



Жук Е.Г.¹, Косенко И.А.²

¹ Белорусская медицинская академия последипломного образования, Минск, Беларусь

² Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии имени Н.Н. Александрова, Минск, Беларусь

Оценка прогностической значимости признаков метастатического поражения лимфатических узлов при раке шейки матки по данным магнитно-резонансного исследования

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: Жук Е.Г. – разработка дизайна исследования, получение данных для анализа, интерпретация результатов статистического анализа, написание текста рукописи. Косенко И.А. – научная консультация, редактирование текста рукописи.

Подана: 29.04.2022

Принята: 20.05.2022

Контакты: elenazhuk.03@gmail.com

Резюме

Цель. Разработать новые признаки метастатического поражения лимфатических узлов (ЛУ) по данным магнитно-резонансного исследования (МРТ) при раке шейки матки (РШМ) и оценить их прогностическую значимость.

Материалы и методы. Данные МРТ 71 пациента с гистологически подтвержденным диагнозом РШМ, которому выполнено радикальное хирургическое лечение со стандартной лимфаденэктомией (ЛАЭ), сопоставляли с результатами морфологического исследования резецированных препаратов. С целью оценки прогностической значимости МРТ-признаков метастатического поражения ЛУ был проведен моновариантный регрессионный логистический анализ; для оценки диагностической эффективности методов и определения порога отсечения проведен ROC-анализ.

Результаты. Установлено, что клинически и статистически значимыми предикторами метастатического поражения ЛУ являются: размер ЛУ по короткой оси, соотношение размера ЛУ по длинной и короткой оси (индекс конфигурации), отсутствие сигнала от жировой ткани ворот ЛУ, наличие шиповатости контура ЛУ, наличие перинодулярного отека, субкапсулярного и центрального отека ЛУ, неоднородность МР-сигнала ЛУ, значение коэффициента интенсивности сигнала ЛУ и значение измеряемого коэффициента диффузии (ИКД) ЛУ ($p < 0,05$).

Закключение. Установлена прогностическая значимость МРТ-предикторов метастатического поражения ЛУ при РШМ.

Ключевые слова: рак шейки матки, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, лимфатический узел, метастатический лимфатический узел

Zhuk E.¹, Kosenko I.²

¹ Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education, Minsk, Belarus

² N.N. Alexandrov National Cancer Centre of Belarus, Minsk, Belarus

Evaluation the Predictive Significance Signs for Metastatic Involvement of Lymph Nodes in Cervical Cancer According to Magnetic Resonance Imaging Findings

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: Zhuk E. – development of research design, obtaining data for analysis, interpretation of statistical analysis results, writing the text of the manuscript. Kosenko I. – scientific consultation, editing of the text of the manuscript.

Submitted: 29.04.2022

Accepted: 20.05.2022

Contacts: elenazhuk.03@gmail.com

Abstract

Purpose. To develop new MRI signs for metastatic involvement of the lymph nodes (LN) in cervical cancer (CC) and to evaluate of their predictive significance.

Materials and methods. The MRI findings of the 71 patients with histologically confirmed diagnosis of cervical cancer, who underwent radical surgical treatment with lymphatic dissection, were compared with the morphological features. To evaluate the predictive significance of MRI signs of metastatic LN involvement, uni-variate regression logistic analyses was performed. To evaluate the diagnostic performance of methods and to determine the cutoff values, ROC-analysis was performed.

Results. It was found, that clinically and statistically significant predictors of metastatic involvement of the LN are: the size of the LN along the short axis, the configuration index (ratio between the long and short axis of LN), the absence of a signal from the adipose tissue of the LN hilus, prickly outline of the LN, the presence of perinodular edema of LN, subcapsular and central edema of LN, the presence of heterogeneity of LN MR signal, the signal intensity coefficient of LN tissue and tumor (IS_{LN}/IS_{tumor}) and apparent diffusion coefficient (ADC) of LN ($p < 0.05$).

Conclusions. The prognostic significance of predictors of LN metastatic involvement in cervical cancer was established.

Keywords: cervical cancer, computer tomography, magnetic resonance imaging, lymph nodes, metastatic lymph nodes

■ ВВЕДЕНИЕ

Рак шейки матки (РШМ) занимает четвертое место в мире по распространенности рака у женщин и имеет высокий уровень смертности [1].

Основным путем метастазирования РШМ является лимфогенный. Метастазирование при РШМ происходит последовательно по определенным регионам: первоначально поражаются лимфатические узлы (ЛУ) таза, затем парааортальные

и надключичные ЛУ [2]. Статус ЛУ при определении распространенности процесса является важнейшим прогностическим фактором, влияет на пятилетнюю выживаемость и во многом определяет тактику лечения [3].

