц в двумерном и трехмерном режимах (с реконструкцией полости матки в коронарном сечении).

Во время трехмерной эхографии производилась оценка формы полости матки и наличия ее деформаций, определялись длина, ширина (как расстояние между трубными углами в наиболее широкой части полости) и площадь полости матки в трехмерном режиме.

Статистическая обработка данных исследования производилась с помощью стандартных методов. Представлены $M \pm \sigma$, минимальное – максимальное значения. Достоверность различий определялась с помощью t-критерия Стьюдента и критерия χ^2 . Различие между средними значениями считалось достоверным при $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Из 86 женщин подгруппы I, которым была введена система “Мирена”, у 14 (16,3%) в различные сроки после введения произошла экспульсия: через 1 нед – у 2, 1 мес – у 2, 3 мес – у 5, 6 мес – у 3, 1 год – у 2. Из 17 женщин подгруппы II с произошедшей экспульсией, которым система “Мирена” была введена в других лечебных учреждениях, экспульсия произошла: через 1 нед – у 3, 1 мес – у 3, 6 мес – у 10, 1 год – у 1. Экспульсии не произошло ни у одной женщины из группы контроля. Характеристика клинических данных обследуемых пациенток представлена в табл. 1.

Эхографическая картина при трехмерной реконструкции полости матки у обсуждаемых пациенток была очень разнообразной. При неизменной (интактной) матке у 20 женщин группы контроля отмечалась правильная треугольная форма полости матки (рис. 1).

Из 24 женщин подгруппы I с менометроррагиями (средняя площадь полости матки $8,03 \pm 2,35$ см² (5,08–13,62 см²)) экспульсия произошла у 5 (20,8% пациенток с этой нозологией и 35,7% от всех (14)

Таблица 1. Сравнительная характеристика клинических данных обследуемых пациенток

Показатели	Подгруппа I (n = 85)*		Подгруппа II	Контрольная группа (n = 20)
	Экспульсия, дистопия (n = 14)	Носительницы (n = 71)	Экспульсия, дистопия (n = 17)	
Возраст во время введения ВМС, годы	37,9 ± 6,2 30,0–52,0	37,2 ± 5,3 28,0–52,0	38,4 ± 6,8 28,0–51,0	35,5 ± 6,1 28,0–45,0
Предшествующие естественные роды	1,3 ± 0,6 0–2	1,4 ± 0,7 0–3	1,2 ± 0,7 0–2	1,5 ± 0,9 0–3
Предшествующее кесарево сечение	4 (28,6%)	21 (29,6%)	6 (35,3%)	1 (5,0%)
Другие оперативные вмешательства на матке	2 (14,3%)	6 (8,5%)	2 (11,8%)	–
Менометроррагии до введения ВМС	5 (35,7%)	19 (26,8%)	10 (58,8%)	–
Аденомиоз	8 (57,2%)	22 (31,0%)	5 (29,4%)	–
Рецидивирующая гиперплазия эндометрия*	1 (7,1%)	30 (42,3%)	2 (11,8%)	–
Кровотечения на фоне ВМС**	4 (28,6%)	2 (2,8%)	9 (52,9%)	–

Примечание: * – у 1 пациентки ВМС была удалена в связи с выраженным болевым синдромом. ** – из 34 пациенток с менометроррагиями экспульсии произошли у 5 пациенток из подгруппы I, у 4 из них (11,8%) возобновились кровотечения, также кровотечения возобновились после экспульсии или смещения ВМС у 9 (26,5%) пациенток из подгруппы II.

экспульсий в подгруппе I), площадь полости матки у них составляла в среднем $10,99 \pm 3,56 \text{ см}^2$ (5,08–13,62 см^2).

Из 30 женщин подгруппы I с аденомиозом (средняя площадь полости матки $9,30 \pm 2,81 \text{ см}^2$ (4,96–16,51 см^2)) экспульсия произошла у 8 (26,7% пациенток с этой нозологией и 57,1% от всех (14) экспульсий в подгруппе I), площадь полости матки у них составляла в среднем $13,28 \pm 2,33 \text{ см}^2$ (10,36–16,51 см^2).

И, наконец, из 32 пациенток с рецидивирующей гиперплазией эндометрия экспульсия произошла только у 1 (3,2% от 31, так как у 1 пациентки ВМС была удалена, и 7,1% от всех (14) экспульсий в подгруппе I). Площадь полости у пациенток с гиперплазией эндометрия составляла в среднем $6,32 \pm 0,63 \text{ см}^2$ (5,62–7,58 см^2).

Эхографическая картина при правильном расположении ВМС в полости матки приведена на рис. 2. Сравнительная характеристика ультразвуковых параметров матки у обследуемых пациенток приведена в табл. 2.

В результате анализа количественных параметров у пациенток подгруппы I были выявлены достоверные различия значений площади полости матки при сравнении пациенток с экспульсией и носительниц ВМС по подгруппе в целом и при менометроррагиях и аденомиозе. Та же тенденция выявлена

и по отношению к ширине полости матки. Однако значения длины полости матки в подгруппе I достоверно не различались.

Провести сравнение внутри подгруппы II по нозологиям по признаку “носительницы ВМС и те, у которых произошла экспульсия” не представилось возможным ввиду того, что в данной подгруппе изучались параметры женщин с уже произошедшими экспульсиями и не было материала по носительницам.

При сравнении количественных параметров у пациенток подгрупп I и II с показате-



Рис. 1. Трехмерная реконструкция интактной полости матки с правильным расположением системы “Мирена” (группа контроля).

Таблица 2. Количественная ультразвуковая характеристика полости матки у обследуемых пациенток

Подгруппы и группы	Подгруппа I (n = 85)			Подгруппа II (n = 17)	Контрольная группа (n = 20)
	Экспульсия, дистопия (n = 14)	Носительницы (n = 71)	P		
Площадь полости при трехмерной эхографии, см ²					
Подгруппа в целом	11,95 ± 3,30 5,08–16,51	7,06 ± 1,06* 4,96–9,34	<0,0001	8,91 ± 3,05* 5,12–16,22	5,84 ± 0,65 4,51–7,08
Менометроррагии	10,99 ± 3,56 5,08–13,62 (n = 5)	7,24 ± 1,07* 5,12–8,36 (n = 19)	0,0009	9,01 ± 3,23* 5,12–16,22 (n = 10)	
Аденомиоз	13,28 ± 2,33 10,36–16,51 (n = 8)	7,86 ± 0,92* 4,96–9,34 (n = 22)	<0,0001	9,74 ± 3,09* 5,24–12,54 (n = 5)	
Рецидивирующая гиперплазия эндометрия	6,09 (n = 1)	6,37 ± 0,60* 5,62–7,58 (n = 30)	–	6,22 и 6,54 (n = 2)	
Длина полости при трехмерной эхографии, см					
Подгруппа в целом	5,08 ± 0,94 4,12–7,35	5,01 ± 0,81 4,21–7,30	0,78	5,04 ± 0,80 4,08–7,34	4,95 ± 0,74 4,20–7,30
Менометроррагии	5,07 ± 0,86 4,36–6,52 (n = 5)	5,03 ± 0,72 4,20–7,30 (n = 19)	0,92	5,05 ± 0,92 4,08–7,34 (n = 10)	
Аденомиоз	5,16 ± 1,08 4,12–7,35 (n = 8)	4,93 ± 0,70 4,22–7,30 (n = 22)	0,65	5,16 ± 0,70 4,56–6,22 (n = 5)	
Рецидивирующая гиперплазия эндометрия	4,50 (n = 1)	5,05 ± 0,94 4,21–7,28 (n = 30)	–	4,22 и 5,22 (n = 2)	
Ширина полости при трехмерной эхографии, см					
Подгруппа в целом	4,90 ± 1,16 2,34–6,22	3,59 ± 0,45* 2,89–4,64	<0,0001	4,13 ± 1,02* 1,25–6,14	3,14 ± 0,18 2,92–3,62
Менометроррагии	4,78 ± 1,29 2,68–6,12 (n = 5)	3,92 ± 0,23* 3,42–4,26 (n = 19)	0,014	4,09 ± 1,26* 1,25–6,14 (n = 10)	
Аденомиоз	5,29 ± 0,66 4,51–6,22 (n = 8)	3,83 ± 0,43* 2,89–4,64 (n = 22)	<0,0001	4,24 ± 0,71* 3,36–5,2 (n = 5)	
Рецидивирующая гиперплазия эндометрия	2,34 (n = 1)	3,20 ± 0,23 2,92–3,86 (n = 30)	–	3,86 и 4,21 (n = 2)	

Примечание: * – достоверность различий по сравнению с группой контроля при P < 0,05.

лями группы контроля выявлены достоверные различия (P < 0,05) средних значений площади и ширины полости матки как по подгруппам в целом, так и при менометроррагиях и аденомиозе, тогда как достоверных различий средних показателей длины полости матки не было выявлено ни в одном случае. При гиперплазиях же досто-

верно различались лишь средние значения площади матки носительниц и пациенток контрольной группы.

В подгруппе I у 4 (80,0%) из 5 пациенток с менометроррагиями и произошедшей экспульсией и у всех 8 (100,0%) пациенток с аденомиозом и произошедшей экспульсией значения площади полости мат-

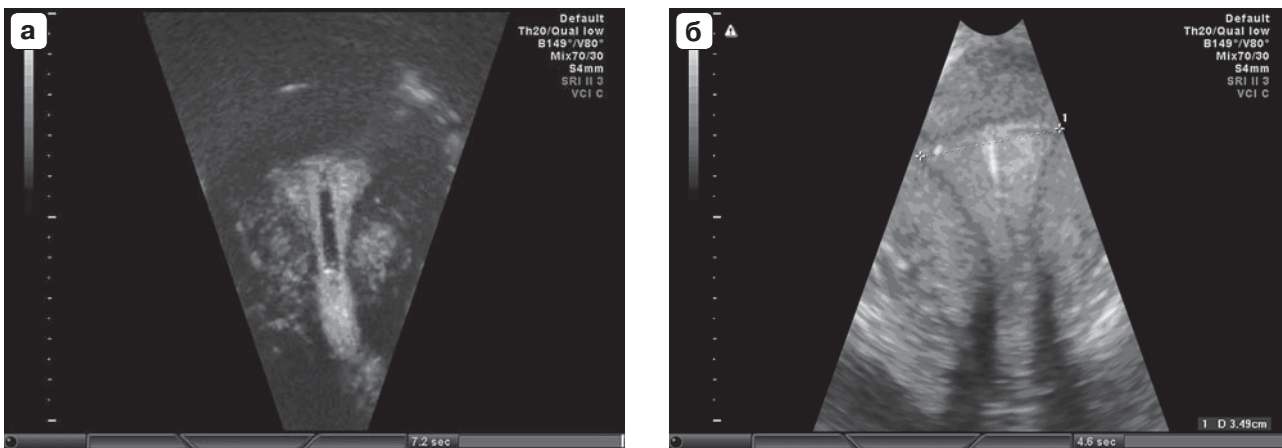


Рис. 2. Трехмерная реконструкция полости матки с правильным расположением системы “Мирена” при аденомиозе (а) и менометроррагии (б).

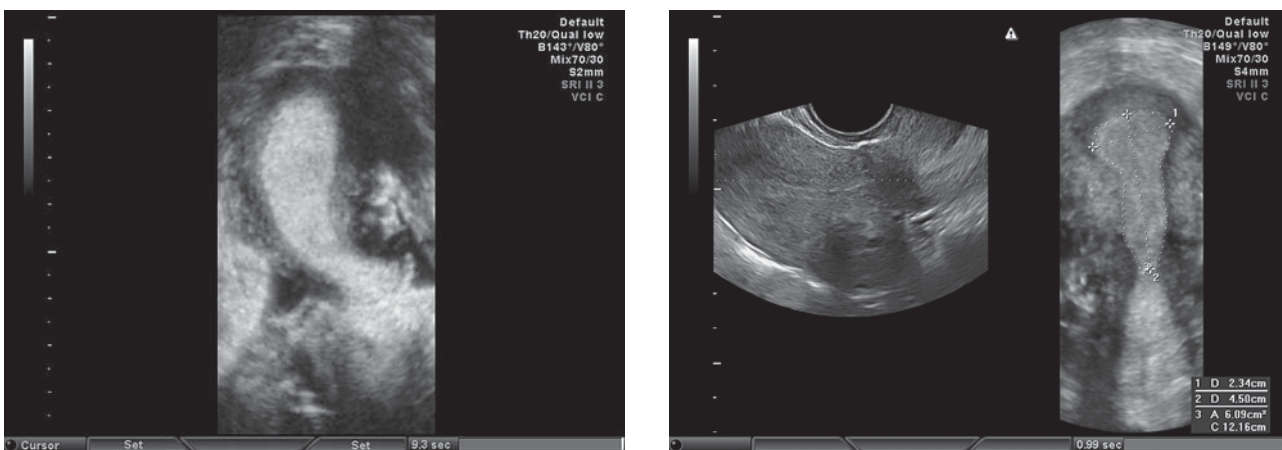


Рис. 3. Продолговатая форма полости матки с расстоянием между трубными углами менее 2,8 см.

ки превышали 9,0 см². В подгруппе II у 7 (70,0%) из 10 пациенток с менометроррагиями и у 2 (40,0%) из 5 пациенток с аденомиозом значения площади полости матки были менее 9,0 см², при этом у них определялись выраженные деформации полости матки, могущие послужить причиной экспульсии безотносительно к величине площади полости. При гиперплазии эндометрия у 1 пациентки из подгруппы I и у 2 пациенток подгруппы II с произошедшей экспульсией площадь полости матки не превышала 9,0 см² на фоне деформации полости.

При оценке формы полости матки у пациенток обеих подгрупп были отмечены:

- неправильная треугольная форма полости матки с увеличенным поперечным размером – ее расширение;

- правильная треугольная форма полости матки с неровностью контуров вследствие изменения рельефа ее стенок;

- увеличение и деформация полости вследствие локального выпячивания ее пораженных стенок, не обусловленные наличием миоматозных узлов или узлов аденомиоза, но вследствие локальных гиперплазий миометрия, в результате чего полость матки имела самые причудливые очертания;

- деформации полости вследствие синехий;

- полости, приближающиеся по форме к однорогим с зауженным поперечным размером, закругленными углами и расширенным истмическим отделом.

Как уже было отмечено выше, у всех пациенток подгруппы I перед введением системы “Мирена” оценивалась форма по-

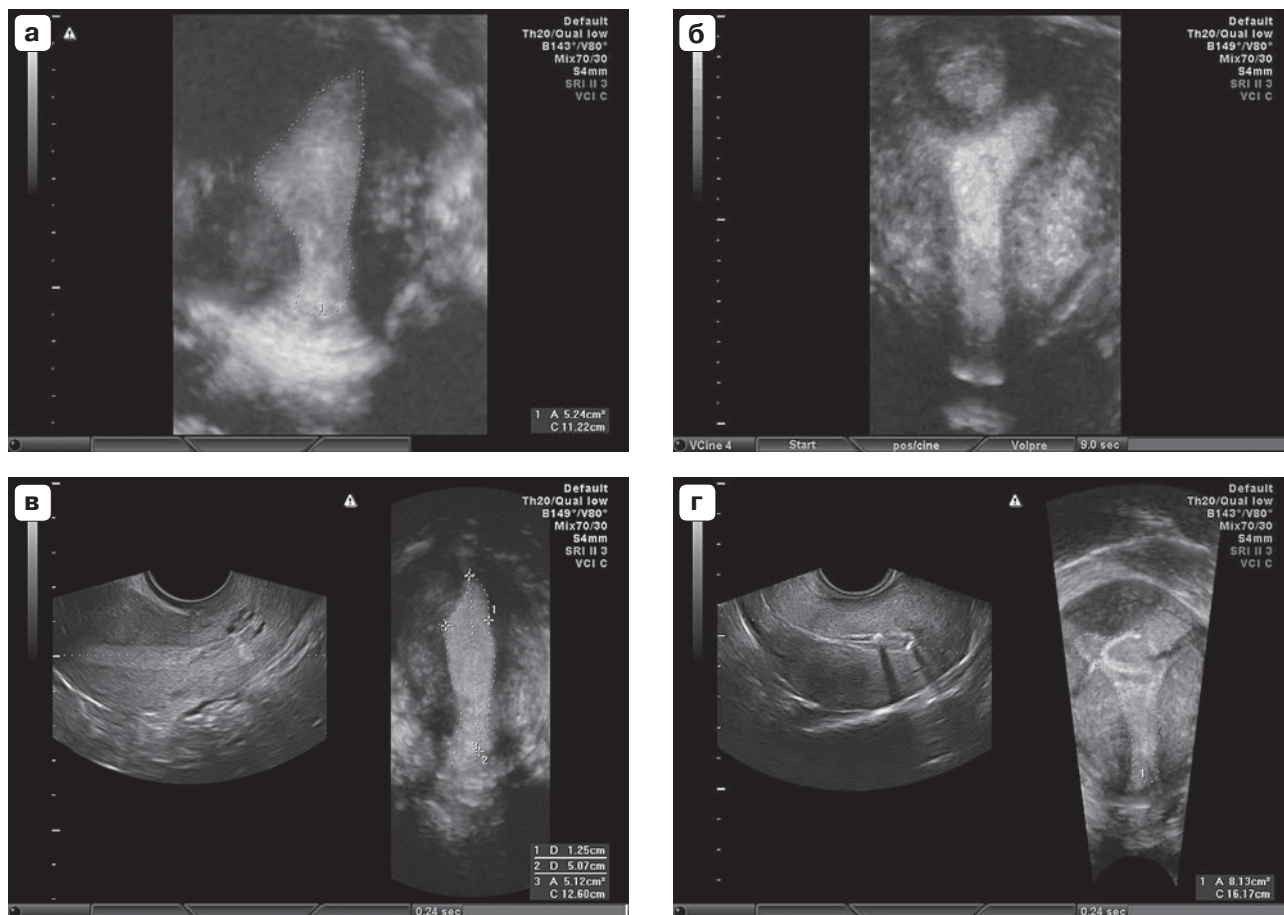


Рис. 4. Деформация полости в области ребер и трубных углов при аденомиозе (а–в) и дислокация ВМС при деформации полости (г).

лости матки, и при выраженных ее деформациях или при наличии седловидности полости ВМС не вводилась. В этой подгруппе пациенток ВМС была введена пациенткам без выраженных деформаций полости. В 3 случаях при треугольной форме матки отмечали зауженный поперечный размер, закругленные углы и расширенный истмический отдел. Причем в 1 из 3 случаев ВМС была удалена в связи с выраженным болевым синдромом, а в 2 случаях произошла экспульсия через 1 нед (1 – при гиперплазии эндометрия и 1 – при менометроррагии). В обоих последних случаях расстояние между трубными углами при трехмерной реконструкции полости составило менее 2,8 см (рис. 3).

У пациенток подгруппы II перед введением ВМС форма полости матки не оценивалась. При анализе формы полости матки после произошедшей экспульсии у 11 (64,7%) пациенток (2 с рецидивирующей гиперпла-

зией эндометрия, 2 с аденомиозом и 7 с менометроррагиями) выявлены выраженные деформации полости в области дна, ребер матки (рис. 4). Причем у 1 из 2 пациенток с аденомиозом выявлена выраженная деформация всех отделов полости матки с частичной ее облитерацией (рис. 5). У 54,5% (6) из них экспульсии произошли в первые 3 мес после введения системы “Мирена”. Площадь полости матки у этих 11 пациенток колебалась от 5,12 до 8,69 см², в среднем составляя $7,06 \pm 1,18$ см².

У 6 (35,3%) пациенток подгруппы II (3 с аденомиозом, 3 с менометроррагиями) без выраженной деформации полости отмечалось увеличение ее площади больше 9,0 см² (9,41–16,22 см², в среднем $12,23 \pm 2,35$ см²) (рис. 6, 7). Оценка производилась либо по увеличению площади полости матки, либо по ее деформации.

Длина полости матки у пациенток с правильным расположением ВМС в группе кон-

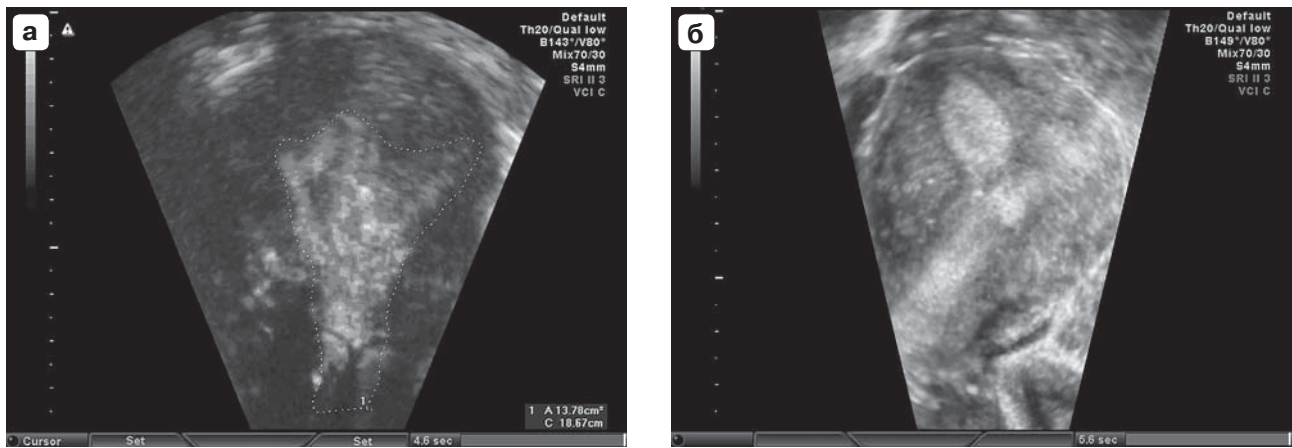


Рис. 5. Экспульсия при деформации полости матки вследствие ее частичной облитерации (а, б). а – система “Мирена” в цервикальном канале.

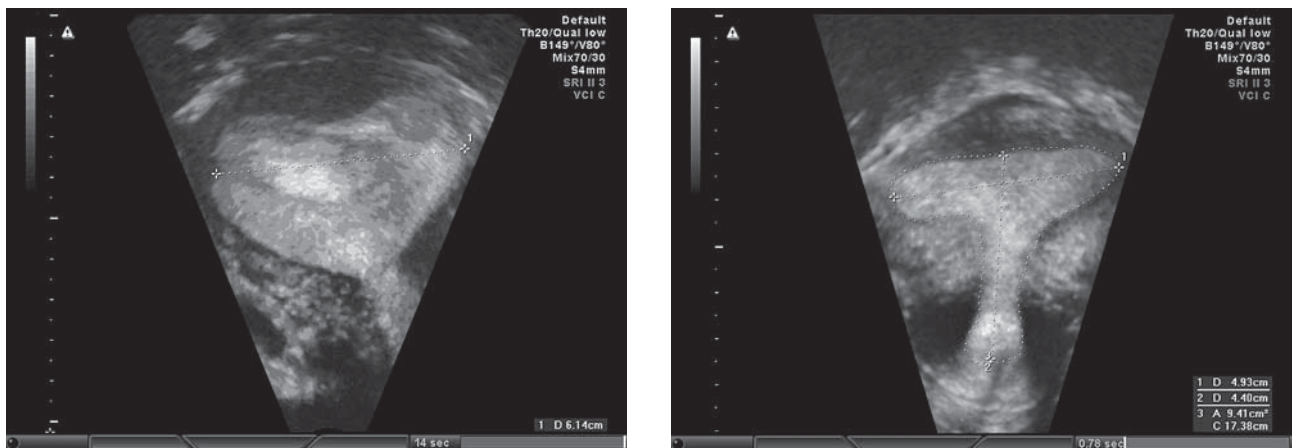


Рис. 6. Трехмерная реконструкция полости матки у пациенток с произошедшей экспульсией с расстоянием между трубными углами более 4,5 см и площадью полости более 9,0 см².

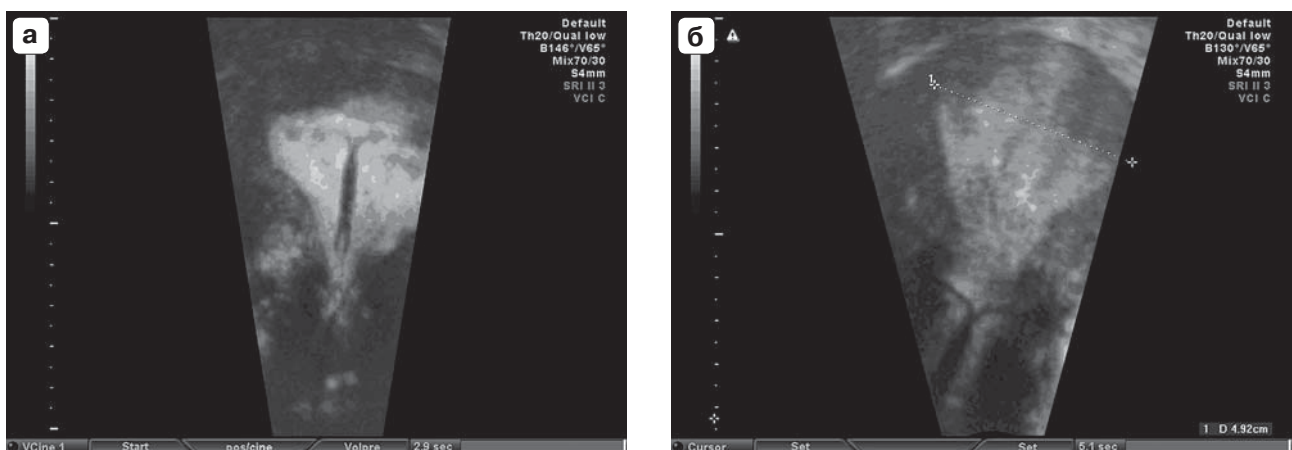


Рис. 7. Сразу после введения система “Мирена” располагается в верхних отделах полости матки (расстояние между трубными углами – 4,92 см) (а), через 1 мес произошла экспульсия (б).

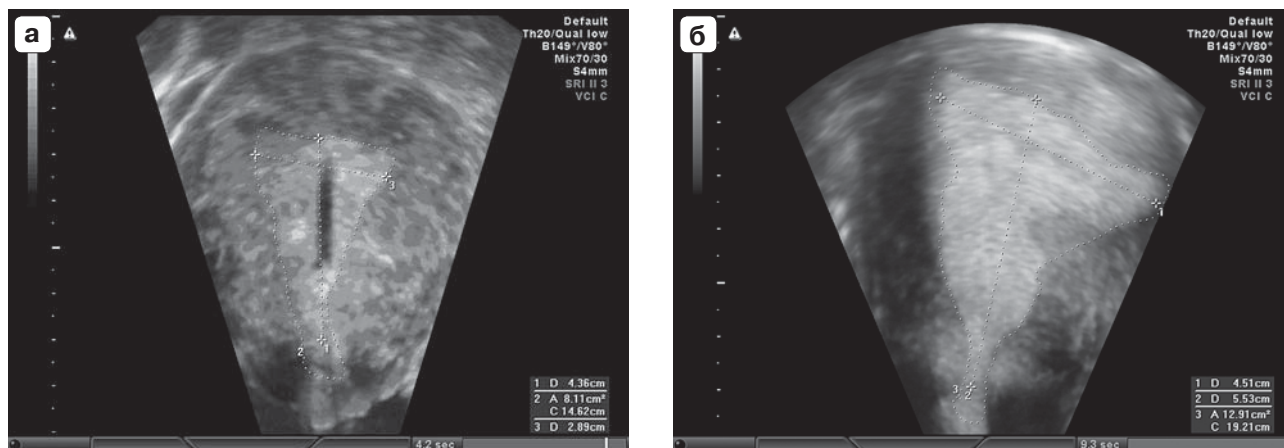


Рис. 8. Длина полости матки при трехмерной реконструкции у носительницы ВМС (а) и в случае ее экспульсии (б).

троля и в подгруппах I и II при всех рассматриваемых нозологиях варьировала от 4,20 см до 7,30 см, но средние значения достоверно не различались ($P > 0,05$) (рис. 8).

При анализе количественных параметров коронарного сечения полости матки наше внимание привлекло то обстоятельство, что у 12 (85,7%) из 14 пациенток подгруппы I с экспульсиями и дистопиями ширина полости матки в области трубных углов превышала 4,5 см (у 4 с менометроррагиями и у 8 с аденомиозом) (см. рис. 6, 7). В подгруппе II этот признак отмечен у 6 (35,3%) из 17 пациенток, у носительниц ВМС из подгруппы I – у 2 (2,8%) из 71 пациентки. Ширина полости матки была менее 4,5 см у всех женщин из группы контроля.

При оценке с использованием критерия χ^2 отмечается достоверность различий по наличию признаков “ширина полости матки более 4,5 см” и “площадь полости матки более 9,0 см²” у пациенток с экспульсией ВМС ($n = 31$) и остальных пациенток ($n = 91$) при $P < 0,0001$. Чувствительность этих признаков в прогнозировании экспульсии 58%, специфичность – 98% (истинно-положительные результаты – 18, ложно-отрицательные – 13, истинно-отрицательные – 89, ложно-положительные – 2). Если рассчитывать показатели информативности этих признаков в прогнозировании экспульсии у пациенток подгруппы I, то чувствительность будет равна 86%, специфичность – 98% (истинно-положительные результаты – 12, ложно-отрицательные – 2, истинно-отрицательные – 89, ложно-положительные – 2). В табл. 3 обобщены данные

относительно признаков, послуживших, по нашему мнению, причиной экспульсии.

В связи с все более широким применением внутриматочной ЛНГ-РС с целью лечения различной гинекологической патологии актуальным становится изучение факторов риска экспульсии этой ВМС с помощью современных ультразвуковых технологий, в частности, трехмерной эхографии с реконструкцией полости матки в коронарной плоскости, позволяющей провести детальное изучение как формы полости, так и ее истинных размеров и площади, которые не всегда сопоставимы с объемом матки [4, 5]. Так, при рассмотрении параметров маток с внутренним эндометриозом отмеченное увеличение площади было обусловлено расширением полости, а не увеличением длины. Кроме того, в многочисленных исследованиях относительно увеличения матки приведены данные по увеличению ее объема, обусловленному гиперплазией миометрия, и не приводятся данные относительно площади полости матки при ее трехмерной реконструкции. В частности, A. Kurjak, S. Kupesic [11], R.F. Andreotti, A.C. Fleischer [12] указывают, что у многих больных с внутренним эндометриозом внешние размеры матки могут быть не увеличены.

При изучении размеров полости матки (ширина в области трубных углов, длина полости и ее площадь) и ее формы у 103 женщин с различной гинекологической патологией (менометроррагии, аденомиоз, рецидивирующие гиперплазии эндометрия), из которых 71 носительница ВМС и 31 пациентка с произошедшей экспульсией

Таблица 3. Ультразвуковая характеристика полости матки у обследованных пациенток

Показатели	Экспульсия, дистопия (n = 31)		Носительницы (n = 71)	Контрольная группа (n = 20)
	Подгруппа I (n = 14)	Подгруппа II (n = 17)		
Деформация полости матки при трехмерной эхографии	2 (14,3%)	11 (64,7%)	3 (4,2%)	–
Площадь полости матки при трехмерной эхографии >9,0 см ² в целом	12 (85,7%)	6 (35,3%)	2 (2,8%)	–
Площадь полости матки при трехмерной эхографии >9,0 см ² при менометроррагии	4 (28,6%)	3 (17,7%)	–	–
Площадь полости матки при трехмерной эхографии >9,0 см ² при аденомиозе	8 (57,1%)	3 (17,7%)	2 (2,8%)	–
Ширина полости матки при трехмерной эхографии >4,5 см в целом	12 (85,7%)	6 (35,3%)	2 (2,8%)	–
Ширина полости матки при трехмерной эхографии >4,5 см при менометроррагии	4 (28,6%)	3 (17,7%)	–	–
Ширина полости матки при трехмерной эхографии >4,5 см при аденомиозе	8 (57,1%)	3 (17,7%)	2 (2,8%)	–

Примечание: у 3 носительниц ВМС расширение полости матки при правильной треугольной форме или правильная треугольная форма полости матки с неровностью контуров вследствие изменения рельефа ее стенок впоследствии были расценены как деформации. В 2 случаях подгруппы I с экспульсией при треугольной форме матки отмечали зауженный поперечный размер, закругленные углы и расширенный истмический отдел, которые впоследствии также были расценены как деформация.

(у 1 пациентки ВМС была удалена в связи с болевым синдромом), нами было установлено, что у обсуждаемого контингента средние значения возраста во время введения ВМС, числа предшествующих естественных родов достоверно не различались, также не было выявлено достоверности различий при анализе частоты предшествующих кесаревых сечений.

Фактически экспульсия произошла у 14 из 86 (16,3%) женщин подгруппы I, что значительно превышает литературные данные. В частности, согласно В.Е. Гажоновой [13], частота неудач при использовании системы “Мирена” не превышает 1%. В исследовании G.S. Merki-Feld et al. [8] частота экспульсии ЛНГ-РС составляла 2,9–6,5%. F. Kung [14] констатирует до 29% экспульсий ЛНГ-РС у женщин с различной гинекологической патологией (преимущественно с миомами матки различных размеров и локализации, в том числе с субмукозными узлами) и до 15% при их отсутствии. Высокая частота экспульсий у наших

пациенток, сопоставимая с данными F. Kung [14], вероятно, объясняется наличием гинекологической патологии у этих женщин, в то время как в литературе приведены данные, касающиеся экспульсий системы “Мирена” при ее применении у здоровых женщин с целью контрацепции [8–15].

