© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2019

Борисенко О.В.[1], Коновалов В.К.[1], Лазарев А.Ф.[1], Леонов С.Л.[2]

ВОЗМОЖНОСТИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ГИСТОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМ ПЕРВИЧНОГО РАКА ЛЁГКОГО ПРИ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

[1]ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 656038, Барнаул;
[2]ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», Барнаул

Проблема рака лёгкого (РЛ), визуализирующегося в том числе шаровидным образованием лёгкого (ШОЛ), с каждым годом приобретает всё большую актуальность. В структуре онкологической заболеваемости населения России у мужчин в 2018 г. эта патология занимала лидирующие позиции – 16,9% (у женщин – 4,0%). При анализе распределения больных РЛ различных возрастных групп в зависимости от гистотипа опухоли установлено, что в большинстве это аденокарцинома и плоскоклеточный РЛ – 85 %. Проведена МСКТ у 342 пациентов с ШОЛ в возрасте от 45 до 80 лет на компьютерных томографах Aquillion 64 и Asteion 4 (Toshiba Medical Systems). Цифровой анализ сканов проводили с помощью программы «Рентгенолог+» (Россия, Барнаул), позволяющей выполнять прямую выборку средних значений плотностей пикселей в табличном виде в выделенных областях интереса из файлов в формате DICOM для последующего анализа и статистической обработки. Полученные денситометрические показатели поступали на входы искусственной нейронной сети. Эффективность дифференциальной диагностики гистологических форм: чувствительность 35,7+2,6%, специфичность 40,6+2,6%, точность 76,3+2,3%.

Ключевые слова: *компьютерная томография, гистологические формы рака лёгкого, искусственный интеллект.*

Для цитирования: Борисенко О.В., Коновалов В.К., Лазарев А.Ф., Леонов С.Л. Возможности дифференциальной диагностики гистологических форм первичного рака лёгкого при мультиспиральной компьютерной томографии на основе искусственного интеллекта. *Российский онкологический журнал*. 2019; 24 (3–6): 102–104. DOI: http://dx.doi.org/10.18821/1028-9984-2019-24-3-6-102-104.

Для корреспонденции: *Борисенко Ольга Васильевна*, аспирант, ассистент кафедры онкологии, лучевой терапии, лучевой диагностики и ПДО ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 656038, Барнаул. E-mail: dr_borisenko.olga@mail.ru

Borisenko O.V.[1], Konovalov V.K.[1], Lazarev A.F.[1], Leonov S.L.[2]

POSSIBILITIES OF DIFFERENTIAL DIAGNOSTICS OF HISTOLOGICALFORMS OF PRIMARY LUNG CANCER WITH MULTI-SPIRAL COMPUTED TOMOGRAPHY BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

[1] Altai State Medical University, 656038, Barnaul, Russian Federation;
[2]Altai State Technical University, 656038, Barnaul, Russian Federation

The problem of lung cancer, visualized including spherical formation of the lung, is becoming increasingly important every year. In the structure of the oncological morbidity of the Russian population among men in 2018, this pathology occupied the leading position – 16.9% (in women – 4.0%). When analyzing the distribution of patients with lung cancer of various age groups depending on the histotype of the tumor, it was found that in most cases it is adenocarcinoma and squamous lung cancer – 85%. MSCT was performed in 342 patients with spherical formation of the lung aged 45 to 80 years using computed tomographs Aquillion 64 and Asteion 4 (Toshiba Medical Systems). Digital analysis of scans was performed using the X-ray + program (Russia, Barnaul), which allows direct sampling of average pixel densities in a tabular form in selected areas of interest from DICOM files for subsequent analysis and statistical processing. The obtained densitometric indicators were received at the inputs of an artificial neural network. The effectiveness of differential diagnosis of histological forms: sensitivity – 35.7 + 2.6%, specificity – 40.6 + 2.6%, accuracy –76.3 + 2.3%.

