

УДК 616.24

<http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2021-12-2-59-69>

© Красильникова Е.А., Завадовская В.Д., Желев В.А., Люлько Ю.О., Ермоленко С.П., Зоркальцев М.А., 2021 г.

## РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТИНА РЕСПИРАТОРНОГО ДИСТРЕСС-СИНДРОМА У НОВОРОЖДЕННЫХ С НИЗКОЙ И ЭКСТРЕМАЛЬНО НИЗКОЙ МАССОЙ ТЕЛА

<sup>1</sup>Е. А. Красильникова\*, <sup>2</sup>В. Д. Завадовская, <sup>2</sup>В. А. Желев, <sup>2</sup>Ю. О. Люлько, <sup>2</sup>С. П. Ермоленко,  
<sup>2</sup>М. А. Зоркальцев

<sup>1</sup>Международный институт биологических систем имени Сергея Березина, г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, Россия

**Введение.** Респираторный дистресс-синдром (РДС) характеризуется незрелостью легочной ткани, недостаточностью сурфактанта и является частой причиной смерти у недоношенных новорожденных. Рентгенография является основным методом для определения причин и степени выраженности респираторной недостаточности у новорожденных.

**Цель.** Систематизация результатов рентгенологического исследования легких новорожденных с различной степенью недоношенности, сопоставленных с аутопсийными данными.

**Материалы и методы.** Выполнен анализ рентгенологических данных и секционного материала 32 недоношенных новорожденных с низкой и экстремально низкой массой тела, умерших с клиническими проявлениями РДС.

**Результаты исследования.** В статье приведен сравнительный анализ различных типов рентгенологических изменений легких (ретикуло-нодулярный легочный рисунок (n=10), ячеистая деформация легочного рисунка (n=5), «воздушная бронхограмма» (n=20), синдром «утечки воздуха» (n=6), очагово-сливные тени/инфильтративно-подобные фокусы затемнения (n=9)) и результатов аутопсий недоношенных новорожденных.

**Заключение.** Наибольшее количество совпадений рентгенологических и гистологических данных имело место при БЛД (80%), наименьшее — при легочных геморрагиях (20%). Совпадение заключений при пневмонии и болезни ГМ — в 58–56% соответственно. Сложность дифференциальной диагностики рентгенологической картины легких у маловесных новорожденных заключается в частом сочетании патологических состояний. У 15 (53,6%) новорожденных при отсутствии критериев сурфактантной недостаточности на фоне респираторной поддержки развивалась дыхательная недостаточность с широким спектром патологических изменений в легких.

**Ключевые слова:** респираторный дистресс-синдром, недоношенные новорожденные, рентгенологические изменения легких, гиалиновые мембраны, легочные геморрагии, бронхолегочная дисплазия, пневмония

\*Контакт: Красильникова Елена Александровна, [krasatr85@sibmail.com](mailto:krasatr85@sibmail.com)

© Krasilnikova E.A., Zavadovskaya V.D., Zhelev V.A., Lyulko J.O., Ermolenko S.P., Zorkaltsev M.A., 2021

## X-RAY IMAGE OF RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME IN NEWBORNS WITH LOW AND EXTREMELY LOW BIRTH WEIGHT

<sup>1</sup>Elena A. Krasilnikova\*, <sup>2</sup>Vera D. Zavadovskaya, <sup>2</sup>Victor A. Zhelev, <sup>2</sup>Julia O. Lyulko, <sup>2</sup>Sergey P. Ermolenko,  
<sup>2</sup>Maksim A. Zorkaltsev

<sup>1</sup>International Institute of Biological Systems named after Sergei Berezin, Tomsk, Russia

<sup>2</sup>Siberian State Medical University, Tomsk, Russia

**Introduction.** Respiratory distress syndrome (RDS) is characterized by immaturity of lung tissue, surfactant deficiency and is a common cause of mortality in premature infants. X-ray is the main method for determining the causes and severity of respiratory failure in newborns.

**Purpose.** Systematization of the results of X-ray examination of the lungs of newborns with varying degrees of prematurity, compared with autopsy data.

**Materials and methods.** The analysis of X-ray data and sectional material of 32 premature infants with low and extremely low body weight who died with clinical manifestations of RDS was performed.

**Research results.** The article provides a comparative analysis of various types of radiological changes in the lungs (reticulo-nodular pulmonary pattern (n=10), cellular deformity of the pulmonary pattern (n=5), «air bronchogram» (n=20), «air leakage» syndrome (n=6), focal-confluent shadows/infiltrative-like foci of darkening (n=9)) and autopsy results of premature newborns.

**Conclusion.** The greatest number of coincidences of radiological and histological data took place in BPD (80%), the smallest — in pulmonary hemorrhages (20%). The coincidence of conclusions for pneumonia and GM disease is 58–56%, respectively. Difficulty in the differential diagnosis of the X-ray picture of the lungs in low birth-weight infants lies in the frequent combination of pathological conditions. Respiratory failure with a wide range of pathological changes in the lungs developed in 15 (53,6%) newborns in the absence of criteria for surfactant insufficiency against the background of respiratory support.

**Key words:** respiratory distress syndrome, premature infants, X-ray changes in the lungs, hyaline membranes, pulmonary hemorrhages, bronchopulmonary dysplasia, pneumonia

\*Contact: *Krasil'nikova Elena Aleksandrovna, krasatr85@sibmail.com*

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

**Для цитирования:** Красильникова Е.А., Завадовская В.Д., Желев В.А., Люлько Ю.О., Ермоленко С.П., Зоркальцев М.А. Рентгенологическая картина респираторного дистресс-синдрома у новорожденных с низкой и экстремально низкой массой тела // *Лучевая диагностика и терапия*. 2021. Т. 12, № 2. С. 59–69, <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2021-12-2-59-69>.

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

**For citation:** Krasilnikova E.A., Zavadovskaya V.D., Zhelev V.A., Lyulko J.O., Ermolenko S.P., Zorkaltsev M.A. X-ray image of respiratory distress syndrome in newborns with low and extremely low birth weight // *Diagnostic radiology and radiotherapy*. 2021. Vol. 12, No. 2. P. 59–69, <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2021-12-2-59-69>.

**Введение.** Среди проблем перинатологии одно из первых мест занимают преждевременные роды, которые лежат в основе высоких показателей заболеваемости и неонатальной смертности [1, с. 23]. На долю недоношенных детей приходится до 70% ранней неонатальной смертности и 65–75% детской смертности.

Заболевания легких, сопровождающиеся дыхательной недостаточностью, являются основной причиной смерти у новорожденных, главным образом недоношенных детей, легочная ткань которых находится в состоянии физиологической или патологической незрелости.

