

ВОЗМОЖНОСТИ ОДНОФОТОННОЙ ЭМИССИОННОЙ ТОМОГРАФИИ С ^{99m}Tc-МАА И ЦИТРАТОМ Ga-67 В ОЦЕНКЕ РАСПРОСТРАНЁННОСТИ РАКА ЛЁГКОГО НА ЭТАПЕ ВЫБОРА ТАКТИКИ ОПЕРАТИВНОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА

Амосов В.И., Агафонов А.О., Золотницкая В.П.

Несовершенство алгоритмов своевременной диагностики рака легкого, несмотря на возможности современных методов лучевого исследования, определяет проблему релевантной оценки распространенности рака легкого на предоперационном этапе.

Цель исследования. Изучить возможности применения современных лучевых методов диагностики в оценке распространенности рака лёгкого на основе применения мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) и однофотонной эмиссионной компьютерной томографии (ОФЭКТ) с ^{99m}Tc-МАА и цитратом Ga-67.

Материалы и методы. Представлены результаты комплексного рентгено-радиологического обследования 69 больных раком легкого (41 пациент (59,4 %) – с центральным раком легкого, с периферическим – 28 (40,6 %)). Пациентам проводилось МСКТ-исследование с многофазным болюсным контрастированием (n=69 пациентов), ОФЭКТ с ^{99m}Tc-МАА (n=60 пациентов) и ОФЭКТ с Ga-67 (n=9 пациентов). Преобладающее число больных составили пациенты с III стадией (52 человека), с IV стадией – 11 человек, с I-II стадиями – 3 человека. При статистической обработке данных использовали программу/статистический пакет Statistika 6.0.

Результаты. МСКТ достоверно классифицировала T-стадию опухоли – у 56 оперированных пациентов, стадия оказалась завышена – у 7 пациентов, занижена – у 6 пациентов. По результатам ОФЭКТ нарушения микроциркуляции наблюдались у всех пациентов, степень выраженности нарушений кровотока была более значимой, чем объем поражения легочной ткани при выполнении МСКТ. В 10 случаях нарушение кровотока фиксировалось лишь по результатам ОФЭКТ с ^{99m}Tc-МАА, несмотря на относительную сохранность сосудистого русла при КТ-ангиографии. Исследование с цитратом Ga-67 выявило очаги гиперфиксации препарата 1-2 степени накопления в опухолевом образовании во всех 9 случаях. Накопление радиофармпрепарата (РФП) выявлено в регионарных внутригрудных лимфоузлах (ВГЛУ) в 6 случаях, с ложноположительным результатом у 3-х пациентов.

Выводы. Применение ОФЭКТ с ^{99m}Tc-МАА позволяет дополнить данные МСКТ, оценить функциональное состояние лёгких и визуализировать разрушение сосудистого русла, что помогает в определении тактики лечения, в том числе оперативного. Применение ОФЭКТ с цитратом Ga-67 помогает в выявлении регионарного и отдаленного метастазирования, однако в ряде случаев определяются ложноположительные данные, в связи с сопутствующими воспалительными изменениями..

Ключевые слова: компьютерная томография, однофотонная эмиссионная компьютерная томография, цитрат галлия, рак легких.

Контактный автор: Золотницкая В.П., e-mail: vikt-amosov@yandex.ru

Для цитирования: Амосов В.И., Агафонов А.О., Золотницкая В.П. Возможности однофотонной эмиссионной томографии с ^{99m}TcМАА и цитратом Ga67 в оценке распространенности рака легкого на этапе выбора тактики оперативного вмешательства. REJR 2018; 8(4):73-82. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-4-73-82.

Статья получена: 24.10.18

Статья принята: 11.11.18

POSSIBILITIES OF SINGLE-PHOTON EMISSION TOMOGRAPHY USING ^{99m}Tc-MAA AND CITRATE GA-67 IN ASSESSING THE PREVALENCE OF LUNG CANCER AT THE STAGE OF THE CHOICE OF SURGICAL INTERVENTION TACTICS

Amosov V.I., Agaphonov A.O., Zolotnitskaya V.P.

Despite the possibilities of modern methods of radiology, imperfection of the algorithms for the timely diagnosis of lung cancer determines the problem of the relevant assessment of the prevalence of lung cancer at the preoperative stage.

Purpose. To analyze the possibility of using modern radiology methods in assessing the prevalence of lung cancer based on the use of CT and SPECT with ^{99m}Tc-MAA and Gallium citrate-67.

Materials and methods. The results of a comprehensive radiological examination of 69 patients with lung cancer (41 patients (59.4%) - with central lung cancer, with peripheral lung cancer - 28 (40.6%)). Patients underwent a CT study with multiphase bolus contrast (n = 69 patients), SPECT with ^{99m}Tc-MAA (n = 60 patients) and SPECT with Gallium-67 (n = 9 patients). The prevailing number of patients were patients with stage III (52 people), with stage IV - 11 people, with stages I-II - 3 people.

Results. CT reliably classified the T-stage of the tumor - in 56 operated patients, the stage was overestimated - in 7 patients, underestimated - in 6 patients. Based on the results of SPECT, microcirculation disorders were observed in all patients, the severity of blood flow disorders was more significant than the volume of lesion of the lung tissue when performing CT. In 10 cases, blood flow impairment was recorded only by the results of SPECT with ^{99m}Tc-MAA, despite the relative safety of the vascular channel during CT angiography. A study with Ga-67 citrate revealed foci of hyperfixation of the drug, 1-2 degrees of accumulation in tumor formation in all 9 cases. Accumulation of radiopharmaceuticals was detected in regional lymphatic nodules in 6 cases, with false-positive result in 3 patients.

Conclusions. The use of SPECT with ^{99m}Tc-MAA makes it possible to supplement CT data, assess the functional state of the lungs and to visualize the destruction of the vascular channel, which helps in determining the treatment tactics, including surgical treatment. The use of SPECT with Gallium-67 helps in identifying regional and distant metastasis, but in some cases false positive data are determined, due to concomitant inflammatory changes.

Keywords: computed tomography, single photon emission computed tomography, gallium citrate, lung cancer.

