



DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-100-108

Современные технологии лучевой диагностики в определении метастатического поражения тазовых лимфоузлов

Диомидова В.Н.^{1, 2}, Ефимова О.А.^{3*}

¹ ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова», Чебоксары, Россия

² БУ «Городская клиническая больница №1», Чебоксары, Россия

³ АУ «Республиканский клинический онкологический диспансер МЗ ЧР», Чебоксары, Россия

Modern Radiodiagnosics Technology of Metastases in Pelvic Lymph Nodes

Diomidova V.N.^{1, 2}, Efimova O.A.^{3*}

¹ I.N. Ulyanov The Chuvash state university, Cheboksari, Russia

² The City Clinical Hospital №1, Cheboksari, Russia

³ The Republican Clinical Oncological Hospital, Cheboksari, Russia

Представлен анализ диагностической информативности современных методов лучевой диагностики в определении метастатического поражения тазовых лимфоузлов при раке гинекологических органов по данным отечественных и зарубежных публикаций. На современном этапе методами получения визуального изображения лимфоузлов тазовой полости являются технологии лучевой диагностики (рентгенологические, ультразвуковые, магнитно-резонансно-томографические, сцинтиграфические). Анализ показал, что исследований, посвященных диагностической информативности современных методов лучевой диагностики в дифференцировке характера поражения тазовых лимфоузлов, недостаточно. Согласно данным литературы, наиболее рациональным и перспективным методом лучевой диагностики метастатически пораженных лимфоузлов является магнитно-резонансная томография благодаря высокой информативности и специфичности при этом. В то же время сохраняется целесообразность дальнейшего изучения всех методов лучевой диагностики с целью поиска наиболее оптимального из них для оценки тазовых лимфоузлов.

Ключевые слова: лучевая диагностика, тазовые лимфоузлы, метастатическое поражение.

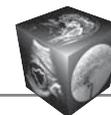
Ссылка для цитирования: Диомидова В.Н., Ефимова О.А. Современные технологии лучевой диагностики в определении метастатического поражения тазовых лимфоузлов. *Медицинская визуализация*. 2017; 21 (6): 100–108. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-100-108.

The analysis of the diagnostic informativeness of modern radiodiagnostic methods in determining metastatic lymph node of pelvic cancer gynecological organs according to domestic and foreign publications. At the present stage methods of obtaining visual images pelvic lymph nodes are radiodiagnosics technologies (radiological, ultrasound, magnetic resonance tomography, scintigraphic). The analysis has shown that the researches devoted to diagnostic informational content of modern methods of radiodiagnosis in a differentiation of nature of damage of pelvic lymph nodes aren't enough. According to the literature, the most rational and perspective method for radiodiagnosis metastatic lymph node is a magnetic resonance imaging due to the high information content and thus specificity. At the same time, the continued relevance of further study of methods of radiodiagnosics in order to find the optimal one for the assessment of pelvic lymph nodes.

Key words: radiology diagnostics, pelvic lymph nodes, metastases.

Recommended citation: Diomidova V.N., Efimova O.A. Modern Radiodiagnosics Technology of Metastases in Pelvic Lymph Nodes. *Medical Visualization*. 2017; 21 (6): 100–108. DOI: 10.24835/1607-0763-2017-6-100-108.

Для прогнозирования течения рака гинекологических органов, как и любой другой локализации, клинически важно определение стадии болезни на дооперационном этапе. Особо актуальным для



практического здравоохранения на современном этапе сохраняется ранняя диагностика метастатического поражения как регионарных, так и отдаленных лимфоузлов (ЛУ).

В связи с этим целью данной работы было изучение диагностической информативности современных методов лучевой диагностики в определении метастатического поражения тазовых ЛУ при раке гинекологических органов по данным отечественных и зарубежных публикаций.

Историческая справка. Лимфатическая система – важное составляющее гомеостаза организма человека. Лимфатическое русло неразрывно связано с венозной сетью [1, 2]. Тесное функциональное взаимодействие этих двух систем обуславливает особенности и трудности диагностики ее поражения при патологии [3].

История начала изучения лимфатической системы уходит далеко в прошлое. На протяжении многих веков лучшие умы мира интересовались сложной, малоизученной системой организма, патология которой до сих пор остается наиболее труднодиагностируемой и является предметом спора современных ученых [4–6].

Первые упоминания лимфатической системы встречались в научных трудах греческих ученых Александрийской школы еще в IV–III веках до нашей эры. Однако строение и функциональное предназначение ЛУ и сосудов было описано намного позже, в XVII веке учеными, врачами-анатомами О. Rudbeck [7] и Т. Bartolinus [8]. В течение последующих столетий исследования продолжались, что позволило в дальнейшем в достаточной мере иметь представление об анатомии и нормальной физиологии лимфатического русла [3].

Многие отечественные ученые прочно вписали свои имена в развитие лимфологии. Первое руководство по анатомии лимфатической системы было издано еще в 1914 г. Г.М. Иосифовым [9]. Особенности нормальной физиологии, анатомии и топографической анатомии различных групп ЛУ подробно были представлены в работах

Д.А. Жданова [10], М.Р. Сапина и соавт. [11]. В последующем появились работы, где исследователи выделяют ЛУ как отдельный, самостоятельный орган в лимфатической системе с выделением путей оттока лимфы из различных областей [12–14].

Использование технологий лучевой диагностики при лимфаденопатиях. Настоящим прорывом в медицине стало изобретение Вильгельмом Конрадом Рентгеном нового метода диагностики, что послужило мощным толчком к развитию лучевой диагностики [15]. Создание рентгеновских аппаратов и рентгеноконтрастных препаратов открыло широкие перспективы для дальнейшего изучения лимфатической системы и явилось толчком к разработке метода прямой лимфографии [16–18]. Отечественные ученые А.Ф. Цыб и Г.А. Задгенидзе внесли неоценимый вклад в изучение лимфатического русла, введя в клиническую практику прямой и непрямой методы рентгенологической лимфографии [19].