Пересмотренная в 2018 году классификация FIGO (the International Federation of Gynecology and Obstetrics) теперь рекомендует включать методы лучевой визуализации при определении стадии заболевания, для оценки состояния ЛУ. МРТ благодаря своей высокой тканевой контрастности является предпочтительным методом для визуализации местнораспространенного РШМ [1]. Однако ограничения МРТ в оценке ЛУ связаны с критерием размера короткой оси больше 1 см [4].

В норме ЛУ рассматриваются как овальные образования с однородной структурой и промежуточной интенсивностью сигнала на T2-взвешенных изображениях (T2-ВИ), с низкой интенсивностью сигнала на T1-ВИ и с высокой интенсивностью сигнала на диффузионно-взвешенных изображениях (ДВИ), в которых отмечается однородное усиление сигнала после внутривенного введения парамагнитного контрастного вещества [5].

Опухолевые клетки, проникающие в микрососуды небольшого по размеру ЛУ, вызывают нарушения микроциркуляции, однако размер его при этом может оставаться нормальным [6].

Внедрение микрометастазов приводит к развитию патофизиологических процессов: появляется отечная реакция, при этом визуализируются расширенные лимфатические коллекторы и перинодулярный отек. Позднее, на стадии пролиферации метастаза в ЛУ, происходит «блокирование» лимфотока через узел, что приводит к появлению шиповатости контура ЛУ за счет расширения дистальных отделов афферентных лимфатических сосудов [7].

Метастатический фокус впервые появляется в корковой части ЛУ и по мере роста вытесняет окружающую лимфоидную ткань узла, что приводит к изменению формы и зональной анатомии ЛУ, он становится более округлым [8].

МРТ в силу высокой тканевой контрастности позволяет визуализировать все эти изменения, которые проявляются в виде гетерогенности МРТ-сигнала (в норме гомогенный), появления внутри ЛУ локусов изоинтенсивного сигнала, схожего по интенсивности с сигналом опухолевой ткани в шейке матки. Интенсивность сигнала ЛУ, пораженного метастазами, ниже сигнала от нормальной лимфоидной ткани на T2-ВИ и на T1-ВИ [7].

Изменения импульсных последовательностей и временных параметров в протоколах МРТ-исследования позволяют достигать высокого разрешения и контрастности, тем самым оптимизируя «тканевую визуализацию» [9].

Принимая во внимание отсутствие четких объективизированных данных о размерах ЛУ, пораженного метастазом, а также признаков оценки нарушения зональности и визуальных характеристик МТЛУ, вопрос роли и возможностей МРТ в выявлении и оценке ЛУ у пациентов с РШМ требует дальнейшего изучения.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Разработка признаков метастатического поражения ЛУ по данным МРТ-исследования, а также оценка их прогностической значимости.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования послужили МРТ-данные 71 пациента с гистологически подтвержденным диагнозом РШМ, которому выполнено радикальное хирургическое лечение со стандартной ЛАЭ. Данные МРТ сопоставляли с результатами морфологического исследования резецированных препаратов. Характеристика пациентов представлена в табл. 1.

Исследование выполняли на магнитно-резонансных томографах Magnetom Avanto (Siemens) и Optima 450 W (General Electric) с напряженностью магнитного поля 1,5 Тесла с применением следующих импульсных последовательностей: T2-ВИ в аксиальной, сагиттальной, коронарной плоскости сканирования; T1-ВИ в аксиальной плоскости сканирования; T2-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани (fat suppression) в аксиальной плоскости сканирования; ДВИ МРТ выполнялась при факторе диффузии $b\ 0$, $b\ 1000\ \text{с/мм}^2$ с последующим построением карты измеряемого коэффициента диффузии (ИКД $10^{-3}\ \text{мм}^2/\text{с}$).

Для визуализации забрюшинных ЛУ дополнительно использовали две последовательности в коронарной плоскости сканирования: T2-ВИ и T2-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани.

Статистическому анализу подверглись ЛУ таза: obturatorные, внутренние и наружные подвздошные, общие подвздошные.

Количество визуализированных при МРТ-исследовании тазовых ЛУ составило 159.

Единичные ЛУ визуализированы в 2 (2,8%) наблюдениях, 2 ЛУ – в 57 (80,3%), 3 и более – в 12 (16,9%) соответственно.

Размеры лимфатических узлов (по короткой оси) до 0,5 см отмечены в 58 (36,5%) из 159 (100%), от 0,5 до 0,8 см – в 78 (49,1%), от 0,8 до 1 см – в 16 (10,1%), от 1 см и более – в 7 (4,4%) соответственно.