Респираторный дистресс-синдром (болезнь гиалиновых мембран, сурфактантная недостаточность) является собирательным понятием, отражающим проявления дыхательной недостаточности. Доля недоношенных, для которых характерно это заболевание, в общей популяции новорожденных составляет 6–12% [2, с. 23].

Пусковым моментом морфологических изменений легких у новорожденных является недостаточность сурфактанта, который вызывает каскад патологических состояний в виде нерасправления/спадения альвеол, повышением проницаемости сосудов, высокой степенью ранимости респираторного эпителия, отека легких, формирования гиалиновых мембран.

Сурфактант, обеспечивая расправление альвеол и воздухоносность легких, представляет собой комплекс липопротеинов (70–80% phospholipids, 8–10% protein, and 10% neutrallipids), расценивается как маркер зрелости легких и начинает формироваться на 24–28-й неделе, продолжая увеличиваться на протяжении всего периода гестации. Особенно интенсивный выброс сурфактанта происходит в момент родов, что обеспечивает первичное расправление легких.

Первичный дефицит сурфактанта является причиной не расправления или спадения альвеол, повреждения респираторного эпителия, снижения абсорбции фетальной жидкости и развития отека легких, развития пневмонии.

Частота развития РДС определяется сроком гестации и степенью незрелости легких. При сроке гестации меньше 32 недель и при отсутствии соответ-

ствующей профилактики на этапе пренатального развития плода процент развития РДС составляет 65%.

Существенную роль в развитии РДС играет постнатальная интенсивная терапия новорожденных и их дальнейшая респираторная поддержка [2, с. 23].

Основным методом определения причины РДС является рентгенологический, поэтому при определенной однотипности клинических проявлений рентгенологический метод является обязательным для оценки проявления респираторной недостаточности у новорожденных.

**Целью** настоящей публикации явилась систематизация результатов рентгенологического исследования новорожденных с различной степенью недоношенности, сопоставленного с аутопсийными данными.

**Материалы и методы.** Основу данного исследования составляет анализ рентгенологических и морфологических данных секционного материала 32 недоношенных новорожденных с низкой и экстремально низкой массой тела, умерших с клиническими проявлениями респираторного дистресс-синдрома.

Было исследовано 32 недоношенных новорожденных со сроком гестации от 22 до 36 недель и массой тела от 500 до 2499 г (87,5%). Возраст детей за период исследования — от 1 часа жизни до 55 дней.

Среди недоношенных новорожденных в соответствии с весовой категорией было выделено 3 группы: 16 человек с экстремально низкой массой тела (ЭНМТ, масса тела от 500 до 999 г) — 50%; 6 человек с очень низкой массой тела (ОНМТ, масса тела от 1000 до 1499 г) — 31,25%; 10 человек с низкой массой тела (НМТ, масса тела от 1500 до 2499 г) — 18,75%.

Респираторный дистресс-синдром (РДС) при рождении установлен у всех 32 новорожденных. Отягощенный анамнез в виде внутриутробной инфекции, верифицированной лабораторными данными, наблюдался у 10 новорожденных.

Всем пациентам была проведена оценка по шкале Апгар и оценка тяжести дыхательных расстройств по шкале Даунса (табл. 1).

Среди недоношенных пациентов сурфактант (куросурф) был введен 16 новорожденным. Респираторная поддержка была оказана своевременно 31 новорожденным.

Таблица 1

## Оценка состояния здоровья недоношенных новорожденных по шкалам

Table 1

## Assessment of the health status of premature newborns according to scales

Оценка состояния здоровья недоношенных новорожденных по шкале Апгар		Оценка состояния здоровья недоношенных новорожденных по шкале Даунс	
баллы	новорожденные	степень	новорожденные
1–3	4	Легкая	4
4–6	17	Средняя	7
7 и <	11	Тяжелая	11

Респираторная поддержка при этом была оказана всем детям. Отягощенный анамнез в виде внутриутробной инфекции был у 2 новорожденных. В возрасте от 7 суток до 55 дней был зафиксирован летальный исход у детей на фоне проводимой терапии.

Результаты патологоанатомического заключения представлены в табл. 2.

Таблица 2

## Выявленные при аутопсии патологии

Table 2

## Pathologies identified at autopsy

Наименование патологии	Количество	
	абс. число	%
Пневмония	14	43,75
БГМ	9	28,125
ОБЛД	5	15,625
Кровоизлияния в легочную паренхиму	2	6,25
Кровоизлияния в головной мозг	2	6,25

Гистологическая картина выявленных патологических состояний не имела морфологических особенностей при аутопсии недоношенных новорожденных в различных весовых категориях.

**Методом исследования** новорожденных являлась обзорная рентгенография органов грудной клетки, выполненная на цифровом передвижном рентгеновском аппарате (TMS 300 RDR, TECHNIX, Италия) при следующих параметрах: kv-54, mas-6,3.

**Результаты и их обсуждение.** При рентгенологическом исследовании 32 новорожденных у 2 — отсутствовали изменения рентгенологической картины легких. Среди остальных новорожденных с РДС были выделены определенные типы рентгенологические изменений легких: ретикуло-нодулярный легочной рисунок (n=10); ячеистая деформация легочного рисунка (n=5); «воздушная бронхограмма» (n=20); синдрома «утечки воздуха» в виде интерстициальной легочной эмфиземы (n=2), пневмоторакса (n=3), пневмомедиастинума (n=1); очагово-сливные тени/ инфильтративно-подобные фокусы затемнения (n=9).

**Количество выявленных типов изменений рентгенологической картины легких превы-**

**шало количество обследованных пациентов в связи с сочетанным поражением легких.**

*Ретикуло-нодулярный* тип легочного рисунка обусловлен наличием большого количества рыхлой соединительной ткани (количество которой адекватно незрелости легких) и не полным раскрытием части альвеол с формированием мелких рассеянных ателектазов. Ретикуло-нодулярный рисунок является отражением незрелости легочной ткани недоношенных новорожденных и его можно считать условно физиологическим вариантом рентгенологической картины недоношенных новорожденных (рис. 1).