Прямой метод лимфографии основан на введении рентгеноконтрастного препарата непосредственно в заранее выведенный лимфатический сосуд. Непрямой метод лимфографии заключается в подкожном введении рентгеноконтрастного препарата с последующим рентгенологическим контролем за ЛУ и сосудами [19, 20].

Способ лимфографии является весьма трудоемким, требующим большой затраты времени и небезопасным для пациента методом исследования лимфатической системы [3, 4]. Выведение лимфатического сосуда возможно только хирургическим способом, значит, помимо технических трудностей, требует длительного периода заживления и восстановления пациента. Контрастное вещество содержит в своем составе липофильные элементы, способные вызвать серьезные, нежелательные побочные эффекты [19, 21]. Кроме того, как и все рентгенологические методы, лимфография обладает лучевой нагрузкой. Высокие

Для корреспонденции*: Ефимова Оксана Алексеевна – 428000 Чебоксары, пр. Тракторостроителей, д. 37, кв. 23. Тел.: 8-952-024-18-74. E-mail: oksanalekseevna.e@gmail.com

Диомидова Валентина Николаевна – доктор мед. наук, профессор, заведующая кафедрой пропедевтики внутренних болезней с курсом лучевой диагностики ФГБОУ ВО “Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова”; заведующая отделением ультразвуковой диагностики БУ “Городская клиническая больница №1”, Чебоксары; **Ефимова Оксана Алексеевна** – врач-рентгенолог АУ “Республиканский клинический онкологический диспансер МЗ ЧР”; аспирант кафедры “Акушерство и гинекология” ФГБОУ ВО “Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова”, Чебоксары.

Contact*: Oksana A. Efimova – 37-23, Traktorstroiteley, Cheboksary, Russian Federation, 428000. Phone: 8-952-024-18-74. E-mail: oksanalekseevna.e@gmail.com

Valentina N. Diomidova – doct. of med. sci., professor, the head of the Department of the Propaedeutics of Internal Diseases department with a course of radiodiagnosis of The I.N. Ulyanov Chuvash state university; the head of Department of ultrasound diagnostics at City Clinical Hospital №1, Cheboksari; **Oksana A. Efimova** – radiologist in a Republican Clinical Oncological Hospital; Postgraduate student of the I.N. Ulyanov Chuvash state university, Cheboksari.



риски развития нежелательных побочных эффектов и факт хирургического вмешательства делают применение прямого метода лимфографии с целью диагностики тазовой лимфаденопатии на современном этапе развития медицины нерациональным.

Мультиспиральная компьютерная томография, только войдя в практику, прочно закрепилась и стала “золотым стандартом” диагностики патологии многих систем, в том числе первично злокачественного процесса лимфатической системы [5, 22].

С развитием радионуклидной диагностики начались разработки метода радионуклидной лимфографии [23, 24]. Суть метода заключается во введении радиоактивной метки, которая, проникая в лимфатическую систему, вызывает специфическое свечение, регистрируемое гамма-камерой [18, 20, 24].

Дальнейшее развитие науки и техники в 60-х – 70-х годах XX века позволило ввести в практику врача совершенно новые методы диагностики патологии ЛУ, принцип действия которых в корне отличается от рентгеновских лучей [15]. Появление методики магнитно-резонансной томографии (МРТ) позволило расширить область знаний в сфере лимфологии и диагностики ее патологии [25], и особое место среди отечественных ученых здесь занимает А.Ю. Летягин [26].

Ультразвуковая диагностика доказала свою рациональность в исследовании периферических ЛУ [27, 28]. Благодаря созданию высокочастотных датчиков, разработке новых режимов исследования появились широкие возможности диагностики поверхностно-расположенных структур, в число которых входят ЛУ [29].

Научный поиск оптимального метода лучевой диагностики лимфаденопатии на этом не прекращается, набирает все новые обороты. Доказанная значимость степени вовлеченности ЛУ в патологический процесс при различного рода заболеваниях органов и тканей любой локализации, в том числе органов малого таза, лишь подтверждает важность и необходимость совершенствования существующих методов лучевой диагностики лимфаденопатии.

Лучевая анатомия тазовых ЛУ. К числу тазовых ЛУ относят парные внутренние и наружные подвздошные, запирательные, пресакральные, паховые и непарные ЛУ в жировой клетчатке вокруг органов малого таза [20, 30].

По данным большинства отечественных и зарубежных авторов, основные критерии оценки ЛУ совпадают при различных методах лучевой диагностики: размер, форма, контуры, структура [5, 6, 18, 20, 22, 31, 32].

Традиционная прямая лимфография позволяет дифференцировать лишь крупные паравазальные ЛУ малого таза. По данным этого метода в норме ЛУ симметрично расположены, имеют четкие и ровные контуры, свободно и равномерно контрастируются [20]. В связи с особенностями и сложностями проведения, ввиду определенных отрицательных последствий после проведения прямая лимфография на сегодняшний момент не используется [4].

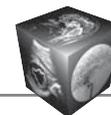
Критерии оценки нормальной анатомии ЛУ при непрямой лимфографии соответствуют критериям прямой лимфографии. Однако в отличие от прямого метода лимфографии при непрямой лимфографии хирургическое вмешательство отсутствует, но время исследования не уменьшается в связи с тем, что всасывание контрастного препарата в ЛУ начинается позже, чем в сосудах [18, 19, 21]. Ввиду этого метод непрямой лимфографии также в настоящее время не используется.

Компьютерная томография (КТ) позволяет выявить следующие признаки нормальной анатомии тазовых ЛУ: овоидная форма, четкие контуры [4], размер менее 10 мм по короткой оси [22, 31, 33], однородная структура [20]. КТ благодаря разности жировой и лимфатической ткани позволяет визуализировать ЛУ, однако существуют сложности диагностики тазовых ЛУ и кровеносных сосудов без применения контрастного препарата [4], в особенности у лиц с астеническим типом телосложения. При КТ с контрастированием здоровые тазовые ЛУ интенсивно накапливают контрастный препарат и быстро его вымывают в отсроченную фазу [33].

