



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья

УДК 618.146-006.6-033.2:616.428-031.3]-073.756.8-036

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-1-30-39>

Прогностическая значимость критериев метастатического поражения регионарных лимфатических узлов при раке шейки матки по данным магнитно-резонансного исследования

Е. Г. Жук^{*1}, И. А. Косенко²

¹ ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования», г. Минск

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

Реферат

Цель исследования — оценить критерии метастатического поражения лимфатических узлов (ЛУ) при раке шейки матки (РШМ) по данным магнитно-резонансного исследования (МРТ) и выявить наиболее прогностически значимые. Данные МРТ 159 удаленных ЛУ сопоставляли с результатами морфологического исследования резецированных препаратов. Диагностическую эффективность определяли на основе ROC-анализа (Receiver Operating Characteristic curve) пороговых значений. Характеристику теста оценивали по площади под ROC-кривой — параметр AUC (Area Under Curve). С целью оценки прогностической значимости МРТ-критериев метастатических ЛУ (МТЛУ) были проведены моно- и мультивариантный регрессионные логистические анализы. По результатам многофакторного анализа индекс конфигурации меньше или равен 1,65, отсутствие сигнала от жировой клетчатки ворот ЛУ и перинодулярный отек являются наиболее прогностически значимыми критериями метастатического поражения ЛУ ($p < 0,05$).

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, рак шейки матки, лимфатические узлы, метастатические лимфатические узлы.

* **Жук Елена Георгиевна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования», г. Минск.

Адрес: 220013, Беларусь, г. Минск, ул. Петруся Бровки, д. 3, к. 3.

Тел.: + 375 (17) 265-33-63. Электронная почта: elenazhuk.03@gmail.com

ORCID.org/0000-0002-7576-9928

Elena G. Zhuk, Ph. D. Med, Associate Professor of the Department of Radiation Diagnostics, N. N. Alexandrov National Cancer Centre of Belarus', Minsk.

Address: 3/3, ul. Petrusya Brovki, Minsk, 220013, Belarus'.

Phone number: + 375 (17) 265-33-63. E-mail: elenazhuk.03@gmail.com

ORCID.org/0000-0002-7576-9928

© Е. Г. Жук, И. А. Косенко.

Финансирование исследования и конфликт интересов

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов. Мнения, изложенные в статье, принадлежат авторам рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

ORIGINAL RESEARCH

Original research

Prognostic Significance of the Criteria for Metastatic Involvement of Regional Lymph Nodes in Cervical Cancer According to Magnetic Resonance Imaging Findings

Elena G. Zhuk*,¹, Irina A. Kosenko²

¹ Belarusian Medical Academy for Postgraduate Training, Minsk

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

Abstract

The objective of this study is to assess the criteria for metastatic involvement of the LN (MLN) according to magnetic resonance imaging (MRI) and to identify the most prognostically significant. The MRI data of 159 removed LN were compared with the results of a morphological study of the resected preparations. ROC- analysis (Receiver Operating Characteristic curve) was used to determine the diagnostic performance of threshold values. The test performance was evaluated depending on the area under the ROC curve – the AUC parameter (Area Under Curve). In order to evaluate the prognostic significance of MRI predictors for metastatic involvement of the LN, uni- and multivariate regression logistic analyses were performed. According to the results of multivariate analysis, the configuration index is less than or equal to 1.65, the absence of a signal from the fatty tissue of the hilum of LN, and perinodular edema are the most prognostically significant criteria for metastatic involvement of the LN ($p < 0.05$).

Key words: Magnetic Resonance Imaging, Cervical Cancer, Lymph Nodes, Metastatic Lymph Nodes.

Research funding and conflict of interest

The study was not funded by any sources. The authors state that this work, its topic, subject and content do not affect competing interests. The opinions expressed in the article belong to the authors of the manuscript. The authors confirm the compliance of their authorship with the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, the preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Актуальность

Состояние лимфатических узлов (ЛУ) является важнейшим прогностическим фактором при ранней стадии

рака шейки матки (РШМ) и основным критерием для назначения адъювантной терапии [3]. В пересмотренной классификации Международной федерации

гинекологии и акушерства (FIGO) наличие метастазов в ЛУ определяет стадию ПС, включая микрометастазы. Введение дополнительных обозначений г (визуализация) и р (патология) при определении ПС стадии указывает на все возрастающую роль методов визуализации в оценке наличия метастазирования в ЛУ [2]. Для анализа состояния тазовых и парааортальных ЛУ широко используются МРТ и КТ. Однако оба метода обладают низкой диагностической чувствительностью (ДЧ) для обнаружения МТЛУ, так как используют относительно грубый критерий – диаметр ЛУ $\geq 1,0$ см [8].

