

3. Liao C.T., Chang J.T., Wang H.M., Ng S.H., Hsueh C., Lee L.Y. et al. Salvage therapy in relapsed squamous cell carcinoma of the oral cavity: How and when? *Cancer*. 2008; 112(1): 94—103.
4. Liu S.A., Wong Y.K., Lin J.C., Poon C.K., Tung K.C., Tsai W.C. Impact of recurrence interval on survival of oral cavity squamous cell carcinoma patients after local relapse. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 2007; 136: 112—8.
5. Agra I.M.G., Carvalho A.L., Ulbrich F.S. et al. Prognostic factors in salvage surgery for recurrent oral and oropharyngeal cancer. *Head Neck*. 2006; 28: 107—13.
6. Liao C.T., Chang J.T., Wang H.M. et al. Survival in squamous cell carcinoma of the oral cavity: differences between pT4 N0 and other stage IVA categories. *Cancer*. 2007; 110: 564—71.

## REFERENCES

1. Matyakin E.G., Uvarov A.A., Matyakin G.G. et al. Features of surgical interventions for patients with cancer of oral cavity and

- oropharynx after radical course of radiation. *Medical radiology*. 1991; 36(4): 33—6 (in Russian).
2. Paches A.I. *Head and neck cancer*. 4 edition. Moscow: Meditsine, 2000 (in Russian).
3. Liao C.T., Chang J.T., Wang H.M., Ng S.H., Hsueh C., Lee L.Y. et al. Salvage therapy in relapsed squamous cell carcinoma of the oral cavity: How and when? *Cancer*. 2008; 112(1): 94—103.
4. Liu S.A., Wong Y.K., Lin J.C., Poon C.K., Tung K.C., Tsai W.C. Impact of recurrence interval on survival of oral cavity squamous cell carcinoma patients after local relapse. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2007; 136: 112—8.
5. Agra I.M.G., Carvalho A.L., Ulbrich F.S. et al. Prognostic factors in salvage surgery for recurrent oral and oropharyngeal cancer. *Head Neck*. 2006; 28: 107—13.
6. Liao C.T., Chang J.T., Wang H.M. et al. Survival in squamous cell carcinoma of the oral cavity: differences between pT4 N0 and other stage IVA categories. *Cancer*. 2007; 110: 564—71.

Поступила 26.12.13

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2014

УДК 616.24-006-079.4-073.756.8:681.31

В.К. Коновалов<sup>1</sup>, В.Г. Колмогоров<sup>2</sup>, М.Н. Лобанов<sup>3</sup>, С.Л. Леонов<sup>4</sup>, А.М. Шайдук<sup>1</sup>**ОБЪЕМНАЯ ДЕНСИТОМЕТРИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ШАРОВИДНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ЛЕГКИХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО НЕЙРОНА**

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Алтайский государственный медицинский университет» Минздрава России, 656038, г. Барнаул; <sup>2</sup>КГБУЗ «Диагностический центр Алтайского края», 656038, г. Барнаул; <sup>3</sup>ФГБУ «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования», 656045, г. Барнаул; <sup>4</sup>ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 656038, г. Барнаул

*Опухолевые, специфические, неспецифические воспалительные и иные патологические процессы в легких имеют сходные черты при их визуализации интроскопическими методами. С целью повышения точности дифференциальной диагностики шаровидных образований легких путем количественной оценки их внутренней структуры при мультиспиральной компьютерной томографии применен вновь разработанный способ, заключающийся в прицельной объемной денситометрии. Обследовано 328 больных с первичным раком легкого, пневмонией и инфильтративным туберкулезом. Определен набор денситометрических параметров для дифференциальной диагностики заболеваний. Для попарного разделения нозологий использовался нелинейный нейрон. Чувствительность при разделении нозологий «первичный рак — инфильтративный туберкулез» составила 91,1%, специфичность — 88,6%, точность — 90,2%. Чувствительность при разделении нозологий «первичный рак — пневмония» составила 90,4%, специфичность — 74,5%, точность — 84,2%. Чувствительность при разделении нозологий «инфильтративный туберкулез — пневмония» составила 79,5%, специфичность — 80,8%, точность — 80,2%.*

**Ключевые слова:** шаровидные образования легких; мультиспиральная компьютерная томография; денситометрия; структура; искусственный нейрон; дифференциальная диагностика.

**DENSITOMETRICAL VOLUME DIAGNOSTICS OF SPHERICAL FORMATIONS IN LUNGS WITH THE USE OF ARTIFICIAL NEURON**В.К. Konovalov<sup>1</sup>, В.Г. Kolmogorov<sup>2</sup>, М.Н. Lobanov<sup>3</sup>, С.Л. Leonov<sup>4</sup>, А.М. Shayduk<sup>1</sup>

<sup>1</sup>The Altai State Medical University, 656038, Barnaul, Russian Federation; <sup>2</sup>Diagnostic center of the Altai territory, 656038, Barnaul, Russian Federation; <sup>3</sup>Federal Center of Traumatology, Orthopedics and Endoprosthesis replacement, 656045, Barnaul, Russian Federation; <sup>4</sup>I.I. Polzunov Altai State Technical University, 656038, Barnaul, Russian Federation

*Cancer, specific, nonspecific inflammatory and other pathological processes in lungs have similar lines in their visualization by multislice computed tomography methods. In order to improve the accuracy of the differential diagnosis of spherical formations in lungs by quantifying their internal structure with multislice computed tomography a newly developed method comprising sighting volume densitometry was used. 328 patients with primary cancer of a lung, pneumonia and infiltrative tuberculosis are surveyed. The set of densitometry parameters for differential diagnostics of diseases is defined. For paired division of diseases the nonlinear neuron was used. Sensitivity at division of the «primary cancer — infiltrative tuberculosis» made 91,1%, specificity — 88,6%, accuracy — 90,2%. Sensitivity at division of the «primary cancer — pneumonia» made 90,4%, specificity —*

74,5%, accuracy — 84,2%. Sensitivity at division of the «infiltrative tuberculosis — pneumonia» made 79,5%, specificity — 80,8%, accuracy — 80,2%.

