

Эластография сдвиговой волной в распознавании метастатического поражения подмышечных лимфатических узлов при раке молочной железы

О.В. Косташ¹, Ю.В. Кабин¹, Н.А. Смехов²,
В.В. Капустин¹, А.И. Громов³

¹ ГБУЗ города Москвы “Московская городская онкологическая больница №62 Департамента здравоохранения города Москвы”

² ГБУЗ города Москвы “Клинико-диагностический центр №4 Департамента здравоохранения города Москвы”

³ ГБУЗ “Научно-практический центр медицинской радиологии Департамента здравоохранения г. Москвы”

С июля по август 2016 г. выполнено ультразвуковое исследование подмышечных лимфатических узлов у 71 женщины в возрасте от 25 до 76 лет с гистологически верифицированным раком молочной железы. У всех пациенток было подозрение на метастатическое поражение подмышечных лимфатических узлов. Всем женщинам ультразвуковое исследование было выполнено на аппарате Aplio 500 (Toshiba, Япония) линейным датчиком 7–18 МГц. Первую группу составили 33 женщины с верифицированным метастатическим поражением лимфатических узлов, вторую группу – 38 пациенток с верифицирован-

ной гиперплазией лимфоидно-ретикулярной ткани. Выявлены значимые различия ($P < 0,001$) в значениях модуля Юнга между метастатически измененными (медиана – 94,0 кПа, 2,5–97,5-й процентиля – 14,0–150,0 кПа) и гиперплазированными (медиана – 18,3 кПа, 2,5–97,5-й процентиля – 6,2–66,4 кПа) подмышечными лимфатическими узлами. Определение значений модуля Юнга показало высокую эффективность для диагностики метастатического поражения подмышечных лимфатических узлов (AUC – 0,920). Наилучшие показатели диагностической информативности в выявлении метаста-

Косташ О.В – врач отделения ультразвуковой диагностики ГБУЗ города Москвы “Московская городская онкологическая больница №62 Департамента здравоохранения города Москвы”. Ю.В. Кабин – к.м.н., врач отделения ультразвуковой диагностики ГБУЗ города Москвы “Московская городская онкологическая больница №62 Департамента здравоохранения города Москвы”. Н.А. Смехов – врач отделения ультразвуковой диагностики ГБУЗ города Москвы “Клинико-диагностический центр №4 Департамента здравоохранения города Москвы”. В.В. Капустин – д.м.н., заведующий отделением ультразвуковой диагностики ГБУЗ города Москвы “Московская городская онкологическая больница №62 Департамента здравоохранения города Москвы”. А.И. Громов – д.м.н., профессор, главный научный сотрудник экспертного отдела ГБУЗ “Научно-практический центр медицинской радиологии Департамента здравоохранения г. Москвы”.

Контактная информация: 143423 Московская область, Красногорский район, п/о Степановское, п. Истра, д. 27, Московская городская онкологическая больница №62, отделение ультразвуковой диагностики. Косташ Ольга Владимировна. Тел.: (495) 563-01-10. E-mail: kostash2012@yandex.ru

тического поражения подмышечных лимфатических узлов при раке молочной железы были достигнуты при пороговом значении модуля Юнга 26,1 кПа (скорости сдвиговых волн – 2,95 м/с) (чувствительность – 85%, специфичность – 82%).

Ключевые слова: *ультразвуковая эластография, эластография сдвиговой волной, рак молочной железы, лимфатические узлы, модуль Юнга, скорость сдвиговой волны.*

ВВЕДЕНИЕ

Эластография – одна из наиболее перспективных технологий ультразвуковой диагностики. Информативность эластографии обусловлена тем, что большинство злокачественных образований имеют более жесткую структуру, чем окружающие ткани. В то же время на обычном ультразвуковом изображении они иногда практически неразличимы [1].

В отличие от компрессионной эластографии в основе эластографии сдвиговой волной лежит генерация основным ультразвуковым лучом поперечных сдвиговых волн. Данная технология отличается большей надежностью и воспроизводимостью результатов, чем компрессионная эластография, из-за своей невысокой операторзависимости. Эластография сдвиговой волной позволяет оценивать свойства тканей в области исследования в абсолютных величинах: модуль Юнга (кПа) и скорость сдвиговых волн (м/с) [2].

В настоящее время эластография сдвиговой волной занимает достойное место в ультразвуковой диагностике рака молочной железы [1], щитовидной железы [3], предстательной железы [4]. Кроме того, она применяется для выявления патологических изменений в периферических лимфатических узлах различных локализаций. По данным зарубежной литературы, наибольшее внимание уделено применению эластографии сдвиговой волной для диагностики патологических изменений в регионарных лимфатических узлах органов головы и шеи [5–8]. Тема использования эластографии сдвиговой волной для выявления патологических лимфатических узлов при раке молочной железы требует дальнейшего изучения [9, 10].