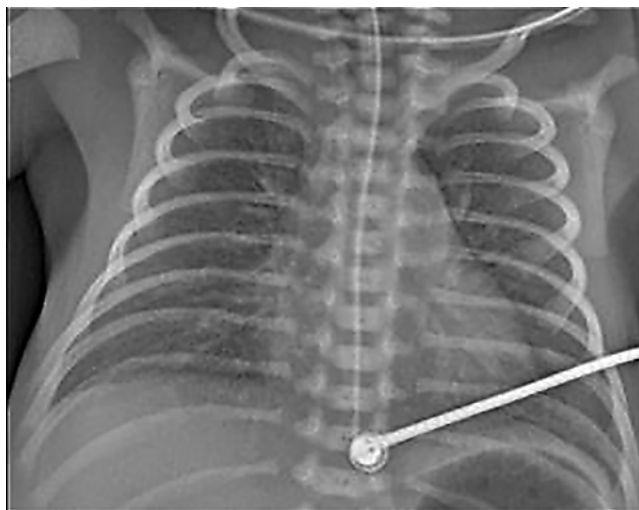


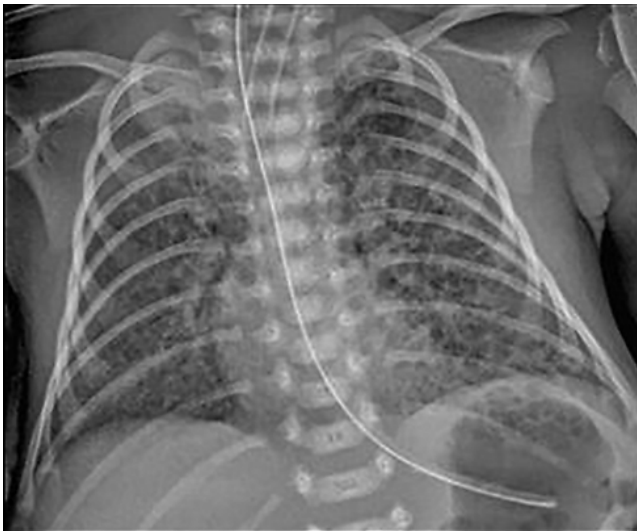
Рис. 1. Признаков острого вздутия легких нет.

Пневматизация легких сохранена, выражена в одинаковой степени на всем протяжении. По всем легочным полям равномерный мелконодулярный ретикулярный рисунок

Fig. 1. There are no signs of acute lung distension.

Pneumatization of the lungs is preserved, expressed to the same extent throughout. All pulmonary fields have a uniform finely nodular reticular pattern

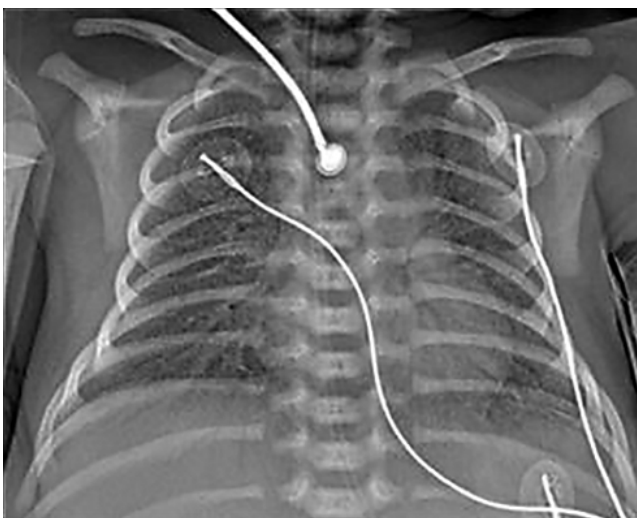
*Ячеистая деформация* легочного рисунка характеризуется отчетливо выраженными лобулярными вздутиями или тонкостенными воздушными структурами, чередующимися с участками уплотнения интерстициальной ткани легкого, обусловленными отеком интерстициального компонента и/или его фиброзом (рис. 2).



**Рис. 2.** Признаков острого вздутия легких нет. Ячеистая деформация легочного рисунка на протяжении всех легочных полей

**Fig. 2.** There are no signs of acute lung distension. Cellular deformation of the pulmonary pattern throughout all lung fields

«Воздушная бронхограмма» обусловлена визуализацией воздушного просвета бронхов на фоне равномерного уплотнения легочной ткани. В норме на рентгенограмме грудной клетки на фоне тени средостения хорошо визуализируются трахея, главные бронхи и начало долевых бронхов. Визуализация бронхов более мелкого калибра свидетельствует о наличии уплотнения окружающей паренхимы легких и, как правило, является отражением гиалиновых мембран (рис. 3).



**Рис. 3.** Признаков острого вздутия легких нет. Умеренное снижение пневматизации легких. Отчетливо визуализируются симптом «воздушной бронхографии», наиболее отчетливо на фоне тени сердца и печени

**Fig. 3.** There are no signs of acute lung distension. Moderate decrease in pneumatization of the lungs. The symptom of «air bronchography» is clearly visualized, most clearly against the background of the shadow of the heart and liver

Синдром «утечки воздуха» включает в себя интерстициальную легочную эмфизему (ИЛЭ), пневмоторакс, пневмомедиастинум, пневмоперикард, пневмоперитонеум, подкожную эмфизему, газовую эмболию.

Механическая вентиляция — важный фактор возникновения «утечки воздуха» у недоношенных новорожденных, получающих лечение по поводу РДС. Чаще всего нарушение целостности альвеол происходит в результате прогрессивного повреждения респираторного эпителия альвеол и терминальных воздухоносных путей высоким внутрилегочным давлением или большим дыхательным объемом.

В результате механического повреждения бронхоальвеолярных стенок газ распространяется в периваскулярное и перибронхиальное пространство, по междолевым перегородкам и висцеральной плевре с развитием интерстициальной легочной эмфиземы. При центробежном (субплевральном) распространении газа — формируется пневмоторакс, а при центрипетальном — пневмомедиастинум и пневмоперикард.

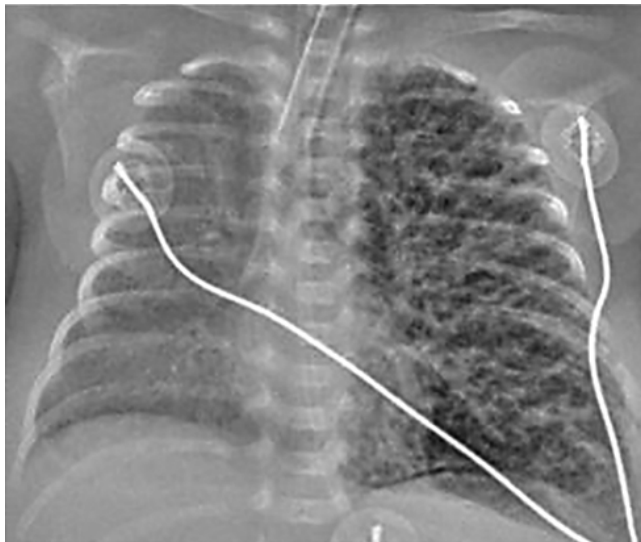
В редких случаях может сформироваться воздушная эмболия. Предположительной трактовкой данного осложнения может служить формирование альвеолярно-васкулярной фистулы при наличии интерстициальной эмфиземы и поступление воздуха в камеры сердца.

