

DOI: 10.24835/1607-0771-2019-1-30-44

Эластография сдвиговой волной в рамках мультипараметрической ультразвуковой диагностики в оценке местного распространения рака предстательной железы

А.В. Кадрев^{1,2}, М.Д. Митькова², А.А. Камалов¹, В.В. Митьков²

¹ ФГБОУ ВО “Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова”, обособленное подразделение Медицинский научно-образовательный центр Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, г. Москва

² ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва

В статье представлены три клинических наблюдения, которые демонстрируют полезность ультразвуковой информации, полученной при мультипараметрическом трансректальном ультразвуковом исследовании, в оценке местного распространения рака предстательной железы. Ультразвуковая картина верифицирована данными мультипараметрической магнитно-резонансной томографии и трансректальной мультифокальной системной пункционной биопсии предстательной железы из 12 точек под контролем ультра-

звукового исследования, дополненной прицельной биопсией из подозрительных на злокачественность очагов, выявленных при мультипараметрическом трансректальном ультразвуковом исследовании. Представлен краткий обзор литературы, который показывает, что на сегодняшний день мультипараметрическая ультразвуковая диагностика не позволяет с приемлемой диагностической точностью выполнить предоперационное стадирование рака предстательной железы. Как и другие методы ультразвуковой диагностики

А.В. Кадрев – к.м.н., заведующий отделением ультразвуковой диагностики Медицинского научно-образовательного центра Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова; ассистент кафедры ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва. М.Д. Митькова – к.м.н., доцент кафедры ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва. А.А. Камалов – д.м.н., профессор, академик РАН, директор Медицинского научно-образовательного центра Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, г. Москва. В.В. Митьков – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва.

Контактная информация: 119192 г. Москва, Ломоносовский проспект, д. 27, к. 10, Медицинский научно-образовательный центр Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, отделение ультразвуковой диагностики. Кадрев Алексей Викторович. Тел.: +7 (495) 531-27-83. E-mail: akadrev@yandex.ru

(серошкальная визуализация, 3D-визуализация, цветокодированные доплерографические режимы), эластография сдвиговой волной не рассматривается в рутинной практике среди инструментальных методов, осуществляющих стадирование по категории Т. Но в тех случаях, когда врач ультразвуковой диагностики выявляет с помощью эластографии сдвиговой волной (как и с помощью серошкального и цветокодированных доплерографических режимов) признаки экстрапростатического распространения опухоли или прорастания опухоли в семенные пузырьки, он может указать эти данные в протоколе ультразвукового исследования.

Ключевые слова: ультразвуковая эластография сдвиговой волной, жесткость, модуль Юнга, предстательная железа, рак предстательной железы, стадирование, экстрапростатическое распространение, инвазия в семенные пузырьки.

Цитирование: Кадрев А.В., Митькова М.Д., Камалов А.А., Митьков В.В. Эластография сдвиговой волной в оценке местного распространения рака предстательной железы // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2019. № 1. С. 30–44.
DOI: 10.24835/1607-0771-2019-1-30-44.

Рак предстательной железы является наиболее распространенным злокачественным новообразованием у мужчин и пятой по частоте причиной мужской смертности от злокачественных опухолей во всем мире [1]. Точное установление стадии заболевания необходимо для планирования лечения и определения прогноза заболевания [2]. Основная цель состоит в том, чтобы провести разграничение между локализованным раком предстательной железы (Т1–2) и местно-распространенным заболеванием (Т3–4). К местно-распространенному раку предстательной железы относят опухоли, которые прорастают капсулу предстательной железы (Т3а), распространяются на семенные пузырьки (Т3б) или на соседние органы (например, на прямую кишку или на мочевой пузырь) (Т4) [3]. Местно-распрост-

раненный рак предстательной железы связан с более высоким риском положительного операционного края, биохимического рецидива и ухудшением общего прогноза после радикальной простатэктомии по сравнению с локализованным раком [4–6].

Согласно рекомендациям Европейской ассоциации урологов (*European Association of Urology*) [7], стадия рака предстательной железы устанавливается с помощью пальцевого ректального исследования и уровня простатспецифического антигена (ПСА) в сыворотке крови и может быть дополнена мультипараметрической магнитно-резонансной томографией (мпМРТ), радиоизотопным сканированием костей и компьютерной томографией (КТ).

Если рассматривать категорию Т, то пальцевое ректальное исследование не является точным инструментом оценки распространенности рака предстательной железы [8], нередко занижая стадию опухоли [9].

Уровень ПСА в сыворотке крови также точно не отражает стадию рака предстательной железы вследствие непредсказуемого вклада компонента доброкачественной гиперплазии предстательной железы (1) и уменьшения продукции ПСА при поражениях более высокой стадии по мере увеличения объема опухоли (2) [10].

При биопсии предстательной железы процент раковой ткани в биоптатах является сильным предиктором положительного хирургического края, инвазии в семенные пузырьки и местно-распространенного заболевания [11, 12]. Инвазия в семенные пузырьки является предиктором локального рецидива и отдаленного метастазирования, в связи с этим биопсия семенных пузырьков может улучшить предоперационное стадирование [13].

При помощи комбинирования вышеперечисленных клинических параметров на основе данных больших когорт пациентов были разработаны прогностические модели [14, 15], однако их достоверность не превышает 50–80%, поэтому разработка более точных методов стадирования продолжается.

МпМРТ в настоящее время является эталонным стандартным методом визуализации для локального стадирования рака предстательной железы [16–18]. Однако выявленная точность мпМРТ при оценке

экстрапростатического распространения варьируется в широких пределах. Объемные данные мета-анализа в выявлении экстрапростатического распространения, инвазии в семенные пузырьки и общей стадии Т3 при помощи мпМРТ показали чувствительность 57, 91 и 58% и специфичность 96, 61 и 88% соответственно [19]. Использование катушки 3 Тл и функциональных методов МРТ дополнительно к Т2-взвешенным изображениям повышает чувствительность в диагностике экстрапростатического распространения и инвазии в семенные пузырьки [19]. Оценка экстрапростатического распространения и инвазии в семенные пузырьки тесно связана с опытом специалиста [20], при этом воспроизводимость между исследователями остается умеренной [21]. Интересно, что использование эндоректальных катушек не повышает чувствительность мпМРТ в диагностике экстрапростатического распространения ни в случае использования аппаратов с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл, ни в случае использования аппаратов 3,0 Тл [19]. Чувствительность в диагностике микроскопического экстрапростатического распространения очень низкая – для диагностики капсулярной пенетрации <1 мм только 14% [22].

Таким образом, в рамках инструментальной диагностики для оценки категории Т рекомендуется использовать мпМРТ, для оценки категорий N и M – радиоизотопное сканирование костей, КТ, позитронно-эмиссионную томографию (ПЭТ), ПЭТ-КТ и МРТ [7].

Диагностическая информативность серошального трансректального ультразвукового исследования (ТРУЗИ) в выявлении экстракапсулярного распространения рака предстательной железы и инфильтрации семенных пузырьков является недостаточной и сопоставима с точностью пальцевого ректального исследования [23]. При использовании комбинации этих двух методов точность стадирования рака предстательной железы была не лучше, чем при применении одного из них (прогностическая ценность положительного результата около 50%) [24, 25], поэтому использование серошального ТРУЗИ для стадирования рака предстательной железы в настоящее время не рекомендовано. Такие мето-

ды, как 3D-реконструкция и качественная оценка кровотока (цветокодированные доплерографические режимы), также не могут дифференцировать опухоли Т2 и Т3 с достаточной точностью, которая позволяла бы использовать их для рутинного выявления местного распространения рака предстательной железы [26, 27].

В первичной диагностике рака предстательной железы в последние годы используется ультразвуковая эластография сдвиговой волной – метод ультразвуковой диагностики, позволяющий количественно оценивать жесткость тканей [28–33]. Есть работы по прогнозированию морфологически значимого рака предстательной железы с помощью ультразвуковой эластографии сдвиговой волной [34, 35]. Однако в доступной литературе нам не удалось обнаружить исследований, посвященных использованию эластографии сдвиговой волной для стадирования рака предстательной железы. В рекомендациях Всемирной федерации ассоциаций диагностического ультразвука в медицине и биологии (*World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology*) [32] отмечено, что эластография сдвиговой волной может повысить информативность ТРУЗИ в стадировании рака предстательной железы, поскольку может определить экстрапростатическое распространение, однако не может исключить его. Использование еще одного современного метода ультразвуковой диагностики – ультразвукового исследования с контрастным усилением (использование ультразвуковых контрастных препаратов) – для диагностики и стадирования рака предстательной железы не рассматривается в рутинной практике и находится на стадии накопления научного материала [36].

В статье представлены собственные клинические наблюдения, демонстрирующие возможности эластографии сдвиговой волной в оценке местного распространения рака предстательной железы.