По данным морфологического исследования метастазы в ЛУ обнаружены в 43 случаях, в 116 ЛУ метастазов не выявлено.

Таблица 1
Общая характеристика пациентов с диагнозом РШМ
Table 1
General characteristics of patients diagnosed with cervical cancer

Показатель	Значение
Число пациенток	71
Медиана возраста, лет (разброс значений)	42 года (34–53)
Гистологическая структура опухоли	
Плоскоклеточный рак	57 (80,3%)
Аденокарцинома	13 (18,3%)
Недифференцированный рак	1 (1,4%)
Распространение опухоли	
T1aN0M0	6 (8,5%)
T1bN0M0	48 (67,6%)
T1bN1M0	10 (14%)
T1bN1M1	1 (1,4%)
T2aN1M0	6 (8,5%)

Таблица 2
Частота метастазов в лимфатических узлах в зависимости от их размеров по данным
МРТ-исследования
Table 2
The frequency of metastases in the lymph nodes, depending on their size according to the MRT study

Данные МРТ	Данные морфологического заключения			
	Наличие метастазов (N1)		Отсутствие метастазов	
Размер лимфатических узлов, см	n / общее число узлов данного размера	%	n / общее число узлов данного размера	%
До 0,5	3/58	5,2	55/58	94,8
От 0,5 до 0,8	23/78	29,5	55/78	70,5
От 0,8 до 1	10/16	62,5	6/16	37,5
От 1 до 1,5	7/7	100	0/7	0
Всего	43/159	27,0	116/159	73,0

Данные по сопоставлению размеров ЛУ (по данным МРТ-изображений) с морфологическими заключениями о наличии их метастатического поражения представлены в табл. 2.

Оценка влияния различных прогностических факторов на риск метастатического поражения ЛУ по данным МРТ-исследования при РШМ осуществлялась методом пошаговой логистической регрессии.

Для оценки диагностических возможностей в выявлении МТЛУ вычисляли диагностическую чувствительность (ДЧ), диагностическую специфичность (ДС) метода. Доверительный интервал представлен с 95%-ной достоверностью. Диагностическую информативность МРТ оценивали с помощью построения характеристических кривых (Receiver Operating Characteristic curve – ROC) с расчетом площадей под ними (Area Under Curve – AUC).

МРТ-оценку состояния регионарных ЛУ проводили на основании анализа следующих показателей: размер ЛУ по короткой оси, соотношение размера ЛУ по длинной и короткой оси (индекс конфигурации), отсутствие сигнала от жировой ткани ворот ЛУ, наличие шиповатости контура ЛУ, наличие перинодулярного отека, субкапсулярного и центрального отека ЛУ, наличие неоднородности МР-сигнала ЛУ, коэффициента интенсивности (КИ) сигнала ЛУ, который рассматривается в соотношении с интенсивностью сигнала ткани опухоли (ИСлу/ИСопух), и значение измеряемого ИКД.

Для выявления признаков, которые могут влиять на развитие метастазов в тазовых ЛУ, был проведен моновариантный регрессионный анализ. Регрессионный анализ показал, что все изучаемые факторы оказывают клинически и статистически достоверно значимое влияние на метастатическое поражение ЛУ (табл. 3).

Диагностическую эффективность размера ЛУ по короткой оси для оценки метастатического поражения и определения пороговых значений определяли на основе ROC-анализа. Характеристику теста оценивали в зависимости от площади под ROC-кривой – параметр AUC. Значение полученного параметра в данном исследовании составило AUC=0,816, что позволяет оценить показатель размера ЛУ по короткой оси как значимый с ДЧ 51,2% и ДС 86,2% (рис. 1). Оптимальная точка разделения соответствовала значению 0,65 см.

Таблица 3
Результаты моновариантного регрессионного логистического анализа МРТ-признаков метастатического поражения ЛУ
Table 3
Results of monovariant regression logistic analysis of MRT signs of metastatic lesion of lymph node

МРТ-признак	Отношения рисков	95% ДИ	p
Индекс конфигурации ЛУ	0,1	0,01–1,20	<0,001
Коэффициент интенсивности сигнала (ИСлу/ИСопух)	0,5	0,11–3,70	<0,001
ИКД ЛУ	2,74	0,88–8,58	0,026
Размер ЛУ по короткой оси	17,03	1,07–26,9	<0,001
Отсутствие сигнала от жировой ткани ворот ЛУ	11,8	3,54–39,51	<0,001
Шиповатость контура ЛУ	5,88	2,04–16,98	<0,001
Неоднородность МР-сигнала ЛУ	5,7	1,61–20,11	<0,001
Перинодулярный отек ЛУ	2,22	0,91–5,42	<0,001
Субкапсулярный отек ЛУ	7,9	3,55–17,58	<0,001
Центральный отек ЛУ	1,96	0,41–9,30	<0,001

По данным литературы, верхние пределы нормального диапазона размера ЛУ по короткой оси для наружных и общих подвздошных, внутренних подвздошных, паховых и мезоректальных узлов составляли 5,3; 4,4; 6,3 и 3,9 мм соответственно [10].

