

Метастатическое поражение периферических лимфатических узлов при злокачественной меланоме кожи: роль эластографии СДВИГОВОЙ ВОЛНОЙ

О.В. Косташи¹, 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 января по август 2017 г. выполнены ультразвуковые исследования лимфатических узлов у 51 человека (23 мужчины и 28 женщин) в возрасте 23–86 лет с цитологически верифицированным диагнозом “злокачественная меланома кожи”. У всех пациентов заподозрены метастатические изменения в лимфатических узлах различной локализации по данным серошкальной эхографии и доплерографических методик. Исследования были выполнены на аппарате Aplio 500 (Toshiba, Япония) линейным датчиком 7–18 МГц. В первую группу вошел 21 человек с метастазами в регионарных лимфатических узлах, во вторую – 30 пациентов с гиперплазией лимфоидно-ретикулярной ткани. Значения модуля

Юнга для метастатически измененных лимфатических узлов составили 101,8 кПа (медиана), 14,0–164,5 кПа (2,5–97,5-й процентиля), для гиперплазированных лимфатических узлов – 15,0 кПа, 7,2–56,8 кПа соответственно. Значения модуля Юнга в метастатически измененных лимфатических узлах не коррелировали ни с уровнем инвазии первичной опухоли (меланомы) по Кларку, ни с локализацией метастазов (подмышечные, шейные, паховые лимфатические узлы). Выявлены значимые различия в значениях модуля Юнга между метастатически измененными и гиперплазированными лимфатическими узлами у пациентов с меланомой кожи ($P < 0,0001$). Наилучшие показатели диаг-

О.В. Косташи – 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. Косташи Ольга Владимировна. Тел.: +7 (495) 563-01-10. E-mail: kostash2012@yandex.ru

ностической информативности в выявлении метастатического поражения лимфатических узлов при меланоме кожи достигнуты при пороговом значении модуля Юнга 22,7 кПа (чувствительность – 86%, специфичность – 77%, AUC – 0,916).

Ключевые слова: ультразвуковая эластография, эластография сдвиговой волной, злокачественная меланома кожи, уровень инвазии по Кларку, толщина по Бреслоу, лимфатические узлы, модуль Юнга, скорость сдвиговой волны.

Цитирование: Косташи О.В., Кабин Ю.В., Смехов Н.А., Капустин В.В., Громов А.И. Метастатическое поражение периферических лимфатических узлов при злокачественной меланоме кожи: роль эластографии сдвиговой волной // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2017. № 6. С. 25–35.

ВВЕДЕНИЕ

Меланома занимает особое место среди злокачественных опухолей кожи, являясь социально значимой проблемой в связи с высоким уровнем летальности, что обусловлено значительным метастатическим потенциалом опухоли и низкой эффективностью терапии поздних форм заболевания [1]. Пятилетняя выживаемость больных меланомой на поздних стадиях не превышает 18,0%, а медиана продолжительности жизни – 7,8 мес. Диагностика заболевания на ранней стадии значительно улучшает прогноз, поэтому состояние регионарных лимфатических узлов при меланоме является мощным прогностическим индикатором [2].

Роль ультразвукового исследования в диагностике поражения лимфатических узлов общеизвестна. Ультразвуковое исследование позволяет визуализировать изменения в лимфатическом узле при его метастатической трансформации, верифицировать опухолевое поражение лимфатических узлов с помощью прицельной биопсии. Как правило, для верификации метастатического поражения лимфатических узлов используется тонкоигольная аспирационная пункционная биопсия. Одним из новых направлений в ультразвуковой диагностике явля-

ется эластография – неинвазивная методика ультразвукового исследования, с помощью которой возможно изучение такого физического свойства тканей, как жесткость. Современная эластография представлена двумя основными методиками: компрессионной эластографией и эластографией сдвиговой волной. Метод компрессионной эластографии, где степень деформации тканей в зоне интереса зависит от приложенной механической силы сжатия, показал определенные недостатки, связанные с высокой операторзависимостью. При эластографии сдвиговой волной используется расчет скорости поперечных волн (см/с), что позволяет стандартизировать проводимые измерения [3]. Эластографические результаты возможно представлять в виде модуля Юнга (кПа). Скорость сдвиговой волны и модуль Юнга связаны между собой формулой:

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

где E – модуль Юнга (Па), ρ – плотность ткани ($\approx 1000 \text{ кг/м}^3$), c_s^2 – скорость сдвиговой волны (м/с) [4].

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

$$E \approx 3c_s^2 \text{ (кПа) [4].}$$

В литературе встречаются работы, посвященные диагностике рака молочной железы [5], щитовидной железы [6], предстательной железы [7], яичка [8] с помощью эластографии сдвиговой волной. Кроме того, она применяется для выявления патологических изменений в периферических лимфатических узлах различных локализаций. По данным литературы, наибольшее внимание уделено применению эластографии сдвиговой волной для диагностики патологических изменений в регионарных лимфатических узлах органов головы и шеи, а также подмышечной области [9–13]. Большинство авторов отметили достоверное различие жесткости тканей в злокачественных и доброкачественных образованиях. Тема использования эластографии сдвиговой волной для выявления патологических лимфатических узлов при меланоме кожи не изучена, в доступной нам литературе мы не встретили работ, посвященных этой проблеме.