Рентгенологическая картина интерстициальной эмфиземы проявляется тубулярными или кистозными участками просветления, которые могут быть локальными или диффузными, односторонними или двухсторонними. Интерстициальная эмфизема, сохраняющаяся свыше 1 недели, обозначается как персистирующая. ИЛЭ может осложниться пневмотораксом, пневмомедиастинумом, пневмоперикардом, газовой эмболией (рис. 4).

При СУВ газ может распространиться в мягкие ткани груди и шеи, формируя подкожные эмфиземы. Если у вентилируемых новорожденных уже имеется пневмоторакс и пневмомедиастинум, газ из плеврального или медиастинального пространства поступает по тканям, окружающим сосуды и пищевод, в брюшную полость, формируя пневмоперитонеум или ретропневмоперитонеум.

Пневмоторакс характеризуется скоплением газа между париетальной и висцеральной плеврой. У новорожденных он часто бывает напряженным и сопровождается медиастинальной грыжей и который смещает легкое и органы средостения в противоположную сторону (рис. 5).

Пневмомедиастинум характеризуется скоплением свободного газа в средостении, может возникать как спонтанно, так и являться осложнением искусственной вентиляции легких, часто сочетаясь с пневмотораксом. На рентгенограмме определяется как полоска просветления вдоль органов средостения, часто оттесняет вилочковую железу кверху (рис. 6).



**Рис. 4.** Синдром «утечки воздуха». Интерстициальная легочная эмфизема на протяжении левого легкого в виде радиарно распространяющихся тубулярно-кистозных структур. Равномерное затемнение правого легкого, слабо дифференцируются отдельные просветы бронхов

**Fig. 4.** «AirLeak» Syndrome. Interstitial pulmonary emphysema throughout the left lung in the form of radially spreading tubular-cystic structures. Uniform darkening of the right lung, individual lumens of the bronchi are poorly differentiated



**Рис. 5.** Синдром «утечки воздуха». Напряженный правосторонний пневмоторакс, медиастинальная грыжа, смещение средостения влево

**Fig. 5.** «Air Leak» Syndrome. Tense right-sided pneumothorax, mediastinal hernia, mediastinal displacement to the left

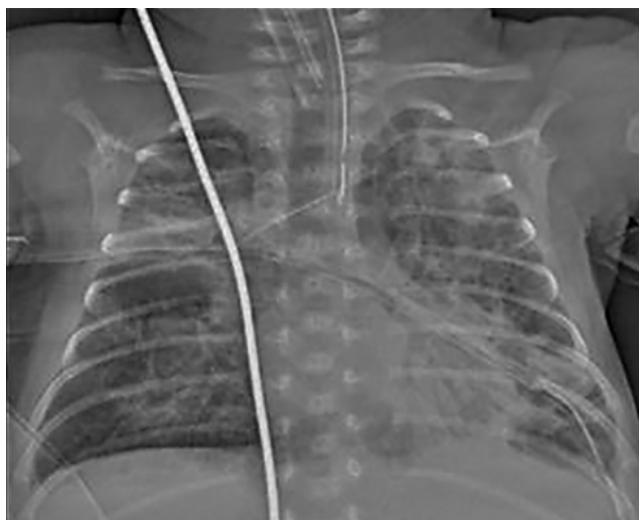
Пневмоперикард характеризуется скоплением воздуха в полости околосердечной сумки, куда проникает через дефект в области устья легочных вен, из средостения или плеврального пространства. На рентгенограмме отличить пневмоперикард от пневмомедиастинума можно за счет полоски просветления, окружающей тень сердца и отделяющей ее от диафрагмы.



**Рис. 6.** Синдром «утечки воздуха». Прослойка воздуха окружает левый контур сердца, вилочковую железу по правому контуру. Правосторонний пневмоторакс

**Fig. 6.** «Air Leak» Syndrome. A layer of air surrounds the left contour of the heart, the thymus gland along the right contour. Right-sided pneumothorax

Очагово-сливные тени или инфильтративно-подобные фокусы затемнения на рентгенограмме визуализируются как неравномерные участки уплотнения легочной ткани различной интенсивности, с нечеткими контурами, местами сливающиеся. На их фоне часто визуализируется «воздушная бронхограмма» (рис. 7).



**Рис. 7.** Гипервентиляция легких. Очагово-сливные затемнения в обоих легких в сочетании с «воздушной бронхографией»

**Fig. 7.** Hyperventilation of the lungs. Focal-confluent opacities in both lungs in combination with «air bronchography»

Типы изменений легких по данным рентгенографии в группах новорожденных с различной массой тела представлены в табл. 3.

Данные таблицы свидетельствуют, что во всех группах обследуемых преобладающим типом изменения рентгенологической картины легких была

Таблица 3

## Типы рентгенологических изменений

Table 3

Группы	Типы рентгенологических изменений										
	ретикулонодулярный рисунок		воздушная бронхограмма		ячеистая деформация		СУВ		очагово-сливные тени, инфильтрация		б/о
	п	%	п	%	п	%	п	%	п	%	п
ЭНМТ	7	43,75	11	68,75	3	18,75	2	12,5	6	37,5	—
ОНМТ	1	16,6	3	50	2	33,3	—	—	1	16,6	1
НМТ	2	20	6	60	—	—	4	40	2	20	1
Всего	10		20		5		6		9		2

воздушная бронхограмма; все типы изменения легочного рисунка присутствовали в группе новорожденных с ЭНМТ; ретикуло-нодулярный рисунок имел место во всех группах, но в большем проценте в группе с ЭНМТ.

Следует отметить, что ретикулярно-нодулярный легочный рисунок наблюдался при первых рентгенологических исследованиях новорожденных; далее, при варианте нарастания отрицательной динамики, он мог осложняться более грубыми изменениями легочной ткани, на фоне которых четко уже не прослеживался.

Реже всех встречались ячеистая деформация и утечка воздуха.

Сопоставление рентгенологической и морфологической картины легких представлено ниже в табл. 4.

дат, аспирированный чешуйчатый эпителий, фибрин. При инфицировании мембраны инфильтрированы полиморфнуклеарами. **Наиболее ранний срок появления ГМ** — 3–4 часа после рождения, чаще они возникают через 12–24 часов. Полностью ГМ организуются и отделяются от подлежащих альвеолярных или бронхиальных стенок через 36–48 часов (при отсутствии респираторной поддержки и кислородной терапии).