Для оценки конфигурации ЛУ измеряли соотношение его размера по длинной оси к размеру по короткой оси и измеряли индекс конфигурации (ИК). Размер по короткой оси измеряли перпендикулярно размеру по длинной оси. Для оценки эффективности данного диагностического признака проведен ROC-анализ, основанный на сравнении таких характеристик, как ДЧ и ДС при различных пороговых значениях ИК. Площадь под кривой составила AUC=0,968, что позволяет оценить ИК как значимый с ДЧ 83,7% и ДС 94%. Точке отсечения с оптимальным соотношением ДЧ и ДС соответствует значение ИК 1,65. Значение ИК меньше 1,65 принято как показатель вероятности метастатического поражения (рис. 1).

При метастатическом поражении ЛУ происходит изменение зональной анатомии: деформация или полное замещение ткани его жировых ворот опухолевыми клетками, что оценивается на МРТ-изображениях как отсутствие гипоинтенсивного сигнала от жировых ворот ЛУ при использовании последовательности с подавлением сигнала от жировой ткани. ДЧ для признака отсутствия сигнала от жировой ткани ворот ЛУ составила 88,4%, ДС – 94,0%.

На стадии пролиферации метастаза в ЛУ контур его становится неровным, шиповатым за счет расширения дистальных отделов приводящих лимфатических сосудов, ДЧ для признака наличия шиповатого контура составила 79,1%, ДС – 94,0%.

На инвазию умеренного количества метастатических клеток появляется отечная реакция, которая визуализируется в виде перинодулярного отека. По мере увеличения количества метастатических клеток происходит ремоделирование ЛУ, которое визуализируется в виде скопления жидкости по периферии – в субкапсулярном синусе. Начальные стадии отека лимфоузла выглядят как полулунные или кольцеобразные «венчики» в зоне субкапсулярного синуса [7].

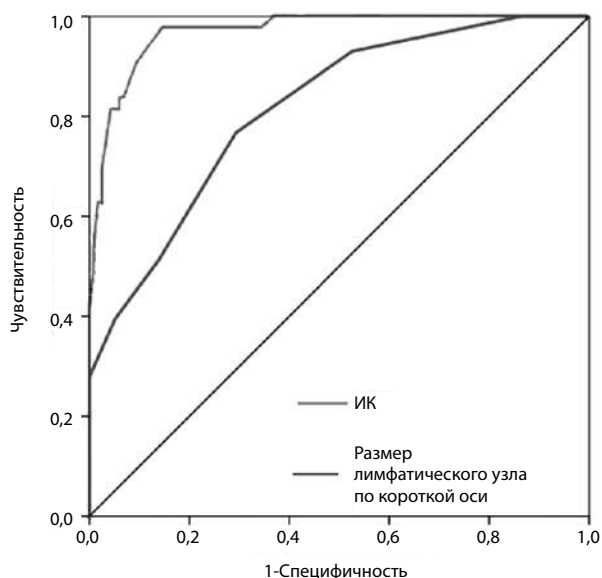


Рис. 1. ROC-анализ размера лимфатического узла по короткой оси, индекса конфигурации как признака метастатического поражения ЛУ пациентов при РШМ
Fig. 1. ROC-analysis of the size of the lymph node along the short axis, the configuration index as a sign of metastatic lesion of lymph node in patients with cervical cancer

Далее вовлекаются кортикальные и мозговые синусы. В нашем исследовании наличие визуализируемой жидкости в перечисленных синусах описано термином «субкапсулярный отек». Наличие жидкости в области ворот ЛУ, в центральном синусе, из которого лимфа выводится выносящим (эфферентным) лимфатическим сосудом, – центральный отек. Наличие жидкостного содержимого наряду с локусами опухолевой ткани приводит к неоднородности МР-сигнала от ткани ЛУ (рис. 2а, b).

Как видно из данных монофакторного анализа (табл. 3), признаки наличия перинодулярного и субкапсулярного отеков и наличие центрального отека достоверно повышают риск развития МТЛУ.