Целью работы было изучение диагностической эффективности эластографии сдвиговой волной в распознавании метастатического поражения лимфатических узлов при злокачественной меланоме кожи.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследование вошли пациенты с цитологически подтвержденным диагнозом “меланома кожи” и подозрением на метастатическое поражение регионарных лимфатических узлов. С января по август 2017 г. выполнены ультразвуковые исследования лимфатических узлов у 51 человека (23 мужчины и 28 женщин) в возрасте 23–86 лет. Из них 13 подмышечных лимфатических узлов при исходной локализации меланомы на коже предплечья, 32 паховых лимфатических узла при меланоме кожи голени и 6 шейных лимфатических узлов при меланоме кожи лица.

Исследования проводились на аппарате Aplio 500 (Toshiba, Япония) линейным датчиком 7–18 МГц. Комплекс инструментальной диагностики включал ультразвуковое исследование в В-режиме и эластографию сдвиговой волной. На первом этапе исследования определяли признаки наличия метастатического поражения лимфатических узлов в В-режиме с использованием общепринятых критериев: форма, коэффициент соотношения размеров, структура, толщина коркового слоя, наличие диффузного усиления васкуляризации с широким диапазоном скоростей и атипичным сосудистым рисунком [14]. На втором этапе выполнялась оценка наиболее подозрительного лимфатического узла (по выше перечисленным критериям) и окружающих его тканей в режиме эластографии сдвиговой волной. Эластографическое картирование осуществлялось в реальном времени. На фиксированном изображении производился количественный анализ эластограмм.

Количественная оценка жесткости лимфатических узлов производилась в пределах эластографического цветового окна. По цветовому картированию изменения подразделяли на два типа. Первый тип характеризовался наличием в структуре лимфатического узла участков высокой жесткости, прокрашиваемых оранжевым, крас-

ным или бордовым цветами. При втором 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 [13].

Затем в лимфатических узлах проводили измерение модуля Юнга (кПа) в зоне с наибольшей жесткостью, которая выбиралась при визуальной оценке эластографической картины. Размер зоны интереса составлял от 3 до 5 мм. Количественное значение для выбранной зоны интереса автоматически отображалось на экране (рис. 1). Измерения проводились троекратно, для статистического анализа использовалось максимальное значение модуля Юнга.

На завершающем этапе исследования выполняли прицельную тонкоигольную аспирационную биопсию из максимально жесткой зоны лимфатического узла под эластографическим контролем. Пациенты были разделены на две группы. Первую группу составил 21 пациент с цитологически подтвержденным метастатическим поражением лимфатических узлов. По данным послеоперационного гистологического исследования удаленного кожного образования 14,3% (3) пациентов имели II уровень инвазии по Кларку, 9,5% (2) – III уровень, 71,4% (15) – IV уровень, 4,8% (1) – V уровень. Во вторую группу вошли 30 пациентов, у которых по данным цитологического исследования была выявлена гиперплазия лимфоидно-ретикулярной ткани. По данным послеоперационного гистологического исследования удаленного кожного образования у 13,3% (4) пациентов установлен II уровень инвазии по Кларку, у 80,0% (24) – IV уровень, у 6,7% (2) – V уровень.

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 (25–75-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