Keywords: *computed tomography, histological forms of lung cancer, artificial intelligence.*

For citation: Borisenko O.V., Konovalov V.K., Lazarev A.F., Leonov S.L. Possibilities of differential diagnostics of histological forms of primary lung cancer with multi-spiral computed tomography based on artificial intelligence. *Rossiiskii onkologicheskii zhurnal. (Russian Journal of Oncology).* 2019; 24 (3–6): 102–104. (In Russ). DOI: http://dx.doi.org/10.18821/1028-9984-2018-23-3-4-102-104.

For correspondence: *Olga V. Borisenko*, postgraduate, assistant of the department of oncology, radiation therapy, radiation diagnostics, Altai State Medical University, 656038, Barnaul, Russian Federation. E-mail: dr_borisenko.olga@mail.ru .

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.
Acknowledgment. The study had no sponsorship.
Contribution. Article is prepared with equal participation of the authors.

Received 15 March 2020
Accepted 29 March 2020

Проблема рака лёгкого (РЛ), визуализирующегося в том числе шаровидным образованием лёгкого (ШОЛ), с каждым годом приобретает всё большую актуальность [1, 2, 6, 8, 10, 11]. В структуре онкологической заболеваемости населения России у мужчин в 2018 г. эта патология занимала лидирующие позиции – 16,9% (у женщин – 4,0%). В течение последних 20 лет смертность от РЛ увеличилась на 76% среди мужчин и на 135% среди женщин и составляет 55,8 на 100000 населения [3].

В Алтайском крае заболеваемость РЛ в 2017 г. составила 71,7 среди мужчин и 9,2 среди женщин на 100000 населения (в 2015 г. – 117,8 среди мужчин и 16,7 среди женщин) [7].

При анализе распределения больных РЛ различных возрастных групп в зависимости от гистотипа опухоли установлено, что в большинстве это аденокарцинома и плоскоклеточный РЛ – 85 % [5].

Увеличение контингента больных с заболеваниями органов грудной полости требует постоянного совершенствования форм и методов диагностики и дифференциальной диагностики ШОЛ, разработки новых объективных критериев оценки получаемых интроскопических данных [9] .

Цель исследования: определение возможности дифференциальной диагностики аденокарциномы и плоскоклеточного рака лёгкого при мультиспиральной компьютерной томографии на основе искусственного интеллекта.

Материал и методы

Проведена МСКТ у 342 пациентов с ШОЛ в возрасте от 45 до 80 лет на компьютерных томографах Aquillion 64 и Asteion 4 (Toshiba Medical Systems) в фазе максимального вдоха. Шаг сканирования – 1,0 мм, напряжение на трубке 120 kV. Толщина среза – 1 мм, матрица 512×512 элементов. Обследовано 267 (78,1%) мужчин и 75 (21,9%) женщин.

Распределение больных по гистологическим формам рака:

– гистологическая форма 8070/3 – 180 (52,6%),
– гистологическая форма 8140/3 – 162 (47,4%).

У всех пациентов диагнозы были верифицированы морфологическими и цитологическими методами.

Цифровой анализ сканов проводили с помощью программы «Рентгенолог+» (Россия, Барнаул), позволяющей проводить прямую выборку средних значений плотностей пикселей в табличном виде в выделенных областях интереса из файлов в формате DICOM для последующего анализа и статистической обработки. В работе использовалась международная гистологическая классификация опухолей лёгких (ВОЗ, Женева, 1981).

Чувствительность, специфичность и точность метода оценивались в соответствии с рекомендациями ВОЗ (1992), предложенными для определения показателей диагностической значимости методов визуализации при скрининговых исследованиях [4].

Результаты и обсуждение

Проведён статистический анализ денситометрических показателей, полученных путём прицельной денситометрии ШОЛ (табл. 1).

Полученные денситометрические показатели поступали на входы искусственной нейронной сети.