ДЧ для признака наличия перинодулярного отека составила 76,7%, ДС – 87,1%, для признака наличия субкапсулярного отека ДЧ – 55,8%, ДС – 86,2%, для признака наличия центрального отека ДЧ – 25,6%, ДС – 98,3%, для признака наличия неоднородности сигнала ЛУ ДЧ составила 96,3%, ДС – 81,0%.

Метастатический фокус впервые появляется в корковой части узла и по мере роста вытесняет окружающую лимфоидную ткань и заполняет весь ЛУ опухолевой тканью, имеющей протоновую плотность, аналогичную ткани первичной опухоли. Это приводит к неоднородности МР-сигнала от ткани ЛУ и появлению локусов изоинтенсивного сигнала, аналогичного интенсивности сигнала опухоли шейки.

AUC для признака оценки КИ МР-сигнала ЛУ (ИСлу/ИСопух) составила 0,87 (ДЧ – 79,1%, ДС – 79,3%). Оптимальная точка отсечения соответствовала значению 1,34 (рис. 3).

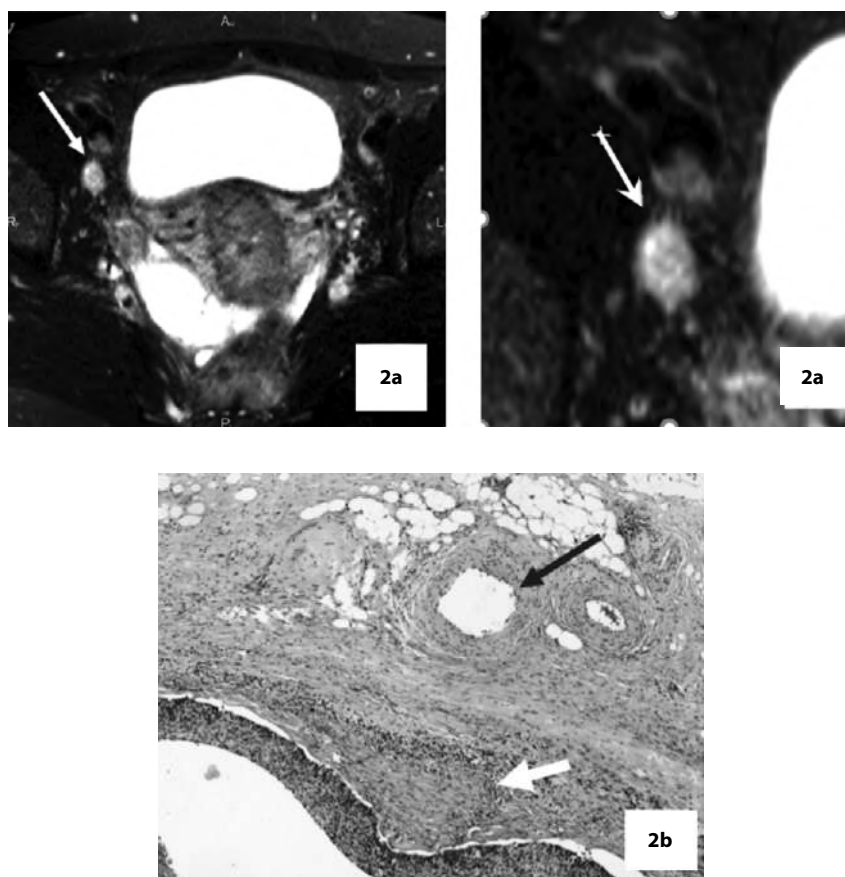


Рис. 2: а – МРТ области таза пациентки: T2-VI с подавлением сигнала от жировой ткани, аксиальная плоскость сканирования. Тазовый ЛУ с метастатическим поражением (по данным морфологического исследования): наличие жидкостного содержимого в области синусов ЛУ, отсутствие сигнала от жировых ворот ЛУ и наличие шиповатого контура от расширенных афферентных сосудов ЛУ; б – микрофото, метастазы плоскоклеточного РШМ в тазовом ЛУ (белая стрелка), расширенные афферентные сосуды (черная стрелка). Окраска гематоксилин-эозином, $\times 50$
Fig. 2: а – MRT of the patient's pelvic region: T2-VI signal suppression from adipose tissue, axial scanning plane. Pelvic lymph node with metastatic lesion (according to morphological examination): the presence of liquid contents in the area of the sinuses of the lymph node, the absence of a signal from the fat gates of the lymph node and the presence of a spiked contour from the dilated afferent vessels of the lymph node; б – microphoto, metastases of squamous cervical cancer in the pelvic lymph node (white cursor), dilated afferent vessels (black cursor). Hematoxylin-eosin staining, $\times 50$

Медиана этого значения для ЛУ с отсутствием метастазов (N0): 1,56 (1,37–1,91) (медиана 25% и 75% процентиля), для МТЛУ (N1): 1,16 (1,02–1,3) соответственно.