Corresponding author: Zolotnitskaia V.P. e-mail: vikt-amosov@yandex.ru

For citation: Amosov V.I., Agaphonov A.O., Zolotnitskaya V.P. Possibilities of single-photon emission tomography using ^{99m}Tc-MAA and citrate GA-67 in assessing the prevalence of lung cancer at the stage of the choice of surgical intervention tactics. REJR 2018; 8(4):73-82. DOI:10.21569/2222-7415-2018-8-4-73-82.

Received: 24.10.18

Accepted: 11.11.18

Рак лёгкого – одно из наиболее распространенных первичных злокачественных новообразований легких. Ежегодно регистрируется более 1 млн. 300 тыс. новых случаев рака легкого в мире, из которых более 60 тыс. случаев в России. По статистике в структуре смертности от онкологических заболеваний рак легкого занимает у мужчин первое место, у женщин – третье. Несмотря на то, что в мире формируется тенденция к снижению заболеваемости раком легкого, в России за последние 10 лет увеличилась частота встречаемости у мужчин на 0,5%, а у

женщин на 25,3%. Кроме этого, большая часть пациентов с впервые выявленным раком легких умирает в течение года после установки диагноза, так как больные обращаются к онкологу, когда заболевание достигает уже 3-4-й стадии и радикальное лечение невозможно. Это происходит потому, что рак развивается долгое время бессимптомно, а его осложненные формы скрываются за пневмониями, бронхообструктивной патологией, остеохондрозом, и пациент лечится у терапевтов, пульмонологов, неврологов [1 - 3].

Для выявления рака легкого на ранней

Pavlov First Saint-Petersburg Federal State Medical University of State Educational Institution of Higher Professional Education "First St.-Petersburg State Medical University

стадии в рамках скрининговых программ необходимо более чем 90% охват населения в год с исследованиями на современных цифровых флюорографах в двух проекциях, а в спорных случаях – выполнение МСКТ, особенно это актуально для населения из групп риска – курильщиков со стажем более 20-30 лет в возрасте от 40 до 75 лет [1 - 4]. Несовершенство алгоритмов ранней и своевременной диагностики рака легкого, несмотря на возможности современных методов лучевого исследования, определяет проблему адекватной оценки распространенности рака легкого на предоперационном этапе.

На сегодняшний день стандартным диагностическим методом оценки степени распространенности опухолевого процесса в легких является рентгеновская компьютерная томография. Однако в ряде случаев этот метод не позволяет с гарантированной точностью оценить лимфатические узлы с вторичной перестройкой, когда они не имеют видимых изменений. Это ведет к преуменьшению стадии процесса по N-компоненту [5 - 8]. Кроме того, в ряде случаев, МСКТ даже в условиях болюсного контрастирования не дает однозначной оценки сосудистого русла пораженного легкого, что создает сложность для определения объема планируемого оперативного вмешательства. Также, зачастую солитарные легочные узелки, визуализированные по данным МСКТ, невозможно интерпретировать однозначно в пользу злокачественного процесса. В таком случае пациенту проводится динамическое наблюдение, в момент которого может произойти регионарное распространение опухолевого процесса [5 - 8].

С развитием радионуклидной диагностики появилась возможность изучения метаболических процессов на клеточном и молекулярном уровне при выполнении ПЭТ-исследований [9 - 13]. Выполнение ОФЭКТ с ^{99m}Tc -МАО позволяет оценить функциональное состояние легких, степень изменения микроциркуляторного русла и определить его вовлечение в онкологический процесс, а исследование с цитратом Ga-67 – провести поиск и оценку состояния основного опухолевого узла и вторичных лимфатических узлов [10, 12].

Цель.

Изучить возможности применения современных лучевых методов диагностики в оценке распространённости рака лёгкого у пациентов на основе применения МСКТ и ОФЭКТ с ^{99m}Tc -МАО и цитратом Ga-67.

Материалы и методы.

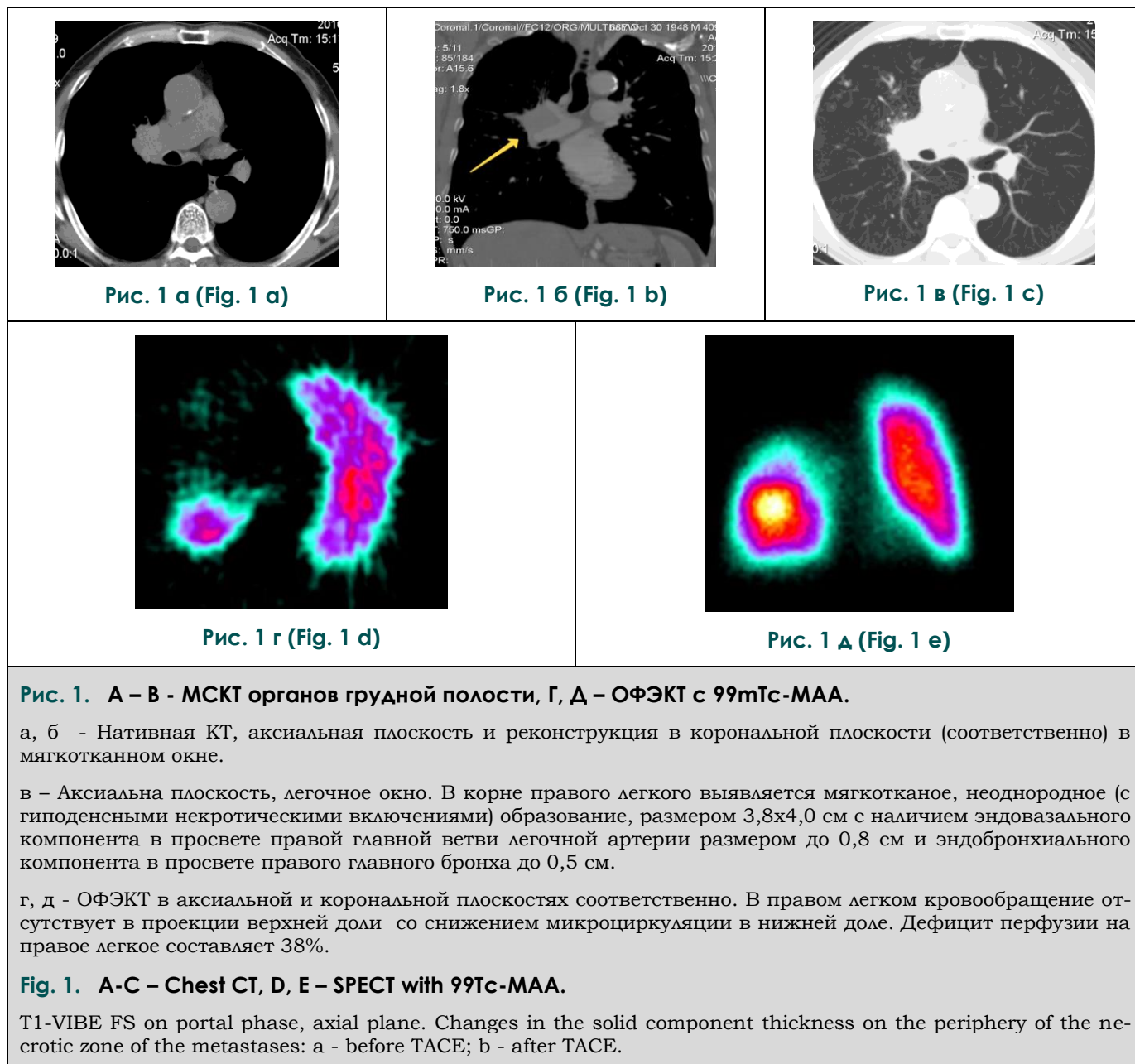
Был проведен анализ результатов комплексного рентгено-радиологического обследования 69 больных раком легкого, включающего выполнение МСКТ с многофазным болюсным контрастированием обследования (n=69),

