



УДК 616.65-007.61-07

М.З. ХАСАНОВ¹, М.Г. ТУХБАТУЛЛИН¹, А.В. ЛАРЮКОВ¹, Р.А. ГАЛЯВИ²

¹Казанская государственная медицинская академия, 420012, г. Казань, ул. Бутлерова, д. 36

²Институт фундаментальной медицины и биологии Казанского федерального университета, 420012, г. Казань, ул. Карла Маркса, д. 74

Возможности ультразвуковой эластографии сдвиговой волны в диагностике доброкачественной гиперплазии предстательной железы

Хасанов Марат Зуфарович — аспирант кафедры ультразвуковой диагностики, тел. +7-903-388-64-28, e-mail: marat_khasan@rambler.ru

Тухбатуллин Мунир Габдулфатович — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой ультразвуковой диагностики, тел. (843) 231-20-09, e-mail: Munir.Tuhbatullin@tatar.ru

Ларюков Андрей Викторович — кандидат медицинских наук, доцент кафедры ультразвуковой диагностики, ассистент кафедры онкологии, радиологии и паллиативной медицины, тел. (843) 525-72-32, e-mail: larioukov@mail.ru

Гальяви Рустем Альбертович — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры фундаментальных основ клинической медицины, тел. +7-905-022-94-44, e-mail: galyavi@mail.ru

В статье представлены результаты обследования 157 пациентов, из которых у 135 гистологически верифицирован диагноз доброкачественная гиперплазия предстательной железы (ДГПЖ), 22 пациента составили контрольную группу. Всем было проведено пальцевое ректальное исследование, анализ крови на общий ПСА, трансректальное УЗИ с эластографией сдвиговой волны. В ходе работы были сопоставлены результаты комплексного обследования и данных гистологического исследования. Показано, что эластография сдвиговой волны повышает диагностическую ценность трансректального ультразвукового исследования в диагностике ДГПЖ.

Ключевые слова: трансректальное ультразвуковое исследование (ТРУЗИ), доброкачественная гиперплазия предстательной железы (ДГПЖ), эластография сдвиговой волны.

M.Z. KHASANOV¹, M.G. TUKHBATULLIN¹, A.V. LARYUKOV¹, R.A. GALYAVI²

¹Kazan State Medical Academy, 36 Butlerov Str., Kazan, Russian Federation, 420012

²Institute of Fundamental medicine and Biology of Kazan Federal University, 74 Karl Marx Str., Kazan, Russian Federation, 420012

Possibilities of ultrasonic shear wave elastography in the diagnosis of benign prostatic hyperplasia

Khasanov M.Z. — postgraduate student of the Department of Ultrasonic Diagnostic, tel. +7-903-388-64-28, e-mail: marat_khasan@rambler.ru

Tukhbatullin M.G. — D. Med. Sc., Professor, Head of the Department of Ultrasound Diagnostics, tel. (843) 231-20-09, e-mail: Munir.Tuhbatullin@tatar.ru

Laryukov A.V. — Cand. Med. Sc., Associate Professor of the Department of Ultrasonic Diagnostics, Assistant of the Department of Oncology, Radiology and Palliative Medicine, tel. (843) 525-72-32, e-mail: larioukov@mail.ru

Galyavi R.A. — Cand. Med. Sc., Assistant of the Department of Fundamentals of Clinical Medicine, tel. +7-905-022-94-44, e-mail: galyavi@mail.ru

The article presents the results of a survey of 157 patients, including 135 patients with histologically verified diagnosis of BPH and 22 patients in the control group. All patients underwent the digital rectal examination, the total PSA blood test, and the transrectal ultrasound shear wave elastography. We compared the results of a comprehensive survey with the results of histological examination. The study proved that the ultrasound shear wave elastography increases the informativeness of transrectal ultrasonography in the diagnosis of BPH.

Key words: transrectal ultrasonography (TRUS), benign prostatic hyperplasia (BPH), shear wave elastography.

Доброкачественная гиперплазия предстательной железы (ДГПЖ) является наиболее распространенным заболеванием у мужчин среднего и пожилого возраста. Отмечена четкая связь между возрастом пациентов и распространенностью заболевания. Так, частота верифицированной ДГПЖ у мужчин в возрасте 31-40 лет составляет 8%, 51-60 лет — 40-50%, и старше 80 лет — свыше 80% [1]. Клинические симптомы заболевания проявляются обычно к 50 годам. К наиболее распространенным симптомам относятся ночная поллакиурия, слабая или прерывистая струя мочи, императивные позывы на мочеиспускание, недержание мочи, чувство неполного опорожнения, увеличения длительности мочеиспускания.