Таблица 1

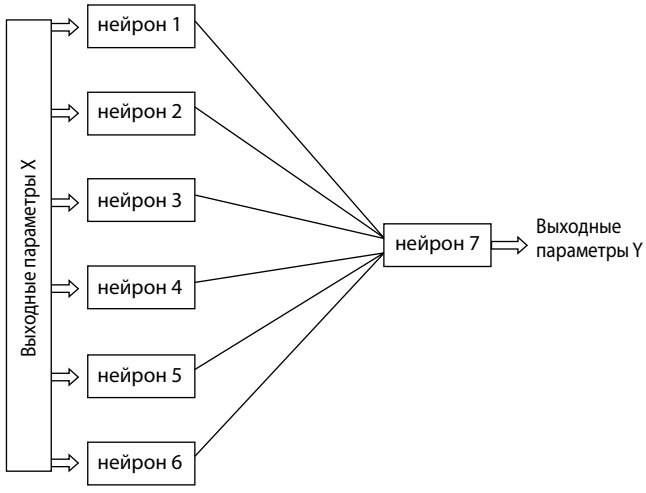
Перечень анализируемых параметров

№	Параметры	Обозначение
1	Средняя плотность всех срезов ШОЛ	Ср
2	Коэффициент корреляции средней по срезам плотности ШОЛ при описании параболической зависимостью	$r_{ср.\ параб}$
3	Среднее среднеквадратичных отклонений плотности ШОЛ по срезам	$СКО_{ср}$
4	Коэффициент корреляции среднеквадратичного отклонения плотности ШОЛ по срезам при описании параболической зависимостью	$r_{СКО\ параб}$
5	Средняя по срезам фрактальная размерность ШОЛ	FD
6	Среднеквадратичное отклонение фрактальной размерности ШОЛ	d_{FD}
7	Кернель конволюции	x10
8	Пол пациента	x9
9	Возраст пациента	x1

Топология искусственной нейронной сети представлена на рисунке. Входные параметры – вектор, каждому из составляющих которого соответствует свой вес. Кроме того, каждый нейрон содержит единичный входной сигнал с соответствующим коэффициентом. Математическое описание нейрона:

$$S = a_0 + \sum_{i=1}^{k} a_i X_i \quad Y = \frac{1}{1 + e^{-S}};$$

где X_i – входы, Y – выход ($0 \le Y \le 1$); a_0 – смещение, остальные a_i – весовые коэффициенты; k – количество входов.



Топология искусственной нейронной сети

Таблица 2

Результаты дифференциальной диагностики гистологических форм

Результаты	Гистологические формы	
	8070/3 – 8140/3 (*n*=342)	
	абс. число	м
Истинно положительные	122	35,7
Истинно отрицательные	139	40,6
Ложноотрицательные	41	12,0
Ложноположительные	40	11,7
Всего:	342	100,0

При оценке эффективности метода анализировались истинно положительные, истинно отрицательные, ложноотрицательные, ложноположительные результаты (табл. 2).

Эффективность дифференциальной диагностики гистологических форм: чувствительность – 35,7+2,6%, специфичность – 40,6+2,6%, точность – 76,3+2,3%.

Выводы:

1. Компьютерная программа «Рентгенолог+» даёт возможность проводить прямую выборку средних значений плотностей пикселей в табличном виде в выделенных областях интереса из файлов в формате DICOM для последующего анализа и статистической обработки.
2. Искусственная нейронная сеть позволяет дифференцировать гистологическую форму 8070/3 с гистологической формой 8140/3 с чувствительностью 35,7+2,6%, специфичностью 40,6+2,6%, точностью 76,3+2,3%.
3. При обработке данных с помощью искусственной нейронной сети количество ложноотрицательных и ложноположительных результатов крайне мало: 12,0 и 11,7% соответственно от общего объёма исследований.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов. Статья подготовлена с равным участием авторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьевская З.В., Уткина В.Л., Бяхова В.А. и др. Трудности дифференциальной диагностики рака лёгкого и воспалительных изменений легочной ткани. *Сибирский онкологический журнал*. 2018; 17 (5): 119–24.
2. Джемал А., Винес П., Брей Ф. и др. *Атлас современной онкологии*. Издание второе. Атланта, Джорджия: Американское онкологическое общество. 2014. Режим доступа: http://www.cancer.org/canceratlas.
3. Каприн А.Д., Старинский В.В., Петрова Г.В., ред. Злокачественные новообразования в России в 2018 году (заболеваемость и смертность). М.: ФГБУ МНИОИ им. П.А. Герцена. 2019. 250 с.
4. Королюк И.П. Доказательная радиология: основные принципы и подходы к ее реализации. *Радиология-практика*. 2007; 5: 7–21.
5. Косенок В.К., Бельская Л.В., Массард Ж. и др. Статистические закономерности заболеваемости раком лёгкого в Омской области. *Сибирский онкологический журнал*. 2016; 15 (4): 21–5.
6. Мерабишвили В.М. Среднесрочный вариантный прогноз смертности населения России от злокачественных новообразований. *Сибирский онкологический журнал*. 2019; 18 (4): 5–12.
7. Мерабишвили В.М., Арсеньев А.И., Тарков С.А. и др. Заболеваемость и смертность населения от рака лёгкого, достоверность учета. *Сибирский онкологический журнал*. 2018; 17 (6): 15–26.
8. Петрова Г.В., Грецова О.П., Старинский В.В. Сравнение данных государственной онкологической статистики и ракового регистра России. *Сибирский онкологический журнал*. 2019; 18 (5): 5–11.
9. Рекомендации по ранней диагностике рака лёгкого для врачей первичного звена. Редакционная статья. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2016; 97 (2): 69–78.
10. Чойнзонов Е.Л., Жуйкова Л.Д., Одинцова И.Н. Смертность населения Томской области от злокачественных новообразований дыхательной системы. *Сибирский онкологический журнал*. 2018; 17 (3): 5–10.
11. Guldbrandt L. M., Fenger-Grøn M., Rasmussen T. R. et al. The effect of direct access to CT scan in early lung cancer detection: an unblinded, cluster-randomised trial. *BMC Cancer*. 2015; 15: 934.

REFERENCES

1. Grigoryevskaya Z. V., Utkina V. L., Byakhova V. A. et al. Difficulties in the differential diagnosis of lung cancer and inflammatory changes in lung tissue. *Siberian Oncology Journal*. 2018; 17 (5): 119–24.
2. Jemal A., Vines P., Bray F. et al. *Atlas of modern oncology*. Second Edition. Atlanta, Georgia: American Cancer Society. 2014. Access Mode: http://www.cancer.org/canceratlas.
3. Kaprin A.D., Starinsky V.V., Petrova G.V., ed. Malignant neoplasms in Russia in 2018 (morbidity and mortality). M.: FGBU MNIII im. P.A. Herzen. 2019.250 p.
4. Korolyuk I.P. Evidence-based radiology: basic principles and approaches to its implementation. *Radiology-practice*. 2007; 5: 7–21.
5. Kosenok V.K., Belskaya L.V., Massard J. et al. Statistical patterns of the incidence of lung cancer in the Omsk region. *Siberian Oncology Journal*. 2016; 15 (4): 21–5.
6. Merabishvili V.M. Medium-term variant forecast of mortality of the population of Russia from malignant neoplasms. *Siberian Oncology Journal*. 2019; 18 (4): 5–12.
7. Merabishvili V.M., Arsenyev A.I., Tarkov S.A. et al. Morbidity and mortality from lung cancer, reliability of accounting. *Siberian Oncology Journal*. 2018; 17 (6): 15–26.
8. Petrova G.V., Gretsova O.P., Starinsky V.V. Comparison of data from state oncological statistics and cancer register of Russia. *Siberian Oncology Journal*. 2019; 18 (5): 5–11.
9. Recommendations for the early diagnosis of lung cancer for primary care physicians. Editorial. *Bulletin of radiology and radiology*. 2016; 97 (2): 69–78.
10. Choynzonov E.L., Zhuikova L.D., Odintsova I.N. Mortality of the population of the Tomsk region from malignant neoplasms of the respiratory system. *Siberian Oncology Journal*. 2018; 17 (3): 5–10.
11. Guldbrandt L. M., Fenger-Grøn M., Rasmussen T. R. et al. The effect of direct access to CT scan in early lung cancer detection: an unblinded, cluster-randomised trial. *BMC Cancer*. 2015; 15: 934.

Поступила 15.03.2020
Принята к печати 29.03.2020