В то же время изолированные раковые клетки и микрометастазы в ЛУ могут вызывать физиологические изменения до того, как явные морфологические изменения станут очевидными. Опухолевые клетки, проникающие в микрососуды небольшого по размеру ЛУ, вызывают нарушения микроциркуляции, при этом размер ЛУ может оставаться нормальным. Около 50 % МТЛУ имеют диаметр менее 10 мм по короткой оси [9].

МРТ в силу высокой тканевой контрастности обладает большим потенциалом информативности. Включение методов функциональной визуализации, таких как диффузионно-взвешенные изображения (ДВИ), значительно повышает диагностические возможности метода. Так, добавление ДВИ позволяет повысить ДЧ и диагностическую специфичность (ДС) МРТ в выявлении МТЛУ до 86 и 84 % соответственно [10].

Выбор оптимальной тактики лечения РШМ определяется с учетом результатов визуализации и клинической стадии, поэтому необходимы дополнительные усилия для повышения ДЧ методов лучевой диагностики для прогнозирования наличия метастазов в тазовых ЛУ.

Цель: оценить критерии МТЛУ по данным МРТ и выявить наиболее прогностически значимые.

Материалы и методы

Аналізу подверглись МРТ-данные 159 удаленных ЛУ, которые были сопоставлены с результатами морфологического исследования резецированных препаратов после радикального хирургического лечения со стандартной лимфаденэктомией (ЛАЭ). Характеристика пациентов с гистологически подтвержденным РШМ, которым было проведено оперативное вмешательство, 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-взвешенных изображений (ВИ) в сагиттальной, аксиальной, коронарной плоскостях сканирования с толщиной среза 4 мм без межсрезового промежутка; T1-ВИ в аксиальной плоскости и T2-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани в аксиальной плоскости сканирования с толщиной среза 4 мм без межсрезового промежутка.

Диффузионно-взвешенную МРТ выполняли в аксиальной плоскости с фактором диффузии b 1000 с/мм² с последующим построением карты измеряемого коэффициента диффузии (ИКД, 10⁻³ мм²/с), толщиной среза 4 мм без межсрезового промежутка.

С целью объективизации данных визуального анализа использовали количественную характеристику интенсивности МРТ-сигнала. Количественному анализу подвергали T2-ВИ в аксиальной плоскости. Другие последовательности использовали для уточнения локализации патологического очага. Одинаковую толщину аксиальных срезов использовали для лучшей сопоставимости при оценке небольших по размеру образований. Для уменьшения погрешности измерений, обусловленной неоднородностью магнитного поля в томографе, все измерения интенсив-

Таблица 1

Общая характеристика пациентов с диагнозом РШМ

Показатель	Значение
Число пациенток	71
Медиана возраста, лет или годы (разброс значений)	42 (34–53)
Гистологическая структура опухоли:	71 (100 %)
плоскоклеточный рак	57 (80,3 %)
аденокарцинома	13 (18,3 %)
недифференцированный рак	1 (1,4 %)
Распространение опухоли:	71 (100 %)
T1aN0M0	6 (8,5 %)
T1bN0M0	48 (67,6 %)
T1bN1M0	10 (14 %)
T1bN1M1	1 (1,4 %)
T2aN1M0	6 (8,5 %)

ности МРТ-сигнала проводили в пределах одного-двух аксиальных срезов. Посредством выделения областей интереса (ROI) на изображениях измеряли интенсивность МРТ-сигнала в патологическом очаге в шейке и в локусах опухолевой ткани в ЛУ. Так как абсолютное значение интенсивности МР-сигнала вариабельно в зависимости от множества параметров, использовали относительные величины, сравнивая соотношение интенсивности сигнала опухоли и метастаза в ЛУ.

