

УДК 613.62

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-3-38-43>

© Ковалева А.С., Серова Н.С., Бухтияров И.В., 2020 г.

## КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ПНЕВМОКОНИОЗА

<sup>1</sup>А. С. Ковалева\*, <sup>2</sup>Н. С. Серова, <sup>1,2</sup>И. В. Бухтияров

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н. Ф. Измерова, Москва, Россия

<sup>2</sup>Первый московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова, Москва, Россия

*Введение.* Пневмокониоз — профессиональное заболевание от воздействия промышленной пыли.

*Цель работы:* определить диагностическую эффективность лучевых методов исследования в его диагностике и систематизировать КТ-семиотику.

*Материалы и методы.* Обследовано 105 работников горнодобывающей промышленности и металлургии. Всем пациентам проведено комплексное клинико-лучевое обследование.

*Результаты.* Кроме очаговых и интерстициальных изменений, определялись узловые формы, причем наличие полости не всегда являлось признаком присоединения туберкулеза. Чувствительность КТ составила 98,94%, специфичность — 90,0%.

*Заключение.* Необходимо проведение КТ пациентам при подозрении на пневмокониоз. У пациентов с диссеминацией наличие профессиональной вредности не является определяющим критерием в постановке диагноза, необходим комплексный подход.

**Ключевые слова:** пневмокониоз, компьютерная томография, саркоидоз, полость

Контакт: Ковалева Алина Сергеевна, [kovaleva.rad@gmail.com](mailto:kovaleva.rad@gmail.com)

© Kovaleva A.S., Serova N.S., Bukhtiyarov I.V., 2020

## COMPUTED TOMOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS AND DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF PNEUMOCONIOSIS

<sup>1</sup>Alina S. Kovaleva\*, <sup>2</sup>Natalya S. Serova, <sup>1,2</sup>Igor V. Bukhtiyarov

<sup>1</sup>Izmerov Research Institute of Occupational Health, Moscow, Russia

<sup>2</sup>First Moscow State Medical University named after I. M. Sechenov, Moscow, Russia

*Introduction.* Pneumoconiosis is a disease caused by exposure industrial dust.

*The aim* of the work was to determine the diagnostic effectiveness of radiation research methods in its diagnosis and systematize CT semiotics.

*Materials and methods.* 105 mining and metallurgical workers were surveyed. All patients underwent a clinical and radiological examination.

*Results.* In addition to focal and interstitial changes, nodular changes were detected, and the presence of a cavity was not always a sign of tuberculosis. The sensitivity of CT was 98,94%, the specificity was 90,0%.

*Conclusion.* CT is necessary for all patients with suspected pneumoconiosis. The combination of the disseminated process in the lungs and professional harmfulness is not decisive in making a diagnosis, a comprehensive approach is necessary.

**Key words:** pneumoconiosis, computed tomography, sarcoidosis, cavity

Contact: Kovaleva Alina Sergeevna, [kovaleva.rad@gmail.com](mailto:kovaleva.rad@gmail.com)

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Ковалева А.С., Серова Н.С., Бухтияров И.В. Компьютерная томография в диагностике и дифференциальной диагностике пневмокониоза // *Лучевая диагностика и терапия*. 2020. Т. 11, № 3. С. 38–43, <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-3-38-43>.

**Conflict of interests:** the author stated that there is no potential conflict of interests.

**For citation:** Kovaleva A.S., Serova N.S., Bukhtiyarov I.V. Computed tomography in the diagnosis and differential diagnosis of pneumoconiosis // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2020. Vol. 11, No. 3. P. 38–43, <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-3-38-43>.

**Введение.** Заболевания, вызванные воздействием промышленных аэрозолей, занимают третье место в структуре профессиональных заболеваний и составляют более  $\frac{1}{5}$  части всех профзаболеваний. На первом месте — заболевания, связанные с воздействием физических факторов, — 45,8%; на втором — заболевания, связанные с физическими

перегрузками и перенапряжением отдельных органов и систем, — 21,0%.

На момент первичного выявления профессиональные заболевания уже находятся в стадии выраженных форм, что приводит к резкому повышению уровня инвалидизации лиц трудоспособного возраста [1, с. 428–431].

Пневмокониоз, относящийся к диффузным интерстициальным заболеваниям легких, представляет собой профессиональное заболевание от воздействия промышленной пыли, проявляющееся хроническим диффузным пневмонитом с развитием фиброза легких, который неуклонно прогрессирует даже после прекращения контакта с пылью [2, с. 363].

