УДК [616.42:612.42]-07:616.7

ИВАНОВ А. Э., АМОСОВ В. И.

Методы исследования лимфооттока от органов грудной клетки и регионарных лимфатических узлов при лимфаденопатиях различных этиологий

Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова
197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6/8
e-mail: vikt-amosov@yandex.ru

Реферат

Введение и цель. **Лимфаденопатия средостения является неспецифическим синдромом, встречающимся при различных заболеваниях. Целью работы было дать современное представление о путях лимфооттока от органов грудной клетки и о методах диагностики лимфаденопатии средостения.**

Материал и методы. **Было проанализировано 60 литературных источников – 28 отечественных и 32 зарубежных, а также различные лучевые методы диагностики лимфаденопатий.**

Результаты исследования. **В обзоре дано определение лимфаденопатии, краткая анатомическая характеристика путей лимфооттока от органов грудной клетки, приведена современная классификация внутригрудных лимфатических узлов. Представлены современные методы лучевого исследования путей лимфооттока от грудной клетки и внутригрудных лимфатических узлов при синдроме лимфаденопатии: традиционные рентгенологические методики, ультразвуковое исследование, рентгеновская компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, ОФЭКТ, ПЭТ/КТ.**

Выводы. **Проблема изучения лимфооттока от органов грудной клетки и лимфаденопатия средостения является актуальной и требует дальнейшего исследования. Оптимальными лучевыми методами исследования лимфаденопатии средостения являются анатомические (КТ, УЗИ) и функциональные (ОФЭКТ, ПЭТ/КТ).**

Ключевые слова: *лимфоотток от грудной клетки, внутригрудная лимфаденопатия, лучевая диагностика*

Синдром увеличенных или измененных лимфатических узлов, лимфаденопатия, может встретиться в практике врача любой специальности. Основной задачей является не только констатация факта наличия этого синдрома, что само по себе в некоторых случаях является непростой задачей, но и выявление его причины, коррекция тактики ведения больного. Лимфаденопатия характерна для целого ряда заболеваний, различающихся по своему течению, прогнозу, а также тактике обследования и лечения. Основной проблемой для всех лимфаденопатий является схожесть опухолевых и неопухолевых ее форм. В большинстве случаев лимфаденопатия определяется как увеличение размера и/или изменение структуры лимфатических узлов [3, 18, 45, 55].

В теле человека насчитывается около 600 лимфатических узлов, в норме с помощью пальпации могут определяться только поверхностно расположенные лимфоузлы [50], для оценки других групп возникает необходимость применения лучевых методов визуализации.

Диагностический алгоритм при лимфаденопатиях включает в себя выявление этого синдрома, поиск специфических для конкретной нозологии признаков, дополнительные методы обследования, биопсию пораженного лимфоузла с проведением гистологического и цитологического исследований [3].

Изучать строение лимфатических узлов грудной полости нельзя в отрыве от путей лимфооттока. От скелетной мускулатуры, или сомы, лимфа собирается в соматические лимфатические узлы, а от внутренних органов – в висцеральные. От стенок грудной полости лимфа оттекает как в парастернальные, межреберные, околопозвоночные и в верхние диафрагмальные лимфатические узлы, так и в лимфоузлы соседних областей тела, например, в глубокие шейные и подмышечные. От молочной железы лимфа оттекает за счет двух сетей лимфатических сосудов – поверхностной и глубокой, которые обильно анастомозируют между собой. Лимфоотток от латеральных отделов молочной железы осуществляется в глубокие подмышечные лимфатические узлы, от верхних отделов – как в подмышечные, так и в подключичные, от медиальных отделов – в парастернальные, а от нижних – в верхние диафрагмальные [27].

Лимфоотток от органов грудной клетки осуществляется в висцеральные внутригрудные лимфатические узлы. В легком различают поверхностную и глубокую лимфатические сети. Поверхностная сеть заложена в междольковых и внутридольковых перегородках, а отток происходит в плевральную полость. Глубокая лимфатическая сеть оплетает артерии и вены. Движется лимфа к корню легкого

за счет лимфообразования, дыхательных движений и пульсации сосудов, и только при патологической обтурации лимфатического узла или сосуда ток лимфы может иметь обратное направление. Пройдя через внутрилегочные лимфатические узлы, лимфа направляется к бронхопульмональным, а затем, соответственно доле легкого, – в паратрахеальные, бифуркационные, передние и задние средостенные узлы. От сердца лимфоотток осуществляется в передние средостенные и в бифуркационные лимфатические узлы. От пищевода отток осуществляется в лимфатические узлы заднего средостения, а в нижних отделах – левые желудочные и чревные. Таким образом, различают передние и задние средостенные узлы и лимфатические узлы, расположенные вдоль трахеи и бронхов, среди которых выделяют трахеальные, верхние и нижние трахеобронхиальные, бронхолегочные и внутрилегочные лимфоузлы [11].

Такова международная анатомическая классификация внутригрудных лимфатических узлов, предложенная Rouviere [52] в 1932 г. и дополненная Д. А. Ждановым в 1945 г. [4], однако в практической деятельности, ввиду большого количества лимфатических узлов некоторых из групп, пользуются более подробной классификацией, в которой выделяют бóльшее количество групп лимфатических узлов.

В 1996 г. при поддержке Международной ассоциации изучения рака легкого (IASLC) начал работу Международный комитет по стадированию рака [38]. На первом заседании комитета в Лондоне обсуждалось стадирование внутригрудных лимфатических узлов, рекомендации для последующего пересмотра системы стадирования и определение радикальной резекции. После этого заседания в 1997 г. была разработана оригинальная карта [51], которая была пересмотрена в 2009 г. [53]. Согласно этой карте, выделяют 14 групп лимфатических узлов.