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

Диагностические возможности метода в выявлении МТЛУ оценивали на основе ДЧ, ДС. Доверительный интервал представлен с 95 % достоверностью. Диагностическую информативность МРТ оценивали с помощью построения характеристических кривых (Receiver Operating Characteristic curve – ROC), с расчетом площадей под ними (Area Under Curve – AUC).

Для определения прогностической значимости МРТ-признаков метастатического поражения ЛУ были проведены моно- и мультивариантный регрессионные логистические анализы.

Результаты и их обсуждение

По данным морфологического исследования метастазы в ЛУ обнаружены в 43 случаях; при этом 36 (83,7 %) ЛУ из них имели размер по короткой оси менее 1 см. В 116 случаях метастазов в ЛУ выявлено не было.

В нашем исследовании медиана размера по короткой оси (диаметр) МТЛУ составила 0,75 см (диапазон 0,4–1,6).

Площадь под кривой для данного показателя составила 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.

Метастатический фокус впервые появляется в корковой части ЛУ, по

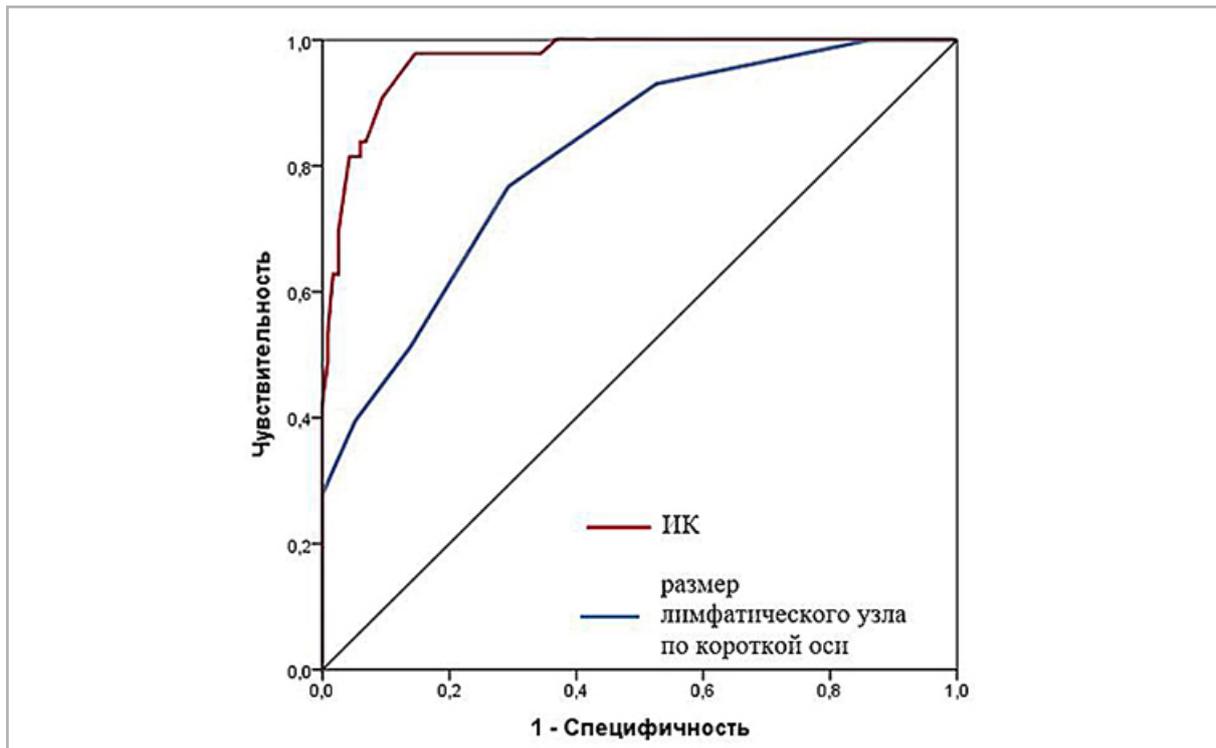


Рис. 1. ROC-анализ размера лимфатического узла по короткой оси, индекса конфигурации как критерия метастатического поражения ЛУ пациентов при РШМ

мере роста он вытесняет окружающую лимфоидную ткань узла, поэтому форма ЛУ становится более округлой.