Пневмокониозы развиваются под воздействием промышленного аэрозоля, с которым контактирует значительная часть работающих в различных отраслях промышленности: горнодобывающей, металлургической, машиностроительной, химической и т.д. [2, с. 367–368; 3, с. 2008–2018].

Помимо риска развития пневмокониоза, потенциальный риск развития рака легких может также увеличиваться из-за воздействия кремнийсодержащей пыли и других канцерогенов [4, с. 782–812].

Ввиду малосимптомного течения заболевания, отсутствия клинических и лабораторных проявлений «золотым стандартом» диагностики всегда считалось рентгенологическое исследование органов грудной клетки.

С целью унификации диагноза, простоты чтения и легкости мониторинга течения заболевания рентгеновские признаки пневмокониоза кодируются в соответствии с Международной рентгеновской классификацией пневмокониозов МОТ (пересмотр 2011 г.). Также данная классификация используется для скрининга и динамики развития пневмокониоза. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) и Международная организации труда (МОТ) используют «Международную классификацию рентгеновских признаков пневмокониоза» (Женева, 2011 г.) для вторичной профилактики пневмокониозов в глобальной программе ликвидации силикоза (GPES).

Существует и используется в ряде стран Международная компьютерно-томографическая классификация изменений органов грудной клетки, обусловленных воздействием производственных факторов и факторов окружающей среды (Kusaka), утвержденная в 2005 г. специалистами из Бельгии, Финляндии, Франции, Германии, Великобритании, Японии и США [5, с. 141–143; 6, с. 542–546]. В России отмечено несколько работ, оценивающих динамику пневмокониотического процесса по данным КТ [7, с. 95–102].

Существует множество работ, выполненных в России, отражающих рентгенологические, клинические, лабораторные особенности проявления различных видов пневмокониоза, в которых также проведены и КТ-исследования органов грудной клетки. В публикациях отмечено, что компьютерная томография представляет собой одну из ведущих позиций в диагностике ранних форм. Все исследователи отражали диссеминированный и интерстициальный процессы, лимфоаденопатию средостения, однако четкой описательной КТ-картины в работах не представлено [8, с. 36].

**Цель:** определить диагностическую эффективность лучевых методов исследований в диагностике пневмокониоза и систематизировать его КТ-семиотику.

**Материалы и методы.** В условиях стационара было обследовано 105 человек с подозрением на пневмокониоз, которые наблюдались в динамике в течение 3–15 лет. Пациенты имели на работе контакт с кремниевой пылью в чистом виде или пылью смешанного характера, которая в своем составе, кроме двуоксида кремния, имела примеси: боксита, оксида азота, оксида углерода, оксидов металлов.

Клинические методы исследования включали изучение жалоб, анамнеза настоящего заболевания и жизни пациента, объективные данные физикального осмотра, исследование функции внешнего дыхания (с проведением бронходилатационной пробы), проведение клинического и биохимического анализа крови с определением основных показателей, а также бронхоскопии. Проводилось морфологическое исследование биоптата легких (при его наличии). Всем пациентам проводилась рентгенография и компьютерная томография.

Гигиенический метод исследования включал анализ санитарно-гигиенических характеристик условий труда с мест работы обследованных лиц: оценка профессионального маршрута, стажа работы во вредных и/или опасных условиях труда, места работы, качественный и количественный состав промышленной пыли, кратность ее превышения предельно допустимых концентраций.

Проверка данных на нормальность распределения была выполнена с помощью теста Шапиро–Уилка. В качестве описательных статистик для количественных показателей посчитаны средние  $\pm$  средние квадратические отклонения; минимальные и максимальные значения в выборке. Для качественных показателей посчитаны частоты встречаемости и построены их диаграммы. Расчеты выполнялись в R (версия 3.2, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria). Информативность методов лучевой диагностики оценивались на основании определения их чувствительности (Se), специфичности (Sp) и точности (Ac), которые рассчитывались по формулам:

$$Se = PS / (PS + NH);$$

$$Sp = NS / (PH + NS);$$

$$Ac = (PS + NS) / (PS + NS + PH + NH),$$

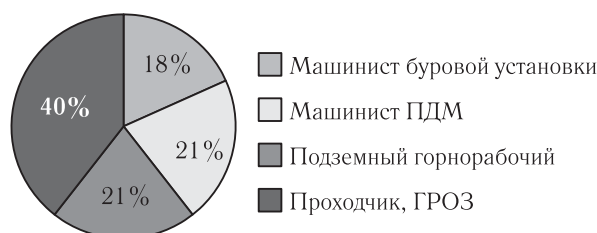
где PS — количество истинно положительных результатов; NS — количество истинно отрицательных результатов; PH — количество ложноположительных результатов; NH — количество ложноотрицательных результатов.