Лучевое обследование является неотъемлемой частью в алгоритме диагностики внутригрудных лимфаденопатий. Обзорная рентгенография легких служит первоочередным методом исследования заболеваний органов грудной клетки, однако внутригрудные лимфатические узлы при рентгенографии на фоне тени средостения в норме не видны. Их визуализация возможна, лишь когда узлы значительно увеличены в размерах или в них откладываются соли кальция. Однако нужно иметь в виду, что не всякое обызвествление в проекции средостения следует считать обызвествлением лимфатического узла. Примером гипердиагностики может служить кальцинат, обнаруживаемый в проекции лимфатических узлов субаортальной группы. Причиной расширения тени средостения могут быть не только увеличенные лимфатические узлы, но и новообразования [22]. Цифровая рентгенография постепенно вытесняет традиционную за счет своих преимуществ: более высокая информативность, скорость получения изображения (из-за исключения процесса проявления пленки), возможность улучшения полученных изображений и удобство хранения, передачи полученных изображений [24]. Однако, несмотря на все свои преимущества, цифровая рентгенография обладает всеми перечисленными выше ограничениями. Решением проблемы визуализации внутригрудных лимфатических узлов рентгенологическим методом занимались еще с начала XX в. Одним из методов стала линейная томография. Впервые она была предложена в 1914 г. Маером [17]. Наиболее точно на томограммах можно визуализировать лимфоузлы, которые располагаются рядом с воздухсодержащими структурами. Это лимфатические узлы 2-й, 4-й, 5-й, 7-й и 10-й групп. Наряду с традиционными рентгенологическими методами исследования, использовались дополнительные методы, например, пневмомедиастинография по Кандарелли–Казанскому с введением в средостение 500–700 мл воздуха или кислорода. Эта методика показала наибольшую эффективность для диагностики передне-верхних отделов средостения. Для диагностики других отделов это исследование малоинформативное. У больных с сердечно-сосудистой патологией, у лиц пожилого возраста введение газа в средостение в количестве 500–700 мл связано с большим риском развития тяжелых осложнений [25].

Метод контрастного исследования лимфатической системы – лимфография – был подробно описан Зедгенидзе и Цыбом. Выделяют прямую и непрямую лимфографию. При прямой лимфорентгенографии рентгеноконтрастное вещество вводят непосредственно в просвет выделенного лимфатического сосуда с помощью специального шприца. Исследование лимфатических сосудов после введения масляных рентгеноконтрастных веществ проводят через 10–30 мин, а лимфоузлов – через 24 или 48 ч. При непрямой лимфорентгенографии создают депо рентгеноконтрастного вещества в мягких тканях или паренхиме органов, откуда оно поступает в лимфатические пути [6]. Лимфосцинтиграфия выполняется непрямым способом. Используют радиоактивные мелкодисперсные коллоидные препараты. Состояние лимфатических коллекторов оценивают с помощью сцинтиграфии через 5–15 мин после инъекции радиофармацевтического препарата, состояние лимфатических узлов – через $^1/_2$–5 ч [7]. На сегодняшний день продолжается разработка методов контрастирования внутригрудных лимфатических узлов. К одному из таких методов относится аэрозольная КТ-лимфография. При этой методике происходит интенсивное накопление контрастного вещества в пораженных лимфатических узлах [19].

С внедрением в клиническую практику новых лучевых методов обследования стали появляться новые методики изучения внутригрудных лимфатических узлов. Одним из таких методов стало ультразвуковое исследование. В настоящее время оно является одним из ведущих методов диагностической визуализации, однако применение УЗИ органов грудной клетки ограничено. Основной причиной этого служат объективные трудности: ультразвуковые волны не распространяются в содержащих воздух тканях, полностью отражаясь на границе с воздухом. Средостение включает в себя солидные органы, являющиеся хорошими объектами для отражения ультразвука, однако, учитывая их сложные анатомические взаимоотношения, средостение является сложной

областью для трансторакального УЗИ [28]. Разработали методику ультразвукового исследования средостения K. Wernicke в 1986–1990 гг. [58]. Осмотр средостения проводят из яремного и надключичных доступов. Наименьший размер внутригрудного объекта, который может быть выявлен с помощью УЗИ, – 5–7 мм. Чрезкожная пункция, чрезбронхиальная и/или чрезпищеводная под контролем УЗИ позволяет определить истинную природу измененных лимфатических узлов в средостении. УЗИ является одним из немногих лучевых методов, позволяющих получить изображение структуры лимфатического узла и ее изменения при различных патологиях: воспалительные процессы [5], метастатическое поражение [32, 48], лимфомы [21]. Эндоскопическое (чрезпищеводное) УЗИ позволяет получить изображение поперечных срезов стенки пищевода и смежных структур средостения, в том числе и лимфатических узлов. С помощью этого метода удается оценить 2, 4, 3P, 7, 8 и 9 группы лимфатических узлов средостения [33], но оценка последних двух групп вызывает затруднение [0]. К недостаткам чрезпищеводного УЗИ относятся трудности диагностики структур переднего средостения выше зоны бифуркации трахеи [12]. Техника эндобронхиального ультразвукового исследования (EBUS) была впервые описана в начале 1990-х гг. [40]. EBUS с последующей трансбронхиальной игловой аспирационной биопсией используется для диагностики природы лимфаденопатий средостения [49]. Чаще для биопсии используют продольную технику эндобронхиального УЗИ. Она позволяет проводить трансбронхиальную биопсию под контролем УЗИ (EBUS-TBNA), лимфатических узлов, недоступных для радиальных датчиков. Однако полученный материал является цитологическим и имеет ряд недостатков по сравнению с гистологическим исследованием лимфатических узлов. С помощью EBUS можно получить изображение следующих групп лимфатических узлов средостения: 2, 4, 3, 7, 10–11 [35]. Существуют дополнительные ультразвуковые техники, такие как эластография и интраоперационное УЗИ. Эластография является перспективным инструментом для дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных лимфаденопатий у отдельных групп пациентов [60]. Интраоперационное ультразвуковое исследование органов средостения производится с использованием ультразвукового датчика, погруженного в стерильный физиологический раствор. Однако этот метод наиболее полезен для оценки опухолей, чем для исследования лимфатических узлов [13].