*Рентгенологическая картина ГМ* характеризуется ретикуло-нодулярным легочным рисунком с последующим равномерным снижением пневматизации легких по типу «матового стекла», на фоне чего визуализируются линейные участки просветления, соответствующие архитектонике сегментарных и суб-

Таблица 4

## Морфологические субстраты выявленных рентгенологических синдромов

Table 4

Рентгенологический симптом	Морфологический субстрат	п
Воздушная бронхограмма	Болезнь гиалиновых мембран	10
	Интерстициальный отек легких	4
	БЛД + пневмония	2
	Пневмония	3
	Альвеолярный отек легких	1
Ячеистая информация легочного рисунка	БЛД+пневмония	2
	Кровоизлияния	1
	Пневмония	2
Очагово-сливные тени, фокусы инфильтрации	Альвеолярный отек легких	2
	Пневмония	6
	Аспирация мекония	1

«Воздушная бронхограмма», как правило, является рентгенологическим симптомом гиалиновых мембран.

**Гиалиновые мембраны (синоним РДС) представляют собой** эозинофильные мембраны, выстилающие терминальные бронхиолы и альвеолярные ходы. Дистальные воздухоносные пути, содержащие ГМ, окружены спавшимися в результате дефицита сурфактанта альвеолами.

Кроме того, в окружающих альвеолах содержатся некротизированные альвеолярные клетки, транссу-

сегментарных бронхов («воздушная бронхограмма»). Без оказания респираторной поддержки пациенту гипервентиляция легких отсутствует (рис. 8).

Гистологически определялись гиалиновые мембраны, выстилающие альвеолы; эозинофильная жидкость, очаговые ателектазы и дистелектаз, отек стромы, очаговые или сливающиеся кровоизлияния, в некоторых случаях — полнокровие межальвеолярных перегородок.

**Ячеистая деформация легочного рисунка по данным рентгенографии** ассоциирует с бронхолегочной



**Рис. 8.** Гиалиновые мембраны. Диффузное выраженное снижение пневматизации легких, на фоне чего отчетливо выраженная «воздушная бронхография» на протяжении долевых, сегментарных и субсегментарных бронхов. Гипервентиляция легких отсутствует

**Fig. 8.** Hyaline membranes. Diffuse marked decrease in pneumatization of the lungs, against the background of which there is a clearly expressed «air bronchography» along the lobar, segmental and subsegmental bronchi. There is no hyperventilation of the lungs

дисплазией (БЛД). БЛД — хроническое заболевание легких, возникающее у новорожденных, в том числе и у недоношенных детей в процессе терапии респираторных расстройств с помощью ИВЛ с высокими концентрациями кислорода, проявляющееся дыхательной недостаточностью, гипоксемией, стойкими обструктивными нарушениями и характерными рентгенологическими изменениями [3, с. 232].

Типичная рентгенологическая картина БЛД представлена тяжисто-ячеистой деформацией легочного рисунка, множественные лобулярными и эмфизематозными вздутиями, гипервентиляцией легких в сочетании с «воздушной бронхограммой». БЛД может осложняться синдромом «утечки воздуха» в виде ИЛЭ, пневмоторакса, пневмомедиастинума или пневмоперикарда (рис. 9).

Гистологически при БЛД определяются незрелые и некротизированные бронхиолы и альвеолярные ходы. Стенки альвеол и бронхиол утолщены за счет разрастания соединительной ткани и густой инфильтрации макрофагами, лимфоцитами, гистиоцитами, фибробластами. Гипертрофия мышечного слоя легочных артерий, очаговый фиброз адвентиции и очаговая пролиферация интимы.

Помимо БЛД, ячеистая деформация легочного рисунка может иметь место при геморрагическом синдроме. Легочные геморрагии также являются результатом механического повреждения легких, и их частота повышается у недоношенных детей с экстремально низкой массой тела, особенно после



**Рис. 9.** БЛД. Гипервентиляция легких. Распространенная ячеистая и неравномерно тяжистая деформация легочного рисунка. Инфильтративно-подобное затемнение в среднем легочном поле и ателектаз верхней доли правого легкого

**Fig. 9.** BPD. Hyperventilation of the lungs. Widespread cellular and unevenly heavy deformity of the pulmonary pattern. Infiltrative-like darkening in the middle pulmonary field and atelectasis of the upper lobe of the right lung

терапии сурфактантом, при повышении давления в процессе оказания респираторной поддержки.

Рентгенологическая картина при кровоизлияниях в легочную паренхиму представлена ячеистой деформацией легочного рисунка, участками уплотнения легочной ткани, «воздушной бронхограммой» (рис. 10).

При аутопсии определяются очаговые или сливные кровоизлияния в легочную паренхиму, полнокровие межальвеолярных перегородок.

**Очаговые и инфильтративные изменения** ассоциировались с отеком легких, пневмонией и аспирацией мекония.

Инфекция может осложнять течение РДС, вызывать внезапное ухудшение состояния. Инвазивные процедуры (пункция сосуда, установка катетера и др.), назначение стероидной терапии способствуют доступу и активации инфекционных агентов и ухудшают иммунологический статус.

Рентгенологическая картина осложненного течения РДС может быть аналогичной картине при пневмонии, вызываемой группой В *beta-hemolytic streptococci*. При наличии уплотнения интерстиция можно предполагать пневмонию, вызванную *Ureaplasma* или *Mycoplasma*.

На рентгенограмме дифференцируются усиление легочного рисунка (за счет интерстициального и сосудистого компонента легочной ткани), неравномерная пневматизация легких, фокусы инфильтрации, очагово-сливные тени, на фоне которых хорошо прослеживается «воздушная бронхограмма» (рис. 11).



**Рис. 10.** Кровоизлияние в легкие. Снижение пневматизации легких в центральных отделах легких, ячеистая деформация легочного рисунка. Локализованные проявления «воздушной бронхографии». Гипервентиляция отсутствует

**Fig. 10.** Pulmonary hemorrhage. Decreased pneumatization of the lungs in the central parts of the lungs, cellular deformation of the pulmonary pattern. Localized manifestations of «air bronchography». There is no hyperventilation

Гистологически определяется резко выраженное полнокровие межальвеолярных перегородок, отек стромы с очаговой лимфогистиоцитарной инфильтрацией, легочная паренхима с очаговыми ателектазами и дистелектазами, единичными эмфизематозно расширенными альвеолами. Также могут быть



**Рис. 11.** Пневмония, БЛД. Гипервентиляция легких. На фоне тяжелой деформации легочного рисунка сливная очаговая воспалительная инфильтрация преимущественно в правом легком, более локализованная инфильтрация в левом легком. «Воздушная бронхография»

**Fig. 11.** Pneumonia, BPD. Hyperventilation of the lungs. Against the background of severe deformity of the pulmonary pattern, confluent focal inflammatory infiltration mainly in the right lung, more localized infiltration in the left lung. «Air bronchography»

выявлены десквамативно-дистрофические изменения эпителия, деструкция сосудов и мелких бронхов. В некоторых альвеолах может определяться серозная жидкость, белковый экссудат, лейкоциты, макрофаги. Иногда видны участки некроза легочной ткани в виде базофильных масс.