Нормальная лучевая анатомия тазовых ЛУ на лимфосцинтиграмме проявляется признаками симметричности их расположения [5, 20]. С помощью радионуклидного метода здоровые ЛУ оцениваются по равномерному, быстрому распределению радиофармацевтического препарата (РФП) [18, 34].

Ультразвуковое изображение при исследовании тазовых ЛУ в норме характеризуется регистрацией овоидной формы узлов размером менее 10 мм по короткой оси, при этом имеется возможность оценки коэффициента соотношения длины к ширине ЛУ (как 2:1) [5]. В норме ЛУ с четкими, ровными контурами, однородной структуры [35, 36], с четкой визуализацией структур ворот [37], размеренным кровотоком при цветовом доплеровском картировании (ЦДК) [5, 38, 39].

Критериями нормальной анатомии тазовых ЛУ при МРТ установлены: овоидная форма, однородная структура, четкие жировые ворота, равномерно пониженный МР-сигнал на диффузионно-взве-



шенных изображениях (DWI), четкие, ровные контуры [34]. Стоит отметить, что в литературных данных встречается разное значение максимального порогового размера нормальных ЛУ на МР-томограмме. Так, согласно данным одних авторов, верхняя граница нормы размеров тазовых ЛУ по короткой оси составляет 6 мм [6], других – 10 мм [31]. Есть работы с указанием различной максимальной границы нормы тазовых ЛУ в зависимости от конкретной локализации [39]. Такой разброс данного показателя объясняется работой на МР-аппаратуре с различной мощностью, калибровки, комплектации и использованием разных режимов сканирования.

Лучевая диагностика метастатического поражения тазовых ЛУ. Тазовая лимфаденопатия может быть первичной (проявлением лимфо-пролиферативного заболевания) и вторичной (сопутствующей патологией целого ряда заболеваний, в роли которых чаще выступают злокачественные опухолевые образования различной локализации и инфекционные заболевания) [32].

Наиболее важной среди лимфаденопатий с прогностической точки зрения является злокачественная. Для выбора оптимальной схемы лечения онкологического пациента, химиопрепаратов, сеансов лучевой терапии и объема оперативного вмешательства необходимо обладать достоверной информацией о распространенности процесса, степени вовлеченности прилежащих структур и наличии метастатического поражения регионарных ЛУ [40].

Развитая лимфатическая сеть, перекрестный ход лимфооттока от органов малого таза и схожие признаки лимфаденопатии при различных заболеваниях одних и тех же органов затрудняют дифференциальную диагностику поражения ЛУ [6, 30].

К проявлениям патологически измененных ЛУ по результатам исследования разных методов лучевой диагностики относят изменение размеров в сторону увеличения, преимущественно за счет поперечного размера, склонность к слиянию, объединения в крупные конгломераты [5, 6, 22, 31, 32]. Также при патологии ЛУ появляются деформация ЛУ, изменения контуров, нарушение структуры, характер накопления контрастного препарата, появление новых, ранее не визуализированных узлов при возможности динамического контроля [4, 20]. Однако перечисленные признаки встречаются при огромном множестве заболеваний, как при воспалительных, так при первично и вторично злокачественных, иммунных, эндокринных заболеваниях, но не являются строго специфическими [32]. В связи с этим вопрос специфичности признаков тазовой лимфаденопатии

продолжает вызывать споры и побуждает к дальнейшему поиску оптимальных методов лучевой диагностики и характерных критериев для каждого заболевания.

Современная диагностика лимфаденопатии складывается из применения комплекса известных в современной медицине методов лучевой диагностики.

Признаками метастатического поражения тазовых ЛУ на лимфограмме являются асимметричность расположения, наличие блоков прохождения контрастного препарата [19, 20]. Точность метода при определении метастатического поражения ЛУ колеблется в пределах 60–85% [20]. Однако это относится преимущественно к периферическим и крупным поверхностным, паравазальным ЛУ [19, 22]. Отсутствие послойного характера исследования также значительно затрудняет визуализацию тазовых ЛУ и дифференцировку патологических метаморфозов.

В диагностике лимфаденопатий значительную роль играет еще один рентгенологический метод – КТ. Критерии метастатически поврежденных тазовых ЛУ на компьютерной томограмме: увеличение поперечного размера, приобретение сферической формы, неровность контуров, неоднородность структуры, неравномерное накопление контрастного препарата, склонность к слиянию.

Активно ведутся дебаты относительно размеров метастатических ЛУ на компьютерной томограмме: есть мнения, что метастатическими являются увеличенные по ширине ЛУ более 10 мм [31], длине более 15 мм и ширине более 10 мм [22], а также если короткая ось больше 8 мм [41] или диаметр более 15 мм [5]. Метастатически пораженные ЛУ при КТ с контрастированием медленно и слабоинтенсивно накапливают контрастный препарат [33].

Перечисленные признаки не являются строго специфическими для метастатического поражения тазовых ЛУ. Увеличение размеров ЛУ на компьютерной томограмме может быть проявлением как доброкачественной гиперплазии, так и злокачественной, неоднородность структуры может быть связана с кальцинированием и появлением новообразования, неровность контуров – с послеоперационными или поствоспалительными фиброзными изменениями в малом тазу и являться признаком метастазирования, неравномерное накопление контрастного препарата возможно при туберкулезном поражении и распадающихся метастатических узлах [18, 20].

По данным большинства авторов, КТ является основным методом диагностики патологии ЛУ шеи, грудной и брюшной полостей [22, 31] с чувст-



вительностью метода в пределах 80–87% и специфичностью в пределах 74–86% [5, 22, 42]. Что касается возможности диагностики тазовой лимфаденопатии, точность варьирует в пределах 83–90% [6]. Это связано с низкой диагностической способностью КТ в определении и дифференцировке патологии ЛУ малого таза вследствие малой разности плотностей между ЛУ и кровеносными сосудами, а также затруднениями, связанными с определением структуры и плотности не увеличенных ЛУ [5, 6]. К тому же аллергические реакции многих пациентов на контрастные препараты, применяемые при КТ, и присутствие лучевой нагрузки ограничивают применение данного метода в диагностике тазовой лимфаденопатии [43].