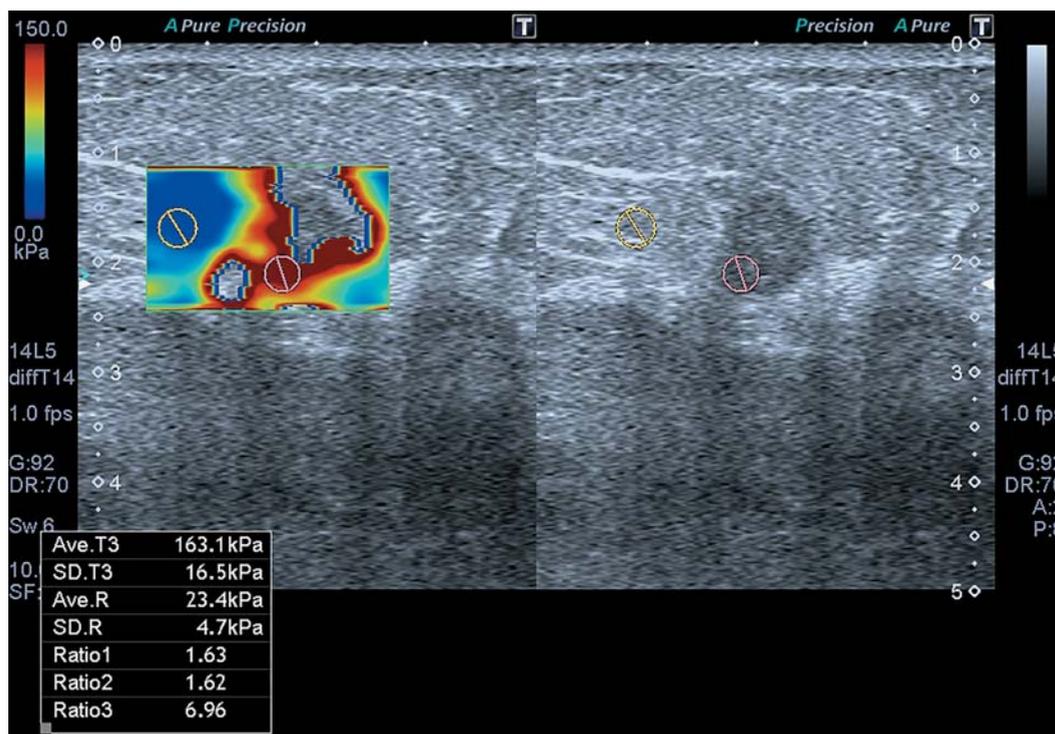


Рис. 1. Эхограмма подмышечного лимфатического узла у пациента с метастатическим поражением подмышечных лимфатических узлов при меланоме кожи предплечья. При эластографии сдвиговой волной в тканях лимфатического узла определяется зона высокой жесткости (картируется оттенками красного цвета). Значение модуля Юнга – 163,1 кПа.

$P \leq 0,05$. Проведен корреляционный анализ с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена. 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 85,7% пациентов первой группы с метастатическим поражением лимфатических узлов наблюдался первый тип окрашивания (рис. 2). У 80,0% пациентов 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 ($P < 0,001$).

При проведении корреляционного анализа показателей модуля Юнга в метастатически измененных лимфатических узлах и уровня инвазии первичной опухоли (меланомы) по Кларку достоверные корреляции не выявлены. Также достоверные корреляции не выявлены при оценке связи показателей модуля Юнга в метастатически измененных лимфатических узлах и локализации этих метастазов (подмышечные, шейные, паховые лимфатические узлы). В табл. 3 показаны статистические характеристики модуля Юнга в зависимости от

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

Типы цветового картирования	Первая группа (метастатическое поражение лимфатических узлов) (n = 21)	Вторая группа (гиперплазированные лимфатические узлы) (n = 30)
Первый тип	18 (85,7%)	6 (20,0%)
Второй тип	3 (14,3%)	24 (80,0%)

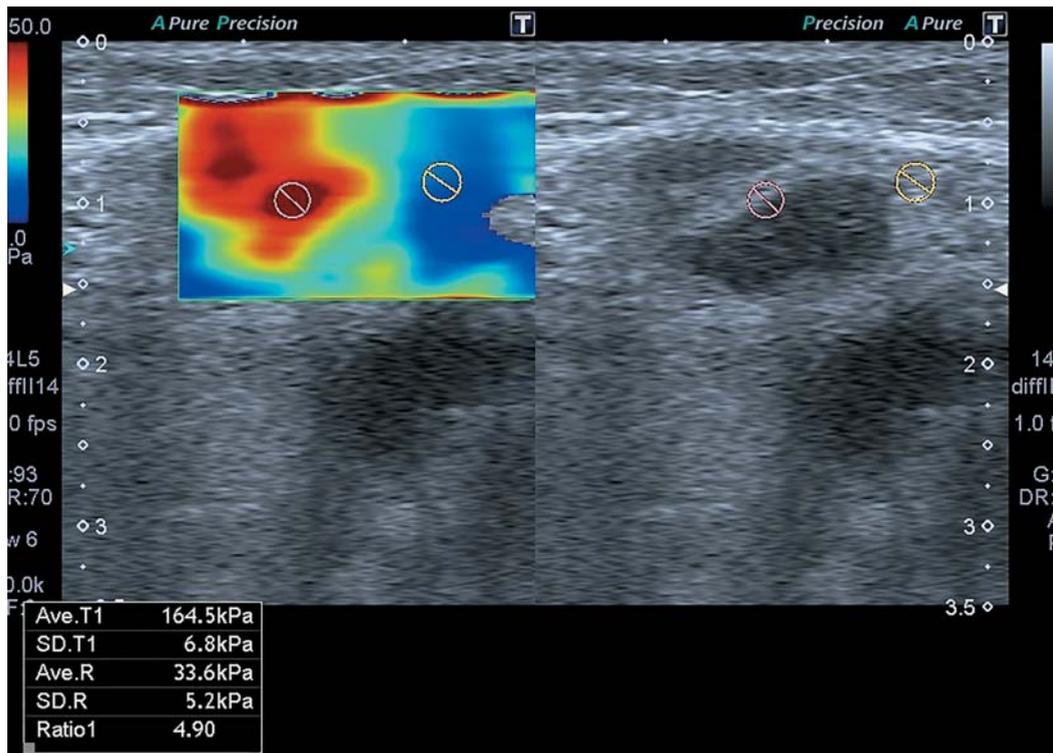


Рис. 2. Эхограмма пахового лимфатического узла у пациента с метастатическим поражением лимфатических узлов при меланоме кожи голени (первая группа). При эластографии сдвиговой волной в тканях лимфатического узла определяется зона высокой жесткости (картируется оттенками красного цвета). Первый тип цветового картирования.