В РФ согласно приказу Минздравсоцразвития РФ №747 от 07.11.06 «Об утверждении стандарта медицинской помощи больным гиперплазией предстательной железы» оценка объема железы и объема остаточной мочи производится при трансабдоминальном ультразвуковом исследовании (УЗИ), а трансректальное УЗИ (ТРУЗИ) относится к рекомендуемым методам диагностики. По данным национальных рекомендаций урологов Канады и США, УЗИ и трансректальное УЗИ нежелательно использовать в качестве методов первичной диагностики у пациентов с классическими признаками ДГПЖ [2, 3]. Однако эти исследования широко применяются, особенно ТРУЗИ, в виду неоспоримых преимуществ его перед трансабдоминальным доступом. С внедрением новых технологий, таких как цветное доплеровское и энергетическое картирование, импульсная доплерография, трехмерная и эхоконтрастная ультразвуковая визуализация, диагностические возможности ТРУЗИ значительно расширились [4, 5].

В последние годы активно разрабатывается новое направление ультразвуковой диагностики — ультразвуковая эластография. Эластография является принципиально новым методом в ультразвуковой диагностике, основанным на компьютерном измерении эластичности ткани, когда с помощью компьютерной обработки ультразвукового сигнала картируются минимальные различия в жесткости ткани [6]. При исследовании предстательной железы используют две основные разновидности методики — компрессионная эластография (эластография растяжимости) и эластография сдвиговой волны (ЭСВ). Перспективным направлением считается количественная оценка показателей жесткости ткани ПЖ в реальном времени — эластография сдвиговой волны [7, 8]. Данная технология основана на принципе регистрации сдвиговых волн и определении скорости их распространения в тканях организма, что позволяет качественно и количественно оценить их жесткость [9, 10]. Скорость распространения сдвиговой волны напрямую зависит от степени эластичности исследуемого участка ткани и выражается количественно в килопаскалях (кПа) [8]. В связи с тем, что методика не полагается на метод мануальной компрессии получаемые результаты менее операторзависимы и воспроизводимы в дальнейшем [11, 12].

Методика ЭСВ потенциально позволяет обнаружить заболевания ПЖ на раннем этапе [13, 14], которые не только имеют важные последствия для здоровья пациента, но и приводят к значительным финансовым затратам в системе здравоохранения разных стран [15, 16]. Показатели информативности ТРУЗИ с применением ЭСВ сопоставимы с та-

ковыми при цветокодированной доплерографии [17], а, по мнению некоторых авторов, превышают их [13].

Много работ посвящено оценке диагностических возможностей ультразвуковой ЭСВ при раке предстательной железы [13, 14]. Освещение диагностических возможностей ЭСВ при ДГПЖ в литературе не представлено.

Цель исследования — изучить количественные показатели ультразвуковой эластографии сдвиговой волны в диагностике доброкачественной гиперплазии предстательной железы.

Материал и методы исследования

Обследованы 157 пациентов: в основную группу вошли 135 пациентов с верифицированным диагнозом ДГПЖ по данным мультифокальной системной пункционной биопсии (12-полюсная). Всем было проведено пальцевое ректальное исследование (ПРИ), анализ крови на общий ПСА, трансректальное УЗИ с эластографией и эластометрией сдвиговой волны. Возраст больных основной группы колебался от 37 до 86 лет. Контрольную группу составили 22 пациента с отсутствием жалоб, изменений при общем анализе мочи, а также с отсутствием изменений при пальцевом ректальном исследовании, уровня общего ПСА и без видимых эхографических изменений при трансабдоминальном и трансректальном исследовании предстательной железы. Возраст пациентов в контрольной группе составил от 22 до 45 лет.

УЗИ проводились на ультразвуковом аппарате Aixplorer (SuperSonic Imagine, Франция) с использованием внутриволнового широкополосного микроконвексного датчика с частотой 3-12 МГц. Комплексное ТРУЗИ было дополнено режимом эластографии сдвиговой волны (Shear Wave Elastography (SWE)) с количественной оценкой жесткости тканей предстательной железы с помощью модуля Юнга. В каждой зоне интереса автоматически определялись следующие значения (E): среднее значение (E_{mean}), максимальное значение (E_{max}), минимальное значение (E_{min}), стандартное отклонение (SD) и коэффициент жесткости (SWE-ratio), определяющий соотношение жесткости в двух зонах интереса, которые в дальнейшем были использованы для анализа. Ретроспективно проводилось сопоставление данных пальцевого ректального исследования, уровня ПСА, результатов УЗИ с ЭСВ и полученного гистологического материала.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета программ SPSS (v.13.0). Нормальность распределения показателей оценивалась с помощью критерия Колмогорова — Смирнова. Данные представлены в виде $M \pm m$, где M — среднее арифметическое значение, m — стандартная ошибка среднего. Для сравнения показателей использовался критерий Стьюдента. Отличия полагались статистически значимыми при $P < 0,05$. Для оценки диагностической эффективности количественных показателей эластометрии использовался ROC-анализ. Оценены следующие показатели информативности: Area Under the Curve (AUC), чувствительность, специфичность.