При этом меняется соотношение его размера по длинной оси к размеру по короткой оси — индекс конфигурации (ИК). Площадь под кривой для данного показателя составила $AUC = 0,968$, ДЧ — 83,7 % и ДС — 94 % (рис. 1). Оптимальное соотношение ДЧ и ДС соответствует значению ИК — 1,65. Значение ИК меньше или равно 1,65 принято в качестве показателя вероятности метастатического поражения.

Кроме того, происходило изменение зональной анатомии ЛУ, которое выразилось в деформации или полном замещении ткани жировых ворот ЛУ опухолевыми клетками. На МРТ-изображениях этот критерий оценивали как отсутствие гипоинтенсивного сигнала от жировых ворот ЛУ при использовании последовательности Т2-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани. ДЧ для данного признака составила 88,4 %, ДС — 94,0 %.

Установлено, что на начальных стадиях развития метастаза в ЛУ появляется отечная реакция, при этом визуализируются расширенные лимфатические коллекторы и перинодулярный отек. AUC для критерия «наличие перинодулярного отека» составила 0,819 ($p < 0,001$), ДЧ и ДС при этом составили — 76,7 и 87,1 % соответственно (рис. 2).

Дальнейший рост количества метастатических клеток приводит к ремоделированию ЛУ, при этом визуализируется скопление жидкости по периферии — в субкапсулярном синусе (субкапсулярный отек). AUC для данного критерия составила — 0,710 ($p < 0,001$), ДЧ — 55,8 %, ДС — 86,2 %.

Далее вовлекаются кортикальные и мозговые синусы и центральный синус, из которого лимфа выводится выносящим (эфферентным) лимфатическим сосудом (центральный отек).

AUC для критерия «наличие центрального отека» составила 0,619 ($p < 0,001$), ДЧ — 25,6 %, ДС — 98,3 %.

С ростом метастатических клеток происходит «блокирование» лимфотока через узел, что ведет к появлению шиповатости контура ЛУ за счет расширения дистальных отделов афферентных лимфатических сосудов. АUC для критерия «наличие шиповатого контура» составила 0,865 ($p < 0,001$), ДЧ – 79,1%, ДС – 94,0%. Кроме того, осуществляется 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 T2-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани. АUC для критерия «отсутствие сигнала от жировой ткани ворот ЛУ» составила 0,912 ($p < 0,001$), ДЧ – 88,4%, ДС – 94,0%.

Метастатический фокус по мере роста заполняет весь ЛУ опухолевой тканью, протонная плотность которой аналогична ткани первичной опухоли. Это проявляется неоднородностью МР-сигнала от ткани ЛУ. Для критерия неоднородности МР-сигнала ЛУ АUC составила 0,870 ($p < 0,001$), ДЧ – 96,3%, ДС – 81,0%.

В то же время визуальным признаком вовлеченности ЛУ в метастатический процесс является наличие в ЛУ изоинтенсивного сигнала, соответствующего сигналу опухоли в шейке.

Критерий «значение коэффициента интенсивности (КИ) МР-сигнала ЛУ» рассматривается как соотношение интенсивности МР-сигнала изоинтенсивного очага в ЛУ с интенсивностью сигнала опухоли (ИСлу/ИСопух). АUC его составила 0,870 ($p < 0,001$), ДЧ – 79,1%, ДС – 79,3%. Оптимальная точка разделения соответствовала значению 1,34.

С использованием ДВИ с построением карт ИКД оценен критерий «значение ИКД ЛУ», АUC которого составила 0,726 (ДЧ – 67,4%, ДС – 68,1%). Оптимальная точка разделения соответствовала значению $0,885 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$.

По данным монофакторного анализа, рассмотренные критерии – размер ЛУ по короткой оси больше 0,65 см, индекс конфигурации менее 1,65 см, отсутствие сигнала от жировой ткани ворот ЛУ, наличие шиповатости контура ЛУ, наличие перинодулярного отека, субкапсулярного отека, центрального отека ЛУ, наличие неоднородности МР-сигнала ЛУ, коэффициента интенсивности сигнала ЛУ менее 1,34 и ИКД ЛУ менее $0,885 \text{ мм}^2/\text{с}$ – явились прогностическими факторами метастатического поражения тазовых ЛУ ($p < 0,05$). Далее все рассмотренные критерии были включены в мультивариантный анализ (табл. 2).