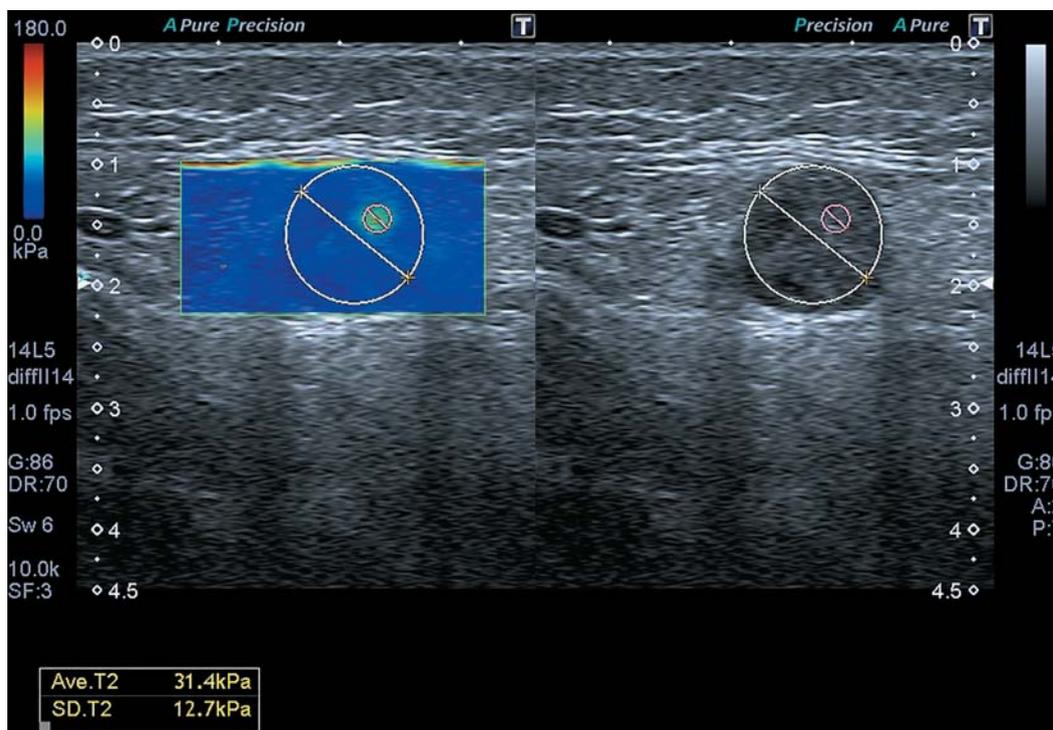


Рис. 3. Эхограмма подмышечного лимфатического узла у пациентки с гиперплазией лимфоидно-ретикулярной ткани при меланоме кожи предплечья (вторая группа). При эластографии сдвиговой волной ткани лимфатического узла картируются синим цветом. Второй тип картирования.