**Результаты и их обсуждение.** Возрастной диапазон пациентов составил от 34 до 75 лет, средний возраст обследованных — 56,2 года. Среди обследованных были 95 (90,5%) мужчин и 10 (9,5%) женщин.

В зависимости от состава промышленного аэрозоля, воздействующего на пациентов, были выделены две группы: работники горнодобывающей промышленности (67,6%) и занятые в металлургической и машиностроительной отраслях (32,4%).

Во время работы обследованные были подвержены воздействию аэрозоля преимущественно фиброгенного действия (АПФД), интенсивного шума, общей и локальной вибрации, эмоционального напряжения, неблагоприятного микроклимата, а также имели работу в вынужденной рабочей позе.

Стаж пациентов, занятых в добыче, составил от 9 до 40 лет, средний стаж — 26,3 года. К данной группе относились работники основных профессий: проходчики, ГРОЗ (горнорабочий очистного забоя), подземные горнорабочие и машинисты ПДМ (погрузочно-доставочной машины), машинисты буровой установки (рис. 1).

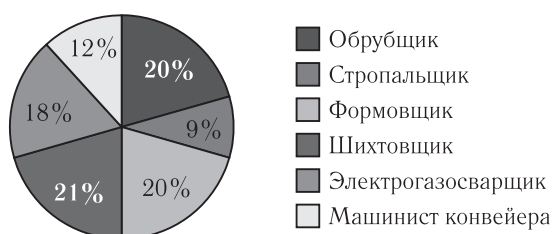


**Рис. 1.** Диаграмма, отражающая структуру обследованных лиц горнодобывающей промышленности в зависимости от профессии

**Fig. 1.** A diagram showing the structure of the surveyed individuals in the mining industry by profession

Работники добывающей промышленности подвергались воздействию АПФД различного состава и концентраций: у 12,5% пыль была неорганическая, природная с примесью двуоксида кремния (смешанная), у остальных преобладала кремниевая пыль в составе. У всех работников отмечены превышения предельно-допустимых концентраций (ПДК) в среднем 10–21 раз (от 5 до 31 раз).

Работники металлургии и машиностроения до выявления пневмокониоза работали от 9 до 42 лет, средний стаж составил 26 лет. Их основные профессии были формовщик, обрубщик, шихтовщик (рис. 2).



**Рис. 2.** Диаграмма, отражающая структуру обследованных лиц металлургической и машиностроительной отраслей в зависимости от профессии

**Fig. 2.** A diagram showing the structure of the surveyed persons in the metallurgical and machine-building industries, depending on their profession

Ведущими факторами производственной среды на производствах являлись: аэрозоль сложного состава (с содержанием оксида кремния), вибрация и производственный шум. АПФД в основном содержал 10% и более оксида кремния, превышение ПДК наблюдалось от 5 до 72 раз (в среднем 15–24).

Пациенты преимущественно предъявляли жалобы на сухой кашель (78,1% случаев) и одышку при умеренной нагрузке (44,8% случаев). Наблюдались относительно скудные клинические симптомы: при аускультации в 67,6% случаев выявлялись сухие рассеянные хрипы, в 2,9% — множественные крепитирующие. При проведении исследования функции внешнего дыхания нарушения выявлены у 19 пациентов: в 84,2% наблюдений — обструктивные (в 18% случаев в группе смешанных изменений, в 15% — при узелковой форме и в 7% — при интерстициальной), в 5,3% наблюдений — рестриктивные и в 10,5% наблюдений — смешанные. Всем пациентам проводилась бронхоскопия, при которой в 45,7% случаев выявлялся диффузный двусторонний атрофический эндобронхит.

Основными осложнениями пневмокониоза являются эмфизема и бронхит, в меньшей степени — туберкулезный процесс [9, с. 36–37; 10, с. 5–10]. В этой связи все пациенты в обязательном порядке консультированы в противотуберкулезных диспансерах с проведением комплексного обследования, включая посевы мокроты и диаскин-тест. Данные, свидетельствующие об активном туберкулезном процессе на фоне пневмокониотического, получены у 5 пациентов, которые в последующем получали специфическую терапию.

