

УДК 616.24-006-079.4-082:614.21:616-002.5

# Выявление округлых образований в легких при цифровой рентгенографии: роль опыта работы врача-рентгенолога

П.В. Гаврилов<sup>1,2</sup>, А.Д. Ушков<sup>1</sup>, У.А. Смольникова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет

## Detection of lumps in the lungs with digital X-ray: the role of the work experience of the radiologist

P. Gavrilov<sup>1,2</sup>, A. Ushkov<sup>1</sup>, U. Smol'nikova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> St. Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology

<sup>2</sup> St. Petersburg State University

© Коллектив авторов, 2019 г.

### Резюме

Целью настоящей работы было определение диагностической эффективности цифровой рентгенографии как метода выявления округлых образований в легких.

**Материалы и методы исследования.** Данное исследование основано на результатах тестирования 60 врачей-рентгенологов, работающих в различных медицинских учреждениях, в ходе которого специалистам было необходимо классифицировать снимки на две категории: норма и патология. Для оценки использовалась деперсонализированная выборка 20 цифровых рентгенограмм в передней прямой проекции с синдромом округлого образования в легочной ткани.

**Результаты исследования.** Чувствительность в среднем составила 76,1%, при этом наибольшие значения имели результаты тестирования врачей-рентгенологов с опытом работы в торакальной радиологии. Специфичность в среднем составила 72,3%, при этом у врачей со стажем работы свыше 10 лет этот показатель в среднем на 4,5% ниже, чем у их более молодых коллег. Вместе с тем у врачей с опытом работы в торакальной радиологии показатели специфичности выше — 75,4%, по сравнению со специалистами из многопрофильных клиник. Прогностическая ценность положительного результата составила 54,1%, отри-

цательного результата — 87,5%; точность — 73,4%. Процент правильных ответов в тестировании составил в среднем 73,5%. Средний процент выявленной патологии был выше у врачей со стажем работы более 10 лет — 81,2% и у врачей с опытом работы в торакальной радиологии — 81,5%. Тогда как наибольший средний процент пропуска патологии отмечен у врачей со стажем работы менее 10 лет — 25,8% и у врачей без опыта в торакальной радиологии — 25,5%; в то же время средний процент выявленной нормы у них составил 73,8 и 72,6% соответственно. **Заключение.** Опыт работы врача-рентгенолога в клинике, занимающейся лечением больных с заболеваниями органов дыхания, является существенным фактором, влияющим на качество интерпретации и выявление округлых образований в легких при цифровой рентгенографии.

**Ключевые слова:** рентгенография легких, округлые образования легких, туберкулез легких, опухоли легких

### Summary

The purpose of this work was to determine the diagnostic efficacy of digital radiography as a method for detecting roundish lesions in the lungs.

**Materials and methods.** This study is based on the results of testing 60 radiologists working in various medical institutions, during which specialists needed to classify the images into two categories: norm and pathology. For the assessment, a depersonalized sample of 20 digital radiographs in anterior direct projection with a roundish lung tissue syndrome was used. **Results.** On average, the sensitivity was 76.1%, while the results of testing of radiologists with experience in thoracic radiology had the highest values. Specificity averaged 72.3%, while doctors with work experience of over 10 years had that figure an average of 4.5% lower than their younger colleagues. At the same time, doctors with experience in thoracic radiology have specificity indices higher — 75.4%, compared with specialists from multidisciplinary clinics. The predictive value of a positive result was 54.1%, a negative result — 87.5%; accuracy — 73.4%. The percentage of correct answers

in testing was on average 73.5%. The average percentage of the detected pathology was higher for doctors with work experience of more than 10 years — 81.2% and for doctors with experience in thoracic radiology — 81.5%. While the highest average percentage of the absence of pathology was among doctors with work experience less than 10 years — 25.8% and among doctors without experience in thoracic radiology — 25.5%; at the same time, the average percentage of the detected norm among them was 73.8% and 72.6%, respectively. **Conclusion.** The experience of the radiologist doctor in the clinic for the treatment of patients with respiratory diseases is a significant factor influencing the quality of interpretation and the identification of round lung structures in digital radiography.