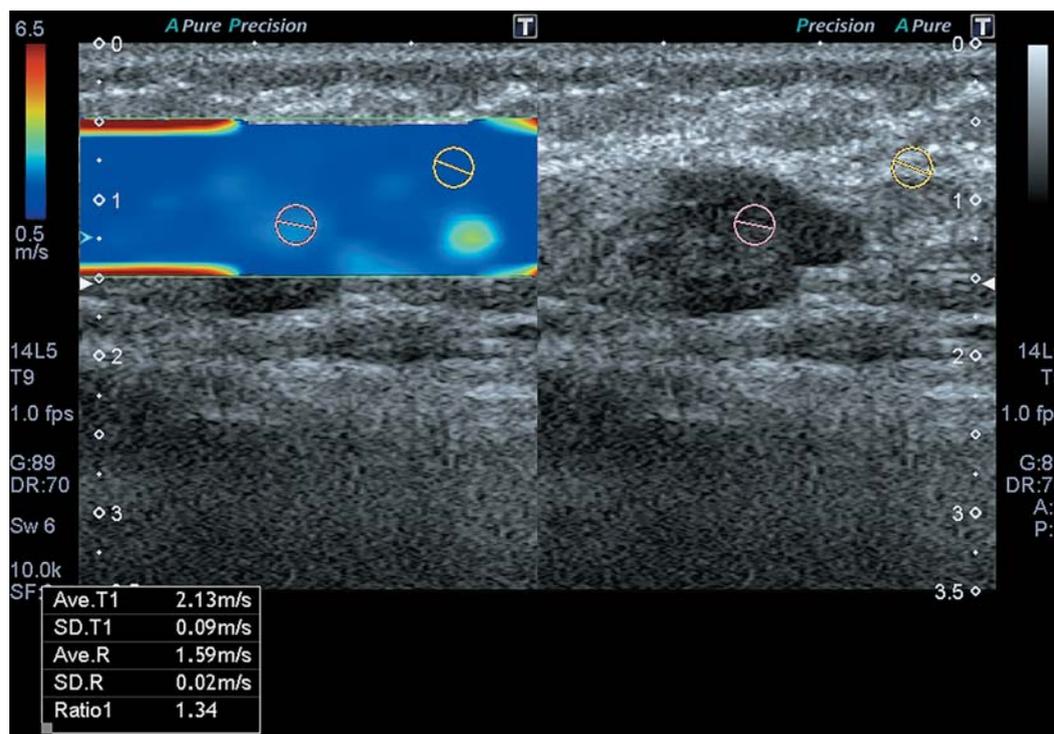


Рис. 4. Эхограмма подмышечного лимфатического узла у пациента с гиперплазией лимфоидно-ретикулярной ткани (вторая группа). При эластографии сдвиговой волной ткани лимфатического узла равномерно картируются синим цветом. Второй тип картирования.

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

Показатель	Первая группа (метастатическое поражение лимфатических узлов) (n = 21)			Вторая группа (гиперплазированные лимфатические узлы) (n = 30)		
	Медиана	2,5–97,5-й процентили	Минимальное – максимальное значения	Медиана	2,5–97,5-й процентили	Минимальное – максимальное значения
Модуль Юнга, кПа	101,8	14,0–164,5	14,0–164,5	15,0	7,2–56,8	7,2–56,8

Таблица 3. Статистические характеристики количественного показателя эластографических свойств метастатически измененных лимфатических узлов в зависимости от их локализации

Показатель	Метастатическое поражение подмышечных лимфатических узлов (n = 6)	Метастатическое поражение паховых лимфатических узлов (n = 10)	Метастатическое поражение шейных лимфатических узлов (n = 5)
Модуль Юнга, кПа	68,6 45,4–101,8 41,0–135,0	69,9 21,5–126,0 14,0–164,5	107,3 95,2–124,9 58,8–138,3

Примечание: на первой строке ячейки – медиана, на второй – 25–75-й процентили, на третьей – минимальное – максимальное значения.

локализации метастазов меланомы кожи. Достоверные различия между подгруппами не выявлены. При сравнении значений модуля Юнга в двух группах метастатически измененных лимфатических узлов (данная работа с метастазами в лимфатических узлах при меланоме кожи ($n = 21$) и предыдущее исследование [13] с метастазами в подмышечных лимфатических узлах при раке молочной железы ($n = 33$)) (табл. 4) достоверные различия также не определяются. Кроме того, достоверные различия не определяются при сравнении значений модуля Юнга в подмышечных лимфатических узлах при меланоме кожи ($n = 6$) и раке молочной железы ($n = 33$) [13]. Малое количество наблюдений с различной локализацией метастазов в лимфатических узлах при меланоме кожи не позволяет считать данные выводы окончательными.

ROC-анализ продемонстрировал высокую эффективность эластографии сдвиговой волной в выявлении патологических лимфатических узлов при меланоме кожи с высоким показателем *AUC* для модуля Юнга (0,916) (рис. 5). При пороговом значении модуля Юнга тканей исследованных лимфатических узлов 22,7 кПа чувствительность составила 86%, специфичность – 77%.

При сравнении данных зарубежной литературы по использованию эластографии сдвиговой волной для выявления метастатически измененных лимфатических узлов различной локализации и данных проведенного нами исследования отмечается разброс значений модуля Юнга [9, 10, 13, 15–17] (см. табл. 4).

При этом следует отметить, что сравнивались показатели модуля Юнга для лимфатических узлов различных локализаций и при различных патологиях. Несмотря на то что всеми авторами использовалась двумерная эластография сдвиговой волной, исследование проводилось на различных приборах. В работе G. Azizi et al. (2016) [15], выполненной на аппарате Acuson S3000 (Siemens, Германия), сравнивалась жесткость метастатически измененных и гиперплазированных шейных лимфатических узлов, но первичный диагноз у пациентов с метастазами в лимфатических узлах шеи был разный (лимфома, плоскоклеточный рак, лейкемия и рак предстательной железы). Однако при этом пороговое значение