Для оценки значения ИКД ЛУ анализу подверглись 150 ЛУ из 159 ЛУ, так как у 9 пациентов отсутствовали карты диффузии.

Для признака значения ИКД ЛУ AUC составила 0,726 (ДЧ – 67,4%, ДС – 68,1%). Оптимальная точка разделения соответствовала значению 0,885 (рис. 3).

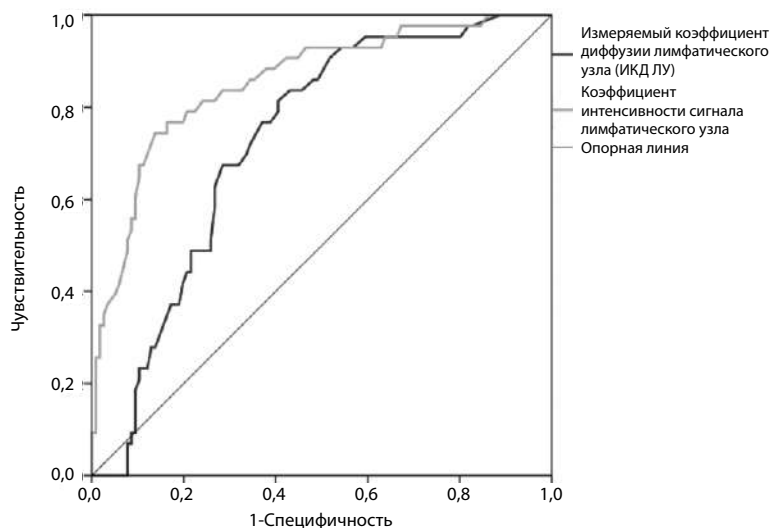


Рис. 3. ROC-анализ коэффициента интенсивности сигнала ЛУ и опухоли (ISлу/ISопух), измеряемого коэффициента диффузии ЛУ (ИКД ЛУ) как признака метастатического поражения лимфатических узлов при РШМ

Fig. 3. ROC-analysis of the signal intensity coefficient of lymph node and tumor (ICln/ICt), the apparent diffusion coefficient of lymph node (ADC of LN) as a sign of metastatic lymph node lesion in cervical cancer

■ ОБСУЖДЕНИЕ

Хирургическая лимфодиссекция остается «золотым стандартом» для диагностики метастазов в ЛУ, однако она несет в себе высокий риск осложнений, поэтому целесообразно максимально эффективно использовать диагностический комплекс для определения онкологического риска, который влияет на тактику лечения.

По данным ряда публикаций, МРТ и КТ демонстрируют сравнимую точность выявления ЛУ, пораженных метастазами: 83–90% для КТ и 86–90% для МРТ [11]. Оба метода полагаются на размерные критерии, это приводит к низкой ДЧ (43–73% для МРТ) из-за невозможности идентифицировать метастазы в неувеличенных ЛУ [12].

В то же время, согласно данным A.D. Williams et al., примерно 50% метастатических ЛУ имеют диаметр менее 10 мм по короткой оси [13]. А в исследовании, проведенном Manfredi R. et al., средний диаметр МТЛУ составил 0,5 (диапазон 0,2–2) см по короткой оси и 0,8 (диапазон 0,2–2) см по длинной оси. Средний диаметр размера очага метастазирования составлял 0,5 (диапазон 0,1–1,5) см [14]. В нашем исследовании средний диаметр МТЛУ составил 0,75 (диапазон 0,4–1,6) см по короткой оси.

Попытка определить другие критерии метастатического поражения ЛУ привела ряд авторов к целесообразности измерения соотношения размеров ЛУ по длинной и короткой оси, а также изучению изменения его формы. Так, в исследовании, проведенном Yang W.T. et al., сообщалось о степени точности 77,3% при использовании отношения диаметра длинной оси и диаметра короткой, равного 1,3 [11]. В нашем исследовании значение индекса конфигурации составило 1,65, при этом ДЧ составила 83,7%, ДС – 94%. Критерием выбора порога отсечения в нашем исследовании выступало требование баланса между ДЧ и ДС.

В другом исследовании было выявлено, что дольчатые или спикурообразные края ЛУ на МРТ-изображениях являлись значимыми предикторами метастазирования в ЛУ. Средний диаметр по короткой оси МТЛУ в данном исследовании составил $9,3 \pm 3,0$ мм. По мнению авторов, неровный контур может быть обусловлен десмопластической реакцией или инфильтрацией в перинодальный жир [15]. Неровный контур (шиповатый), по данным нашего исследования, был определен расширением дистальных отделов приводящих лимфатических сосудов. Это связано с тем, что средний размер МТЛУ у обследованных нами пациентов составил 0,75 см по короткой оси и метастатический фокус в ЛУ не всегда полностью выполнял пораженный ЛУ.