Клиническое наблюдение № 1

Пациент С., 66 лет, был направлен в Медицинский научно-образовательный центр Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (г. Москва) в ноябре 2017 г. для выполнения трансректальной мультифокальной биопсии предстательной железы под

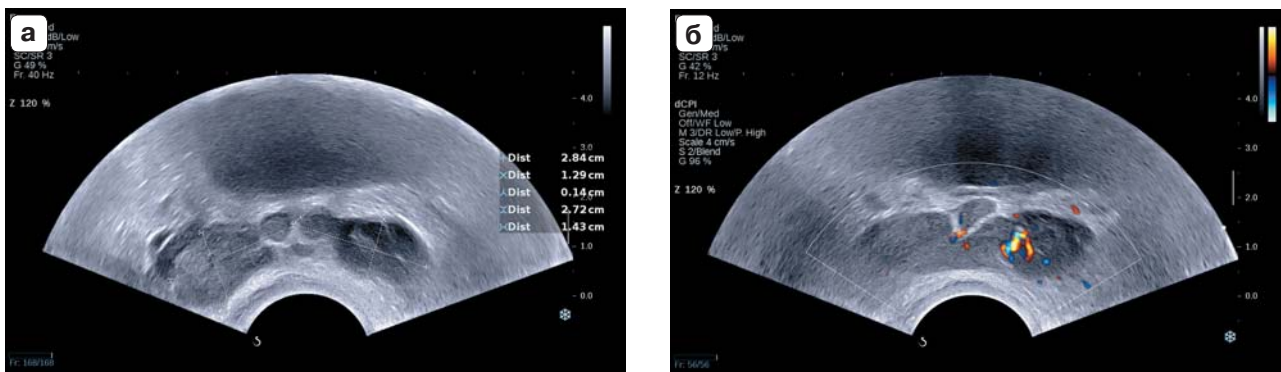


Рис. 1. Клиническое наблюдение № 1. Трансректальная ультразвуковая картина семенных пузырьков в серошкальном режиме (а) и при энергетическом доплеровском картировании (б). а – неоднородность эхоструктуры левого семенного пузырька. б – усиление васкуляризации левого семенного пузырька.

ультразвуковым контролем. При поступлении уровень общего ПСА в сыворотке крови составлял 13,4 нг/мл, уровень свободного ПСА – 1,3 нг/мл, соотношение свободного ПСА к общему – 9,7%. При пальцевом ректальном исследовании определялся очаг уплотнения в левой доле железы. Пациенту было проведено мультипараметрическое ТРУЗИ предстательной железы и семенных пузырьков на аппарате Aixplorer (Supersonic Imagine, Франция) с помощью внутривагinalного датчика, работающего в диапазоне частот 3–12 МГц. В исследование входили стандартное ТРУЗИ предстательной железы и семенных пузырьков с использованием серошкального режима и цветочисловых доплерографических режимов (цветовое доплеровское картирование и энергетическое доплеровское картирование) и эластография сдвиговой волной.

При стандартном ТРУЗИ: размеры предстательной железы – 49 мм (поперечный), 32 мм (передне-задний) и 43 мм (верхне-нижний), объем – 35,1 см³. Контуры неровные, сзади в основании слева нечеткие. Зональное деление прослеживается нечетко. Размеры транзитных зон – 26, 23 и 33 мм, объем – 10,3 см³. Внутривагinalный компонент не определяется. Эхоструктура периферической зоны неоднородная. Слева в основании и средней части предстательной железы определяется гипоехогенное образование размерами 19, 19 и 23 мм, без четких контуров, вплотную прилежащее к капсуле предстательной железы. При цветовом и энергетическом доплеровском картировании в гипоехогенном образовании в периферической зоне слева определяется гиперваскуляризация. Нечеткость контуров предстательной железы в основании слева сзади не позволяет исклю-

чить инвазию в перипростатическую клетчатку. В основании справа визуализируется гипоехогенное образование размерами 8, 6 и 9 мм, без четких контуров. Семенные пузырьки симметричные, не увеличены, с ровными и четкими контурами. Визуализируется неоднородность эхоструктуры левого семенного пузырька (рис. 1а) на фоне усиления его васкуляризации (рис. 1б).

При ультразвуковой эластографии сдвиговой волной: в периферической зоне слева преимущественно в основании и средней части железы определяется обширная зона повышенной жесткости (модуль Юнга (E_{mean}) – 80,9 кПа), распространяющаяся в передние отделы предстательной железы; на симметричном участке периферической зоны справа E_{mean} – 22,3 кПа, SWE-ratio – 3,6. Зона повышенной жесткости слева распространяется за пределы предстательной железы по задней поверхности в проекции нейро-сосудистого пучка (рис. 2). В проекции гипоехогенного образования в периферической зоне в основании справа E_{mean} – 55,9 кПа.

Заключение: ультразвуковые признаки очагового образования периферической зоны предстательной железы в основании слева (зона повышенной жесткости (E_{mean} – 80,9 кПа) с распространением в передние отделы и на перипростатическую клетчатку по задней поверхности в проекции нейро-сосудистого пучка). Ультразвуковые признаки очагового образования периферической зоны предстательной железы в основании справа (E_{mean} – 55,9 кПа). Неоднородность эхоструктуры левого семенного пузырька с усилением его васкуляризации не позволяет исключить инвазию в левый семенной пузырек.

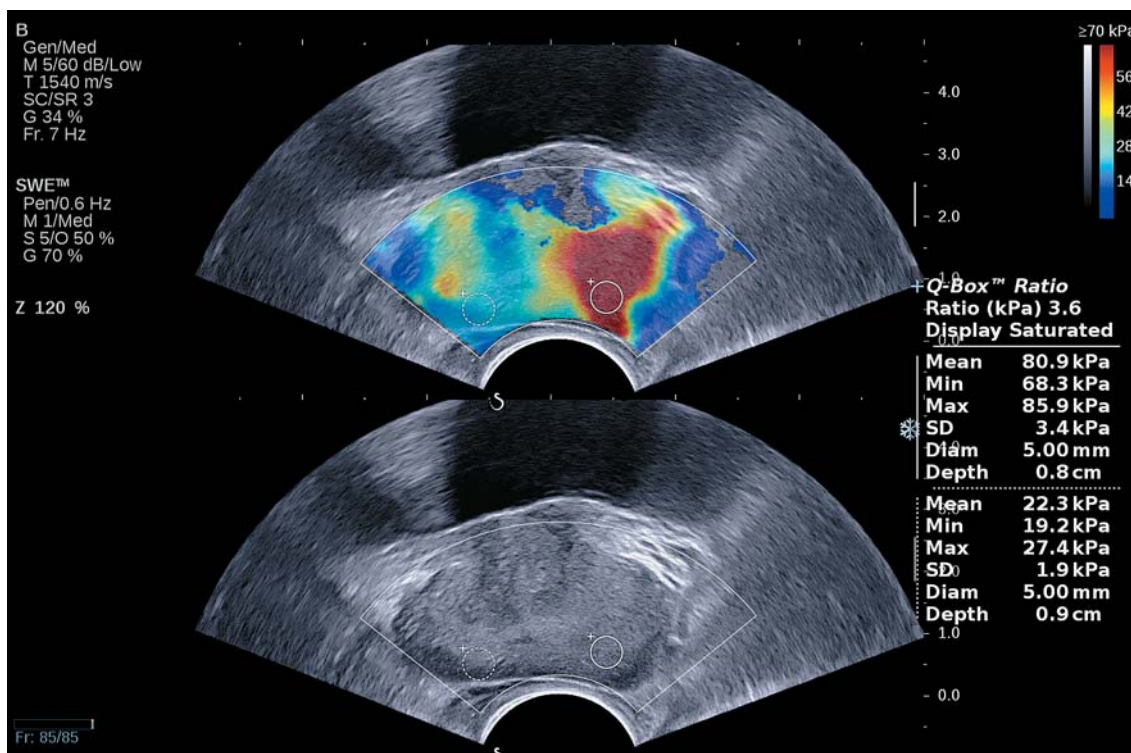


Рис. 2. Клиническое наблюдение № 1. Эластография сдвиговой волной предстательной железы при ТРУЗИ. Зона повышенной жесткости в левой доле предстательной железы с распространением в перипростатическую клетчатку по задней поверхности.

Результаты мпМРТ с внутривенным болюсным введением контрастного препарата Оптимарк (15 мл) (сделана в другой медицинской организации за 8 дней до биопсии): предстательная железа размерами 44 мм (поперечный), 33 мм (передне-задний) и 35 мм (верхне-нижний), объемом 26,4 см³. Зональная дифференциация сохранена. Периферическая зона неоднородной структуры с тяжистыми фиброзными включениями. В средних и базальных отделах железы на 2–5 ч условного циферблата определяется участок гомогенно сниженного на T2-взвешенных изображениях сигнала, вытянутой веретеновидной формы, размером 36 мм, с резким ограничением диффузии (ADC (apparent diffusion coefficient – измеряемый коэффициент диффузии (ИКД)) – 0,56–0,64 × 10⁻³ мм²/с) и ранним интенсивным накоплением контрастного препарата. Участок инфильтрирует центральную зону слева, выводные отделы левого семенного пузырька, капсулу, перипростатическую клетчатку с вовлечением нейро-сосудистого пучка на уровне 5 ч. Переходная зона: немного увеличена за счет многоузловой гиперплазии. Центральная зона справа без особенностей. Фибромускулярная строма без особенностей.