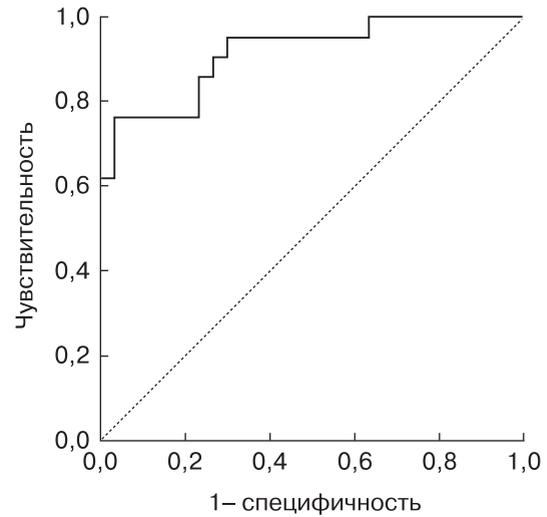


Рис. 5. ROC-кривая теста “модуль Юнга $\geq 22,7$ кПа – метастатическое поражение подмышечных лимфатических узлов”.

для диагностики метастатического поражения (25,8 кПа) было точно таким же, как в работе J.H. Youk et al. (2017) [16], выполненной на аппарате Aixplorer (SuperSonic Imagine, Франция), для подмышечной локализации метастазов рака молочной железы (25,8 кПа). Данные нашего предыдущего исследования метастатически измененных лимфатических узлов подмышечной локализации при раке молочной железы, проведенного на аппарате Aplio 500 (Toshiba, Япония), продемонстрировали практически тот же самый порог (26,1 кПа) [13]. Интересно, что в работе J. You et al. (2017) [17] сравнивали жесткость метастатически измененных и гиперплазированных лимфатических узлов шеи при заболеваниях щитовидной железы на аппарате Aixplorer (SuperSonic Imagine, Франция) и при этом получили значительно более высокое пороговое значение (40,2 кПа). Это самое высокое пороговое значение, представленное в табл. 4 с учетом использования двумерной эластографии сдвиговой волной на разных приборах. Однако авторы при проведении трехкратных измерений в анализ включали среднее арифметическое значение модуля Юнга, в то время как в нашей работе выбиралось максимальное значение жесткости из трех полученных.

Если сравнивать данные, полученные ранее нами при исследовании подмышечных лимфатических узлов при раке молоч-

Таблица 4. Сравнительный анализ количественных показателей эластографии сдвиговой волной для лимфатических узлов различной локализации

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
			Доброчаственные изменения	Злокачественные поражения				
Y.J. Choi et al. (2013) [9]	шея	Двумерная 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
F. Desmots et al. (2016) [10]	шея	Двумерная эластография сдвиговой волной (Aixplorer, SuperSonic Imagine, Франция)	23 ± 25 кПа (M ± σ)	72 ± 59 кПа (M ± σ)	87	88	0,903	31 кПа
G. Azizi et al. (2016) [15]	шея	Двумерная эластография сдвиговой волной (Aixplorer, SuperSonic Imagine, Франция)	2,71 ± 0,65 м/с (M ± σ)	3,96 ± 0,96 м/с (M ± σ)	92,59	75,46	0,880	2,93 м/с (25,8 кПа)
J.H. Youk et al. (2017) [16]	подмышечная область	Двумерная эластография сдвиговой волной (Aixplorer, SuperSonic Imagine, Франция)	17,0 ± 8,6 кПа (M ± σ)	64,6 ± 41,9 кПа (M ± σ)	93,9	86,2	0,941	25,8 кПа
J. You et al. (2017) [17]	шея	Двумерная эластография сдвиговой волной (Aixplorer, SuperSonic Imagine, Франция)	23,5 ± 12,6 кПа	58,7 ± 25,7 кПа	80,0	93,4	0,918	40,2 кПа
О.В. Косташ и соавт. (2017) [13]	подмышечная область	Двумерная эластография сдвиговой волной (Aplio 500, Toshiba, Япония)	6,2–66,4 кПа (2,5–97,5-й процентили)	14,0–150,0 кПа (2,5–97,5-й процентили)	85	82	0,920	26,1 кПа
Данное исследование (меланома кожи)	различная локализация лимфатических узлов	Двумерная эластография сдвиговой волной (Aplio 500, Toshiba, Япония)	7,2–56,8 кПа (2,5–97,5-й процентили)	14,0–164,5 кПа (2,5–97,5-й процентили)	86	77	0,916	22,7 кПа

ной железы [13] и данные по лимфатическим узлам различной локализации при меланоме кожи, можно выявить схожие показатели чувствительности (85% для подмышечных лимфатических узлов и 86% для лимфатических узлов различных локализаций) и *AUC* (0,920 и 0,916) для порогов 26,1 кПа и 22,7 кПа соответственно. Несколько различаются показатели специфичности: для подмышечных лимфатических узлов при раке молочной железы этот показатель составил 82%, а для лимфатических узлов различных локализаций при злокачественной меланоме кожи – 77%.