Исследование патологии лимфатической системы возможно с помощью радионуклидной диагностики. Критериями метастатического поражения ЛУ на лимфосцинтиграмме являются: дефект в виде асимметричности изображения ЛУ [5], неровность контуров, обрыв лимфооттока и развитая сеть лимфатических коллатералей [20]. Объединение позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) с КТ создало возможность получения и анализа как функционального состояния, так и анатомо-топографических особенностей поврежденных ЛУ, в том числе и тазовых [22, 44]. Однако избыточное накопление РФП может наблюдаться как при метастатической перестройке, так и при остром воспалительном процессе, что обуславливает появление ложных результатов [34]. Согласно данным разных авторов, чувствительность ПЭТ при злокачественных поражениях женской репродуктивной системы составляет 80–93%, специфичность – 80–100% [44–47].

“Золотым стандартом” диагностики патологии органов малого таза является ультразвуковое исследование (УЗИ) [27, 28, 48]. Основные критерии метастатической тазовой лимфаденопатии при УЗИ: увеличение размеров более 10 мм в поперечнике с образованием округлой формы узла [4, 15], склонность к слиянию, неоднородность структуры и дифференцировки слоев, хаотичный кровоток при ЦДК, [5, 32, 38], изменение степени жесткости при эластометрии [29, 49]. Применение современных режимов УЗИ при заболеваниях органов малого таза: ЦДК, эластометрии, эластографии повышает чувствительность до 96%, специфичность до 77% [5, 28, 38, 50]. Применение данного метода для дифференцировки тазовой лимфаденопатии малоинформативно. Это связано с особенностями физики применяемых ультразвуковых методов, малым полем обзора и зависимостью от оператора [43, 51]. Относительно ЛУ стоит отметить явные ограничения исполь-

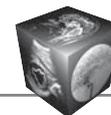
зования УЗИ: наиболее полная информация собирается при исследовании состояния периферических, поверхностно-расположенных ЛУ. Чувствительность УЗИ в диагностике тазовой лимфаденопатии варьирует в пределах 50% [31].

Благодаря особенностям физического явления ядерного магнитного резонанса МРТ обладает уникальной мягкотканной разрешающей способностью [43, 48]. Даже без введения контрастного препарата (на основе гадолиния) возможна четкая дифференцировка органов малого таза [43]. В связи с тем что получение изображений основано на отклике атомов протона на действие магнитного поля, а не на плотности тканей (как при КТ), дифференцировка тазовых ЛУ от кровеносных сосудов не составляет труда [31]. Благодаря послойному получению срезов, что обуславливает высокое пространственное разрешение, определяется точное анатомическое расположение патологических ЛУ. Использование дополнительных режимов: DWI, измеряемый коэффициент диффузии (ИКД или ADC), позволяет определить не только морфологические изменения, но и функциональные, позволяющие не просто установить факт лимфаденопатии, а провести дифференциальную диагностику между различными заболеваниями [22]. Чувствительность МРТ к тазовой лимфаденопатии достигает 82%, а специфичность – 100% [22, 39].

К числу критериев метастатического поражения тазовых ЛУ при МРТ относят все ранее перечисленные по отношению к КТ [18], а также ряд принципиально новых: отсутствие дифференцировки жировых ворот, повышение МР-сигнала на DWI и понижение на ADC-карте [22], стойкий яркий МР-сигнал от ЛУ на постконтрастных сканах при использовании лимфотропных контрастных препаратов на основе суперпарамагнетических наночастиц железа (USPIO) [52, 53]. Применение таких контрастных препаратов позволяет дифференцировать метастатически поврежденные ЛУ от гиперплазированных при неспецифических процессах [53, 54, 55]. К сожалению, в нашей стране контрастные препараты на основе USPIO не прошли сертификацию и для диагностики лимфаденопатии в настоящий момент в клинической практике не используются [55].

Заключение

На современном этапе методами получения визуального изображения ЛУ тазовой полости являются технологии лучевой диагностики (рентгенологические, ультразвуковые, магнитно-резонансно-томографические, скintiграфические). Изучение доступных отечественных и зарубежных



публикаций показало, что исследований, посвященных диагностической информативности современных методов лучевой диагностики в определении поражения тазовых ЛУ при раке гинекологических органов, недостаточно. Согласно данным литературы, наиболее рациональным и перспективным методом лучевой диагностики метастатически пораженных тазовых ЛУ является МРТ благодаря высокой информативности и специфичности. В то же время сохраняется целесообразность дальнейшего изучения всех методов лучевой диагностики с целью поиска наиболее оптимального из них для оценки тазовых ЛУ.