Key words: spherical formations of lungs; multispiral computed tomography; densitometry; structure; artificial neuron; differential diagnostics.

Несмотря на современные методологические подходы к обследованию и аппаратурные средства, не всегда возможно достоверно установить природу шаровидного образования легких (ШОЛ) [1—3]. Это вызвано тем, что опухолевые, специфические, неспецифические воспалительные и иные патологические процессы имеют сходные черты при их визуализации интроскопическими методами [4, 5].

В повседневной практике рентгенолога до сих пор преобладают качественные подходы в оценке изображений ШОЛ. Это относится и к мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ). При этом анализируются размер шаровидного образования, его локализация, форма, наличие кальцинатов, областей распада и т. п. Однако высокая чувствительность МСКТ к градиации плотности тканей, а также принципиально новый уровень денситометрии обеспечивают возможность количественной дифференциальной диагностики.

Важнейшим достижением МСКТ является доступность высокого изотропного разрешения в трех измерениях при рутинных исследованиях [6]. Данные литературы свидетельствуют о пристальном внимании к денситометрии как методу, позволяющему освободиться от субъективизма при трактовке рентгеновских изображений. Основное достоинство метода заключается в возможности превратить зрительно воспринимаемый образ в цифровой аналог и применить новые математические разработки, в частности с использованием фрактальных размерностей [7—10].

Известен способ измерения плотности патологических очаговых образований путем денситометрии пикселей в области интереса, выделяя ее в ручном режиме с помощью штатного программного обеспечения. При этом рассчитывается средняя плотность и величина стандартного отклонения в единицах Хаунсфилда (НУ) [11]. Однако посредством описанного способа невозможно оценить внутреннюю структуру ШОЛ и, следовательно, диагностировать заболевание, пользуясь информацией только о средней плотности и стандартном отклонении в одном срезе.

Одним из способов оценки структуры ШОЛ является методика, включающая исследование их изображений при МСКТ с выделением объемов интереса путем автоматизированной дифференциации наружных границ образования от окружающих тканей [12]. При этом используется множество срезов и анализируются полученные параметры — собственно объем (в мм<sup>3</sup>), эффективный диаметр (в мм), плотность в единицах НУ. В качестве объемов интереса используют наружные границы сегментированного компьютером ШОЛ. Однако этот способ недостаточно точен, так как при выделении наружных границ в зону интереса попадают и не относящиеся к ШОЛ ткани, а при наличии участков деструкции, тканевого детрита, кальцинатов и других включений в ШОЛ они существенно искажают параметры изучаемых образований.

Цель работы — повышение точности дифференциальной диагностики ШОЛ путем денситометрической оценки их внутренней структуры с использованием искусственного нейрона.

## Материал и методы

Проведен статистический анализ денситометрических показателей ШОЛ, полученных путем прицельной объемной денситометрии при МСКТ у 328 больных (табл. 1). Диагнозы были верифицированы морфологическими, бактериологическими и клиническими методами. МСКТ осуществлялась на компьютерном томографе Aquilion 64 (Toshiba Medical Systems) в фазе максимального вдоха. Перед сканированием проводилась тренировка задержки дыхания, позволявшая увеличить время задержки вдоха. Шаг сканирования 1,0 мм, напряжение 120 kV у взрослых (у детей 80 kV). Матрица 512×512 элементов. Ток на трубке задавался с использованием программы <sup>sure</sup> Exposure, позволяющей компьютеру выбирать силу тока автоматически по выполненным предварительно сканограммам в прямой и боковой проекциях. Осуществлялась реконструкция срезов толщиной 1 мм. Кernels конволюции FC50.

Исследование изображений осуществляли путем объемной денситометрии прицельно внутри шаровидных образований с выделением объемов интереса, в качестве которых использовали денситометрические плотности, свободные от участков деструкции и/или кальцинации. Следует особо отметить, что прицельная объемная денситометрия проводилась только на нативных (безконтрастных) изображениях.

Анализ распределения денситометрических плотностей проводили в выделенном объеме как в плоскости среза, так и с учетом различных срезов. При наличии участков деструкции на I этапе на трансверсальных срезах и мультипланарных реконструкциях внутри ШОЛ определяли область, свободную от участков деструкции. На II этапе определяли количество трансверсальных срезов в выбранном объеме. На III этапе на трансверсальных срезах компьютерных томограмм последовательно от среза к срезу в выделенных зонах интереса проводили прямую выборку значений пикселей из файлов в формате DICOM. Сходным образом поступали при наличии участков кальцинации в ШОЛ.