Кремнийсодержащая пыль обладает цитотоксическим действием, в связи с этим для исключения онкологического процесса все пациенты также консультируются в онкологических диспансерах. При обследовании периферический рак заподозрен по данным КТ и подтвержден в дальнейшем в профильном учреждении у 2 пациентов.

Для оценки эффективности рентгенографии и компьютерной томографии в способности выявлять изменения, характерные для пневмокониоза, использовались данные о чувствительности, специфичности, прогностической ценности положительного и отрицательного результата.

Чувствительность рентгенографии составила 85,11%, специфичность — 54,55%, точность — 81,90%. Чувствительность компьютерной томографии — 98,94%, специфичность — 90,0%, точность — 97,14%.

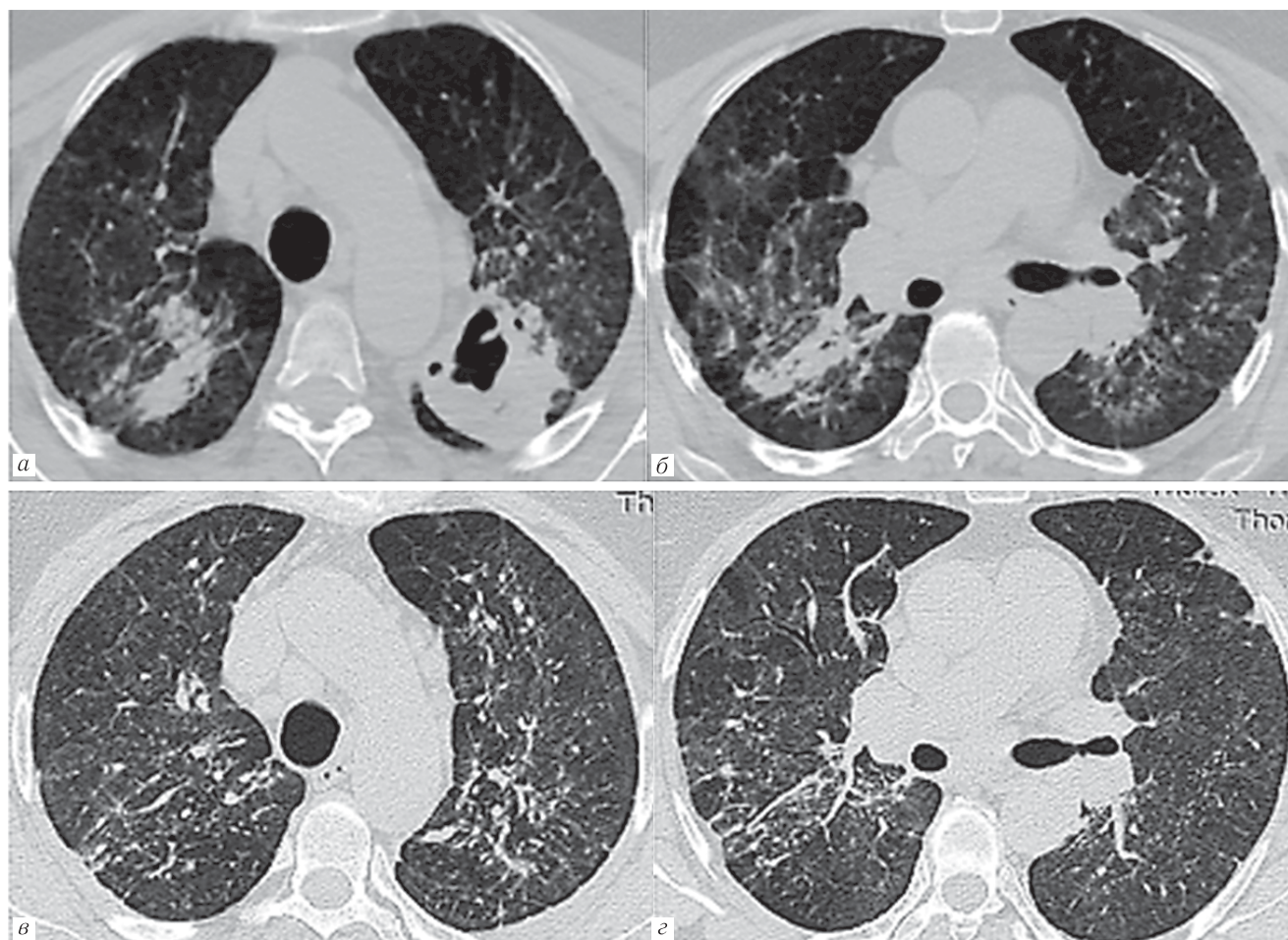
Число ложноположительных результатов при диагностике методом рентгенографии составило 5 (4,76%), ложноотрицательных — 6 (5,71%). Число ложноположительных результатов при диагностике методом КТ — 2 (1,90%), ложноотрицательных — 1 (0,95%).