Список литературы

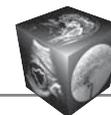
1. Петренко В.М. Анатомия и развитие лимфатической системы. СПб.: СПбГМА, 2001. 46 с.
2. Иткин Г.П., Иткин М.Г. Лимфатическая система – забытая область? *Вестник трансплантологии и искусственных органов*. 2016; 18 (3): 145–151.
3. Бородин Ю.И. Лимфология в Сибири. Люди и проблемы. *Бюллетень СО РАМН*. 2012; 32 (1): 107–116.
4. Овчинников В.А. Визуализация поражений лимфатических узлов. *Журнал ГрГМУ*. 2006; 4: 16–20.
5. Минюкова Т.Н. Лучевые методы исследования больных лимфопролиферативными заболеваниями. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2006; 6: 45–51.
6. Шавладзе З.Н., Березовская Т.П., Прошин А.А. Клинико-диагностические аспекты магнитно-резонансного стадирования рака шейки матки. *Медицинская визуализация*. 2009; 5: 80–90.
7. Rudbeck O. *Anatomica*. Arosia: Eucharius Lauringer, 1653. 24 p.
8. Bartolinus T. *Anatomia*. Hague: Ex typographia Adriani Vlacq, 1655. 807 p.
9. Иосифов Г.М. Лимфатическая система человека. Томск: Изд-во Томского университета, 1914. 180 с.
10. Жданов Д.А. Общая анатомия и физиология лимфатической системы. Л.: Медгиз, 1952. 336 с.
11. Сапин М.Р., Юрина Н.А., Этинген Л.Е. Лимфатический узел. М.: Медицина, 1978. 267 с.
12. Сапин М.Р. Новый взгляд на лимфатическую систему и ее место в защитных функциях организма. *Морфология*. 1997; 5: 84–87.
13. Петренко В.М. Структурные основы лимфооттока (очерки по функциональной анатомии лимфатической системы). СПб.: СПбГМА, 1999. 120 с.
14. Бородин Ю.И., Труфакин В.А., Любарский М.С., Ефремов А.В., Рот Г.З. Очерки по клинической лимфологии. Новосибирск: Сибирское отделение РАМН, 2001. 191 с.
15. Трофимова Т.Н., Карабанович Е.В., Карлова Н.А., Бойцова М.Г. От Рентгена сквозь столетие. *Лучевая диагностика и терапия*. 2015; 4 (6): 107–112.
16. Kinmonth J.B., Kemp Harper R.A., Taylor G.W. Lymphangiography by radiological methods. *J. Faculty Radiol. Faculty of Radiologists (Great Britain)*. 1955; 6: 217–223.
17. Francis G.E., Kinmonth J.B., Rollinson E.R., Rotblat J., Taylor G.W. Lymphatic Circulation Studied with Radioactive Plasma Protein. *Br. Med. J.* 1957; 1: 133–137.
18. Иванов А.Э., Амосов В.И. Методы исследования лимфоотока от органов грудной клетки и регионарных лимфатических узлов при лимфоаденопатиях различных этиологий. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2017; 16 (2): 54–62.
19. Задгендзе Г.А., Цыб А.Ф. Клиническая лимфография. Академия медицинских наук СССР. М.: Медицина, 1977. 288 с.
20. Фомин Д.К., Пятницкий И.А. Современные инструментальные методы исследования функционального статуса лимфоузлов у женщин, перенесших радикальные операции по поводу злокачественных опухолей малого таза (обзор литературы). *Вестник Российского научного центра рентгенологии Минздрава России*. 2015; 2: 11–24.
21. Амосов В.И., Кацев В.М., Дмитриева Л.А., Лапекин С.В. Лимфосцинтиграфия нижних конечностей: диагностические возможности метода. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2002; 1 (3): 48–52.
22. Михайлов А.И., Тюрин И.Е., Панов В.О. Магнитно-резонансная томография в стадировании лимфом. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2014; 2: 60–67.
23. Sage H.H., Sinha V.K., Kizilay D., Toulon R. Radioactive colloidal gold measurements of lymph flow and functional patterns of lymphatics and lymph nodes in the extremities. *J. Nucl. Med.* 1964; 5: 626–642.
24. Cutini G., Gesuelli G.C., Sartelli M., Brianzoni E., Musolino G., Nestori M., Scibì R., Berbellini A. The role of lymphoscintigraphy in rectal laparoscopic surgery. *Surgical Endoscopy*. 2001; 15 (12): 1440–1443.
25. Смелов С.В., Диомидова В.Н., Захарова О.В., Меркулова Л.М., Сафонова М.А., Ионов А.М. Магнитно-резонансно-томографическая анатомия структур женского таза: Учебное наглядное пособие. Чебоксары: Изд-во Чувашского университета, 2015. 80 с.
26. Лetyагин А.Ю. Магнитно-резонансные методы исследования лимфатической системы. В кн.: Лимфология. Коненков В.И., Бородин Ю.И., Любарский М.С. Новосибирск: Филиал Гео Издательства СО РАН, Издательский дом Манускрипт, 2012: 326–344.
27. Диомидова В.Н., Валеева О.В., Захарова О.В., Конькова М.В., Ищенко А.И., Чамеева Т.В., Семенова Е.Н. Возможности комплексной эхографии в диагностике доброкачественных заболеваний матки и ее придатков. *Вестник Чувашского университета*. 2013; 3: 415–421.
28. Диомидова В.Н., Захарова О.В., Петрова О.В., Сиордия А.А. Ультразвуковая эластография (компрессионная и сдвиговой волны) в акушерстве и гинекологии. *Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии*. 2016; 15 (2): 52–58.
29. Борсуков А.В., Морозова Т.Г., Ковалев А.В., Сафронова М.А., Иванов Ю.В., Казакова О.П., Мамошин А.В. Опыт внедрения рекомендаций по стандартизированной методике компрессионной соноэластографии поверхностных органов и структур. *Медицинская визуализация*. 2014; 4: 122–131.
30. Рубцова Н.А., Новикова Е.Г., Сеницын В.Е. Возможности магнитно-резонансной томографии в оценке состояния регионарных лимфатических узлов у больных раком шейки матки и эндометрия. *Медицинская визуализация*. 2012; 5: 63–72.
31. Тютин Л.А., Костеников Н.А., Ильин Н.В., Ходжибекова М.М., Виноградова Ю.Н. Позитронная эмиссион-