Применялась компьютерная программа Рентгенолог+ (Россия, Барнаул) [13], позволяющая проводить прямую выборку значений плотностей пикселей в табличном виде в выделенных зонах интереса из файлов в формате DICOM для последующего анализа. Получен-

Таблица 1

### Распределение больных по формам заболеваний

Форма заболеваний	Число больных	(M ± m), %
Первичный рак	146	44,5 ± 2,7
Пневмония	94	28,7 ± 2,4
Инфильтративный туберкулез	88	26,8 ± 2,4
Всего ...	328	100,0

Для корреспонденции: Коновалов Владимир Константинович — д-р мед. наук, проф. каф. лучевой диагностики; 656038, г. Барнаул, пр. Ленина, д. 40, e-mail: kon4867@gmail.com

Таблица 2

Набор денситометрических параметров

Параметр	Обозначение
Средняя плотность всех срезов ШОЛ	$C_p$
Коэффициент корреляции средней по срезам плотности ШОЛ при описании параболической зависимостью	$r_{\text{ср. параб}}$
Среднее среднеквадратичных отклонений плотности ШОЛ по срезам	$CKO_{\text{ср}}$
Коэффициент корреляции среднеквадратичного отклонения плотности ШОЛ по срезам при описании параболической зависимостью	$r_{CKO \text{ параб}}$
Средняя по срезам фрактальная размерность ШОЛ	FD
Среднеквадратичное отклонение фрактальной размерности ШОЛ	$d_{FD}$

ные данные заносили в процессор Microsoft Excel для статистической обработки.

На основании последовательных выборок был определен набор денситометрических параметров для дифференциальной диагностики заболеваний «первичный рак», «пневмония» и «инфильтративный туберкулез» [14] (табл. 2).

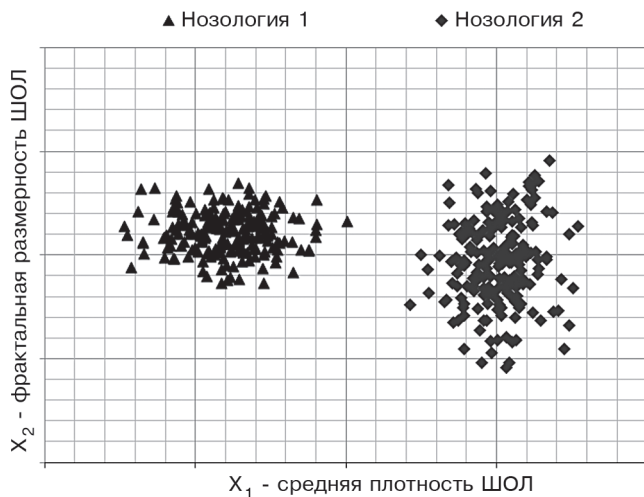


Рис. 1. Распределение анализируемых параметров ШОЛ для двух нозологий на плоскости.

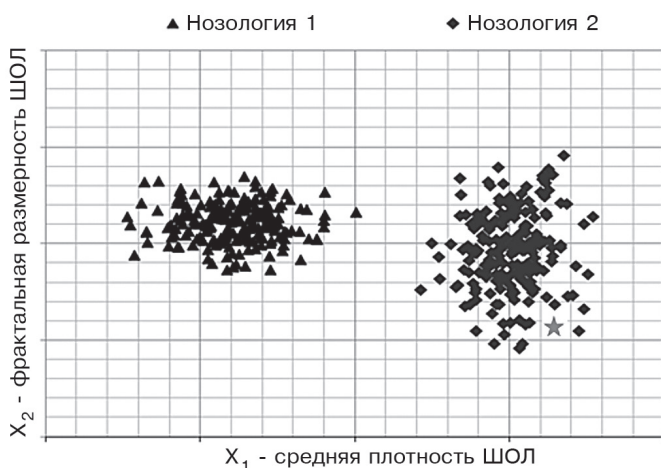


Рис. 2. Значения анализируемых параметров для нового пациента.

Алгоритм дифференциальной диагностики ШОЛ заключается в построении математической зависимости для разделения нозологий на группы в соответствии со значениями анализируемых параметров [15,16]. Общий подход для получения такого разделения рассмотрен на примере двух параметров:  $X_1$  – средняя плотность,  $X_2$  – фрактальная размерность; рассчитывая значения этих параметров для пациентов из базы данных и интерпретируя их как координаты точек на плоскости, получим графическое изображение (рис. 1).

Для организации дифференциальной диагностики ШОЛ у нового пациента необходимо определить параметры  $X_1$  и  $X_2$  и изобразить положение новой точки на плоскости. На рис. 2 эта точка обозначена символом ★. Очевидно, что заболевание у нового пациента с высокой долей вероятности необходимо отнести к нозологии 2.

На рис. 1, 2 представлено идеальное разделение нозологий, хотя при реальных данных эти области могут перекрываться, создавая область неопределенности. При трех параметрах  $X_1, X_2$  и  $X_3$  для графического построения областей нозологий необходимо строить объемное изображение. При большем количестве параметров графическое представление невозможно.

Для попарного разделения нозологий использовался нелинейный нейрон — математический алгоритм вычисления в зависимости от набора входных параметров  $\{X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6\}$  выходной величины  $V \in [0; 1]$ . При этом преобразование данных проводится по следующему алгоритму:

— из входных данных формируется их линейная комбинация

$$f = b_0 + \sum_{i=1}^6 b_i x_i \tag{1}$$

— значение  $f$  подставляется в функцию

$$Y = \frac{1}{1 + e^{-\alpha f}}, \text{ где } \alpha > 0. \tag{2}$$

В данной работе использовался нелинейный нейрон  $Y$  (рис. 3), внутренняя структура которого описывается зависимостями:

$$Y = \frac{1}{1 + e^{-\alpha f}}$$

$$f = b_0 + \sum_{i=1}^6 b_i x_i + \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^6 b_j x_i x_j .$$

Для наилучшего разделения нозологий коэффициенты рассчитывались с помощью метода наименьших

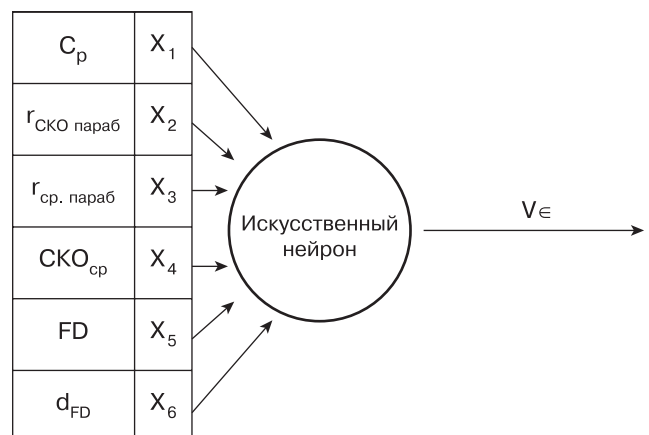


Рис. 3. Схема искусственного нейрона.