Исследования, посвященные выявлению зависимости экспульсий системы “Мирена” от размеров полости матки, в частности, ее длины, единичны. Так, согласно В.Е. Гажоновой [13], причиной экспульсии может быть несоответствие ВМС длине полости матки, в частности, при седловидной матке и матке с внутриматочной перегородкой. В то же время M.V. Bahamondes et al. [15] не обнаружили связи между длиной полости матки и повышением риска экспульсии ЛНГ-РС или медьсодержащих внутриматочных контрацептивов. A K. Gemzell-Danielsson et al. [10] не обнаружили ассоциации между укорочением полости матки и повышением риска экспульсии внутриматочного контрацептива.

У обсуждаемого нами контингента во всех случаях экспульсий длина полости матки варьировала в тех же пределах, что у носительниц. Различия средних значений между носительницами и пациентками с произошедшими экспульсиями в подгруппе I, как видно из табл. 2, выявлены не были ($P > 0,05$). Полученные данные согласуются с данными, полученными F. Kung [14], не выявившими разницы между средней длиной полости матки у 56 носительниц и 24 женщин с экспульсией системы “Мирена”.

Наиболее высокая частота экспульсий (дислокаций) (58,1%) (18 из 31) наблюдалась у пациенток обеих подгрупп с расстоянием между трубными углами более 4,5 см (4,51–6,22 см, в среднем $5,21 \pm 0,54$ см) и площадью полости более 9,0 см² (9,41–16,51 см², в среднем $12,78 \pm 2,01$ см²), что достоверно отличается от показателей носительниц ($P < 0,05$) и группы контроля ($P < 0,05$). У 13 (41,9%) же пациенток со средними показателями площади полости матки $6,83 \pm 1,23$ см² (5,08–8,69 см²) она произошла из-за выраженных деформаций полости матки.

При рассмотрении описанных нами выше деформаций полости матки в качестве возможной причины экспульсии ВМС необходимо помнить, что, как уже было отмечено, у всех пациенток подгруппы I перед введением системы “Мирена” форма полости матки оценивалась с помощью трехмерной реконструкции и при выраженных ее деформациях и при наличии седловидности полости ВМС не вводилась, в то время как у пациенток подгруппы II перед введением ВМС форма полости матки не оценивалась. Этим объясняется тот факт, что выраженные деформации полости, послужившие, на наш взгляд, причиной экспульсии, были обнаружены именно в подгруппе II. У 11 из 17 (64,7%) пациенток этой подгруппы с произошедшей экспульсией выявлены выраженные деформации полости в области дна, ребер матки, у 1 из них – выраженная деформация всех отделов полости матки с частичной ее облитерацией. Причем у 54,5% (6 из 11) экспульсии произошли в первые 3 мес после введения системы “Мирена”. В то же время при ретроспективном анализе конфигурации полости установлено, что экспульсий ВМС не наблюдалось ни в одном случае при правильной

треугольной форме полости матки как в подгруппе I, так и в группе контроля.

Так же, как и в исследовании F. Kung [14], у значительного большинства пациенток с экспульсией отмечалась гиперполименорея. Очевидно, что увеличение площади полости матки за счет увеличения ее ширины в области трубных углов в сочетании с интенсивной менструальной кровопотерей при аденомиозе и менометроррагиях может послужить причиной дислокации и дистопии, а в последующем – и экспульсии ВМС. Для сравнения: у пациенток с рецидивирующими гиперплазиями эндометрия, где средние показатели были сопоставимы с показателями группы контроля, экспульсии были отмечены лишь у 3 пациенток из обеих подгрупп (ширина полости матки у них меньше 2,8 см).

Таким образом, у женщин, которым с целью лечения различной гинекологической патологии (менометроррагии, аденомиоз, рецидивирующая гиперплазия эндометрия) была введена ЛНГ-РС “Мирена”, высокая частота экспульсий или дислокаций была сопряжена с деформациями полости матки (64,7% среди пациенток подгруппы II без данных предварительной трехмерной эхографии), шириной полости матки в области трубных углов в коронарном сечении при трехмерной реконструкции более 4,5 см (чувствительность в прогнозировании экспульсии 58%, специфичность – 98%), увеличением площади ее полости более 9,0 см² (чувствительность в прогнозировании экспульсии 58%, специфичность – 98%). Анализ полученных данных позволяет использовать трехмерную эхографию в прогнозировании экспульсии ВМС “Мирена” и включить трехмерное ультразвуковое исследование матки с реконструкцией ее полости в коронарном сечении в комплекс предварительного обследования пациенток, которым рекомендовано лечение с применением системы “Мирена”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Beatty M.N., Blumenthal P.D. The levonorgestrel-releasing intrauterine system: safety, efficacy, and patient acceptability // Ther. Clin. Risk Manag. 2009. V. 5. No. 3. P. 561–574.
2. Grimes D.A. Intrauterine devices (IUDs) // Contraceptive Technology. 19th ed. / Ed. by R.A. Hatcher. NY: Ardent Media, 2007. P. 117–143.

3. Trussell J. Choosing a contraceptive: efficacy, safety, and personal considerations // *Contraceptive Technology*. 19th ed. / Ed. by R.A. Hatcher. NY: Ardent Media, 2007. P. 19–47.
4. Fritz M.A., Speroff L. Endometriosis // *Clinical Gynecologic Endocrinology and Infertility*. 8th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2011. P. 1221–1248.
5. Exacoustos C., Brienza L., Di Giovanni A. et al. Adenomyosis: three-dimensional sonographic findings of the junctional zone and correlation with histology // *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2011. V. 37. No. 4. P. 471–479.
6. Buttini M.J., Lordan S.J., Webb P.M. The effect of the levonorgestrel releasing intrauterine system on endometrial hyperplasia: an Australian study and systematic review // *Aust. N. Z. J. Obstet. Gynecol.* 2009. V. 49. No. 3. P. 316–322.
7. Speroff L., Darney P.D. Intrauterine contraception // *A Clinical Guide for Contraception*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2011. P. 239–279.
8. Merki-Feld G.S., Schwarz D., Imthurn B., Keller P.J. Partial and complete expulsion of the Multiload 375 IUD and the levonorgestrel-releasing IUD after correct insertion // *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2008. V. 137. No. 1. P. 92–96.
9. Benacerraf B.R., Shipp T.D., Bromley B. Three-dimensional ultrasound detection of abnormally located intrauterine contraceptive devices which are a source of pelvic pain and abnormal bleeding // *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2009. V. 34. No. 1. P. 110–115.
10. Gemzell-Danielsson K., Inki P., Heikinheimo O. Recent developments in the clinical use of the levonorgestrel-releasing intrauterine system // *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* 2011. V. 90. No. 11. P. 1177–1188.
11. Kurjak A., Kupesic S. Color Doppler, 3D & 4D Ultrasound in Gynecology, Infertility and Obstetrics. 2nd ed. New Delhi: Japee Brothers, 2011. P. 87–92.
12. Andreotti R.F., Fleischer A.C. The sonographic diagnosis of adenomyosis // *Ultrasound Q.* 2005. V. 21. No. 3. P. 167–170.
13. Гажонова В.Е. Ультразвуковая диагностика в гинекологии. М.: МЕДпресс информ, 2005. С. 102–113.
14. Kung F. Risk factors for Levonorgestrel-releasing intrauterine system (LNG-IUS) expulsion among Chinese women treated for menstrual disorders: retrospective cohort study in a regional hospital // *Hong Kong J. Gynaecol. Obstet. Midwifery.* 2011. V. 11. No. 1. P. 49–53.
15. Bahamondes M.V., Monteiro I., Canteiro R. et al. Length of the endometrial cavity and intrauterine contraceptive device expulsion // *Int. J. Gynaecol. Obstet.* 2011. V. 113. No. 1. P. 50–53.

Three-Dimensional Ultrasound in Risk Assessment of Levonorgestrel-Releasing Intrauterine System (Mirena) Expulsion

K.A. Tokhunts¹, A.D. Khudaverdyan¹, K.S. Julhakyan², N.B. Abgaryan¹

¹ Yerevan State Medical University after Mkhitar Heratsi

² Central Clinical Military Hospital, Yerevan

K.A. Tokhunts – M.D., Ph.D., Professor, Division of Obstetrics and Gynecology, Yerevan State Medical University after Mkhitar Heratsi. A.D. Khudaverdyan – M.D., Ph.D., Associate Professor, Division of Obstetrics and Gynecology, Yerevan State Medical University after Mkhitar Heratsi. K.S. Julhakyan – M.D., Department of Gynecology, Central Clinical Military Hospital, Yerevan. N.B. Abgaryan – M.D., Ph.D., Assistant Professor, Division of Obstetrics and Gynecology, Yerevan State Medical University after Mkhitar Heratsi.

Aim of the study was to find three-dimensional ultrasound criteria which could help to predict risk of levonorgestrel-releasing intrauterine system (Mirena) expulsion. Uterus cavity shape and size in coronal view were used as such criteria. 103 patients aged from 28 up to 52 years old who underwent treatment by Mirena due to menometrorrhagia, endometrial hyperplasia, and adenomyosis were included in to the study. First subgroup was formed by 86 patients who underwent mandatory three-dimensional transvaginal ultrasound with uterus coronal plane reconstruction before treatment by Mirena; second subgroup – by 17 patients with Mirena expulsion who did not undergo preliminary three-dimensional ultrasound. High frequency of expulsions was related to uterine cavity deformation (64.7% among second subgroup patients without preliminary three-dimensional ultrasound); increase of uterine cavity width on tubal orifices level in coronal view more than 4.5 cm (sensitivity of expulsion prediction 58%, specificity – 98%); increase of uterine cavity area more than 9.0 cm² (sensitivity of expulsion prediction 58%, specificity – 98%).

Key words: *three-dimensional ultrasound, expulsion, levonorgestrel-releasing intrauterine system.*

Ультразвуковая диагностика дивертикула Меккеля у детей

Е.В. Дмитриева¹, М.Н. Буланов^{2,3}, И.А. Блинов¹,
В.Х. Набиев¹, М.Д. Митькова⁴

¹ ГБУЗ ВО “Областная детская клиническая больница”, г. Владимир

² ГБУЗ ВО “Областной клинический онкологический диспансер”, г. Владимир

³ Институт медицинского образования ГБОУ ВПО “Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого”, г. Великий Новгород

⁴ ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва

В статье представлен ретроспективный анализ дооперационной диагностики дивертикула Меккеля и связанных с ним осложнений по данным хирургического отделения ГБУЗ ВО “Областная детская клиническая больница” за последние 10 лет. Было изучено 47 случаев диагностики дивертикула Меккеля, из них 38 (80,9%) пациентам до операции проводилось ультразвуковое исследование. В эту группу вошли 11 детей с дивертикулитом Меккеля; 8 детей с дивертикулом Меккеля, осложненным кишечным кровотечением; 5 детей с дивертикулом Меккеля, осложненным инвагинацией кишечника; 4 детей с дивертикулом Меккеля, осложненным другими видами кишечной непроходимости; у 2 детей дивертикул Меккеля стал случайной интраоперационной находкой во время операции по поводу гангренозно-перфоративного аппендицита; у 1 ребен-

ка – во время операции по поводу стеноза подвздошной кишки на фоне болезни Крона; у 4 детей он сочетался с другими врожденными пороками развития; у 3 детей диагностирован полный свищ пупка. Проведенный анализ показал низкую чувствительность ультразвукового исследования (5,3%) в диагностике дивертикула Меккеля: до операции по ультразвуковой картине эта аномалия была заподозрена только у 2 детей, что подтвердило значительные трудности дооперационной диагностики этого заболевания у детей. Вместе с тем у 71,1% детей (n = 27) исследуемой группы были выявлены ультразвуковые признаки острой хирургической патологии, включающей инвагинацию и другие виды кишечной непроходимости, деструктивные формы острого аппендицита, полный свищ пупка, что помогло в своевременном определении показаний

Е.В. Дмитриева – к.м.н., врач ультразвуковой диагностики отделения ультразвуковой и функциональной диагностики ГБУЗ ВО “Областная детская клиническая больница”. М.Н. Буланов – д.м.н., заведующий диагностическим отделением ГБУЗ ВО “Областной клинический онкологический диспансер”, профессор кафедры внутренних болезней Института медицинского образования ГБОУ ВПО “Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого”. И.А. Блинов – заведующий хирургическим отделением ГБУЗ ВО “Областная детская клиническая больница”. В.Х. Набиев – врач-хирург хирургического отделения ГБУЗ ВО “Областная детская клиническая больница”. М.Д. Митькова – к.м.н., доцент кафедры ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Контактная информация: 600016 г. Владимир, ул. Добросельская, д. 34, Областная детская клиническая больница, отделение ультразвуковой и функциональной диагностики. Дмитриева Екатерина Владимировна. Тел.: (492-2) 21-10-58. E-mail: doctordmitrieva@mail.ru

к экстренному хирургическому вмешательству. Таким образом, несмотря на невысокую чувствительность в диагностике собственно дивертикула Меккеля у детей, ультразвуковое исследование играет важную роль в диагностике ассоциированных с ним осложнений.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика, желточный проток, дивертикул Меккеля, дивертикулит Меккеля, острый живот, кишечная непроходимость, инвагинация, червеобразный отросток, острый аппендицит, неотложная хирургия, дети.

ВВЕДЕНИЕ

Желточный проток входит в состав пупочного канатика и служит в первые недели внутриутробного развития для питания эмбриона, соединяя кишечник с желточным мешком. На 3–5-м месяце внутриутробной жизни происходит обратное развитие протока [1]. Возможны различные нарушения облитерации желточного протока. Сложность процесса инволюции желточного протока определяет многообразие анатомических и клинических вариантов порока [2]. В зависимости от того, в какой степени и на каком уровне сохранился эмбриональный *ductus omphaloentericus*, различают такие формы патологии, как свищи пупка (полные и неполные), дивертикул подвздошной кишки, энтерокистома [1].

Выпячивание участка подвздошной кишки, представляющее собой необлитерированную проксимальную часть желточного протока, напоминающее по форме червеобразный отросток, впервые описал немецкий анатом Johann Meckel в 1809 г. Впоследствии эта патология получила название дивертикула Меккеля [1].

Дивертикул Меккеля является истинным дивертикулом, образованным за счет всех слоев стенки подвздошной кишки [2]. Формы дивертикула Меккеля разнообразны, но чаще он выглядит как выпячивание участка кишечной стенки на противоположной брыжеечной стороне подвздошной кишки (рис. 1). Возможно расположение дивертикула на брыжеечном крае и даже в толще брыжейки. Расстояние от дивертикула до илеоцекального клапана (баугиниевой заслонки) варьирует в широких

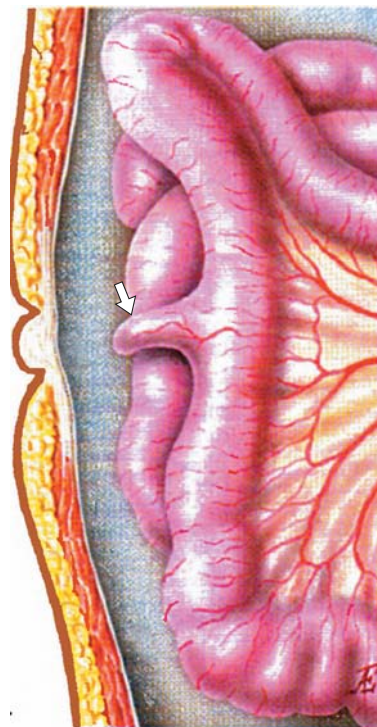


Рис. 1. Дивертикул Меккеля (стрелка). (Приводится по [1].)

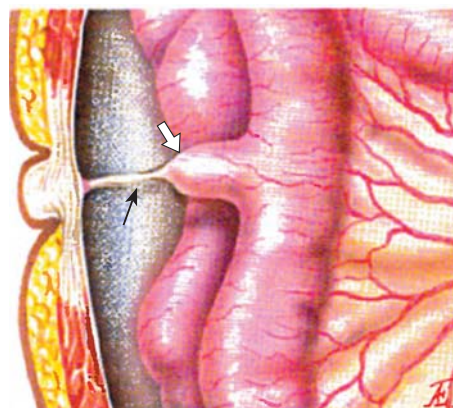


Рис. 2. Дивертикул Меккеля (стрелка). Фиброзный тяж, соединяющий дивертикул с париетальной брюшиной в области пупка (тонкая стрелка). (Приводится по [1].)

пределах: от 10–30 до 120 см. Длина самого дивертикула также различна: от 1–2 до 15–20 см. Ширина дивертикула 1–5 см, обычно он свободно сообщается с просветом кишки [2]. Дивертикул Меккеля, как правило, расположен свободно в брюшной полости, но в ряде случаев его вершина соединена фиброзным тяжем с брыжейкой соседней кишечной петли или с париетальной брюшиной в области пупка [3] (рис. 2).

По секционным данным дивертикул Меккеля обнаруживают в 2–3% случаев [1].

В.В. Подкаменев [4] подчеркивает, что для дивертикула Меккеля характерно правило двоек: 2% частоты в популяции, располагается в 2 футах от илеоцекального угла, около 2 дюймов длины и около 2 см в диаметре, имеет 2 типа эктопированной ткани (в половине всех случаев в дивертикуле Меккеля отмечается эктопия тканей: слизистой желудка и ткани поджелудочной железы), соотношение встречаемости у мальчиков и девочек 2 : 1.

Дивертикул Меккеля чаще всего широко сообщается с просветом кишки и может клинически ничем не проявляться. В таких случаях его обнаруживают случайно при лапаротомиях, проводимых по поводу различных заболеваний (наиболее часто по поводу острого аппендицита). Нередко в дивертикуле развиваются различные осложнения, среди них наибольшее значение имеют кровотечение, воспаление (дивертикулит), инвагинация и другие виды кишечной непроходимости (странгуляция, заворот) [1, 5–7].

Диагностика дивертикула подвздошной кишки вызывает большие затруднения и осложняется отсутствием характерных симптомов, позволяющих вовремя поставить диагноз. Симптомы дивертикула Меккеля всегда являются признаками его осложнений [4]. Три вида симптомов наиболее характерны для дивертикула Меккеля: желудочно-кишечное кровотечение, кишечная непроходимость и боли в животе [8].

“Золотым стандартом” в диагностике дивертикула Меккеля, осложненного кровотечением, можно считать скинтиграфию с использованием ^{99m}Tc -пертехнетата [9]. Высокая диагностическая чувствительность этого метода основана на том, что у 95% пациентов кровоточащий дивертикул содержит эктопированную слизистую оболочку желудка, способную накапливать радиофармпрепарат [4]. Вместе с тем при этом методе исследования нередко ложно-отрицательные результаты (до 45%). Только лапароскопия позволяет с высокой точностью (до 100%) подтвердить или исключить дивертикул Меккеля [1].

Острый дивертикулит встречается относительно редко. Причинами воспаления являются энтерогенная инфекция, перфо-

рация инородным телом. Дооперационная диагностика дивертикулита трудна, чаще всего это заболевание клинически протекает как острый аппендицит. Это объясняется близостью анатомического расположения червеобразного отростка и дивертикула Меккеля [10].

Р.К. Sharma, V.K. Jain полагают, что эхография может быть полезной у 50% детей с симптоматическим дивертикулитом Меккеля [11]. Однако при этом авторы имеют в виду лишь визуализацию ультразвуковых признаков инвагинации (симптомы “псевдопочки” и “мишени”), которой осложняется дивертикул Меккеля.

Таким образом, у пациентов с кишечной непроходимостью или болями в животе редко до операции устанавливается диагноз “дивертикул Меккеля” [8]. Причем в подавляющем большинстве случаев диагностика, точная оценка ситуации и выбор оптимальных хирургических приемов возможны лишь во время операции [2]. Ультразвуковое исследование органов брюшной полости и рентгеноконтрастный метод целесообразно использовать как компоненты комплексного обследования для проведения дифференциальной диагностики с другими формами острой абдоминальной патологии [12].

В отечественных руководствах, посвященных ультразвуковой диагностике заболеваний желудочно-кишечного тракта у детей, в том числе вызывающих острый абдоминальный синдром, мы не нашли данных, указывающих на дивертикул Меккеля и связанные с ним осложнения как на одну из причин острого абдоминального синдрома [13–15]. Это еще раз подчеркивает значительные трудности и ограничения дооперационной диагностики данной патологии, включая использование ультразвукового исследования.

А.Ю. Васильев и Е.Б. Ольхова [16] в своей монографии упоминают *ductus omphaloentericus* как редкую причину низкой странгуляционной кишечной непроходимости, когда вокруг желточного протока происходит заворот изолированной кишечной петли. Они также подчеркивают, что точная дооперационная диагностика этого состояния практически невозможна, рентгенологически выявляется классическая картина низкой кишечной непроходимости. При

ультразвуковом исследовании в редких случаях удается визуализировать не только расширенные и спавшиеся кишечные петли, но и собственно заворот. Место заворота в типичном случае расположено несколько выше правой подвздошной области и визуализируется в виде концентрической структуры, включающей в себя спавшиеся петли кишечника и, возможно, сосуды. Диаметр этой структуры небольшой (около 1,5–2 см), и обнаружить ее весьма сложно, необходимо полипозиционное сканирование прицельно в месте перехода расширенных кишечных петель в спавшиеся [16].

О.А. Беляева и соавт. [5] при оценке частоты выявления анатомических образований в составе кишечного инвагината отмечают, что аппендикулярный отросток и дивертикул Меккеля в структуре инвагината сочетались у 2 детей, изолированное внедрение дивертикула Меккеля выявлено в 1 наблюдении. Авторы считают, что дифференциальная диагностика червеобразного отростка и дивертикула Меккеля представляется сомнительной в связи со сходством анатомического строения и, соответственно, эхографического отображения этих образований.

Анализ англоязычных статей, посвященных диагностике дивертикула Меккеля у детей, дал несколько иные результаты. Авторы единодушны во мнении, что дооперационная диагностика дивертикула Меккеля и связанных с ним осложнений чрезвычайно трудна, поскольку возникающие при этом клинические симптомы могут имитировать различные наиболее распространенные заболевания, прежде всего острый аппендицит [17–20]. В то же время растет число случаев диагностики воспалительных изменений дивертикула Меккеля, обнаруженных при помощи ультразвукового исследования, которые показывают полезность метода в диагностике данной аномалии и связанных с ней осложнений [18].

Ультразвуковая картина неосложненно дивертикула Меккеля напоминает нормальную кишечную петлю [18]. Клинические проявления дивертикула Меккеля связаны с возникающими осложнениями, которые включают: кишечное кровотечение, связанное с изъязвлением эктопированной слизистой оболочки желудка, расположенной в дивертикуле; кишечную не-

проходимость (заворот, инвагинацию); дивертикулит [17, 19]. Поскольку стенка дивертикула Меккеля состоит из слоев, аналогичных другим полым органам желудочно-кишечного тракта, его дифференцировка при помощи ультразвукового исследования от остальной части кишечника может быть затруднена. Дивертикул может иметь разнообразные размеры и формы [18]. Представлены следующие разновидности форм дивертикула Меккеля, визуализированного при ультразвуковом исследовании: кистоподобная, каплевидная, трубчатая и мешковидная [19].

Рост числа случаев дивертикулитов, обнаруженных при ультразвуковом исследовании, может быть объяснен тем, что воспаленный дивертикул становится неподвижным, перистальтическая активность в нем отсутствует и, таким образом, он дифференцируется от соседних отделов кишечника при сканировании в режиме серой шкалы [18, 19]. Ряд авторов указывает на необходимость дифференцировать дивертикул Меккеля от червеобразного отростка с воспалительными изменениями в нем, а также от кишечных дубликатурных кист [17–19].

М. Zhang et al. [20], проведя ретроспективный анализ, констатировали, что среди 58 пациентов с гистологически подтвержденным дивертикулом Меккеля у 21 (36,2%) пациента был поставлен дооперационный клинический диагноз данной патологии. Экстренное ультразвуковое исследование выявило 8 случаев неосложненного дивертикула Меккеля; 1 случай дивертикула Меккеля, осложненного инвагинацией кишечника; 9 случаев сочетания дивертикула Меккеля с острым аппендицитом; 12 случаев дивертикула Меккеля, осложненного кишечной непроходимостью; 2 случая дивертикула Меккеля, осложненного инвагинацией кишечника с развитием непроходимости; 1 случай сочетания дивертикула Меккеля с омфалоцеле и 1 случай сочетания дивертикула Меккеля с абсцессом брюшной полости (всего 34 (58,6%) пациента). При ультразвуковом исследовании дивертикул Меккеля визуализировался в виде относительно неподвижной кишечной или толстостенной кистозной структуры, которая с одной стороны была соединена с тонким кишечником, другой заканчивающийся слепо конец был направлен к около-

пупочной области или в нижнюю правую часть живота. В результате авторы пришли к выводу, что ультразвуковое исследование может быть полезным и эффективным методом дифференциальной диагностики дивертикула Меккеля при наличии различных симптомов острого живота с другими причинами развития данного симптомокомплекса [20].

Таким образом, доступные нам литературные источники показывают, что в диагностике дивертикула Меккеля ультразвуковому исследованию отводится преимущественно вспомогательная роль, прежде всего с целью дифференциальной диагностики других причин острого абдоминального синдрома.

Цель нашего исследования – оценка возможностей ультразвукового исследования в дооперационной диагностике дивертикула Меккеля и связанных с ним осложнений.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведен ретроспективный анализ диагностики дивертикула Меккеля и связанных с ним осложнений по историям болезни хирургического отделения ГБУЗ ВО «Областная детская клиническая больница» за последние 10 лет (с 2005 по 2014 г.). Было изучено 47 случаев диагностики дивертикула Меккеля, из них 38 (80,9%) пациентам до операции проводилось ультразвуковое исследование. Различные виды заболеваний, связанные с нарушением облитерации желточного протока, а также осложнения дивертикула Меккеля представлены на рис. 3.

Для исследований применялись ультразвуковые диагностические приборы SSD-2000 (Aloka, Япония), SSD-4000 (Aloka, Япония), Alpha 10 (Aloka, Япония), MyLab 30 (Esaote S.p.A., Италия), оснащенные конвексными (2,5–6,0 МГц), микроконвексными (3,8–7,5 МГц) и линейными (5,0–12,0 МГц) мультислотными датчиками.

Являясь аномалией развития желудочно-кишечного тракта, нередко дивертикул Меккеля сочетается с другими пороками развития и становится случайной интраоперационной находкой во время хирургических вмешательств, проводимых по

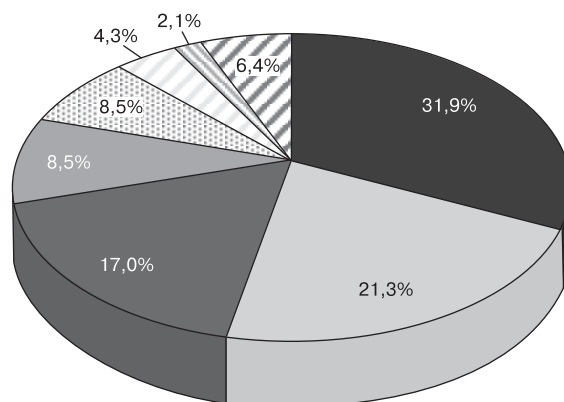
другому поводу. В нашем исследовании он сочетался с врожденными пороками развития у 4 (8,5%) из 47 детей в возрасте от 1 дня до 14 лет.

Сочетание дивертикула Меккеля с врожденными пороками развития

У недоношенного мальчика 1 суток жизни (срок гестации 33 нед) с синдромом Дауна дивертикул Меккеля обнаружен во время повторной операции, выполненной по поводу атрезии ануса и прямой кишки.

У недоношенного мальчика 5 дней жизни (срок гестации 36 нед) дивертикул Меккеля диагностирован во время хирургического вмешательства в связи с грыжей пупочного канатика, осложнившейся эвентрацией кишечника, и сочетался с множественными аномалиями развития (врожденная полная правосторонняя расщелина верхней губы, полная расщелина неба справа, головчатая форма гипоспадии).

У доношенной девочки 7 дней дооперационное ультразвуковое исследование выявило эхографические признаки свободного



- Дивертикулит (n = 15)
- Кишечное кровотечение (n = 10)
- Инвагинация кишечника (n = 8)
- Другие виды кишечной непроходимости (n = 4)
- Сочетание с ВПР (n = 4)
- Сочетание с острым аппендицитом (n = 2)
- Сочетание с болезнью Крона (n = 1)
- Полный свищ пупка (n = 3)

Рис. 3. Разновидности заболеваний, связанных с дивертикулумом Меккеля и его осложнениями (n = 47). ВПР – врожденные пороки развития.

газа и свободной жидкости в брюшной полости. Дивертикул Меккеля стал случайной находкой при оперативном вмешательстве по поводу перфорации подвздошной кишки. У ребенка диагностированы множественные пороки развития: атрезия ануса с ректо-вагинальным свищем, косопость слева, плосковальгусная деформация правой стопы, синдактилия 3, 4 и 5-го пальцев обеих стоп.

У недоношенной девочки 2 нед (срок гестации 36 нед) с синдромом Дауна, поступившей с клинической картиной кишечной непроходимости (выраженное беспокойство, многократная рвота, отсутствие стула), заключение дооперационного ультразвукового исследования: эхографические признаки кишечной непроходимости, свободной жидкости в брюшной полости. Интраоперационно: в брюшной полости значительное количество прозрачного желтого выпота, картина острой формы болезни Гиршпрунга. При ревизии тонкой кишки в 20 см от илеоцекального угла обнаружен дивертикул Меккеля на широком основании.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Нами проведен анализ результатов дооперационного ультразвукового исследования у 38 детей с дивертикулом Меккеля, разделенных на соответствующие группы (табл. 1).

Характеристика группы детей с дивертикулитом Меккеля

В эту группу вошли 11 детей в возрасте от 6 дней до 14 лет. Клинические симптомы, отмечавшиеся у большинства детей данной группы, соответствовали клинической картине острого аппендицита. Основной жалобой у детей раннего возраста было выраженное беспокойство, у детей старшего возраста – боли в животе, локализующиеся преимущественно в правой подвздошной области, рвота отмечалась у 63,6% детей ($n = 7$). Общий анализ крови у всех детей данной группы характеризовался наличием воспалительных изменений: количество лейкоцитов колебалось от 7,2 до $19,0 \times 10^9$ /л, СОЭ – от 5 до 30 мм/ч.

Результаты дооперационного ультразвукового исследования: у 5 (45,5%) детей дивертикул Меккеля с воспалительными изменениями в нем был ошибочно интерпретирован как деструктивно измененный червеобразный отросток; у 1 (9,1%) ребенка 6 мес заподозрен заворот тонкой кишки (рис. 4); у 1 (9,1%) ребенка 6 дней при ультразвуковом исследовании обнаружены эхографические признаки перитонита, свободного газа в брюшной полости; у 2 (18,2%) детей (9 мес и 12 лет) выявлены ультразвуковые признаки мезаденита; у 1 (9,1%) ребенка 11 лет визуализировалось цилиндрической формы образование, идущее из правой подвздошной области по внутрен-

Таблица 1. Группы детей с дивертикулом Меккеля и различными видами связанных с ним осложнений ($n = 38$)

Группы	Абсолютное количество пациентов	Относительное количество пациентов, %	Девочки	Мальчики
Дивертикулит Меккеля	11	28,9	–	11 (100,0%)
Дивертикул Меккеля, осложненный кишечным кровотечением	8	21,1	3 (37,5%)	5 (62,5%)
Дивертикул Меккеля, осложненный кишечной инвагинацией	5	13,2	1 (20,0%)	4 (80,0%)
Дивертикул Меккеля, осложненный другими видами кишечной непроходимости	4	10,5	–	4 (100,0%)
Сочетание дивертикула Меккеля с острым аппендицитом	2	5,3	–	2 (100,0%)
Сочетание дивертикула Меккеля со стенозом подвздошной кишки на фоне болезни Крона	1	2,6	–	1 (100,0%)
Сочетание дивертикула Меккеля с врожденными пороками развития	4	10,5	2 (50,0%)	2 (50,0%)
Полный свищ пупка	3	7,9	1 (33,3%)	2 (66,7%)
Всего	38	100,0	7 (18,4%)	31 (81,6%)

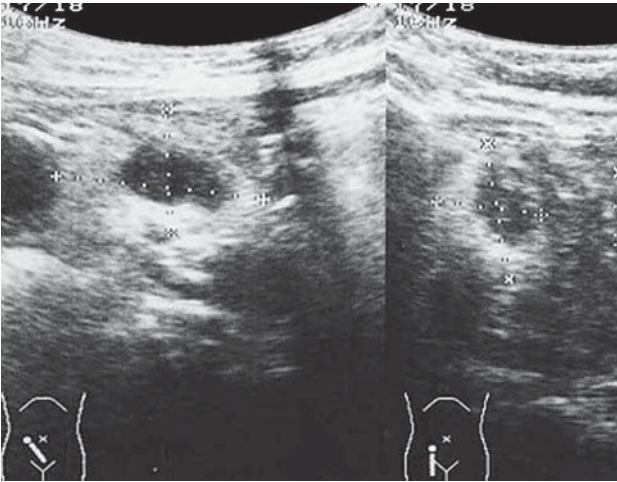


Рис. 4. Дивертикулит Меккеля. В правой подвздошной области визуализируется неоднородное образование размером 35×21 мм, к которому примыкают кишечные петли неравномерного диаметра (от 2 до 20 мм). Был предположен заворот тонкой кишки (вокруг кисты кишечника). Послеоперационный диагноз: гангренозно-перфоративный дивертикулит Меккеля. Разлитой гнойный перитонит.