Как известно, состояние подмышечных лимфатических узлов при раке молочной железы является мощным прогностическим индикатором и определяет правильную лечебную тактику. Применение эластографии сдвиговой волной в сочетании с В-режимом позволяет выявлять метастатически измененные лимфатические узлы, выполнять прицельную чрескожную тонкоигольную аспирационную биопсию из наиболее подозрительных участков и быть клинически полезным при отборе пациентов для неoadъювантной химиотерапии [9].

Целью работы было дальнейшее изучение диагностической эффективности эластографии сдвиговой волной в распознавании метастатического поражения подмышечных лимфатических узлов при раке молочной железы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

С июля по август 2016 г. выполнено ультразвуковое исследование подмышечных лимфатических узлов у 71 женщины в возрасте от 25 до 76 лет с гистологически верифицированным раком молочной железы. У всех пациенток было подозрение на метастатическое поражение подмышечных лимфатических узлов. Всем женщинам ультразвуковое исследование было выполнено на аппарате Aplio 500 (Toshiba, Япония) линейным датчиком 7–18 МГц.

На первом этапе исследования выявляли и локализовали лимфатические узлы в подмышечной области на стороне поражения в В-режиме. Для дальнейшего исследования эластографических свойств у каждой пациентки выбирали один лимфатический узел, наиболее подозрительный в отношении метастатического поражения.

На втором этапе выполняли качественную (визуальную) оценку тканей лимфатического узла и окружающих его тканей в режиме эластографии сдвиговой волной (анализ возможен в режимах оценки модуля Юнга и скорости сдвиговых волн). По цветовому картированию изменения подразделяли на два типа. Первый тип характеризовался наличием в структуре лимфатического узла участков высокой жесткости, прокрашиваемых оранжевым, красным или бордовым цветами. При втором

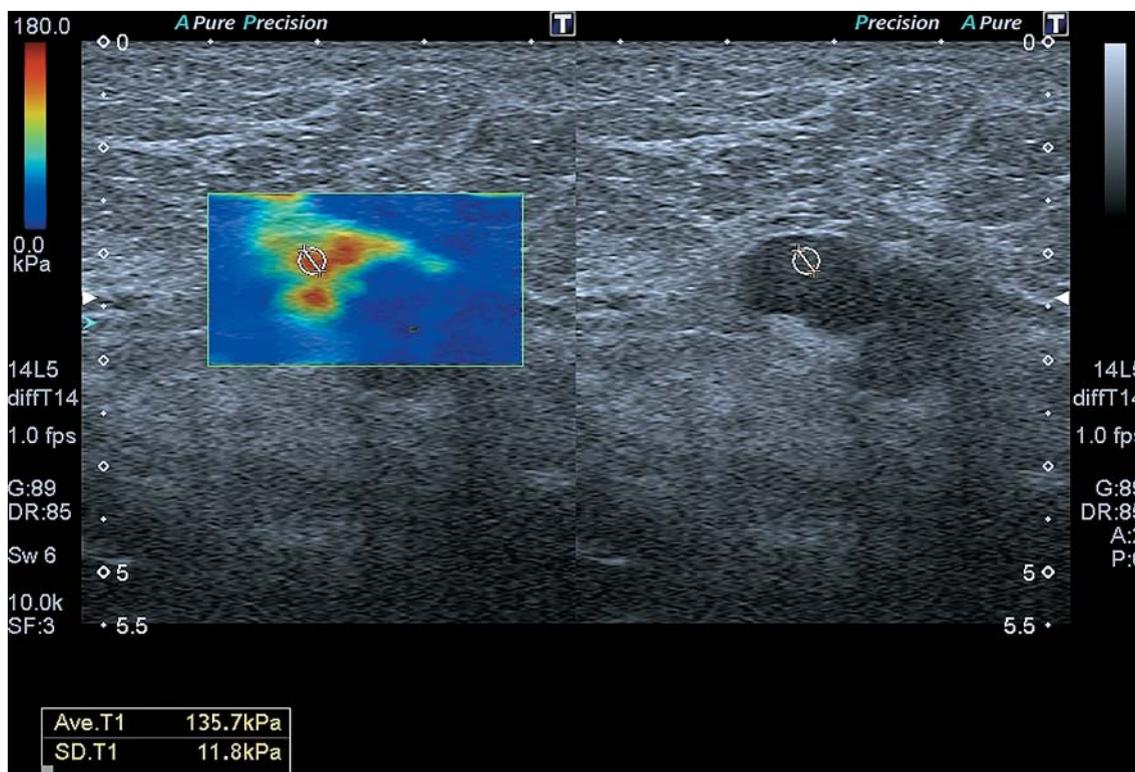


Рис. 1. Эхограмма подмышечного лимфатического узла у пациентки с метастатическим поражением лимфатических узлов. При эластографии сдвиговой волной в тканях лимфатического узла определяется зона высокой жесткости (картируется оттенками красного цвета). Среднее значение модуля Юнга – 135,7 кПа.

типе окрашивание ткани лимфатического узла не отличалось от окружающих тканей (синий цвет) или содержались небольшие участки незначительно повышенной жесткости, прокрашиваемые оттенками синего или желтого цветов.