ОФЭКТ с ^{99m}Tc -МАО (n=60) и ОФЭКТ с Ga-67 (n=9). У пациентов в 59,4% случаев был выявлен центральный рак легкого, периферический – у 40,6%. Преобладающее число больных составили пациенты с III стадией – 52 человека (мужчин – 38, женщин – 14). Число пациентов с IV стадией было меньше – 11 человек, из них мужчин – 8, женщин – 3. Пациенты с I-II стадиями заболевания – 3 человека (2 мужчин и 1 женщина). Средний возраст пациентов составил 63,8±9,8 лет.

Диагностическое МСКТ-сканирование проводилось на 16 и 64 срезовых рентгеновских мультиспиральных компьютерных томографах. Сканирование в условиях МСКТА проводилось с внутривенным болюсным введением неионного йодсодержащего контрастного препарата с небольшой толщиной среза (2-3 мм), что способствовало выявлению минимальных дефектов заполнения сосудистого русла контрастным веществом. Напряжение составляло 120 кВТ, экспозиция одного среза – 90 мАс, шаг спирали (pitch) – 3,5, толщина среза – 0,5 см, инкремент реконструкции – 3 мм.

С целью оценки сохранности перфузии в пораженном раком легком и оценки состояния микроциркуляторного русла легких использовали однофотонную эмиссионную компьютерную томографию (ОФЭКТ), которую проводили на двухдетекторной гамма-камере Philips Forte 2005 (USA) с использованием РФП-макроагрегаты альбумина (МАО), что позволяло выявить нарушения перфузии в легком и имело важное значение для определения дальнейшей тактики оперативного лечения (степень радикальности операции). Оценка перфузии проводилась в пораженном и контралатеральном легком в процентах, при норме, принятой за 100%. Локальные и диффузные нарушения от 50% и меньше от должной нормы, трактовались как тяжелые.

Для уточняющей диагностики регионарного и отдаленного метастазирования части пациентов была проведена ОФЭКТ с цитратом Ga-67. Механизм накопления цитрата Ga-67 в опухолях комплексный, а его поведение аналогично ионам железа. После внутривенного введения он переносится трансферрином в органы, ткани, имеющие на своей поверхности повышенную концентрацию рецепторов трансферрина. Кроме того, цитрат Ga-67 включается в опухоли за счет повышенной проницаемости мембраны опухолевых клеток, а также за счет пониженной pH внутри опухолевых клеток вследствие повышенной гликолитической активности опухолевой ткани. В нашем исследовании препарат вводили в максимальной дозе от 1,5 МБк на 1 кг веса обследуемого пациента, исследование проводили через 72 часа, всем больным выполняли скан всего тела (в передней



и задней проекциях), затем ОФЭКТ грудной клетки и дополнительно всех зон интереса (как правило – голова и шея, брюшная полость и малый таз). Такие условия исследования оказались наиболее информативно значимыми. При выполнении ОФЭКТ визуальный анализ изображений проводят по трем проекциям, как правило, около 120 сканов, по цветовой шкале, дополнительно выполняется анализ трехмерного изображения, которое дает представление о наличии, локализации, распределении препарата. Визуализация РФП на сцинтиграмме в области печени принимается за 100%, что соответствует норме. При обработке данных сцинтиграмм с цитратом Ga-67 с помощью программного обеспечения компьютера и манипулируя клавишей отсечки фона, добиваются 25% включения РФП в область средостения, что соответствует 0 степени активности патологиче-

ского процесса; включение РФП в область средостения в пределах 26-30% – I степень; 31-35% – II степень и больше 35% – III степень. Цветовая шкала желтого и фиолетового цветов отражает III степень и свидетельствует о резко выраженном нарушении функции лимфоидной ткани, красный составляет II степень, голубой – I степень, сине-зеленый цвет – 0 степень (норма).

Результаты.

После анализа полученных данных сканирования выявлено, что МСКТ (p<0,003) достоверно классифицировала T-стадию опухоли – у 56 оперированных пациентов, стадия оказалась завышена – у 7 пациентов (10,1%) (p>0,056), занижена – у 6 пациентов (8,7%) (p>0,063). Также с помощью МСКТ было определено прорастание опухоли в структуры средостения с отсутствием четких границ образования у 56

больных (81,2%). Инвазия сосудов была диагностирована у 61 пациента (88,4%). Результаты МСКТ подтверждались данными ОФЭКТ. При проведении качественного корреляционного анализа по Пирсону определена достоверная связь высокой степени выраженности ($r=0,91$, $p<0,001$) с нарушениями микроциркуляции. По результатам ОФЭКТ с ^{99m}Tc -МАА у всех пациентов с инвазией сосудов определялись локальные нарушения микроциркуляции, степень выраженности нарушений кровотока была более значимой, чем объем поражения легочной ткани при выполнении МСКТ, а в 10 случаях нарушение кровотока фиксировалось лишь по

результатам ОФЭКТ с ^{99m}Tc -МАА. В 13 случаях нарушения по данным ОФЭКТ локальные дефекты перфузии трактовались как диффузно расположенные в легочных полях.