ней поверхности передней брюшной стенки к области пупка, на основании подобной ультразвуковой картины был заподозрен дивертикул Меккеля (рис. 5); у 1 (9,1%) ребенка 14 лет ультразвуковых признаков патологии не обнаружено.

Пример протокола дооперационного ультразвукового исследования (мальчик 9 лет, 2011 г.): в правой подвздошной области ви-

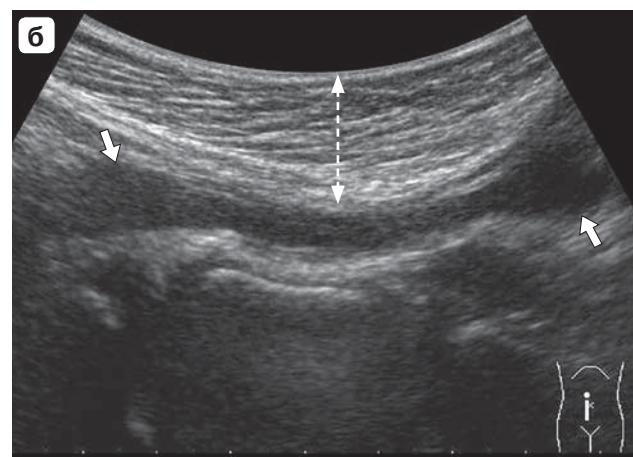
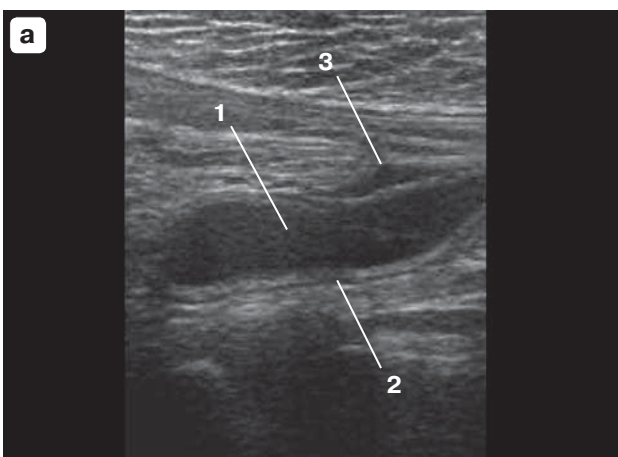


Рис. 5. Дивертикулит Меккеля. а – цилиндрической формы образование в правой подвздошной области, косопролонное сканирование (1 – анэхогенный просвет, 2 – умеренно подчеркнутые стенки, 3 – небольшое скопление жидкости по периферии). б – образование (стрелки) визуализировалось вдоль внутренней поверхности передней брюшной стенки (пунктирные стрелки), косопролонное сканирование. Ультразвуковой диагноз “дивертикулит Меккеля” подтвержден интраоперационно.

зуализируется гипоэхогенное образование размером 33×9 мм, без перистальтики, окруженное зоной повышенной эхогенности. Контуры образования неровные. В нижних отделах брюшной полости определяется свободная жидкость толщиной до 30 мм. Заключение: ультразвуковые признаки острого аппендицита. Интраоперационно: червеобразный отросток не изменен, при ревизии подвздошной кишки в 30 см от илеоцекального угла выявлен дивертикул Меккеля на широком основании с перфоративным отверстием у верхушки. Послеоперационный диагноз: перфоративный дивертикулит Меккеля, серозно-гнойный перитонит, вторичный катаральный аппендицит.

Послеоперационный диагноз у всех детей данной группы подтвержден гистологически: 36,4% (n = 4) случаев – флегмонозный дивертикулит Меккеля; 54,5% (n = 6) – гангренозно-перфоративный; 9,1% (n = 1) – начальные проявления воспаления. У 2 (18,2%) детей при послеоперационном гистологическом исследовании выявлена эктопия слизистой желудка в стенку дивертикула Меккеля.

Таким образом, у детей данной группы дивертикулит Меккеля клинически и эхографически в большинстве случаев симулировал острый аппендицит и его осложнения. Дивертикулит Меккеля, как более редко встречающееся заболевание, был заподозрен эхографически только у одного

ребенка данной группы, у большинства детей ($n = 9, 81,8\%$) предварительным дооперационным диагнозом был острый аппендицит, из них у 3 – осложненный разлитым перитонитом. Несмотря на это, тактика ведения этих больных, а именно экстренное хирургическое вмешательство, оказалась абсолютно верной. Выявление при ультразвуковом исследовании в брюшной полости патологической трубчатой или цилиндрической формы структуры с эхографическими признаками воспалительных изменений в ней, а также ультразвуковых признаков воспалительных изменений в брюшной полости в целом с учетом клинико-лабораторных данных является показанием к оперативному лечению (вне зависимости от того, что представляет собой эта структура: либо деструктивно измененный червеобразный отросток, либо дивертикул Меккеля на стадии флегмонозного, гангренозного или гангренозно-перфоративного воспаления).

Характеристика группы детей с дивертикулом Меккеля, осложненным кишечным кровотечением

Эту группу составили 8 детей в возрасте от 5 мес до 14 лет. У всех детей данной группы в клинической картине преобладали симптомы кишечного кровотечения, которые и явились основной причиной обращения к хирургу. У 4 (50,0%) детей стул с кровью сопровождался умеренно выраженными болями в животе, локализующимися преимущественно в правой половине брюшной полости. В общем анализе крови у всех пациентов отмечалась анемия разной степени тяжести, уровень гемоглобина составлял от 42 до 106 г/л.

Результаты дооперационного ультразвукового исследования: у 1 (12,5%) ребенка 2,5 лет в правой нижней половине живота визуализировалось образование в форме запятой с усиленным кровотоком в стенке (на основании подобной ультразвуковой картины был заподозрен дивертикул Меккеля), также выявлены ультразвуковые признаки гиперплазированных лимфатических узлов в правой подвздошной области и уменьшения размеров селезенки; у 1 (12,5%) ребенка 7 лет – ультразвуковые признаки свободной жидкости в брюшной полости; у 1 (12,5%) ребенка 7 мес – ультразвуковые признаки гиперплазированных лимфати-

ческих узлов в правой подвздошной области; у 3 (37,5%) пациентов – эхографические признаки увеличения размеров селезенки; у 2 пациентов (25,0%) 9 мес и 14 лет ультразвуковых признаков патологии не обнаружено.

Клинический пример дооперационной диагностики дивертикула Меккеля, осложненного кишечным кровотечением (2011 г.): ребенок в возрасте 2 лет 6 мес был переведен из инфекционного отделения ЦРБ с диагнозом: кишечное кровотечение, дизентерия? Жалобы на обильный стул со сгустками крови, повышение температуры до 38 °С. Живот безболезненный во всех отделах, патологические образования не пальпируются. В общем анализе крови тяжелая анемия: уровень гемоглобина 42 г/л. При ультразвуковом исследовании: в правой нижней половине живота (справа и ниже пупка) определяется образование в форме запятой длиной 2,5 см толщиной до 9 мм с усиленным кровотоком в стенке. Образование располагается по длиннику снизу вверх справа налево от илеоцекального угла к пупку. Селезенка умеренно уменьшена в размерах: 55 × 25 мм. Свободной жидкости в брюшной полости не обнаружено. В правой подвздошной области визуализируются гиперплазированные лимфатические узлы. Отмечается выраженный метеоризм толстого кишечника. Заключение: по ультразвуковой картине можно думать о дивертикуле Меккеля. Интраоперационно: в брюшной полости выпота нет. При выведении в рану кишечных петель эвентрирована петля, несущая дивертикул Меккеля, который расположен на расстоянии 40 см от илеоцекального угла. Дивертикул отечен, гиперемирован, на широком основании, размерами 2,5 × 1,5 × 1,5 см. Послеоперационный диагноз: дивертикул Меккеля, кровотечение из дивертикула, анемия тяжелой степени. Диагноз подтвержден послеоперационным гистологическим исследованием.

У всех остальных детей данной группы ($n = 7, 87,5\%$), учитывая отсутствие положительного эффекта от проводимой консервативной терапии кишечного кровотечения, решено было выполнить диагностическую лапароскопию с ревизией брюшной полости. На основании клинической картины хирурги предположили наличие дивертикула Меккеля как источника продолжающегося

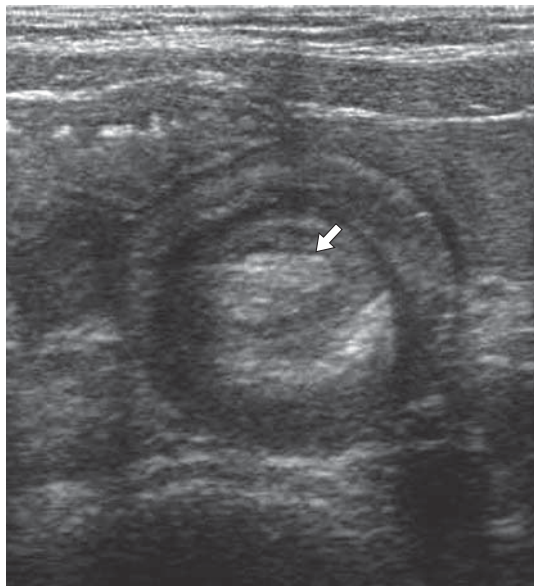


Рис. 6. Дивертикул Меккеля, осложненный инвагинацией кишечника. Ультразвуковая картина кишечного инвагината, стрелкой показан дивертикул Меккеля, впоследствии выявленный на операции.

кровотечения. Послеоперационный диагноз “дивертикул Меккеля, осложненный кишечным кровотечением” во всех случаях подтвержден гистологически. При послеоперационном гистологическом исследовании у 62,5% (n = 5) пациентов данной группы диагностирована эктопия слизистой желудка в стенку дивертикула Меккеля, изъязвление которой и явилось причиной кровотечения. В других случаях провоцирующими факторами явились травма и заболевание сальмонеллезом.

Характеристика группы детей с дивертикулом Меккеля, осложненным кишечной инвагинацией

В эту группу вошли 5 детей в возрасте от 3 мес до 6 лет, в 80,0% (n = 4) случаев это были дети первого года жизни. Клиническая картина у всех детей этой группы была достаточно характерной для инвагинации кишечника. У детей первого года жизни отмечались: 1) выраженное беспокойство, которое, сменяясь периодами благополучия, возвращалось вновь; 2) многократная рвота; 3) стул с кровью по типу мелены. Мальчика 6 лет беспокоили достаточно интенсивные схваткообразные боли в животе, многократная рвота, стул с кровью.

В ходе проведенного до операции ультразвукового исследования диагноз “инвагинация кишечника” был поставлен во всех 5 случаях, у одного ребенка – с ультразвуковыми признаками кишечной непроходимости, характеризующейся неравномерным заполнением кишечника, с маятникообразной перистальтикой в расширенных кишечных петлях. Ультразвуковая картина кишечного инвагината во всех случаях была достаточно характерной: при продольном сканировании визуализировалось неоднородное цилиндрической формы образование, без перистальтики; на поперечном срезе имеющее мишеневидную экоструктуру [13, 14, 16]. В 40,0% (n = 2) случаев головка инвагината визуализировалась под нижним краем печени (типичное место для илеоцекальной инвагинации), в 20,0% (n = 1) – над мочевым пузырем больше справа, в 20,0% (n = 1) – в левой подвздошной области, в 20,0% (n = 1) – у нижнего полюса левой почки.

Клинический пример дооперационной диагностики дивертикула Меккеля, осложненного инвагинацией кишечника (2012 г.): мальчик 6 лет направлен на консультацию к хирургу с жалобами на интенсивные схваткообразные боли в животе, стул с кровью. При поступлении состояние средней степени тяжести за счет выраженности болевого синдрома. Живот умеренно напряжен, при пальпации болезненный преимущественно справа от пупка, симптомы раздражения брюшины сомнительные. При дооперационном ультразвуковом исследовании: над мочевым пузырем несколько правее средней линии визуализируется цилиндрической формы неоднородное образование размерами 80 × 30 × 27 мм, без перистальтики, имеющее на поперечном срезе мишеневидную экоструктуру, с овальной формы повышенной эхогенности включением в центре (рис. 6). В нижних отделах брюшной полости определяется скопление свободной жидкости размерами 55 × 50 × 47 мм (рис. 7). Заключение: ультразвуковые признаки кишечного инвагината.

Интраоперационно: на расстоянии 40 см от илеоцекального угла обнаружен тонкокишечный инвагинат. Расправлен. Его содержимое – петля дивертикула Меккеля на широком основании длиной 6 см. Послеоперационное гистологическое исследова-

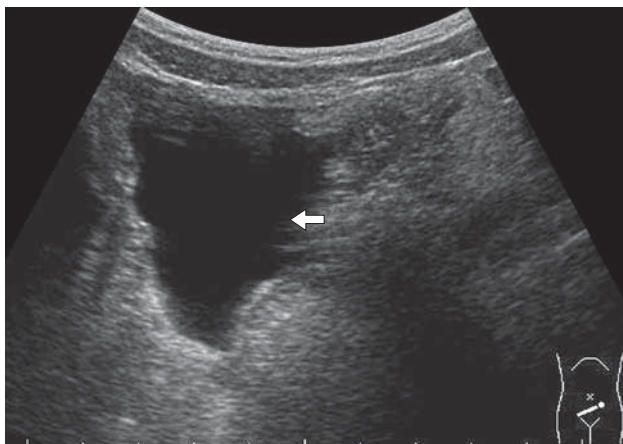


Рис. 7. Дивертикул Меккеля, осложненный инвагинацией кишечника. Тот же пациент, что на рис. 6. Свободная жидкость в нижних отделах брюшной полости (стрелка).

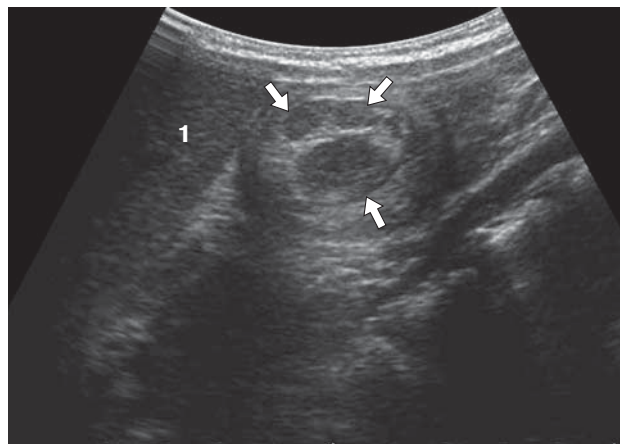


Рис. 8. Ультразвуковая картина кишечной инвагината, в центре которой расположены гиперплазированные лимфатические узлы (стрелки), под нижним краем печени (1).

ние: дивертикул Меккеля имеет строение стенки тонкой кишки. В слоях нерезко выраженная полинуклеарная инфильтрация, поля кровоизлияний.

Несмотря на то что ультразвуковой диагноз “инвагинация кишечника” у детей данной группы во всех случаях проведения ультразвукового исследования оказался истинно-положительным, ни в одном случае как причина инвагинации не был заподозрен дивертикул Меккеля. Однако, как оказалось, ультразвуковая картина инвагинации кишечника за счет дивертикула Меккеля и на фоне гиперплазированных лимфатических узлов (нередкой причины инвагинации) имеет существенные отличия. Лимфатические узлы визуализируются в виде овальной формы гипоэхогенных образований в центре инвагината (рис. 8), в то время как дивертикул Меккеля определяется в виде гиперэхогенного включения той же локализации. Особенности такой ультразвуковой картины дивертикула Меккеля при инвагинации кишечника наши иностранные коллеги объясняют наличием в проекции дивертикула Меккеля мезентериального жира, который и выглядит гиперэхогенным [17].

Показаниями к хирургической дезинвагинации явились: в 60,0% (n = 3) случаев – большая давность заболевания, превышающая 24 ч; в 1 (20,0%) случае – подозрение на тонко-тонкокишечную инвагинацию, учитывая локализацию инвагината; в 1 (20,0%) случае – рецидив инвагинации

и безуспешная повторная попытка консервативной дезинвагинации. Интраоперационно во всех представленных случаях диагностирован дивертикул Меккеля как причина инвагинации.

Характеристика группы детей с дивертикулом Меккеля, осложненным другими видами кишечной непроходимости

В эту группу вошли 4 детей в возрасте от 1 года 10 мес до 9 лет. В клинической картине преобладали выраженный болевой синдром, многократная рвота, отказ от приема пищи, отсутствие стула в течение нескольких дней.

В 2 (50,0%) случаях дивертикул Меккеля явился причиной странгуляционной кишечной непроходимости: у ребенка 1 года 10 мес в результате заворота терминального отдела подвздошной кишки вокруг дивертикула Меккеля на узком основании; у мальчика 9 лет интраоперационно обнаружен дивертикул Меккеля на широком основании, окутанный прядью сальника, имелась спайка между прядью сальника и брыжейкой кишки с явлениями странгуляционной непроходимости. Проведенное этим пациентам предоперационное ультразвуковое исследование выявило эхографические признаки кишечной непроходимости, асцита.

У 1 ребенка (25,0%) 5 лет до операции после проведения ультразвукового и рентгенологического исследования установлен

диагноз “кишечная непроходимость”. Интраоперационно: в брюшной полости небольшое количество прозрачного выпота. В рану эвентрирована кишечная петля, несущая дивертикул Меккеля, расположенный на расстоянии 80 см от илеоцекального угла. Дивертикул на широком основании размерами 5 × 3 × 3 см, переполненный кишечным содержимым, что и вызвало частичную кишечную непроходимость за счет деформации кишки.

У 1 мальчика (25,0%) 2 лет, поступившего с жалобами на боли в животе спастического характера, рвоту, повышение температуры до субфебрильных цифр, при дооперационном ультразвуковом исследовании на 2 см ниже края печени визуализировалась расширенная до 22 мм кишечная петля без перистальтики, с утолщенными до 6 мм стенками, окруженная зоной повышенной эхогенности толщиной до 10 мм. Учитывая данные клинико-лабораторного и ультразвукового исследования, ребенку был выставлен дооперационный диагноз: острый аппендицит, инфильтрат брюшной полости. Интраоперационно выявлено наиболее редко встречающееся осложнение – изолированный перекрут дивертикула Меккеля с его гангреной. Дивертикул расположен на расстоянии 30 см от илеоцекального угла, на очень узком основании, грязно-серого цвета, размерами 3,0 × 3,0 × 1,5 см.

Анализируя данные ультразвукового исследования, поведенного у пациентов этой группы, следует подчеркнуть, что у 3 (75,0%) пациентов был установлен эхографический диагноз “кишечная непроходимость”, подтвержденный интраоперационно. Однако установить причину кишечной непроходимости при помощи ультразвукового исследования, в том числе и в случае дивертикула Меккеля, чрезвычайно сложно. В то же время это не меняет тактику ведения пациентов, поскольку выявленная различными методами, включая ультразвуковое исследование, кишечная непроходимость – показание к экстренному хирургическому вмешательству. В 1 (25,0%) случае имел место ложно-положительный диагноз “острый аппендицит”, также не изменивший тактику ведения пациента, предполагающую экстренное хирургическое вмешательство.

Сочетание дивертикула Меккеля с острым аппендицитом

В нашем исследовании в 5,3% (n = 2) случаев дивертикул Меккеля сочетался с гангренозно-перфоративной формой острого аппендицита. Клиническая картина у детей, поступивших на 3-и сутки от начала заболевания, была характерной для осложненной формы острого аппендицита: детей беспокоили интенсивные боли в животе, многократная рвота, повышение температуры до фебрильных цифр. При осмотре живот напряжен, болезненный во всех отделах, перитонеальные симптомы положительные. Дооперационное ультразвуковое исследование подтвердило клинический диагноз, обнаружив ультразвуковые признаки гангренозно-перфоративного аппендицита, в одном случае с формированием периаппендикулярного абсцесса, в другом – с развитием разлитого перитонита. Диагноз подтвержден интраоперационно, случайной находкой во время операций стал дивертикул Меккеля, обнаруженный при ревизии подвздошной кишки.

Сочетание дивертикула Меккеля со стенозом подвздошной кишки на фоне болезни Крона

Мальчик 14 лет поступил с жалобами на интенсивные боли в животе без четкой локализации, рвоту, субфебрильную температуру. При дооперационном ультразвуковом исследовании (2006 г.): кишечные петли расширены до 45 мм, в середине правого латерального канала участок спавшихся кишечных петель размерами 60 × 50 × 40 мм. В брюшной полости определяется свободная жидкость толщиной до 30 мм. Заключение: ультразвуковые признаки кишечной непроходимости. Ультразвуковое заключение подтверждено рентгенологически. Интраоперационно выявлен стеноз подвздошной кишки, на 5 см дистальнее зоны стеноза расположен дивертикул Меккеля размером 2 × 3 см без признаков воспаления. Послеоперационный диагноз: стеноз подвздошной кишки, дивертикул Меккеля.

Полный свищ пупка

Полный свищ пупка является еще одной более редко встречающейся аномалией развития, связанной с нарушением облитерации желточного протока. Полный свищ

пупка формируется, когда эмбриональный *ductus omphaloentericus* сохраняется на всем протяжении. В нашем исследовании эта аномалия встретилась в 7,9% ($n = 3$) случаев. Диагноз “полный свищ пупка” был заподозрен у детей с данной аномалией в возрасте 7–8 дней прежде всего клинически: после отпадения пуповинного остатка отмечено появление сначала слизистых выделений из пупочной ранки, затем – с примесью зелени (кишечное содержимое). Выполненное до операции ультразвуковое исследование подтвердило предположительный диагноз: пупочная вена размером 6×3 мм. От пупка кзади и вправо идет широкий тяж диаметром до 5,0 мм. По эхографическим данным можно думать о полном свище пупка. Интраоперационно: при ревизии обнаружен трубчатый свищ диаметром до 5,0 мм, идущий от пупка к противобрыжечному краю тонкой кишки, основание свища диаметром до 8,0 мм. Послеоперационный диагноз “полный свищ пупка” подтвержден гистологически.

ОБСУЖДЕНИЕ

Дивертикул Меккеля – порок развития, чаще всего недоступный для диагностики при помощи ультразвукового исследования. При визуализации дивертикула Меккеля

его необходимо дифференцировать с червеобразным отростком, учитывая их анатомическую близость и сходную клиническую и ультразвуковую картину. На это же указывают авторы иностранных литературных источников, посвященных ультразвуковой диагностике дивертикула Меккеля у детей [17–19]. Чтобы не совершить ошибку, нужно прежде всего постараться визуализировать образование на всем протяжении (от основания до слепо заканчивающейся верхушки) и оценить его эхоструктуру (рис. 9, 10). В табл. 2 представлены ультразвуковые дифференциально-диагностические признаки червеобразного отростка и дивертикула Меккеля.

При проведении ретроспективного анализа нами изучен случай интраоперационной диагностики дивертикула Меккеля, который до операции при проведении ультразвукового исследования был неверно интерпретирован как заворот тонкой кишки вокруг кисты (см. рис. 4). Изучая англоязычные источники, посвященные ультразвуковой диагностике дивертикула Меккеля у детей, мы обнаружили описание ультразвуковой картины дивертикула Меккеля, сходной с нашим исследованием. В своей статье M. Baldisserotto [18] описал два случая визуализации дивертикула Меккеля при его воспалении и перфорации.

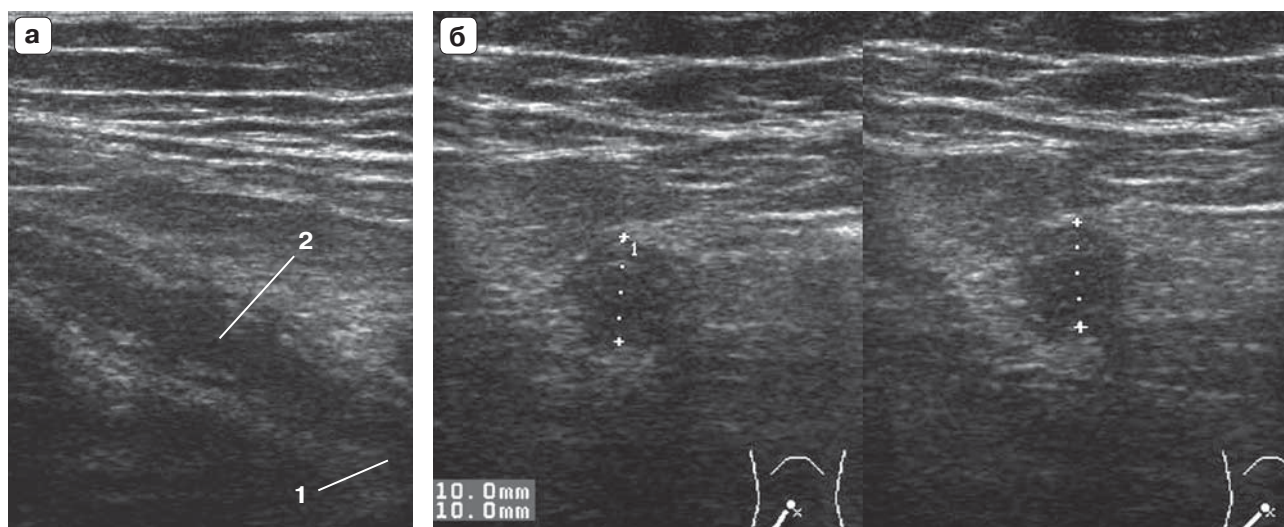


Рис. 9. Ультразвуковая картина червеобразного отростка. а – косопроходное сканирование. 1 – слепо заканчивающаяся верхушка уходит вниз и медиально. 2 – просвет неоднородный гипоэхогенный. б – поперечное сканирование. Червеобразный отросток ригидный, не поддается компрессии при надавливании датчиком (индекс компрессии равен 0). Послеоперационный диагноз: острый флегмонозный аппендицит.

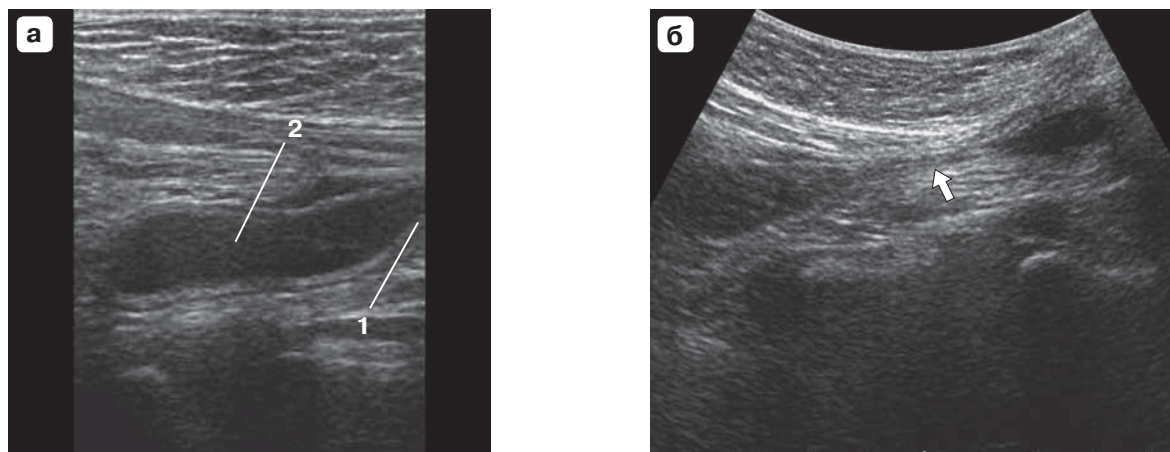


Рис. 10. Ультразвуковая картина дивертикула Меккеля. а – косопродольное сканирование. 1 – дистальная часть со слепо заканчивающейся верхушкой уходит вдоль внутренней поверхности передней брюшной стенки к пупку, 2 – просвет однородный анэхогенный. б – косопродольное сканирование. Центральная часть образования (стрелка) практически полностью спадается при надавливании датчиком. Послеоперационный диагноз: дивертикул Меккеля.

Таблица 2. Дифференциально-диагностические ультразвуковые признаки дивертикула Меккеля и червеобразного отростка [17–19, 23, 24]

Ультразвуковые признаки	Дивертикул Меккеля	Червеобразный отросток
Локализация	Правая подвздошная область	Правая подвздошная область
Форма	Цилиндрическая	Цилиндрическая
Расположение	По внутренней поверхности передней брюшной стенки, верхушка уходит к области пупка	При типичном расположении верхушка обращена вниз и медиально; при нисходящем – спускается в полость малого таза; при ретроцекальном – отросток располагается по правому боковому каналу, верхушка уходит вверх
Эхоструктура просвета	Содержимое однородное, анэхогенное, сходное с содержимым подвздошной кишки, так как с ней имеется сообщение	Содержимое неоднородное, анэхогенное, гипоехогенное, часто с гиперэхогенными включениями (аппендиколиты)
Эластичность	Поддается компрессии при надавливании датчиком из-за широкого сообщения с подвздошной кишкой	При деструктивных изменениях ригидный за счет возрастания в нем внутриполостного давления

У 8-месячного мальчика, поступившего с подозрением на острый аппендицит, при сканировании в режиме серой шкалы между кишечными петлями в правом верхнем квадранте рядом с печенью визуализировалась несмещающаяся кистоподобная структура, имеющая размеры $4,0 \times 1,7 \times 1,4$ см. Толщина стенок составляла 4 мм с четкой дифференцировкой слоев, характерных для кишечной стенки: внешний гипоехогенный ободок, соответствующий мышечному слою; внутренний гиперэхогенный, соответствующий подслизистой и слизистой оболочкам. Наружные контуры образова-

ния ровные, внутренние – неровные, образование было окружено гиперэхогенным слоем. Цветовое доплеровское картирование выявило наличие гиперемии в стенках кистоподобной структуры и крупнокалиберную артерию, кровоснабжающую эту структуру (желточная артерия). Диагноз “дивертикулит” подтвержден интраоперационно: кистоподобная структура соответствовала воспаленному дивертикулу Меккеля, находящемуся на противобрыжечной стороне подвздошной кишки в 45 см от илеоцекального клапана. Дивертикул имел небольших размеров перфоративное

отверстие, гиперэхогенный слой представлял фибрин и окружающие дивертикул утолщенные ткани, прикрывающие перфорацию. Во втором исследовании у 8-летней девочки аналогичная кистоподобная структура локализовалась в нижней части живота чуть выше мочевого пузыря и несколько левее средней линии. Диагноз “дивертикулит” был подтвержден интраоперационно [18]. Редкость данной аномалии желудочно-кишечного тракта и отсутствие нашей настороженности в отношении дивертикула Меккеля не позволили нам правильно интерпретировать полученную дооперационную ультразвуковую картину.

Говоря о диагностике дивертикула Меккеля, стоит упомянуть дубликатурные кишечные кисты как аномалию, с которой также необходимо дифференцировать дивертикул Меккеля [17–19]. Внутренний гиперэхогенный слой дивертикула Меккеля, который соответствует слизистой оболочке, неровный и неравномерный по толщине, что, по данным М. Baldisserotto [18], было подтверждено во время макроскопического исследования. Эта особенность может помочь в дифференциальной диагностике дивертикула Меккеля от кишечных дубликатурных кист, имеющих гладкую слизистую оболочку, а значит при ультразвуковом исследовании – ровный внутренний контур [18] (рис. 11).

Поскольку дивертикул Меккеля является достаточно редким заболеванием в сравнении, например, с острым аппендицитом, ультразвуковая картина которого хорошо изучена [21, 22, 23], и имеет значительные трудности в дооперационной ультразвуковой диагностике, очень сложно набрать достаточную по численности группу наблюдения, чтобы разработать четкие ультразвуковые критерии данной патологии. Однако проведенный нами ретроспективный анализ позволил изучить особенности ультразвуковой картины дивертикула Меккеля при различных связанных с ним осложнениях, а также выделить те клинические случаи, при возникновении которых мы должны подумать о данной аномалии развития желудочно-кишечного тракта.

Поскольку наиболее часто дивертикулит Меккеля симулирует клиническую картину острого аппендицита, в этом случае детально разработанная нами методика

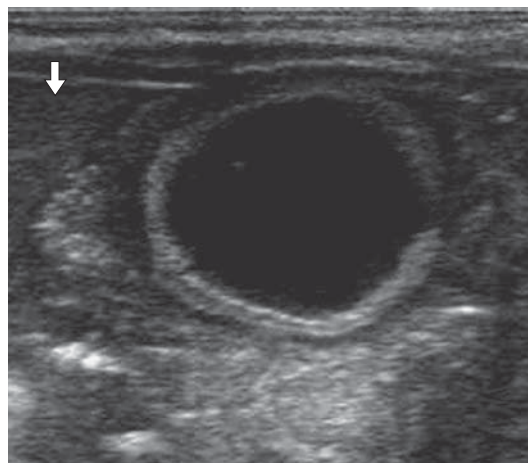


Рис. 11. Дубликатурная киста брыжейки подвздошной кишки. Под нижним краем печени (стрелка) визуализируется округлой формы анаэхогенное (жидкостное) образование размерами 21 × 18 мм, окруженное перистальтирующими кишечными петлями. Образование имеет ровные, четкие контуры, стенку толщиной 2 мм, при цветовом доплеровском картировании кровотоков в нем не регистрируется. Внутренний контур образования ровный.