Затем проводили измерение модуля Юнга (кПа) в зоне с наибольшей жесткостью, которая выбиралась при визуальной оценке эластографической картины. Количественное значение для выбранной зоны автоматически отображалось на экране ультразвукового аппарата (рис. 1). Измерения проводились три раза, для анализа использовалось максимальное среднее значение модуля Юнга.

На завершающем этапе исследования выполняли прицельную тонкоигольную аспирационную биопсию подозрительных участков всех исследованных лимфатических узлов под ультразвуковым контролем.

По данным цитологического исследования пункционного материала все пациентки были разделены на две группы. Первую

группу составили 33 женщины с цитологически подтвержденным метастатическим поражением лимфатических узлов. Во вторую группу вошли 38 пациенток, у которых по данным цитологического исследования была выявлена гиперплазия лимфоидно-ретикулярной ткани.

Для проведения статистического анализа использовались стандартные методы (SPSS Statistics). Поскольку распределение количественных эластографических показателей в исследовании считали отличным от нормального, то для их описания применяли следующие статистические характеристики (медиану, 2,5–97,5-й процентиля и минимальное – максимальное значения). Для сравнения двух групп использовали критерии Манна–Уитни и χ^2 . Различия между группами сравнения считали статистически значимыми при $P \leq 0,05$. Диагностическую эффективность количественных показателей оценивали при помощи ROC-анализа с определением площади под кривой (AUC).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При анализе цветового эластографического картирования ткани лимфатических узлов (табл. 1) у 81,8% пациенток первой группы с метастатическим поражением лимфатических узлов наблюдался первый тип окрашивания (рис. 2). У 86,8% пациенток второй группы с гиперплазированными лимфатическими узлами наблюдался второй тип окрашивания (рис. 3, 4). Различия между группами достоверны ($P < 0,0001$).

Количественная оценка жесткости лимфатических узлов в группах исследования отражена в табл. 2. Сравнение анализируемых групп показало статистически значимые различия между ними по значениям модуля Юнга ($P < 0,001$).

Проведенный ROC-анализ показал высокую эффективность эластографии сдвиговой волной в диагностике метастатически измененных лимфатических узлов (рис. 5). Значение AUC для модуля Юнга составило 0,920. Оказалось, что наилучшие показатели диагностической эффективности (чувствительность – 85%, специфичность – 82%) демонстрирует пороговое значение модуля Юнга тканей лимфатических узлов $\geq 26,1$ кПа.

Анализ работ, посвященных использованию эластографии сдвиговой волной для характеристики периферических лимфатических узлов различных локализаций, показал значительный разброс значений модуля Юнга (скорости сдвиговых волн). В табл. 3 продемонстрированы данные, полученные при исследовании доброкачественных и злокачественных изменений лимфатических узлов с помощью эластографии сдвиговой волной. Часть работ сделана при использовании точечной эластографии

сдвиговой волной [7, 8, 10]. Исследуемые лимфатические узлы характеризовались различной локализацией: располагались в области шеи [5–8] или в подмышечной области [10]. Авторы использовали разные методические подходы: Y.J. Choi et al. (2013) [5] и F. Desmots et al. (2016) [6] анализировали не средние, а максимальные значения в зоне интереса. Налицо отличия, связанные с техническими особенностями, методикой, локализацией лимфатических узлов и контингентом больных. Интересно, что в работе И.М. Гогаевой и соавт. [11] было проведено сопоставление результатов, полученных на приборах разных производителей у одного контингента больных. Правда, анализировались не лимфатические узлы, а другой поверхностный орган – яички. При сравнении значений модуля Юнга, полученных на разных приборах, определены достоверные различия ($P < 0,0001$). Значения модуля Юнга в паренхиме яичек на аппарате Aplio 500 (Toshiba, Япония) были в пределах 2,8–9,4 кПа, на аппарате Aixplorer (SuperSonic Imagine, Франция) – 1,8–3,9 кПа (ниже) [11]. Наше пороговое значение 26,1 кПа, полученное на аппарате Aplio 500, находится в промежутке между значениями 19,44 кПа (Y.J. Choi et al. (2013) [5]) и 31 кПа (F. Desmots et al. (2016) [6]), полученными на аппарате Aixplorer. Правда, мы оценивали лимфатические узлы подмышечной локализации, а коллеги – лимфатические узлы, расположенные в области шеи. И, конечно, состав больных в наших исследованиях был различным. Однако нельзя не отметить, что все авторы, работы которых приведены в табл. 3, включая наше исследование, продемонстрировали высокую информативность количественной эластографии ($AUC = 0,903–0,960$).