- ная томография с 18F-ФДГ в комплексной лучевой диагностике больных злокачественными лимфомами. *СТМ*. 2011; 2: 120–126.
32. Летагин А.Ю. Высокопольная магнитно-резонансная томография лимфаденопатических изменений. *Лучевая диагностика и терапия*. 2011; 4 (2): 59–72.
 33. Котляров П.М., Примак Н.В., Флеров К.Е., Гомблевский В.А., Очкиников В.И., Нуднов Н.В. МСКТ в диагностике метастатического поражения лимфатических узлов при раке толстой кишки. *Медицинская визуализация*. 2013; 5: 93–101.
 34. Хоружик С.А., Жавдин Э.А., Карман А.В. Возможности диффузионно-взвешенной магнитно-резонансной томографии и позитронной эмиссионной томографии при раннем прогнозировании эффективности химиотерапии лимфом. *Всенациональная академия наук Беларуси*. 2014; 2: 107–120.
 35. Степанова Ю.А. Диагностика неорганных забрюшинных образований по данным комплексного ультразвукового исследования: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. М., 2002. 30 с.
 36. Чиссов В.И., Трофимова Е.Ю. Ультразвуковое исследование лимфатических узлов в онкологии: Практическое руководство. М.: Стром, 2003. 109 с.
 37. Esen G. Ultrasound of superficial lymph nodes. *Eur. J. Radiol.* 2006; 58 (3): 345–359.
 38. Трофимова Е.Ю. Ультразвуковое исследование лимфатических узлов. *SonoAce International*. 2008; 18: 59–64.
 39. Летагин А.Ю. Лимфоаденопатические изменения на магнитно-резонансных томографах. *Медицинский журнал Западного Казахстана*. 2012; 4 (36): 17–21.
 40. Черемисин В.М., Глушков Н.И., Павелец К.В., Мусукаев Х.М., Черных Д.А. Роль лучевых методов исследования в выборе тактики хирургического лечения больных раком прямой кишки. *Медицинская визуализация*. 2009; 5: 74–79.
 41. Березовская Т.П., Невольских А.А., Бердов Б.А., Кондрашова Л.М., Горбань Н.А. Возможности МРТ в диагностике метастатического поражения регионарных лимфатических узлов при раке прямой кишки. *Колопроктология*. 2013; 3 (45): 3–9.
 42. Усова А.В., Фролова И.Г., Афанасьев С.Г., Тарасова А.С. Возможности МРТ в диагностике и оценке эффективности лечения рака прямой кишки. *Сибирский онкологический журнал*. 2012; 5 (53): 74–79.
 43. Ефимова О.А., Сафонова М.А., Ионов А.М. Поиск оптимального алгоритма лучевой диагностики раннего рака яичников. *Acta Medica Eurasica*. 2017; 1: 37–47.
 44. Новицкий А.В., Тыренко В.В., Бойков И.В., Горностаев Д.А. Результаты применения совмещенной позитронно-эмиссионной и компьютерной томографии в стадировании больных злокачественными лимфомами. *Medline.ru. Российский биомедицинский журнал*. 2011; 12: 598–609.
 45. Hubner K.F., McDonald T.W., Niethammer J.G. Smith GT, Gould HR, Buonocore E. Assessment of primary and metastatic ovarian cancer by positron emission tomography (PET) using 2-[18F]deoxyglucose (2-[18F]FDG). *Gynecol. oncol.* 1993; 51 (2): 197–204.
 46. Chung Y.An., Kim S.H., Sohn H.S., Chung S.K., Rhim Ch.Ch., Namkoong S.E. Usefulness of lymphoscintigraphy and intraoperative gamma detection in the identification of sentinel nodes in cervical cancer. *Eur. J. Nucl. Med. Molec. Imaging*. 2003; 30: 1014–1017.
 47. Torizuka T., Kanno T.O., Futatsubashi M., Okada H., Yoshikawa E., Nakamura F., Takekuma M., Maeda M., Ouchi Y. Imaging of gynecologic tumors: comparison of (11)C-cloline PET with (18)F-FDG PET. *J. Nucl. Med.* 2003; 44 (7): 1051–1056.
 48. Ефимова О.А. Комплексная лучевая диагностика опухолевых образований яичников на дооперационном этапе. *Поволжский онкологический вестник*. 2017; 3: 60–63.
 49. Летагин А.Ю. Магнитно-резонансная томография в онколимфологии: TNM-стадирование онкологического процесса и анализ теории "сторожевого" лимфатического узла. *Лучевая диагностика и терапия*. 2012; 2: 8–19.
 50. Зиновьева А.Л., Куртасанов Р.С., Ларюков А.В. Применение эластографии в ультразвуковой дифференциальной диагностике поражения лимфатических узлов. Тезисы 3-го Съезда специалистов ультразвуковой диагностики Приволжского федерального округа. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2014; 3: 116–117.
 51. Терновой С.К., Насникова И.Ю., Морозова С.П., Маркина Н.Ю., Алексеева Е.С. Лучевая диагностика злокачественных опухолей яичников. *Диагностическая интервенционная радиология*. 2008. 2 (4): 37–49.
 52. Andrew W. Bazemore, Douglas R. Smucker. Lymphadenopathy and Malignancy. *Am. Family Physician*. 2002; 11 (66): 2103–2110.
 53. Will O., Purkayastha S., Chan C., Athanasiou T., Darzi A.W., Gedroyc W., Tekkis P.P. Diagnostic precision of nanoparticle-enhanced MRI for lymph-node metastases: a meta-analysis. *Lancet Oncol.* 2006; 7: 52–60.
 54. Bellin M.-F., Lebleu L., Meric J.-B. Evaluation of retroperitoneal and pelvic lymph node metastases with MRI and MR lymphangiography. *Abdom. Imaging*. 2003; 28: 155–163.
 55. Хоружик С.А. Магнитно-резонансная томография в медицинской практике. *Здравоохранение*. 2016; 8: 40–47.

References

1. Petrenko V.M. Anatomy and development of lymphatic system. SPb.: SPbGMA, 2001. 46 p. (In Russian)
2. Itkin G.P., Itkin M.G. Is the lymphatic system – a forgotten area? *Vestnik transplantologii i iskusstvennykh organov*. 2016; 18 (3): 145–151. (In Russian)
3. Borodin Yu.I. Lymphology in Siberia. People and problems. *Byulleten' SO RAMN*. 2012; 32 (1): 107–116. (In Russian)
4. Ovchinnikov V.A. Visualization defeat of lymph node. *Zhurnal GrGMU*. 2006; 4: 16–20. (In Russian)
5. Minyukova T.N. Radial methods of research of patients with lymphoproliferative diseases. *Vestnik rentgenologii i radiologii*. 2006; 6: 45–51. (In Russian)
6. Shavladze Z.N., Berezovskaya T.P., Proshin A.A. Clinical diagnostic aspects of magnetic resonance imaging for staging of cervical cancer. *Medical Visualization*. 2009; 5: 80–90. (In Russian)
7. Rudbeck O. Anatomica. Arosia: Eucharius Lauringer, 1653. 24 p.
8. Bartolinus T. Anatomia. Hague: Ex typographia Adriani Vlacq, 1655. 807 p.