В литературе также описано, что при использовании дополнительных признаков МТЛУ, таких как потеря нормальной архитектоники ЛУ, округлая форма, нерегулярные границы и неоднородная интенсивность сигнала, диагностическая точность (ДТ) МРТ составляет 67–95%, ДЧ – 37–90%, ДС – 71–100% [16]. Неоднородность интенсивности сигнала ЛУ на T1-ВИ с контрастным усилением, по результатам исследований Yang W.T. et al., является хорошим индикатором метастатического поражения [11]. По данным нашего исследования, для признака наличия неоднородности сигнала ЛУ ДЧ составила 96,3%, ДС – 81,0%. Неоднородность МР-сигнала ЛУ, пораженного метастазами, определена, с одной стороны, появлением жидкостного компонента, с другой, наличием метастатических локусов, имеющих протонную плотность, аналогичную опухолевой ткани РШМ.

Включение в протоколы диагностических исследований метода функциональной визуализации, основанного на молекулярной и физиологической активности, такого как диффузионно-взвешенная МР-томография (ДВИ-МРТ), позволяет повысить информативность исследования [2]. Так, в метаанализе, проведенном Shen G. et al., показатели ДЧ и ДС ДВИ-МРТ при обнаружении МТЛУ составили 83,3–95,7% и 74,7–96,5% соответственно [17]. В нашем исследовании ДЧ для критерия значения ИКД ЛУ составила 67,4%, ДС – 68,1%. Данные показатели информативности обусловлены, по всей вероятности, небольшими размерами локусов метастазов в МТЛУ, что вызывало определенные трудности в измерении.

Многочисленные публикации, освещающие попытки найти признаки метастатического поражения, содержат неоднозначное мнение в отношении значимости таких признаков, как размер, изменение формы, контура, структуры, а также в отношении возможностей ДВИ [15, 18].

В настоящее время проводится множество исследований по оценке эффективности диагностических инструментов выявления МТЛУ. Постоянный технический прогресс и оптимизация протоколов МРТ в соответствии с новейшими техническими стандартами, изменение разрешения, внедрение новых передовых методов позволяют визуализировать изменения, соответствующие этапам патофизиологических изменений, развивающихся в ЛУ, пораженном метастазами.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате нашего исследования установлено, что разработанные МРТ-признаки: размер ЛУ по короткой оси, соотношение размера ЛУ по длинной и короткой оси (индекс конфигурации), отсутствие сигнала от жировой ткани ворот ЛУ, наличие шиповатости контура ЛУ, наличие перинодулярного отека, субкапсулярного отека, центрального отека ЛУ, наличие неоднородности МР-сигнала ЛУ, значение

коэффициента интенсивности сигнала ЛУ и значение ИКД ЛУ – являются клинически и статистически значимыми факторами метастатического поражения тазовых ЛУ ($p < 0,05$).