Таблица 1. Качественная характеристика эластографических свойств лимфатических узлов в группах сравнения

Типы цветового картирования	Первая группа (метастатическое поражение лимфатических узлов) (n = 33)	Вторая группа (гиперплазированные лимфатические узлы) (n = 38)
Первый тип	27 (81,8%)	5 (13,2%)
Второй тип	6 (18,2%)	33 (86,8%)

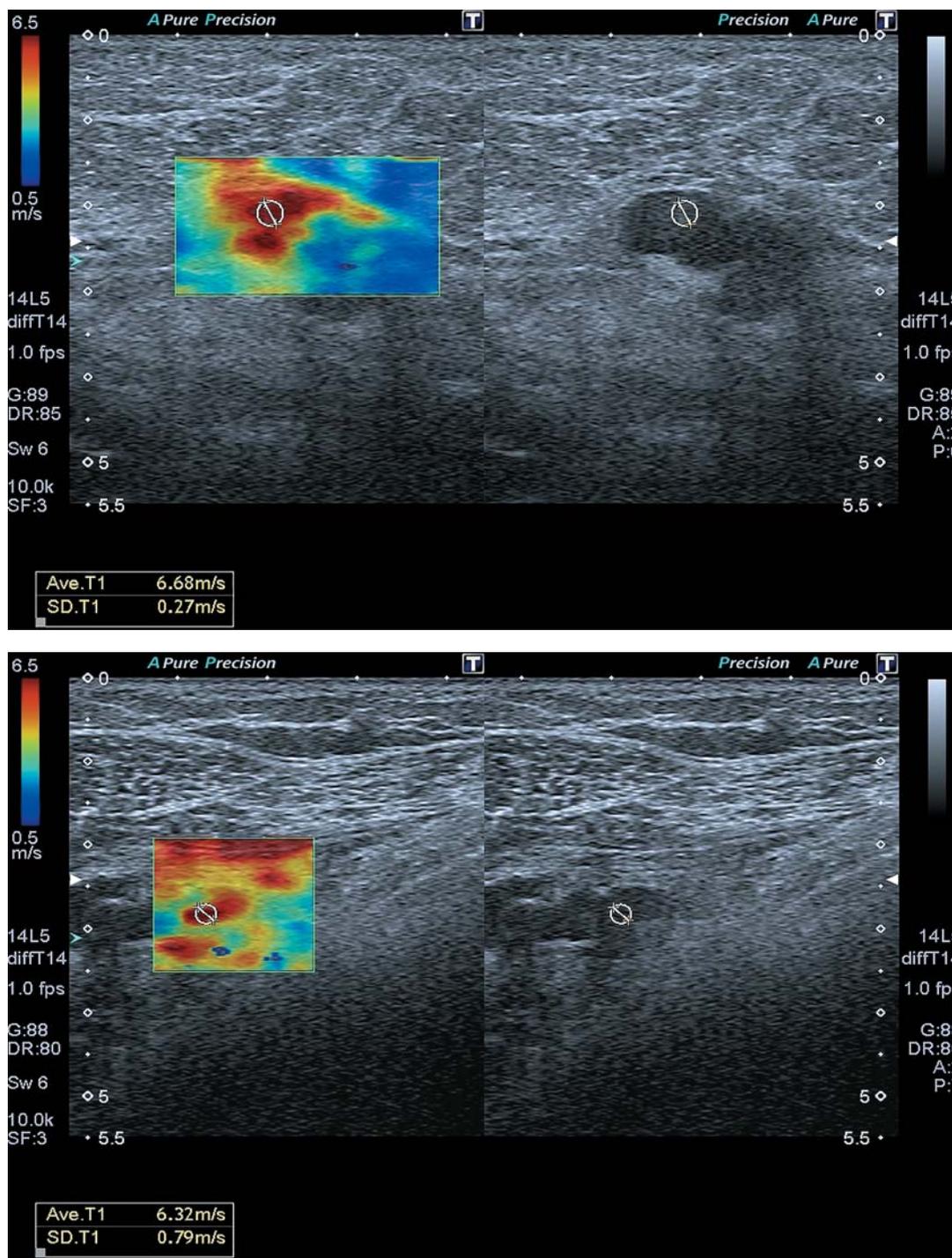


Рис. 2. Эхограммы подмышечного лимфатического узла у пациенток с метастатическим поражением лимфатических узлов (первая группа). При эластографии сдвиговой волной в тканях лимфатического узла определяется зона высокой жесткости (картируется оттенками красного цвета). Первый тип цветового картирования.