квадратов в среде табличного процессора Excel с использованием языка программирования VBA. Для каждой пары нозологий производилось обучение нейрона (расчет коэффициентов  $b_i$ ).

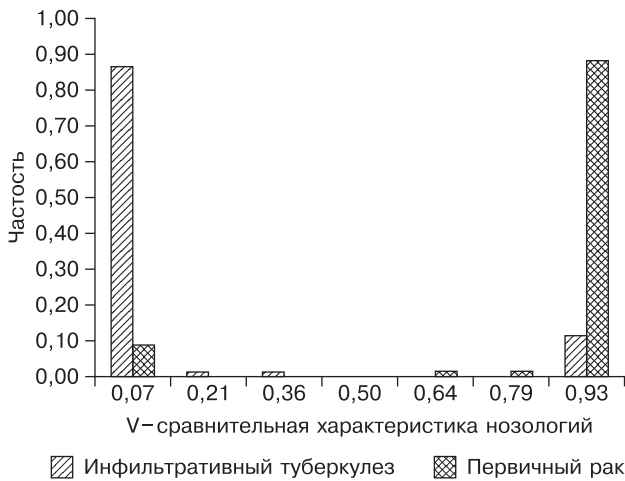


Рис. 4. Гистограмма разделения нозологий «первичный рак» и «инфильтративный туберкулез».

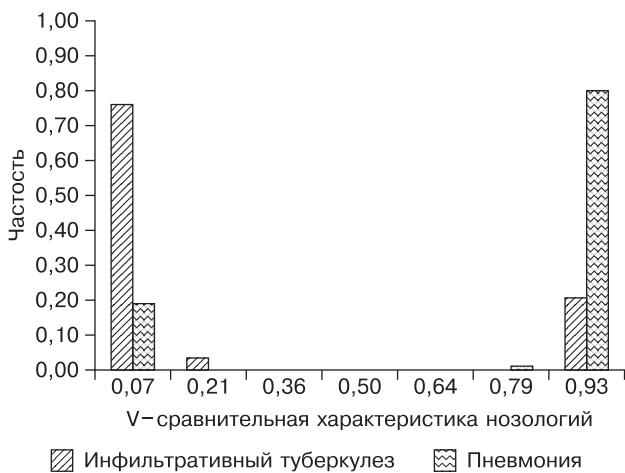


Рис. 5. Гистограмма разделения нозологий «инфильтративный туберкулез» и «пневмония».

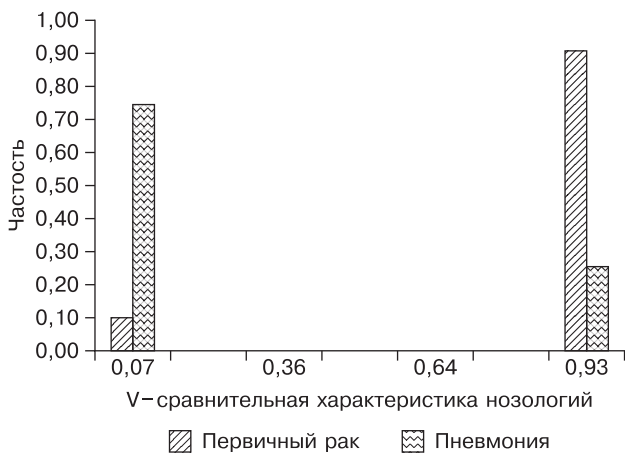


Рис. 6. Гистограмма разделения нозологий «первичный рак» и «пневмония».

## Результаты и обсуждение

Разделение нозологий «первичный рак — инфильтративный туберкулез» показано на рис. 4. По оси абсцисс отложен параметр  $V$  — сравнительная характеристика нозологий. При обучении нейрона полагалось, что  $V = 0$  соответствует нозологии «инфильтративный туберкулез», а  $V = 1$  — нозологии «первичный рак». По оси

ординат отложена частость  $m_i = \frac{n_i}{n}$ , где  $n_i$  — количество

пациентов из базы, попавших в соответствующий интервал значений.

Анализ гистограммы показывает, что разделение нозологий произошло. В области  $V < 0,50$  находится 88,6% пациентов с верифицированным диагнозом «инфильтративный туберкулез», а в области  $V > 0,50$  — 91% пациентов с верифицированным диагнозом «первичный рак».

Аналогичные результаты получены и при разделении нозологий «инфильтративный туберкулез — пневмония» (рис. 5). В области  $V < 0,50$  находится 81% пациентов с верифицированным диагнозом «инфильтративный туберкулез», а в области  $V > 0,50$  — 79,5% пациентов с верифицированным диагнозом «пневмония».

При разделении нозологий «первичный рак — пневмония» получены следующие результаты (рис. 6): в области  $V < 0,50$  находится 74,5% пациентов с верифицированным диагнозом «пневмония», а в области  $V > 0,50$  — 90,4% пациентов с верифицированным диагнозом «первичный рак».

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что обучение искусственного нейрона прошло успешно и нейронную сеть можно использовать при проведении дифференциальной диагностики.