Со времени появления компьютерных томографических методов лучевого исследования диагностика внутригрудных лимфаденопатий стала гораздо более точной. Компьютерная томография стала основным методом диагностики лимфатических узлов грудной клетки. Применение этого метода позволило заменить описанные выше методы, такие как пневмомедиастинография, лимфография и др. Для улучшения диагностического качества изображений применяется внутривенное контрастное усиление. С появлением спиральной технологии сканирования стало возможным проведение КТ-ангиографии, необходимой для оценки внутригрудных лимфатических узлов. При этой технологии осуществляется сканирование в момент введения 50–150 мл контрастного вещества со скоростью 2–5 мл/с [23]. При нативном КТ-сканировании лимфатические узлы видны на фоне жировой клетчатки средостения. Лимфатические узлы любого размера с жировым центром не расцениваются как патологически измененные. Одним из критериев патологических изменений лимфатического узла является изменение его формы и размеров. При метастатическом поражении лимфатические узлы приобретают округлую форму. При традиционной лимфографии этот признак называют сферической трансформацией лимфатических узлов. Любой метод визуальной диагностики, использующий в качестве критерия опухолевого поражения лимфатического узла его размер (часто критерием злокачественности выбирают размер узла более 1 см), не может считаться точным, поскольку увеличенные регионарные лимфоузлы могут быть гиперплазированы из-за воспаления [42, 57]. И, наоборот, размеры метастатически пораженных лимфатических узлов бывают менее 1 см [54]. К показателям плотности узлов, оцененным на разных томографах, следует относиться с осторожностью, так как они могут иметь достаточно большой разброс относительно всей шкалы, а сами томографы могут быть не откалиброваны, либо в них могут использоваться разные алгоритмы реконструкции изображения. Структуру лимфатического узла можно изучать путем визуальной оценки и с помощью введения контрастного вещества. Нормальный лимфатический узел накапливает его равномерно и умеренно. Интенсивное накопление контрастного препарата возникает либо вследствие повышенной проницаемости сосудов при воспалении, либо из-за неоангиогенеза при опухолевом поражении. При исследовании лимфатических узлов с туберкулезным поражением определяется активное накопление контраста по периферии, представляющее гиперваскуляризацию в гранулематозном воспалении, при отсутствии накопления контраста в центре, что трактуется как казеозный некроз [43]. Однако необходимо помнить, что на постконтрастных изображениях виден центральный некроз и в метастатически измененных лимфатических узлах. Таким образом, сам факт активного накопления контрастного вещества не говорит о злокачественной природе поражения, а симптом кольцевидного накопления – о ее туберкулезной природе.

Несколько реже для диагностики лимфаденопатий средостения применяется метод магнитно-резонансной томографии. Благодаря контрасту между сосудами и мягкими тканями большинство органов средостения могут быть легко идентифицированы с помощью МРТ [44]. Тем не менее введение парамагнитного контрастного вещества обеспечивает большую точность в дифференциальной диагностики образований. С разрешением 1,6 мм могут быть обнаружены даже очень малые лимфатические узлы. За счет одинакового времени T2-релаксации ЛУ

и жировой ткани, их не всегда можно различить на Т2-ВИ, поэтому крайне важно применять технологии подавления сигнала от жира. Т2-TIRM-протокол хорошо подходит для визуализации медиастинальных лимфатических узлов [47]. Обычные ЭКГ-триггерные Т1-спин-эхо и Т2-взвешенные-эхо-последовательности обеспечивают хорошую детализацию структур, близких к сердцу. Biederer предлагает следующий протокол оценки лимфатических узлов средостения: Localizer на задержке дыхания для планирования исследования, T1-3D-GRE на задержке дыхания для оценки средостения и больших объемных образований, T2-STIR/TIRM с множественными задержками дыхания для оценки внутригрудных лимфатических узлов и T2-FSE с респираторной синхронизацией для оценки и легких, и средостения [41, 30]. На полученных изображениях оценивается характер МР-сигнала от структуры ЛУ, их размеры, форма, локализация, характер контуров, взаимоотношение между соседними ЛУ и органами, а также вовлеченность последних в патологический процесс [26]. При оценке МР-томограмм, полученных в режимах Т1-ВИ и Т2-ВИ, неизмененные ЛУ выглядят как овоидные или сфероидные образования менее 15 мм [2]. У пациентов с малым количеством средостенного жира заметны узлы маленького размера, которые нельзя недооценивать. Поэтому небольшие ЛУ классифицируются как нормальные только тогда, когда рядом расположены хотя бы два ЛУ нормального размера [46]. Тем не менее необходимы дальнейшие исследования для лучшего понимания значения МРТ в дифференциальной диагностике внутригрудных лимфаденопатий.

При диагностике внутригрудных лимфаденопатий важно оценить не только местоположение, размер и структуру лимфатических узлов, но и их функциональную активность. Для решения этой задачи используют радионуклидные методы исследования. Соединения, меченные радиофармпрепаратом (РФП) при введении пациенту, включаются в биологические процессы, таким образом, отражая метаболизм интересующего вещества. К радионуклидным методикам относят планарную сцинтиграфию, однофотонную эмиссионную компьютерную томографию (ОФЭКТ) и двухфотонную эмиссионную или позитронно-эмиссионную, томографию (ПЭТ) [16]. Принцип однофотонной эмиссионной компьютерной томографии заключается в получении серии сцинтиграм при вращении одного или нескольких детекторов томографа вокруг тела пациента, которому введен РФП. Выделяют три группы радиофармпрепаратов: препараты, тропные к мембранам опухолевой клетки на основе биологической реакции «антиген – антитело», препараты, накапливающиеся в нормальных тканях, окружающих опухоль и РФП, проникающие непосредственно в опухолевую ткань [14]. Среди первой группы РФП в настоящее время используются аналоги соматостатина (111In-пентреотид; 99mTc-депреотид); среди второй группы – препараты, тропные к остеобластам (99mTc-коллоид, 99mTc пертехнетат); третью группу составляют специфические РФП, вовлекающиеся в метаболизм опухолей. Одним из таких препаратов является 67Ga-цитрат. ОФЭКТ с цитратом галлия-67 до недавнего времени были лучшими для диагностики лимфом Ходжкина и неходжкинских лимфом. Этот метод позволял оценивать метаболизм в остаточной ткани, определяемой при КТ на фоне лечения, и позволял производить раннюю диагностику рецидивов [36]. Сцинтиграфия с цитратом GA –67 также применяется для уточнения распространенности и степени активности саркоидоза. К недостатку метода можно отнести длительный период полураспада препарата и высокую энергию гамма-квантов 67Ga, что вносит вклад в лучевую нагрузку пациента. РФП на основе 201Tl используются для оценки метастатического поражения лимфатических узлов. Препарат, накапливаясь в жизнеспособной опухолевой ткани, отражает пролиферативный потенциал опухолевых клеток на основе Na+ и K+-АТФазной активности в клеточной мембране [56]. Еще одним препаратом для оценки внутригрудных лимфатических узлов является технеций-99m 2-метоксиизобутилизонитрил (99mTc-МИБИ). Механизм туморотропности РФП заключается в увеличении функциональной активности митохондрий опухолевых клеток и высокой аккумуляции в них изотопа. Данный РФП имеет высокую чувствительность и специфичность при выявлении метастазов во внутригрудные лимфатические узлы [59]. Одним из современных направлений ОФЭКТ является методика двухизотопной эмиссионной компьютерной томографии (ДИЭКТ). ОФЭКТ выполнялась с одновременной регистрацией гамма-излучения 67Ga и 99мTc–MIBI. Точность при выявлении метастатического поражения регионарных лимфоузлов у больных немелкоклеточным раком легкого при совместном применении ДИЭКТ и КТ составила 94 % [9, 10].

Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) также относится к методам радионуклидной диагностики. При ПЭТ используют РФП, меченные позитрон-излучающими короткоживущими изотопами. Их использование имеет два основных преимущества. Во-первых, метка этими изотопами не меняет химических свойств РФП, следовательно, их распределение в организме адекватно отражает функциональное состояние организма. Во-вторых, короткий период полураспада данных изотопов позволяет проводить многократные исследования. Общий для всех радионуклидых методик недостаток – низкая анатомичность изображений. Для его преодоления, как и при ОФЭКТ-КТ, был создан совмещенный ПЭТ/КТ-сканер.

Для диагностики новообразований методом ПЭТ применяется ряд туморотропных РФП, визуализирующих злокачественные опухоли как очаги нарушения метаболизма. Для изучения нарушений углеводного обмена (клеточная энергетика) применяется 18F-фтордеоксиглюкоза (18F-ФДГ); клеточного транспорта аминокислот – 11C-метионин; процессов клеточного синтеза белков – 11C-тирозин, 11C-лейцин; скорости клеточной пролиферации – 11C-тимидин (как маркер синтеза ДНК) и 11C-холин (участвующий в биосинтезе клеточной мембраны);

синтеза липидов – 11С-ацетат; степени гипоксии опухолевой ткани – 18F-фтормизонидазол. Таким образом, разнообразие существующих РФП позволяет выбрать оптимальный вариант, в зависимости от целей исследования, для наиболее адекватной ПЭТ-методики. При оценке патологических изменений необходимо знать о физиологическом накоплении ФДГ в миокарде. Очень интенсивное накопление препарата отмечается в чашечно-лоханочной системе почек, мочеточниках, мочевом пузыре, а также в сером веществе головного мозга. Физиологическое накопление РФП может определяться в мышечных органах – кишечнике, глазодвигательных, гортанных мышцах, мышцах дна ротовой полости. Достаточно часто наблюдается накопление препарата в суставах, оно может быть достаточно интенсивным, часто связано с артритами и дегенеративно-дистрофическими изменениями. Часто отмечается достаточно выраженное диффузное накопление препарата в пролиферирующем, активированном красном костном мозге у пациентов после химиотерапии. Физиологическим также можно считать накопление препарата в небольших островках жировой ткани симметрично в области шеи, плеч и вдоль позвоночника, которые были названы «бурым жиром» [34].

При оценке метаболизма оценивают стандартизованный уровень накопления РФП (SUV), который вычисляется путем нормализации концентрации ФДГ к введенной активности на грамм массы тела. С помощью этого показателя можно дифференцировать доброкачественные и злокачественные новообразования [1]. Однако абсолютные цифры SUV не всегда являются диагностически уместными. Например, при исследовании лимфом применяется 5-балльная шкала Deauville. Производится следующее ранжирование: 1 балл – нет накопления; 2 балла – накопление в очаге меньше, чем в аорте (фоновое накопление); 3 балла – накопление в очаге больше, чем в аорте, но меньше, чем в печени; 4 балла – накопление в очаге умеренно больше, чем в печени; 5 баллов – накопление в очаге значительно больше, чем в печени [31]. Эффективность лечения определяют по изменению SUV. Повышение SUV в выявленном очаге более чем на 25 % расценивается как прогрессирование заболевания, а снижение на 25 % – как положительную динамику [8]. ПЭТ-КТ и ОФЭКТ-КТ являются высокоинформативными методами лучевой диагностики, позволяющими за одно исследование получить анатомико-метаболические изображения.

По словам Ganatra, «радионуклидная диагностика – не просто визуализация. Это выявление меняющегося распределение радиоактивного вещества в организме. С течением времени при КТ не меняется плотность, при УЗИ – акустический импеданс, при МРТ – ядерный спин. Получаются красивые изображения – замороженные вазы с цветами, изысканные, но неподвижные… КТ и МРТ похожи на эскалатор. Он может принять вас так высоко, но выше. Радионуклидная диагностика не продвигается на эскалаторе. Она поднимается в горы, проделывая свой собственный путь, находит собственные радиофармпрепараты и разрабатывает новые инструменты. Иногда мы двигаемся, иногда дорога движется, но мы постоянно в движении. Что в будущем?» [37]. Автор, однако, упускает из виду возможности изменения КТ-плотности, акустического импеданса и спина при введении специальных контрастных веществ, возможности визуализации в реальном времени, а не только изучение «неподвижных» изображений. Но нельзя не согласиться с тем, что лучевая диагностика находится «постоянно в движении», а совершенствование методов исследования лимфооттока от грудной клетки и диагностики внутригрудных лимфатических узлов, как, впрочем, и всего организма, не только необходимо, но и неизбежно.

Литература

1. Аветисян А. О. и др. Оптимизация количественной обработки данных позитронной эмиссионной компьютерной томографии с 18F-ФДГ у больных раком легкого // Соврем. технологии в мед. 2012. № 1. 2012. С. 44–48.

2. Автаева М. В., Тулупов А. А., Летягин А. Ю. Морфометрический анализ размеров и количества лимфатических узлов у человека по данным магнитно-резонансной томографии // Вестник НГУ. 2005. № 3 (4). С. 16–20.

3. Дворецкий Л. И. Дифференциальный диагноз при лимфаденопатиях // Справочник поликлин. врача. 2005. № 2 (3). С. 17–23

4. Жданов Д. А. Общая анатомия и физиология лимфатической системы. Л.: Медгиз, 1952. 336 с.

5. Заболотская Н. В. Применение УЗИ для оценки состояния поверхностных групп лимфатических узлов // SonoAceInternational. 1999. № 5. С. 46–50.

6. Зедгенидзе Г. А., Цыб А. Ф. Клиническая лимфография / Академия мед. наук СССР. М.: Медицина, 1977. 288 с.

7. Зубовский Г. А. Гаммасцинтиграфия. М.: Медицина, 1978. 251 с.

8. Зыков Е. М., Поздняков А. В., Костеников Н. А. Рациональное использование ПЭТ и ПЭТ/КТ в онкологии // Практ. онкол. 2014. № 15 (1). С. 31–36.