Семенные пузырьки: выводные отделы левого семенного пузырька инфильтрированы, содержимое семенных пузырьков обычное. Мочевой пузырь слабого наполнения, стенка его не утолщена, тазовые сегменты мочеточников не расширены. Тазовые лимфатические узлы обычных размеров и структуры. Прямая кишка без особенностей. Кости таза без патологических изменений. Заключение: МР-картина образования в левой доле предстательной железы с инвазией левого семенного пузырька, перипростатической клетчатки, нейро-сосудистого пучка (PIRADS v.2 – категория 5).

Пациенту была выполнена трансректальная мультифокальная системная пункционная биопсия предстательной железы из 12 точек под контролем ультразвукового исследования, дополненная прицельной биопсией в виде трех столбиков ткани из подозрительного на злокачественность очага в левой доле. По данным гистологического исследования: на фоне железисто-стромальной гиперплазии с простатической интраэпителиальной неоплазией (ПИН) высокой степени в 12 из 15 фрагментов ткани предстательной железы (9 – из левой доли и 3 – из правой доли) – ацинарная аденокарцинома,

7 баллов по Глисона (4 + 3, группа *ISUP* – 3), с очаговой перинеуральной инвазией. Во всех прицельных столбиках из зоны повышенной жесткости из очага в левой доле определялась ацинарная аденокарцинома: 13-й столбик – сумма Глисона 4 + 4, 14-й столбик – 4 + 4, 15-й столбик – 4 + 3.

В данном наблюдении при исследовании в серошкальном режиме было заподозрено наличие экстракапсулярного распространения опухоли. Подозрения были подтверждены с помощью эластографии сдвиговой волной. Необходимо отметить, что инвазия в клетчатку в серошкальном режиме определялась с трудом, в то время как в режиме эластографии сдвиговой волной зона инвазии визуализировалась более четко. Распространение опухоли на перипростатическую клетчатку и нейро-сосудистый пучок, как и вовлечение в процесс передних отделов предстательной железы, было верифицировано при помощи мпМРТ. При помощи цветокодированной доплерографии было заподозрено поражение левого семенного пузырька (стадия T3b), что подтверждено данными мпМРТ.

Если рассматривать прогностические группы риска биохимического рецидива локализованного и местно-распространенного рака предстательной железы (*EAU risk groups for biochemical recurrence of localised and locally advanced prostate cancer*) (деление на группы риска основано на классификационной системе, учитывающей уровень общего ПСА в сыворотке крови, сумму Глисона (группу *ISUP*) и клиническую стадию T, которая стандартно оценивается при пальцевом ректальном исследовании) [7], то оба метода визуализации отнесли данную клиническую ситуацию в группу высокого риска (местно-распространенный рак предстательной железы). Тогда как уровень общего ПСА сыворотки крови (10–20 нг/мл), сумма Глисона (7 баллов, *ISUP* – 2/3) и клиническая стадия T по данным пальцевого ректального исследования (T2b) соответствовали более низкой прогностической группе (промежуточный риск) [7].

Клиническое наблюдение № 2

Пациент О., 67 лет, был направлен в Медицинский научно-образовательный центр Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (г. Москва) в ноябре 2018 г. для выполнения трансректальной мультифокальной биопсии предстательной железы под ультразвуковым контролем. При поступлении уровень общего ПСА в сыворотке крови состав-

лял 16,56 нг/мл, уровень свободного ПСА – 0,63 нг/мл, соотношение свободного ПСА к общему – 3,8%. При пальцевом ректальном исследовании определялась зона уплотнения в левой доле железы. Пациенту было проведено мультипараметрическое ТРУЗИ предстательной железы и семенных пузырьков (аппарат Aixplorer, Supersonic Imagine, Франция, датчик частотой 3–12 МГц), включавшее в себя исследование в В-режиме, режимах энергетического доплеровского картирования и эластографии сдвиговой волной.

При стандартном ТРУЗИ: предстательная железа размерами 49 мм (поперечный), 36 мм (передне-задний) и 42 мм (верхне-нижний), объемом 38,1 см³. Контуры неровные, по боковой и задней поверхности слева нечеткие. Зональное деление прослеживается с трудом. Размеры транзиторных зон – 38, 25 и 34 мм, объем – 16,7 см³, эхоструктура неоднородная. Внутрипузырный компонент не определяется. По ходу простатической части мочеиспускательного канала и хирургической капсулы выявляются множественные зоны кальциноза длиной до 20 мм. В периферической зоне слева в проекции основания, средней части и верхушки предстательной железы с переходом на правую долю определяется неправильной формы гипоехогенное образование размерами 34, 9 и 22 мм, однородной эхоструктуры, с неровными и нечеткими контурами (рис. 3). Определяются участки инвазии в перипростатическую клетчатку, наибольший – по задней поверхности слева, протяженностью до 20 мм, глубиной до 7 мм (рис. 4). При энергетическом доплеровском картировании кровотока в предстательной железе асим-



Рис. 3. Клиническое наблюдение № 2. Трансректальная ультразвуковая картина предстательной железы в серошкальном режиме. Гипоехогенное образование в периферической зоне предстательной железы.



Рис. 4. Клиническое наблюдение № 2. Трансректальная ультразвуковая картина предстательной железы в серошкальном режиме. Участок инвазии опухоли предстательной железы в перипростатическую клетчатку по задней поверхности слева.

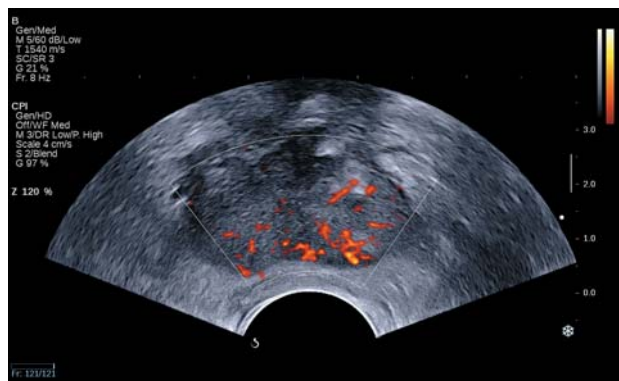


Рис. 5. Клиническое наблюдение № 2. Трансректальная ультразвуковая картина предстательной железы при энергетическом доплеровском картировании. Усиление васкуляризации в левой доле предстательной железы.

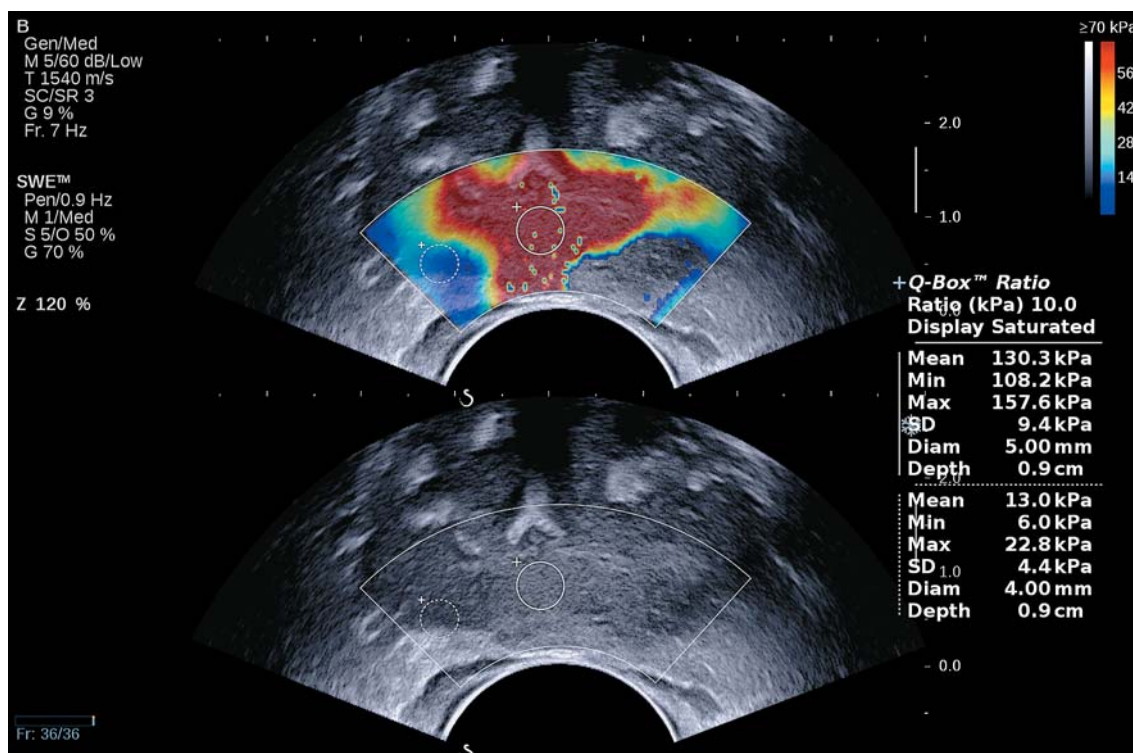


Рис. 6. Клиническое наблюдение № 2. Эластография сдвиговой волной предстательной железы при ТРУЗИ. Зона повышенной жесткости в левой доле с переходом на правую долю и распространением в перипростатическую клетчатку по задней поверхности предстательной железы.