В качестве примеров приводим следующие наблюдения. 1. Больной 45 лет. Выявлен при проверочной флюорографии. Поступил в клинику с диагнозом: периферическое заболевание нижней доли левого легкого? заполненная киста? На цифровых рентгенограммах в заднем сегменте нижней доли левого легкого определяется шаровидное образование размером до 3,5×3,5 см, с четкими контурами, гомогенной структуры. В правом легком патологических изменений не выявлено (рис. 7).

При МСКТ в заднем сегменте нижней доли слева визуализируется шаровидное образование неправильной формы размером до 4,5×4,5×4,3 см, гомогенной структуры, с бугристыми контурами, прилежащее к диафрагме (рис. 8).

Заключение после МСКТ: «учитывая бугристость контуров шаровидного образования, наличие «дорожки» лимфангита, деформацию и смещение междолевой щели, увеличение регионарных лимфатических узлов, больше данных за опухолевый процесс».

Выполнена прицельная объемная денситометрия ШОЛ по разработанному способу. Статистический анализ полученных данных показал распределение денситометрических параметров, характерное для первичного рака легкого.

Обработка данных с помощью искусственного нейрона «первичный рак — инфильтративный туберкулез» выдала значение  $V=1,00$ , что с высокой достоверностью свидетельствовало о диагнозе первичного рака. Искусственный нейрон «первичный рак — пневмония» также выдал значение  $V=1,00$ , что подтверждало данный диагноз.

Больной был прооперирован — резецирована нижняя доля. Гистологическое исследование операционного препарата — карциносаркома.



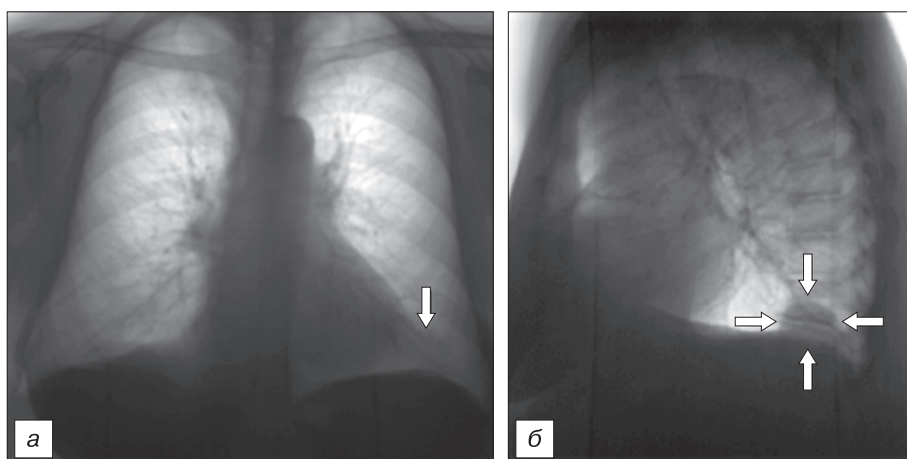
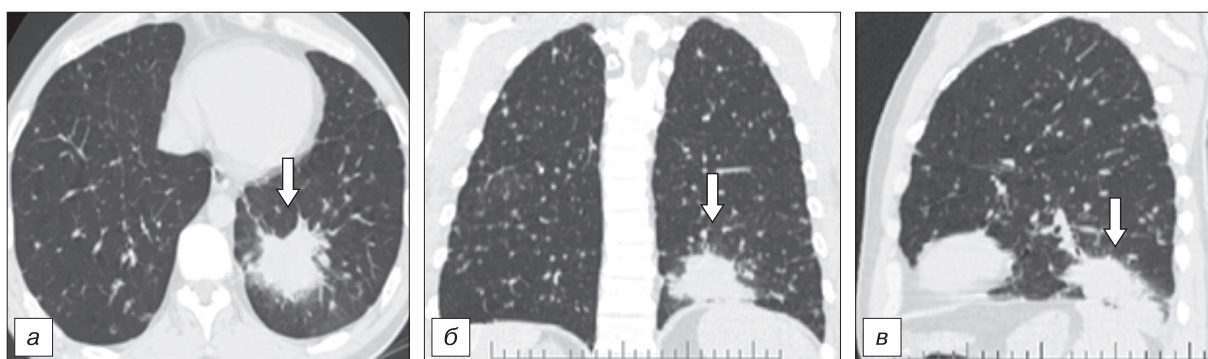


Рис. 7. Цифровые рентгенограммы органов грудной клетки в прямой (а) и боковой (б) проекциях. Больной 45 лет.

Рис. 8. Трансверзальный срез (а) и мультипланарные реконструкции компьютерных томограмм в прямой (б) и боковой (в) проекциях органов грудной клетки. Больной 45 лет.



Прицельная объемная денситометрия ШОЛ у больного позволила подтвердить наличие первичного рака легкого. Данное наблюдение демонстрирует распределение денситометрических параметров, характерное для первичного рака легкого.