9. Канаев С. В. и др. Опыт использования одновременной двухизотопной эмиссионной компьютерной томографии с 99mTc-технетрилом и 67Ga-цитратом при обследовании больных немелкоклеточным раком легкого // Вопросы онкол. 2012. № 58 (3). С. 346–351.

10. Канаев С. В. и др. Роль однофотонной эмиссионной компьютерной томографии и рентгеновской компьютерной томографии в диагностике метастатического поражения лимфоузлов у больных немелкоклеточным раком легкого // Вопросы онкол. 2014. № 60 (3). С. 476–481.

11. Козлов В. И., Кривинский И. Л. Анатомия лимфоидной системы и путей оттока лимфы /В. И. Козлов, И. Л. Кривинский. М.: Изд-во РУДН, 2005. 56 с.

12. Королев В. Н. и др. Трансэзофагеальнаяультрасонография в диагностике злокачественных новообразований органов средостения // Эксперимент. и клин. гастроэнтерол. 2011. № 10. С. 59–64.

13. Кузьмичев В. А. и др. Интраоперационная ультразвуковая диагностика новообразований средостения // Альманах клин. мед. 2009. № 21. С. 37–41.

14. Лишманова Ю. Б. Радионуклидная диагностика для практических врачей / под ред. Ю. Б. Лишманова, В. И. Чернова. Томск: STT, 2004. 394 с.

15. Марусина М. Я., Казначеева О. А. Современные виды томографии. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2006. 132 с.

16. Паша С. П., Терновой С. К. Радионуклидная диагностика. М.: ГЭОТАР-медиа, 2008. 204 с.

17. Розенштраух Л. С. Рыбакова Н. И., Виннер М. Г. Рентгендиагностика заболеваний органов дыхания. М.: Медицина, 1978. С. 65–66.

18. Сетдикова Н. Х. Иммунодефициты. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. URL: http://www. rosmedlib.ru/book/970409039V0008.html.

19. Славова Ю. Е., Трубников Г. В., Коновалов В. К. Перспективы рентгенодиагностики пневмонии с оценкой состояния внутригрудных лимфатических узлов по данным цифровой флюорографии и мультислайсовой компьютерной томографии // Пульмонология. 2009. № 3. С. 65–71.

20. Тернова С. К. Основы лучевой диагностики и терапии: Национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 992 с.

21. Трофимова Е. Ю. Ультразвуковое исследование лимфатических узлов // SonoAceInternational. 2008. № 18. С. 59–64.

22. Тюрин И. Е., Евграфова С. Ю. Дифференциальная диагностика новообразований средостения// Атмосфера. Пульмонол. и аллергол. 2010. № 4. С. 16–22. URL: http://www.atmosphere-ph.ru/modules/Magazines/articles/pulmo/ap_4_2010_16.pdf

23. Тюрин И. Е. Компьютерная томография органов дыхания // Атмосфера. Пульмонол. и аллергол. 2011. № 4. С. 5–12. URL: http://www. atmosphere-ph.ru/modules/Magazines/articles/pulmo/ap_3_2003_11.pdf.

24. Тюрин И. Е. Перспективы развития торакальной радиологии // Атмосфера. Пульмонол. и аллергол. 2011. № 4. С. 5–12. URL: http://www. atmosphere-ph.ru/modules/Magazines/articles/pulmo/ap_4_2011_05.pdf

25. Флорикян А. К. Современные аспекты диагностики новообразований средостения // Хирургия: Международ. мед. журн. 2003. № 4. С. 63–68.

26. Харченко В. П. Магнитно-резонансная томография в диагностике злокачественных лимфом грудной клетки // Мед. визуализация. 2000. № 2. С. 29–33.

27. Шалина Т. И., Петрова Л. А. Лимфатическая и иммунная системы. Иркутск: ГБОУ ВПО ИГМУ, 2012. 28 с.

28. Широхова Н. М., Карабиненко А. А., Сафонов Д. В. Возможности ультразвуковой диагностики заболеваний органов дыхания // Лечебное дело. 2008. № 1. С. 52–56.

29. Ansella M. A., Stephen M. A., James O. A. Positron Emission Tomographic Scans in Lymphoma: Convention and Controversy // Mayo Clin Proc. 2012. № 87 (6). P. 571–580.

30. Biederer J. et al. MRI of the Lung – ready ... get set ... go! // Magnetom Flash. 2011. № 1. P. 6–15.

31. Biggi A. et al. International validation study for interim PET in ABVD-treated, advanced-stage hodgkin lymphoma: interpretation criteria and concordance rate among reviewers // J. Nucl. Med. 2013. № 54 (5). P. 683–690.

32. Choi M. Y., Lee J. W., Jang K. J. Distinction between benign and malignant causes of cervical, axillary, and inguinal lymphadenopathy: value of Doppler spectral waveform analysis // Am. J. Roentgenol. 1995. № 165. P. 981–984.

33. Christoph F. D. et al. Ultrasound techniques in the evaluation of the mediastinum, part I:endoscopic ultrasound (EUS), endobronchial ultrasound (EBUS) and transcutaneous mediastinal ultrasound (TMUS), introduction into ultrasound techniques // Thorac Dis. 2015. № 7 (9). P. 311–325

34. Cohade C. et al. Uptake in supraclavicular area fat («USA-Fat»): description on 18F-FDG PET/CT // J. Nucl. Med. 2003. № 44 (2). P. 170–176.

35. Colella S. et al. Endoscopic ultrasound in the diagnosis and staging of lung cancer // Endosc. Ultrasound. 2014. № 3. P. 205–212.

36. Even-Sapir E., Israel O. Gallium-67 scintigraphy: A cornerstone in functional imaging of lymphoma // Eur. J. Nuc. Med. Mol. Imaging. 2003. № 30. P. 65–81.

37. Ganatra R. D. The Future of Nuclear Medicine // World Journal of Nuclear Medicine. 2002. № 1. P. 86–88.

38. Goldstraw P. Report on the internatilnal workshop on intrathoracic staging. London, October 1996 // Lung Cancer. 1997. Vol. 18. P. 107–111.

39. Herth F. J. F. et al. Transbronchial and transoesophageal (ultrasound-guided) needle aspirations for the analysis of mediastinal lesions // Eur. Resp. J. 2006. № 28. P. 1264–1275.

40. Hьrter T., Hanrath P. Endobronchialsonography: feasibility and preliminary results // Thorax. 1992. № 47. P. 565–567.