Во всех статьях, проанализированных в табл. 4, показана высокая диагностическая эффективность двумерной эластографии сдвиговой волной при различных первичных заболеваниях, при различной локализации лимфатических узлов и при использовании различной аппаратуры. При выявлении в ткани периферического лимфатического узла очага повышенной жесткости эту зону целесообразно рассматривать как мишень для прицельной тонкоигольной аспирационной пункционной биопсии под ультразвуковым наведением.

ВЫВОДЫ

1) Проведенное исследование выявило значимые различия в значениях модуля Юнга между метастатически измененными и гиперплазированными лимфатическими узлами у пациентов с меланомой кожи.

2) Значения модуля Юнга в метастатически измененных лимфатических узлах не коррелировали ни с уровнем инвазии первичной опухоли (меланомы) по Кларку, ни с локализацией метастазов (подмышечные, шейные, паховые лимфатические узлы).

3) Наилучшие показатели диагностической эффективности в выявлении метастатического поражения лимфатических узлов при меланоме кожи были достигнуты при пороговом значении модуля Юнга 22,7 кПа (чувствительность – 86%, специфичность – 77%, *AUC* – 0,916).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демидов Л.В., Утяшев И.А., Харкевич Г.Ю. Подходы к диагностике и терапии меланомы кожи: эра персонализированной медицины // *Consilium medicum*. 2013. № 2–3. С. 42–47.

2. Telfer N.R., Colver G.B., Morton C.A.; British Association of Dermatologists Guidelines for the management of basal cell carcinoma // *Br. J. Dermatol.* 2008. V. 159. No. 1. P. 35–48. Doi: 10.1111/j.1365-2133.2008.08666.x.

3. Осипов Л.В. Технологии эластографии в ультразвуковой диагностике // *Медицинский алфавит*. 2013. Т. 3–4. № 23. С. 5–21.

4. Митьков В.В., Митькова М.Д. Ультразвуковая эластография сдвиговой волной // *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2015. № 2. С. 94–108.

5. Bayat M., Denis M., Gregory A., Mehrmohammadi M., Kumar V., Meixner D., Fazzio R.T., Fatemi M., Alizad A. Diagnostic features of quantitative comb-push shear elastography for breast lesion differentiation // *PLoS One*. 2017. V. 12. No. 3. P. e0172801. Doi: 10.1371/journal.pone.0172801.

6. 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.

7. 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.

8. Митьков В.В., Гогаева И.М., Митькова М.Д., Колесников Г.П., Васильева А.К., Кадрев А.В., Рязанцев А.А. Ультразвуковая эластография сдвиговой волной в характеристике рака яичка // *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2017. № 5. С. 13–24.

9. 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.

10. 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.

11. 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.

12. Park A.Y., Kim J.A., Son E.J., Youk J.H. Shear-wave elastography for papillary thyroid carcinoma can improve prediction of cervical lymph node metastasis // *Ann. Surg. Oncol.* 2016. V. 23. Suppl. 5. P. 722–729.

13. Косташи О.В., Кабин Ю.В., Смехов Н.А., Капустин В.В., Громов А.И. Эластография сдвиговой волной в распознавании метастатического пора-