метричный за счет усиления васкуляризации в зоне описанного образования (рис. 5). Семенные пузырьки симметричные, справа размерами 24 и 14 мм, слева – 26 и 12 мм, однородной эхоструктуры, с ровными и четкими контурами.

При ультразвуковой эластографии сдвиговой волной определяется обширная зона повышенной жесткости в основании, средней трети и вер-

хушке предстательной железы слева с частичным переходом на правую долю, превышающая объем гипоехогенного образования. Модуль Юнга (Emean) – 130,3 кПа, SWE-ratio – 10,0. Определяется распространение зоны повышенной жесткости в перипростатическую клетчатку по задней поверхности предстательной железы (рис. 6).

Заключение: ультразвуковые признаки очагового образования предстательной железы, занимающего основание, среднюю часть и верхушку слева с распространением на правую долю, с инвазией в перипростатическую клетчатку. Жесткость образования значительно повышена ($E_{mean} = 130,3$ кПа).

Результаты мпМРТ с внутривенным болюсным введением контрастного препарата Магневист (20 мл) (сделана в другой медицинской организации за 7 дней до биопсии): предстательная железа размерами 31, 44 и 50 мм, объемом 35 см³. Зональная анатомия дифференцируется четко. Периферическая зона больше выражена сзади и латерально, чем спереди, с множественными гипоинтенсивными на Т2-взвешенных изображениях участками линейной и клиновидной формы. На этом фоне на уровне апикальной части предстательной железы в задней периферической зоне преимущественно левой и частично правой долей визуализируется объемное образование неправильной формы, с неровными и нечеткими контурами, неоднородной структуры, размерами 8, 23 и 12 мм, деформирующее контур фиброзной капсулы. Вышеописанное образование гипоинтенсивное на Т2-взвешенных изображениях, гиперинтенсивное при диффузии с низким сигналом на карте ИКД, характеризующееся повышенной скоростью накопления контрастного препарата. Центральная, переходная и периуретральная зоны с простатической частью мочеиспускательного канала представлены умеренным количеством инкапсулированных узлов кистозно-железистой гиперплазии. Фиброзная капсула толщиной 1 мм, на уровне вышеописанного образования не прослеживается. Семенные пузырьки симметричны, размерами по 12 мм, обычной формы и положения, сигнал от внутрипросветного содержимого однородный. Фасция Денонвилле четкая, ровная. Сосудисто-нервные пучки и внутренние запирающие мышцы без особенностей. По ходу верхней прямокишечной артерии визуализируются единичные деформированные лимфатические узлы до 5 мм в диаметре, накапливающие контрастный препарат. **Заключение:** МР-картина высокой вероятности наличия объемного образования задней периферической зоны левой и правой долей предстательной железы с экстракапсулярной экстензией на фоне кистозно-железистой гиперплазии (PIRADS v.2 – категория 5). Единичные деформированные лимфатические

узлы по ходу верхней прямокишечной артерии, вероятно, вторично измененные.

Пациенту была выполнена трансректальная мультифокальная системная пункционная биопсия предстательной железы из 12 точек под контролем ультразвукового исследования, дополненная прицельной биопсией в виде двух столбиков ткани из подозрительного на злокачественность очага в левой доле. Морфологическое исследование: на фоне железисто-стромальной гиперплазии с ПИН высокой степени в 10 из 14 фрагментов ткани предстательной железы – ацинарная аденокарцинома, 7 баллов по Глисон (4 + 3, группа ISUP – 3), с перинеуральной инвазией. Во всех прицельных столбиках из зоны повышенной жесткости из очага в левой доле определялась ацинарная аденокарцинома: 13-й столбик – сумма Глисона 4 + 3, 14-й столбик – 4 + 3.

У данного пациента при стандартном ТРУЗИ и при исследовании в режиме эластографии сдвиговой волной было выявлено обширное экстракапсулярное распространение опухоли по задней поверхности предстательной железы. Наличие экстрапростатической инвазии (стадия Т3а) было подтверждено с помощью результатов мпМРТ.

Интересно, что объем опухолевого поражения, определенный по данным В-режима, составил 3,5 см³ (энергетическое доплеровское картирование продемонстрировало усиление васкуляризации гипоехогенного образования, эластография сдвиговой волной показала больший объем поражения), тогда как при мпМРТ объем образования (гипоинтенсивное на Т2-взвешенных изображениях, гиперинтенсивное при диффузии с низким сигналом на карте ИКД, характеризующееся повышенной скоростью накопления контрастного препарата) – 1,1 см³. Трансректальная мультифокальная пункционная биопсия предстательной железы дала положительный результат в 10 из 14 фрагментов, если исключить прицельные биоптаты, то в 8 из 12 фрагментов. Непораженные фрагменты относились к латеральному (1) и медиальному (2) секторам основания правой доли, латеральному сектору средней части правой доли (3), медиальному сектору основания левой доли (4). Таким образом, мультипараметрическое ТРУЗИ в данном клиническом наблюдении продемонстрировало большее совпадение по объему поражения по сравнению с мпМРТ и аналогичные результаты по экстрапростатическому распространению опухоли.



Рис. 7. Клиническое наблюдение № 3. Трансректальная ультразвуковая картина предстательной железы в серошкальном режиме. Гипоэхогенное образование в левой доле предстательной железы с переходом на правую долю. Участок инвазии опухоли предстательной железы в перипростатическую клетчатку по задней поверхности слева.

Если рассматривать прогностические группы риска [7], то оба метода визуализации отнесли данную клиническую ситуацию в группу высокого риска (местно-распространенный рак предстательной железы). Тогда как уровень общего ПСА сыворотки крови (10–20 нг/мл), сумма Глисона (7 баллов, *ISUP* – 2/3) и клиническая стадия Т по данным пальцевого ректального исследования (Т2b) соответствовали более низкой прогностической группе (промежуточный риск) [7].

Клиническое наблюдение № 3

Пациент К., 71 года, был направлен в Медицинский научно-образовательный центр Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (г. Москва) в марте 2017 г. для выполнения трансректальной мультифокальной биопсии предстательной железы под ультразвуковым контролем. При поступлении уровень общего ПСА в сыворотке крови составлял 2,66 нг/мл. При пальцевом ректальном исследовании определялось неравномерное уплотнение всей предстательной железы. Пациенту было проведено мультипараметрическое ТРУЗИ предстательной железы и семенных пузырьков на аппарате Aixplorer (Supersonic Imagine, Франция) с помощью внутриволнового датчика, работающего в диапазоне частот 3–12 МГц. В исследование входили стандартное ТРУЗИ предстательной железы и семенных пузырьков с использованием серошкального режима и цветового доплеровского картирования и эластография сдвиговой волной.

При стандартном ТРУЗИ выявлено: размеры предстательной железы – 46 мм (поперечный), 43 мм (передне-задний) и 40 мм (верхне-нижний), объем – 41,0 см³. Контуры неровные, левый контур нечеткий по боковой и задней поверхностям. Определяется асимметрия за счет больших размеров правой доли относительно левой. Зональное деление не прослеживается. В левой доле (в основании, средней части, верхушке) визуализируется неправильной формы гипоэхогенное неоднородное образование размерами 25, 19 и 30 мм, с неровными и нечеткими контурами, прилежащее к капсуле предстательной железы и распространяющееся в правую долю. Отмечается участок инвазии за пределы капсулы по заднему контуру слева на глубину 5 мм (рис. 7). В правой доле определяется гипоэхогенная зона в основании и средней части, размерами 18, 18 и 20 мм, с неровными и нечеткими контурами. При цветовом доплеровском картировании кровотока в железе асимметричный за счет усиления васкуляризации в зоне описанного образования левой доли. Семенные пузырьки – слева размерами 30 и 16 мм, справа – 37 и 9 мм; слева содержимое средней эхогенности, неоднородное, справа – анэхогенное.

При ультразвуковой эластографии сдвиговой волной определяются две обширные зоны повышенной жесткости в левой и правой долях, превышающие объем обоих образований, визуализируемых в В-режиме. Еmean слева – 77,4 кПа, справа – 65,3 кПа. Определяется распространение зоны повышенной жесткости слева за пределы предстательной железы в перипростатическую клетчатку по задней, боковой и передней поверхностям (рис. 8). Выявляется резкое повышение жесткости стенки левого семенного пузырька (Еmean стенки левого семенного пузырька – 51,5 кПа, Еmean правого семенного пузырька – 19,6 кПа, SWE-ratio – 2,7) (рис. 9).

Заключение: ультразвуковые признаки очагового образования предстательной железы, занимающего основание, среднюю часть и верхушку слева с распространением в перипростатическую клетчатку и левый семенной пузырек. Жесткость образования слева значительно повышена (Еmean – 77,4 кПа), как и жесткость стенки левого семенного пузырька (Еmean – 51,5 кПа). Пониженная эхогенность и повышенная жесткость (Еmean – 65,3 кПа) очага справа не позволяют исключить вовлечение в процесс правой доли.