Мультивариантный логистический регрессионный анализ выявил стати-

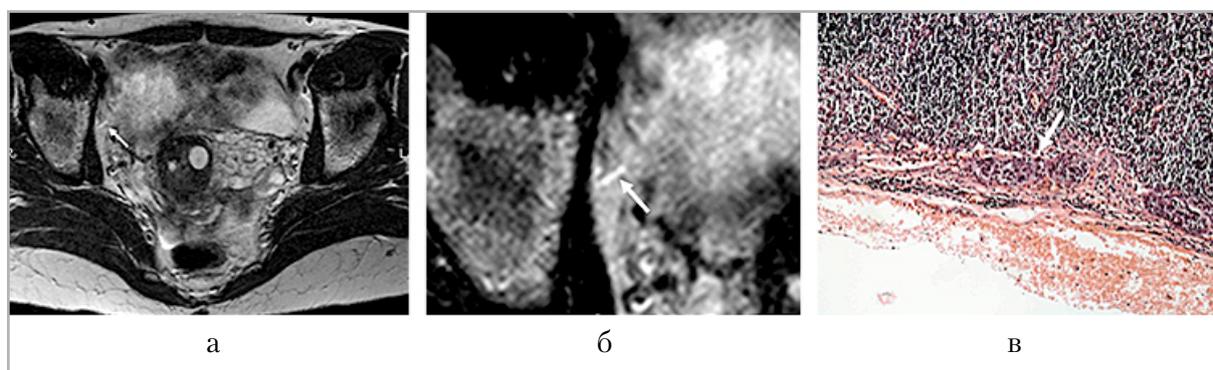


Рис. 2. Магнитно-резонансные томограммы: *а* – скан области таза пациентки (Т2-ВИ, аксиальная плоскость), отмечается тазовый ЛУ с метастатическим поражением, *б* – увеличенное изображение ЛУ с наличием перинодулярного отека (*стрелки*). Фото микропрепарата, окраска гематоксилин-эозин, увеличение $\times 100$ (*в*) – метастаз плоскоклеточного рака шейки матки в субкапсулярном синусе тазового ЛУ (*стрелка*)

Таблица 2

**Результаты мультивариантного регрессионного логистического анализа
МРТ-признаков метастатического поражения ЛУ**

МР- критерии	Отношения рисков	95 % ДИ	p
Отсутствие сигнала от жировой ткани ворот ЛУ	4,159	10,650–385,026	< 0,001
Периодулярный отек	2,907	3,065–109,190	< 0,001
Индекс конфигурации ($\leq 1,65$)	3,057	4,177–108,260	< 0,001
Константа	- 5,575	-	< 0,001

стически значимую корреляцию частоты метастатического поражения ЛУ со следующими критериями: отсутствие сигнала от жировой ткани ворот ЛУ, перинодулярный отек и индекс конфигурации $\leq 1,65$.

Трудность диагностики ЛУ, пораженных метастазами, заключается в наличии стадийности метастатического процесса. До образования видимых метастазов в ЛУ происходит ремоделирование сосудов. Интранодальный лимфангиогенез связан с измененным оттоком лимфы через ЛУ, в силу чего, по данным исследования L. M. Nabehnicht и др. (2017), происходит увеличение лимфатических синусов в МТЛУ и усиление лимфотока. Авторы отмечают, что оценка патологии лимфангиогенеза МТЛУ или неинвазивная визуализация оттока лимфы опухоли потенциально могут быть полезны как для диагностики, так и для разработки тактики лечения [7].

В нашем исследовании процессы, связанные с лимфангиогенезом, были оценены с помощью таких критериев метастатического поражения ЛУ, как наличие перинодулярного отека, субкапсулярного и центрального отека ЛУ.

В процессе ремоделирования происходит не только расширение субкапсулярного синуса ЛУ, но и увеличение диаметра афферентных лимфатических сосудов [1].

Расширенные лимфатические коллекторы обуславливают изменение контура ЛУ: появляется шиповатый контур. Показатели информативности его в нашем исследовании составили ДЧ – 79,1 %, ДС – 94,0 %.