**Синдром аспирации мекония (САМ)** — одна из наиболее частых причин дыхательной недостаточности у доношенных и переношенных детей, но заболевание довольно редко встречается у недоношенных новорожденных.

Меконий — вязкая, темно-зеленая субстанция, состоящая на 80–90% из воды, а также эпителиальных клеток кишечника, лануго, слизи и кишечных секретов, таких как желчные кислоты и панкреатический сок. Меконий появляется в ЖКТ плода с 10-й недели гестации. Внутриутробно меконий начинает отходить вследствие гипоксии или вагусной стимуляции в ЖКТ при компрессии головы или пуповины во время родов. Пассаж мекония в околоплодные воды у недоношенных детей вследствие недостаточно выраженной у них перистальтики кишечника — более редкое явление, чем у доношенного или переношенного ребенка. Гипоксемия и ацидоз продуцируют выраженные попытки вдоха у плода, что способствует поступлению околоплодных вод с меконием в легкие.

Рентгенологические признаки САМ описаны как рассеянные, несимметричные, пятнистые инфильтраты, но различные механизмы патогенеза заболевания приводят к широкой вариабельности радиологических признаков: ателектазы, плевральный выпот, синдром утечки воздуха, гипервентиляция (рис. 12).



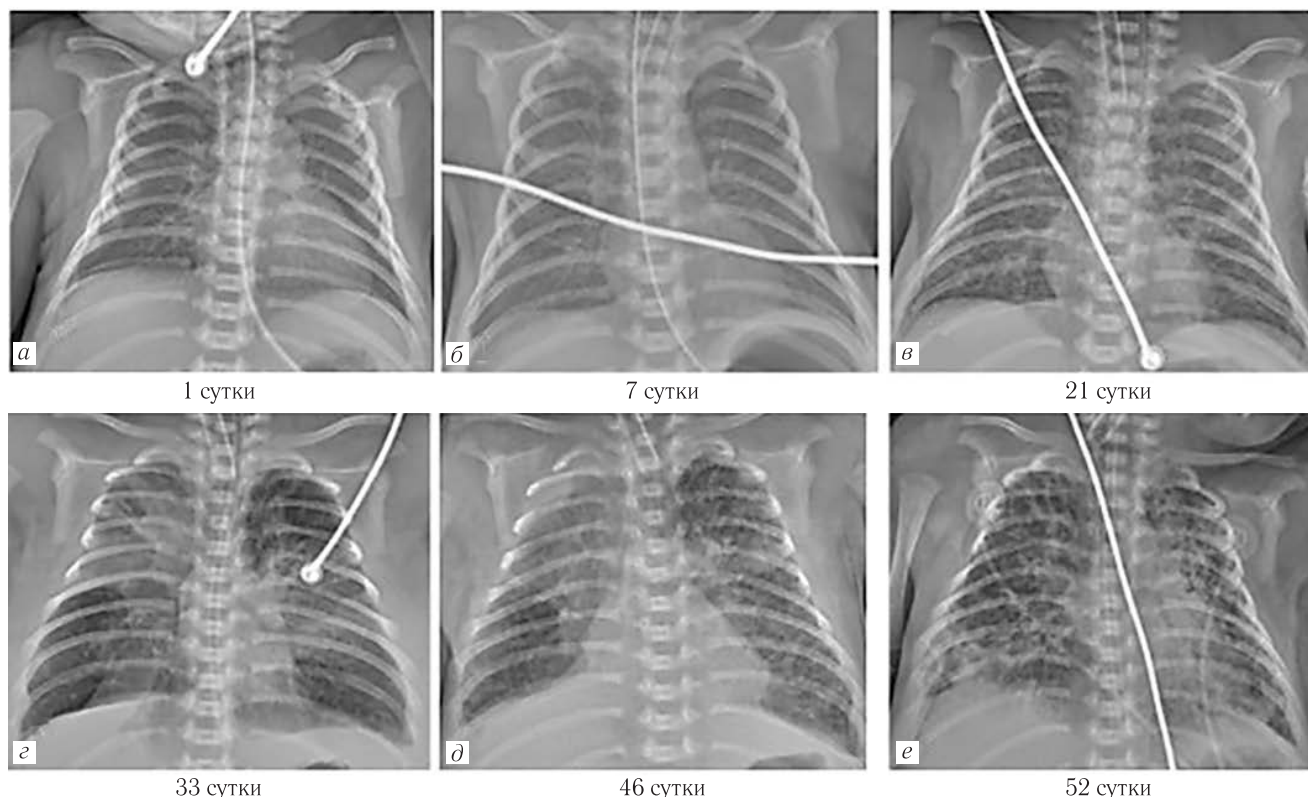
**Рис. 12.** Аспирационный синдром. Распространенное двустороннее неоднородное затемнение легких очагового-сливного характера. Локализованные проявления «воздушной бронхографии». Гипервентиляция легких отсутствует

**Fig. 12.** Aspiration syndrome. Wide spread bilateral heterogeneous opacification of the lungs of a focal-confluent nature. Localized manifestations of «air bronchography». There is no hyperventilation of the lungs



Особенностью течения респираторного дистресс-синдрома у недоношенных новорожденных с низкой и экстремально низкой массой тела, у которых при первичном исследовании определялась рентгенологическая картина незрелости легких, является ухудшение в динамике рентгенологической картины легких на фоне интенсивной терапии (рис. 13).