2. Больной 55 лет. Поступил в поликлиническое

отделение с предположительными диагнозами: острая пневмония нижней доли слева? инфильтративный туберкулез? периферический рак? После перенесенного гриппа в течение одного месяца отмечал слабость, потливость, продуктивный кашель, прожилки крови в мокроте. На цифровых рентгенограммах в заднем сегменте

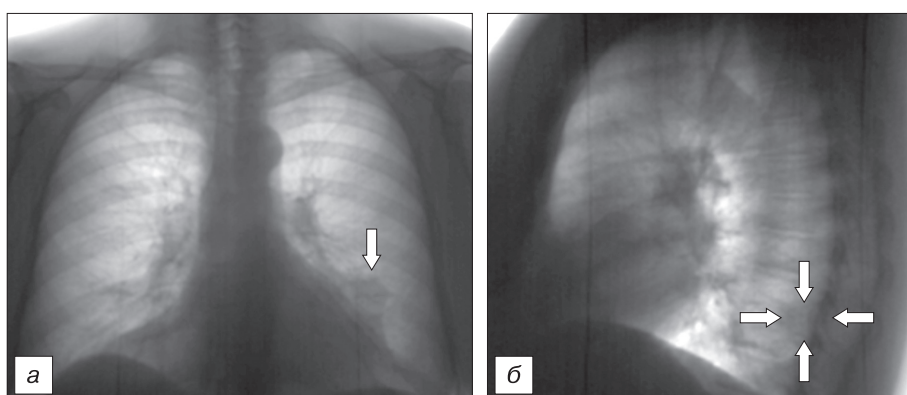
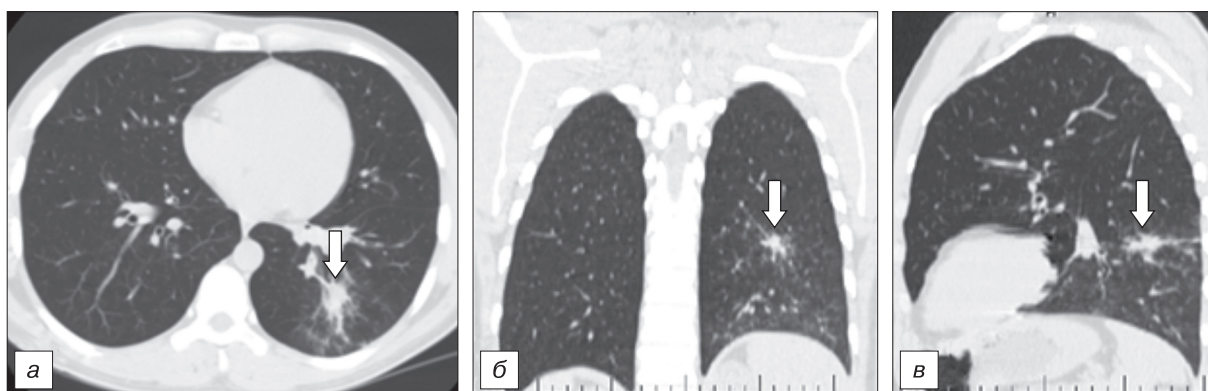


Рис. 9. Цифровые рентгенограммы органов грудной клетки в прямой (а) и боковой (б) проекциях. Больной 55 лет.

Рис. 10. Трансверзальный срез (а) и мультипланарные реконструкции компьютерных томограмм в прямой (б) и боковой (в) проекциях органов грудной клетки. Больной 55 лет.



нижней доли левого легкого определяется шаровидное образование размером до 3,0×3,0 см, с четкими контурами, гомогенной структуры. В правом легком патологических изменений не выявлено (рис. 9).

При МСКТ в заднем сегменте нижней доли слева визуализируется шаровидное образование неправильной формы размером до 3,5×3,5×2,5 см, гомогенной структуры, с бугристыми контурами, «дорожка» лимфангита к паракостальной плевре (рис. 10).

Заключение после МСКТ: «учитывая бугристость контуров шаровидного образования, наличие «дорожки» лимфангита к паракостальной плевре, больше данных за опухолевый процесс».

Выполнена прицельная объемная денситометрия ШОЛ по разработанному способу. Статистический анализ полученных данных показал распределение денситометрических параметров, характерное для пневмонии.

Обработка данных с помощью искусственного нейрона «первичный рак — инфильтративный туберкулез» выдала значение  $V = 0,00$ , что исключало диагноз «первичный рак». Искусственный нейрон «первичный рак — пневмония» также выдал значение  $V = 0,00$ , что подтверждало диагноз пневмонии.

Больной был направлен в стационар, где после углубленного клинического обследования, эффективности противовоспалительной терапии был установлен диагноз: сегментарная пневмония нижней доли слева.

Прицельная объемная денситометрия ШОЛ у больного позволила исключить первичный рак легкого. Данное наблюдение демонстрирует распределение денситометрических параметров, характерное для пневмонии.

3. Б о л ь н о й 52 года. Выявлен при проверочном флюорографическом обследовании. Диагноз при поступлении в клинику: туберкулома верхней доли левого легкого? периферический рак? На рентгенограммах в прямой и левой боковой проекциях слева в переднем сегменте верхней

доли определяется округлой формы затемнение с четкими контурами, однородной структуры размером до 2,5×3,0 см, «дорожка» к корню. Увеличены лимфатические узлы бронхопульмональной группы слева (рис. 11).

При МСКТ слева в переднем сегменте верхней доли визуализируется шаровидное образование неправильной формы размером до 3,8×3,8×3,3 см, гомогенной структуры, с бугристыми контурами, «дорожкой» лимфангита к утолщенной паракостальной плевре. Увеличены до 1,4 см бронхопульмональные лимфатические узлы слева (рис. 12).

Заключение после МСКТ: «учитывая бугристость контуров шаровидного образования, наличие «дорожки» лимфангита, утолщение паракостальной плевры, увеличение регионарных лимфатических узлов, больше данных за опухолевый процесс».

Выполнена прицельная объемная денситометрия ШОЛ по разработанному способу. Статистический анализ полученных данных показал распределение денситометрических параметров, характерное для инфильтративного туберкулеза

Обработка данных с помощью искусственного нейрона «первичный рак — инфильтративный туберкулез» выдала значение  $V = 0,011$ , что с высокой достоверностью свидетельствовало о диагнозе инфильтративного туберкулеза. Искусственный нейрон «инфильтративный туберкулез — пневмония» выдал значение  $V = 0,00$ , что подтверждало диагноз инфильтративного туберкулеза. Искусственный нейрон «первичный рак — пневмония» выдал значение  $V = 0,001$ , что надежно исключало диагноз первичного рака.