**Keywords:** X-ray of the lungs, lung mass, pulmonary tuberculosis, lung tumors

## Введение

Рентгенологические исследования органов грудной клетки составляют существенный объем (около 24%, или более 76 млн исследований) в структуре всех лучевых исследований в РФ [1].

Проверочные флюорографические исследования в настоящее время служат основным методом активного выявления скрыто протекающих заболеваний легких. В первую очередь это относится к легочным формам туберкулеза и периферическому раку легкого [2–5].

В настоящее время согласно приказу Минздрава РФ от 21.03.2017 № 124н «Об утверждении порядка и сроков проведения профилактических медицинских осмотров граждан в целях выявления туберкулеза» флюорография легких или рентгенография органов грудной клетки выполняется взрослому населению с 18 лет не менее 1 раза в год при показателе общей заболеваемости туберкулезом в субъекте Российской Федерации 40 и более на 100 тыс. населения и не менее 1 раза в два года при показателе общей заболеваемости туберкулезом в субъекте Российской Федерации менее 40 на 100 тыс. населения. Также согласно этому приказу детям в возрасте от 15 до 17 лет (включительно) проводится иммунодиагностика с применением аллергена туберкулезного рекомбинантного в стандартном разведении или рентгенологическое флюорографическое исследование органов грудной клетки (легких) [6].

Несмотря на широкий охват населения профилактическими флюорографическими осмотрами, менее половины впервые выявленных больных туберкулезом, взятых на учет, были выявлены с использованием флюорографии. Показатель выявляемости туберкуле-

за при флюорографических осмотрах составляет всего 0,61 на 1000 обследованных [7].

По данным многих авторов, одной из причин невысокого качества массовых флюорографических обследований населения являются сложности трактовки суммационных изображений и недостаточная квалификация врачей, занимающихся интерпретацией флюорограмм, что приводит как к гиподиагностике, так и к гипердиагностике патологических изменений [8–10].

## Материалы и методы исследования

Данное исследование основано на результатах тестирования 60 врачей-рентгенологов, работающих в различных медицинских учреждениях. Специалисты, принимавшие участие в исследовании, имели стаж работы от 1 года до 20 лет и более.

С опытом работы менее 10 лет тестированию подверглись 44 врача-рентгенолога (73,3%), более 10 лет — 16 (26,6%) человек.

Из общего количества тестируемых врачей 9 человек указали, что работали в клиниках, занимающихся лечением больных с заболеваниями органов дыхания (опыт работы в торакальной рентгенологии). Из них со стажем работы менее 10 лет было 7 человек, более 10 лет — 2 человека.

В ходе тестирования специалистам было необходимо классифицировать снимки на две категории: норма и патология. Для оценки была использована деперсонализированная выборка цифровых рентгенограмм в передней прямой проекции 20 человек, состояние здоровья которых было подтверждено гистологическими и КТ-данными, соотношение нор-

ма:патология — 30:70; 6 человек с подтвержденным наличием патологических изменений в легких и 14 человек без значимой рентгенологической патологии.

В качестве патологических изменений использовались цифровые рентгенограммы 6 человек с синдромом округлого образования в легочной ткани.

Случай 1 — цифровая рентгенограмма пациента с солидным округлым образованием в С6 левого легкого максимальным размером 12 мм — аденокарцинома (по данным гистологического исследования).

Случай 2 — цифровая рентгенограмма пациента с солидным округлым образованием в С1+2 левого легкого максимальным размером 11 мм — гамартохондрома (по данным гистологического исследования).

Случай 3 — цифровая рентгенограмма пациента с солидным округлым образованием в С4 правого легкого максимальным размером 10 мм — карциноид (по данным гистологического исследования).

Случай 4 — цифровая рентгенограмма пациента с образованием по типу «матового стекла» (по данным КТ) С1+2 левого легкого, максимальным размером 22 мм — аденокарцинома (по данным гистологического исследования).