По данным ОФЭКТ с цитратом Ga-67 были выявлены очаги гиперфиксации препарата 1-2 степени накопления в опухолевом образовании во всех 9 случаях, накопление в регионарных ВГЛУ в 6 случаях (66,6%, $r=0,58$, $p<0,05$) По данным КТ в 3 случаях патологически измененных лимфатических узлов не визуализировано.

После проведения гистологического исследования наличие патологически измененных лимфатических узлов в препарате было под-

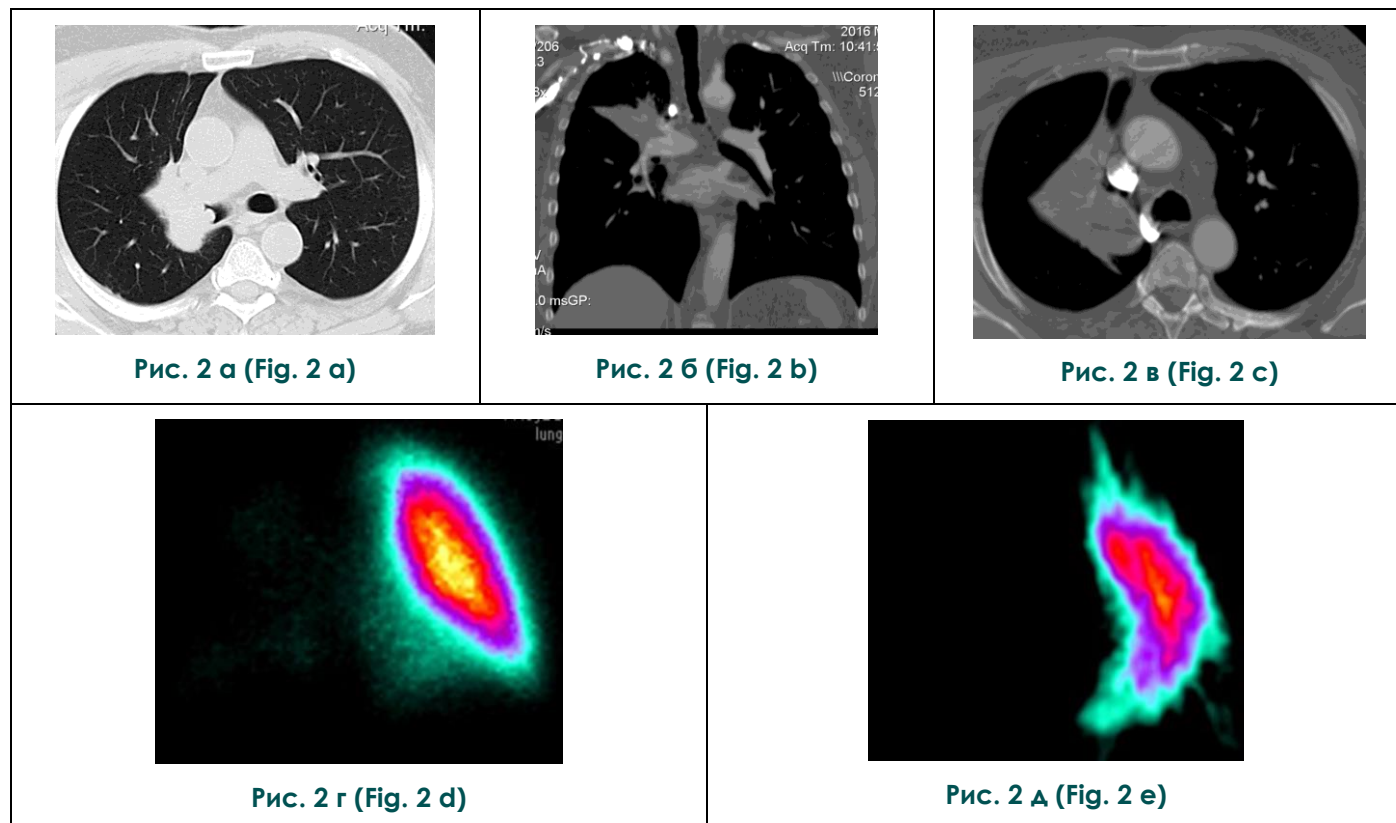


Рис. 2. а - в - МСКТ органов грудной полости, г, д – ОФЭКТ с ^{99m}Tc -МАА.

Пациент Б., 59 лет, плоскоклеточный рак правого верхнедолевого бронха.

а – Нативная КТ в легочном окне, аксиальная плоскость;

б, в – КТ в мягкотканном окне, реконструкция в сагиттальной плоскости и аксиальной плоскости соответственно. В корне правого легкого определяется уплотнение легочной ткани округлой формы размерами до 37,7x43,3x50 мм, прилежащее к верхней стенке правого главного бронха, прорастающее его и частично обтурирующее его просвет, в результате чего верхняя доля частично ателектазирована (S3).

г, д – ОФЭКТс ^{99m}Tc -МАА, корональная и аксиальная плоскости соответственно. Отмечается отсутствие перфузии в правом легком.

Fig. 2. а - с – Chest CT, d, e – SPECT with ^{99m}Tc -МАА.

Patient: 59 y. o., cancer of the upper right bronchus.

a - Native CT, axial plane, lung window;

b, c -CT, sagittal and axial view, soft-tissue window, respectively. At the root of the right lung is determined pulmonary tissue rounded shapes with sizes up to 37,7x43,3x50 mm, locating near to the upper wall of the right main bronchus, germinating it and partially occlusive lumen, with the result that the upper lobe is partially atelectasis (S3).

d, e – SPECT with ^{99m}Tc -МАА, coronary and axial view, respectively. There is no perfusion in the right lung.

тверждено в 3-х случаях.