41. Jьrgen Biederer. General Requirements of MRI of the Lung and Suggested Standard Protocol / Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2009. № 1. P. 3–16.

42. Kerr K. M. et al. Pathological assessment of mediastinal lymph nodes in lung cancer: implications for non-invasive mediastinal staging // Thorax. 1992. № 47 (5). P. 337–341.

43. Kim W. S. et al. Pulmonary tuberculosis in children: evaluation with CT // AJR Am. J. Roentgenol. 1997. № 168 (4). P. 1005–1009.

44. Landwehr P., Schulte O., Lackner K. MR imaging of the chest: mediastinum and chest wall // Eur. Radiol. 1999. № 9. P. 1737–1744.

45. Lymphadenopathy and Malignancy / Andrew W. Bazemore, Douglas R. Smucker // Am. family physician. 2002. № 11 (66). P. 2103–2110.

46. Magnetic Resonance Imaging. 3rd ed. / eds by D. D. Stark and W. G. Bradley. St. Louis: Mosby Publishing Co., 1999. P. 88–377.

47. Ohno Y. et al. Metastases in mediastinal and hilar lymph nodes in patients with non-small cell lung cancer: quantitative and qualitative assessment with STIR turbo spinecho MR imaging // Radiology. 2004. № 231. P. 872–879.

48. Pierre V. et al. In-Vitro High-Resolution Ultrasonography of Benign and Malignant Lymph Nodes: A Sonographic-Pathologic Correlation // Investigative Radiology. 1993. № 28 (8). P. 698–705.

49. Plat G. et al. Endobronchial ultrasound and positron emission tomography positive mediastinal lymph nodes // Eur. Respir. J. 2006. № 27. P. 276–281.

50. Primary Care Medicine: Office Evaluation and Management of the Adult Patient. 6th ed. // Allan H. Goroll, Albert G. Mulley Jr. LWW, 2009. 1613 p.

51. Regional lymph node classification for lung cancer staging // Chest. 1997. № 6 (111). P. 1718–1723.

52. Rouviere H. Anatomie des lymphatiquesdel'Homme. Paris: Masson, 1932. 189 p.

53. Rusch V. et al. The IASLC Lung Cancer Staging Project: A Proposal for a New International Lymph Node Map in the Forthcoming Seventh Edition of the TNM Classification for Lung Cancer // Journal of Thoracic Oncology. 2009. № 4 (5). P. 568–577.

54. Satoh H. et al. Metastatic lung cancer without regional lymph node swelling Group // Chest. №120(2). – 2001. P. 689-690

55. Shashi Sahai. Lymphadenopathy // Pediatrics in Review. 2013. № 34. 216 p. URL: http://pedsinreview.aappublications.org/content/34/5/216.

56. Shiraishi S. et al. Quantitative analysis and effect of attenuation correction on lymph node staging of non-small cell lung cancer on SPECT and CT // AJR Am. J. Roentgenol. 2006. № 186. P. 1450–1457.

57. Webb W. R. et al. CT and MR imaging in staging non-small cell bronchogenic carcinoma: report of the Radiologic Diagnostic Oncology Group // Radiology. 1991. № 178 (3). P. 705–713.

58. Wernecke K., Peters P. E., Galanski M. Mediastinal tumors: evaluation with suprasternal sonography // Radiology. 1986. № 159. P. 405–409.

59. Yang A. et al. Experimental and clinical observations of 99mTc-MIBI uptake correlate with P-glycoprotein expression in lung cancer // Nucl. Med. Commun. 2007. № 28. P. 696–703

60. Young J. Ch., Jeong H. L., Jung H. B. Ultrasound elastography for evaluation of cervical lymph nodes // Ultrasonography. 2015. № 34 (3). P. 157–164

UDK [616.42:612.42]-07:616.7

A. E. Ivanov, V. I.Amosov

Imaging of lymphatic drainage from the chest and regional lymph nodes in lymphadenopathies of various etiologies

Academician I. P. Pavlov First St. Petersburg State Medical University
197022, Russion Federation, Saint-Petersburg, Lev Tolstoy street 6/8
e-mail: vikt-amosov@yandex.ru

Abstract

Introduction and aim. **Chest lymphadenopathy is unspecific syndrome found in various diseases. The aim of the study was to give an overview of chest lymph outflow pathways and methods of chest lymphadenopathy imaging.**

Methods. **60 literature sources were analyzed: 28 in Russian and 32 in international journals. Various radiological methods of chest lymphadenopathy were analyzed as well.**

Results. **A definition of lymphadenopathy, brief description of the chest lymphatic drainage pathways anatomy and modern classification of thoracic lymph nodes are provided in this article. Modern imaging methods of lymphatic drainage and thoracic lymph nodes in lymphadenopathy syndrome are presented: the traditional x-ray techniques, ultrasound, computed tomography, magnetic resonance imaging, SPECT, PET/CT.**

Conclusion. **A problem of chest lymph outflow pathway studying and a problem of chest lymphadenopathy is significant and awaits further investigation. Optimal methods of chest lymphadenopathy imaging are anatomical (CT, US) and functional (SPECT, PET/CT).**

Keywords: *lymph drainage from the chest, chest lymphadenopathy, imaging, radiology*

References

1. Avetisyan A. O. Optimizaciya kolichestvennoj obrabotki dannyh pozitronnoj ehmissionnoj komp'yuternoj tomografii s 18F-FDG u bol'nyhrakomlegkogo / [Avetisyan A.O. i dr.] // Sovremennyetekhnologii v medicine. №1. – 2012. C.44–48.

2. Avtaeva M. V. Morfometricheskij analiz razmerov i kolichestva limfaticheskih uzlov u cheloveka po dannym magnitno-rezonansnoj tomografii /Avtaeva M. V., Tulupov A. A., Letyagin A. YU. // Vestnik NGU. №3(4). – 2005. S. 16–20.

3. Dvoreckij L.I. Differencial'nyj diagnoz pri limfadenopatiyah // Spravochnik poliklinicheskogo vracha. – 2005. – №2(3). S. 17–23/

4. Zhdanov D.A. Obshchaya anatomiya i fiziologiya limfaticheskoj sistemy. – L.: Medgiz, 1952.– 336 s.

5. Zabolotskaya N. V. Primenenie UZI dlya ocenki sostoyaniya poverhnostnyh grupp limfaticheskih uzlov / N.V. Zabolotskaya // SonoAce International. – №5 – 1999. S. 46–50.