Случай 5 — цифровая рентгенограмма пациента с солидным округлым образованием в С3 правого легкого максимальным размером 19 мм — плоскоклеточный рак (по данным гистологического исследования).

Случай 6 — цифровая рентгенограмма пациента с солидным округлым образованием в субплевральном отделе С1+2 левого легкого максимальным размером 13 мм — туберкулез (по данным гистологического исследования).

Проводилась оценка показателей эффективности выявления округлых образований в легких на цифровых рентгенограммах в передней прямой проекции (чувствительность, специфичность, отношение правдоподобия положительного результата, отношение правдоподобия отрицательного результата, прогно-

стическая ценность положительного результата, прогностическая ценность отрицательного результата, точность) [11].

Фактически данный подход позволяет количественно оценить возможность выявления округлых образований при рентгенографии легких в передней прямой проекции и выявить наличие корреляции результатов интерпретации рентгенологических данных со стажем работы врача-рентгенолога и его опытом работы в торакальной радиологии.

## Результаты и их обсуждение

Процент правильных ответов при разделении рентгенограмм легких в передней проекции с подозрением на округлое образование на норму и патологию колебался от 50 до 100% (в среднем 73,4%).

Чувствительность в выявлении патологических образований в среднем составила 76,1%, при этом наибольшие значения имели результаты тестирования врачей-рентгенологов с опытом работы в торакальной радиологии. Специфичность 72,3%. Прогностическая ценность положительного результата составила 54,1%, отрицательного результата — 87,5%; точность — 73,4%.

Как показывают результаты, представленные в табл. 1, показатели чувствительности существенно не различаются в зависимости от стажа работы врача-рентгенолога. В то же время более низкие показатели чувствительности и более высокие показатели отношения правдоподобия отрицательного результата у врачей-рентгенологов со стажем работы менее 10 лет свидетельствуют о более частых случаях гиподиагностики у таких специалистов по сравнению с более опытными врачами. При этом следует отметить, что у врачей со стажем работы свыше 10 лет показатели специфичности в среднем на 4,5% ниже, что коррелирует с уменьшением значений показателей отношения правдоподобия положительного результата.

Таблица 1

### Результативность выявления округлых образований в легких в зависимости от стажа работы врача-рентгенолога

Параметры	Общие данные	Стаж менее 10 лет	Стаж свыше 10 лет
Чувствительность в выявлении патологических образований, %	75,351	74,243	79,798
Специфичность, %	72,277	73,702	69,197
Отношение правдоподобия положительного результата, ед.	2,718	2,824	2,591
Отношение правдоподобия отрицательного результата, ед.	0,342	0,35	0,292
Прогностическая ценность положительного результата, %	54,017	54,749	53,379
Прогностическая ценность отрицательного результата, %	87,154	86,974	88,572
Точность, %	73,204	73,864	72,446

Эти данные дополнительно подтверждают более высокую частоту случаев гипердиагностики у врачей-рентгенологов со стажем работы свыше 10 лет по сравнению с их менее опытными коллегами.

Полученные нами данные коррелируют с результатами подобных исследований, проведенных в США, Дании, Великобритании и Японии. По данным A.L. Cochrane, L.H. Garland, R.R. Newell и J. Yerushalmy при анализе результатов интерпретаций рентгенограмм в среднем гиподиагностика имеет место в 26–43% случаев, а гипердиагностика — в 1,2–2% [8–10, 12–14].

Сотрудники научно-исследовательского института туберкулеза Токио в ходе исследования по выявлению корреляции результатов и опыта описания рентгенограмм пришли к выводу, что наиболее значимым фактором, влияющим на качество интерпретации рентгенологических данных, является наличие опыта работы более 10 лет с возможностью ежегодного анализа более 20 тыс. флюорограмм. У таких специалистов частота гиподиагностики была ниже на 6–8% по сравнению с менее опытными врачами. Частота гиподиагностики составила в среднем 21,8%, а гипердиагностики — 19,5% [9].