ультразвукового исследования червеобразного отростка и оценки наличия и степени выраженности деструктивных изменений в нем помогает дифференцировать аппендикс от прочих патологических образований в правой подвздошной области [24–26].

ВЫВОДЫ

1) Только у 5,3% детей (n = 2) с клинической картиной острого живота (n = 1) и кишечным кровотечением (n = 1) при дооперационном ультразвуковом исследовании был заподозрен дивертикул Меккеля, что подтверждает трудности ультразвуковой диагностики данной аномалии желудочно-кишечного тракта. Полученные результаты свидетельствуют о низкой чувствительности метода ультразвукового исследования в диагностике дивертикула Меккеля у детей (5,3%).

2) У 71,1% детей (n = 27) исследуемой группы были обнаружены ультразвуковые признаки ургентной хирургической патологии, что помогло хирургам выбрать правильную тактику ведения пациентов. Таким образом, при низкой чувствительности (5,3%) в диагностике самого дивертикула Меккеля ультразвуковое исследова-

ние обладает более высокой чувствительностью в диагностике ассоциированных с ним осложнений (71,1%).

3) Мальчики с дивертикулом Меккеля составили 78,7% (n = 37) наблюдений из всей группы патологии (n = 47), что в определенной степени может помочь в диагностике данной аномалии.

4) Будучи аномалией развития желудочно-кишечного тракта, дивертикул Меккеля в 8,5% (n = 4) случаев сочетался с другими врожденными пороками развития.

5) Форма дивертикула Меккеля обладает достаточной вариабельностью, что создает дополнительные трудности дооперационной диагностики данной аномалии.

6) У детей с дивертикулом Меккеля, осложненным кишечной непроходимостью (кроме инвагинации), при дооперационном ультразвуковом исследовании были обнаружены эхографические признаки кишечной непроходимости при отсутствии визуализации специфических ультразвуковых признаков дивертикула Меккеля, ставшего причиной кишечной непроходимости.

7) В случаях острого живота, вызванного различными деструктивными формами острого аппендицита, у детей с дивертикулом Меккеля дооперационная ультразвуковая картина отражала различную степень выраженности деструктивных изменений в червеобразном отростке. При этом дивертикул Меккеля не визуализировался и был случайной интраоперационной находкой.

8) В нашем исследовании описана ультразвуковая картина редкой аномалии облитерации желточного протока, а именно полного свища пупка. При ультразвуковом исследовании он представлял собой гипэхогенный тяж толщиной до 5,0 мм, идущий от пупка кзади и вправо.

10) Ультразвуковое исследование является полезным дополнительным методом, позволяющим диагностировать дивертикул Меккеля и связанные с ним осложнения. Прежде всего это касается инвагинации и других видов кишечной непроходимости. В ряде случаев есть возможность визуализировать сам измененный дивертикул. Для визуализации дивертикула Меккеля необходима детальная оценка состояния правой половины брюшной полости, преимущественно кишечника в правой подвздошной области, с использованием высо-

кочастотных датчиков, что особенно актуально в тех случаях, когда дивертикул Меккеля подозревается клинически.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1) Если при клинической картине острого живота или симптомах кишечного кровотечения в правой половине брюшной полости визуализируется округлой или овальной формы кистоподобное образование, не смещающееся, без перистальтики, с утолщенными стенками, с усилением в них кровотока при цветочисленной доплерографии, окруженное зоной повышенной эхогенности, то нужно подумать о дивертикуле Меккеля.

2) Если при клинике острого живота визуализируемое в правой подвздошной области трубчатой или цилиндрической формы образование по ультразвуковой картине не соответствует червеобразному отростку, то нужно подумать о дивертикуле Меккеля.

3) Если у ребенка с клинической картиной острого живота в правой половине брюшной полости мы визуализируем два цилиндрической формы образования, одно из которых по ультразвуковой картине представляет червеобразный отросток без достоверных эхографических признаков деструктивных изменений в нем, что не соответствует тяжести острого абдоминального синдрома, то нужно подумать о дивертикулите Меккеля (второе цилиндрической формы образование).

4) Если при типичной ультразвуковой картине инвагинации кишечника в центре визуализируемого инвагината определяется овальной формы повышенной эхогенности образование, то нужно подумать о дивертикуле Меккеля как причине инвагинации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Детская хирургия: Национальное руководство / Под ред. Ю.Ф. Исакова, А.Ф. Дронова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 1168 с.
2. Горемыкин И.В., Филиппов Ю.В., Турковский В.Б. и др. 37-летний опыт лечения патологии желточного протока у детей // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2014. Т. IV. № 1. С. 46–50.
3. Баиров Г.А. Срочная хирургия детей: Руководство для врачей. СПб.: Питер Пресс, 1997. 464 с.
4. Подкаменев В.В. Патология дивертикула Меккеля у детей // Российский вестник детской

- хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2012. Т. II. № 4. С. 28–33.
5. Беляева О.А., Розинов В.М., Темнова В.А. Эхографические критерии обоснования рациональной хирургической тактики у детей с инвагинацией кишечника // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2005. № 1. С. 57–63.
 6. Kassir R., Debs T., Boutet C. et al. Intussusception of the Meckel's diverticulum within its own lumen: Unknown complication // *Int. J. Surg. Case Rep.* 2015. V. 25. No. 10. P. 111–114.
 7. Altaf A., Aref H. A case report: cecal volvulus caused by Meckel's diverticulum // *Int. J. Surg. Case Rep.* 2014. V. 5. No. 12. P. 1200–1202.
 8. Ашкрафт К.У., Холдер Т.М. Детская хирургия. СПб.: Пит–Тал, 1997. 392 с.
 9. Vali R., Daneman A., McQuattie S., Shammass A. The value of repeat scintigraphy in patients with a high clinical suspicion for Meckel diverticulum after a negative or equivocal first Meckel scan // *Pediatr. Radiol.* 2015. [Epub ahead of print]. Режим доступа: // <http://link.springer.com/article/10.1007%2F00247-015-3340-x>
 10. Исаков Ю.Ф., Степанов Э.А., Красовская Т.В. Абдоминальная хирургия у детей: Руководство для врачей. М.: Медицина, 1988. 416 с.
 11. Sharma R.K., Jain V.K. Emergency surgery for Meckel's diverticulum // *World J. Emerg. Surg.* 2008. V. 3. P. 27.
 12. Ярустовский П.М. Лапароскопия в диагностике и лечении дивертикула Меккеля у детей: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М.: Российский государственный медицинский университет, 2007. 25 с.
 13. Детская ультразвуковая диагностика: Учебник. Т. 1. Гастроэнтерология / Под ред. М.И. Пыкова. М.: Видар-М, 2014. 256 с.
 14. Ультразвуковая диагностика в неонатологии и педиатрии: дифференциально-диагностические критерии: Практическое руководство / Под ред. И.В. Дворяковского, Г.М. Дворяковской. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Атмосфера, 2014. 192 с.
 15. Ультразвуковая диагностика в неонатологии / Под ред. И.В. Дворяковского, Г.В. Яцык. М.: Атмосфера, 2009. 168 с.
 16. Васильев А.Ю., Ольхова Е.Б. Ультразвуковая диагностика в неотложной детской практике: Руководство для врачей. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 832 с.
 17. Nose S., Okuyama H., Sasaki T., Nishimura M. Torsion of Meckel's diverticulum in a child // *Case Rep. Gastroenterol.* 2013. V. 7. No. 1. P. 14–18.
 18. Baldisserotto M. Color Doppler sonographic findings of inflamed and perforated Meckel diverticulum // *J. Ultrasound Med.* 2004. V. 23. No. 6. P. 843–848.
 19. Baldisserotto M., Maffazzoni D.R., Dora M.D. Sonographic findings of Meckel's diverticulitis in children // *AJR.* 2003. V. 180. No. 2. P. 425–428.
 20. Zhang M., Zhuang H., Luo Y. Retrospective analysis of ultrasound imaging characteristics of 58 patients with Meckel's diverticulum disease // *Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng Xue Za Zhi.* 2014. V. 31. No. 4. P. 875–880.

НОВИНКИ издательства ВИДАР



В.П. Куликов

ОСНОВЫ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СОСУДОВ

Руководство «Основы ультразвукового исследования сосудов» предназначено для тех, кто хотел бы получить по возможности краткую, но достаточно полную и, главное, практически полезную информацию по ультразвуковой диагностике сосудистой патологии. Автор, профессор Куликов Владимир Павлович, известен специалистам по первой в России книге, посвященной дуплексному сканированию сосудов, и руководству для врачей по ультразвуковой диагностике сосудистых заболеваний.

В Руководстве представлены важнейшие сведения о технике исследования, ультразвуковых критериях нормы и патологии кровеносных сосудов, основанные на международных согласительных документах и практическом опыте работы автора. Особое внимание уделено стандартизации техники, объема и терминологии описания ультразвукового исследования сосудов.

Книга предназначена для врачей ультразвуковой и функциональной диагностики, сосудистых хирургов, неврологов и кардиологов, а также для студентов и врачей, обучающихся по программам ультразвукового исследования сосудов.

Введение

Глава 1. Сосудистая гемодинамика

Глава 2. Сосудистая патология

Глава 3. Ультразвуковая аппаратура для сосудистых исследований

Глава 4. Ультразвуковая диагностика патологии экстракраниальных сосудов головы и шеи

Глава 5. Транскраниальное исследование сосудистой системы мозга

Глава 6. Патология артерий нижних конечностей

Глава 7. Ультразвуковая диагностика патологии вен нижних конечностей

Глава 8. Патология сосудов верхних конечностей

Глава 9. Ультразвуковая диагностика патологии брюшной аорты и ее висцеральных ветвей

Приложение. Важнейшие ультразвуковые критерии сосудистой патологии

WWW.VIDAR.RU

21. Митьков В.В., Трофимова Е.Ю. Трудности и ошибки, возникающие при ультразвуковом исследовании больных с острым аппендицитом (лекция) // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2002. № 3. С. 99–104.
22. Пискунов В.Н., Завадовская В.Д., Завьялова Н.Г. Возможности ультразвукового исследования в диагностике острого аппендицита // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2008. № 2. С. 46–53.
23. Дмитриева Е.В., Буланов М.Н., Шахнина И.А. Особенности нормальной ультразвуковой анатомии червеобразного отростка у детей // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2011. № 4. С. 12–25.
24. Дмитриева Е.В., Буланов М.Н. Ультразвуковая диагностика аппендицита у детей. М.: Издательский дом Видар-М, 2014. 208 с.
25. Дмитриева Е.В., Буланов М.Н., Нестеренко Т.С., Перминов Е.Н., Шахнина И.А. Ультразвуковая диагностика острого флегмонозного аппендицита у детей // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2012. № 3. С. 30–43.
26. Дмитриева Е.В., Буланов М.Н., Нестеренко Т.С., Шахнина И.А., Митькова М.Д. Ультразвуковая диагностика острого гангренозного аппендицита у детей // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2012. № 5. С. 53–67.

Ultrasound of Meckel's Diverticulum in Children

E.V. Dmitrieva¹, M.N. Bulanov^{2,3}, I.A. Blinov¹, V.Kh. Nabiev¹, M.D. Mitkova⁴

¹ Regional Clinical Children's Hospital, Vladimir

² Vladimir Oncologic Outpatient Clinic

³ Institute of Medical Education, Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod

⁴ Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow

E.V. Dmitrieva – M.D., Ph.D., Ultrasound and Functional Diagnostics Department, Regional Clinical Children's Hospital, Vladimir. M.N. Bulanov – M.D., Ph.D., Head of Diagnostic Department, Vladimir Oncologic Outpatient Clinic; Professor, Division of Internal Medicine, Institute of Medical Education, Yaroslav-the-Wise Novgorod State University. I.A. Blinov – M.D., Head of Surgery Department, Regional Clinical Children's Hospital, Vladimir. V.Kh. Nabiev – M.D., Surgery Department, Regional Clinical Children's Hospital, Vladimir. M.D. Mitkova – M.D., Ph.D., Associate Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Postgraduate Education.

10 years retrospective analysis of preoperative diagnosis of Meckel's diverticulum and its complications is presented. 47 cases were analyzed. 38 (80.9%) patients among them underwent ultrasound investigation. This group included 11 children with Meckel's diverticulitis; 8 children with Meckel's diverticulum complicated by intestinal bleeding; 5 children with Meckel's diverticulum complicated by intestinal intussusception; 4 children with Meckel's diverticulum complicated by other different kinds of bowel obstruction. By accident Meckel's diverticulum was found out in 2 children during surgery due to gangrenous and perforated appendicitis and in 1 child during surgery due to ileal stenosis in Crohn's disease. Meckel's diverticulum was combined with other congenital malformations in 4 children. Complete umbilical fistula was diagnosed in 3 children. Analysis showed low sensitivity (5.3%) of ultrasound in Meckel's diverticulum diagnosis: this anomaly was suspected before surgery in 2 children only. It confirmed significant difficulties of preoperative diagnosis of this disease in children. On the other hand, acute surgery pathology including intestinal intussusception and other kinds of bowel obstruction, destructive acute appendicitis, and complete umbilical fistula was diagnosed with ultrasound in 71.1% of children (n = 27). Consequently, despite low sensitivity of Meckel's diverticulum diagnosis among children, ultrasound plays an important role in diagnosis of associated complications.

Key words: *ultrasound diagnostics, ductus omphaloentericus, Meckel's diverticulum, Meckel's diverticulitis, acute abdomen, bowel obstruction, intussusception, appendix, acute appendicitis, emergency surgery, and children.*

Ультразвуковое исследование в диагностике катетер-ассоциированных тромбозов магистральных вен у детей в отделении реанимации

М.В. Быков^{1,2}, К.С. Мадорский¹, В.Г. Багаев¹,
В.Г. Амчеславский¹, В.В. Лазарев²

¹ ГБУЗ г. Москвы “Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии” Департамента здравоохранения г. Москвы

² ГБОУ ВПО “Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва

В процессе работы проводился ультразвуковой мониторинг проходимости магистральных вен у 72 наиболее тяжелых пациентов (с тяжелой сочетанной травмой или острой хирургической патологией брюшной полости) в возрасте от 1,5 до 17 лет. У тяжелых больных в критических состояниях даже при гепаринопрофилактике сохраняется высокий риск возникновения тромбоза магистральных вен. У 17 из 72 (23,6%) обследованных пациентов было выявлено 25 тромбов различной локализации и различной степени окклю-

зии сосудистого русла. Тромбы локализовались во внутренней яремной (12), бедренной (6), наружной подвздошной (5) и подключичной (2) венах. По степени окклюзии сосудистого русла пристеночных тромбов было 14 (56,0%), флотирующих – 5 (20,0%), обтурирующих – 6 (24,0%) (4 наблюдения во внутренней яремной вене, 1 – в подключичной вене, 1 – в бедренной вене). Отсутствие клинических проявлений венозного тромбоза у большинства пациентов (15 из 17 (88,2%)), грозные осложнения вплоть до появления тромбоэмболии

М.В. Быков – к.м.н., сотрудник отделения анестезиологии и реанимации, ГБУЗ г. Москвы “Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии” Департамента здравоохранения г. Москвы; доцент кафедры детской анестезиологии и интенсивной терапии ГБОУ ВПО “Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова” Министерства здравоохранения Российской Федерации. К.С. Мадорский – врач отделения функциональной диагностики, ГБУЗ г. Москвы “Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии” Департамента здравоохранения г. Москвы. В.Г. Багаев – к.м.н., старший научный сотрудник отделения анестезиологии и реанимации, ГБУЗ г. Москвы “Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии” Департамента здравоохранения г. Москвы. В.Г. Амчеславский – д.м.н., профессор, руководитель отделения анестезиологии и реанимации, ГБУЗ г. Москвы “Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии” Департамента здравоохранения г. Москвы. В.В. Лазарев – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой детской анестезиологии и интенсивной терапии, ГБОУ ВПО “Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова” Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Контактная информация: 119180 г. Москва, ул. Большая Полянка, д. 22, НИИ неотложной детской хирургии и травматологии, отделение анестезиологии и реанимации. Быков Михаил Викторович. Тел.: (903) 763-46-77. E-mail: mikhail_v_bykov@mail.ru

легочной артерии (у 2 (11,8%) из 17 пациентов) обуславливают необходимость проведения ультразвукового мониторинга проходности магистральных вен в отделении детской реанимации и интенсивной терапии.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика, катетер-ассоциированный тромбоз, тромбоз эмболия легочной артерии, интенсивная терапия у детей.

ВВЕДЕНИЕ

Тромбозы магистральных вен в практике интенсивной терапии, по данным различных исследований, играют весьма существенную роль в тяжести состояния пациентов, при этом далеко не всегда имея соответствующую клиническую картину и периодически приводя к грозным фатальным осложнениям в виде тромбоза эмболии легочной артерии (ТЭЛА) [1–7]. Ранняя диагностика тромбозов чрезвычайно важна для коррекции соответствующей антитромботической терапии [8–10]. На сегодня наиболее доступным неинвазивным методом является ультразвуковое исследование. В педиатрической практике публикации, посвященные исследованиям по выявлению катетер-ассоциированных тромбозов, немногочисленны [4, 11, 12].

Цель нашей работы – оценка возможностей использования ультразвукового исследования в диагностике и раннем выявлении катетер-ассоциированного тромбоза у детей в отделении реанимации как клинически проявленного, так и с асимптомным течением.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В отделении анестезиологии и реанимации ГБУЗ г. Москвы “Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии” Департамента здравоохранения г. Москвы в течение 2013 г. проводился ультразвуковой мониторинг проходности магистральных вен у 72 наиболее тяжелых пациентов (с тяжелой сочетанной травмой или острой хирургической патологией брюшной полости) в возрасте от 1,5 до 17 лет. Было проведено 683 исследования магистральных вен (внут-



Рис. 1. Вид асептической фиксирующей диализный катетер наклейки, не препятствующей проведению ультразвукового исследования на предмет раннего выявления катетер-ассоциированного тромбоза.

ренних яремных, подключичных, бедренных и подвздошных). У всех больных были установлены полиуретановые центральные венозные катетеры (ЦВК) фирм В. Braun (Германия) и Arrow (США) или диализные венозные катетеры фирмы Fresenius Medical Care (Германия). Всем пациентам проводилась стандартная гепаринопрофилактика катетер-ассоциированных тромбозов (от 50 до 100 ед/кг в сутки в зависимости от степени риска возникновения тромбозов, угрозы кровотечения и показателей коагулограммы [2]). Осуществлялся ультразвуковой мониторинг проходности катетеризированной и других магистральных вен на предмет катетер-ассоциированного тромбоза и тромбоза интактных вен.

Ультразвуковое исследование проводилось на сканерах HD11 XE (Philips, Нидерланды) и M7 (Mindray, Китай) с применением линейных мультисекторных датчиков, работающих в диапазоне частот от 6 до 14 МГц. Для обеспечения ультразвуковой визуализации непосредственно места проникновения ЦВК в вену и близлежащих к нему участков сосуда, для фиксации катетеров нами использовались асептические фиксирующие наклейки Tegaderm, позволяющие проводить полноценное ультразвуковое исследование вен в месте их

катетеризации, не нарушая стерильность (рис. 1). При сомнительных результатах исследования на выявление тромбоза магистральной вены проводился диагностический компрессионный тест [1–3, 13]. При наиболее часто используемых для фиксации ЦВК к коже лейкопластырных наклейках типа “штаны” исследование этой зоны, как правило, становится недоступным. В зависимости от выраженности процесса тромбообразования ультразвуковые исследования проводились от 4 до 85 раз у одного пациента.

В процессе исследования использовались стандартные статистические методы (критерии Фишера и χ^2). Различия считали достоверными при $P \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе проводимого ультразвукового мониторинга проходимости магистральных вен у 17 из 72 (23,6%) обследованных пациентов было выявлено 25 тромбов различной локализации и различной степени окклюзии сосудистого русла. Все больные имели признаки синдрома системной воспалительной реакции в виде интоксикации, гипертермии, лейкоцитоза с повышением количества палочкоядерных форм нейтрофилов, повышения уровня С-реактивного белка и скорости оседания эритроцитов. Тромбы локализовались во внутренней яремной (12), бедренной (6), наружной подвздошной (5) и подключичной (2) венах.

По степени окклюзии сосудистого русла пристеночных тромбов было 14 (56,0%), флотирующих – 5 (20,0%), обтурирующих – 6 (24,0%) (4 наблюдения во внутренней яремной вене, 1 – в подключичной вене, 1 – в бедренной вене).

Из 17 пациентов с выявленными тромбами магистральных вен в 11 случаях (11 пациентов) наблюдался изолированный тромбоз одной из магистральных вен, что составило 44,0% (11 из 25 тромбов) от общего количества выявленных тромбов; у 4 пациентов (8 из 25 тромбов) – сочетанный тромбоз, когда тромбы регистрировались в различных венах (2) одного бассейна (например, внутренняя яремная и подключичная вены), как правило, на одной стороне, что составило 32,0% от общего

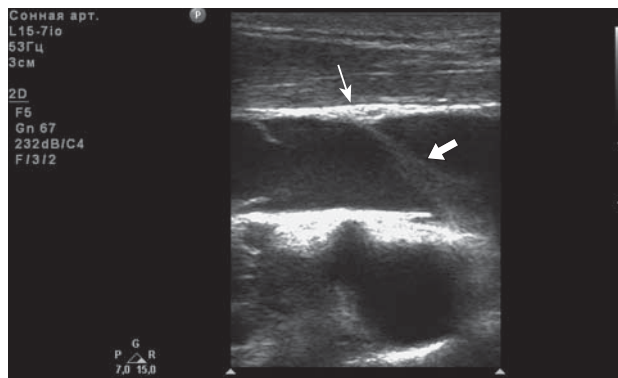


Рис. 2. Эхограмма внутренней яремной вены после удаления ЦВК. Стрелкой обозначен тромботический тяж от места пункции и проникновения ЦВК в вену, указанной тонкой стрелкой. В месте пункции визуализируется расщепление передней стенки вены с вероятным кровоизлиянием.

количества выявленных тромбов; у 2 пациентов (6 из 25 тромбов) – множественный тромбоз (3 вены) различных бассейнов (например, внутренняя яремная, подключичная и бедренная вены), что составило 24,0% от общего количества выявленных тромбов.

В 68,0% (17) наблюдений отмечался катетер-ассоциированный тромбоз (в катетеризируемой или ранее катетеризированной центральной вене), в 32,0% (8) случаев тромб обнаруживался в вене, где ЦВК ни до, ни во время проводимого ультразвукового исследования не находился. В 4 из 17 случаев тромб выявлялся в месте проникновения катетера в сосуд (рис. 2).

Первичный тромбоз катетеризируемой вены нами выявлялся не ранее чем на 5-е сутки от момента поступления в палату отделения анестезиологии и реанимации и катетеризации магистральной вены. Вторичный тромбоз некатетеризируемых вен выявлялся в сроки от 8 до 22 суток от момента поступления в отделение. Это происходило на фоне признаков реализации инфекционного процесса у больных, находящихся в крайне тяжелом состоянии.

Учитывая высокий риск тромбоза у исследуемых детей, исследования вен проводились при поступлении пациента и каждую последующую неделю (не реже 1 раза в неделю), а при выявлении признаков тромбоза – ежедневно.

В процессе динамического мониторинга проходимости магистральных вен мы обнаружили, что различные по степени окклю-

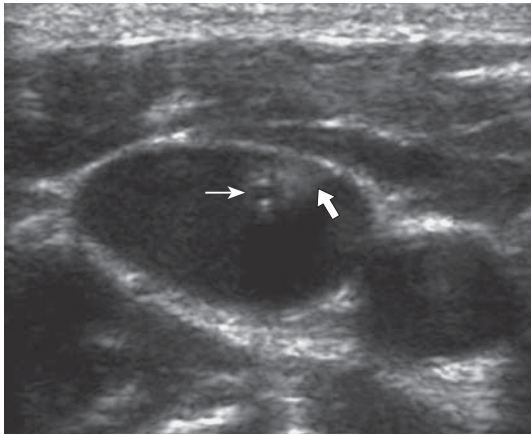


Рис. 3. Эхограмма внутренней яремной вены. В поперечной плоскости сканирования в вене определяется ЦВК (тонкая стрелка). Тромботические массы между ЦВК и близлежащей сосудистой стенкой обозначены стрелкой.

зии сосудистого русла тромбы (пристеночный, флотирующий, обтурирующий) имели свою ультразвуковую картину, что совпадает с данными других исследователей [1, 11–15].

Кроме того, мы наблюдали пациентов, у которых в просвете сосуда в В-режиме наблюдается эхогенная взвесь (фаза спонтанного эхоконтрастирования), при этом при цветовом доплеровском картировании нарушений кровотока по вене нет, она полностью сжимается при надавливании (во время компрессионного теста), какие-либо клинические проявления также отсутствуют. Эту фазу в своем исследовании мы не регистрировали как тромбоз, так как во многих случаях (визуализация эффекта спонтанного контрастирования у 31 из 55 пациентов без тромбоза (56,4%)) при

усилении антикоагулянтной терапии формирования тромба удалось избежать. Однако большинство (16 из 25 тромбов (64,0%), у 9 из 17 пациентов (52,9%)) впоследствии сформировавшихся тромбов мы наблюдали именно в местах с предшествующей фазой спонтанного эхоконтрастирования, регистрируемой с помощью ультразвукового исследования.

Проведя статистический анализ полученных данных при использовании критерия Фишера и критерия χ^2 , мы не получили достоверности различий между двумя группами по визуализации эффекта спонтанного контрастирования (дети без тромбозов и дети с тромбозами) ($P > 0,05$), что говорит о недоказанности использования этого критерия для внесения изменений в антикоагулянтную терапию. Однако визуализация эффекта спонтанного контрастирования именно в месте в дальнейшем сформированного тромба говорит о возможности продолжения исследования в этом направлении.

Клинические проявления тромбоза отсутствовали у 15 из 17 пациентов, что составило 88,2%. У 2 (11,8%) пациентов с обтурирующим тромбозом клинические признаки тромбоза регистрировались в виде локального отека конечности дистальнее места нахождения тромба.

Пристеночный тромб визуализируется как эхогенное образование, прикрепленное к стенке сосуда (рис. 3, 4). Учитывая, что диагностический компрессионный тест в области тромбоза может повлечь за собой отрыв фрагмента тромба с развитием в последующем ТЭЛА [1–3, 13], при характерной ультразвуковой картине тромбоза

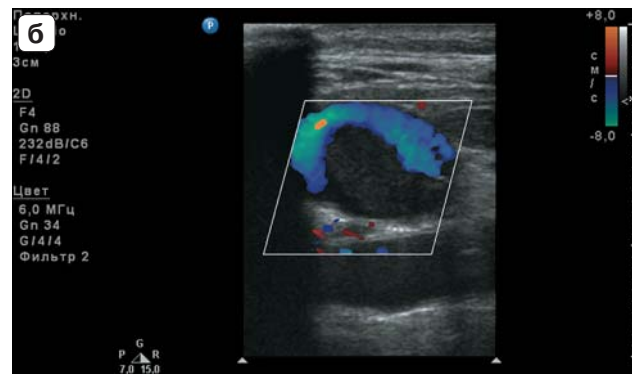
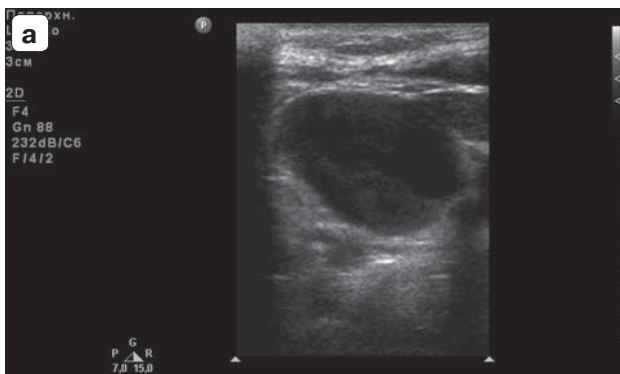


Рис. 4. Эхограммы внутренней яремной вены. Поперечная плоскость сканирования. а – В-режим. б – цветовое доплеровское картирование. Визуализируется эхогенное образование (пристеночный тромб), расположенное в области задней стенки вены с признаками частичной окклюзии.

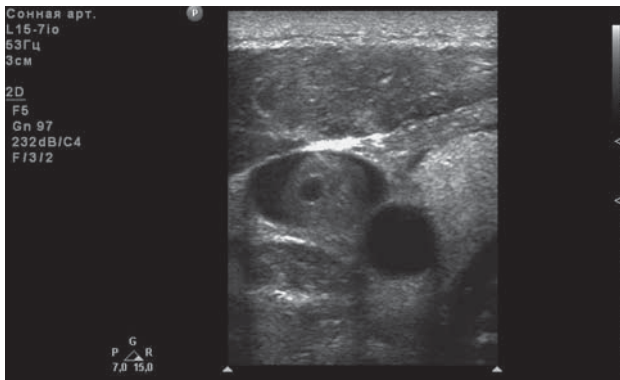


Рис. 5. Эхограмма внутренней яремной вены сразу после удаления ЦВК. Поперечная плоскость сканирования. Визуализируются тромботические массы с анэхогенным каналом в центре, где располагался ЦВК.

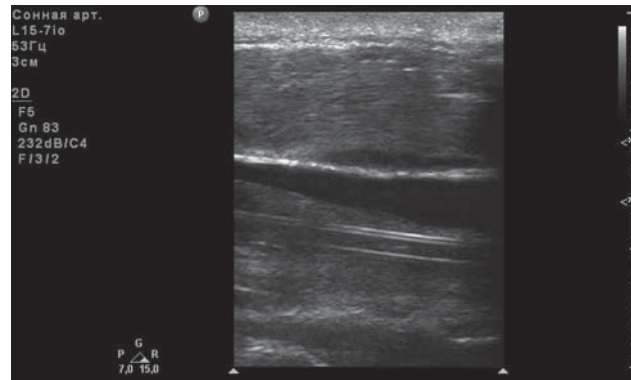


Рис. 6. Эхограмма внутренней яремной вены. Продольная плоскость сканирования. У задней стенки вены визуализируется ЦВК в окружении эхогенного тромба.

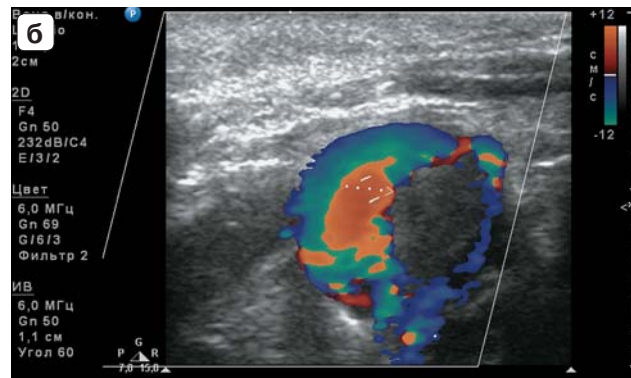
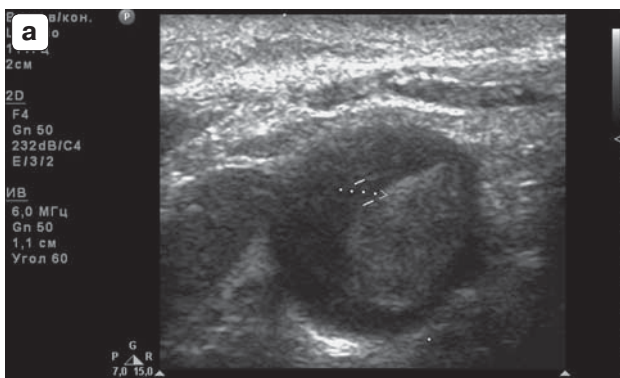


Рис. 7. Эхограммы внутренней яремной вены. Поперечная плоскость сканирования. а – В-режим. б – цветное доплеровское картирование. Флотирующий тромб.

магистральных вен он не проводился. Это касалось и флотирующих тромбозов.

При прогрессировании катетер-ассоциированного тромбоза по данным ультразвукового исследования отмечается тромбообразование вокруг всего ЦВК. Важно, что при этом функция ЦВК, как правило, не нарушена (что отмечалось в 13 из 17 (76,5%) случаев) и заподозрить клинически столь выраженные явления катетер-ассоциированного тромбоза невозможно (рис. 5, 6).

При флотирующем тромбе в поперечной плоскости сканирования обнаруживается эхогенный участок тромботических масс, не соприкасающийся с сосудистой стенкой. При цветовом доплеровском картировании регистрируется кровоток между тромбом и стенкой вены (рис. 7). Флотирующие тромбы были обнаружены нами в 3 случаях во внутренней яремной вене и в 2 случаях в наружной подвздошной вене.