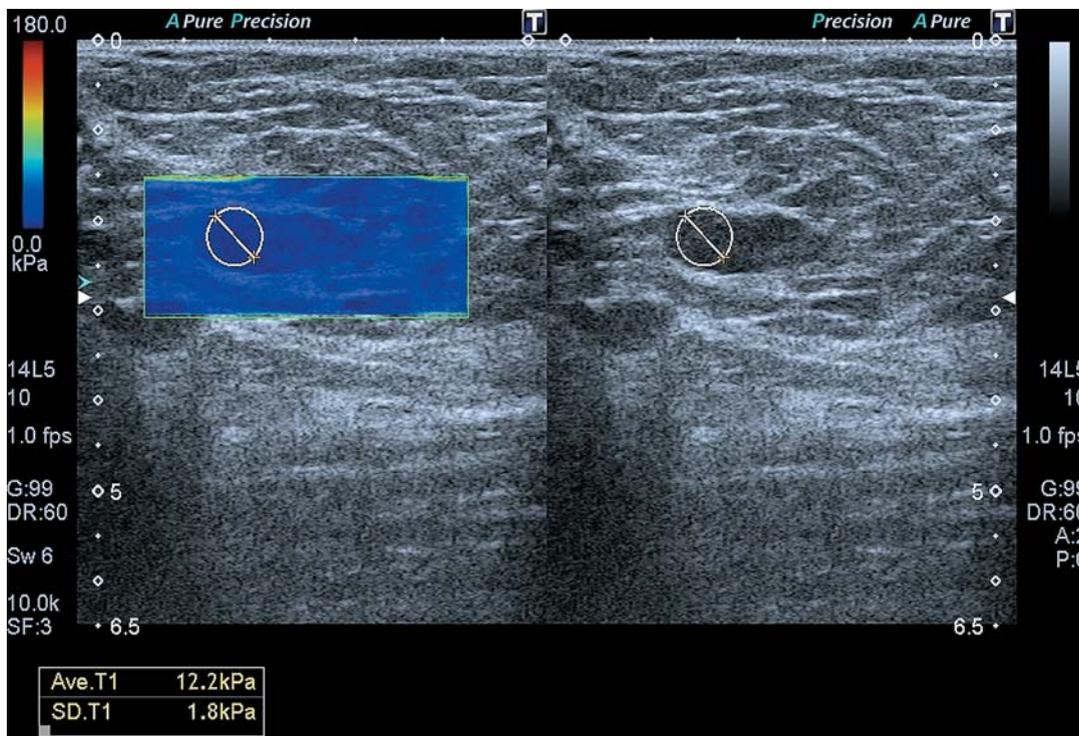


Рис. 3. Эхограмма подмышечного лимфатического узла у пациентки с гиперплазией лимфоидно-ретикулярной ткани (вторая группа). При эластографии сдвиговой волной ткани лимфатического узла (как и окружающая жировая клетчатка) равномерно картируются синим цветом. Второй тип картирования.

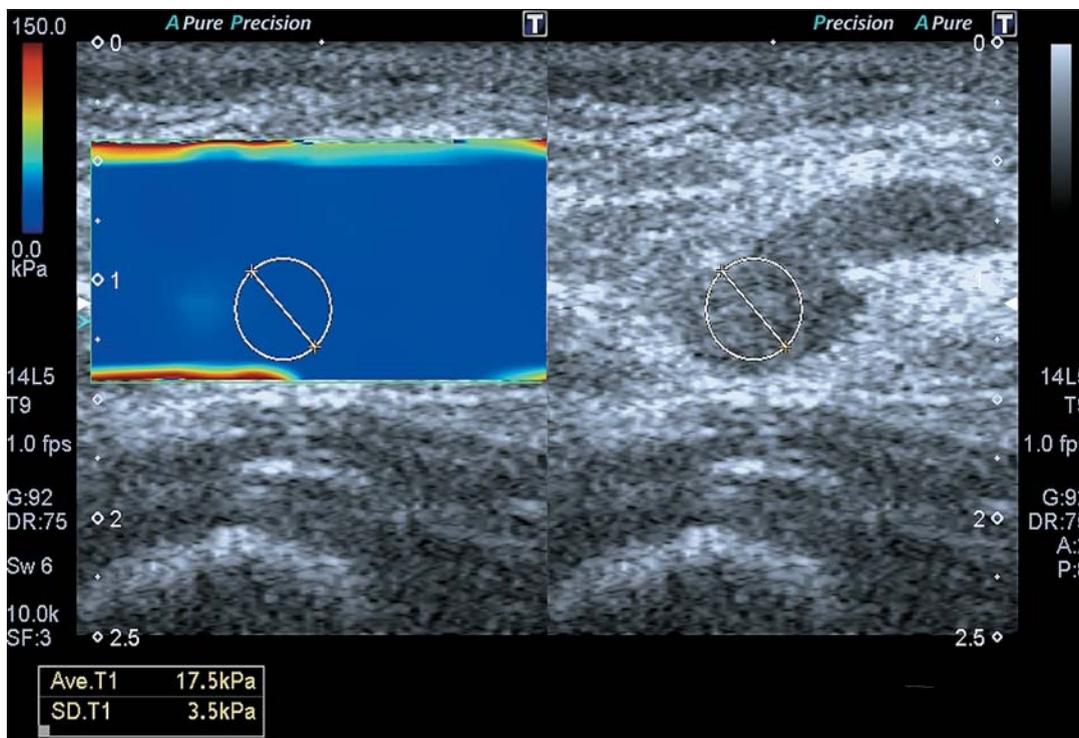


Рис. 4. Эхограмма подмышечного лимфатического узла у пациентки с гиперплазией лимфоидно-ретикулярной ткани (вторая группа). При эластографии сдвиговой волной ткани лимфатического узла (как и окружающая жировая клетчатка) равномерно картируются синим цветом. Второй тип картирования. В В-режиме отчетливо визуализируется жировой синус лимфатического узла (стрелка).