В ходе настоящего исследования процент правильных ответов был практически одинаковым у рентгенологов со стажем работы менее 10 лет — 73,2%, и у специалистов со стажем работы более 10 лет — 73,1%, при этом среднее значение процента выявленной патологии было выше у врачей со стажем работы более 10 лет и составляло 81,2%. Тогда как наибольшее среднее значение процента пропуска патологии было у врачей со стажем работы менее 10 лет — 25,8%. В то же время специалисты с меньшим стажем работы чаще интерпретировали имеющиеся в тестировании цифровые рентгенограммы как снимки без значимой рентгенологической патологии — среднее значение процента выявленной нормы у них составило 73,8%.

Несколько реже, чем более молодые специалисты, врачи со стажем работы более 10 лет классифицировали рентгенограммы с наличием патологических изменений в легких как «норму», и среднее значение процента пропуска патологии у них составило 17,7%, в то время как у рентгенологов со стажем работы менее 10 лет — 25,8%.

Дополнительно в ходе исследования было проанализировано влияние наличия у врачей-рентгенологов опыта работы в торакальной радиологии на качество интерпретации рентгенограмм (табл. 2).

Выяснено, что у врачей без подобного опыта работы средний процент выявленной патологии составил 74,5% и был меньше, нежели у врачей с наличием опыта работы в торакальной радиологии, показатель которых составили 81,5%. Рентгенологи с опытом работы в торакальной радиологии реже интерпретировали рентгенограммы с наличием патологических изменений в легких как «норму», в отличие от их коллег без указанного опыта, у которых средний процент пропуска патологии был выше на 6,9%, что также подтверждают более высокие показатели прогностической ценности отрицательного результата — 90,5%, и более низкие показатели отношения правдоподобия отрицательного результата — 0,25. Вместе с тем у врачей с опытом работы в торакальной радиологии показатель специфичности выше и составляет 75,4%, наряду с этим отмечается увеличение значений отношения правдоподобия положительного результата — 3,3 и прогностической ценности положительного результата — 58,7%, что говорит о более редких случаях гипердиагностики по сравнению со специалистами, работающими в многопрофильных клиниках.

Также было проанализировано влияние рентгенологических характеристик округлых образований в легких на качество их выявления врачами-рентгенологами (табл. 3).

Таблица 2

### Результативность выявления округлых образований в легких в зависимости от наличия у врача-рентгенолога опыта работы в торакальной радиологии

Параметры	Общие данные	Правильные ответы среди врачей с опытом работы в торакальной радиологии
Чувствительность, %	75,351	81,482
Специфичность, %	72,277	75,397
Отношение правдоподобия положительного результата, ед.	2,718	3,312
Отношение правдоподобия отрицательного результата, ед.	0,342	0,246
Прогностическая ценность положительного результата, %	54,017	58,667
Прогностическая ценность отрицательного результата, %	87,154	90,477
Точность, %	73,204	77,223

Таблица 3

**Частота выявления округлых образований в легких в зависимости от стажа и опыта работы врача-рентгенолога**

Правильные ответы («да»)	Случай 1, %	Случай 2, %	Случай 3, %	Случай 4, %	Случай 5, %	Случай 6, %
	93,334	70	63,334	43,334	95	83,334
Итого: «да» со стажем до 10 лет	90,91	68,182	59,091	43,182	95,455	84,091
Итого: «да» со стажем более 10 лет	100	75	75	43,75	93,75	81,25
«Да» с опытом работы в торакальной радиологии	100	88,889	66,667	44,445	100	88,889
«Да» без опыта работы в торакальной радиологии	92,157	66,667	62,746	43,138	94,118	82,353
Неправильные ответы («нет»)	6,667	30	36,667	56,667	5	16,667
Итого: «нет» со стажем до 10 лет	9,091	34,091	40,91	56,819	2,934	15,91
Итого: «нет» со стажем более 10 лет	0	18,75	25	56,25	6,25	18,75
«Нет» с опытом работы в торакальной радиологии	0	11,112	33,334	55,556	0	11,112
«Нет» без опыта работы в торакальной радиологии	7,844	33,334	37,255	56,863	5,883	17,648

Так, вне зависимости от стажа работы и наличия опыта работы в торакальной радиологии, сложность интерпретации цифровых рентгенограмм с наличием патологических изменений складывалась из двух факторов, обусловленных суммационным и плоскостным характером рентгеновского изображения и как следствие наличием как эффекта суммации, так и субтракции теней изучаемых структур: локализация патологических изменений за тенью I ребра или ключицы и низкая интенсивность тени имеющихся изменений на цифровой рентгенограмме.