В ряде публикаций также был оценен контур МТЛУ. По данным метаанализа 2017 года, показатели диагностической информативности для дольчатого и спикурообразного контура были следующими: ДЧ – 0,57 [0,34–0,78] и 0,20 [0,04–0,48] %; ДС – 0,83 [0,79–0,86] и 0,99 [0,97–0,99] %, соответственно [5]. Причем авторы одного из исследований, включенного в системный обзор, связывали дольчатость или спикурообразность краев ЛУ с наличием десмопластической реакции или с инфильтрацией опухоли в перинодальную клетчатку. Согласно их данным, сочетание показателя диаметра ЛУ по короткой оси более 9 мм и спикурообразный и дольчатый контур демонстрировало ДЧ – 33,9 % и положительную прогностическую ценность (ППЗ) – 56,8 %. При этом средний диаметр по короткой оси МТЛУ в их исследовании составил $9,3 \pm 3,0$ мм [5].

В нашем исследовании средний диаметр по короткой оси (диаметр) МТЛУ составил 0,75 см (диапазон 0,4–1,6). Разница в показателях диагностической информативности, по-видимому, связа-

на с меньшими размерами ЛУ, включенных в наше исследование, так как инфильтрация опухоли в перинодальную клетчатку подразумевает более позднюю стадию развития метастатического процесса в ЛУ по сравнению с начальными стадиями, когда визуализируются расширенные лимфатические коллекторы. Для критерия «размер по короткой оси» показатели диагностической информативности в нашем исследовании составили ДЧ – 51,2 % и ДС – 86,2 %. Оптимальная точка разделения соответствовала значению 0,65 см. Критериями выбора порога отсечения в нашем исследовании выступало требование баланса между ДЧ и ДС. Аналогичные данные получены по результатам метаанализа, опубликованного в 2017 г. Показатели ДЧ и ДС при значении диаметра по короткой оси более 0,6 см составили 50,0 и 85,0 % соответственно [5].

Рост ЛУ, нарушение зональной анатомии сопровождаются изменением формы ЛУ, он становится более округлым [4]. В нашем исследовании этот признак объективизирован с помощью критерия индекса конфигурации, значение которого составило 1,65 при ДЧ – 83,7 % и ДС – 94 %. Полезность оценки данного соотношения отмечена в исследовании W. T. Yang и др., включенном в метаанализ 2017 г. Оптимальное соотношение, по мнению авторов, составило 1,3 при ДЧ и ДС данного показателя 47,1 и 86,2 % соответственно. Те же авторы оценивали изменение интенсивности МР-сигнала для дифференциации статуса ЛУ. По их данным, средняя интенсивность нативного МР-сигнала в МТЛУ составляла (704 ± 224) и значительно отличалась от ИС в ЛУ с отсутствием метастазов (833 ± 252) ($p = 0,01$). Однако, несмотря на более низкую ИС в МТЛУ, имело место значительное перекрытие значений ИС для доброкачественных и злокачественных ЛУ. При контрастном усилении интенсивность сигнала метастатических ЛУ составила

1001 ± 260 , а ЛУ с отсутствием метастазов – 1143 ± 278 , при этом разница была недостоверна ($p = 0,4$) [5].

В нашем исследовании для оценки интенсивности сигнала ЛУ предложен КИ, отражающий отношение ИС локусов опухолевой ткани ЛУ к ИС опухоли шейки, что позволяет исключить абсолютные значения интенсивности, которые для различных аппаратов и условий сканирования могут быть разными, а также учесть погрешности, связанные с неоднородностью магнитного поля. И значение АUC для данного показателя составило 0,870 ($p < 0,001$), что позволяет оценить его как значимый.

Использование ДВИ обладает большим потенциалом для дифференциации ЛУ, поскольку отражает различия в клеточности и гистопатологии между доброкачественными и злокачественными ЛУ. Согласно данным J. A. U. Pegucho и др., использование ИКД для выявления метастазов в ЛУ показало совокупную ДЧ 86–87 % и ДС 83–84 % [11].