Обтурирующий тромбоз мы наблюдали в 6 случаях среди всех пациентов с тромботическими осложнениями. Из них 4 наблюдения во внутренней яремной вене, 1 – в подключичной вене, 1 – в бедренной вене. При обтурирующем тромбозе во всех случаях просвет сосуда полностью заполнен эхогенным образованием, кровоток по сосуду не выявляется, сосуд не сжимается при компрессионном тесте. (После развития у одного из больных ТЭЛА у других пациентов с характерной картиной обтурирующего тромбоза во время ультразвукового исследования этот тест не проводился.) Какие-либо клинические проявления при наличии обтурирующего тромба во внутренней яремной вене (рис. 8, 9) отсутствовали, но при этом мы наблюдали на противоположной стороне компенсаторное увеличение диаметра вены (рис. 10). При обтурирующем тромбе подключичной вены наблюдались

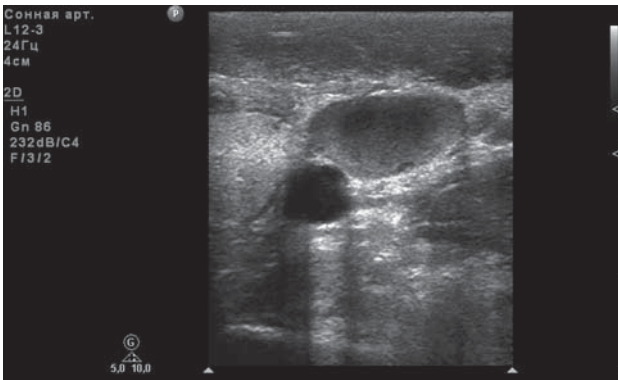


Рис. 8. Эхограмма внутренней яремной вены. В поперечной плоскости сканирования в В-режиме выявляется эхогенное образование, заполняющее весь просвет вены. Обтурирующий тромб.



Рис. 9. Эхограмма внутренней яремной вены. В поперечной плоскости сканирования в режиме цветового доплеровского картирования кровотока в вене не определяется. Обтурирующий тромб.

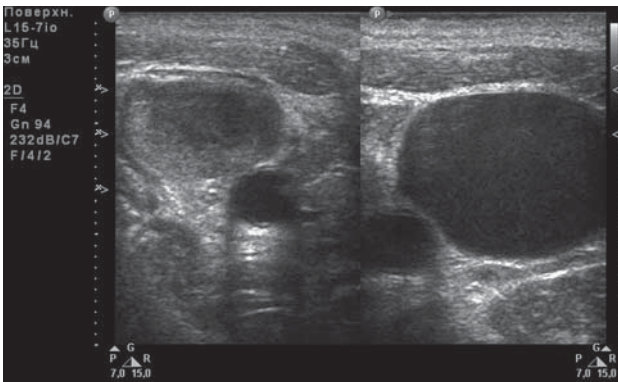


Рис. 10. Эхограммы внутренней яремной вены. Обтурирующий тромб слева, компенсаторная дилатация справа.

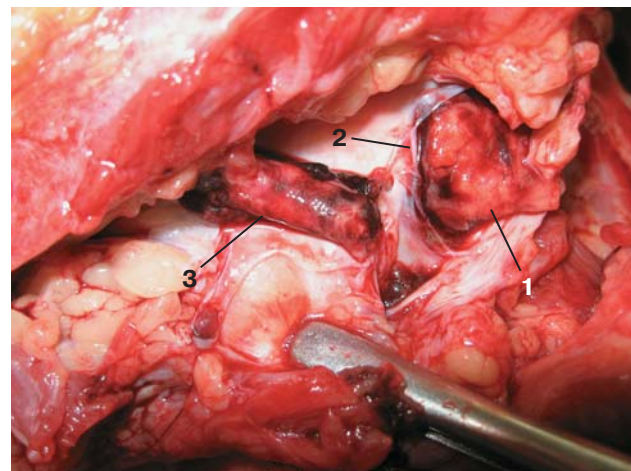


Рис. 11. Обтурирующий тромбоз внутренней яремной вены. Массивный обтурирующий тромб в области клапанного аппарата внутренней яремной вены (1). 2 – створка венозного клапана во внутренней яремной вене. 3 – тромб в подключичной вене.

пастозность и расширение коллатеральной венозной сети в области плечевого сустава пациента. А при обтурирующем тромбе бедренной вены отмечались увеличение в объеме соответствующей конечности и пастозность в области голени.

У 2 из включенных в исследование пациентов тромбоз осложнился ТЭЛА. В одном случае был произведен успешный тромболизис, в другом наступил летальный исход. ТЭЛА имела ярко выраженную клиническую симптоматику, в одном случае была подтверждена при компьютерной томографии, в другом – при патоморфологическом исследовании. Следует отметить, что в последнем случае ЦВК не находился в пораженной внутренней яремной вене, он был установлен в одноименную подключичную вену (рис. 11). У обоих больных до реализации ТЭЛА регистрировался односторонний

обтурирующий тромбоз внутренней яремной вены. При этом у одного пациента отмечался также тромбоз подключичной вены, в которой длительно находился ЦВК; у другого пациента регистрировался множественный тромбоз: бедренной и наружной подвздошной вены с признаками флотации, а также пристеночный тромбоз внутренней яремной вены на другой стороне.

Несмотря на достижения современной гемостазиологии, до сих пор остаются неизвестны некоторые механизмы тромбообразования. Именно это объясняет тот значительный процент (23,6%) тромбозов

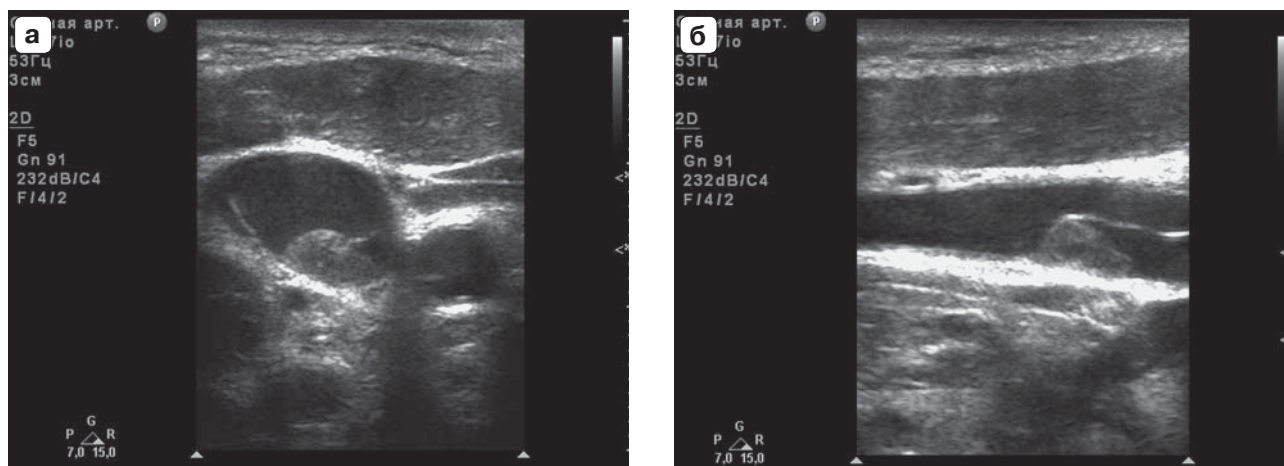


Рис. 12. Эхограммы внутренней яремной вены в поперечной (а) и продольной (б) плоскостях сканирования. Тромб под задней створкой венозного клапана вены.

магистральных вен у тяжелых больных с травмой или острой хирургической патологией на фоне синдрома системной воспалительной реакции, который встречается, несмотря на проводимую гепаринопрофилактику и поддержание реологических свойств крови. По данным А. Hanslik et al. [14], тромбоз глубоких вен был выявлен с помощью венографии или ультразвукового исследования у 25 из 90 (28%) детей. Кроме того, слой фибрина вокруг катетера был выявлен еще у 37 из 90 (41%) детей [14]. И хотя большинство тромбозов связано с таким фактором риска их развития, как длительная катетеризация магистральной вены и септическое состояние больного, неожиданно большим в нашем исследовании оказался процент выявленных тромбозов вен, интактных по отношению к месту введения ЦВК (32,5%).

Так, пока не находит точного объяснения факт развития тромбоза в близлежащей некатетеризированной интактной внутренней яремной вене (или подключичной вене), в то время как в катетеризированной подключичной вене (или внутренней яремной вене) явления тромбоза отсутствуют или минимально выражены. В то же время совершенно очевидным становится механизм развития катетер-ассоциированного тромбоза. В местах нахождения ЦВК, между ЦВК и той сосудистой стенкой, к которой он прилежит, появляется участок повреждения сосудистой эндотелия. Тромбоз развивается по типу муфты вокруг ЦВК. По всей видимости, наличие и степень

выраженности клапанного аппарата в катетеризируемой вене являются факторами риска, так как при длительном и постоянном контакте клапана с инородным телом (ЦВК) также происходит повреждение эндотелия створки клапана, а наличие турбулентных потоков крови в области клапанного аппарата делает это место наиболее уязвимым по развитию тромбоза (рис. 12).

Встречаемость катетер-ассоциированных тромбозов, в том числе с асимптомным течением, в отделениях реанимации и интенсивной терапии, к сожалению, является не таким уж редким событием. А осложнения в виде ТЭЛА могут существенно повлиять на исход течения заболевания.

ВЫВОДЫ

1) У тяжелых больных в критических состояниях даже при гепаринопрофилактике сохраняется высокий риск возникновения тромбозов магистральных вен (у 17 из 72 (23,6%) обследованных пациентов в нашем исследовании были выявлены тромбозы различной локализации и различной степени окклюзии сосудистого русла).

2) Отсутствие клинических проявлений венозного тромбоза у большинства пациентов (15 из 17 (88,2%)), грозные осложнения вплоть до появления ТЭЛА (у 2 (11,8%) из 17 пациентов) обуславливают необходимость проведения ультразвукового мониторинга проходимости магистральных вен в отделении детской реанимации и интенсивной терапии.

НОВИНКИ издательства ВИДАР



ДЕТСКАЯ ультразвуковая диагностика

Том **3**
Неврология.
Сосуды головы и шеи
Под ред. М.И. Пыкова

Третий том учебника посвящен одной из самых востребованных тем в детской ультразвуковой диагностике – исследованию центральной нервной системы. В настоящее время невозможно себе представить грамотное ведение ребенка в раннем возрасте без скрининговой нейросонографии, а при неврологической патологии нейросонография используется как основной метод лучевой диагностики. В учебнике подробно представлены различные методики ультразвуковой нейровизуализации, нормальная эхоанатомия, эхографические признаки практически всех патологических изменений ЦНС, которые могут встретиться у маленького пациента. Впервые освещаются вопросы оценки сосудов головы и шеи у детей различных возрастных групп. Учебник предназначен для врачей ультразвуковой диагностики, неонатологов, детских неврологов, нейрохирургов, педиатров.

- Глава 1.** Методика ультразвукового исследования головного мозга у детей раннего возраста
- Глава 2.** Ультразвуковые характеристики структур головного мозга
- Глава 3.** Ультразвуковое доплеровское исследование мозгового кровотока у детей раннего возраста
- Глава 4.** Внутричерепные кровоизлияния
- Глава 5.** Ишемические поражения головного мозга
Перивентрикулярная лейкомаляция
Субкортикальная лейкомаляция
Парасагиттальный ишемический некроз
Ишемические поражения зрительных бугров
- Глава 6.** Воспалительные заболевания головного мозга. Внутриутробная инфекция
- Глава 7.** Врожденные пороки развития головного мозга. Аномалия Арнольда-Киари
- Глава 8.** Гидроцефалия
- Глава 9.** Допплерографическое исследование мозгового кровотока у детей старшего возраста
- Глава 10.** Ультразвуковое исследование спинного мозга

WWW.VIDAR.RU

3) Роль выявленного с помощью ультразвукового исследования эффекта спонтанного эхоконтрастирования в зонах наибольшего риска, на основании которого были внесены соответствующие изменения в антикоагулянтную терапию, требует дальнейшего изучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лелюк В.Г., Лелюк С.Э. Ультразвуковая ангиология. М.: Реальное время, 2007. 416 с.
2. Ма О.Дж., Матизер Дж.Р., Блэйвес М. Ультразвуковое исследование в неотложной медицине. Изд. 2-е. М.: Бином, 2013. 560 с.
3. Сутингко А.Н., Нельсон Б., Нобль В.Е. УЗИ при неотложных и критических состояниях. М.: Медицинская литература, 2009. 227 с.
4. Лекманов А.У. Протокол катетеризации вен у детей. М., 2008. 20 с.
5. Серегина Е.А., Викторова Е.А., Пашко Ю.В. и др. Катетер-ассоциированный тромбоз и коагулологические тесты у детей до года // Материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции “Аналитическая надежность и диагностическая значимость”. М., 2013. С. 56.
6. Andrew M., Marzinotto V., Pencharz P. et al. A cross-sectional study of catheter-related thrombosis in children receiving total parenteral nutrition at home // J. Pediatr. 1995. V. 126. No. 3. P. 358–363.
7. Balestreri L., De Cicco M., Matovic M. et al. Central venous catheter-related thrombosis in clinically asymptomatic oncologic patients: a phlebographic study // Eur. J. Radiol. 1995. V. 20. No. 2. P. 108–111.
8. Marinella M.A., Kathula S.K., Markert R.J. Spectrum of upper-extremity deep venous thrombosis in a community teaching hospital // Heart Lung. 2000. V. 29. No. 2. P. 113–117.
9. Timsit J.F., Farkas J.C., Boyer J.M. et al. Central vein catheter-related thrombosis in intensive care patients: incidence, risks factors, and relationship with catheter-related sepsis // Chest. 1998. V. 114. No. 1. P. 207–213.
10. Hamilton H., Bodenham A.R. Central Venous Catheters. NY: John Wiley & Sons, 2009. 249 p.
11. Faustino E.V., Spinella P.C., Li S. et al. Incidence and acute complications of asymptomatic central venous catheter-related deep venous thrombosis in critically ill children // J. Pediatr. 2013. V. 162. No. 2. P. 387–391.
12. Schroeder A.R., Axelrod D.M., Silverman N.H. et al. A continuous heparin infusion does not prevent catheter-related thrombosis in infants after cardiac surgery // Pediatr. Crit. Care Med. 2010. V. 11. No. 4. P. 489–495.
13. Гольдина И.М., Трофимова Е.Ю., Кунгурцев Е.В., Михайлов И.П. Функциональные пробы в определении длины флотирующего тромба в подвздошно-бедренном сегменте при ультразвуковом исследовании // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2014. № 1. С. 63–72.

14. Hanslik A., Thom K., Haumer M. et al. Incidence and diagnosis of thrombosis in children with short-term central venous lines of the upper venous system // *Pediatrics*. 2008. V. 122. No. 6. P. 1284–1291.
15. Wiegering V., Schmid S., Andres O. et al. Thrombosis as a complication of central venous access in pediatric patients with malignancies: a 5-year single-center experience // *BMC Hematol*. 2014. V. 14. No. 1. P. 18.

Ultrasound in Central Venous Catheter-Related Thrombosis Diagnosis among Children at Intensive Care Unit

M.V. Bykov^{1,2}, K.S. Madorskii¹, V.G. Bagaev¹, V.G. Amcheslavskii¹, V.V. Lazarev²

¹ Children's Clinical and Research Institute of Emergency Surgery and Trauma, Moscow

² Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow

M.V. Bykov – M.D., Ph.D., Researcher, Department of Anesthesia and Intensive Care, Children's Clinical and Research Institute of Emergency Surgery and Trauma; Associate Professor, Division of Pediatric Anesthesia and Intensive Care, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow. K.S. Madorskii – M.D., Ultrasound and Functional Diagnostics Department, Children's Clinical and Research Institute of Emergency Surgery and Trauma, Moscow. V.G. Bagaev – M.D., Ph.D., Senior Researcher, Department of Anesthesia and Intensive Care, Children's Clinical and Research Institute of Emergency Surgery and Trauma, Moscow. V.G. Amcheslavskii – M.D., Ph.D., Professor, Head of Department of Anesthesia and Intensive Care, Children's Clinical and Research Institute of Emergency Surgery and Trauma, Moscow. V.V. Lazarev – M.D., Ph.D., Professor, Director, Division of Pediatric Anesthesia and Intensive Care, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow.

Ultrasound follow-up of central venous patency was provided in 72 most severe patients (with severe combined trauma or acute surgery abdominal pathology). Age of patients varied from 1.5 up to 17 years old. High risk of central venous thrombosis persisted in severe patients in critical life conditions in spite of preventive treatment with heparin. 25 thrombi of different location and degree of occlusion were revealed among 17 from 72 (23.6%) patients. Thrombi were localized in internal jugular (12), femoral (6), external iliac (5), and subclavian (2) veins. They were classified according to degree of occlusion as follows: nonocclusive thrombi – 14 (56.0%), floating – 5 (20.0%), totally occlusive – 6 (24.0%) (4 in internal jugular vein, 1 in subclavian vein, 1 in femoral vein). Ultrasound follow-up of central venous patency is required among children at intensive care unit due to absence of venous thrombosis clinical symptoms among majority of patients (15 (88.2%) among 17 patients) and severe complications including the pulmonary thromboembolism (2 (11.8%) among 17 patients).

Key words: *ultrasound diagnostics, catheter-related thrombosis, pulmonary thromboembolism, and intensive therapy in children.*

Ультразвуковая эластография сдвиговой волной

В.В. Митьков, М.Д. Митькова

ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования”
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва

В статье рассматриваются практические вопросы применения ультразвуковой эластографии сдвиговой волной. Представлены возможности и ограничения точечной и двумерной эластографии сдвиговой волной. Дана характеристика эластометрических параметров, показана связь между ними. Приведено сопоставление результатов магнитно-резонансной и ультразвуковой эластографии сдвиговой волной. Обсуждается эластографическая терминология. Показаны существующие и потенциальные возможности эластографии сдвиговой волной в рамках мультипараметрической ультразвуковой диагностики.

Ключевые слова: мультипараметрическая ультразвуковая диагностика, ультразвуковая эластография сдвиговой волной, точечная эластография сдвиговой волной, модуль Юнга, скорость сдвиговой волны.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из новых направлений развития ультразвуковой диагностики стала эластография сдвиговой волной – методика, позволяющая получить дополнительную информацию об упругих свойствах тканей. Интерес к изучению сдвиговых волн обусловлен прежде всего развитием методов медицинской визуализации. Если патологические изменения в мягких тканях приводят к изменению сдвиговой упругости, визуализа-

ция распределения сдвигового модуля потенциально позволит обнаружить заболевание на ранних этапах развития. Обнаружение неоднородности сдвиговой упругости в мягких тканях может производиться по измерению деформаций внутри тканей под действием квазистатической нагрузки и по измерению локальной скорости сдвиговых волн, возбуждаемых с помощью фокусированного ультразвука [1]. Итак, на сегодняшний день в ультразвуковой диагностике используются два вида эластографии: ультразвуковая компрессионная эластография и ультразвуковая эластография сдвиговой волной.

Ультразвуковая и магнитно-резонансная эластография

В настоящее время в практику входит магнитно-резонансная эластография сдвиговой волной, которая применяется в различных областях медицинской визуализации [2–4]. Безусловно, сопоставление данных ультразвуковой и магнитно-резонансной эластографии представляет не только научный, но и практический интерес. По данным J.H. Yoon et al. [3], при исследовании печени получена достоверная корреляция магнитно-резонансных и ультразвуковых показателей жесткости, правда, на фоне достоверно более высоких цифр ультразвуковой эластографии сдвиговой волной (значения модуля Юнга в паренхиме печени у доноров при ультразвуковой эластогра-

В.В. Митьков – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации. М.Д. Митькова – к.м.н., доцент кафедры ультразвуковой диагностики ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия последипломного образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Контактная информация: 127299 г. Москва, ул. Новая Ипатовка, д. 3, Клинический госпиталь ФКУЗ “МСЧ МВД России по г. Москве”, кафедра ультразвуковой диагностики. Митьков Владимир Вячеславович. Тел.: (499) 150-90-61. Факс: (926) 200-75-81. E-mail: vv@mitkov.ru

фии $4,56 \pm 1,44$ кПа, при магнитно-резонансной – $1,78 \pm 0,22$ кПа ($M \pm \sigma$). Но это не мешает обеим методикам демонстрировать высокие показатели информативности в исключении фиброза печени у доноров: для магнитно-резонансной эластографии чувствительность, специфичность и AUC – 100%, 100% и 1,000, для ультразвуковой эластографии – 100%, 90,5% и 0,989.

R.S. Sahebjavaher et al. [5] в своем исследовании привели значения модуля Юнга в периферической зоне неизменной паренхимы предстательной железы при магнитно-резонансной эластографии ($7,5 \pm 1,9$ кПа) ($M \pm \sigma$). Это не совсем корректное сравнение, но если поставить рядом значения модуля Юнга в периферической зоне неизменной паренхимы предстательной железы, полученные при ультразвуковой эластографии сдвиговой волной в нашей работе (медиана – 16,8 кПа, 2,5–97,5-й процентиля – 10,1–26,0 кПа) [6], повторится та же тенденция. Количественные значения ультразвуковой эластографии сдвиговой волной превышают данные магнитно-резонансной эластографии.

Обе методики являются перспективными, в настоящее время идет активное накопление материала. Однако для ультразвуковой эластографии сдвиговой волной уже определены практические рекомендации, изложенные во второй части общего итогового документа, принятого Европейской федерацией ассоциаций ультразвука в медицине и биологии (*EFSUMB*) [7], членом которой является Российская ассоциация специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (РАСУДМ). В 2015 г. появились также практические рекомендации Всемирной федерации ассоциаций ультразвука в медицине и биологии (*WSUMB*), но пока они касаются только молочных желез [8] и печени [9].

Виды ультразвуковой эластографии сдвиговой волной

В настоящее время при проведении ультразвукового исследования различных органов и систем наряду с серошкальным изображением анатомических структур мы получаем качественную и количественную информацию о макро- и микроваскуляризации (доплерографические методики и ультразвуковые контрастные вещества),

пользуемся трехмерными данными с точным определением объема (трехмерная эхография в режиме реального времени) и оцениваем механические (упругие) свойства тканей (компрессионная эластография, эластография сдвиговой волной), в том числе имея возможность оперировать абсолютными значениями скорости сдвиговой волны или модуля Юнга. Получая разнообразную информацию, мы, по сути, пользуемся мультипараметрическим ультразвуковым исследованием, позволяющим оценить не только структурные, но и функциональные изменения.

Эластография сдвиговой волной – методика, которая позволяет оценивать эластические свойства тканей при проведении обычного ультразвукового исследования путем измерения значений скорости сдвиговой волны (м/с) или модуля Юнга (кПа) в интересующих нас органах и тканях. Эластография сдвиговой волной характеризуется рядом преимуществ, среди которых меньшая операторзависимость, хорошая воспроизводимость и количественное представление искомого параметра – жесткости или эластичности. В настоящее время в общей ультразвуковой практике мы используем точечную эластографию сдвиговой волной и двумерную эластографию сдвиговой волной.

Точечная эластография сдвиговой волной (*point shear wave elastography*) позволяет оценивать скорость сдвиговой волны в зоне интереса, которую под контролем серошкальной эхографии мы можем установить в интересующий нас участок органа, ткани или образования (рис. 1). На экране отображаются среднее значение скорости сдвиговой волны (м/с) и глубина расположения зоны интереса. При невозможности выполнения измерений на экране в поле значений скорости высвечиваются символы “X.XX m/s” (рис. 2). M. Bai et al. [10] при исследовании объемных образований молочных желез использовали следующий подход: если в объемном образовании при трехкратном измерении скорости сдвиговой волны появляется результат “X.XX m/s”, свидетельствующий о техническом ограничении измерения высоких скоростей, он заменяется на значение 9,10 м/с. Это может касаться очень жестких опухолей, где скорость сдвиговой волны выше верхнего

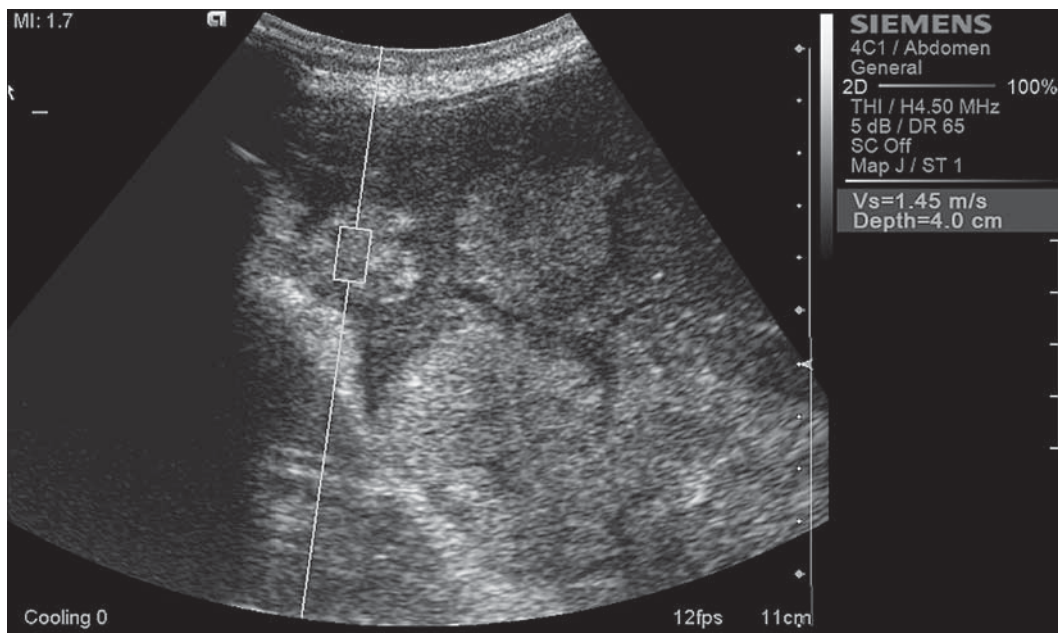


Рис. 1. Метастаз рака сигмовидной кишки в печени. Точечная эластография сдвиговой волной. Любезность Е.А. Вишленковой. Пояснения в тексте.

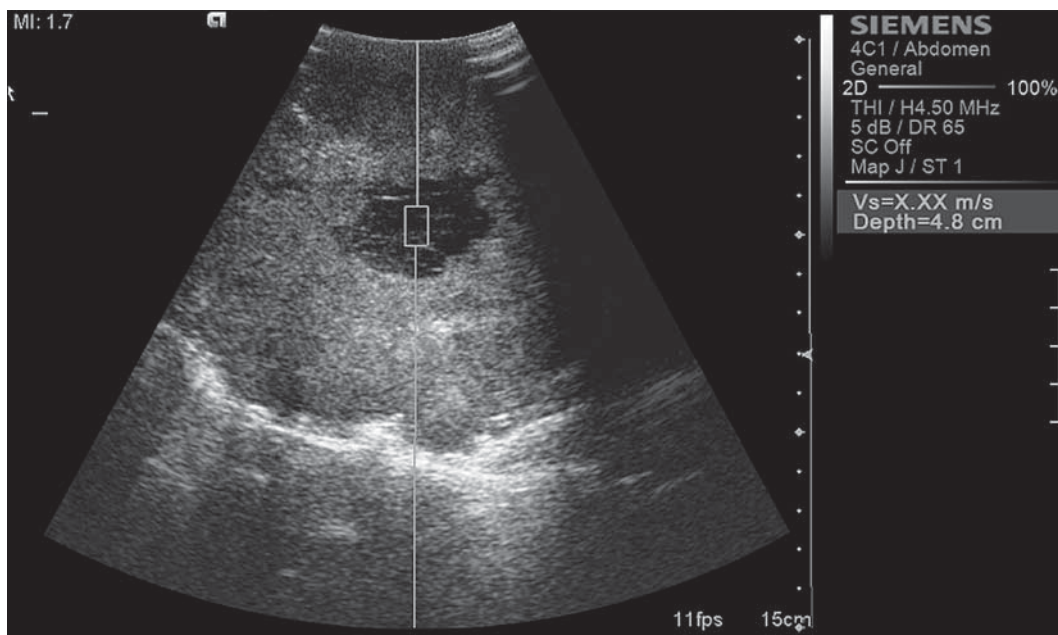


Рис. 2. Метастаз рака прямой кишки в печени. Точечная эластография сдвиговой волной. Любезность Е.А. Вишленковой. Пояснения в тексте.

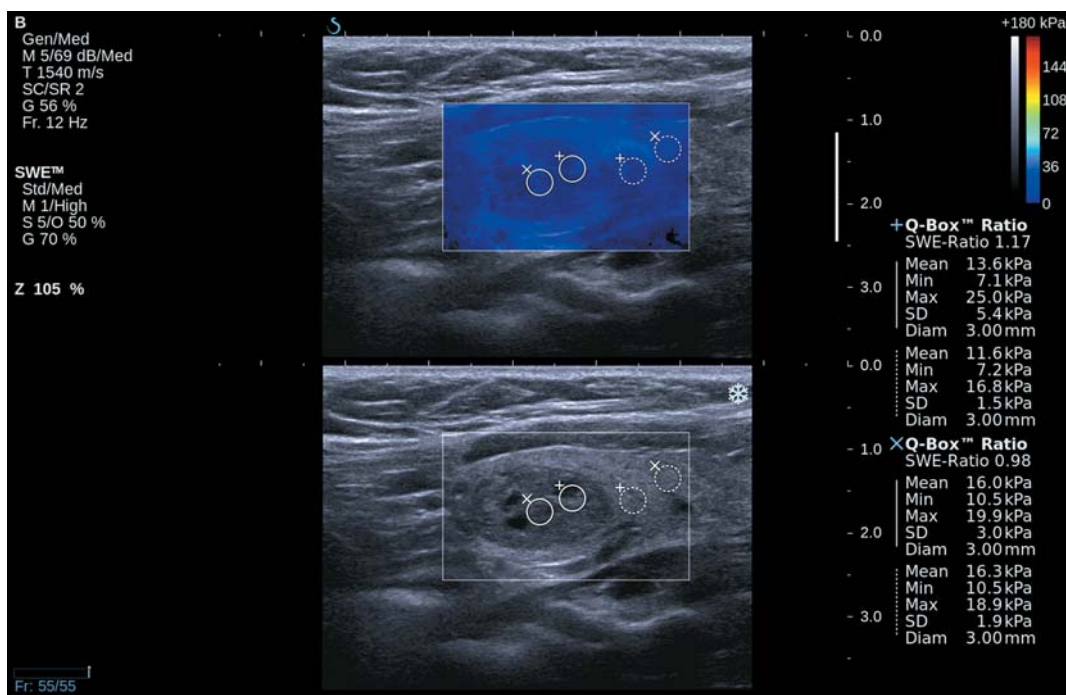


Рис. 3. Коллоидный узел щитовидной железы. Двумерная эластография сдвиговой волной. Пояснения в тексте.

порога измерения, например, скirrosный рак молочной железы [11]. Однако результат “X.XX m/s” может появиться и в кистах, и в кистозном компоненте опухолей, в которых сдвиговые волны не возникают (жидкость не сжимается). В ряде случаев в неоднородном содержимом кист и кистозного компонента опухолей при воздействии фокусированного акустического импульса сдвиговые волны возникают, что позволяет измерить их скорость [12, 13].

В зависимости от компании-производителя точечная эластография сдвиговой волной также называется *ARFI*-эластографией (Siemens, Германия) или *ElastPQ* (Philips, Нидерланды). Интересно, что при сопоставлении результатов, полученных на приборах данных производителей на одних и тех же больных, имеются достоверные различия [14]. Цифровые значения, полученные при *ARFI*-эластографии, достоверно выше, чем при *ElastPQ* (например, при оценке жесткости печени здоровых добровольцев скорость сдвиговой волны $1,12 \pm 0,15$ и $1,08 \pm 0,12$ м/с ($M \pm \sigma$) соответственно ($P = 0,003$)). Однако это не помешало в обоих случаях продемонстрировать высокие показатели информативности в дифференциации здоровых пациентов и больных

с хроническими заболеваниями печени (хронический гепатит, цирроз печени) при нескольких различных пороговых значениях. Для *ARFI*-эластографии признак “скорость сдвиговой волны $>1,40$ м/с” характеризовался чувствительностью 59,7%, специфичностью 99,0%, предсказательной ценностью положительного теста 97,5%, предсказательной ценностью отрицательного теста 78,4% и *AUC* 0,822; для *ElastPQ* признак “скорость сдвиговой волны $>1,23$ м/с” – 74,6%, 89,9%, 83,3%, 83,9% и 0,851 соответственно.