Два ложноположительных результата по данным КТ в дальнейшем при углубленном обследовании

соответствовали саркоидозу, один из них подтвержден гистологически, второй случай — спонтанной положительной динамикой по данным КТ при динамическом наблюдении (пациентка отказалась от морфологической верификации и лечения) (рис. 3). Один случай был расценен как саркоидоз (1 ложноотрицательный результат), который не подтвердился при дальнейшем обследовании.

С узелковой формой пневмокониоза обследовано 40 человек. Средний возраст составил 56,4 года. В основном пациенты работали в подземных условиях ( $n=28$ ; 70%), остальные — в литейном цехе.

Очаговые изменения характеризовались преимущественно перилимфатическим (37,5%) и хаотичным (37,5%) расположением. В остальных случаях



**Рис. 3.** Компьютерные томограммы пациентки 52 лет с саркоидозом, гистологически верифицированным: до лечения (*а, б*) и после лечения через 6 месяцев после установления диагноза (*в, з*): *а, б* — в паренхиме обоих легких на фоне перилимфатической диссеминации определяются зоны консолидации в верхних долях с наличием полости в верхней доле левого легкого; *в, з* — положительная динамика на фоне лечения в виде значительного уменьшения зон консолидации в правом легком, восстановление пневматизации и исчезновение полости в левом легком

**Fig. 3.** Computer tomograms of a 52-year-old patient with histologically verified sarcoidosis: before treatment (*a, b*) and after treatment 6 months after diagnosis (*v, z*): *a, b* — in the parenchyma of both lungs against the background of perilymphatic dissemination, zones of consolidation in the upper lobes with the presence of a cavity in the upper lobe of the left lung are determined; *v, z* — positive dynamics against the background of treatment in the form of a significant decrease in the consolidation zones in the right lung, the restoration of pneumatization and the disappearance of the cavity in the left lung

Пациенты с пневмокониозом по КТ-картине были разделены на три группы, в зависимости от преобладания типа изменений в легких: в первой группе преобладала диссеминация различного характера, во второй — поражение интерстиция, в третьей группе выделить ведущий признак не представлялось возможным.

#### 1. Характеристика пациентов с узелковой формой.

выявлялись центрилобулярные очаги. Очаги имели различные размеры: от 1 до 7 мм в диаметре. В 100% случаев выявлялись очаги по плевре.

Преимущественно очаговая диссеминация была выявлена в верхних и прикорневых зонах, однако в 37,5% случаев очаги определялись по всем легочным полям. Довольно часто встречалось обызвествление очагов (25%).

При динамическом обследовании очаги имеют тенденцию к слиянию и впоследствии образуют массивные фиброзные конгломераты. На момент первичного исследования слияние очагов наблюдалось в 67,5% наблюдений, а при динамическом исследовании — в 100%.

При ранних формах пневмокониоза определялись очаги по типу «матового стекла», которые при динамическом наблюдении (не ранее чем через 1 год) уплотнялись и превращались в очаги до 1 мм.

2. Характеристика пациентов с интерстициальной формой.

Во второй группе изменения характеризовались утолщением как внутрималькового (в 37,9%), так и междолькового (в 93,1%) интерстиция во всех отделах легких. Довольно часто выявлялись грубые



**Рис. 4.** Компьютерная томограмма пациента 56 лет: в S6 правого и S1+2 левого легкого определяются участки массивного фиброза неправильной формы, с гиподенсными участками и обызвествлениями

**Fig. 4.** Computed tomography of a 56-year-old patient: in S6 of the right and S1+2 of the left lung, areas of massive fibrosis of irregular shape are detected, with hypodense areas and calcifications

фиброзные изменения перибронховаскулярного характера в прикорневых отделах (31%). Так же как и в первой группе, встречались неоднородные обызвествления. При динамическом наблюдении нарастали фиброзные изменения за счет увеличения толщины междолькового интерстиция с формированием конгломератов.