В систематическом обзоре, включающем публикации 2008–2020 гг., представлены данные Y. Liu и др., которые сообщили о большей ДЧ и ДС для обнаружения МТЛУ – 95,7 и 96,5 % соответственно. При этом минимальное значение ИКД, по их данным, обладало большей информативностью в силу того, что не все МТЛУ были полностью замещены раковыми клетками, и составило $\leq 0,881 \times 10^{-3}$ мм²/с. При этом количество ЛУ, имеющих размер по короткой оси более 10 мм, составило 50 % от всех МТЛУ [6].

В нашем исследовании показатели информативности ИКД имели более низкие значения: ДЧ – 67,4 %, ДС – 68,1 %. Вероятно, это связано с размерами ЛУ, подвергшихся анализу (в нашем исследовании только 16 % МТЛУ имели размер по короткой оси более 10 мм), что создало определенные трудности в изменении значения ИКД в локусах опухолевой ткани. При

этом значение ИКД было аналогичным и составило меньше или равно $0,885 \times 10^{-3}$ мм²/с. В то же время ДВИ обладают потенциальной способностью предоставлять функциональную информацию об изменениях микроструктуры, что может предшествовать значительным изменениям размера.

Заключение

В результате проведенного исследования разработаны МРТ-критерии, отражающие патофизиологические процессы, происходящие в МТЛУ, такие как:

- 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;
- неоднородность МР-сигнала от ЛУ, значение коэффициента интенсивности сигнала ЛУ и ИКД, которые являются клинически и статистически значимыми факторами метастатического поражения тазовых ЛУ ($p < 0,05$) для всех значений.

По данным мультивариантного анализа было определено, что статистически значимо увеличивают риск метастатического поражения ЛУ следующие критерии: отсутствие сигнала от жировой ткани ворот ЛУ, перинодулярный отек и индекс конфигурации меньше или равный 1,65 ($p < 0,05$).

Список литературы / References

1. *Birmingham K. G., O'Melia M. J., Bordy S., Reyes Aguilar D., El-Reyas B., Lesinski G., Thomas S. N.* Lymph Node Subcapsular Sinus Microenvironment-On-A-Chip Modeling Shear Flow Relevant to Lymphatic Metastasis and Immune Cell Homing. *iScience*. 2020. V. 23. No. 11. P. 101751. DOI: 10.1016/j.isci.2020.101751
2. *Bhatla N., Berek J. S., Cuello Fredes M., Denny L. A., Grenman S., Karunaratne K., Kehoe S. T., Konishi I., Olawaiye A. B., Prat J., Sankaranarayanan R., Brierley J., Mutch D., Querleu D., Cibula D., Quinn M., Botha H., Sigurd L., Rice L., Ryu H. S., Ngan H., Mäenpää J., Andrijono A., Purwoto G., Maheshwari A., Bafna U. D., Plante M., Natarajan J.* Revised FIGO staging for carcinoma of the cervix uteri. *Int. J. Gynaecol. Obstet.* 2019. V. 145. No. 1. P. 129–135. DOI: 10.1002/ijgo.12749
3. *Diniz T. P., Faloppa C. C., Mantoan H., Gonçalves B. T., Kumagai L. Y., Menezes A. NO., Badiglian-Filho L., Guimaraes A. PG, da Costa A. ABA, De Brot L., Baiocchi G.* Pathological factors associated with non-sentinel lymph node metastasis in early stage cervical cancer. *J. Surg. Oncol.* 2021. V. 123. No. 4. P. 1115–1120. DOI: 10.1002/jso.26341
4. *Elsholtz F. H. J., Asbach P., Haas M., Becker M., Beets-Tan R. G. H., Thoeny H. C., Padhani A. R., Hamm B.* Introducing the Node Reporting and Data System 1.0 (Node-RADS): a concept for standardized assessment of lymph nodes in cancer. *Eur. Radiol.* 2021. V. 31. No. 8. P. 6116–6124. DOI: 10.1007/s00330-020-07572-4
5. *Gong Y., Wang Q., Dong L., Jia Y., Hua C., Mi F., Li C.* Different imaging techniques for the detection of pelvic lymph nodes metastasis from gynecological malignancies: a systematic review and meta-analysis. *Oncotarget*. 2017. V. 8. No. 8. P. 14107–14125. DOI: 10.18632/oncotarget.12959
6. *Gui B., Russo L., Minordi L., Miccò M., Persiani S., Avesani G., Rufini V., Fuoco V., Autorino R., Ferrandina G., Scambia G., Manfredi R.* The role of apparent diffusion coefficient (ADC) in the evaluation of lymph node status in patients with locally advanced cervical cancer: our experience and a review. *Pol. J. Radiol.* 2022. V. 10. No. 87. P. e438–e447. DOI: 10.5114/pjr.2022.118914
7. *Habenicht L. M., Kirschbaum S. B., Furuya M., Harrell M. I., Ruddell A.* Tumor