Исходя из полученных данных было выяснено, что наибольшие затруднения вызывал случай 4 с локализацией патологических изменений в виде уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла» в апикальном отделе левого легкого согласно данным КТ и визуализируемого за тенью ключицы на цифровой рентгенограмме в передней прямой проекции. Неправильно интерпретировали данный случай 56,7% рентгенологов, вне зависимости от стажа работы и опыта работы в торакальной радиологии.

Также при локализации на цифровых рентгенограммах в передней прямой проекции патологических изменений за тенью ребер, как в случаях 2 и 3, было получено 30 и 36,7% ошибочных интерпретаций рентгенограмм соответственно. При этом среди врачей со стажем работы менее 10 лет и с отсутствием опыта работы в торакальной радиологии ошибки были от 33,3 до 40,9% результатов анализа цифровых рентгенограмм.

Наибольший процент правильных ответов был получен при анализе цифровых рентгенограмм с локализацией патологических изменений в виде солидных образований в верхней и нижней долях легких по

данным КТ, как в случаях 1 и 6, и составил 93,3 и 83,3% соответственно среди полученных результатов анализа рентгенограмм врачами-рентгенологами, существенно не отличаясь в зависимости от стажа работы и наличия опыта работы в торакальной радиологии.

### Выводы

Процент правильных ответов при разделении рентгенограмм легких в передней проекции с подозрением на округлое образование на норму и патологию составил в среднем только 73,4%. Показатели чувствительности в выявлении округлых образований легких существенно не различались в зависимости от стажа работы врача-рентгенолога. При этом следует отметить, что у врачей со стажем работы свыше 10 лет показатели специфичности в среднем на 4,5% ниже, что коррелирует с уменьшением значений показателей отношения правдоподобия положительного результата, за счет более высокой частоты гипердиагностики.

Таким образом, стаж работы в многопрофильных клиниках является несущественным фактором, влияющим на качество интерпретаций цифровых рентгенограмм с синдромом округлого образования в легких. Большее значение имеет наличие опыта работы в торакальной радиологии, что может быть обусловлено возможностью врача-рентгенолога в процессе ретроспективного анализа подтверждать получаемые им рентгенологические данные другими лабораторными и инструментальными методами исследования и сопоставлять свои заключения с окончательным диагнозом.

Рентгенологи с опытом работы в торакальной радиологии реже интерпретировали рентгенограммы

с наличием патологических изменений в легких как «норму», в отличие от их коллег без наличия указанного опыта, у которых среднее значение процента пропуска патологии было выше на 6,9%, что также подтверждают более высокие показатели прогностической ценности отрицательного результата — 90,5%. Вместе с тем у врачей с опытом работы в торакальной радиологии показатели специфичности выше — 75,4%, что говорит о более редких случаях гипердиагностики по

сравнению со специалистами, работающими в многопрофильных клиниках.

Также было выяснено, что наиболее сложными случаями для трактовки округлых образований в легких стали цифровые рентгенограммы с локализацией патологических изменений за тенью ребер или ключиц и округлые образования низкой интенсивности, визуализируемые на КТ как уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла».