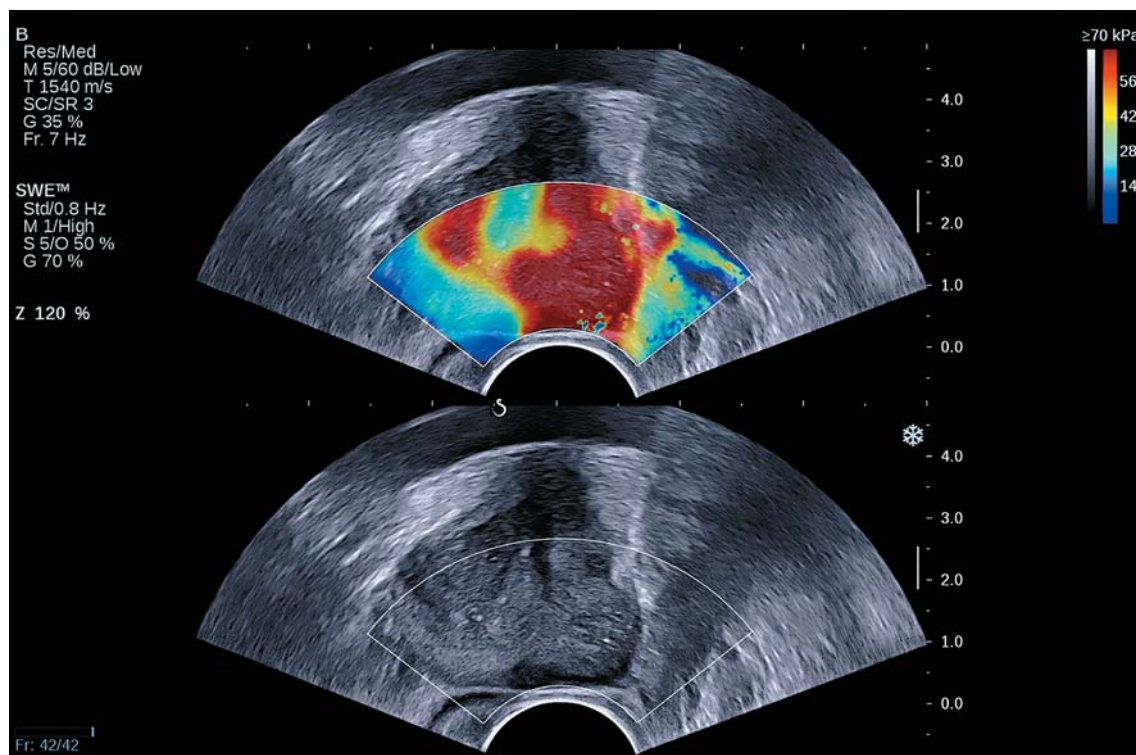


Рис. 8. Клиническое наблюдение № 3. Эластография сдвиговой волной предстательной железы при ТРУЗИ. Зона повышенной жесткости в левой доле предстательной железы с распространением в перипростатическую клетчатку.

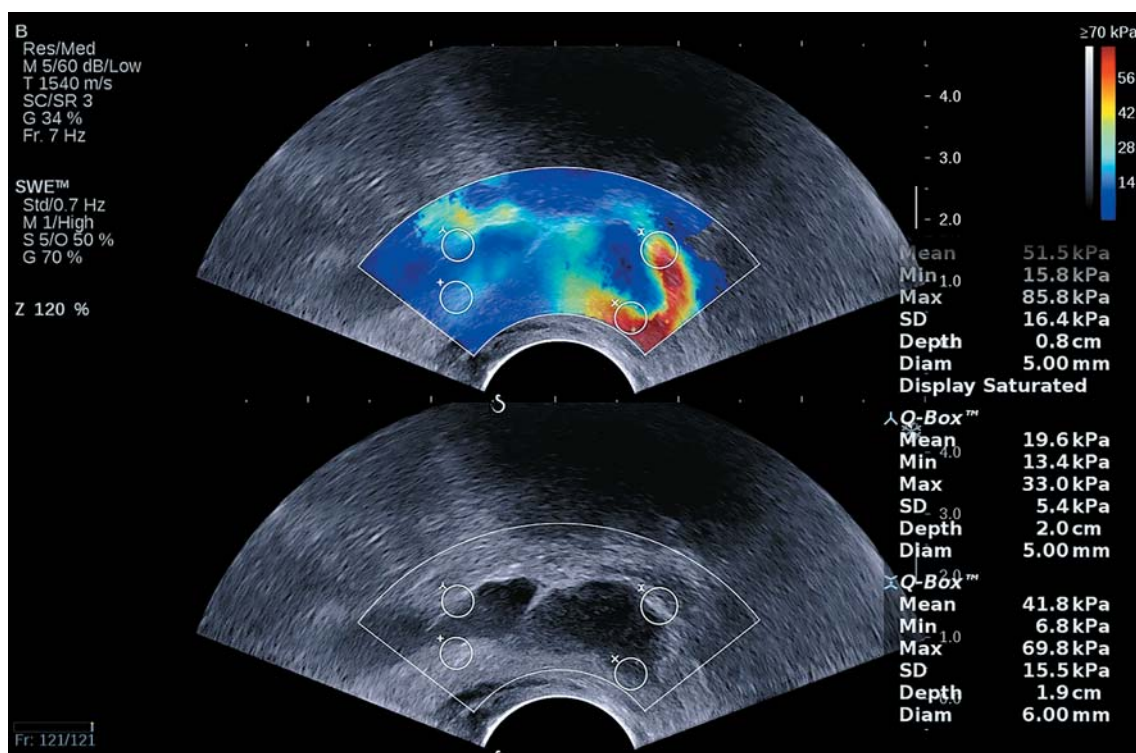


Рис. 9. Клиническое наблюдение № 3. Эластография сдвиговой волной семенных пузырьков при ТРУЗИ. Повышение жесткости стенки левого семенного пузырька.

Пациенту была выполнена трансректальная мультифокальная пункционная биопсия предстательной железы из 12 точек под контролем ультразвукового исследования, дополненная прицельной биопсией в виде двух столбиков ткани из левого семенного пузырька. По данным гистологического исследования: на фоне железисто-стромальной гиперплазии в 8 из 12 фрагментов ткани предстательной железы и в двух фрагментах ткани семенных пузырьков – ацинарная аденокарцинома, 10 баллов по Глисон (5 + 5, группа *ISUP* – 5), с периневральной инвазией опухоли и поражением левого семенного пузырька.

В данном случае при исследовании в серошальном режиме и при эластографии сдвиговой волной были выявлены экстракапсулярное распространение новообразования и опухолевое поражение левого семенного пузырька. У данного пациента так же, как и в клиническом наблюдении № 1, площадь распространения инвазии была большей при эластографии сдвиговой волной, чем в В-режиме. Инвазия в левый семенной пузырек в клиническом наблюдении № 3 была подтверждена данными пункционной биопсии предстательной железы. Метод эластографии сдвиговой волной оказался полезен в определении стадии (Т3b) рака предстательной железы у данного пациента.

Если рассматривать прогностические группы риска [7], то мультипараметрическое ТРУЗИ отнесло данную клиническую ситуацию в группу высокого риска (местно-распространенный рак предстательной железы). Тогда как уровень общего ПСА сыворотки крови (<10 нг/мл) соответствовал низкому риску, клиническая стадия Т по данным пальцевого ректального исследования (Т2с) и сумма Глисона (10 баллов, *ISUP* – 5) – высокому риску (локализованный рак предстательной железы) [7].

Данные клинические наблюдения демонстрируют адекватность ультразвуковой информации, которая совпадала с данными мпМРТ и трансректальной мультифокальной системной пункционной биопсии предстательной железы из 12 точек под контролем ультразвукового исследования, дополненной прицельной биопсией из подозрительных на злокачественность очагов, выявленных при мультипараметрическом ТРУЗИ. Однако на сегодняшний день ультразвуковая эластография сдвиговой волной не позволяет с приемлемой диагности-