6. Zedgenidze G.A. Klinicheskaya limfografiya / G.A. Zedgenidze, A.F. Cyb / Akad.med.nauk SSSR. – M: Medicina, 1977. – 288 s.

7. Zubovskij G. A. Gammascintigrafiya / G.A. Zubovskij – M.:Medicina, 1978. – 251 s.

8. Zykov E.M. Racional'noe ispol'zovanie PEHT i PEHT/KT v onkologii / E.M. Zykov, A.V. Pozdnyakov, N.A. Kostenikov // Prakticheskayaonkologiya. – №15(1). – 2014. S. 31–36

9. Kanaev S.V. Opyt ispol'zovaniya odnovremennoj dvuhizotopnoj ehmissionnoj komp'yuternoj tomografii s 99mTc-tekhnetrilom i 67Ga-citratom pri obsledovanii bol'nyh nemelkokletochnym rakom legkogo / [Kanaev S.V. i dr.] // Voprosyonkologii. – № 58(3).– 2012. S. 346–351.

10. KanaevS.V. Rol' odnofotonnoj ehmissionnoj komp'yuternoj tomografii i rentgenovskoj komp'yuternoj tomografii v diagnostike metastaticheskogo porazheniya limfouzlov u bol'nyh nemelkokletochnym rakom legkogo / [Kanaev S.V. i dr.] // Voprosyonkologii. – №60(3). – 2014. S. 476–481.

11. Kozlov V.I. Anatomiya limfoidnoj sistemy i putej ottoka limfy /V.I. Kozlov, I.L. Krivinskij. – M.: Izd-vo RUDN, 2005. – 56 s.

12. Korolev V.N. Transehzofageal'nayaul'trasonografi ya v diagnostike zlokachestvennyh novoobrazovanij organov sredosteniya / [Korolev V.N. i dr.] // EHksperimental'nayaik linicheskayagastroehnterologiya. – № 10. – 2011. S. 59–64.

13. Kuz'michev V.A. Intraoperacionnaya ul'trazvukovaya diagnostika novoobrazovanij sredosteniya / [V.A.Kuz'michev i dr.] // Al'manah klinicheskoj mediciny. – № 21. – 2009. S.37–41.

14. Lishmanova Yu.B. Radionuklidnaya diagnostika dly aprakticheskih vrachej / Podred. Yu.B. Lishmanova, V.I. Chernova. Tomsk: STT, 2004. 394 s.

15. Marusina M.Ya. Sovremennye vidytomografii / Marusina M.Ya., Kaznacheeva A.O. – SPb: SPbGU ITMO, 2006. – 132 s.

16. Pasha S.P. Radionuklidnaya diagnostika / Pasha S.P., Ternovoj S.K. / M.: GEHOTAR-media, 2008, 204 s.

17. Rozenshtrauh L. S. Rybakova N. I. Vinner M. G. Rentgendiagnostika zabolevanij organov dyhaniya.– M.: Medicina, 1978. – S. 65–66.

18. Setdikova N.H. Immunodeficity/ N.H. Setdikova [EHlektronnyjresurs]– M. : GEHOTAR–Media, 2011 – Rezhimdostupa: http://www.rosmedlib.ru/book/970409039V0008.html

19. Slavova, Yu. E. Perspektivy rentgenodiagnostiki pnevmonii s ocenkoj sostoyaniya vnutrigrudnyh limfaticheskih uzlov po dannymc ifrovoj flyuorografii i mul'tislajsovoj komp'yuternoj tomografii / Yu. E. Slavova, G. V. Trubnikov, V. K. Konovalov // Pul'monologiya. – 2009.– № 3. – S. 65–71.

20. Ternova S.K. Osnovy luchevoj diagnostiki i terapii: Nacional'noe rukovodstvo/ S.K. Ternova. – M. : GEHOTAR-Media, 2012. 992 S.

21. Trofimova E.YU. Ul'trazvukovoe issledovanie limfaticheskih uzlov / E.YU.Trofimova // SonoAceInternational. – №18.– 2008. S. 59–64.

22. Tyurin I.E. Differencial'naya diagnostika novoobrazovanij sredosteniya/ I.E. Tyurin, S.YU.Evgrafova // Atmosfera. Pul'monologiyaiallergologiya [EHlektronnyjresurs].–EHlektron.zhurn.– 2010.– №4. – S. 16–22– Rezhimdostupa: http://www.atmosphere-ph.ru/modules/Magazines/articles/pulmo/ap_4_2010_16.pdf

23. Tyurin I.E. Komp'yuternaya tomografiya organov dyhaniya / I.E. Tyurin // Atmosfera. Pul'monologiyaiallergologiya [Ehlektronnyjresurs]. – Ehlektron. zhurn. – 2011. – №4. – S. 5–12– Rezhimdostupa: http://www.atmosphere-ph.ru/modules/Magazines/articles/pulmo/ap_3_2003_11.pdf

24. Tyurin I.E. Perspektivy razvitiya torakal'noj radiologii / I.E. Tyurin // Atmosfera. Pul'monologiyaiallergologiya [EHlektronnyjresurs].–EHlektron.zhurn.– 2011. – №4. – S. 5–12- Rezhimdostupa: http://www.atmosphere-ph.ru/modules/Magazines/articles/pulmo/ap_4_2011_05.pdf

25. Florikyan A.K. Sovremennye aspekty diagnostiki novoobrazovanij sredosteniya / A.K. Florikyan // Mezhdunarodnyjmedicinskjzhurnal. Hirurgiya – 2003.– №4. – S. 63–68

26. Harchenko V. P. Magnitno-rezonansnaya tomografiya v diagnostike zlokachestvennyh limfom grudnoj kletki / [Harchenko V. P. i dr.] // Medicinskaya vizualizaciya. – № 2.– 2000. S. 29–33.

27. Shalina T.I. Limfaticheskaya i immunnaya sistemy / T. I. SHalina, L.A. Petrova. – Irkutsk.: izd-vo GBOU VPO IGMU. 2012. – 28 S.

28. Shirohova N. M. Vozmozhnosti ul'trazvukovoj diagnostiki zabolevanij organov dyhaniya / SHirohova N. M., Karabinenko A. A., Safonov D. V. // Lechebnoe delo. – №1. – 2008.S.52–56.

29. Ansella M.A. Positron Emission Tomographic Scans in Lymphoma: Convention and Controversy / Stephen M.A., James O.A. // Mayo Clin Proc. – №87(6). – 2012. – S.571–580.