При двумерной эластографии сдвиговой волной мы получаем информацию в районе интереса (цветовом окне), где разными цветами картируются участки с разными значениями скорости сдвиговой волны (или разными значениями модуля Юнга). Цвет в районе интереса определяют именно цифровые значения указанных параметров. На рис. 3 отображена эластографическая картина образования щитовидной железы. Обратите внимание, что цвет, соответствующий образованию, можно соотнести со шкалой модуля Юнга, отображенной в правой верхней части экрана. Кроме того, мы можем соотнести цвета, соответствующие образованию и неизменной паренхиме

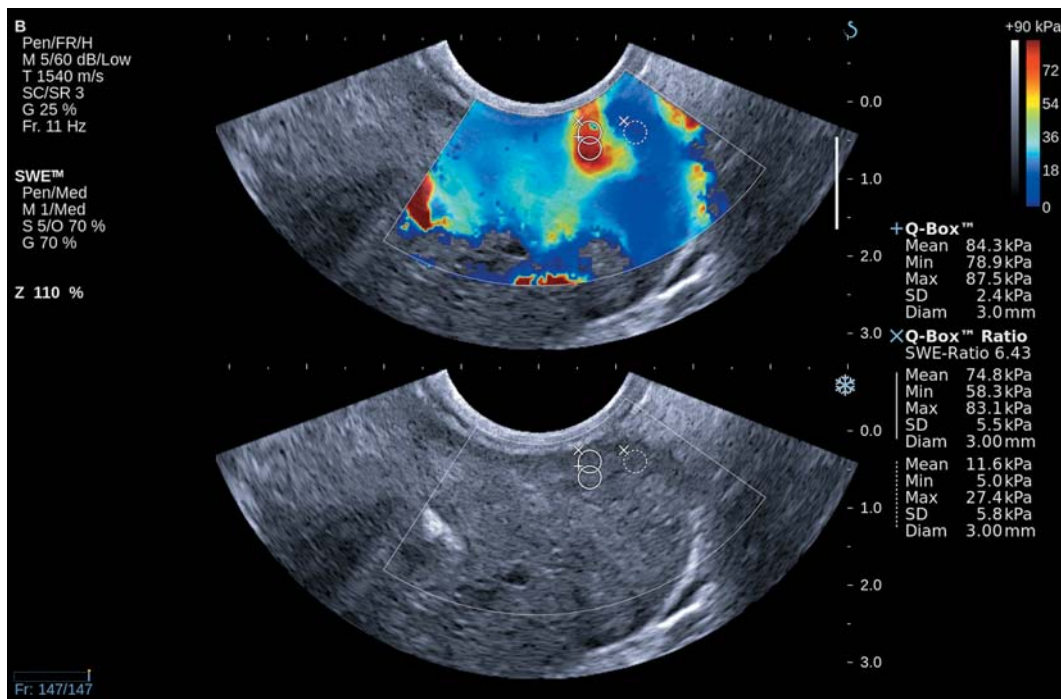


Рис. 4. Рак предстательной железы. Двумерная эластография сдвиговой волной. Пояснения в тексте.

органа вокруг него, то есть образование можно сопоставить по жесткости с рядом расположенной тканью органа. Таким образом, мы можем определить участки повышенной жесткости и поставить зону интереса (Q-Box) (которая отображает подробную цифровую информацию в выбранном участке) прямо на них (рис. 4). Для сравнения зону интереса (Q-Box) можно поставить на неизмененную ткань органа (неизмененную, по крайней мере, при серошкальной эхографии). Все это под серошкальной навигацией. Предварительно можно получить и доплерографическую характеристику образования или ткани, что тоже может быть интересно.

Для каждой зоны интереса (Q-Box) представлены следующие статистические характеристики (правая сторона экрана, под цветовой шкалой) (см. рис. 3, 4): среднее значение модуля Юнга (E_{mean} , кПа), максимальное значение модуля Юнга (E_{max} , кПа), минимальное значение модуля Юнга (E_{min} , кПа), стандартное отклонение от среднего значения модуля Юнга (SD, кПа), а также диаметр зоны интереса (Q-Box) (мм). Можно выбрать режим, в котором значения модуля Юнга будут представлены только в виде среднего значения (E_{mean} , кПа)

и стандартного отклонения (SD, кПа) (без максимального (E_{max} , кПа) и минимального (E_{min} , кПа) значений). Это несколько обедняет полученную информацию, некоторые исследователи самым значимым параметром считают именно максимальное значение модуля Юнга (E_{max} , кПа) в зоне интереса [15]. Количество и размеры зон интереса (Q-Box) переменны. Кроме этого, можно рассчитать соотношение средних значений модуля Юнга в двух сравниваемых участках (SWE-ratio) (E_{mean_1}/E_{mean_2}) (полуколичественный (относительный) параметр). SWE-ratio – это индекс жесткости или индекс эластичности. Для повышения воспроизводимости исследования важно договориться, что первая зона интереса (Q-Box) должна ставиться на патологический участок (образование в В-режиме (см. рис. 3) и (или) участок повышенной жесткости при цветочисленной эластографии (см. рис. 4)). Использование индекса жесткости (эластичности) не всегда целесообразно. Например, в случаях тотального повышения жесткости по всей оцениваемой зоне (рис. 5).

Возможно представление количественного материала в виде значений скорости сдвиговой волны (м/с) (рис. 6). Обратите

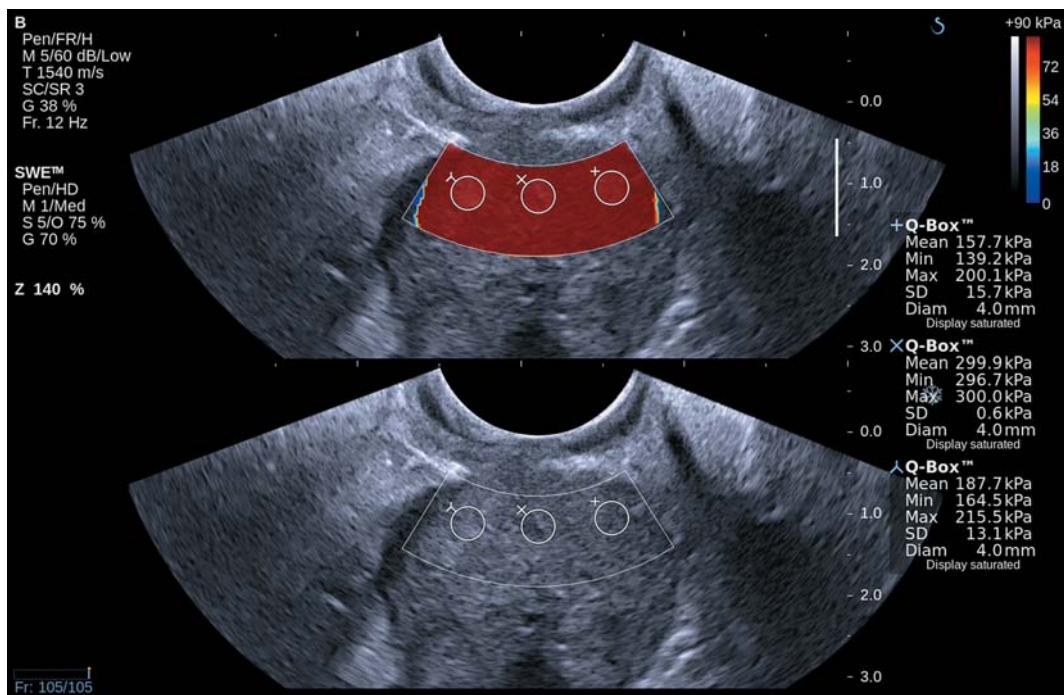


Рис. 5. Рак предстательной железы. Двумерная эластография сдвиговой волной. Пояснения в тексте.

внимание, что при переключении в режим отображения скорости сдвиговой волны формат определения SWE-ratio не изменяется. Этот параметр остается соотношением значений модуля Юнга в двух сравниваемых участках, а не скорости сдвиговой волны. Правда, все зависит от конкретного прибора, и этот факт необходимо уточнять. На рис. 7а представление количественного материала в виде значений модуля Юнга. Для каждой зоны интереса даны среднее значение (Ave., кПа) и стандартное отклонение (SD., кПа). Рассчитано соотношение средних значений модуля Юнга в двух сравниваемых участках (Ratio) (Ave.₁/Ave.₂). На рис. 7б количественные данные представлены в виде значений скорости сдвиговой волны. Если посмотреть на формат определения Ratio, то он меняется. Теперь это соотношение средних значений скорости сдвиговой волны в двух сравниваемых зонах, а не соотношение значений модуля Юнга. По сути они характеризуют одно и то же, но различны в абсолютном значении. Вопрос названия этих соотношений не главный, важнее понимать, что это не одно и то же. На рис. 7в представлена картограмма распространения сдвиговых волн.

Поскольку двумерная эластография сдвиговой волной на сегодняшний день есть не только у компании Supersonic Imagine (Франция), но появилась и у многих других производителей ультразвукового оборудования (в алфавитном порядке: GE HC (США), Siemens (Германия), Toshiba (Япония)), продолжает оставаться актуальной сравнительная оценка получаемых на разных приборах количественных результатов, в том числе и при сравнении с точечной эластографией сдвиговой волной. Единственная работа, которую нам удалось найти, сравнивает данные, полученные при использовании точечной эластографии сдвиговой волной (Siemens, Германия) и двумерной эластографии сдвиговой волной (Supersonic Imagine, Франция) [16]. Несмотря на хорошие сопоставимые результаты, которые демонстрируют обе методики, необходимо отметить серьезный недостаток данной работы: референтным методом выбрана не биопсия печени, а транзиентная эластография.

Вернемся к цветовому картированию. Жесткие (недеформируемые, неэластичные) зоны можно маркировать разными цветами. На рис. 8а наиболее жесткие участки обозначены красным цветом, на рис. 8б – синим цветом. Цветовую кодировку легко поме-

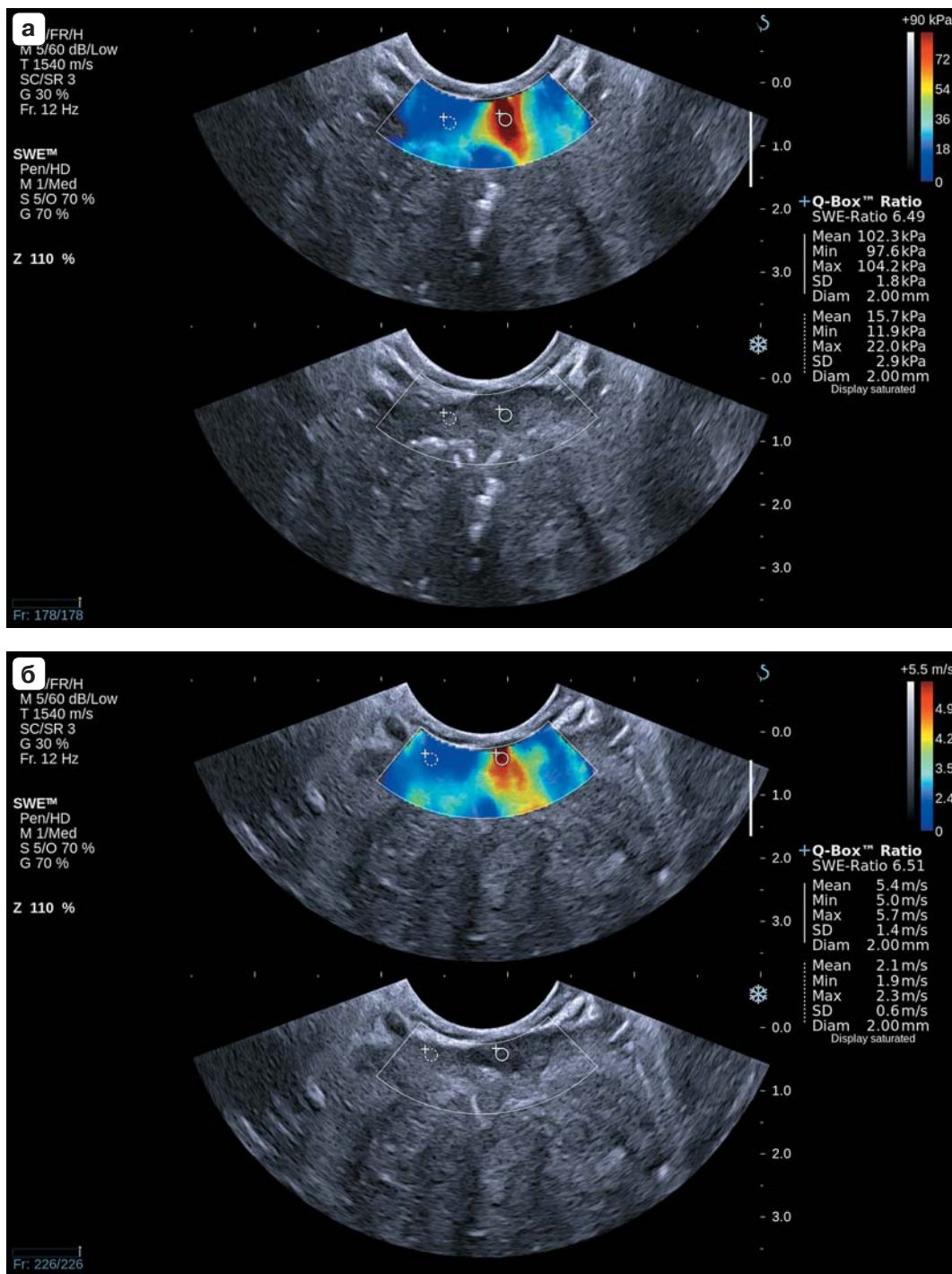


Рис. 6. Рак предстательной железы. Двумерная эластография сдвиговой волной. Эластометрия в режиме отображения модуля Юнга (а) и скорости сдвиговой волны (б).

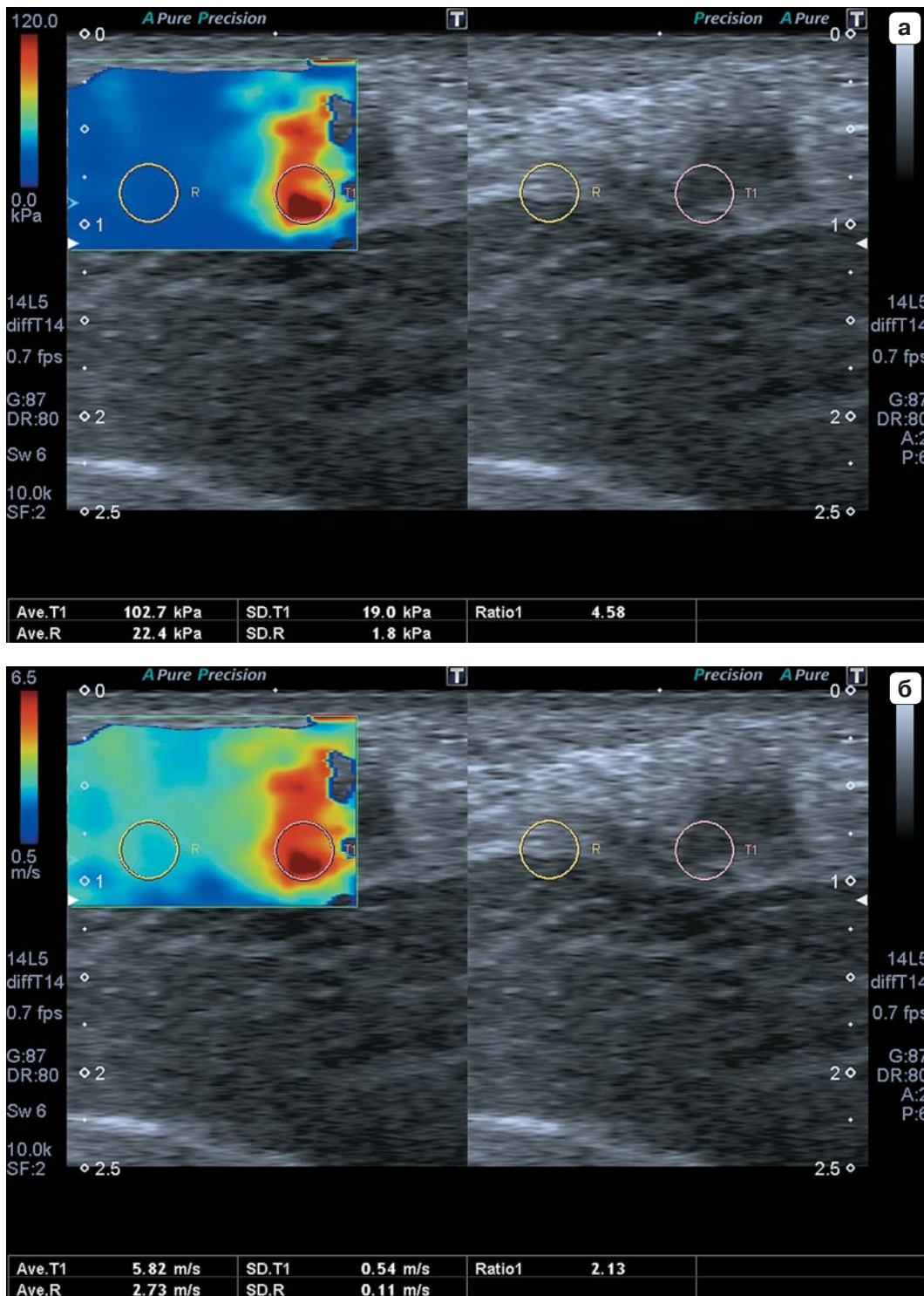


Рис. 7. Рак молочной железы. Двумерная эластография сдвиговой волной. Эластометрия в режиме отображения модуля Юнга (а) и скорости сдвиговой волны (б). в – картирование распространения сдвиговых волн (*propagation*). Любезность Ю.В. Кабина.

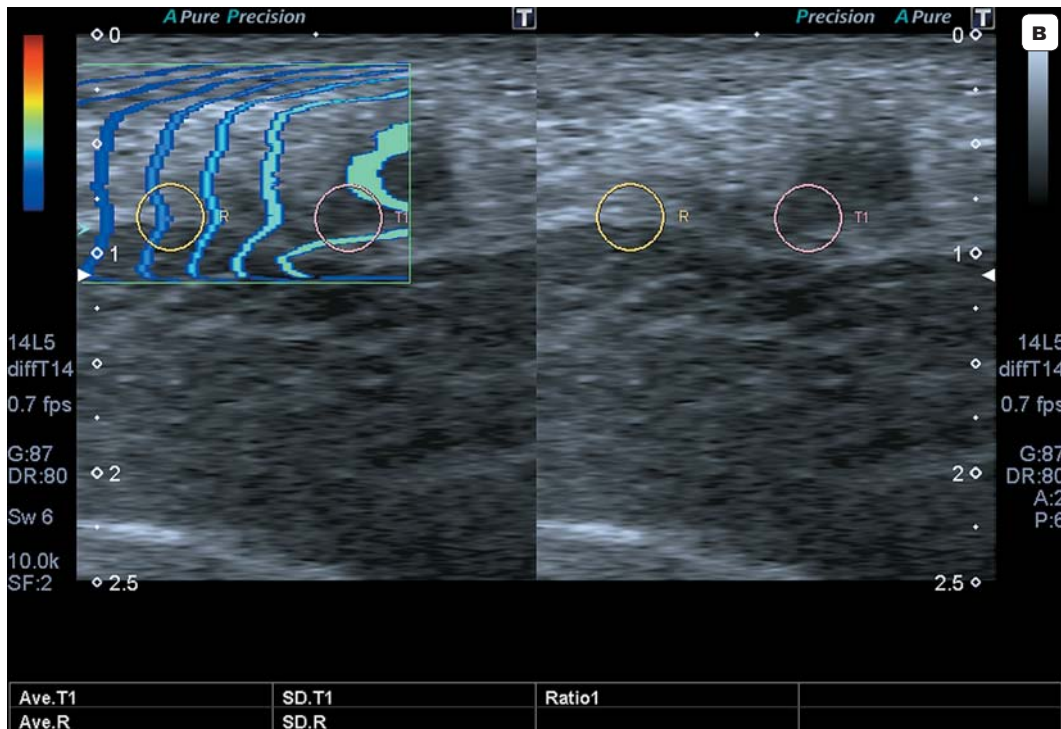


Рис. 7 (окончание).

нять (аналогично смене направления кровотока при цветовом доплеровском картировании). При этом необходимо отойти от цветовой характеристики очагов: оценивают не голубые, синие, зеленые, красные очаги, а жесткие и нежесткие очаги. Тем более “покрасить” очаг в разные цвета возможно регулировкой цветовой шкалы модуля Юнга или скорости сдвиговой волны (рис. 9).

Терминология

В настоящее время в отечественной и зарубежной литературе для описания эластографической картины используется ряд терминов. К ним относятся (в алфавитном порядке) деформируемость, жесткость, ригидность, сжимаемость, упругость, эластичность и др. Пожалуй, самым неудачным термином, употребляемым в этом контексте, является нередко применяемый термин “плотность”. Если вышеперечисленные термины можно обсуждать, говоря о преимуществах и недостатках, то термин “плотность” нужно просто исключить как ошибочный, поскольку плотность ткани является физической величиной, определяемой для однородного вещества его массой в единице объема [17].

Современные ультразвуковые аппараты отображают результаты оценки сдвиговых волн в виде модуля Юнга (E) (кПа) (характеризует свойства материала сопротивляться растяжению или сжатию при упругой деформации) или скорости сдвиговой волны (c_s) (м/с).

Модуль Юнга связан с модулем сдвига (G) (отношение касательного напряжения к сдвиговой деформации) формулой:

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}, \quad (1)$$

где ν – коэффициент Пуассона, который зависит не от размеров образца, а от природы материала.

Скорость сдвиговой волны определяется по формуле:

$$c_s = \sqrt{\frac{G}{\rho}} \quad (2)$$

где ρ – плотность материала.

Таким образом,

$$G = \rho c_s^2 \quad [18] \quad (3)$$

Для мягких тканей ν колеблется от 0,490 до 0,499 [18]. Поэтому, с учетом формулы (1),

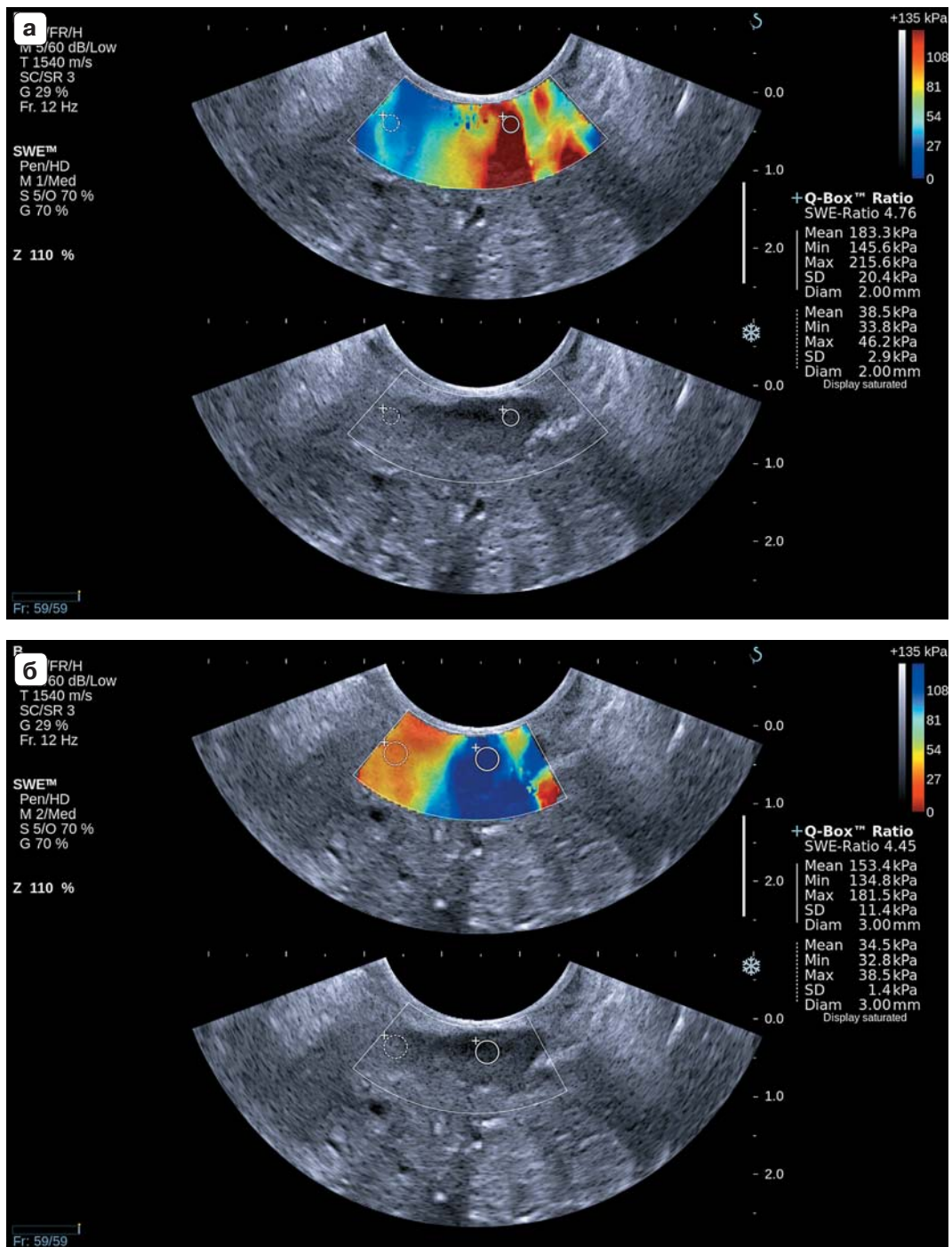


Рис. 8. Рак предстательной железы. Двумерная эластография сдвиговой волной. Различная цветовая кодировка. Жесткие очаги обозначаются красным (а) или синим (б) цветом.

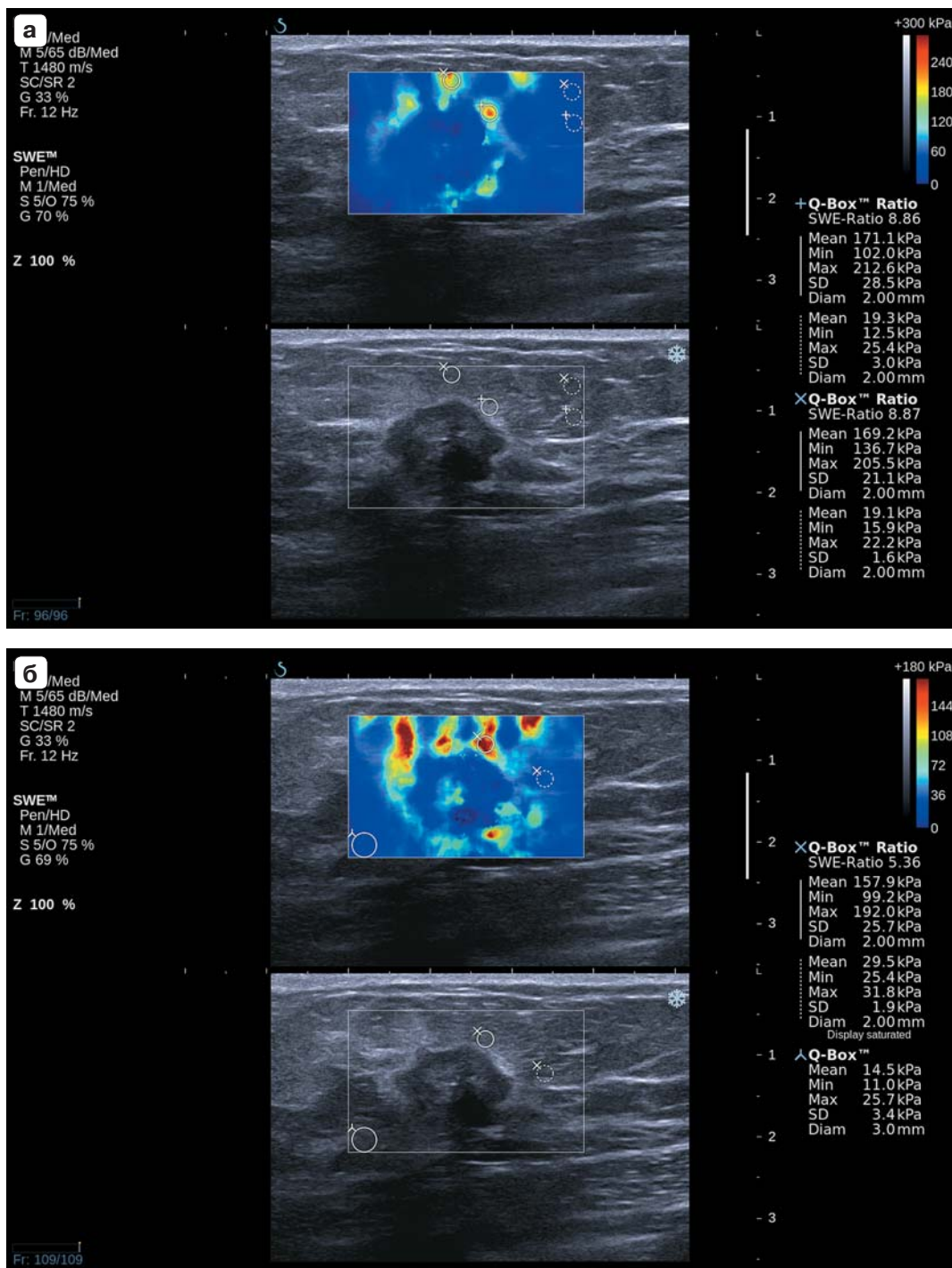


Рис. 9. Рак молочной железы. Двумерная эластография сдвиговой волной. Эластограммы при значениях шкалы жесткости 300 кПа (а) и 180 кПа (б).

$$E \approx 3G \approx 3\rho c_s^2 \quad (4).$$

Проведем вербальную аналогию с другими количественными параметрами. Например, врачи ультразвуковой диагностики, которые измеряют скорость кровотока при импульсноволновой доплерографии и получают большие и меньшие значения, вербализуют это в понятия “быстрый кровоток” и “медленный кровоток”. По аналогии большие и меньшие значения модуля Юнга (или скорости сдвиговой волны) хочется сжать в рамки какого-то четкого термина, который бы коррелировал с получаемыми изменениями. Мы предлагаем термин “жесткость” (большая или меньшая), понимая, что он не может претендовать на роль идеального в используемом контексте. Но при повышении значений модуля Юнга или скорости сдвиговой волны жесткость повышается, при понижении – жесткость уменьшается. Гораздо легче, чем трактовать изменения при использовании той же “эластичности”. При повышении значений модуля Юнга или скорости сдвиговой волны эластичность понижается, а при понижении – повышается.

Терминологические проблемы ультразвуковой диагностики всем известны. У нас есть специальность, название которой зафиксировано во всех законодательных документах Министерства здравоохранения Российской Федерации. Это *ультразвуковая диагностика*. Специалисты, работающие по специальности “ультразвуковая диагностика”, называются *врачами ультразвуковой диагностики*. Но со всех сторон мы слышим то ультрасонография, то сонография, то эхоскопия... Использование кальки с английского неправомерно при зафиксированном названии специальности и метода.

Большой вклад вносят наши коллеги-клиницисты. Приведем пример. Как вы думаете, что такое ГГУСГ? Это гидрогастро-ультрасонография. Можно испугаться. Ультразвуковой эластографии эта проблема тоже коснулась. Например, калька с английского – соноэластография. А теперь несложно предположить, что наряду со сленговыми узистом, узиологом, сонологом, соноскопистом, доплерографистом и эхокардиографистом может появиться соноэластографист. Коллекция чудо-терминов

достаточно большая. Здесь приведены далеко не все.

Отдельно хочется остановиться на встречающихся в эластографической практике терминах “сдвигововолновая эластография” и “импульсноволновая эластография”. Применение этих терминов, вероятнее всего, обусловлено аналогией с импульсноволновой доплерографией. Проведение точечной эластографии сдвиговой волной напоминает импульсноволновую доплерографию. Мы устанавливаем контрольный объем в сосуд, заранее не зная, есть ли увеличение скорости кровотока в месте измерения. Также и с точечной эластографией сдвиговой волной. Мы устанавливаем зону интереса на какой-то участок (неизменная в В-режиме ткань или образование), заранее не зная, есть ли увеличение скорости сдвиговой волны (или модуля Юнга) в месте измерения. Иными словами, заранее не зная, есть ли повышение жесткости в месте измерения. При этом как цветовое доплеровское картирование помогает выбирать место максимальной скорости и проводить измерение с помощью импульсноволновой доплерографии именно в нем, так и двумерная эластография сдвиговой волной демонстрирует участки с максимальной жесткостью, позволяя получать максимальные значения скорости сдвиговой волны (или модуля Юнга) в образовании или ткани. Наиболее целесообразно остановиться на принятом Рекомендациями *EFSUMB* в 2013 г. термине “точечная эластография сдвиговой волной” (*point shear wave elastography*). Еще один термин, который встречается в литературе применительно к данному виду исследования, – слепая эластография сдвиговой волной. Называть точечную эластографию сдвиговой волной (не транзиентную эластометрию, а *ARFI*-эластографию или *ElastPQ*) слепой методикой неправомерно, так как измерения проводятся под серошкальной навигацией.

С помощью эластографии сдвиговой волной мы получаем количественную информацию в виде цифровых значений модуля Юнга (абсолютная величина), скорости сдвиговой волны (абсолютная величина), соотношения значений модуля Юнга в двух сравниваемых зонах (относительная вели-

чина) и соотношения значений скорости сдвиговой волны в двух сравниваемых зонах (относительная величина). При проведении компрессионной эластографии мы можем получить только относительные показатели. Но в том и другом случаях используется термин “количественная эластография”. Однако в литературе термин “эластометрия” по аналогии с термином “доплерометрия” обозначает в первую очередь процесс получения абсолютных показателей (значений модуля Юнга и скорости сдвиговой волны), а во вторую – относительных, поэтому может употребляться только по отношению к эластографии сдвиговой волной.

Итак, терминологический раздел мы заканчиваем тем, что *ультразвуковой эластографией сдвиговой волной (точечной эластографией сдвиговой волной или двумерной (трехмерной) эластографией сдвиговой волной)*, входящей в раздел “*ультразвуковая диагностика*”, занимаются *врачи ультразвуковой диагностики*.

Модуль Юнга и скорость сдвиговой волны

Значения скорости сдвиговой волны можно переводить в значения модуля Юнга, применяя известную формулу:

$$E \approx 3\rho c_s^2 \text{ (Па)},$$

где E – модуль Юнга (Па), ρ – плотность ткани ($\approx 1000 \text{ кг/м}^3$), c_s – скорость сдвиговой волны (м/с).