ции, формирование ячеистой деформации легочного рисунка, значительное расширение тени средостения, сглаженность талии сердца (косвенные рентгенологические признаки формирования легочно-артериальной гипертензии). На 52-е сутки определяется выраженная ячеистая деформация легочного рисунка, сочетающаяся с полиморфными участками уплот-



**Рис. 13.** Динамические изменения теневой картины в легких недоношенного новорожденного со сроком гестации 27 недель, массой 1050 г. Ретикулярно-нодулярный рисунок с равномерной пневматизацией легких (а); умеренное (б) и отчетливое с формированием ячеистой деформации (в) распространенное усиление легочного рисунка; на фоне гипервентиляции перемежающиеся инфильтративно-подобные затемнения легких с прогрессирующей тяжисто-ячеистой деформацией легочного рисунка, «воздушная бронхография» (г, д, е)

**Fig. 13.** Dynamic changes in the shadow pattern in the lungs of a premature newborn with a gestation period of 27 weeks, weighing 1050 g. Reticular-nodular pattern with uniform pneumatization of the lungs (a); moderate (b) and distinct with the formation of cellular deformity (в) widespread strengthening of the pulmonary pattern of the patient; against the background of hyperventilation, intermittent infiltrative-like darkening of the lungs with progressive heavy-cellular deformity of the pulmonary pattern, «airborne bronchography» (г, д, е)

На обзорных рентгенограммах, выполненных в период с 1-х по 7-е сутки жизни, определяется ретикулонодулярный легочной рисунок, преимущественно выраженный в прикорневых отделах легких, что является характерным для данной степени недоношенности. Других изменений в легких обнаружено не было. В период с 7-х по 21-е сутки нарастают изменения легочного рисунка в виде интерстициального отека, прослеживающегося до периферии, местами визуализируется «воздушная бронхограмма», участки неравномерной пневматизации в виде эмфизематозных вздутий. На 33-и сутки жизни определяется выраженная отрицательная динамика, за счет появления участков уплотнения легочной ткани, локализованных полисегментарно. На 46-е сутки определяется неравномерное снижение пневматиза-

ции легочной ткани, на фоне которых визуализируется «воздушная бронхограмма». Клинический диагноз: БЛД, постнатальная пневмония.

Респираторный дистресс-синдром (РДС) новорожденных представляет собой тяжелое расстройство дыхания у детей в первые дни жизни, обусловленное первичным дефицитом сурфактанта, и является наиболее частой причиной возникновения дыхательной недостаточности в раннем неонатальном периоде. Из данных литературы известно, что у недоношенных детей риск развития РДС наряду с другими заболеваниями возрастает в 2–3 раза [1, с. 23].

Хотя выживаемость недоношенных детей с **низкой и экстремально низкой массой тела** увеличилась за последние годы, бронхолегочная дисплазия (БЛД) является одним из наиболее распространенных

хронических респираторных расстройств и наиболее частой причиной смертности таких младенцев. И поэтому крайне важно помимо профилактики и лечения (искусственная вентиляция легких постоянным положительным давлением (СРАР) через биназальные каниюли и неинвазивная ИВЛ) своевременно и эффективно использовать диагностические возможности рентгенологического метода для выявления возможной патологии органов дыхания новорожденных [2, с. 23].

Правильная оценка факторов риска развития РДС позволяет более полно подготовиться и организовать эффективную медицинскую помощь новорожденным высокого риска.

Обзорная рентгенография грудной клетки помогает дифференцировать причины и оценивать проявления РДС при схожести клинических симптомов с заболеваниями другой этиологии.

В данном исследовании были получены изменения рентгенологической картины легких недоношенных детей с установленным диагнозом РДС.

В процессе исследования был выделен ряд рентгенологических изменений легких, включающий ретикуло-нодулярный легочной рисунок, ячеистую деформацию легочного рисунка, «воздушную бронхограмму», варианты синдрома «утечки воздуха» (интерстициальная легочная эмфизема, пневмоторакс, пневмомедиастинум, пневмоперикард), очагово-сливные затемнения. Выделенные типы изменения легочного рисунка легких характерны для различных проявлений патологии органов дыхания периода новорожденности.

Появление ретикуло-нодулярного легочного рисунка как основной показатель незрелости легочной ткани в целом соответствовал степени недоношенности и наиболее часто встречался в группе младенцев с ЭНМТ. Подобные данные были опубликованы в работе DominguezMC и AlvaresBR [5, с. 23].

«Воздушная бронхограмма», как правило, являющаяся рентгенологическим симптомом гиалиновых мембран, которая также характеризуется ретикуло-нодулярным легочным рисунком с последующим равномерным снижением пневматизации легких по типу «матового стекла», оказалась самым частым и неспецифичным степени недоношенности новорожденных проявлением БЛД на рентгенограммах. Организация гиалиновых мембран, как правило, происходит в течение первых суток жизни новорожденного, поэтому требует своевременного выявления и дальнейшего оказания респираторной поддержки [6, с. 23].

Наиболее редкими, но в то же время специфичными именно для недоношенных пациентов, рентгенологическими изменениями оказались утечка воздуха и ячеистая деформация легких.

При купировании дыхательной недостаточности путем механической вентиляции под высоким внутрилегочным давлением зачастую происходит

повреждение незрелых бронхоальвеолярных стенок легких. При различном распространении газа возникают такие явления, как интерстициальная легочную эмфизема (ИЛЭ), пневмоторакс, пневмомедиастинум, пневмоперикард, пневмоперитонеум, подкожная эмфизема, газовая эмболия, объединенные обширным рентгенологическим синдромом «утечки воздуха». Дифференцировать полость и причину осложнений утечки газа позволяет именно рентгенологическая картина. Данные осложнения интенсивной терапии обсуждаются в современных литературных источниках [5, с. 23; 12, с. 24].

**Ячеистая деформация легочного рисунка**, как правило, ассоциируется с бронхолегочной дисплазией, возникающей у новорожденных, в том числе и у недоношенных детей в процессе терапии респираторных расстройств с помощью ИВЛ с высокими концентрациями кислорода [7, с. 23].

Ячеистая деформация легочного рисунка может быть проявлением геморрагического синдрома, который аналогично возникает как следствие механического повреждения легких при гипербарической респираторной поддержке недоношенных младенцев [5, 6, с. 23].

Различные инвазивные процедуры неонатального периода, влияющие на иммунный статус, могут осложнить течение РДС и проявиться на рентгенограмме в виде очаговых инфильтративных затемнений, которые необходимо дифференцировать с пневмонией новорожденных. Аспирация мекония из околоплодных вод, в целом не характерная для недоношенных детей, также может объяснить причину дыхательной недостаточности. Рентгенологические данные подтверждают и дают оценку тяжести поражения [6, 9, с. 23; 11, с. 24].

**Заключение.** Таким образом, в результате сравнительного анализа рентгенологических и аутопсийных данных наибольшее количество совпадений рентгенологических и гистологических данных имело место при БЛД (80%), а наименьшее — при легочных геморрагиях (20%). Совпадение заключений при пневмонии и болезни ГМ имело место в 58–56% соответственно.

Сложность дифференциальной диагностики рентгенологической картины легких у данной категории маловесных новорожденных заключается в частом сочетании патологических состояний.

У 15 (53,6%) маловесных новорожденных с первоначальной рентгенологической картиной в легких в виде ретикуло-нодулярного рисунка, при отсутствии критериев сурфактантной недостаточности и оказании респираторной поддержки, развивалась дыхательная недостаточность с широким спектром патологических изменений в легких.