ческой точностью выполнить предоперационное стадирование рака предстательной железы. Как и другие методы ультразвуковой диагностики (серошальная визуализация, 3D-визуализация, цветокодированные доплерографические режимы), эластография сдвиговой волной не рассматривается в рутинной практике среди инструментальных методов, осуществляющих стадирование по категории Т. Но в тех случаях, когда врач ультразвуковой диагностики выявляет с помощью эластографии сдвиговой волной (как и с помощью серошального и цветокодированных доплерографических режимов) признаки экстрапростатического распространения опухоли или прорастания опухоли в семенные пузырьки, он может указать эти данные в протоколе ультразвукового исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Torre L.A., Bray F., Siegel R.L., Ferlay J., Lortet-Tieulent J., Jemal A. Global cancer statistics, 2012 // *CA Cancer J. Clin.* 2015. V. 65. No. 2. P. 87–108. Doi: 10.3322/caac.21262.
2. Epstein J.I., Partin A.W., Sauvageot J., Walsh P.C. Prediction of progression following radical prostatectomy. A multivariate analysis of 721 men with long-term follow-up // *Am. J. Surg. Pathol.* 1996. V. 20. No. 3. P. 286–292.
3. O'Sullivan B., Brierley J., Byrd D., Bosman F., Kehoe S., Kossary C., Pineros M., Van Eycken E., Weir H.K., Gospodarowicz M. The TNM classification of malignant tumours-towards common understanding and reasonable expectations // *Lancet Oncol.* 2017. V. 18. No. 7. P. 849–851. Doi: 10.1016/S1470-2045(17)30438-2.
4. Swanson G.P., Riggs M., Hermans M. Pathologic findings at radical prostatectomy: risk factors for failure and death // *Urol. Oncol.* 2007. V. 25. No. 2. P. 110–114. Doi: 10.1016/j.urolonc.2006.06.003.
5. Godoy G., Tareen B.U., Lepor H. Site of positive surgical margins influences biochemical recurrence after radical prostatectomy // *BJU Int.* 2009. V. 104. No. 11. P. 1610–1614. Doi: 10.1111/j.1464-410X.2009.08688.x.
6. Tollefson M.K., Karnes R.J., Rangel L.J., Bergstralh E.J., Boorjian S.A. The impact of clinical stage on prostate cancer survival following radical prostatectomy // *J. Urol.* 2013. V. 189. No. 5. P. 1707–1712. Doi: 10.1016/j.juro.2012.11.065.
7. Mottet N., van den Bergh R.C.N., Briers E., Cornford P., De Santis M., Fanti S., Gillessen S., Grummet J., Henry A.M., Lam T.B., Mason M.D., van der Kwast T.H., van der Poel H.G., Rouviere O., Tilki D., Wiegel T. EAU–EANM–ESTRO–ESUR–SIOG Guidelines on prostate cancer. Режим доступа: // <https://uroweb.org/guideline/pros>

- tate-cancer/, свободный. Загл. с экрана. 20.03.2019.
8. Obek C., Louis P., Civantos F., Soloway M.S. Comparison of digital rectal examination and biopsy results with the radical prostatectomy specimen // *J. Urol.* 1999. V. 161. No. 2. P. 494–498.
 9. Spigelman S.S., McNeal J.E., Freiha F.S., Stamey T.A. Rectal examination in volume determination of carcinoma of the prostate: clinical and anatomical correlations // *J. Urol.* 1986. V. 136. No. 6. P. 1228–1230.
 10. Partin A.W., Carter H.B., Chan D.W., Epstein J.I., Oesterling J.E., Rock R.C., Weber J.P., Walsh P.C. Prostate specific antigen in the staging of localized prostate cancer: influence of tumor differentiation, tumor volume and benign hyperplasia // *J. Urol.* 1990. V. 143. No. 4. P. 747–752.
 11. Freedland S.J., Csathy G.S., Dorey F., Aronson W.J. Percent prostate needle biopsy tissue with cancer is more predictive of biochemical failure or adverse pathology after radical prostatectomy than prostate specific antigen or Gleason score // *J. Urol.* 2002. V. 167. No. 2. P. 516–520.
 12. Quinn D.I., Henshall S.M., Brenner P.C., Kooner R., Golovsky D., O'Neill G.F., Turner J.J., Delprado W., Grygiel J.J., Sutherland R.L., Stricker P.D. Prognostic significance of preoperative factors in localized prostate carcinoma treated with radical prostatectomy: importance of percentage of biopsies that contain tumor and the presence of biopsy perineural invasion // *Cancer.* 2003. V. 97. No. 8. P. 1884–1893. Doi: 10.1002/cncr.11263.
 13. Saliken J.C., Gray R.R., Donnelly B.J., Owen R., White L.J., Ali-Ridha N., So B., Ting P.T. Extraprostatic biopsy improves the staging of localized prostate cancer // *Can. Assoc. Radiol. J.* 2000. V. 51. No. 2. P. 114–120.
 14. Partin A.W., Kattan M.W., Subong E.N., Walsh P.C., Wojno K.J., Oesterling J.E., Scardino P.T., Pearson J.D. Combination of prostate-specific antigen, clinical stage, and Gleason score to predict pathological stage of localized prostate cancer. A multi-institutional update // *JAMA.* 1997. V. 277. No. 18. P. 1445–1451.
 15. Cagiannos I., Karakiewicz P., Eastham J.A., Ohori M., Rabbani F., Gerigk C., Reuter V., Graefen M., Hammerer P.G., Erbersdobler A., Huland H., Kupelian P., Klein E., Quinn D.I., Henshall S.M., Grygiel J.J., Sutherland R.L., Stricker P.D., Morash C.G., Scardino P.T., Kattan M.W. A preoperative nomogram identifying decreased risk of positive pelvic lymph nodes in patients with prostate cancer // *J. Urol.* 2003. V. 170. No. 5. P. 1798–1803. Doi: 10.1097/01.ju.0000091805.98960.13.
 16. Salerno J., Finelli A., Morash C., Morgan S.C., Power N., Schieda N., Haider M.A. Multiparametric magnetic resonance imaging for pre-treatment local staging of prostate cancer: A Cancer Care Ontario clinical practice guideline // *Can. Urol. Assoc. J.* 2016. V. 10. No. 9–10. P. E332–E339. Doi: 10.5489/cuaj.3823.
 17. Barentsz J.O., Richenberg J., Clements R., Choyke P., Verma S., Villeirs G., Rouviere O., Logager V., Futterer J.J.; European Society of Urogenital Radiology. ESUR prostate MR guidelines 2012 // *Eur. Radiol.* 2012. V. 22. No. 4. P. 746–757. Doi: 10.1007/s00330-011-2377-y.
 18. Eberhardt S.C., Carter S., Casalino D.D., Merrick G., Frank S.J., Gottschalk A.R., Leyendecker J.R., Nguyen P.L., Oto A., Porter C., Remer E.M., Rosenthal S.A. ACR Appropriateness Criteria prostate cancer – pretreatment detection, staging, and surveillance // *J. Am. Coll. Radiol.* 2013. V. 10. No. 2. P. 83–92. Doi: 10.1016/j.jacr.2012.10.021.
 19. De Rooij M., Hamoen E.H., Witjes J.A., Barentsz J.O., Rovers M.M. Accuracy of magnetic resonance imaging for local staging of prostate cancer: a diagnostic meta-analysis // *Eur. Urol.* 2016. V. 70. No. 2. P. 233–245. Doi: 10.1016/j.eururo.2015.07.029.
 20. Heijmink S.W., Futterer J.J., Hambrock T., Takahashi S., Scheenen T.W., Huisman H.J., Hulsbergen-Van de Kaa C.A., Knipscheer B.C., Kiemeny L.A., Witjes J.A., Barentsz J.O. Prostate cancer: body-array versus endorectal coil MR imaging at 3 T – comparison of image quality, localization, and staging performance // *Radiology.* 2007. V. 244. No. 1. P. 184–195. Doi: 10.1148/radiol.2441060425.
 21. Futterer J.J., Engelbrecht M.R., Huisman H.J., Jager G.J., Hulsbergen-van De Kaa C.A., Witjes J.A., Barentsz J.O. Staging prostate cancer with dynamic contrast-enhanced endorectal MR imaging prior to radical prostatectomy: experienced versus less experienced readers // *Radiology.* 2005. V. 237. No. 2. P. 541–549. Doi: 10.1148/radiol.2372041724.
 22. Jager G.J., Ruijter E.T., van de Kaa C.A., de la Rosette J.J., Oosterhof G.O., Thornbury J.R., Barentsz J.O. Local staging of prostate cancer with endorectal MR imaging: correlation with histopathology // *Am. J. Roentgenol.* 1996. V. 166. No. 4. P. 845–852. Doi: 10.2214/ajr.166.4.8610561.
 23. Smith J.A. Jr., Scardino P.T., Resnick M.I., Hernandez A.D., Rose S.C., Egger M.J. Transrectal ultrasound versus digital rectal examination for the staging of carcinoma of the prostate: results of a prospective, multi-institutional trial // *J. Urol.* 1997. V. 157. No. 3. P. 902–906.
 24. Hsu C.Y., Joniau S., Oyen R., Roskams T., Van Poppel H. Detection of clinical unilateral T3a prostate cancer – by digital rectal examination or transrectal ultrasonography? // *BJU Int.* 2006. V. 98. No. 5. P. 982–985. Doi: 10.1111/j.1464-410X.2006.06452.x.
 25. Hsu C.Y., Joniau S., Oyen R., Roskams T., Van Poppel H. Transrectal ultrasound in the staging of clinical T3a prostate cancer // *Eur. J. Surg. Oncol.* 2007. V. 33. No. 1. P. 79–82. Doi: 10.1016/j.ejso.2006.09.007.
 26. Mitterberger M., Pinggera G.M., Pallwein L., Gradj J., Frauscher F., Bartsch G., Strasser H., Akkad T., Horninger W. The value of three-dimensional transrectal ultrasonography in staging prostate cancer // *BJU Int.* 2007. V. 100. No. 1. P. 47–50. Doi: 10.1111/j.1464-410X.2007.06845.x.