На раннем этапе развития рака легкого больные предъявляли жалобы, обусловленные как патологическим образованием в грудной клетке, так и общие симптомы: сухой или влажный кашель, одышку в покое и физической нагрузке, жалобы на боли в грудной клетке, кровохарканье. При наличии в анамнезе данных о курении и возрасте пациента старше 40 лет, алгоритм лучевой диагностики включал в себя проведение рентгенографии, а также КТ грудной полости. При этом по данным лучевого обследования могла определяться непосредственно сама опухоль в виде узелков, объемных образований или лёгочной консолидации (рис. 1). При центральном раке – от obturации главного бронха на стороне образования с ателектазами поражённой доли и формированием плотных тяжёлых к костальной и междолевой плевре (рис. 2) до небольших узелков в просвете главных бронхов до стеноза последних объёмным образованием, с уменьшением объёма легкого или консолидацией лёгочной ткани.

При выполнении ОФЭКТ с ^{99m}Tc-МАА выявлялись локальные нарушения микроциркуляции субсегментарного/сегментарного или долевого уровня, соответствующие степени изменений, выявляемых при выполнении МСКТ (рис. 1 г, д) или более обширные, занимающие весь объём легкого, несмотря на относительную

сохранность сосудистого русла при КТ-ангиографии (рис. 2 г, д).

У 21 пациента (30,4%) была выявлена аденокарцинома легкого. Это рак, который развивается из железистой ткани бронхов и легких и чаще локализуется на поверхности мелких бронхов, но иногда поражает и крупные бронхи. При периферическом расположении плоскоклеточной карциномы при выполнении МСКТ чаще всего визуализируется твердый узел или масса, с неровными краями (рис. 3).

Трудности интерпретации результатов рентгенологического исследования возникают у пациентов с отягощенным анамнезом (курильщики, вредные условия труда, туберкулез, ВИЧ и т.д.), когда поражается вся бронхо-легочная система, появляются многочисленные узелки, имеющие разный размер и плотность (рис. 4). Пациент поступил в районную больницу с высокой температурой, в посевах мокроты стрептококк, был поставлен диагноз стрептококковой пневмонии, однако длительная антибиотикотерапия не оказала положительного результата. Больной поступил на обследование в специализированный центр. Из анамнеза известно, что больной в детстве перенес туберкулез, длительное время работал газосварщиком и злостный курильщик (2 пачко/день, в течение 51 года). В дифференциально-диагностическом ряду: пневмония, вызванная Streptococcus

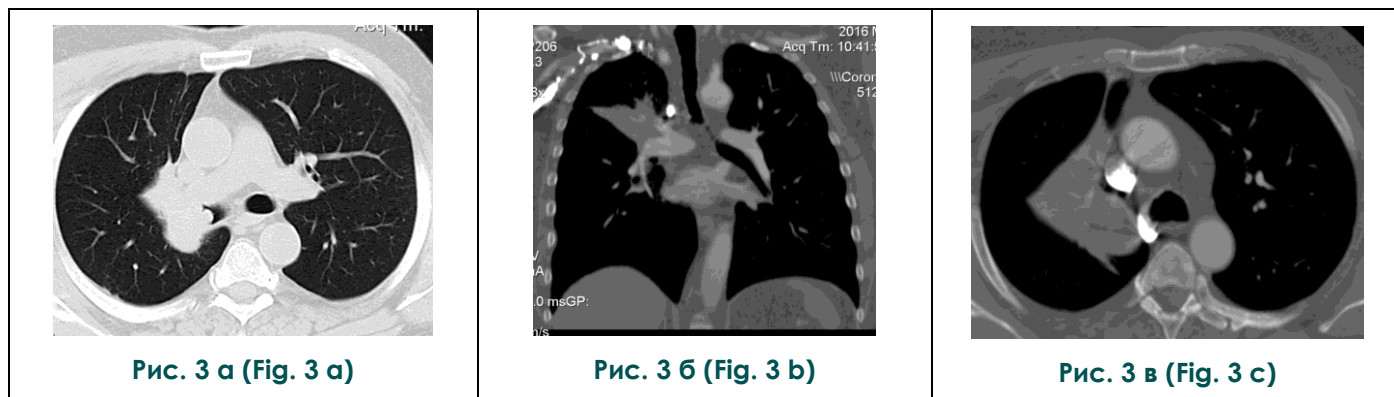


Рис. 3. Нативная КТ органов грудной полости.

Пациентка З., 74 лет, аденокарцинома нижней доли правого легкого.

а, в – Аксиальная плоскость, легочное и мягкотканное окна (соответственно). В S8 нижней доли правого легкого определяется участок инфильтрации легочной ткани неправильной формы, неоднородного характера, смешанного строения (альвеолярного характера в центре, интерстициального характера по периферии) размером 35x41 мм. В нижних отделах лёгких с обеих сторон имеются дисковидные ателектазы.

б – Реконструкция в коронарной плоскости, лёгочное окно. Определяется втяжение прилежащей к образованию плевры, обрыв части бронхов, подходящих к инфильтрату.

Fig. 3. Native chest CT.

Patient Z. 74 y.o., adenocarcinoma of the lower lobe of the right lung.

a, c - Axial view, pulmonary and soft tissue window (respectively). In S8 of the lower lobe of the right lung is determined by the area of infiltration of the lung tissue of irregular shape, heterogeneous nature of a mixed structure (alveolar in the center, interstitial character on the periphery) size 35x41 mm. In the lower parts of the lungs on both sides there is a discoid atelectasis.

b - coronal view, pulmonary window. The retraction of the pleura adjacent to the formation, the breakage of the bronchi suitable for infiltration is determined.