Таблица 2. Статистические характеристики количественного показателя эластографических свойств лимфатических узлов в группах сравнения

Показатель	Первая группа (метастатическое поражение лимфатических узлов) (n = 33)			Вторая группа (гиперплазированные лимфатические узлы) (n = 38)		
	Медиана	2,5–97,5-й проценти	Минимальное – максимальное значения	Медиана	2,5–97,5-й проценти	Минимальное – максимальное значения
Модуль Юнга, кПа	94,0	14,0–150,0	14,0–150,0	18,3	6,2–66,4	6,2–66,4

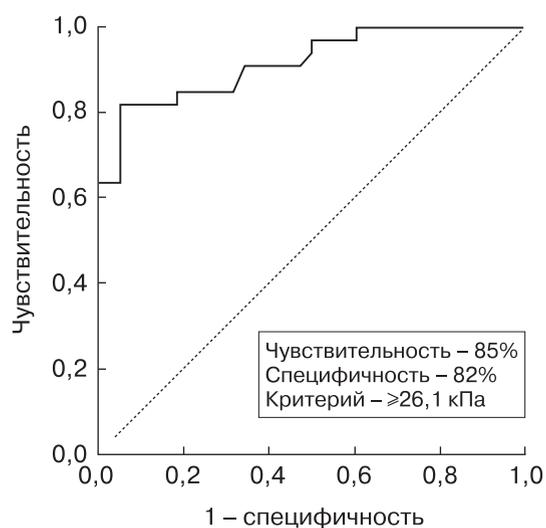
**Рис. 5.** ROC-кривая теста “модуль Юнга $\geq 26,1$ кПа – метастатическое поражение подмышечных лимфатических узлов”.

Таблица 3. Сравнительный анализ количественных показателей эластографии сдвиговой волной по данным зарубежных авторов для шейных и подмышечных лимфатических узлов

Авторы	Локализация лимфатических узлов	Вид эластографии сдвиговой волной (ультразвуковой аппарат, производитель)	Модуль Юнга (кПа) или скорость сдвиговых волн (м/с)		Чувствительность, %	Специфичность, %	AUC	Пороговое значение
			Доброчастотные изменения	Злокачественные поражения				
W. Meng et al. (2013) [8]	шея	Точечная эластография сдвиговой волной (Acuson S2000, Siemens, США)	2,01 ± 0,95 м/с (представление данных не указано)	4,61 ± 2,56 м/с (представление данных не указано)	82,9	93,1	0,906	≥2,595 м/с
T. Fujiwara et al. (2013) [7]	шея	Точечная эластография сдвиговой волной (Acuson S2000, Siemens, США)	1,52 ± 0,48 м/с (представление данных не указано)	2,46 ± 0,75 м/с (представление данных не указано)	95,0	81,8	0,923	≥1,9 м/с
F. Desmots et al. (2016) [6]	шея	Эластография сдвиговой волной (Aixplorer, SuperSonic Imagine, Франция)	23 ± 25 кПа (M ± σ)	72 ± 59 кПа (M ± σ)	87	88	0,903	31 кПа
Y. J. Choi et al. (2013) [5]	шея	Эластография сдвиговой волной (Aixplorer, SuperSonic Imagine, Франция)	14,22 ± 4,19 кПа (M ± σ)	41,06 ± 36,3 кПа (M ± σ)	91	97	0,960	19,44 кПа
К. Tamaki et al. (2013) [10]	подмышечная область	Точечная эластография сдвиговой волной (Acuson S2000, Siemens, США)	1,64 ± 0,42 м/с (представление данных не указано)	2,79 ± 0,98 м/с (представление данных не указано)	82,8	69,6	–	≥1,44 м/с
Данное исследование	подмышечная область	Эластография сдвиговой волной (Aplio 500, Toshiba, Япония)	6,2–66,4 кПа (2,5–97,5-й процентиля)	14,0–150,0 кПа (2,5–97,5-й процентиля)	85	82	0,920	≥26,1 кПа (≥2,95 м/с)

Примечание: интервал 2,5–97,5-й процентиля соответствует интервалу $M \pm 2\sigma$. Пороговое значение скорости сдвиговых волн в нашей работе было рассчитано при использовании формулы: $E \approx 3c_s^2$, где E – модуль Юнга (кПа), c_s – скорость сдвиговой волны (м/с) [12].

ВЫВОДЫ

1) Проведенное исследование выявило значимые различия ($P < 0,001$) в значениях модуля Юнга между метастатически измененными (медиана – 94,0 кПа, 2,5–97,5-й процентиля – 14,0–150,0 кПа) и гиперплазированными (медиана – 18,3 кПа, 2,5–97,5-й процентиля – 6,2–66,4 кПа) подмышечными лимфатическими узлами у женщин с раком молочной железы.