Больной был направлен в стационар, где после углубленного клинического обследования, обнаружения микобактерий туберкулеза методом люминесцентной микроскопии был установлен диагноз: инфильтративный туберкулез верхней доли левого легкого.

Прицельная объемная денситометрия ШОЛ у больного позволила исключить первичный рак легкого.

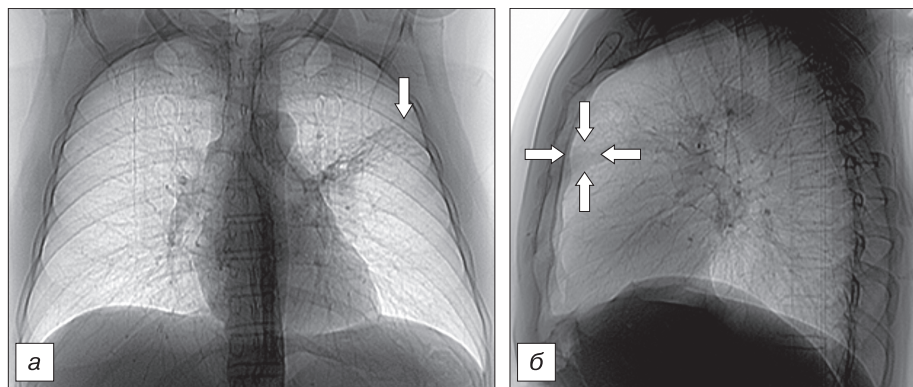


Рис. 11. Цифровые рентгенограммы органов грудной клетки в прямой (а) и боковой (б) проекциях. Больной 52 года.

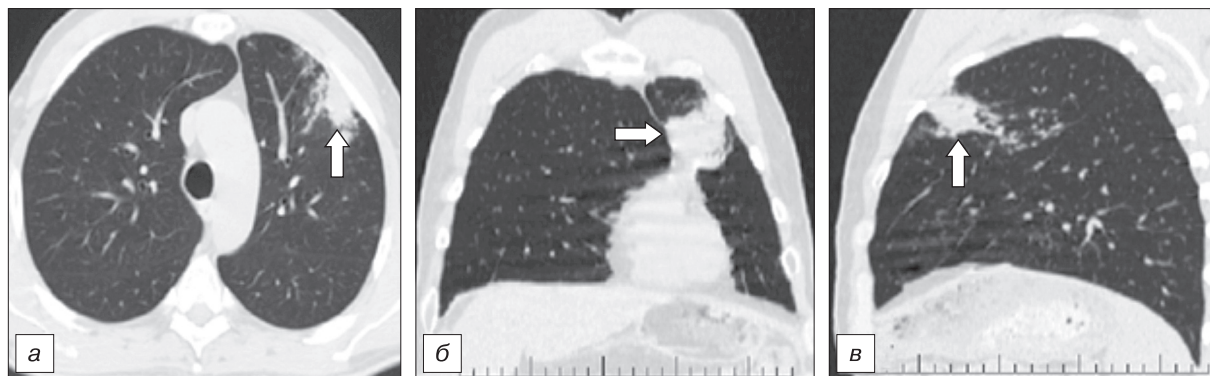


Рис. 12. Трансверсальный срез (а) и мультипланарные реконструкции компьютерных томограмм в прямой (б) и боковой (в) проекциях органов грудной клетки. Больной 52 года.



Данное наблюдение демонстрирует распределение денситометрических параметров, характерное для инфильтративного туберкулеза.

## Выводы

1. Денситометрическая оценка плотности шаровидных образований легких на последовательно расположенных срезах дает возможность количественно определять их структуру.

2. Разработанный способ прицельной объемной денситометрии шаровидных образований легких и анализ полученных параметров распределения повышает точность оценки их внутренней структуры.

3. Разработанный искусственный нелинейный нейрон для попарного разделения шаровидных образований легких на основе многомерной обработки денситометрических параметров позволяет получить разделение нозологических форм «первичный рак — инфильтративный туберкулез» с точностью 90,2%; «первичный рак — пневмония» — 84,2%; «инфильтративный туберкулез — пневмония» — 80,2%.