- Regulation of Lymph Node Lymphatic Sinus Growth and Lymph Flow in Mice and in Humans. *Yale J. Biol. Med.* 2017. V. 90. No. 3. P. 403-415. PMID: 28955180.
8. *Jung W., Park K. R., Lee K. J., Kim K., Lee J., Jeong S., Kim Y. J., Kim J., Yoon H. J., Kang B. C., Koo H. S., Sung S. H., Cho M. S., Park S.* Value of imaging study in predicting pelvic lymph node metastases of uterine cervical cancer. *Radiat. Oncol. J.* 2017. V. 35. No. 4. P. 340–348. DOI:10.3857/roj.2017.00206
 9. *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. V. 26. No. 5. P. 382–389. DOI: 10.5152/dir.2020.19365
 10. *Olthof E. P., van der Aa M. A., Adam J. A., Stalpers L. J. A., Wenzel H. H. B., van der Velden J., Mom C. H.* The role of lymph nodes in cervical cancer: incidence and identification of lymph node metastases—a literature review. *Int. J. Clin. Oncol.* 2021. V. 26. No. 9. P. 1600–1610. DOI: 10.1007/s10147-021-01980-2
 11. *Perucho J. A. U., Chiu K. W. H., Wong E. M. F., Tse K. Y., Chu M. M. Y., Chan L. W. C., Pang H., Khong P. L., Lee E. Y. P.* Diffusion-weighted magnetic resonance imaging of primary cervical cancer in the detection of sub-centimetre metastatic lymph nodes. *Cancer Imaging.* 2020. V. 20. No. 1. P. 27. DOI: 10.1186/s40644-020-00303-4

Сведения об авторах / Information about authors

Жук Елена Георгиевна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования» г. Минск.

Адрес: 220013, Беларусь, г. Минск, ул. Петруся Бровки, д. 3, к. 3.

Тел.: + 375 (17) 265-33-63. Электронная почта: elenazhuk.03@gmail.com

ORCID.org/0000-0002-7576-9928

Вклад автора: разработка дизайна исследования, получение данных для анализа, интерпретация результатов статистического анализа, написание текста рукописи.

Elena G. Zhuk, Ph. D. Med, Associate Professor of the Department of Radiation Diagnostics, N. N. Alexandrov National Cancer Centre of Belarus, Minsk.

Address: 3/3, ul. Petrusya Brovki, Minsk, 220013, Belarus.

Phone number: + 375 (17) 265-33-63. E-mail: elenazhuk.03@gmail.com

ORCID.org/0000-0002-7576-9928

Author's contribution: study design development, data acquisition for analysis, statistical analysis results interpretation, manuscript writing.

Косенко Ирина Александровна, доктор медицинских наук, профессор, начальник образовательного центра ГУ «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии имени Н. Н. Александрова».

Адрес: 223040, Беларусь, Минский район, аг. Лесной.

Тел.: +375 (17) 389-95-85. Электронная почта: ikosenko@tut.by

ORCID.org/0000-0003-3498-3618

Вклад автора: научная консультация, редактирование текста рукописи.

Irina A. Kosenko, M. D. Med, Professor, Head of the Educational Center of N. N. Alexandrov National Cancer Centre of Belarus, Doctor of Medical Sciences.

Address: Lesnoy, Minsk District, 223040, Belarus.

Phone number: + 375 (17) 389-95-85. E-mail: ikosenko@tut.by

ORCID.org/0000-0003-3498-3618

Author's contribution: scientific consultation, editing the text of the manuscript.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 12.11.2022 г.

Дата одобрения после рецензирования: 29.01.2023 г.

Дата принятия статьи к публикации: 04.02.2023 г.