2) Определение значений модуля Юнга показало высокую эффективность для диагностики метастатического поражения подмышечных лимфатических узлов ($AUC = 0,920$).

3) Наилучшие показатели диагностической информативности в выявлении метастатического поражения подмышечных лимфатических узлов при раке молочной железы были достигнуты при пороговом значении модуля Юнга 26,1 кПа (скорости сдвиговых волн – 2,95 м/с) (чувствительность – 85%, специфичность – 82%).

4) При выявлении в ткани лимфатического узла очага повышенной жесткости эту зону целесообразно рассматривать как мишень для тонкоигольной аспирационной биопсии под ультразвуковым наведением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Denis M., Bayat M., Mehrmohammadi M., Gregory A., Song P., Whaley D.H., Pruthi S., Chen S., Fatemi M., Alizad A. Update on breast cancer detection using comb-push ultrasound shear elastography // *IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control.* 2015. V. 62. No. 9. P. 1644–1650.
2. Осипов Л.В. Технологии эластографии в ультразвуковой диагностике // *Медицинский алфавит.* 2013. Т. 3–4. № 23. С. 5–21.
3. Jung W.S., Kim J.A., Son E.J., Youk J.H., Park C.S. Shear wave elastography in evaluation of cervical lymph node metastasis of papillary thyroid carcinoma: elasticity index as a prognostic implication // *Ann. Surg. Oncol.* 2015. V. 22. No. 1. P. 111–116. Doi: 10.1245/s10434-014-3627-4.
4. 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.
5. Choi Y.J., Lee J.H., Lim H.K., Kim S.Y., Han M.W., Cho K.J., Baek J.H. Quantitative shear wave elastography in the evaluation of metastatic cervical lymph nodes // *Ultrasound Med. Biol.* 2013. V. 39. No. 6. P. 935–940. Doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2012.12.009.
6. Desmots F., Fakhry N., Mancini J., Reyre A., Vidal V., Jacquier A., Santini L., Moulin G.,

Varoquaux A. Shear wave elastography in head and neck lymph node assessment: image quality and diagnostic impact compared with B-mode and Doppler ultrasonography // *Ultrasound Med. Biol.* 2016. V. 42. No. 2. P. 387–398.

- Doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2015.10.019.
7. Fujiwara T., Tomokuni J., Iwanaga K., Ooba S., Haji T. Acoustic radiation force impulse imaging for reactive and malignant/metastatic cervical lymph nodes // *Ultrasound Med. Biol.* 2013. V. 39. No. 7. P. 1178–1183. Doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2013.02.001.
 8. Meng W., Xing P., Chen Q., Wu C. Initial experience of acoustic radiation force impulse ultrasound imaging of cervical lymph nodes // *Eur. J. Radiol.* 2013. V. 82. No. 10. P. 1788–1792. Doi: 10.1016/j.ejrad.2013.05.039.
 9. Evans A., Rauchhaus P., Whelehan P., Thomson K., Purdie C.A., Jordan L.B., Michie C.O., Thompson A., Vinnicombe S. Does shear wave ultrasound independently predict axillary lymph node metastasis in women with invasive breast cancer? // *Breast Cancer Res. Treat.* 2014. V. 143. No. 1. P. 153–157. Doi: 10.1007/s10549-013-2747-z.
 10. Tamaki K., Tamaki N., Kamada Y., Uehara K., Miyashita M., Sm Chan M., Ishida T., Ohuchi N., Sasano H. Non-invasive evaluation of axillary lymph node status in breast cancer patients using shear wave elastography // *Tohoku J. Exp. Med.* 2013. V. 231. No. 3. P. 211–216.
 11. Гогаева И.М., Рамонова Д.Р., Митькова М.Д., Брюховецкий Ю.А., Черешнева Ю.Н., Митьков В.В. Воспроизводимость эластографии сдвиговой волной при исследовании поверхностно расположенных органов (яички) // *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2016. № 6. С. 31–39.
 12. Митьков В.В., Митькова М.Д. Ультразвуковая эластография сдвиговой волной // *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2015. № 2. С. 94–108.

REFERENCES

1. Denis M., Bayat M., Mehrmohammadi M., Gregory A., Song P., Whaley D.H., Pruthi S., Chen S., Fatemi M., Alizad A. Update on breast cancer detection using comb-push ultrasound shear elastography // *IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control.* 2015. V. 62. No. 9. P. 1644–1650.
2. Osipov L.V. Technologies of elastography in ultrasound diagnostics // *Medical Alphabet.* 2013. V. 3–4. No. 23. P. 5–21. (Article in Russian)
3. Jung W.S., Kim J.A., Son E.J., Youk J.H., Park C.S. Shear wave elastography in evaluation of cervical lymph node metastasis of papillary thyroid carcinoma: elasticity index as a prognostic implication // *Ann. Surg. Oncol.* 2015. V. 22. No. 1. P. 111–116. Doi: 10.1245/s10434-014-3627-4.
4. 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)
5. Choi Y.J., Lee J.H., Lim H.K., Kim S.Y., Han M.W., Cho K.J., Baek J.H. Quantitative shear wave