27. Sauvain J.L., Palascak P., Bourscheid D., Chabi C., Atassi A., Bregon J.M., Palascak R. Value of power doppler and 3D vascular sonography as a method for diagnosis and staging of prostate cancer // *Eur. Urol.* 2003. V. 44. No. 1. P. 21–30.
 28. 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. Doi: 10.1097/RUQ.0b013e318249f594.
 29. Митьков В.В., Васильева А.К., Митькова М.Д. Ультразвуковая эластография сдвиговой волны у больных с подозрением на рак предстательной железы // *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2012. № 5. С. 18–29.
 30. Woo S., Suh G.H., Kim S.Y., Cho J.Y., Kim S.H. Shear-wave elastography for detection of prostate cancer: a systematic review and diagnostic meta-analysis // *Am. J. Roentgenol.* 2017. V. 209. No. 4. P. 806–814. Doi: 10.2214/AJR.17.18056.
 31. Boehm K., Salomon G., Beyer B., Schiffmann J., Simonis K., Graefen M., Budaus L. Shear wave elastography for localization of prostate cancer lesions and assessment of elasticity thresholds: implications for targeted biopsies and active surveillance protocols // *J. Urol.* 2015. V. 193. No. 3. P. 794–800. Doi: 10.1016/j.juro.2014.09.100.
 32. Barr R.G., Cosgrove D., Brock M., Cantisani V., Correas J.M., Postema A.W., Salomon G., Tsutsumi M., Xu H.X., Dietrich C.F. WFUMB Guidelines and Recommendations on the Clinical Use of Ultrasound Elastography: Part 5. Prostate // *Ultrasound Med. Biol.* 2017. V. 43. No. 1. P. 27–48. Doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2016.06.020.
 33. Boehm K., Tennstedt P., Beyer B., Schiffmann J., Beckmann A., Michl U., Beyersdorff D., Budaus L., Graefen M., Karakiewicz P.I., Salomon G. Additional elastography-targeted biopsy improves the agreement between biopsy Gleason grade and Gleason grade at radical prostatectomy // *World J. Urol.* 2016. V. 34. No. 6. P. 805–810. Doi: 10.1007/s00345-015-1714-1.
 34. Митьков В.В., Васильева А.К., Митькова М.Д., Аргунов П.Д. Ультразвуковая эластография сдвиговой волной в оценке клинической значимости рака предстательной железы (промежуточные результаты) // *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2015. № 4. С. 13–23.
 35. Porsch M., Wendler J.J., Liehr U.B., Lux A., Schostak M., Pech M. New aspects in shear-wave elastography of prostate cancer // *J. Ultrason.* 2015. V. 15. No. 60. P. 5–14. Doi: 10.15557/JoU.2015.0001.
 36. Sidhu P.S., Cantisani V., Dietrich C.F., Gilja O.H., Saftoiu A., Bartels E., Bertolotto M., Calliada F., Clevert D.A., Cosgrove D., Deganello A., D'Onofrio M., Drudi F.M., Freeman S., Harvey C., Jenssen C., Jung E.M., Klauser A.S., Lassau N., Meloni M.F., Leen E., Nicolau C., Nolsoe C., Piscaglia F., Prada F., Prosch H., Radzina M., Savelli L., Weskott H.P., Wijkstra H. The EFSUMB guidelines and recommendations for the clinical practice of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in non-hepatic applications: update 2017 (long version) // *Ultraschall Med.* 2018. V. 39. No. 2. P. e2–e44. Doi: 10.1055/a-0586-1107.
- ## REFERENCES
1. Torre L.A., Bray F., Siegel R.L., Ferlay J., Lortet-Tieulent J., Jemal A. Global cancer statistics, 2012 // *CA Cancer J. Clin.* 2015. V. 65. No. 2. P. 87–108. Doi: 10.3322/caac.21262.
 2. Epstein J.I., Partin A.W., Sauvageot J., Walsh P.C. Prediction of progression following radical prostatectomy. A multivariate analysis of 721 men with long-term follow-up // *Am. J. Surg. Pathol.* 1996. V. 20. No. 3. P. 286–292.
 3. O'Sullivan B., Brierley J., Byrd D., Bosman F., Kehoe S., Kossary C., Pineros M., Van Eycken E., Weir H.K., Gospodarowicz M. The TNM classification of malignant tumours-towards common understanding and reasonable expectations // *Lancet Oncol.* 2017. V. 18. No. 7. P. 849–851. Doi: 10.1016/S1470-2045(17)30438-2.
 4. Swanson G.P., Riggs M., Hermans M. Pathologic findings at radical prostatectomy: risk factors for failure and death // *Urol. Oncol.* 2007. V. 25. No. 2. P. 110–114. Doi: 10.1016/j.urolonc.2006.06.003.
 5. Godoy G., Tareen B.U., Lepor H. Site of positive surgical margins influences biochemical recurrence after radical prostatectomy // *BJU Int.* 2009. V. 104. No. 11. P. 1610–1614. Doi: 10.1111/j.1464-410X.2009.08688.x.
 6. Tollefson M.K., Karnes R.J., Rangel L.J., Bergstralh E.J., Boorjian S.A. The impact of clinical stage on prostate cancer survival following radical prostatectomy // *J. Urol.* 2013. V. 189. No. 5. P. 1707–1712. Doi: 10.1016/j.juro.2012.11.065.
 7. Mottet N., van den Bergh R.C.N., Briers E., Cornford P., De Santis M., Fanti S., Gillessen S., Grummet J., Henry A.M., Lam T.B., Mason M.D., van der Kwast T.H., van der Poel H.G., Rouviere O., Tilki D., Wiegel T. EAU–EANM–ESTRO–ESUR–SIOG Guidelines on prostate cancer. Режим доступа: // <https://uroweb.org/guideline/prostate-cancer/>, свободный. Загл. с экрана. 20.03.2019.
 8. Obek C., Louis P., Civantos F., Soloway M.S. Comparison of digital rectal examination and biopsy results with the radical prostatectomy specimen // *J. Urol.* 1999. V. 161. No. 2. P. 494–498.
 9. Spigelman S.S., McNeal J.E., Freiha F.S., Stamey T.A. Rectal examination in volume determination of carcinoma of the prostate: clinical and anatomical correlations // *J. Urol.* 1986. V. 136. No. 6. P. 1228–1230.
 10. Partin A.W., Carter H.B., Chan D.W., Epstein J.I., Oesterling J.E., Rock R.C., Weber J.P., Walsh P.C. Prostate specific antigen in the staging of localized prostate cancer: influence of tumor differentiation, tumor volume and benign hyperplasia // *J. Urol.* 1990. V. 143. No. 4. P. 747–752.
 11. Freedland S.J., Csathy G.S., Dorey F., Aronson W.J. Percent prostate needle biopsy tissue with cancer is more predictive of biochemical failure or adverse pathology after radical prostatectomy than prostate specific antigen or Gleason score // *J. Urol.* 2002. V. 167. No. 2. P. 516–520.
 12. Quinn D.I., Henshall S.M., Brenner P.C., Kooner R., Golovsky D., O'Neill G.F., Turner J.J., Delprado W., Grygiel J.J., Sutherland R.L., Stricker P.D. Prognostic significance of preoperative factors in localized prostate carcinoma treated