Результаты исследования

У 22 добровольцев из контрольной группы средние значения объема железы составили 24,6 мл $\pm 1,6$, общего ПСА 0,8 нг/мл $\pm 0,15$. Эхографическая картина ПЖ в контрольной группе характе-

Рисунок 1.

Показатели жесткости паренхимы железы в пределах нормы (E_{mean} 9 kPa). Внутриполостной микроконвексный датчик с частотой 3-12 МГц. Режим ультразвуковой эластографии сдвиговой волны



Рисунок 2.

В режиме ультразвуковой эластографии сдвиговой волны в зоне гиперплазии показатели жесткости повышены (E_{mean} 35.8 kPa). Внутриполостной микроконвексный датчик с частотой 3-12 МГц. ДГПЖ с равномерной увеличением переходных зон



Рисунок 3.

ДГПЖ с асимметрией переходных зон за счет правой доли, E_{mean} составило 40.7 kPa. Внутриполостной микроконвексный датчик с частотой 3-12 МГц



Рисунок 4.

В зоне ДГПЖ отмечается неоднородность эластографического изображения, E_{mean} составило 27 kPa, в периферических отделах E_{mean} – 19.2 kPa. Внутриполостной микроконвексный датчик с частотой 3-12 МГц. Режим ультразвуковой эластографии сдвиговой волны



ризовалась отсутствием очаговых образований, однородностью паренхимы, четкостью и ровностью контуров, нормальными размерами. В режиме ЭСВ паренхима предстательной железы из группы контроля характеризовалась равномерным симметричным окрашиванием в синий цвет (рис. 1). В контрольной группе значения модуля Юнга оценивались на периферии обеих долей и в центральной зоне, при полном окрашивании цветового окна. Затем вычислялись средние значения.

В основной группе (135 пациентов) средние значения объема железы составили 58,2 мл ±3,1, уровень общего ПСА составил 8,52 нг/мл ±0,69. Узлы гиперплазии у 98 пациентов выявлялись в переходной и центральной зонах, при этом отнесенная ткань простаты к периферии (рис. 2). У 46 па-

циентов определялась гиперплазия средней доли, которая визуализировалась в полости мочевого пузыря кзади от внутреннего отверстия уретры. У 8 пациентов отмечался смешанный рост гиперплазии предстательной железы (рис. 3). В большинстве случаев (128 пациентов) при ТРУЗИ были выявлены гиперэхогенные включения (кальцинаты) 2-6 мм в диаметре. Они располагались на границе узлов гиперплазии, в толще самих узлов, периуретрально, а также в ткани простаты диффузно и образуя участки скопления до 12 мм в диаметре. У 78 пациентов при ТРУЗИ выявлены кисты от 3 до 9 мм в диаметре, располагающиеся в узлах гиперплазии.

В основной группе значения модуля Юнга оценивались трижды в центральных и переходных зонах ПЖ на симметричных участках обеих сторон и

Таблица.**Показатели эластометрии сдвиговой волны (кПа) у обследуемых пациентов**

Группы пациентов	Emean	E _{max}	E _{min}	SD	SWE-ratio
Контрольная группа (n=22)	17,4±0,6 8,9-30,1	23,2±0,8 13,6-43,5	13,1±0,6 1,5-29,3	2,5±0,2 0,6-8,6	-
Основная группа (n=135)	38,3±1,4 22,1-64,1	44,4±1,8 24,2-87,4	32,6±1,2 17,1-53,7	3,1±0,3 0,8-11,0	2,3±0,2 1,0-5,6

в периферических отделах (рис. 4). Затем вычислялись средние значения для каждого показателя. У пациентов данной группы определенные трудности в стабилизации эластографического изображения вызывали участки фиброза и кальцинаты транзитной зоны, а также при объеме железы более 65 мл (38 пациентов). Результаты эластографии сдвиговой волны представлены в таблице.