Морфологическая картина патологических состояний легких у новорожденных с экстремально низкой, очень низкой, низкой массой тела и доношенных — отличается только степенью незрелости легких.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Sharma D., Padmavathi I.V., Tabatabaai S.A., Farahbakhsh N. Late preterm: a new high risk group in neonatology // *J. Matern. Fetal Neonatal Med.* 2019. Oct. 1. P. 1–14, doi: 10.1080/14767058.2019.1670796.
- Байбарина Е.Н., Антонов А.Г., Ленюшкина А.А. Клинические рекомендации по уходу за новорожденными с экстремально низкой массой тела при рождении // *Вопросы практической педиатрии.* 2006. Т. 4, № 1. С. 96–97. [Baybarina E.N., Antonov A.G., Lenyushkina A.A. Clinical rivers care recommendations for newborns with extremely low birth weight. *Practical questions pediatrics*, 2006, Vol. 4, No. 1. P. 96–97 (In Russ.).]
- Овсянников Д.Ю., Кузьменко Л.Г., Дегтярева Е.А., Кустова О.В., Болибок А.М., Маркрян О.В., Пагадаева Н.П., Полянин Д.В. Возможности высококоразрешающей компьютерной томографии в диагностике бронхолегочной дисплазии у детей первых двух лет жизни // *Педиатрия. Журнал им. Г.Н.Сперанского.* 2010. № 1. [Ovsyannikov D.Yu., Kuzmenko L.G., Degtyareva E.A., Kustova O.V., Bolibok A.M., Markaryan O.V., Pagadaeva N.P., Polyinin D.V. Possibilities of high-resolution computed tomography in the diagnosis of bronchopulmonary dysplasia in children during the first two years of life. *Pediatrics. Journal them. G.N.Speransky*, 2010, No. 1. (In Russ.)]
- Thébaud V., Goss K.N., Laughon M. et al. Bronchopulmonary dysplasia: Author manuscript // *Nat. Rev. Dis Primers.* 2019. Nov. 14, Vol. 5, No. 1. P. 78. doi: 10.1038/s41572-019-0127-7.
- Dominguez MC, Alvares BR. Pulmonary atelectasis in newborns with clinically treatable diseases who are on mechanical ventilation: clinical and radiological aspects // *Radiol. Bras.* 2018. Vol. 51, No. 1. P. 20–25. doi: 10.1590/0100-3984.2016.0157.
- Reuter S., Moser C., Baack M. // *Pediatr Rev.* 2014. Oct; Vol. 35, No. 10. P. 417–428; quiz 429. doi: 10.1542/pir.35-10-417.
- Agrons G.A., Courtney S.E., Stocker J.Th., Markowitz R.I. Lung Disease in Premature Neonates: Radiologic-Pathologic Correlation // *Anales de Radiologia México.* 2005. Vol. 4, No. 3. P. 1047–1073. doi: 10.1148/rg.254055019.
- Lovrensky J. Lung ultrasonography of pulmonary complications in preterm infants with respiratory distress syndrome // *Upsala Journal of Medical Sciences.* 2012. Vol. 117. P. 10–17. doi: 10.3109/03009734.2011.643510.
- Lee M., Wu K., Yu A., Roumiantsev S., Shailam R., Nimkin K., Sagar P. Pulmonary hemorrhage in neonatal respiratory distress syndrome: Radiographic evolution, course, complications and long-term clinical outcomes // *J. Neonatal. Perinatal. Med.* 2019. Vol. 12, No. 2. P. 161–171. doi: 10.3233/NPM-1867.
- Hiles M., Culpan A.-M., Watts C., Munyombwe T., Wolstenhulme S. Neonatal respiratory distress syndrome: Chest X-ray or lung ultrasound. A systematic review // *Ultrasound.* 2017. Vol. 25, No. 2. P. 80–91, doi: 10.1177/1742271X16689374.
- Shui-Wen Chen I, Wei Fu, Jing Liu, Yan Wang. Routine application of lung ultrasonography in the neonatal intensive care unit // *Observational Study Medicine (Baltimore).* 2017. Vol. 96, No. 2. P. e5826, doi: 10.1097/MD.00000000000005826.
- Park Ji Soo, Choi Yun Jung, Kim Young Tae et al. Pediatric Case Report on an Interstitial Lung Disease with a Novel Mutation of SFTPC Successfully Treated with Lung Transplantation // *J. Korean. Med. Sci.* 2018. May 28; Vol. 33, No. 22. e159. doi: 10.3346/jkms.2018.33.e159.

Поступила в редакцию/Received by the Editor: 20.06.2021 г.

**Вклад авторов:**

Вклад в концепцию и план исследования: В.Д.Завадовская, В.А.Желев. Вклад в сбор данных: Е.А.Красильникова, С.П.Ермоленко. Вклад в анализ данных и выводы: Е.А.Красильникова, В.Д.Завадовская, В.А.Желев, Ю.О.Люлько, М.А.Зоркальцев. Вклад в подготовку рукописи: Ю.О.Люлько.

**Сведения об авторах:**

Красильникова Елена Александровна — врач-рентгенолог ООО «Лечебно-диагностического центра Международного института биологических систем имени Сергея Березина»; 634063, Томск, ул. Мичурина, д. 105; e-mail: krasatr85@sibmail.com; SPIN-код 1245–3402; ORCID 0000–0003–2072–1692;

Завадовская Вера Дмитриевна — доктор медицинских наук, профессор, и.о. заведующий кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 634050, г. Томск, Московский тр., д. 2; e-mail: wdzav@mail.ru; SPIN-код 7905–8363; ORCID 0000–0003–0025–2147;

Желев Виктор Александрович — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой госпитальной терапии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 634050, г. Томск, Московский тр., д. 2; e-mail: dozd5@yandex.ru; SPIN-код 2088–2865; ORCID 0000–0002–2133–665X;

Люлько Юлия Олеговна — ординатор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 634050, г. Томск, Московский тр., д. 2; e-mail: julyaliyila@yandex.ru; SPIN-код 2335–2845; ORCID 0000–0003–0453–0431;

Ермоленко Сергей Прокопьевич — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры госпитальной педиатрии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 634050, г. Томск, Московский тр., д. 2; e-mail: ersegrpo@mail.ru; SPIN-код 9195–4393; ORCID: 0000–0003–3903–2934;

Зоркальцев Максим Александрович — доктор медицинских наук, доцент, доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 634050, г. Томск, Московский тр., д. 2; e-mail: zorkaltsev@mail.ru; SPIN-код 3769–8560; ORCID 0000–0003–0025–2147.

Открыта подписка на 2-е полугодие 2021 года.

Подписные индексы:

ООО «Агентство „Книга-Сервис”» 42177