- with radical prostatectomy: importance of percentage of biopsies that contain tumor and the presence of biopsy perineural invasion // *Cancer*. 2003. V. 97. No. 8. P. 1884–1893.
Doi: 10.1002/cncr.11263.
13. Saliken J.C., Gray R.R., Donnelly B.J., Owen R., White L.J., Ali-Ridha N., So B., Ting P.T. Extraprostatic biopsy improves the staging of localized prostate cancer // *Can. Assoc. Radiol. J.* 2000. V. 51. No. 2. P. 114–120.
14. Partin A.W., Kattan M.W., Subong E.N., Walsh P.C., Wojno K.J., Oesterling J.E., Scardino P.T., Pearson J.D. Combination of prostate-specific antigen, clinical stage, and Gleason score to predict pathological stage of localized prostate cancer. A multi-institutional update // *JAMA*. 1997. V. 277. No. 18. P. 1445–1451.
15. Cagiannos I., Karakiewicz P., Eastham J.A., Ohori M., Rabbani F., Gerigk C., Reuter V., Graefen M., Hammerer P.G., Erbersdobler A., Huland H., Kupelian P., Klein E., Quinn D.I., Henshall S.M., Grygiel J.J., Sutherland R.L., Stricker P.D., Morash C.G., Scardino P.T., Kattan M.W. A preoperative nomogram identifying decreased risk of positive pelvic lymph nodes in patients with prostate cancer // *J. Urol.* 2003. V. 170. No. 5. P. 1798–1803.
Doi: 10.1097/01.ju.0000091805.98960.13.
16. Salerno J., Finelli A., Morash C., Morgan S.C., Power N., Schieda N., Haider M.A. Multiparametric magnetic resonance imaging for pre-treatment local staging of prostate cancer: A Cancer Care Ontario clinical practice guideline // *Can. Urol. Assoc. J.* 2016. V. 10. No. 9–10. P. E332–E339.
Doi: 10.5489/cuaj.3823.
17. Barentsz J.O., Richenberg J., Clements R., Choyke P., Verma S., Villeirs G., Rouviere O., Logager V., Futterer J.J.; European Society of Urogenital Radiology. ESUR prostate MR guidelines 2012 // *Eur. Radiol.* 2012. V. 22. No. 4. P. 746–757. Doi: 10.1007/s00330-011-2377-y.
18. Eberhardt S.C., Carter S., Casalino D.D., Merrick G., Frank S.J., Gottschalk A.R., Leyendecker J.R., Nguyen P.L., Oto A., Porter C., Remer E.M., Rosenthal S.A. ACR Appropriateness Criteria prostate cancer – pretreatment detection, staging, and surveillance // *J. Am. Coll. Radiol.* 2013. V. 10. No. 2. P. 83–92.
Doi: 10.1016/j.jacr.2012.10.021.
19. De Rooij M., Hamoen E.H., Witjes J.A., Barentsz J.O., Rovers M.M. Accuracy of magnetic resonance imaging for local staging of prostate cancer: a diagnostic meta-analysis // *Eur. Urol.* 2016. V. 70. No. 2. P. 233–245.
Doi: 10.1016/j.eururo.2015.07.029.
20. Heijmink S.W., Futterer J.J., Hambroek T., Takahashi S., Scheenen T.W., Huisman H.J., Hulsbergen-Van de Kaa C.A., Knipscheer B.C., Kiemeny L.A., Witjes J.A., Barentsz J.O. Prostate cancer: body-array versus endorectal coil MR imaging at 3 T – comparison of image quality, localization, and staging performance // *Radiology*. 2007. V. 244. No. 1. P. 184–195.
Doi: 10.1148/radiol.2441060425.
21. Futterer J.J., Engelbrecht M.R., Huisman H.J., Jager G.J., Hulsbergen-van De Kaa C.A., Witjes J.A., Barentsz J.O. Staging prostate cancer with dynamic contrast-enhanced endorectal MR imaging prior to radical prostatectomy: experienced versus less experienced readers // *Radiology*. 2005. V. 237. No. 2. P. 541–549.
Doi: 10.1148/radiol.2372041724.
22. Jager G.J., Ruijter E.T., van de Kaa C.A., de la Rosette J.J., Oosterhof G.O., Thornbury J.R., Barentsz J.O. Local staging of prostate cancer with endorectal MR imaging: correlation with histopathology // *Am. J. Roentgenol.* 1996. V. 166. No. 4. P. 845–852. Doi: 10.2214/ajr.166.4.8610561.
23. Smith J.A. Jr., Scardino P.T., Resnick M.I., Hernandez A.D., Rose S.C., Egger M.J. Transrectal ultrasound versus digital rectal examination for the staging of carcinoma of the prostate: results of a prospective, multi-institutional trial // *J. Urol.* 1997. V. 157. No. 3. P. 902–906.
24. Hsu C.Y., Joniau S., Oyen R., Roskams T., Van Poppel H. Detection of clinical unilateral T3a prostate cancer – by digital rectal examination or transrectal ultrasonography? // *BJU Int.* 2006. V. 98. No. 5. P. 982–985.
Doi: 10.1111/j.1464-410X.2006.06452.x.
25. Hsu C.Y., Joniau S., Oyen R., Roskams T., Van Poppel H. Transrectal ultrasound in the staging of clinical T3a prostate cancer // *Eur. J. Surg. Oncol.* 2007. V. 33. No. 1. P. 79–82.
Doi: 10.1016/j.ejso.2006.09.007.
26. Mitterberger M., Pinggera G.M., Pallwein L., Gradj J., Frauscher F., Bartsch G., Strasser H., Akkad T., Horninger W. The value of three-dimensional transrectal ultrasonography in staging prostate cancer // *BJU Int.* 2007. V. 100. No. 1. P. 47–50.
Doi: 10.1111/j.1464-410X.2007.06845.x.
27. Sauvain J.L., Palascak P., Bourscheid D., Chabi C., Atassi A., Bregon J.M., Palascak R. Value of power doppler and 3D vascular sonography as a method for diagnosis and staging of prostate cancer // *Eur. Urol.* 2003. V. 44. No. 1. P. 21–30.
28. 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.
Doi: 10.1097/RUQ.0b013e318249f594.
29. Mitkov V.V., Vasileva A.K., Mitkova M.D. Shear wave ultrasound elastography in prostate cancer diagnosis // *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2012. No. 5. P. 18–29. (Article in Russian)
30. Woo S., Suh G.H., Kim S.Y., Cho J.Y., Kim S.H. Shear-wave elastography for detection of prostate cancer: a systematic review and diagnostic meta-analysis // *Am. J. Roentgenol.* 2017. V. 209. No. 4. P. 806–814. Doi: 10.2214/AJR.17.18056.
31. Boehm K., Salomon G., Beyer B., Schiffmann J., Simonis K., Graefen M., Budaues L. Shear wave elastography for localization of prostate cancer lesions and assessment of elasticity thresholds: implications for targeted biopsies and active surveillance protocols // *J. Urol.* 2015. V. 193. No. 3. P. 794–800. Doi: 10.1016/j.juro.2014.09.100.
32. Barr R.G., Cosgrove D., Brock M., Cantisani V., Correia J.M., Postema A.W., Salomon G., Tsutsumi M., Xu H.X., Dietrich C.F. WFUMB

- Guidelines and Recommendations on the Clinical Use of Ultrasound Elastography: Part 5. Prostate // *Ultrasound Med. Biol.* 2017. V. 43. No. 1. P. 27–48. Doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2016.06.020.
33. Boehm K., Tennstedt P., Beyer B., Schiffmann J., Beckmann A., Michl U., Beyersdorff D., Budaus L., Graefen M., Karakiewicz P.I., Salomon G. Additional elastography-targeted biopsy improves the agreement between biopsy Gleason grade and Gleason grade at radical prostatectomy // *World J. Urol.* 2016. V. 34. No. 6. P. 805–810. Doi: 10.1007/s00345-015-1714-1.
 34. Mitkov V.V., Vasileva A.K., Mitkova M.D., Argunov P.D. Shear wave elastography in aggressive prostate cancer assessment (preliminary results) // *Ultrasound and Functional Diagnostics.* 2015. No. 4. P. 13–23. (Article in Russian)
 35. Porsch M., Wendler J.J., Liehr U.B., Lux A., Schostak M., Pech M. New aspects in shear-wave elastography of prostate cancer // *J. Ultrason.* 2015. V. 15. No. 60. P. 5–14. Doi: 10.15557/JoU.2015.0001.
 36. Sidhu P.S., Cantisani V., Dietrich C.F., Gilja O.H., Saftoiu A., Bartels E., Bertolotto M., Calliada F., Clevert D.A., Cosgrove D., Deganello A., D'Onofrio M., Drudi F.M., Freeman S., Harvey C., Jenssen C., Jung E.M., Klauser A.S., Lassau N., Meloni M.F., Leen E., Nicolau C., Nolsoe C., Piscaglia F., Prada F., Prosch H., Radzina M., Savelli L., Weskott H.P., Wijkstra H. The EFSUMB guidelines and recommendations for the clinical practice of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in non-hepatic applications: update 2017 (long version) // *Ultraschall Med.* 2018. V. 39. No. 2. P. e2–e44. Doi: 10.1055/a-0586-1107.

Ultrasound shear wave elastography as a part of multiparametric ultrasound in local staging of prostate cancer (brief review and case reports)

A.V. Kadrev^{1,2}, M.D. Mitkova², A.A. Kamalov¹, V.V. Mitkov²

¹ Lomonosov Moscow State University, Medical Research and Educational Center, Moscow

² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow

A.V. Kadrev – M.D., Ph.D., Head of Ultrasound Diagnostics Department, Medical Research and Educational Center, Lomonosov Moscow State University; Assistant Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow. M.D. Mitkova – M.D., Ph.D., Associate Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow. A.A. Kamalov – M.D., Ph.D., Professor, RAS academician, Director, Medical Research and Educational Center, Lomonosov Moscow State University, Moscow. V.V. Mitkov – M.D., Ph.D., Professor, Director, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow.

Three clinical cases, demonstrating the usefulness of multiparametric TRUS in locally advanced prostate cancer assessing, are presented in the article. TRUS findings were verified by multiparametric magnetic resonance imaging and 12-core TRUS-guided systemic transrectal biopsies with TRUS-targeted biopsies (suspicious areas, which were detected by multiparametric TRUS). Brief literature review shows inability of multiparametric TRUS to perform preoperative T-staging of prostate cancer with acceptable diagnostic accuracy. As other TRUS modalities (gray-scale imaging, 3D-ultrasound, power Doppler ultrasound), shear wave elastography is not routinely considered to performing T-staging. But in cases of extraprostatic tumor extension or seminal vesicles invasion signs detection a doctor may indicate this fact in final report of TRUS examination.

Key words: ultrasound shear wave elastography, stiffness, Young's modulus, prostate, prostate cancer, staging, extraprostatic extension, seminal vesicle invasion.

Citation: Kadrev A.V., Mitkova M.D., Kamalov A.A., Mitkov V.V. Ultrasound shear wave elastography as a part of multiparametric ultrasound in local staging of prostate cancer (brief review and case reports) // *Ultrasound and Functional Diagnostics.* 2019. No. 1. P. 30–44. DOI: 10.24835/1607-0771-2019-1-30-44. (Article in Russian)