3. Характеристика пациентов со смешанной формой.

В третьей группе КТ-картина характеризовалась наличием очаговых и интерстициальных изменений, аналогичных первой и второй.

**Массивные фиброзные изменения и изменения бронхиального дерева.** Узловые образования у всех обследуемых выявлялись в верхних или средних отделах легких, были тесно связаны с корнем в связи

с объемным уменьшением долей. В 1/3 случаев имели двусторонний характер. Они представляли собой участки массивного фиброза неправильно округлой формы, неоднородной структуры за счет наличия участков обызвествления, участков некроза и полостей деструкции. В выявленных конгломератах на КТ при некрозах определялись участки пониженной плотности (10–18 НУ), в 10 случаях — с наличием полости (рис. 4). Полости деструкции либо участки пониженной плотности выявлялись в равной степени у пациентов с силикозом и силикотуберкулезом, из чего следует, что это не является основополагающим признаком присоединения туберкулезной инфекции, как это считалось ранее. Полости деструкции имели толстые стенки (4–7 мм), которые при динамическом наблюдении при силикотуберкулезе на фоне медикаментоз-



**Рис. 5.** Компьютерная томограмма пациентки 63 лет: определяются множественные лимфатические узлы правой нижней паратрахеальной группы, единственный с обызвествлением по периферии по типу «скорлупки». В верхней доле правого легкого — участок фиброза неправильной формы

**Fig. 5.** Computer tomogram of a 63-year-old patient: multiple lymph nodes of the right lower paratracheal group are detected, a single one with calcification on the periphery of the «shell» type. In the upper lobe of the right lung, there is a section of irregular fibrosis

ной терапии, а при силикозе в отсутствии какого-либо лечения утончались до 2–3 мм. Стенки полостей деструкции могли быть как с обызвествлениями, так и без них. В некоторых полостях определялось небольшое количество жидкости.

В области фиброзных изменений отмечались множественные тракционные бронхоэктазы с толстыми стенками, деформированными просветами.

**Эмфизема легких.** Эмфизема легких выявлялась у 84,4% из 109 пациентов. Центрилобулярная эмфизема встречалась в 55,3% случаев, парасептальная — в 49,4%. При массивном фиброзе определялась рубцовая эмфизема. Также у 39 пациентов были выявлены буллы различного размера — от 13 до 78 мм. Буллы выявлялись в равной степени

в верхних долях, парамедиастинально, а также в наддиафрагмальных отделах. Следует отметить, что пневмоторакса за время наблюдения ни у одного пациента выявлено не было.

**Лимфатические узлы.** По данным литературы в прошлом крайне редко при пневмокониозе выявлялась лимфоаденопатия. В настоящее время лимфоаденопатия средостения встречалась в 81,7% случаев, в половине которых структура лимфатических узлов была неоднородна за счет участков обызвествления. Обызвествления в лимфатическом узле имели преимущественно хаотичное расположение, обызвествления, характерные для пневмокониоза, по типу «скорлупок» (по периферии лимфоузла) определялись лишь в 28,4% случаев (рис. 5).

**Изменения плевры.** Утолщения плевры определялись при выраженных формах в 38,5% случаев,

носили как локальный, так и распространенный двусторонний характер. Утолщения плевры встречались в равной степени при всех формах пневмокониоза. Обызвествления плевры имели место в 17,6% случаев.