## Список литературы

1. Тюрин И.Е. Лучевая диагностика в Российской Федерации в 2016 г. Вестник рентгенологии и радиологии 2017; 98 (4): 219–226. [Tjurin I.E. Radiodiagnosis in the Russian Federation in 2016. Vestnik rentgenologii i radiologii 2017; 98 (4): 219–226 (In Russ.).]
2. Лучкевич В.С., Хасанова Е.А. Тенденции эпидемиологической ситуации по туберкулезу в России на современном этапе (обзор). Медицинский альянс 2016; (3): 20–23. [Luchkevich V.S., Hasanova E.A. Trends in the epidemiological situation of tuberculosis in Russia at the present stage (review). Medicinskij al'yans. 2016; (3): 20–23 (In Russ.).]
3. Тюрин И.Е. Перспективы развития торакальной радиологии. Практическая пульмонология 2011; (4). [Tjurin I.E. Prospects for the development of thoracic radiology. Prakticheskaja pul'monologija 2011; (4) (In Russ.).]
4. Фтизиатрия. Национальные клинические рекомендации / под ред. П.К. Яблонского. М.: ГЭОТАР-Медиа 2015; 240. [Phthisiatry. National clinical guidelines / ed. P.K. Yablonskiy. Moscow: Izdatel'stvo GEOTAR-Media 2015; 240 (In Russ.).]
5. Яблонский П.К., Васильева И.А., Эргешов А.Э. Клинические рекомендации по диагностике и лечению туберкулеза органов дыхания у взрослых. М. 2013. [Yablonskiy P.K., Vasil'eva I.A., Jergeshov A.Je. Clinical recommendations for the diagnosis and treatment of respiratory tuberculosis in adults. Moscow 2013 (In Russ.).]
6. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 21 марта 2017 г. № 124н «Об утверждении порядка и сроков проведения профилактических медицинских осмотров граждан в целях выявления туберкулеза» [Order of the Ministry of Health of the Russian Federation of March 21, 2017 No. 124n "On approval of the procedure and terms for conducting preventive medical examinations of citizens in order to detect tuberculosis" (In Russ.).]
7. Стерликов С.А. Организационные аспекты повышения эффективности профилактических флюорографических осмотров. Медицинский альянс 2013; (4): 28–34 [Sterlikov S.A. Organizational aspects of improving the effectiveness of prophylactic fluorographic examinations. Medicinskij al'yans 2013; (4): 28–34 (In Russ.).]
8. Cochrane A.L., Garland L.H. Observer error in the interpretation of chest films: an international investigation. Lancet 1952, 2: 505–509.
9. Nakamura K. et al. Studies on the diagnostic value of 70 mm radiophotograms by mirror camera and the reading ability of physicians. Kekkaku 1970; 45: 121–128.
10. Yerushalmy J. et al. The role of dual reading in mass radiography. American Review of Tuberculosis 1950, 61: 443–464.
11. Васильев А.Ю., Мальный А.Ю., Серова Н.С. Анализ данных лучевых методов исследования на основе принципов доказательной медицины: учебное пособие. М.: ГЭОТАР-Медиа 2008; 32. [Vasil'ev A.Yu., Mal'ij A.Yu., Serova N.S. Data analysis of radiation research methods based on the principles of evidence-based medicine: a training manual. Moscow: Izdatel'stvo GEOTAR-Media 2008; 32 (In Russ.).]
12. Garland L.H. Studies on the accuracy of diagnostic procedures. American Journal of Rentgenology and Radium Therapeutic. Nuclear Medicine 1959, 82: 25–38.
13. Garland L.H. On the reliability of roentgen survey procedures. American Journal of Rentgenology and Radium Therapeutic. Nuclear Medicine 1950, 64: 32–41.
14. Newell R.R., Chamberlain W.E., Rigler L. Descriptive classification of pulmonary shadows: a revelation of unreliability in the roentgenographic diagnosis of tuberculosis. American Review of Tuberculosis 1954, 69: 566–584.

Поступила в редакцию 15.02.2019 г.

## Сведения об авторах:

Гаврилов Павел Владимирович — кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник, руководитель направления «Лучевая диагностика» Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2/4; e-mail: spbniiifrentgen@mail.ru; ORCID 0000-0003-3251-4084;

Ушков Алексей Дмитриевич — врач-рентгенолог Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2/4; e-mail: dr.alexdu@mail.ru; ORCID 0000-0002-9405-8048;

Смоляникова Ульяна Алексеевна — клинический ординатор Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2/4; e-mail: ulamonika@mail.ru; ORCID 0000-0001-9568-3577.