В ходе анализа ROC-кривых оценена ДЧ, ДС, АUC и для количественных признаков выбрана оптимальная точка для бинарной классификации: для признака размер ЛУ по короткой оси $AUC = 0,816$ (ДЧ – 51,2%, ДС – 86,2%), оптимальная точка разделения 0,65 см; для индекса конфигурации ЛУ $AUC = 0,968$ (ДЧ – 83,7%, ДС – 94%), оптимальная точка разделения – 1,65; для КИ ЛУ (ИСлу/ИС опух) $AUC = 0,870$ (ДЧ – 79,1%, ДС – 79,3%), оптимальная точка разделения – 1,34; для признака значения ИКД $AUC = 0,726$ (ДЧ – 67,4%, ДС – 68,1%), оптимальная точка разделения – 0,885.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Merz J., Bossart M., Bamberg F., Eisenblaetter M. Revised FIGO Staging for Cervical Cancer – A New Role for MRI. *Rofo*. 2020;192(10):937–44. doi: 10.1055/a-1198-5729.
2. Paño B., Sebastià C., Ripoll E., Paredes P., Salvador R., Buñesch L., Nicolau C. Pathways of lymphatic spread in gynecologic malignancies. *Radiographics*. 2015;35(3):916–45. doi: 10.1148/rg.2015140086. PMID: 25969940.
3. Jeong S.Y., Park H., Kim M.S., Kang J.H., Paik E.S., Lee Y.Y., Kim T.J., Lee J.W., Kim B.G., Bae D.S., Choi C.H. Pretreatment Lymph Node Metastasis as a Prognostic Significance in Cervical Cancer: Comparison between Disease Status. *Cancer Res Treat*. 2020;52(2):516–23. doi: 10.4143/crt.2019.328.
4. Sala E., Wakely S., Senior E., Lomas D. MRI of malignant neoplasms of the uterine corpus and cervix. *AJR Am J Roentgenol*. 2007;188(6):1577–87. doi: 10.2214/AJR.06.1196. PMID: 17515380.
5. Trukhacheva N., Frolova I., Kolomiets ., Usova A.V., Grig'ev E., Velichko S., Churuksaeva O. Novel approaches to diagnostic imaging of locally advanced cervical cancer. *Siberian Journal of Oncology*. 2019;18(2):83–91. doi: 10.21294/1814-4861-2019-18-2-83-91. (in Russian)
6. Kim S.H., Cho S.H. Assessment of pelvic lymph node metastasis in FIGO IB and IIA cervical cancer using quantitative dynamic contrast-enhanced MRI parameters. *Diagn Interv Radiol*. 2020;26(5):382–9. doi: 10.5152/dir.2020.19365.
7. Letyagin A., Avtaeva M., Tulupov A., Savelov A. Possibilities of MR-tomography for lymphadenopathy visualization. *Medical visualization*. 2005;46(5):4–7. (in Russian)
8. West H., Jin J. Lymph Nodes and Lymphadenopathy in Cancer. *JAMA Oncol*. 2016;2(7):971. doi: 10.1001/jamaoncol.2015.3509
9. Rubcova N., Novikova E., Puzakov K., Antipov V. Role of magnetic resonance imaging in diagnosis of cancer of the cervix uteri. *Russian Journal of oncology*. 2012;2:39–45. (in Russian)
10. Ramirez M., Ingrand P., Richer J.P., Herpe G., Vesselle G., Boucebci S., Tasu J.P. What is the pelvic lymph node normal size? Determination from normal MRI examinations. *Surg Radiol Anat*. 2016;38(4):425–31. doi: 10.1007/s00276-015-1581-x.
11. Yang W.T., Lam W.W., Yu M.Y., Cheung T.H., Metreweli C. Comparison of dynamic helical CT and dynamic MR imaging in the evaluation of pelvic lymph nodes in cervical carcinoma. *American Journal of Roentgenology*. 2000;175(3):759–66. doi: 10.2214/ajr.175.3.1750759. PMID: 10954463.
12. Rockall A.G., Sohaib S.A., Harisinghani M.G. Diagnostic performance of nanoparticle-enhanced magnetic resonance imaging in the diagnosis of lymph node metastases in patients with endometrial and cervical cancer. *Journal of clinical oncology*. 2005;23(12):2813–21. doi: 10.1200/JCO.2005.07.166.
13. Williams A.D., Cousins C., Soutter W.P. Detection of pelvic lymph node metastases in gynecologic malignancy: a comparison of CT MRI, and positron emission tomography. *AJR Am J Roentgenol*. 2001;77(2):343–8. doi: 10.2214/ajr.177.2.1770343.
14. Manfredi R., Gui B., Giovanzana A. Localized cervical cancer (stage <IIB): accuracy of MR imaging in planning less extensive surgery. *Radiol. Med*. 2009;114(6):960–75.
15. Choi H.J., Kim S.H., Seo S.S., Kang S., Lee S., Kim J.Y., Kim Y.H., Lee J.S., Chung H.H., Lee J.H., Park S.Y. MRI for pretreatment lymph node staging in uterine cervical cancer. *AJR Am J Roentgenol*. 2006;187(5):538–43. doi: 10.2214/AJR.05.0263. PMID: 17056887
16. Dappa E., Elger T., Hasenburger A., Düber C., Battista M.J., Hötker A.M. The value of advanced MRI techniques in the assessment of cervical cancer: a review. *Insights Imaging*. 2017;8(5):471–81. doi: 10.1007/s13244-017-0567-0.
17. Shen G., Zhou H., Jia Z., Deng H. Diagnostic performance of diffusion-weighted MRI for detection of pelvic metastatic lymph nodes in patients with cervical cancer: a systematic review and meta-analysis. *Br J Radiol*. 2015;88(1052):20150063 doi: 10.1259/bjr.20150063.
18. Bourgioti C., Chatoupis K., Mouloupoulos L.A. Current imaging strategies for the evaluation of uterine cervical cancer. *World J Radiol*. 2016;8(4):342–54. doi: 10.4329/wjr. V 8. i4.342.