9. Iosifov G.M. Human lymphatic system. Tomsk: Izd-vo Tomskogo Universiteta, 1914. 180 p. (In Russian)
10. Zhdanov D.A. General anatomy and physiology of lymphatic system. L.: Medgiz, 1952. 336 p. (In Russian)
11. Sapin M. R., Yurina N.A., Etingen L.E. Lymph node. M.: Meditsina, 1978. 267 p. (In Russian)
12. Sapin M.R. New view on lymphatic system and its place in protective functions of an organism. *Morfologiya*. 1997; 5: 84–87. (In Russian)
13. Petrenko V.M. Structural bases of a lymphatic outflow (sketches on functional anatomy of a lymphatic system). SPb.: SPbGMA, 1999. 120 p. (In Russian)
14. Borodin Yu.I., Trufakin V.A., Lyubarskiy M.S., Efremov A.V., Rot G.Z. Sketches on a clinical limfologiya. Novosibirsk: Sibirskoe otdelenie RAMN, 2001. 191 p. (In Russian)
15. Trofimova T.N., Karabanovich E.V., Karlova N.A., Boytsova M.G. From Rentgen through the centuries. *Lučevaya diagnostika i terapiya*. 2015; 4 (6): 107–112. (In Russian)
16. Kinmonth J.B., Kemp Harper R.A., Taylor G.W. Lymphangiography by radiological methods. *J. Faculty Radiol. Faculty of Radiologists (Great Britain)*. 1955; 6: 217–223.
17. Francis G.E., Kinmonth J.B., Rollinson E.R., Rotblat J., Taylor G.W. Lymphatic Circulation Studied with Radioactive Plasma Protein. *Br. Med. J.* 1957; 1: 133–137.
18. Ivanov A.E., Amosov V.I. Research methods lymphatic drainage from the chest and regional lymph nodes with lymphadenopathy various etiologies. @Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrotsirkulyatsiya@. 2017; 16 (2): 54–62. (In Russian)
19. Zadgenidze G.A., Tsyb A.F. Clinical lymphography. *Akademiya meditsinskikh nauk SSSR. M.: Meditsina*, 1977. 288 p. (In Russian)
20. Fomin D.K., Pyatnitskiy I.A. Modern instrumental methods of investigation of the functional status of the lymph nodes in women who had undergone radical surgery for malignant tumors of the small pelvis (Review of the Literature). *Vestnik Rossiyskogo nauchnogo tsentra rentgenologii Minzdrava Rossii*. 2015; 2: 11–24. (In Russian)
21. Amosov V.I., Katsev V.M., Dmitrieva L.A., Lapekin S.V. Lymphoscintigraphy of the lower limbs: the diagnostic possibilities of the method. *Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrotsirkulyatsiya*. 2002; 1 (3): 48–52. (In Russian)
22. Mikhaylov A.I., Tyurin I.E., Panov V.O. Magnetic resonance imaging in the staging of lymphomas. *Vestnik rentgenologii i radiologii*. 2014; 2: 60–67. (In Russian)
23. Sage H.H., Sinha B.K., Kizilay D., Toulon R. Radioactive colloidal gold measurements of lymph flow and functional patterns of lymphatics and lymph nodes in the extremities. *J. Nucl. Med.* 1964; 5: 626–642.
24. Cutini G., Gesuelli G.C., Sartelli M., Brianzoni E., Musolino G., Nestori M., Scibà R., Berbellini A. The role of lymphoscintigraphy in rectal laparoscopic surgery. *Surgical Endoscopy*. 2001; 15 (12): 1440–1443.
25. Smelov S.V., Diomidova V.N., Zakharova O.V., Merkulova L.M., Safonova M.A., Ionov A.M. Magnetic-resonance-tomographic anatomy of structures of a female basin: educational visual aid. *Cheboksary: Izd-vo Chuvashskogo universiteta*, 2015. 80 p. (In Russian)
26. Letyagin A.Yu. Magnetic resonance methods of a research of lymphatic system. In: *Limfologiya*. Konenkov V.I., Borodin Yu.I., Lyubarskiy M.S. Novosibirsk: Filial Geo Izdatel'stva SO RAN, Izdatel'skiy dom Manuscript, 2012: 326–344. (In Russian)
27. Diomidova V.N., Valeeva O.V., Zakharova O.V., Konkova M.V., Ishchenko A.I., Chameeva T.V., Semenova E.N. The possibility of an integrated ultrasound in the diagnosis of benign diseases of the uterus and its appendages. *Vestnik Chuvashskogo universiteta*. 2013; 3: 415–421. (In Russian)
28. Diomidova V.N., Zakharova O.V., Petrova O.V., Siordiya A.A. Ultrasound elastography (compression and shear waves) in obstetrics and gynecology. *Voprosy ginekologii, akusherstva i perinatologii*. 2016; 15 (2): 52–58. (In Russian)
29. Borsukov A.V., Morozova T.G., Kovalev A.V., Safrova M.A., Ivanov Yu.V., Kazakova O.P. Experience of implementation of recommendations for a standardized method kpressionnoy sonoelastography superficial organs and structure. *Medical Visualization*. 2014; 4: 122–131. (In Russian)
30. Rubtsova N.A., Novikova E.G., Sinitsyn V.E. The possibilities of magnetic resonance imaging in the assessment of regional lymph nodes in patients with cervical cancer and endometrium. *Medical Visualization*. 2012; 5: 63–72. (In Russian)
31. Tyutin L.A., Kostenikov N.A., Il'in N.V., Khodzhibekova M.M., Vinogradova Yu.N. Positron emission tomography with 18F-FDG in the complex radiation diagnosis of patients with malignant lymphomas. *STM*. 2011; 2: 120–126. (In Russian)
32. Letyagin A.Yu. High field magnetic resonance imaging pathological changes of lymph nodes. *Lučevaya diagnostika i terapiya*. 2011; 4 (2): 59–72. (In Russian)
33. Kotlyarov P.M., Primak N.V., Flerov K.E., Gombolevskiy V.A., Ochinikov V.I., Nudnov N.V. MSCT in the diagnosis of metastatic lymph nodes in colon cancer. *Medical Visualization*. 2013; 5: 93–101. (In Russian)
34. Khoruzhik S.A., Zhavdin E.A., Karman A.V. Capabilities of the diffusion-weighted magnetic resonance imaging and positron emission tomography in early prediction of the effectiveness of chemotherapy lymphomas. *Vsenatsional'naya akademiya nauk Belarussii*. 2014; 2: 107–120. (In Russian)
35. Stepanova Yu.A. Diagnostics not organ behind peritoneum tumours according to complex ultrasonography: Avtoref. diss. ... cand. of med. sci. M., 2002. 30 p. (In Russian)
36. Chissov V.I., Trofimova E.Yu. Ultrasound examination of lymph nodes in oncology. *Prakticheskoe rukovodstvo*. M.: Strom, 2003. 109 p. (In Russian)
37. Esen G. Ultrasound of superficial lymph nodes. *Eur. J. Radiol.* 2006; 58 (3): 345–359.
38. Trofimova E.Yu. Ultrasound examination of the lymph nodes. *SonoAce International*. 2008; 18: 59–64. (In Russian)
39. Letyagin A.Yu. Limfoadenopatic changes on magnetic resonance tomographs. *Meditsinskiy zhurnal Zapadnogo Kazakhstana*. 2012; 4 (36): 17–21. (In Russian)
40. Cheremisin V.M., Glushkov N.I., Pavelets K.V., Musukaev Kh.M., Chernykh D.A. The role of radiological methods in the selection of surgical treatment of patients with colorectal cancer. *Medical Visualization*. 2009; 5: 74–79. (In Russian)
41. Berezovskaya T.P., Nevol'skikh A.A., Berdov B.A., Kondrashova L.M., Gorban' N.A.. Possibilities of MRI in