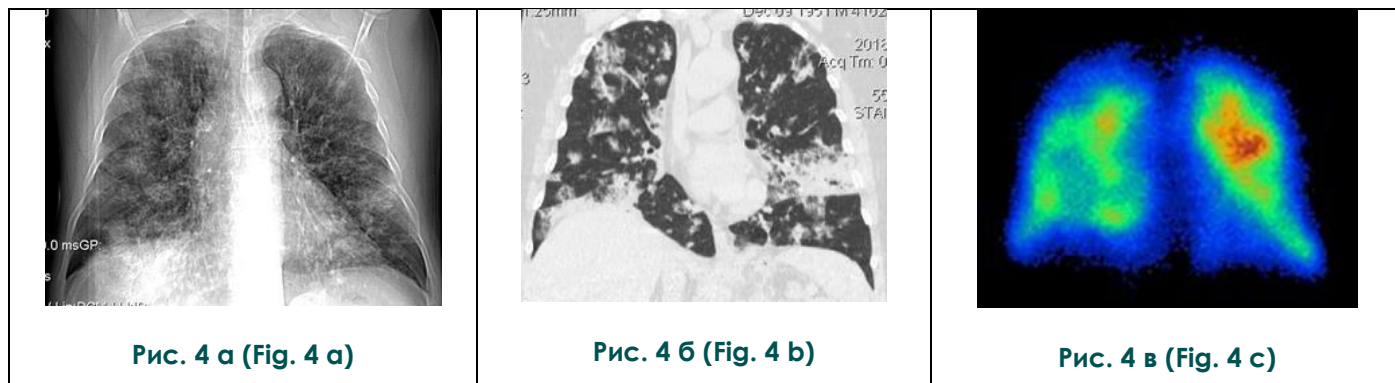


Рис. 4. а – Рентгенография органов грудной клетки, прямая проекция. б – МСКТ, корональная плоскость. в – ОФЭКТ.

Пациент А., 66 лет, низкодифференцированная аденокарцинома 4 стадии.

а – определяются значительные двусторонние изменения в виде диссеминированного процесса с множественными очаговыми образованиями в обоих легких.

б – в обоих легких определяется картина диффузных полиморфных изменений в виде двухсторонних солидных и субсолидных очагов, размером от 2-3 мм до 11-15 мм, округлой и неправильной формы; очагов уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла», с выраженными ретикулярными изменениями на этом фоне (преимущественно за счет внутривидольковых перегородок); полисегментарных участков неоднородного альвеолярно-интерстициального уплотнения, с выраженными ретикулярными изменениями на фоне интерстициального компонента. На фоне описываемых изменений визуализируются представленные в достаточно большом количестве воздухосодержащие структуры, неправильной и округлой формы, размером от 3 мм до 8x5 мм – вероятно, полости распада.

в – определяются множественные дефекты перфузии, диффузно расположенные в обоих легочных полях.

Fig. 4. а - chest x-Ray, frontal view, б - CT, coronal view, в - SPECT.

Patient is a 66-year-old low-grade stage 4 adenocarcinoma.

а - significant bilateral changes in the form of disseminated process with multiple focal formations in both lungs are determined.

б - in both lungs, the pattern of diffuse polymorphic changes in the form of bilateral solid and subsolid foci, ranging in size from 2-3 mm to 11-15 mm, rounded and irregular shape; foci of pulmonary tissue compaction of the "frosted glass" type, with pronounced reticular changes against this background (mainly due to intra-lobular partitions); polysegmental areas of inhomogeneous alveolar-interstitial compaction, with pronounced reticular changes against the background of the interstitial component. Against the background of the described changes are visualized presented in a sufficiently large number of air-containing structures, irregular and rounded shape, ranging in size from 3 mm to 8x5 mm – probably decay cavity.

с - multiple perfusion defects diffusely located in both pulmonary fields are determined.

pneumoniae, казеозная пневмония, организуемая пневмония, пневмоцистная пневмония, аденокарцинома.

Был осмотрен фтизиатром, в анализах мокроты кислотоустойчивые микобактерии не обнаружены. При проведении иммуноферментного анализа сыворотки крови антител к ВИЧ типов 1 и 2 и антигена р24 ВИЧ не было выявлено, что позволило исключить казеозную и пневмоцистную пневмонии из спектра предполагаемых диагнозов.

Учитывая длительное воздействие токсичных газов, предположительный диагноз: организуемая пневмония. Однако при выполнении ОФЭКТ с ^{99m}Tc-МАО были выявлены локальные изменения кровотока, занимающие объем сегментов и субсегментов обоих легких, что не соответствует изменениям микроциркуляции, возникающим при развитии интерсти-

циальных пневмоний. Предположительный диагноз после проведения радионуклидного исследования – аденокарцинома, что в последующем было подтверждено результатами гистологического исследования.

ОФЭКТ с Gallium-67 позволила оценить метаболическую активность в случае недостатка данных по КТ (для большинства злокачественных новообразований характерно интенсивное накопление Ga-67) с целью выявления патологических участков, подходящих для проведения биопсии. При этом данный метод позволяет оценить также патологически измененные лимфатические узлы, в том числе не увеличенные по данным КТ (рис. 5 д).

Обсуждение.

Трудности интерпретации результатов лучевых методов исследования больных раком легкого обусловлены не только разнообразной