Выявлена достоверная разница значения эхографической жесткости паренхимы железы в основной и контрольной группах ($p < 0,05$). Среднее значение жесткости (E_{mean}) в группе ДГПЖ составило 38,3 кПа ± 1,4, в группе контроля 17,4 кПа ± 0,6. Максимальная диагностическая точность у пациентов с ДГПЖ была достигнута при E_{mean} > 25,1 кПа — AUC составило 0,991, чувствительность — 97,4%, специфичность — 92,5%. Полученные данные сопоставимы с результатами нашей предыдущей работы с использованием ультразвуковой ЭСВ и с литературными данными [11, 14, 18].

Таким образом, проведенное исследование показало, что эластография сдвиговой волны повышает диагностическую ценность трансректального ультразвукового исследования в диагностике ДГПЖ. Полученные значения эластометрии сдвиговой волны могут быть использованы как дополнительные критерии в диагностике заболеваний предстательной железы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Guess H.A., Arrighi H.M., Metter E.J., et al. Cumulative prevalence of prostatism matches the autopsy prevalence of benign prostatic hyperplasia // *Prostate*. — 1990. — №17. — P. 241.
2. Nickel J.C., Mendez-Probst C.E., Whelan T.F. et al. 2010 Update: Guidelines for the management of benign prostatic hyperplasia // *Canadian Urological Association Journal*. — 2010. — Vol. 4 (5). — P. 310-316.
3. McVary K.T., Roehrborn C.G., Avins A.L. et al. Update on American Urological Association Guideline on the Management of Benign Prostatic Hyperplasia // *The Journal of Urology*. — 2010. — Vol. 185. — P. 1793-1803.
4. Капустин С.В., Оуен Р., Пиманов С.И. Ультразвуковое исследование в урологии и нефрологии. — Минск: Вараксин, 2007. — 176 с.

5. Гажонова В.Е. Значение ТРУЗИ с УЗ-ангиографией в дифференциальной диагностике гипоехогенных участков предстательной железы // *Медицинская визуализация*. — 2000. — №4. — С. 28-33.

6. Cosgrove D., Piscaglia F., Bamber J. et al. EFSUMB Guidelines and Recommendations on the Clinical Use of Ultrasound Elastography. Part 2: Clinical Applications // *Ultraschall in Med*. — 2014. — Vol. 34 (3). — P. 238-253.

7. Sungmin Woo, Sang Youn Kim, Jeong Yeon Cho et. al. Shear Wave Elastography for Detection of Prostate Cancer: A Preliminary Study // *Korean J. Radiol.* — 2014. — Vol. 15 (3). — P. 346-355.

8. Junker D., De Zordo T., Quentin M., et al. Real-Time Elastography of the Prostate // *BioMed Research International*. — 2014. — 180804. <http://doi.org/10.1155/2014>.

9. Sarvazyan A., Rudenko O.V., Swanson S. D. et al. Shear wave elasticity imaging: a new ultrasonic technology of medical diagnostics // *Ultrasound Med. Biol.* — 1998. — Vol. 24, №9. — P. 1419-1435.

10. Bercoff J., Tanter M., Fink M. Supersonic shear imaging: a new technique for soft tissue elasticity mapping // *IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control*. — 2004. — Vol. 51, №4. — P. 396-409.

11. Волков А.А., Петричко М.И., Болоцков А.С. и др. Комплексное ультразвуковое трансректальное исследование простаты в контроле эффективности медикаментозной терапии у больных с доброкачественной гиперплазией простаты // *Современные проблемы науки и образования*. — 2012. — №5. — <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=6947>

12. Ferraioli G., Tinelli C., Zicchetti M. et al. Reproducibility of real-time shear wave elastography in the evaluation of liver elasticity // *Eur. J. Radiol.* — 2012. — Vol. 81, №11. — P. 3102-3106.

13. 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. — №6. — С. 18-29.

14. Болоцков А.С., Волков А.А., Петричко М.И. Эластография сдвиговой волны в диагностике заболеваний предстательной железы // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. — 2013. — №3. — С. 73-75.

15. Donnell R.F. Benign prostate hyperplasia: a review of the year's progress from bench to clinic // *Curr. Opin. Urol.* — 2011. — №21 (1). — P. 22-6.

16. Аляев Ю.Г. Болезни предстательной железы / под ред. Ю.Г. Аляева. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. — 240 с.

17. Correas J.M., Tissierb A.M., Khairouneb A. et al. Ultrasound elastography of the prostate: State of the art // *Diagnostic and Interventional Imaging*. — 2013. — Vol. 94. — P. 551-560.

18. Хасанов М.З., Тухбатуллин М.Г., Ларюков А.В. и др. Опыт применения ультразвуковой эластографии в диагностике заболеваний предстательной железы // *Ультразвуковая и функциональная диагностика: Тезисы VII Съезда Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (10-13 ноября 2015 года, г. Москва)*. Часть II. — 2015. — №5. — С. 186.