С учетом того что мы используем единицу измерения кПа (1000 Па), формула приобретает вид:

$$E \approx 3c_s^2 \text{ (кПа)}.$$

При сравнении соотношения значений модуля Юнга в двух интересующих зонах (E_1/E_2) (SWE-ratio, индекс жесткости (эластичности)) и соотношения значений скорости сдвиговой волны в двух интересующих зонах (c_{s1}/c_{s2}) нужно учитывать, что эти индексы связаны друг с другом следующим образом:

$$E_1/E_2 = (c_{s1}/c_{s2})^2$$

или

$$c_{s1}/c_{s2} = \sqrt{E_1/E_2}.$$

При интерпретации этих параметров необходимо уточнить, какое именно соотно-

шение выдает тот или иной ультразвуковой сканер на экране (см. рис. 6, 7). На рис. 7 представлены примеры различного отображения количественной информации. На рис. 7а даны значения модуля Юнга, соотношение средних значений модуля Юнга в двух сравниваемых участках равно 4,58. На рис. 7б тот же пример, но даны значения скорости сдвиговой волны, соотношение средних значений скорости сдвиговой волны в двух сравниваемых участках равно 2,13, то есть квадратному корню из 4,58. На рис. 6 при любом представлении количественной информации (модуль Юнга (рис. 6а) или скорость сдвиговой волны (рис. 6б)) формат соотношения сохраняется. Это соотношение средних значений модуля Юнга в двух сравниваемых участках.

Области применения

На сегодняшний день ультразвуковая эластография сдвиговой волной (собственно, как и компрессионная эластография) широко используется в клинической практике, о чем свидетельствуют общие рекомендации *EFSUMB* 2013 г. по клиническому применению ультразвуковой эластографии (часть 2) [7]. Если посмотреть на рекомендации *WFUMB* 2015 г. по клиническому применению ультразвуковой эластографии, то они носят частный характер. Так, часть 2 [8] посвящена молочным железам, а часть 3 [9] (последняя на настоящий момент) – печени. (Напоминаем, что часть 1 и по версии *EFSUMB* 2013 г., и по версии *WFUMB* 2015 г. содержит описание базовых эластографических принципов [19, 20].)

В отечественной практике ультразвуковая эластография сдвиговой волной применяется в диагностике диффузных и очаговых заболеваний печени [13, 21], опухолей молочных желез [22], рака предстательной железы [6], объемных образований щитовидной железы [23], в гинекологии [24], травматологии [25], педиатрии [26].

Неослабевающий интерес к этой ультразвуковой методике демонстрируют многочисленные публикации (в том числе систематические обзоры с метаанализом [27–29]), число которых постоянно растет. Из наиболее интересных последних работ интраоперационная оценка жесткости головного мозга у пациентов с различными видами опухолей. В исследовании D. Chauvet et al.

[30], в которое вошли 63 пациента с менигиомами, глиомами низкой степени злокачественности, глиомами высокой степени злокачественности и метастазами, было показано достоверное различие жесткости опухолей и нормальной ткани.

В исследовании А. Athanasiou et al. [31] представлены предварительные результаты трехмерной эластографии сдвиговой волной в оценке объема образований и эффективности химиотерапии у пациенток с опухолями молочных желез.

В работе J.J. Zhang et al. [32] демонстрируются потенциальные возможности ультразвуковой эластографии сдвиговой волной в оценке жесткости кавернозных тел полового члена. Описаны обратная корреляция значений модуля Юнга с возрастом и прямая корреляция – с уровнем тестостерона.

Конечно, в данном разделе приведены далеко не все существующие и потенциальные возможности эластографии сдвиговой волной. Такая цель не преследовалась. Но уже понятно, что мы имеем в руках еще один великолепный инструмент характеристики тканей, истинное место которого еще предстоит выяснить. То есть происходит то же самое, что десятилетия назад происходило с доплерографией, без которой невозможно себе представить современной ультразвуковой диагностики. На настоящий момент с определенностью можно сказать, что мультипараметрическое ультразвуковое исследование, которое мы до недавнего времени называли комплексным, пополнилось еще одной методикой – эластографией сдвиговой волной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев В.Г., Крит Т.Б., Сапожников О.А. Стоячие сдвиговые волны в слоистых резиноподобных средах // Акустический журнал. 2010. Т. 56. № 5. С. 779–586.
2. Arani A., Da Rosa M., Ramsay E. et al. Incorporating endorectal MR elastography into multi-parametric MRI for prostate cancer imaging: Initial feasibility in volunteers // J. Magn. Reson. Imaging. 2013. V. 38. No. 5. P. 1251–1260.
3. Yoon J.H., Lee J.M., Woo H.S. et al. Staging of hepatic fibrosis: comparison of magnetic resonance elastography and shear wave elastography in the same individuals // Korean J. Radiol. 2013. V. 14. No. 2. P. 202–212.
4. Dyvorne H.A., Jajamovich G.H., Besa C. et al. Simultaneous measurement of hepatic and splenic stiffness using MR elastography: preliminary experience // Abdom. Imaging. 2015. V. 40. No. 4. P. 803–809.
5. Sahebjavaher R.S., Nir G., Honarvar M. et al. MR elastography of prostate cancer: quantitative comparison with histopathology and repeatability of methods // NMR Biomed. 2015. V. 28. No. 1. P. 124–139.
6. Митьков В.В., Васильева А.К., Митькова М.Д. Механические (упругие) свойства предстательной железы при эластографии сдвиговой волны // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2012. № 6. С. 16–25.
7. Cosgrove D., Piscaglia F., Bamber J. et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 2: Clinical applications // Ultraschall Med. 2013. V. 34. No. 3. P. 238–253.
8. Barr R.G., Nakashima K., Amy D. et al. WFUMB Guidelines and Recommendations for Clinical Use of Ultrasound Elastography: Part 2: Breast // Ultrasound Med. Biol. 2015. V. 41. No. 5. P. 1148–1160.
9. Ferraioli G., Filice C., Castera L. et al. WFUMB Guidelines and Recommendations for Clinical Use of Ultrasound Elastography: Part 3: Liver // Ultrasound Med. Biol. 2015. V. 41. No. 5. P. 1161–1179.
10. Bai M., Du L., Gu J. et al. Virtual touch tissue quantification using acoustic radiation force impulse technology: initial clinical experience with solid breast masses // J. Ultrasound Med. 2012. V. 31. No. 2. P. 289–294.
11. Balleyguier C., Ciolovan L., Ammari S. et al. Breast elastography: the technical process and its applications // Diagn. Interv. Imaging. 2013. V. 94. No. 5. P. 503–513.
12. D’Onofrio M., Crosara S., Canestrini S. et al. Virtual analysis of pancreatic cystic lesion fluid content by ultrasound acoustic radiation force impulse quantification // J. Ultrasound Med. 2013. V. 32. No. 4. P. 647–651.
13. Вишленкова Е.А., Синокова Г.Т., Данзанова Т.Ю. Ультразвуковая эластометрия и эластография у пациентов с метастазами колоректального рака в печени на фоне химиотерапии перед операцией и в удаленном макропрепарате // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2014. № 4. С. 25–39.
14. Sporea I., Bota S., Gradinaru-Tascau O. et al. Comparative study between two point Shear Wave Elastographic techniques: Acoustic Radiation Force Impulse (ARFI) elastography and ElastPQ // Med. Ultrason. 2014. V. 16. No. 4. P. 309–314.
15. Barr R.G., Memo R., Schaub C.R. Shear wave ultrasound elastography of the prostate: initial results // Ultrasound Q. 2012. V. 28. No. 1. P. 13–20.
16. Sporea I., Bota S., Jurchis A. et al. Acoustic radiation force impulse and supersonic shear imaging versus transient elastography for liver fibrosis assessment // Ultrasound Med. Biol. 2013. V. 39. No. 11. P. 1933–1941.
17. Плотность // Физический энциклопедический словарь. Режим доступа: // http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/2006/%D0%9F%D0%9B%D0%9E%D0%A2%D0%9D%D0%9E%D0%A1

- %D0%A2%D0%AC, свободный. Загл. с экрана. 20.10.2012.
18. Wells P.N.T., Liang H.D. Medical ultrasound: imaging of soft tissue strain and elasticity // J. R. Soc. Interface. 2011. V. 8. P. 1521–1549.
 19. Bamber J., Cosgrove D., Dietrich C.F. et al. EFSUMB guidelines and recommendations on the clinical use of ultrasound elastography. Part 1: Basic principles and technology // Ultraschall Med. 2013. V. 34. No. 2. P. 169–184.
 20. Shiina T., Nightingale K.R., Palmeri M.L. et al. WFUMB Guidelines and Recommendations for Clinical Use of Ultrasound Elastography: Part 1: Basic Principles and Terminology // Ultrasound Med. Biol. 2015. V. 41. No. 5. P. 1126–1147.
 21. Диомидова В.Н., Петрова О.В. Сравнительный анализ результатов эластографии сдвиговой волной и транзистентной эластографии в диагностике диффузных заболеваний печени // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2013. № 5. С. 17–23.
 22. Митьков В.В., Чубарова К.А., Заболотская Н.В., Митькова М.Д. Возможности эластографии сдвиговой волной в дифференциальной диагностике очаговой формы злокачественных и доброкачественных опухолей молочных желез // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2013. № 6. С. 27–39.
 23. Сенча А.Н., Могутов М.С., Патрунов Ю.Н. и др. Количественные и качественные показатели ультразвуковой эластографии в диагностике рака щитовидной железы // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2013. № 5. С. 85–98.
 24. Митьков В.В., Хуако С.А., Саркисов С.Э., Митькова М.Д. Возможности эластографии и эластометрии сдвиговой волны в диагностике аденомиоза // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2011. № 6. С. 22–31.
 25. Салтыкова В.Г., Бурмакова Г.М., Митьков В.В. Ультразвуковая эластография сдвиговой волной в диагностике кальцифицирующего тендинита плечевого сустава // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2013. № 6. С. 78–92.
 26. Феоктистова Е.В., Пыков М.И., Амосова А.А., Тарасов М.А., Дубровин М.М. Применение ARFI-эластографии для оценки жесткости печени у детей различных возрастных групп // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2013. № 6. С. 46–55.
 27. Chen L., He J., Liu G. et al. Diagnostic performances of shear-wave elastography for identification of malignant breast lesions: a meta-analysis // Jpn. J. Radiol. 2014. V. 32. No. 10. P. 592–599.
 28. Lin P., Chen M., Liu B. et al. Diagnostic performance of shear wave elastography in the identification of malignant thyroid nodules: a meta-analysis // Eur. Radiol. 2014. V. 24. No. 11. P. 2729–2738.
 29. Nierhoff J., Chavez Ortiz A.A., Herrmann E. et al. The efficiency of acoustic radiation force impulse imaging for the staging of liver fibrosis: a meta-analysis // Eur. Radiol. 2013. V. 23. No. 11. P. 3040–3053.
 30. Chauvet D., Imbault M., Capelle L. et al. In Vivo Measurement of Brain Tumor Elasticity Using Intraoperative Shear Wave Elastography // Ultraschall Med. 2015. Apr 15. [Epub ahead of print] Режим доступа: <https://www.thieme-connect.com/DOI/DOI?10.1055/s-0034-1399152>
 31. Athanasiou A., Latorre-Ossa H., Criton A. et al. Feasibility of Imaging and Treatment Monitoring of Breast Lesions with Three-Dimensional Shear Wave Elastography // Ultraschall Med. 2015. Mar 15. [Epub ahead of print] Режим доступа: <https://www.thieme-connect.com/DOI/DOI?10.1055/s-0034-1398980>
 32. Zhang J.J., Qiao X.H., Gao F. et al. A new method of measuring the stiffness of corpus cavernosum penis with ShearWave™ Elastography // Br. J. Radiol. 2015. V. 88. No. 1048. P. 20140671.

Ultrasound Shear Wave Elastography

V.V. Mitkov, M.D. Mitkova

Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow

V.V. Mitkov – M.D., Ph.D., Professor, Director, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Postgraduate Education. M.D. Mitkova – M.D., Ph.D., Associate Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Postgraduate Education.

Practical use of ultrasound shear wave elastography is discussed in the article. Advantages and limitations of point shear wave elastography and two-dimensional shear-wave speed imaging are presented. Description of quantitative values (shear wave speed (m/s) and Young's modulus (kPa)) and their reciprocal relationship are shown. Comparative analysis of magnetic resonance and ultrasound shear wave elastography results is presented. Elastographic terminology is discussed. Current value and potential advantages of shear wave elastography within multiparametric ultrasound are shown as well.

Key words: multiparametric ultrasound, ultrasound shear wave elastography, point shear wave elastography, Young's modulus, and shear wave velocity.

Ультразвуковое исследование метастазов в поясничных лимфатических узлах

Г.С. Аллахвердян, М.А. Чекалова

ФГБНУ “Российский онкологический научный центр имени Н.Н. Блохина”,
г. Москва

В статье представлена ультразвуковая семиотика поясничных лимфатических узлов при их вовлечении в опухолевый процесс при разных злокачественных нозологиях. Показаны возможности ультразвукового исследования в выявлении и оценке распространенности болезни. Знание расположения, размеров и структуры измененных лимфатических узлов на момент начала лечения может позволить оценить эффективность проводимого лечения. Наблюдение за больными, получившими лечение, позволяет выявить рецидив болезни с помощью ультразвукового исследования и своевременно начать лечение.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование, поясничные лимфатические узлы, забрюшинные лимфатические узлы, метастаз, опухоль, онкология.

Выбор эффективного лечения онкологических заболеваний определяется особенностями первичной опухоли и степенью распространенности процесса, то есть стадией болезни. Стадирование злокачественных заболеваний проводится в соответствии с классификацией TNM, утвержденной Международным противораковым союзом.

Классификация основана на характеристике первичной опухоли (Т), характеристике регионарных лимфатических узлов (N) и наличии отдаленных метастазов (M) [1].

Эти характеристики определяются на основании клинических данных, данных методов визуализации, хирургических методов исследования или результатов морфологического исследования операционного материала. Объективные данные о распространенности злокачественных опухолей в каждом конкретном случае играют существенную роль как в планировании лечения, так и в последующей оценке его результатов. Таким образом, информация о состоянии регионарных лимфатических узлов имеет большое значение в лечении онкологических больных [1].

Основными методами визуальной оценки состояния лимфатических узлов в настоящее время являются рентгеновская компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ) и ультразвуковое исследование. КТ – один из самых точных методов выявления поражения регионарных лимфатических узлов. При КТ оценка лимфатических узлов основана на анализе таких показателей, как визуализация лимфатических узлов в зонах лимфооттока, количество видимых лимфатических узлов, их размер и особенности

Г.С. Аллахвердян – к.м.н., научный сотрудник группы амбулаторной ультразвуковой диагностики отдела амбулаторных методов диагностики и лечения ФГБНУ “Российский онкологический научный центр имени Н.Н. Блохина”, г. Москва. М.А. Чекалова – д.м.н., профессор, ведущий научный сотрудник, руководитель группы амбулаторной ультразвуковой диагностики отдела амбулаторных методов диагностики и лечения ФГБНУ “Российский онкологический научный центр имени Н.Н. Блохина”, г. Москва.

Контактная информация: 115478 г. Москва, Каширское шоссе, д. 24, ФГБНУ “РОНЦ им. Н.Н. Блохина”, отдел амбулаторных методов диагностики и лечения. Аллахвердян Гаянэ Сергеевна. Тел.: (495) 324-11-35. E-mail: g_alaxy@mail.ru

расположения [2]. При этом определяющим критерием является визуализация лимфатических узлов размерами 1,0 см и более [2], несмотря на то что метод позволяет дифференцировать лимфатические узлы забрюшинного пространства от 0,3–0,5 см [3].

Тем не менее при оценке возможностей метода в выявлении изменений в лимфатических узлах забрюшинного пространства при лимфоопролиферативных, метастатических и воспалительных процессах исследователи установили, что КТ не позволяет с достаточной степенью достоверности провести дифференциальную диагностику [2–4]. При диагностике метастазов в забрюшинных лимфатических узлах чувствительность КТ составила 92%, специфичность – 90%, точность – 91,1% [2]. Часто при КТ возникают трудности в дифференциальной диагностике патологии забрюшинных лимфаденопатий, забрюшинных доброкачественных образований (липом, фибром и их производных) и злокачественных опухолей (липосарком и др.) [2, 4, 5].

МРТ имеет большую специфичность по сравнению с КТ и служит уточняющим методом диагностики, позволяя получить дополнительную информацию в определении природы забрюшинных образований [5, 6]. МРТ обладает также высокой чувствительностью в выявлении мелких метастазов. Однако из-за высокой стоимости МРТ не стала рутинным методом в диагностике метастатических изменений [3]. Несмотря на важную роль МРТ в оценке забрюшинных опухолей, зачастую предпочтение отдается КТ.

При некоторых патологических состояниях, например, при диффузной В-клеточной крупноклеточной лимфоме или болезни Ходжкина, рекомендуется выполнение позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ). ПЭТ дополняет КТ, выявляя остаточные или рецидивные опухолевые массы после лечения, и упрощает выполнение биопсии под КТ-наведением для гистологического исследования [7].

На практике одним из основных методов диагностики поражения забрюшинных лимфатических узлов является ультразвуковое исследование. Метод отличается сравнительно низкой стоимостью и не оказывает лучевого воздействия на больных. В настоящее время ультразвуковое исследование широко используется в диагности-

ке, особенно на раннем этапе обследования больных с вероятным вовлечением в опухолевый процесс забрюшинных лимфатических узлов [5, 8].

Метод позволяет оценить как локализацию и размеры лимфатических узлов, так и их структуру. Нами уже рассматривалась ультразвуковая картина поверхностно расположенных лимфатических узлов в норме и при различных патологических процессах [9, 10]. Для опухолей некоторых локализаций регионарными являются забрюшинные лимфатические узлы, в частности, поясничные.

Лимфоотток к поясничным лимфатическим узлам осуществляется непосредственно от висцеральной поверхности правой доли печени, прямой кишки, почек, мочеточников, мочевого пузыря, дна матки, маточных труб, яичников, яичек и их придатков, стенок таза, нижних конечностей [11].

Также к поясничным лимфатическим узлам собирается лимфа от чревных, печеночных, желчнопузырных, центральных и нижних брыжеечных, подвздошно-ободочно-кишечных, правых и левых ободочных, нижних диафрагмальных лимфатических узлов, дренирующих органы брюшной полости, для которых метастазы в поясничных узлах являются отдаленными [11].

Анатомические особенности поясничных лимфатических узлов

Ультразвуковое исследование поясничных лимфатических узлов ввиду их расположения имеет определенные сложности, а ультразвуковая картина отличается некоторыми особенностями [12].

Ультразвуковое исследование позволяет оценить такие характеристики лимфатических узлов, как локализация, форма, размеры, границы, контуры, структура, особенности кровоснабжения, взаимоотношение с прилежащими органами и тканями. Большое значение имеет также возможность определения количества измененных лимфатических узлов, поскольку при ряде заболеваний это является одним из существенных прогностических факторов и нередко определяет тактику лечения [9].

Знание топографической анатомии и морфологических особенностей лимфатических узлов в норме и при различных патологических состояниях позволяет прицельно

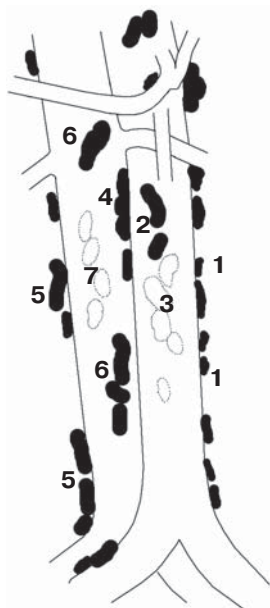


Рис. 1. Схема расположения поясничных лимфатических узлов. 1 – латеральные аортальные, 2 – предаортальные, 3 – постаортальные, 4 – промежуточные поясничные (интераортокавальные), 5 – латеральные кавальные, 6 – предкавальные, 7 – посткавальные лимфатические узлы.

изучить область их локализации и максимально достоверно оценить структуру в ультразвуковом изображении.

Поясничные лимфатические узлы (в количестве 11–41) располагаются по ходу аорты и нижней полой вены и вместе с соединяющими их лимфатическими сосудами образуют густое лимфатическое сплетение. В зависимости от положения поясничных лимфатических узлов относительно сосудов их подразделяют на левые, правые и промежуточные поясничные лимфатические узлы [11] (рис. 1).

Левые поясничные лимфатические узлы прилежат к брюшной аорте слева, спереди и сзади и, соответственно, подразделяются на латеральные аортальные (в количестве 1–17), предаортальные (1–14) и постаортальные (1–15) [11].

Правые поясничные лимфатические узлы располагаются спереди, сзади и справа от нижней полой вены на всем ее протяжении. Эти лимфатические узлы подразделяются на предкавальные (1–7), посткавальные (1–12) и латеральные кавальные (1–4) [11].

Между брюшной аортой и нижней полой веной располагаются промежуточные пояс-

ничные (интераортокавальные) лимфатические узлы (1–9) [11].

Особенности ультразвуковой семиотики поясничных лимфатических узлов

Ультразвуковая картина забрюшинных лимфатических узлов, как и поверхностных лимфатических узлов, обусловлена особенностями их морфологического строения. Детально визуализировать структуру забрюшинных лимфатических узлов в норме и при различных заболеваниях, как в случае поверхностных лимфатических узлов [9, 10], возможно не всегда. Это связано с тем, что низкочастотные датчики, применяемые для визуализации структур, расположенных на большой глубине, имеют меньшую разрешающую способность.

Чаще всего визуализация забрюшинных лимфатических узлов свидетельствует о патологии. Основные группы заболеваний, сопровождающихся изменениями лимфатических узлов, – воспалительные и злокачественные (лимфопролиферативные или метастатические) [13, 14].

Поясничные лимфатические узлы при ультразвуковом исследовании визуализируются как единичные или множественные образования округлой или овальной формы, расположенные по ходу брюшного отдела аорты и нижней полой вены, размерами от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров [13–18] (рис. 2).

Множественные лимфатические узлы могут визуализироваться в виде пакетов [14] (рис. 3). При ряде нозологий увеличенные лимфатические узлы образуют так называемые конгломераты [14, 16], имеющие неправильную форму, бугристые контуры и порой достигающие очень больших размеров (лимфомы высокой степени злокачественности, хронический лимфолейкоз, рак почки, рак яичка). Конгломераты могут подковообразно или муфтообразно охватывать сосуды, смещая и сдавливая их [14, 16, 19] (рис. 4, 5).

Ультразвуковое изображение лимфатических узлов при злокачественных заболеваниях зависит от степени вовлечения их в процесс и морфологических особенностей первичной опухоли. В частности, на ультразвуковую картину забрюшинных лимфатических узлов влияют такие факторы, как

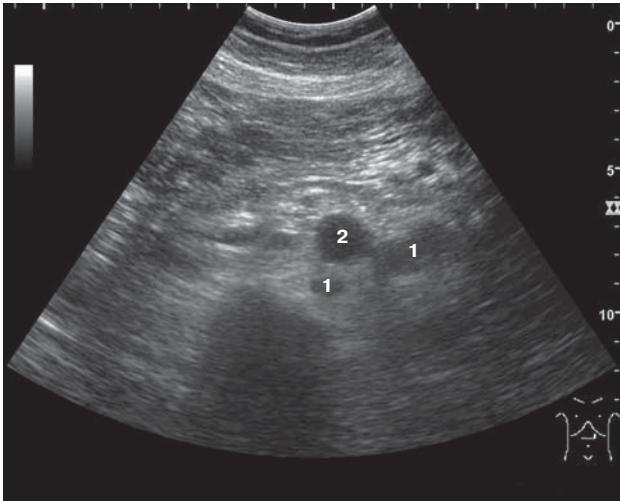


Рис. 2. Эхограмма больного с метастазами опухоли левой почки. Поперечное сканирование на уровне L₁. Кзади и слева от аорты визуализируются лимфатические узлы (постеоортальные и латеральные аортальные) овальной формы, с нечеткими контурами, солидной однородной структуры, пониженной эхогенности (гипоэхогенные). 1 – лимфатические узлы, 2 – брюшной отдел аорты.

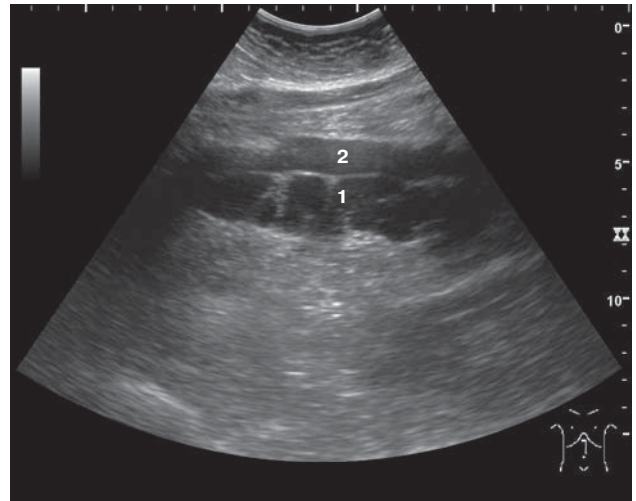


Рис. 3. Эхограмма больной с метастазами злокачественной меланомы из невыявленного первичного очага. Продольное сканирование. Кзади от аорты визуализируется пакет измененных лимфатических узлов (постеоортальных). 1 – лимфатические узлы, 2 – брюшной отдел аорты.

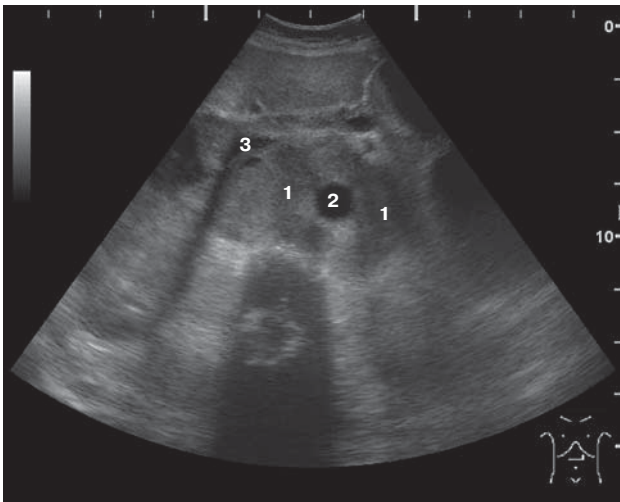


Рис. 4. Эхограмма больной с метастазами опухоли правой почки. Поперечное сканирование на уровне L₁. Визуализируется конгломерат лимфатических узлов однородной структуры, муфтообразно охватывающий брюшной отдел аорты, сдавливающий и оттесняющий кпереди нижнюю полую вену. 1 – лимфатические узлы, 2 – брюшной отдел аорты, 3 – нижняя полая вена.

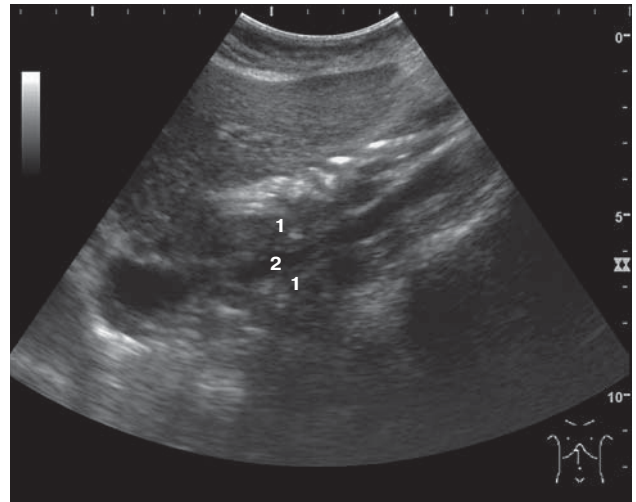


Рис. 5. Эхограмма больной с метастазами опухоли пищевода. Продольное сканирование. Визуализируется конгломерат лимфатических узлов, муфтообразно охватывающий и сдавливающий нижнюю полую вену. 1 – лимфатические узлы, 2 – нижняя полая вена.

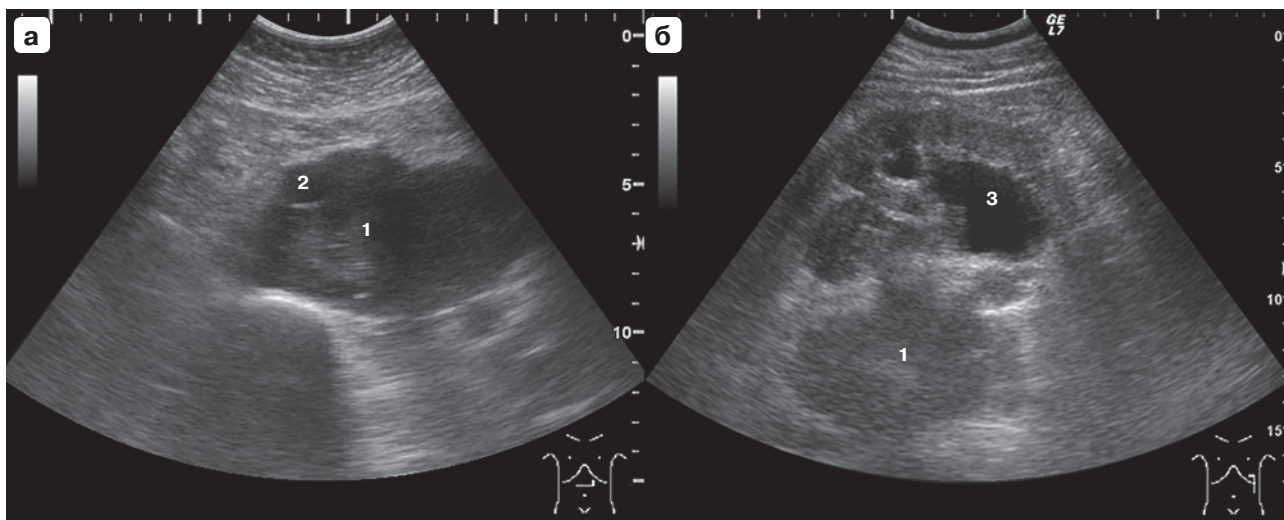


Рис. 6. Эхограммы больного с метастазами опухоли левого яичка. а – поперечное сканирование на уровне L_{IV}. б – продольное сканирование в левой поясничной области. Визуализируется конгломерат лимфатических узлов (постаортальные и латеральные аортальные), оттесняющий вправо и впереди брюшной отдел аорты, включающий левую почечную ножку, вызывая расширение лоханки. 1 – лимфатические узлы, 2 – брюшной отдел аорты, 3 – расширенная лоханка левой почки.

состояние капсулы узла, наличие сосудистой пролиферации, очагов фиброза, некроза и кровоизлияния [9, 10].

При трансабдоминальном ультразвуковом исследовании лимфатического узла, расположенного забрюшинно, можно визуализировать капсулу в виде линейной тонкой гиперэхогенной структуры [14]. Однако чаще капсула не дифференцируется, но при отсутствии ее инфильтрации лимфатический узел имеет четкие границы. В случае инфильтрации капсулы, а в некоторых случаях и окружающей жировой клетчатки, например, при лимфомах, лейомиосаркоме матки, границы узла нечеткие. Такие метастатические опухоли могут инфильтрировать прилежащие органы, в частности, сосуды, мочеточники, мышцы и кости [14, 19]. При вовлечении органов возможна визуализация тромбов в просвете сосудов или расширение полостей почки [12] (рис. 6).

Чаще всего опухолево измененные лимфатические узлы бывают гипоэхогенными [12–15, 18, 20]. В некоторых случаях, например, при метастазах плоскоклеточного рака, могут визуализироваться лимфатические узлы средней эхогенности, а при гранулезоклеточной опухоли яичника – мелкокачественные кистозные [16, 17].

Развитие очагов сосудистой пролиферации и фиброза, например, при лимфоме

Ходжкина, может привести к формированию включений высокой эхогенности, что создает неоднородность структуры [14, 16] (рис. 7).

Визуализация анэхогенных участков в лимфатических узлах обычно обусловлена некрозом опухолевой ткани или кровоизлиянием. Нередко фиброзно-некротические ткани в забрюшинных лимфатических узлах наблюдаются как следствие проведенной химиотерапии, а в некоторых случаях, например, при герминогенных опухолях, в результате эффективной терапии образуются кистозные полости различных размеров [21].

Ультразвуковое исследование, как и другие методы визуальной диагностики, нередко может быть недостаточно информативным при дифференцировании гиперплазии и опухолевого поражения лимфатического узла. В подобных случаях выполняют биопсию лимфатического узла с последующим морфологическим исследованием [2, 4, 6, 8].

Также возникают трудности дифференциальной диагностики патологии забрюшинных лимфатических узлов и забрюшинных доброкачественных и злокачественных образований [2, 4, 5].