- the diagnosis of metastatic involvement of regional lymph nodes in rectal cancer. *Koloproktologiya*. 2013; 3 (45): 3–9. (In Russian)
42. Usova A.V., Frolova I.G., Afanas'ev S.G., Tarasova A.S. Possibilities of MRI in the diagnosis and assessment of the effectiveness of treatment of colorectal cancer. *Sibirskiy onkologicheskij zhurnal*. 2012; 5 (53): 74–79. (In Russian)
 43. Efimova O.A., Safonova M.A., Ionov A.M. Search the optimal algorithm of radiation diagnosis of early ovarian cancer. *Acta Medica Eurasica*. 2017; 1: 37–47. (In Russian)
 44. Novitskiy A.V., Tyrenko V.V., Boykov I.V., Gornostaev D.A. The results of applying the combined and positron emission computed tomography in the staging of patients with malignant lymphomas. *Medline.ru. Rossiyskiy biomeditsinskiy zhurnal*. 2011; 12: 598–609. (In Russian)
 45. Hubner K.F., McDonald T.W., Niethammer J.G. Smith GT, Gould HR, Buonocore E. Assessment of primary and metastatic ovarian cancer by positron emission tomography (PET) using 2-[18F]deoxyglucose (2-[18F]FDG). *Gynecol. oncol.* 1993; 51 (2): 197–204.
 46. Chung Y.An., Kim S.H., Sohn H.S., Chung S.K., Rhim Ch.Ch., Namkoong S.E. Usefulness of lymphoscintigraphy and intraoperative gamma detection in the identification of sentinel nodes in cervical cancer. *Eur. J. Nucl. Med. Molec. Imaging*. 2003; 30: 1014–1017.
 47. Torizuka T., Kanno T.O., Futatsubashi M., Okada H., Yoshikawa E., Nakamura F., Takekuma M., Maeda M., Ouchi Y. Imaging of gynecologic tumors: comparison of (11)C-citoline PET with (18)F-FDG PET. *J. Nucl. Med.* 2003; 44 (7): 1051–1056.
 48. Efimova O.A. Complex radiation diagnosis of ovarian tumor formations in the preoperative stage. *Povolzhskiy onkologicheskij vestnik*. 2017; 3: 60–63. (In Russian)
 49. Letyagin A.Yu. Magnetic resonance imaging in lymphatic oncology: TNM-staging of cancer process and the analysis of the theory of "sentinel" lymph node. *Luchevaya diagnostika i terapiya*. 2012; 2: 8–19. (In Russian)
 50. Zinov'eva A.L., Kurtasnov R.S., Laryukov A.V. Application of ultrasound elastography in the differential diagnosis of lymph node. Tezisy 3-go S"ezda spetsialistov ul'trazvukovoy diagnostiki Privolzhskogo federal'nogo okruga. *Ultrasound & Functional Diagnostics*. 2014; 3: 116–117. (In Russian)
 51. Ternovoy S.K., Nasnikova I.Yu., Morozova S.P., Markina N.Yu., Alekseeva E.S. Radiodiagnostics malignant ovarian tumors. *Diagnosticheskaya intervensionnaya radiologiya*. 2008. 2 (4): 37–49. (In Russian)
 52. Andrew W. Bazemore, Douglas R. Smucker. Lymphadenopathy and Malignancy. *Am. Family Physician*. 2002; 11 (66): 2103–2110.
 53. Will O., Purkayastha S., Chan C., Athanasiou T., Darzi A.W., Gedroyc W., Tekkis P.P. Diagnostic precision of nanoparticle-enhanced MRI for lymph-node metastases: a meta-analysis. *Lancet Oncol.* 2006; 7: 52–60.
 54. Bellin M.-F., Lebleu L., Meric J.-B. Evaluation of retroperitoneal and pelvic lymph node metastases with MRI and MR lymphangiography. *Abdom. Imaging*. 2003; 28: 155–163.
 55. Khoruzhik S.A. Magnetic resonance imaging in medical practice. *Zdravookhranenie*. 2016; 8: 40–47. (In Russian)

Поступила в редакцию 29.22.2017.
Принята к печати 27.12.2017.

Received on 29.22.2017.
Accepted for publication on 27.12.2017.