- elastography in the evaluation of metastatic cervical lymph nodes // *Ultrasound Med. Biol.* 2013. V. 39. No. 6. P. 935–940.
Doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2012.12.009.
6. Desmots F., Fakhry N., Mancini J., Reyre A., Vidal V., Jacquier A., Santini L., Moulin G., Varoquaux A. Shear wave elastography in head and neck lymph node assessment: image quality and diagnostic impact compared with B-mode and Doppler ultrasonography // *Ultrasound Med. Biol.* 2016. V. 42. No. 2. P. 387–398.
Doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2015.10.019.
 7. Fujiwara T., Tomokuni J., Iwanaga K., Ooba S., Haji T. Acoustic radiation force impulse imaging for reactive and malignant/metastatic cervical lymph nodes // *Ultrasound Med. Biol.* 2013. V. 39. No. 7. P. 1178–1183.
Doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2013.02.001.
 8. Meng W., Xing P., Chen Q., Wu C. Initial experience of acoustic radiation force impulse ultrasound imaging of cervical lymph nodes // *Eur. J. Radiol.* 2013. V. 82. No. 10. P. 1788–1792.
Doi: 10.1016/j.ejrad.2013.05.039.
 9. Evans A., Rauchhaus P., Whelehan P., Thomson K., Purdie C.A., Jordan L.B., Michie C.O., Thompson A., Vinnicombe S. Does shear wave ultrasound independently predict axillary lymph node metastasis in women with invasive breast cancer? // *Breast Cancer Res. Treat.* 2014. V. 143. No. 1. P. 153–157.
Doi: 10.1007/s10549-013-2747-z.
 10. Tamaki K., Tamaki N., Kamada Y., Uehara K., Miyashita M., Sm Chan M., Ishida T., Ohuchi N., Sasano H. // Non-invasive evaluation of axillary lymph node status in breast cancer patients using shear wave elastography // *Tohoku J. Exp. Med.* 2013. V. 231. No. 3. P. 211–216.
 11. Gogaeva I.M., Ramonova D.R., Mitkova M.D., Bryukhovetskiy Yu.A., Cheresheva Yu.N., Mitkov V.V. Reproducibility of shear wave elastography in testicular stiffness assessment // *Ultrasound and Functional Diagnostics.* 2016. No. 6. P. 31–39. (Article in Russian)
 12. Mitkov V.V., Mitkova M.D. Ultrasound shear wave elastography // *Ultrasound and Functional Diagnostics.* 2015. No. 2. P. 94–108. (Article in Russian)

Shear wave elastography in recognition of metastatic axillary lymph nodes in women with breast cancer

O.V. Kostash¹, Yu.V. Kabin¹, N.A. Smekhov²,
V.V. Kapustin¹, A.I. Gromov³

¹ *Moscow City Oncology Hospital No. 62, Moscow*

² *Clinical Diagnostic Center No. 4, Moscow*

³ *Moscow Research and Practical Centre of Medical Radiology, Moscow*

O.V. Kostash – M.D., Ultrasound Diagnostics Department, Moscow City Oncology Hospital No. 62, Moscow. Yu.V. Kabin – M.D., Ph.D., Ultrasound Diagnostics Department, Moscow City Oncology Hospital No. 62, Moscow. N.A. Smekhov – M.D., Ultrasound Diagnostics Department, Clinical Diagnostic Center No. 4, Moscow. V.V. Kapustin – M.D., Ph.D., Head of Ultrasound Diagnostics Department, Moscow City Oncology Hospital No. 62, Moscow. A.I. Gromov – M.D., Ph.D., Professor, Chief Researcher, Moscow Research and Practical Centre of Medical Radiology, Moscow.

Ultrasound examination of axillary lymph nodes in 71 women aged 25 to 76 years with histologically confirmed breast cancer was performed. All patients had suspicion for metastases to the axillary lymph nodes. All women were examined using ultrasound system Aplio 500 (Toshiba, Japan) with linear transducer 7–18 MHz. The first group of patients consisted of 33 women with confirmed metastatic lymph nodes, the second group – 38 patients with hyperplasia of lymphoid reticular tissue. Significant difference ($P < 0.001$) in Young's modulus values between metastatic (median – 94.0 kPa, 2.5–97.5th percentiles – 14.0–150.0 kPa) and benign (median – 18.3 kPa, 2.5–97.5th percentiles – 6.2–66.4 kPa) axillary lymph nodes was revealed. Stiffness assessment was highly effective for metastatic axillary lymph nodes diagnosis (AUC – 0.920). The best diagnostic efficiency in breast cancer metastatic axillary lymph nodes detection was achieved at the cut-off value of Young's modulus equal to 26.1 kPa (shear wave speed – 2.95 m/s) (sensitivity – 85%, specificity – 82%).

Key words: *ultrasound elastography, shear wave elastography, breast cancer, lymph nodes, Young modulus, shear wave velocity.*