Неэффективность ультразвукового исследования в диагностике поражения лимфа-

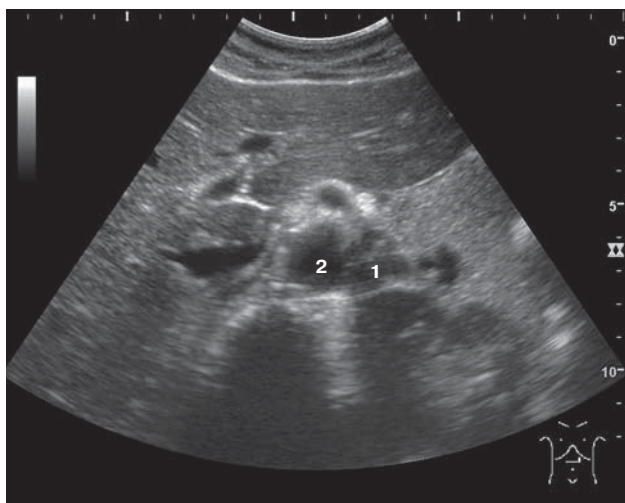


Рис. 7. Эхограмма больной лимфомой Ходжкина. Поперечное сканирование на уровне L₄. Слева от аорты визуализируется лимфатический узел неоднородной структуры за счет гиперэхогенных участков. 1 – лимфатический узел, 2 – брюшной отдел аорты.

тических узлов может быть обусловлена небольшими размерами самих узлов (до 1 см), небольшими размерами опухолевых очагов (не более 1,5–2,0 мм), выраженным метеоризмом, избыточным весом или тяжелым состоянием больных. Кроме того, участки некроза, фиброза или жирового замещения могут привести к повышению эхогенности лимфатических узлов, в результате чего затрудняется их визуализация на фоне жировой клетчатки [12].

Нередко выявлению измененных поясничных лимфатических узлов способствуют косвенные признаки, свидетельствующие о вовлечении опухолью прилежащих органов. В частности, наиболее часто можно наблюдать смещение, сдавление или прорастание сосудов брюшинного пространства и мочеточников и, как следствие, расширение полостей почки или варикоцеле у мужчин. Возможно выявление непосредственного прорастания опухоли в околопочечную клетчатку или в почку, а также в поджелудочную железу [2, 4, 5].

По данным литературы, чувствительность ультразвукового исследования брюшинных лимфатических узлов при разных опухолевых заболеваниях составляет от 50 до 96%, специфичность – от 50 до 100%, точность – от 66 до 81% [12–14, 18–20, 22, 23].

Таким образом, ультразвуковое исследование позволяет визуализировать поясничные лимфатические узлы и достаточно подробно исследовать их структуру на предмет возможности опухолевых изменений, а также оценить размеры узлов. Метод может предоставить клиницистам дополнительную объективную информацию о распространенности болезни и тем самым повлиять на выбор подходящего лечения. Знание расположения, размеров и структуры измененных лимфатических узлов на момент начала лечения может позволить оценить эффективность проводимого лечения. Наблюдение за больными, получившими лечение, позволяет выявить рецидив болезни с помощью ультразвукового исследования и своевременно начать лечение. Все это в совокупности способствует повышению выживаемости онкологических больных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. TNM Classification of Malignant Tumors. 7th ed. / Ed. by L.H. Sobin, M.K. Gospodarowicz, Ch. Wittekind. Oxford: Wiley-Blackwell, 2009. 310 p.
2. Силантьева Н.К., Бердов Б.А., Гришина О.Г., Евдокимов Л.В., Попова Ю.А., Усачева А.Ю., Титова Л.Н. Компьютерная томография при выявлении метастазов в регионарных лимфатических узлах у больных раком ободочной кишки // Онкология. Журнал им. П.А. Герцена. 2012. № 3. С. 22–28.
3. Юрескул И.В. Диагностика лимфосарком брюшной полости и забрюшинного пространства с помощью компьютерной томографии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1995. 27 с.
4. Урология: Учебник / Под ред. С.Х. Аль-Шукри, В.Н. Ткачука. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 480 с.
5. Щетинин В.В., Шейх Ж.В., Пачгин И.В., Курзанцева О.О. Неорганные мезенхимальные опухоли забрюшинного пространства: особенности изображения и признаки злокачественности // Радиология – практика. 2004. № 3. С. 34–41.
6. Rosenkrantz A.B., Spieler B., Seuss C.R., Stifelman M.D., Kim S. Utility of MRI features for differentiation of retroperitoneal fibrosis and lymphoma // AJR. 2012. V. 199. No. 1. P. 118–126.
7. Dupas B., Augeul-Meunier K., Frampas E., Bodet-Milin C., Gastinne T., Le Gouill S. Staging and monitoring in the treatment of lymphomas // Diagn. Interv. Imaging. 2013. V. 94. No. 2. P. 145–157.
8. Granata C., Magnano G. Computerized tomography in pediatric oncology // Eur. J. Radiol. 2013. V. 82. No. 7. С. 1098–1107.
9. Аллахвердян Г.С., Чекалова М.А. Возможности ультразвукового исследования в диагностике патологии поверхностных лимфатических

- узлов // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2011. № 1. С. 77–83.
10. Аллаhverдян Г.С., Чекалова М.А. Возможности эхографии в диагностике патологии поверхностных лимфатических узлов // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2012. № 6. С. 88–95.
 11. Анатомия человека. Т. 2. Изд. 5-е, перераб. и доп. / Под ред. М.Р. Сапина. М.: Медицина, 2001. 640 с.
 12. Дергачев А.И. Случай ложноотрицательной ультразвуковой диагностики забрюшинных лимфатических узлов, пораженных лимфогранулематозом // SonoAce-Ultrasound. 2000. № 6. С. 26–28.
 13. Минюкова Т.Н. Эхография в диагностике и оценке эффективности лечения лимфопролиферативных заболеваний: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2009. 26 с.
 14. Бессмельцев С.С. Сонографическая диагностика неходжкинских злокачественных лимфом // SonoAce-Ultrasound. 2001. № 8. С. 11–22.
 15. Земляной В.П., Трофимова Т.Н., Непомнящая С.Л., Дементьева Т.В. Современные методы диагностики и оценки степени распространенности рака ободочной и прямой кишки // Практическая онкология. 2005. Т. 6. № 2. С. 71–80.
 16. Михайлова Е.В. Эхография в диагностике и оценке эффективности лечения лимфопролиферативных заболеваний: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2007. 28 с.
 17. Овчинников В.А. Визуализация поражений лимфатических узлов // Журнал ГрГМУ. 2006. № 4 (16). С. 16–20.
 18. Боголепова Н.Н. Значение комплексного использования методов лучевой диагностики в выявлении нефробластом и определении степени их распространенности: Дис. ... канд. мед. наук. М., 2008. 176 с.
 19. Богдасаров Ю.Б., Габуня Р.И., Ширяев С.В., Шолохов В.Н. Ультразвуковая и радионуклидная диагностика метастатического поражения забрюшинных лимфатических узлов у больных с опухолью яичка // Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН. 1991. Т. 2. № 3. С. 49–52.
 20. Новиков С.Н., Гиршович М.М. Диагностика и стадирование лимфомы Ходжкина // Практическая онкология. 2007. Т. 8. № 2. С. 65–72.
 21. Фигурин К.М. Постхимиотерапевтические забрюшинные лимфаденэктомии // Практическая онкология. 2006. Т. 7. № 1. С. 39–43.
 22. Cronan J.J., Zeman R.K., Rosenfield A.T. Comparison of computerized tomography, ultrasound and angiography in staging renal cell carcinoma // J. Urol. 1982. V. 127. No. 2. P. 712–714.
 23. Никольский Ю.Е., Попков В.М., Чехонацкая М.Л., Понукалин А.Н., Захарова Н.Б., Хмара Т.Г., Зуев В.В. Возможности лучевых методов визуализации в диагностике рака почечной паренхимы // Бюллетень медицинских Интернет-конференций. 2013. Т. 3. № 4. С. 856–859.

Ultrasound in Diagnosis of Lumbar Lymph Nodes Metastases

G.S. Allakhverdyan, M.A. Chekalova

N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Moscow

G.S. Allakhverdyan – M.D., Ph.D., Researcher, Outpatient Ultrasound Group, Outpatient Diagnostic Department, N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Moscow. M.A. Chekalova – M.D., Ph.D., Professor, Head of Outpatient Ultrasound Group, Outpatient Diagnostic Department, N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Moscow.

Ultrasound semiotics of lumbar lymph nodes which are involved in tumor process of different malignant diseases is presented in the article. Value of ultrasound in diagnosis and assessment of disease extension is shown. Information regarding to location, size, and structure of altered lymph nodes at beginning of treatment may allow treatment efficacy to be assessed. Follow-up of patients who received treatment allows diseases recurrence to be revealed. Ultrasound helps to start treatment on time.

Key words: *ultrasound diagnostics, lumbar lymph nodes, retroperitoneal lymph nodes, metastasis, tumor, and oncology.*

Ультразвуковое исследование позвоночника и люмбальная пункция в клинической практике (краткая история)

Ю.Н. Богин¹, И.Д. Стулин², Н.А. Шапиро³, Л.А. Суворова⁴

¹ Российская ассоциация специалистов ультразвуковой диагностики в медицине, г. Москва

² ГБОУ ВПО “Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова” Министерства здравоохранения Российской Федерации

³ НУЗ “Научный клинический центр ОАО «РЖД»”, г. Москва

⁴ НУЗ “Центральная поликлиника ОАО «РЖД»”, г. Москва

В статье представлена краткая история ультразвукового исследования позвоночника и люмбальной пункции под контролем ультразвука в клинической практике. Отмечен приоритет российских ученых. Первая в мире работа “О применении метода двумерной эхоспондилографии для определения ориентиров при осуществлении люмбальной пункции” была опубликована в отечественной научной печати в 1971 г. Люмбальная пункция под контролем ультразвука играет важную роль при лечебных (региональная анестезия, введение любых лекарственных веществ в спинномозговой канал) и диагностических (получение материала для цитологического исследования) манипуляциях.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика, люмбальная пункция, ультразвуковое наведение, позвоночник.

В 1971 г. в “Журнале невропатологии и психиатрии имени С.С. Корсакова” (Том LXXI. Выпуск 12. С. 1810–1811) (рис. 1) [1] была впервые опубликована работа, посвященная двумерному ультразвуковому исследованию позвоночника (эхоспондилографии) для определения ориентиров при осуществлении люмбальной пункции. В работе представлена несложная, безопасная для больного методика исследования, позволяющая точно определять и намечать межкостный промежуток для поясничного прокола и проведения последующих манипуляций. Исследование проводили больным на отечественных аппаратах УЗД-4 и УЗД-5 с помощью двумерного датчика с водной задержкой в положении больного сидя и лежа на левом боку (рис. 2).

Ультразвуковой датчик рабочей поверхностью плотно фиксировали по средней линии позвоночника в зоне L_I–L_V таким

Ю.Н. Богин – заслуженный врач России, Пионер ультразвуковой диагностики, Почетный член Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине. И.Д. Стулин – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой нервных болезней лечебного факультета ГБОУ ВПО “Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова” Министерства здравоохранения Российской Федерации. Н.А. Шапиро – д.м.н., профессор, руководитель цитологической лаборатории НУЗ “Научный клинический центр ОАО «РЖД»”. Л.А. Суворова – врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики НУЗ “Центральная поликлиника ОАО «РЖД»”.

Контактная информация: Богин Юрий Николаевич. E-mail: doc.bogin@gmail.com

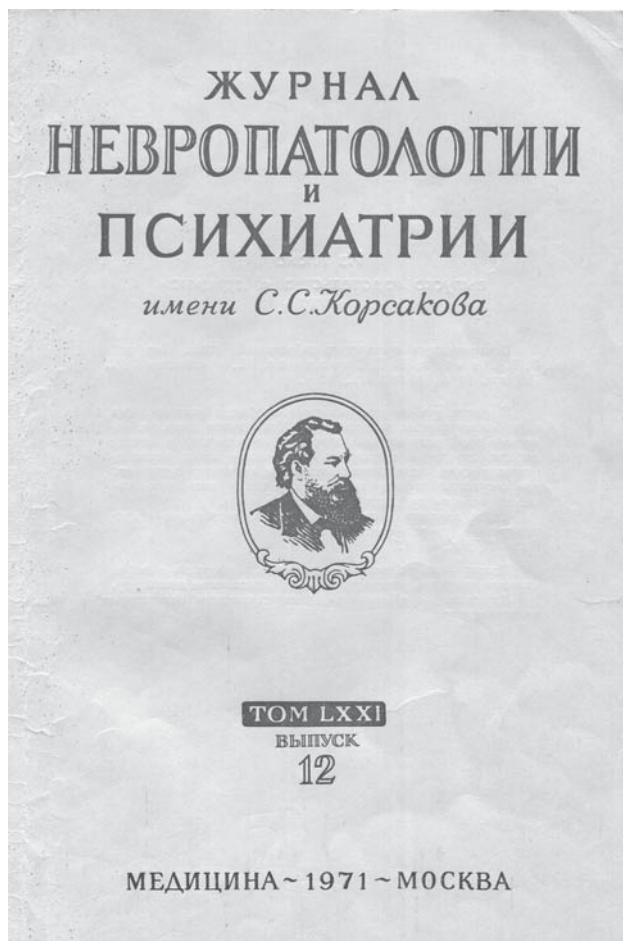


Рис. 1. Обложка издания “Журнал невропатологии и психиатрии имени С.С. Корсакова”, где впервые опубликована работа, посвященная двумерному ультразвуковому исследованию позвоночника для определения ориентиров при люмбальной пункции [1].

образом, что его продольная ось совпадала с линией, соединяющей остистые отростки позвонков.

На полученных эхограммах (рис. 3) отчетливо видны контуры остистых отростков (X) и межостистые промежутки (Y). Затем между кожей больного и прилегающей к ней рабочей поверхностью датчика помещали специально сделанную металлическую полоску (перпендикулярно продольной оси датчика) и смещали ее до тех пор, пока отражение от металлической полоски не устанавливалось на уровне межостистого промежутка, где и намечали контрастную линию на коже и точку для пункции. Обследованным больным, среди которых были пациенты с конституциональными или патологическими изменениями в обла-

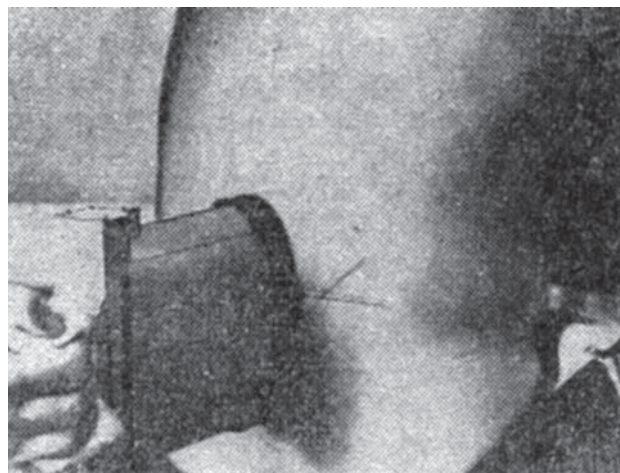


Рис. 2. Расположение двумерного датчика с водной задержкой и металлической пластинки-индикатора в положении больного сидя [1].

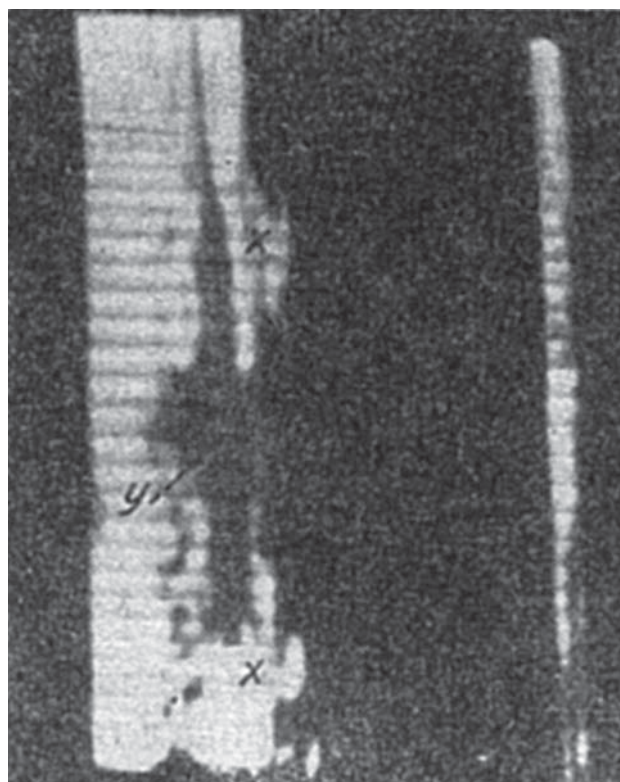


Рис. 3. Эхограмма позвоночника. x – остистый отросток, y – межостистый промежуток [1].

сти позвоночника, в намеченной точке производили прокол, который в 88% случаев был успешным с первой попытки. У всех больных получали спинномозговую жидкость для диагностического цитологического исследования.

В прошедшие годы ликворологическое исследование, включающее в себя и цитоло-

гические методы, применялось значительно чаще, чем ныне, из-за отсутствия лучевых диагностических методов (КТ, МРТ). При наличии современных инструментальных методов диагностики необходимость в проведении люмбальной пункции значительно уменьшилась, однако не настолько, чтобы не применять люмбальную пункцию при менингеальных знаках, упорных головных болях неясного происхождения, инфекционных, в том числе и герпетических, процессах, ЛОР-заболеваниях с осложненным течением и т.д.

Кроме безусловного установления этиологии поражения центральной нервной системы при целом ряде состояний (небольшое субарахноидальное кровоизлияние, серозный менингит и другие) люмбальная пункция не только уточняет диагноз, но и в значительной степени уменьшает головную боль при синдроме внутричерепной гипертензии.

Авторы считают, что разработанный ими простой, доступный и безболезненный метод ультразвукового исследования позвоночника может быть в значительной степени полезен в клинической практике как начинающему врачу, так и искушенному специалисту.

Зарубежные специалисты (R.C. Cork et al., 1980) [2] через 9 лет после опубликования первой работы Ю.Н. Богина, И.Д. Стулина (1971) [1] начали активно внедрять ультразвуковое исследование позвоночника в клиническую практику, используя ранее разработанную технику обследования.

T. Grau et al. (2001–2004) [3–13] обобщили серию исследований, демонстрировавших применение ультразвука в эпидуральной анальгезии, и таким образом подтвердили значимость ультразвукового исследования для оценки позвоночных структур.

R.M. Ferre, T.W. Sweeney (2007) [14] утверждают, что метод позволяет быстро получить четкие ориентиры для люмбальной пункции (в 87,9% случаев в течение 1 мин, в остальных случаях – менее 5 мин).

K.J. Chin et al. (2010) [15] в большом исследовании, основанном на детальном изучении 84 источников, обсудили основные анатомические принципы и ультразвуковую анатомию позвоночного столба на

грудном и поясничном уровнях у взрослых и предложили системный подход для ультразвуковой визуализации позвоночника при проведении спинальной и эпидуральной анестезии. Эти авторы также оценили особенности ультразвука для нейроаксиальных блокад на данном этапе развития метода. Для последней методики сделано важное принципиальное замечание. При наличии между телами соседних позвонков акустического окна ультразвуковая волна проникает до структур внутри позвоночного канала. Это же окно всегда можно использовать для проведения иглы до эпидурального или интратекального пространства.

В большом практическом руководстве A. Levitov et al. “Bedside Ultrasonography in Clinical Medicine” (2011) [16] целая глава (глава 18) посвящена общим пункционным процедурам под контролем ультразвука. В разделе “Люмбальные пункции” авторы ссылаются на основополагающую работу, выполненную в 1971 г. [1].

В последние годы число работ по использованию ультразвукового исследования позвоночного канала не уменьшается, рассматриваются различные аспекты проблемы. M. Mofidi et al. (2013) [17] обращают внимание не только на быстроту манипуляции, но и на значительно меньшее число осложнений при пункции под контролем ультразвука по сравнению с традиционной поясничной пункцией.

A. Tirado et al. (2013) [18] обращают особое внимание не только на лечебные аспекты проблемы, но подробно рассматривают диагностические возможности метода пункции под контролем ультразвука, подчеркивая, что при его использовании, когда можно следить за траекторией продвижения иглы, повышается точность введения иглы и значительно уменьшается число ошибок.

Наконец, в анналах истории Американского анестезиологического общества (2013) [19] в разделе о применении анестезии под контролем ультразвука сказано о российском приоритете в создании обсуждаемого метода.

Таким образом, в настоящее время признано, что ультразвуковой контроль, ведущий начало от момента предложенной нами методики, произвел революцию в региональной анестезии [15]. Этот контроль крайне важен и обязателен в нейроанестезиоло-

гии и спинальной нейрохирургии, о чем свидетельствуют множественные публикации и монографии. Перечисление работ на эту тему можно было бы продолжить, но уже изложенные выше принципы остаются неизменными.

Иными словами, если рассматривать вопрос шире, то люмбальная пункция под контролем ультразвука играет важную роль при лечебных (региональная анестезия, введение любых лекарственных веществ в спинномозговой канал) манипуляциях. Однако роль метода этим не исчерпывается.

К сожалению, меньше внимания в литературе уделено диагностическим аспектам проблемы – получению материала для цитологического исследования при опухолях и других заболеваниях центральной нервной системы. Быстрое безболезненное получение спинномозговой жидкости и проведение срочного цитологического исследования этой жидкости часто и экономично решают проблему установления диагноза во время одного посещения больным лечебного учреждения. Неиспользование такого метода нередко заставляет больного неделями подвергаться сложному диагностическому обследованию. Мы надеемся, что доказанная специалистами эффективность применения ультразвукового исследования позвоночника при люмбальных пункциях будет стимулировать его внедрение в широкую медицинскую практику.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богин Ю.Н., Стулин И.Д. О применении метода двумерной эхоспондилографии для определения ориентиров при осуществлении люмбальной пункции // Журнал невропатологии и психиатрии имени С.С. Корсакова. 1971. Т. LXXI. Выпуск 12. С. 1810–1811.
2. Cork R.C., Kryc J.J., Vaughan R.W. Ultrasonic localization of the lumbar epidural space // *Anesthesiology*. 1980. V. 52. No. 6. P. 513–516.
3. Grau T., Bartussek E., Conradi R., Martin E., Motsch J. Ultrasound imaging improves learning curves in obstetric epidural anesthesia: a preliminary study // *Can. J. Anaesth.* 2003. V. 50. No. 10. P. 1047–1050.
4. Grau T., Conradi R., Martin E., Motsch J. Ultrasound and local anaesthesia. Part III: ultrasound and neuroaxial local anaesthesia // *Anaesthetist*. 2003. V. 52. No. 1. P. 68–73.
5. Grau T., Leipold R., Conradi R., Martin E., Motsch J. Ultrasonography and peridural anaesthesia. Technical possibilities and limitations of ultrasonic examination of the epidural space // *Anaesthetist*. 2001. V. 50. No. 2. P. 94–101.
6. Grau T., Leipold R.W., Conradi R., Martin E. Ultrasound control for presumed difficult epidural puncture // *Acta Anaesthesiol. Scand.* 2001. V. 45. No. 6. P. 766–771.
7. Grau T., Leipold R.W., Conradi R., Martin E., Motsch J. Ultrasound imaging facilitates localization of the epidural space during combined spinal and epidural anesthesia // *Reg. Anesth. Pain Med.* 2001. V. 26. No. 1. P. 64–67.
8. Grau T., Leipold R.W., Conradi R., Martin E., Motsch J. Efficacy of ultrasound imaging in obstetric epidural anesthesia // *J. Clin. Anesth.* 2002. V. 14. No. 3. P. 169–175.
9. Grau T., Leipold R.W., Delorme S., Martin E., Motsch J. Ultrasound imaging of the thoracic epidural space // *Reg. Anesth. Pain Med.* 2002. V. 27. No. 2. P. 200–206.
10. Grau T., Leipold R.W., Fatehi S., Martin E., Motsch J. Real-time ultrasonic observation of combined spinal-epidural anaesthesia // *Eur. J. Anaesthesiol.* 2004. V. 21. No. 1. P. 25–31.
11. Grau T., Leipold R.W., Horter J., Conradi R., Martin E., Motsch J. The lumbar epidural space in pregnancy: visualization by ultrasonography // *Br. J. Anaesth.* 2001. V. 86. No. 6. P. 798–804.
12. Grau T., Leipold R.W., Horter J., Conradi R., Martin E.O., Motsch J. Paramedian access to the epidural space: the optimum window for ultrasound imaging // *J. Clin. Anesth.* 2001. V. 13. No. 3. P. 213–217.
13. Grau T., Leipold R.W., Horter J., Martin E., Motsch J. Colour Doppler imaging of the interspinous and epidural space // *Eur. J. Anaesthesiol.* 2001. V. 18. No. 11. P. 706–712.
14. Ferre R.M., Sweeney T.W. Emergency physicians can easily obtain ultrasound images of anatomical landmarks relevant to lumbar puncture // *Am. J. Emerg. Med.* 2007. V. 25. No. 3. P. 291–296.
15. Chin K.J., Karmakar M.K., Peng P. Ультразвуковая визуализация позвоночного столба у взрослых на грудном и поясничном уровне при нейроаксиальной блокаде. Режим доступа: // <http://rsra.rusanesth.com/assets/files/publ/2.pdf>, свободный. Загл. с экрана. 20.01.2015.
16. Levitov A., Dallas A., Slonim A. *Bedside Ultrasonography in Clinical Medicine*. London: McGraw-Hill, 2010. 436 p.
17. Mofidi M., Mohammadi M., Saidi H., Kianmehr N., Ghasemi A., Hafesimoghadam P., Rezai M. Ultrasound guided lumbar puncture in emergency department: Time saving and less complications // *J. Res. Med. Sci.* 2013. V. 18. No. 4. P. 303–307.
18. Tirado A., Wu T., Noble V.E., Huang C., Lewiss R.E., Martin J.A., Murphy M.C., Sivitz A., Cohen S.G. Ultrasound-guided procedures in the emergency department-diagnostic and therapeutic asset // *Emerg. Med. Clin. North Am.* 2013. V. 31. No. 1. P. 117–149.
19. The History of Anaesthesia Society Proceedings. 2013. V. 46. P. 84 // *History of Anaesthesia Society*. Режим доступа: // http://www.histansoc.org.uk/uploads/9/5/5/2/9552670/anaesthesia_vol_46.pdf, свободный. Загл. с экрана. 20.12.2014.

Spine Ultrasound and Lumbar Puncture in Clinical Practice (Short History)

Yu.N. Bogin¹, I.D. Stulin², N.A. Shapiro³, L.A. Suvorova⁴

¹ Russian Association of Specialists in Ultrasound Diagnostics in Medicine, Moscow

² Moscow State University of Medicine and Dentistry

³ Scientific Clinical Center of JSC Russian Railways, Moscow

⁴ Central Polyclinic of JSC Russian Railways, Moscow

Yu.N. Bogin – M.D., Honorary Member, Russian Association of Specialists in Ultrasound Diagnostics in Medicine, Moscow. I.D. Stulin – M.D., Ph.D., Professor, Director, Division of Neurology, Moscow State University of Medicine and Dentistry. N.A. Shapiro – M.D., Ph.D., Professor, Head of Cytology Laboratory, Scientific Clinical Center of JSC Russian Railways, Moscow. L.A. Suvorova – M.D., Department of Radiology, Central Polyclinic of JSC Russian Railways, Moscow.

Short history of spine ultrasound and use of ultrasound guided lumbar puncture in clinical practice are presented in the article. It is shown priority of Russian scientists in method invention. First study (Application of the method of two-dimensional echospondylography for determining landmarks in lumbar punctures) was published in 1971 in Russia. Ultrasound guided lumbar puncture plays important role in treatment and diagnostic manipulations.

Key words: ultrasound diagnostics, lumbar puncture, ultrasound guide, and spine.

Уважаемые коллеги!

ФГБНУ “Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского” и кафедра функциональной и ультразвуковой диагностики ИПО ГБОУ ВПО “Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова” Министерства здравоохранения Российской Федерации приглашают принять участие в работе

Научного симпозиума с международным участием

“Актуальные вопросы диагностики кровообращения, дыхания и пищеварения”,

посвященного 50-летию организации отдела клинической физиологии ФГБНУ “Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского”, который будет проходить в г. Москве 9–10 сентября 2015 г.

Приоритетные направления симпозиума:

- современные аспекты диагностики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний;
- новые направления в инструментальной диагностике заболеваний внутренних и поверхностных органов;
- эластография в оценке состояния паренхиматозных органов;
- контрастные методы визуализации в диагностике патологии внутренних органов.

Во время симпозиума планируется проведение выставки ультразвуковой диагностической аппаратуры ведущих отечественных и зарубежных компаний.

Адрес проведения симпозиума:

119991 г. Москва, Абрикосовский пер., д. 2, конференц-зал кардиохирургического корпуса (3-й этаж) ФГБНУ “Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского”.

Вход на заседания конференции свободный.

Иногородним участникам предоставляется гостиница за наличный расчет (необходима предварительная (не позднее 15 августа 2015 г.) подача заявок на проживание). Информацию о гостинице можно получить у Клименко Василия Сергеевича по тел.: 8 (499) 246-25-51.

По всем вопросам обращаться по телефонам:

8 (499) 248-12-55 Платова Елена Николаевна,
Крыжановская Евгения Юрьевна,
Мегроян Алина Владимировна,
8 (499) 248-16-00 Фисенко Елена Полиектовна,
8 (499) 248-15-46 Садовников Владимир Иванович
или по **электронному адресу:** uzdiag@mail.ru



Юрию Николаевичу Богину – 90 лет

22 апреля 2015 г. исполнилось 90 лет заслуженному врачу России (1982 г.), Пионеру ультразвуковой диагностики (WFUMB и AIUM, 1988 г.), Почетному члену Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (2007 г.) Юрию Николаевичу Богину.

Юрий Николаевич – участник Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. В 1948 г. окончил Военно-морскую медицинскую академию в г. Ленинграде, многие годы работал в ЦКБ № 1 МПС СССР, где в начале 60-х годов под его руководством была создана лаборатория биолокационной диагностики. С 1962 г. сотрудниками этой лаборатории были внедрены в практику ультразвуковые исследования внутренних органов, щитовидной и молочных желез, мягких тканей, происходил активный анализ полученных данных в сопоставлении с морфологическим материалом.

В лаборатории биолокационной диагностики под руководством Юрия Николаевича проводилась ультразвуковая диагностика патологических изменений легких, плевральной полости, пищевода, средостения, перикарда – нетрадиционные для того времени применения. В 1968–1970 гг. выполнялась работа, которая впоследствии способствовала развитию нового направления

ультразвуковой диагностики – прицельным пункциям различных органов и тканей под контролем ультразвука. Так, в 1971 г. в “Журнале невропатологии и психиатрии имени С.С. Корсакова” была впервые опубликована работа, посвященная двумерному ультразвуковому исследованию позвоночника (эхоспондилографии) для определения ориентиров при осуществлении люмбальной пункции, которая обеспечила приоритет российской науки в этом направлении. В 1967–1968 гг. в лаборатории были проведены научные исследования спортивной травмы с различными повреждениями мягких тканей.

В 1977 г. на Всемирном электротехническом конгрессе в г. Москве биолокационная лаборатория демонстрировалась как медицинский центр, где осуществляются комплексные исследования в диагностике различных заболеваний. В 1973 г. в издательстве “Медицина” вышла книга “Радиоизотопное скеннирование, ультразвуковая биолокация и тепловидение в клинике”, в 1979 г. – “Ультразвуковая диагностика при заболеваниях печени и селезенки”. Соавтором этих монографий был Юрий Николаевич Богин. Впоследствии доктор Богин стал соавтором еще двух монографий: “Ультразвуковая и тепловизионная

диагностика сосудистых поражений нервной системы” (1986 г.) и “Комплексная экспресс-диагностика заболеваний щитовидной железы” (1992 г.).

В 80-х годах в лаборатории Юрия Николаевича на основе большого клинического материала был проанализирован и обобщен опыт исследования почек и надпочечников, разработана методика прижизненного определения массы внутренних органов. Всего в лаборатории было обследовано 156 000 больных, проведено обучение 273 врачей (по темам “Ультразвуковые диагностические исследования и телетермография”, “Комплексная диагностика (теоретические и практические занятия)”), опубликовано 117 научных работ, в том числе в США, Испании, Италии, ФРГ и Нидерландах.

Совместно с ассоциацией “Эра” был разработан проект, изготовлены и оборудованы две мобильные лаборатории комплексной экспресс-диагностики на базе автобуса и прицепа. В экспресс-комплексе проводились клинический осмотр, термография, ультразвуковые и цитологические исследования. С целью обучения персонала, работающего на мобильных лабораториях комплексной экспресс-диагностики, уже в начале 90-х годов была создана обучаю-

щая и практическая программа “Диагност”, выполненная на компакт-диске, что явилось несомненным событием в ультразвуковом мире того времени.

Под руководством Юрия Николаевича Богина было защищено 6 кандидатских диссертаций, получены патенты на изобретения “Способ экспресс-диагностики заболеваний щитовидной железы” и “Способ прогнозирования трофических нарушений мягких тканей нижней конечности у больных сахарным диабетом”.

Общий стаж работы доктора Богина 53 года, из них 41 год в области ультразвуковой диагностики. Свое 90-летие Юрий Николаевич встречает полным творческих сил. В этом номере журнала опубликован научный обзор доктора Богина в соавторстве с единомышленниками. Юрий Николаевич поражает нас высокой социальной активностью и большим интересом к происходящим изменениям в ультразвуковой диагностике. Он и сегодня продолжает делиться своими ценными мыслями и знаниями.

Редакционная коллегия журнала, ученики и соратники поздравляют Юрия Николаевича с юбилеем и желают ему здоровья, бодрости духа и успеха в творческих планах!

Yurij Bogin – 90 years