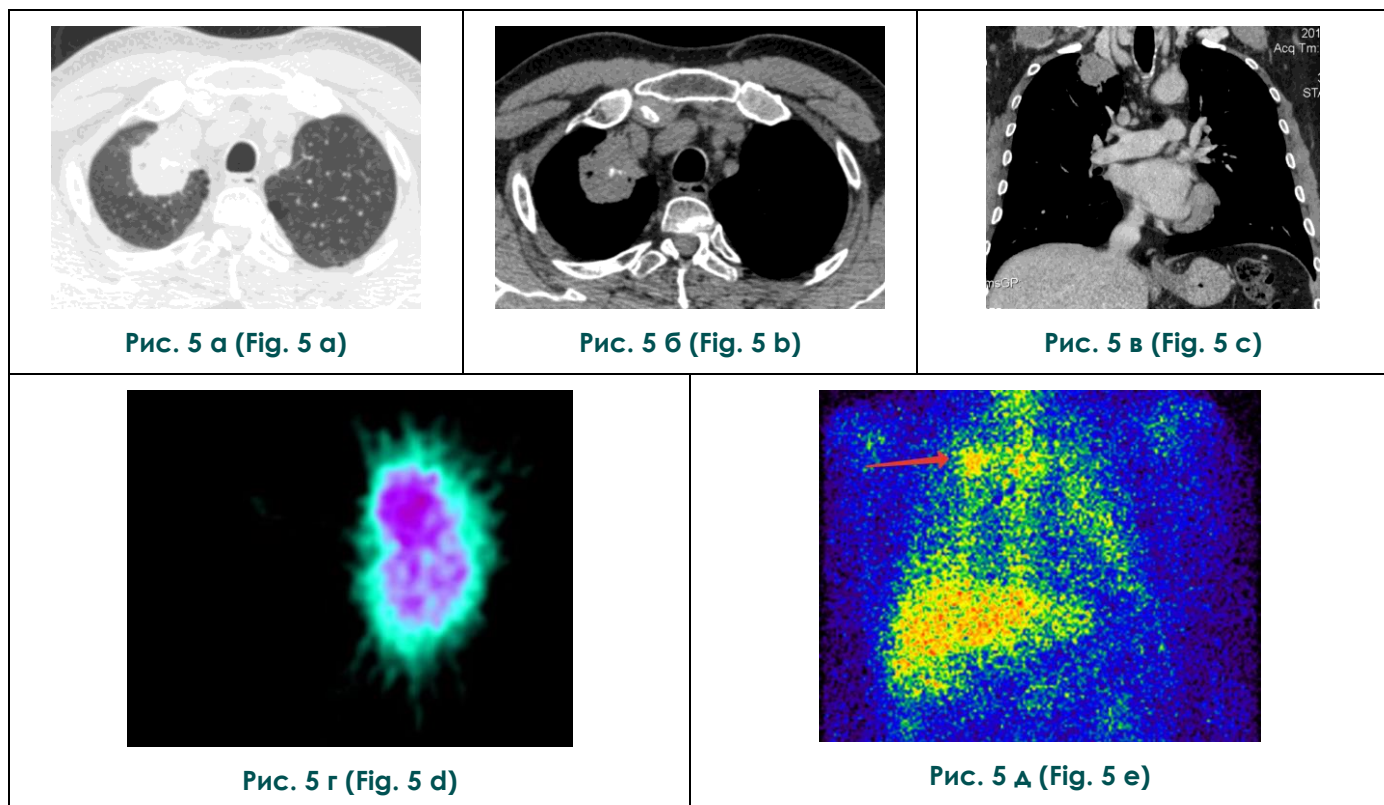


Рис. 5. а – б – КТ органов грудной клетки, г, д – ОФЭКТ.

Пациент В., 60 лет, инфильтративная карцинома смешенного строения верхней доли правого легкого.

а, б – Нативная КТ, аксиальная плоскость, режим легочного и мягкотканного окна соответственно. В верхней доле правого легкого определяется образование размерами 3,4*3,3*3,3 см, структура с наличием содержащих воздух пузырьков, обезызствлений, с нечеткими лучистыми контурами.

в – КТ-ангиография, корональная реконструкция. Отмечается сохранение жировой клетчатки, отделяющей брахиоцефальную вену от структур образования.

г – ОФЭКТ с 99mTc-МАО, аксиальная плоскость. Определяется отсутствие перфузии в верхних отделах правого легкого.

д – ОФЭКТ с Ga67-цитратом, корональная проекция. В верхних отделах правого легкого определяется очаг повышенной фиксации РП с градиентом 1:2,5, а также более мелкие в области л/узлов средостения с градиентом 1:1,3.

Fig. 5. а – с – chest CT, d, e – SPECT.

Patient V., 60 y.o., infiltrative carcinoma of mixed structure of the upper lobe of the right lung.

a, b- Native CT, axial view, pulmonary and soft tissue window, respectively. In the upper lobe of the right lung is determined a formation size 3,4*3,3*3,3 cm, the structure with the presence of air-containing bubbles, dehumidification, with fuzzy radiant contours.

c - CT angiography, coronal view. The preservation of fatty tissue separating the brachiocephalic vein from the structures of formation is noted.

d - SPECT with 99mTc-MAA, axial view. The absence of perfusion in the upper right lung is determined.

e- SPECT with Ga67 citrate, coronal view. In the upper parts of the right lung is determined by the focus of increased fixation of RP with a gradient of 1: 2.5, as well as smaller in the l/nodes of the mediastinum with a gradient of 1:1.3.

рентгенологической картиной, но типичными жалобами больных с бронхолегочной патологией: кашель, одышка, также пациенты предъявляли жалобы на боль в грудной клетке, кровохарканье. Для рака легкого преимущественно центральной локализации характерно появление симптомов, связанных с бронхообструкци-

ей и её такими последствиями, как ателектаз и пневмония. В проведенном нами исследовании у части больных (в 28,3% случаев) нарушения микроциркуляции были более значимыми, чем предполагалось после выполнения КТ-ангиографии, что мы связывали это с развитием «trombosis in situ». Известно, что при разви-

тии опухолевого процесса возникает травматическое повреждение сосуда от местной инвазии опухоли и нарушение кровотока, вследствие гиперкоагуляции в месте повреждения [14 - 16]. Но дифференциация между прорастанием опухоли вдоль просвета сосуда и тромбозом *in situ* может быть невозможна на основе визуализации в один момент времени. Патологически они часто соседствуют.

Наличие ложноположительных результатов при проведении исследования с цитратом Ga-67 мы объясняем накоплением препарата не только в первичных и метастатических злокачественных новообразованиях, а также в очагах неспецифического воспалительного процесса и в очагах острого воспалительного поражения, в том числе при присоединении воспаления в органах дыхательной системы. Локализация цитрата Ga-67 в воспалительных тканях обеспечивается лактоферрином, повышенная концентрация рецепторов которого имеется на поверхности лейкоцитов, внутри клеток он накапливается в лизосомах и лизосомоподобных структурах, а также в митохондриях, кро-

ме этого на процесс накопления препарата в очагах воспаления влияют усиление кровоснабжения и повышение проницаемости капиллярного эндотелия [9, 12].

Выводы.