30. Biederer J. MRI of the Lung – ready ... get set ... go! / [Biederer J. et al.] // Magnetom Flash .– № 1.– 2011.S 6–15.

31. Biggi A. International validation study for interim PET in ABVD-treated, advanced-stage hodgkin lymphoma: interpretation criteria and concordance rate among reviewers / [Biggi A. et al.] // J. Nucl. Med. – №54(5). – 2013.S.683–690.

32. Choi M.Y. Distinction between benign and malignant causes of cervical, axillary, and inguinal lymphadenopathy: value of Doppler spectral waveform analysis / Choi MY, Lee JW, Jang KJ. // Am J Roentgenol. – №165 – 1995. – S 981–984.

33. Christoph F.D. Ultrasound techniques in the evaluation of the mediastinum, part I:endoscopic ultrasound (EUS), endobronchial ultrasound (EBUS) and transcutaneous mediastinal ultrasound (TMUS), introduction into ultrasound techniques / [Christoph F.D. et al.] // Thorac Dis. – №7(9). – 2015. S. 311–325.

34. Cohade C. Uptake in supraclavicular area fat («USA-Fat»): description on 18F-FDG PET/CT / [Cohade C. et al.] // J Nucl Med.– №44(2). – 2003.S.170–176.

35. Colella S. Endoscopic ultrasound in the diagnosis and staging of lung cancer / [Colella S et al.] // Endosc Ultrasound. – №3 – 2014. – S. 205–212.

36. Even-Sapir E. Gallium-67 scintigraphy: A cornerstone in functional imaging of lymphoma / Even-Sapir E, Israel O. // Eur J Nuc Med Mol Imaging. – №30.– 2003.S65–81.

37. Ganatra R.D. The Future of Nuclear Medicine / Ganatra R.D. // World Journal of Nuclear Medicine.–№1. – 2002.S. 86–88.

38. Goldstraw P. Report on the internatilnal workshop on intrathoracic staging. London, October 1996 // Lung Cancer. – 1997.– Vol. 18.– P. 107–111.

39. Herth F.J.F Transbronchial and transoesophageal (ultrasound-guided) needle aspirations for the analysis of mediastinal lesions / [Herth F.J.F et al.] // Europ. Resp. J. – № 28. – 2006.S. 1264–1275.

40. Hürter T. Endobronchialsonography: feasibility and preliminary results / Hürter T., Hanrath P. // Thorax. – 147 – 1992. S 565–567.

41. Jürgen Biederer. General Requirements of MRI of the Lung and Suggested Standard Protocol / Springer–Verlag Berlin Heidelberg ¹ 1.– 2009.S. 3–16.

42. Kerr KM. Pathological assessment of mediastinal lymph nodes in lung cancer: implications for non-invasive mediastinal staging / [Kerr KM. et al.] // Thorax. – №47(5). – 1992.S.337–341.

43. Kim WS. Pulmonary tuberculosis in children: evaluation with CT / [Kim WS. et al.] // AJR Am J Roentgenol. – №168(4). – 1997.S. 1005–1009.

44. Landwehr P. MR imaging of the chest: mediastinum and chest wall / Landwehr P., Schulte O., Lackner K. // EurRadiol.– №9. – 1999. S.1737–44.

45. Lymphadenopathy and Malignancy/ Andrew W. Bazemore, Douglas R. Smucker // American family physician. – 2002.– № 11(66).– S. 2103–2110.

46. Magnetic Resonance Imaging, 3rd Edition. Eds DD Stark and WG Bradley.St. Louis: MosbyPublishingCo., 1999 C. 88–377.

47. Ohno Y. Metastases in mediastinal and hilar lymph nodes in patients with non-small cell lung cancer: quantitative and qualitative assessment with STIR turbo spinecho MR imaging / [Ohno Y. et al.] // Radiology. – № 231.– 2004.S. 872–879

48. Pierre V. In-Vitro High-Resolution Ultrasonography of Benign and Malignant Lymph Nodes: A Sonographic-Pathologic Correlation / V. PIERRE et al. // Investigative Radiology. – №28(8). 1993. S 698–705.

49. Plat G. Endobronchial ultrasound and positron emission tomography positive mediastinal lymph nodes / [Plat G et al.] // EurRespir J. – №27. – 2006 S. 276–281.

50. Primary Care Medicine: Office Evaluation and Management of the Adult Patient, 6th Edition. // Allan H. Goroll, Albert G. Mulley Jr. – LWW 2009. – 1613 C.

51. Regional lymph node classification for lung cancer staging // Chest / – 1997. – № 6(111).S. – 1718–1723.

52. Rouviere H. Anatomie des lymphatiquesdel'Homme / Paris: Masson,1932. – 189 S.

53. Rusch V. The IASLC Lung Cancer Staging Project: A Proposal for a New International Lymph Node Map in the Forthcoming Seventh Edition of the TNM Classification for Lung Cancer / [V. Ruschet et al] // Journal of Thoracic Oncology / –2009. – № 4(5).S. 568–577.

54. Satoh H. Metastatic lung cancer without regional lymph node swelling Group / [Satoh H.et al.] // Chest. – №120(2). – 2001.S689–690.

55. ShashiSahai. Lymphadenopathy // Pediatrics in Review [EHlektronnyjresurs] – 2013. – № 34. – 216 S. – Rezhimdostupa: http://pedsinreview.aappublications.org/content/34/5/216.

56. Shiraishi S. Quantitative analysis and effect of attenuation correction on lymph node staging of non-small cell lung cancer on SPECT and CT / [Shiraishi S. et al.] // AJR Am J Roentgenol. №186.– 2006. S.1450–1457.

57. Webb WR. CT and MR imaging in staging non-small cell bronchogenic carcinoma: report of the Radiologic Diagnostic Oncology Group / [Webb WR et al.] // Radiology. – №178(3).– 1991. S.705–713

58. Wernecke K. Mediastinal tumors: evaluation with suprasternal sonography / Wernecke K., Peters. P.E., Galanski M. // Radiology. – № 159 – 1986.S. 405–409.

59. Yang A. Experimental and clinical observations of 99mTc-MIBI uptake correlate with P-glycoprotein expression in lung cancer / [Yang A. et al.] // Nucl Med Commun. – № 28.– 2007.S. 696–703.

60. Young J.Ch. Ultrasound elastography for evaluation of cervical lymph nodes / Young J.Ch., Jeong H.L., Jung H.B. // Ultrasonography. – №34(3) – 2015. S 157–164.