**Заключение.** Пневмокониоз — профессиональное заболевание легких от воздействия промышленной пыли с минимальными клиническими проявлениями. Необходимо проведение компьютерной томографии всем пациентам при подозрении на пневмокониоз для дифференциальной диагностики интерстициальных заболеваний легких. У пациентов с диссеминацией наличие профессиональной вредности не является определяющим критерием в постановке диагноза, необходим комплексный подход с гистологической верификацией в диагностически сложных случаях.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Laney A.S., Attfield M.D. Coal workers' pneumoconiosis and progressive massive fibrosis are increasingly more prevalent among workers in small underground coal mines in the United States // *Occupational and environmental medicine*. 2010. Vol. 67, No. 6. P. 428–431. DOI: 10.1136/oem.2009.050757
- Измеров Н.Ф., Чучалин А.Г. (ред.). Профессиональные заболевания органов дыхания. Национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. 363–552 с. [Izmerov N.F., Chuchalin A.G. *Occupational diseases of the respiratory system*. National leadership, Moscow: publishing house GEOTAR-Media, 2015, 363–552 с. (In Russ.)].
- Leung C.C., Yu I.T., Chen W. Silicosis // *Lancet*. 2012. Vol. 379 (9830). P. 2008–2018. DOI: 10.1016/S0140-6736(12)60235-9.
- Baur X., Heger M., Bohle R.M., Hering K.G. et al. Diagnostics and Expert Opinion in the Occupational Disease. Silicosis // *Pneumologie*. 2016. No. 70 (12), P. 782–812. DOI: 10.1055/s-0042-102939.
- Hodnett P.A., Naidich D.P. Fibrosing interstitial lung disease. A practical high-resolution computed tomography-based approach to diagnosis and management 132 and a review of the literature // *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2013. Vol. 188. P. 141–143. DOI: 10.1164/rccm.201208-1544CI.
- Meijer E., Tjoe Nij E., Kraus T., van der Zee J.S. et al. Pneumoconiosis and emphysema in construction workers: results of HRCT and lung function findings // *Occupational and environmental medicine*. 2011. Vol. 68, No. 7. P. 542–546. DOI: 10.1136/oem.2010.055616.
- Ковалева А.С., Серова Н.С., Бухтияров И.В., Егорова Е.М., Семенова М.С. Компьютерная томография в оценке динамики развития пневмокониоза // *REJR*. 2018. № 8 (4). P. 95–102. [Kovaleva A.S., Serova N.S., Bukhtiyarov I.V., Egorova E.M., Semionova M.S. Computed tomography in the dynamics of pneumoconiosis. REJR, 2018, No. 8 (4), pp. 95–102. (In Russ.)]. DOI: 10.21569/2222-7415-2018-8-4-95-102.
- Улановская Е.В., Орницан Э.Ю. Случаи позднего силикоза у работников пылеопасных производств // *REJR*. 2016. Т. 6, No. S2. С. 36. [Ulanovskaya E.V., Ornitcan E.Yu. Cases of late silicosis in workers of dust-hazardous industries. REJR, 2016, Vol. 6, No. S2, p. 36 (In Russ.)].
- Шамшурова Е.С., Тухбатуллин М.Г., Валиев Р.Ш. Лучевые методы визуализации при туберкулезе органов дыхания // *REJR*. 2016. Т. 6, № S2. С. 36–37. [Shamshurova E.S., Tuxhatullin M.G., Valiev R.Sh. Radiation imaging in tuberculosis of the respiratory system. REJR, 2016, Vol. 6, No. S2, pp. 36–37 (In Russ.)].
- Ткачева В.Н. Дифференциальная диагностика пневмокониозов с другими диссеминированными заболеваниями легких // *Лечебное дело*. 2006. № 2. С. 5–10. [Tkacheva V.N. Differential diagnosis of pneumoconiosis with other disseminated lung diseases. *Medical business*, 2006, No. 2, pp. 5–10 (In Russ.)].

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 07.06.2020 г.

### Авторский вклад в подготовку статьи:

Вклад в концепцию и план исследования: А.С.Ковалева, Н.С.Серова, И.В.Бухтияров. Вклад в сбор данных: А.С.Ковалева. Вклад в анализ данных и выводы: А.С.Ковалева, Н.С.Серова, И.В.Бухтияров. Вклад в подготовку рукописи: А.С.Ковалева, Н.С.Серова, И.В.Бухтияров.

### Сведения об авторах:

**Ковалева Алина Сергеевна** — заведующий отделением, врач-рентгенолог, федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф.Измерова»; 105275, Москва, пр. Буденного, д. 31; e-mail: kovaleva.rad@gmail.com;  
**Серова Наталья Сергеевна** — доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, врач-рентгенолог, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М.Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет); 119991, Москва, Трубецкая ул., д. 8, стр. 2; e-mail: dr.serova@yandex.ru;  
**Бухтияров Игорь Валентинович** — доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки РФ, врач-профпатолог, директор федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф.Измерова»; 105275, Москва, пр. Буденного, д. 31; заведующий кафедрой медицины труда, авиационной, космической и водолазной медицины федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М.Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет); 119991, Москва, Трубецкая ул., д. 8, стр. 2; e-mail: bukhtiyarov@irioh.ru.