- жения подмышечных лимфатических узлов при раке молочной железы // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2017. № 3. С. 22–31.
14. Choi M.Y., Lee J.W., Jang K.J. Distinction between benign and malignant causes of cervical, axillary, and inguinal lymphadenopathy: value of Doppler spectral waveform analysis // *AJR*. 1995. V. 165. No. 4. P. 981–984.
 15. Azizi G., Keller J.M., Mayo M.L., Piper K., Puett D., Earp K.M., Malchoff C.D. Shear wave elastography and cervical lymph nodes: predicting malignancy // *Ultrasound Med. Biol.* 2016. V. 42. No. 6. P. 1273–1281.
Doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2016.01.012.
 16. Youk J.H., Son E.J., Kim J.A., Gweon H.M. Pre-operative evaluation of axillary lymph node status in patients with suspected breast cancer using shear wave elastography // *Ultrasound Med. Biol.* 2017. V. 43. No. 8. P. 1581–1586.
Doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2017.03.016.
 17. You J., Chen J., Xiang F., Song Y., Khamis S., Lu C., Lv Q., Zhang Y., Xie M. The value of quantitative shear wave elastography in differentiating the cervical lymph nodes in patients with thyroid nodules // *J. Med. Ultrason.* 2017.
Doi: 10.1007/s10396-017-0819-0.
- ## REFERENCES
1. Demidov L.V., Utyashev I.A., Kharkevich G.Yu. Approaches to diagnosis and therapy of skin melanoma: era of personalized medicine // *Consilium medicum*. 2013. No. 2–3. P. 42–47. (Article in Russian)
 2. Telfer N.R., Colver G.B., Morton C.A.; British Association of Dermatologists Guidelines for the management of basal cell carcinoma // *Br. J. Dermatol.* 2008. V. 159. No. 1. P. 35–48.
Doi: 10.1111/j.1365-2133.2008.08666.x.
 3. Osipov L.V. Technologies of elastography in ultrasound diagnostics // *Medical Alphabet*. 2013. V. 3–4. No. 23. P. 5–21. (Article in Russian)
 4. Mitkov V.V., Mitkova M.D. Ultrasound shear wave elastography // *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2015. No. 2. P. 94–108. (Article in Russian)
 5. Bayat M., Denis M., Gregory A., Mehrmohammadi M., Kumar V., Meixner D., Fazzio R.T., Fatemi M., Alizad A. Diagnostic features of quantitative comb-push shear elastography for breast lesion differentiation // *PLoS One*. 2017. V. 12. No. 3. P. e0172801.
Doi: 10.1371/journal.pone.0172801.
 6. 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.
 7. 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)
 8. Mitkov V.V., Gogaeva I.M., Mitkova M.D., Kolesnikov G.P., Vasileva A.K., Kadrev A.V., Ryazantsev A.A. Ultrasound shear wave elastography in testicular cancer characterization // *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2017. No. 5. P. 13–24. (Article in Russian)
 9. 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.
 10. 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.
 11. 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.
 12. Park A.Y., Kim J.A., Son E.J., Youk J.H. Shear-wave elastography for papillary thyroid carcinoma can improve prediction of cervical lymph node metastasis // *Ann. Surg. Oncol.* 2016. V. 23. Suppl. 5. P. 722–729.
 13. Kostash O.V., Kabin Yu.V., Smekhov N.A., Kapustin V.V., Gromov A.I. Shear wave elastography in recognition of metastatic axillary lymph nodes in women with breast cancer // *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2017. No. 3. P. 22–31. (Article in Russian)
 14. Choi M.Y., Lee J.W., Jang K.J. Distinction between benign and malignant causes of cervical, axillary, and inguinal lymphadenopathy: value of Doppler spectral waveform analysis // *AJR*. 1995. V. 165. No. 4. P. 981–984.
 15. Azizi G., Keller J.M., Mayo M.L., Piper K., Puett D., Earp K.M., Malchoff C.D. Shear wave elastography and cervical lymph nodes: predicting malignancy // *Ultrasound Med. Biol.* 2016. V. 42. No. 6. P. 1273–1281.
Doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2016.01.012.
 16. Youk J.H., Son E.J., Kim J.A., Gweon H.M. Pre-operative evaluation of axillary lymph node status in patients with suspected breast cancer using shear wave elastography // *Ultrasound Med. Biol.* 2017. V. 43. No. 8. P. 1581–1586.
Doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2017.03.016.
 17. You J., Chen J., Xiang F., Song Y., Khamis S., Lu C., Lv Q., Zhang Y., Xie M. The value of quantitative shear wave elastography in differentiating the cervical lymph nodes in patients with thyroid nodules // *J. Med. Ultrason.* 2017.
Doi: 10.1007/s10396-017-0819-0.

Metastatic peripheral lymph nodes in cutaneous malignant melanoma: role of shear wave elastography

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.

From January to August 2017, lymph nodes ultrasound examination was performed to 51 patients (23 men and 28 women) (23–86 years old) with a histologically verified cutaneous malignant melanoma diagnosis. In all patients metastasis in lymph nodes of different localization (axillary, cervical, and inguinal lymph nodes) were suspected according to gray-scale and Doppler ultrasound. All patients were examined using ultrasound system Aplio 500 (Toshiba, Japan) with linear transducer 7–18 MHz. The first group included 21 patients with confirmed metastatic lymph nodes, the second – 30 patients with hyperplasia of lymphoid reticular tissue. Young's modulus values for metastatic lymph nodes were 101.8 kPa (median), 14.0–164.5 kPa (2.5–97.5th percentiles), for hyperplastic lymph nodes – 15.0 kPa, 7.2–56.8 kPa, respectively. Significant differences in Young's modulus values between metastatic and hyperplastic lymph nodes in patients with cutaneous malignant melanoma were revealed ($P < 0.0001$). Young's modulus values in metastatic lymph nodes were not correlated with Clark level of melanoma invasion, nor with the localization of metastases (axillary, cervical, and inguinal lymph nodes). The best Young's module cut-off value for metastatic lymph nodes detection in case of skin melanoma was 22.7 kPa (sensitivity – 86%, specificity – 77%, AUC – 0,916).

Key words: ultrasound elastography, shear wave elastography, cutaneous malignant melanoma, Clark level of invasion, Breslow thickness, lymph nodes, Young's modulus, shear wave velocity.

Citation: Kostash O.V., Kabin Yu.V., Smekhov N.A., Kapustin V.V., Gromov A.I. Metastatic peripheral lymph nodes in cutaneous malignant melanoma: role of shear wave elastography // *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2017. No. 6. P. 25–35. (Article in Russian)