Применение ОФЭКТ с ^{99m}Tc-МАО позволяет дополнить данные МСКТ, оценить функциональное состояние лёгких и визуализировать разрушение сосудистого русла, что помогает в определении тактики лечения, в том числе оперативного. Применение ОФЭКТ с цитратом Ga-67 помогает в выявлении регионарного и отдаленного метастазирования, однако в ряде случаев определяются ложноположительные данные в связи с сопутствующими воспалительными изменениями.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Трахтенберг А.Х., Колбанов К.И. Рак легкого. Москва, ГЭОТАР-Медиа, 2014. 160 с.
2. Чернеховская Н.В., Кизжаев Е.В., Столбовой А.В., Борисов В.И. Рак легкого. Клиника, диагностика, лечение. Москва, Бином, 2015г. 144с.
3. Ганцев Ш.Х., Моисеевко В.М., Арсеньев А.И. Рак легкого. Руководство. Москва, ГЭОТАР-Медиа, 2017. 224 с.
4. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В. Злокачественные новообразования в России в 2016 году (заболеваемость и смертность). Москва, МНИОИ им. П.А. Герцена филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2018. 250 с.
5. Тюрин И. Е. Дифференциальная диагностика одиночных очагов в легких. Поликлиника. 2014; 3 (1): 38-32.
6. Тюрин И. Е. Компьютерная томография органов грудной полости. Санкт-Петербург, Элби-СПб, 2003. 371 с.
7. Китаев В.М., Белова И.Б., Китаев С.В. Компьютерная томография в пульмонологии. Москва, МЕДпресс-информ, 2017. 144 с.
8. Розадо-де-Кристенсон М. А., Картер Б. В. Лучевая диагностика. Опухоли органов грудной клетки. Москва, Издательство Панфилова, 2018. 608 с.
9. Agrawal A., Rangarajan. V. PET/CT in Lung Cancer. Springer, 2018. 106 с. DOI: 10.1007/978-3-319-72661-8
10. Труфанов Г.Е., Рязанов В.В., Дергунова Н.И., Дмитри-

- ченко А.А., Михайловская Е.М. Совмещенная позитронно-эмиссионная и компьютерная томография (ПЭТ-КТ) в онкологии. Санкт-Петербург, Элби-СПб, 2005. 212 с.
11. Beheshti M., Langsteger W., Rezaee A. PET/CT in Cancer: An Interdisciplinary Approach to Individualized Imaging . Elsevier , 2018. 276 с.
 12. Ziessman H.A., O'Malley J.P., Thrall J.H. Nuclear Medicine: The Requisites. 4 Saunders, 2014. 464 с.
 13. Kradin R.L. Understanding Pulmonary Pathology. 1 Academic Press, 2016. 356 с.
 14. Walker A.J., Baldwin D.R., Card T.R., Powell H.A., Hubbard R.B., Grainge M.J. Risk of venous thromboembolism in people with lung cancer: a cohort study using linked UK healthcare data. Br J Cancer. 2017; 116 (6): e1. DOI: 10.1038/bjc.2016.364.
 15. Chen Z., Song H., Yu Y., Wang L., Zhou L. Lung cancers combined with venous thromboembolism: a case report. Int J Clin Exp Med. 2016; 9 (7): 13222-13226.
 16. Cha S., Shin K., Lim J., Yoo S., Lee S., Lee J. и др. Pulmonary embolism concurrent with lung cancer and central emboli predict mortality in patients with lung cancer and pulmonary embolism. J Thorac Dis. 2018; 10 (1): 262-272. DOI: 10.21037/jtd.2017.12.32.

References:

1. Trakhtenberg A.Kh., Kolbanov K.I . Lung cancer. Moscow, GEOTAR-Media, 2014. 160 p. (in Russian).
2. Chernekhovskaya N.V., Kizhaev E.V., Stolbovoi A.V., Borisov V.I. Lung cancer. Clinic, diagnosis, treatment. Moscow, Beanom, 2015, 144 p. (in Russian).

3. Gantsev Sh.H., Moiseevko V.M., Arsenyev A.I. Lung cancer. Guide. Moscow, GEOTAR-Media, 2017. 224 p. (in Russian).
4. Kaprin A.D., Starinsky V.V., Petrova G.V. Malignant neoplasms in Russia in 2016 (morbidity and mortality). Moscow, Herzen Moscow Oncology Research Institute of Healthcare Min-

istry of the Russian Federation - branch of National Medical Research Radiology Center, 2018. 250 p. (in Russian).

5. Tyurin I. Ye. Differential diagnosis of single focuses in the lungs Polyclinic. 2014; 3-1: 38-32. (in Russian).

6. Tyurin I. Ye. Computed tomography of the torax. St. Petersburg, Elbi-SPb, 2003. 371 p. (in Russian).

7. Kitaev V.M., Belova I.B., Kitaev S.V. Computed tomography in pulmonology. Moscow, MEDpress-Inform, 2017. 144 p. (in Russian).

8. Rosado de Christenson, M. L., Carter, B.V. Specialty Imaging: Thoracic Neoplasms. Moscow, Panfilov's Publishing House, 2018. 608 p. (in Russian).

9. Agrawal A., Rangarajan. V. PET/CT in Lung Cancer. Springer, 2018. 106 c. DOI: 10.1007/978-3-319-72661-8

10. Trufanov G.E., Ryazanov V.V., Dergunova N.I., Dmitrashenko A.A., Mikhailovskaya PET-CT in oncology. St. Petersburg, Elbi-SPb, 2005. 212 p. (in Russian).

11. Beheshti M., Langsteger W., Rezaee A. PET/CT in Cancer:

An Interdisciplinary Approach to Individualized Imaging . Elsevier , 2018. 276 c.

12. Ziessman H.A., O'Malley J.P., Thrall J.H. Nuclear Medicine: The Requisites. 4 usd. Saunders, 2014. 464 c.

13. Kradin R.L. Understanding Pulmonary Pathology . 1 usd. Academic Press, 2016. 356 c.

14. Walker A.J., Baldwin D.R., Card T.R., Powell H.A., Hubbard R.B., Grainge M.J. Risk of venous thromboembolism in people with lung cancer: a cohort study using linked UK healthcare data. Br J Cancer. 2017;116(6):e1. DOI: 10.1038/bjc.2016.364.

15. Chen Z., Song H., Yu Y., Wang L., Zhou L. Lung cancers combined with venous thromboembolism: a case report. Int J Clin Exp Med. 2016;9(7):13222-13226

16. Cha S., Shin K., Lim J., Yoo S., Lee S., Lee J. u ðp. Pulmonary embolism concurrent with lung cancer and central emboli predict mortality in patients with lung cancer and pulmonary embolism. J Thorac Dis. 2018; 10(1): 262-272. DOI: 10.21037/jtd.2017.12.32.