4. Чувствительность при разделении нозологий «первичный рак — инфильтративный туберкулез» составила 91,1%, специфичность — 88,6%. Чувствительность при разделении нозологий «первичный рак — пневмония» составила 90,4%, специфичность — 74,5%. Чувствительность при разделении нозологий «инфильтративный туберкулез — пневмония» составила 79,5%, специфичность — 80,8%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Власов П.В. Лучевая диагностика заболеваний органов грудной полости. М.: Видар; 2006.
2. Габуния Р.И., Колесникова Е.К. Компьютерная томография в клинической диагностике. М.: Медицина; 1995.
3. Иваничко Т.Е. Особенности дифференциальной диагностики периферических образований легких при компьютерной томографии: Дисс. Томск; 2000.
4. Лукомский Г.И., Шулутко М.Л., Виннер М.Г., Овчинников А.А. Бронхопульмонология. М.: Медицина; 1982.
5. Найдич Б.Г. Проблема нестабильности восприятия и интерпретации рентгеновских изображений шаровидных образований легких. Вестник рентгенологии и радиологии. 1989; 3: 69—74.
6. Календер В. Компьютерная томография. М.: Техносфера; 2006.
7. Гончаренко Г.В., Гуревич Л.А., Миленцева Е.Г. Денситометрия томограмм в оценке результатов лучевой терапии периферического рака легкого. Медицинская радиология. 1989; 4: 16—8.
8. Коновалов В.К., Шойхет Я.Н., Лазарев А.Ф., Леонов С.Л., Колмогоров В.Г., Собакар Ю.Е. и др. Стандартизация денситометрии внутригрудных лимфатических узлов при аэрозольной КТ-лимфографии. Проблемы клинической медицины. 2005; 4: 92—100.
9. Kido S., Kuriyama K., Higashiyama M., Kasugai T. Kuroda C. Fractal analysis of internal and peripheral textures of small peripheral bronchogenic carcinomas in thin-section computed tomography: Comparison of bronchioloalveolar cell carcinomas with nonbronchioloalveolar cell carcinomas. J. Comput. Assist. Tomography. 2003; 27: 56—61.
10. Al-Kadi O. S., Watson D. Texture analysis of aggressive and non-aggressive lung tumor CE CT images. IEEE Transact. Biomed. Engng. 2008; 55 (7): 1822—30.
11. Хофер М. Компьютерная томография. Базовое руководство. М.: Медицинская литература; 2008.
12. Руководство пользователя рабочей станции Vitrea® 2. Vital Images, Inc.; 2006.
13. Ворона О.И., Леонов С.Л., Коновалов В.К., Шайдук А.М. Получение параметров компьютерных изображений. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013613849. Дата регистрации 17 апреля 2013 г.
14. Лобанов М.Н. Дифференциальная диагностика шаровидных образований легких при мультиспиральной компьютерной томографии на основе многомерной обработки денситометрических параметров: Дисс. Барнаул; 2013.
15. Коновалов В.К., Лобанов М.Н., Леонов С.Л., Шайдук А.М., Колмогоров В.Г., Домбровский А.А. Денситометрия шаровидных образований легких с использованием искусственного нейрона. Вестник алтайской науки. 2013; 2—1: 140—8.
16. Коновалов В.К., Лобанов М.Н., Леонов С.Л., Шайдук А.М., Колмогоров В.Г., Домбровский А.А. Способ количественной оценки структуры шаровидных образований легких при мультиспиральной компьютерной томографии. Вестник алтайской науки. 2013; 2—1: 149—53.

## REFERENCES

1. Vlasov P.V. Beam diagnostics of diseases of bodies of a chest cavity. Moscow: Vidar; 2006 (in Russian).
2. Gabuniya R.I., Kolesnikova E.K. Computed tomography in clinical diagnostics. Moscow: Meditsinf; 1995 (in Russian).
3. Ivanichko T.E. Features of differential diagnostics of peripheral formations of lungs at a computed tomography: Diss. Tomsk; 2000 (in Russian).
4. Lukomskiy G.I., Shulutko M.L., Vinner M.G., Ovchinnikov A.A. Bronkhopulmonologiya. Moscow: Meditsinf; 1982 (in Russian).
5. Naydich B.G. Problem of instability of perception and interpretation of x-ray images of spherical formations of lungs. Messenger of a radiology and radiology. 1989; 3: 69—74 (in Russian).
6. Kalender V. Computed tomography. Moscow: Technosphaera; 2006 (in Russian).
7. Goncharenko G.V., Gurevich L.A., Milent'eva E.G. Densitometry of tomograms in an assessment of results of radiation therapy of a peripheral cancer of a lung. Medical radiology. 1989; 4: 16—8 (in Russian).
8. Konovalov V.K., Shoykhet Ya. N., Lazarev A.F., Leonov S.L., Kolmogorov V.G., Sobakar Yu.E. i dr. Standardization of densitometry of intra chest lymph nodes at aerosol KT-limfografiya. Problems of clinical medicine. 2005; 4: 92-100 (in Russian).
9. Kido S., Kuriyama K., Higashiyama M., Kasugai T. Kuroda C. Fractal analysis of internal and peripheral textures of small peripheral bronchogenic carcinomas in thin-section computed tomography: Comparison of bronchioloalveolar cell carcinomas with nonbronchioloalveolar cell carcinomas. J. Comput. Assist. Tomography. 2003; 27: 56—61.
10. Al-Kadi O. S., Watson D. Texture analysis of Aggressive and non-aggressive lung tumor CE CT images. IEEE Transac. Biomed. Engng. 2008; 55 (7): 1822—30.
11. Khofer M. Computed tomography. Basic management. Moscow: Med. lit.; 2008 (in Russian).
12. Workstation vitrea® 2. Vital Images, Inc user's guide.; 2006 (in Russian).
13. Vorona O.I., Leonov S.L., Konovalov V.K., Shayduk A.M. Obtaining parameters of computer images. Certificate on the state registration of the computer program. № 2013613849. Registration date on April 17, 2013 (in Russian).
14. Lobanov M.N. Differential diagnostics of spherical formations of lungs at a multispiral computer tomography on the basis of multidimensional processing of densitometrical parameters. Diss. Barnaul; 2013 (in Russian).
15. Konovalov V.K., Lobanov M.N., Leonov S.L., Shayduk A.M., Kolmogorov V.G., Dombrovskiy A.A. Densitometry of spherical formations of lungs with use of artificial neuron. Messenger of the Altai science. 2013; 2—1: 140—8 (in Russian).
16. Konovalov V.K., Lobanov M.N., Leonov S.L., Shayduk A.M., Kolmogorov V.G., Dombrovskiy A.A. Way of a quantitative assessment of structure of spherical formations of lungs at a multispiral computer tomography. Messenger of the Altai science. 2013; (2—1): 149—53 (in Russian).

Поступила 25.12.13