

Возможности компьютерной томографии органов грудной клетки в определении характера поражения легких и степени тяжести бронхолегочной дисплазии у новорожденных и детей первого года ЖИЗНИ

И.Е.Колтунов¹, А.В.Горбунов^{1,2},
М.В.Дегтярева², О.Ф.Выхристюк^{1,2},
А.В.Ерохина¹

¹Морозовская детская городская
клиническая больница, Москва
²РНИМУ им. Н.И.Пирогова, Москва

В статье представлены компьютерно-томографические признаки бронхолегочной дисплазии и проведен корреляционный анализ между имеющимися компьютерно-томографическими шкалами и клинической тяжестью БЛД, что позволило определить оптимальную, наиболее простую в использовании шкалу, обладающую наибольшим коэффициентом корреляции с клинической картиной заболевания.

Ключевые слова: бронхолегочная дисплазия, компьютерная томография органов грудной клетки, компьютерно-томографические шкалы, новорожденные.

Computed Tomography of the Chest in Assessing Pulmonary Changes and Clinical Severity of Bronchopulmonary Dysplasia in Neonates and Infants

I.E.Koltunov¹, A.V.Gorbunov^{1,2},
M.V.Degtyareva², O.F.Vykhristyuk^{1,2}, A.V.Erokhina¹

¹Morozov City Children Clinical Hospital,
Moscow

²N.I.Pirogov Russian National Research
Medicine University, Moscow

In the article we describe computed tomography findings and assess pulmonary damage in bronchopulmonary dysplasia. We evaluate the reliability of CT scoring systems and the correlation with clinical severity of bronchopulmonary dysplasia.

Keywords: bronchopulmonary dysplasia, computed tomography, computed tomography scoring system, neonate.

Компьютерная томография (КТ) – это метод лучевой диагностики, являющийся «золотым стандартом» в диагностике заболеваний легких, позволяющий детально оценить структурные изменения органов благодаря высокой разрешающей способности и возможности получать изображения срезов во всех плоскостях сканирования с последующей постпроцессорной обработкой изображений и получением 3D-модели. По сравнению со стандартной рентгенографией органов грудной клетки компьютерная томография позволяет более детально оценить структурные изменения легочной ткани, определить тяжесть поражения дыхательных путей.

К главным недостаткам метода КТ, ограничивающим его применение, относятся большая лучевая нагрузка и необходимость транспортировки пациента в другое отделение или лечебное учреждение для проведения исследования.

КТ-семиотика бронхолегочной дисплазии (БЛД) складывается из двух составляющих – это наличие очагов повышенной прозрачности и очагов уплотнения легочной паренхимы и рубцовых изменений. Эмфизематозные изменения определяются у всех больных, при этом КТ позволяет выявить тип этих изменений: центрилобулярная, буллезная, панлобулярная, парасептальная эмфизема. У одного больного возможно сочетание нескольких вариантов эмфиземы. Зоны гиповентиляции у больных с БЛД встречаются существенно реже, нежели гипервентиляция. Наряду с эмфиземой второй частой находкой являются лентообразные уплотнения, отражающие рубцовые изменения. Эти транспульмональные тяжи представляют собой сочетание компрессионных фиброателектазов с интерстициальной инфильтрацией, которая становится более выраженной при обострении заболевания. При БЛД практически всегда отмечаются перибронхиальные и периваскулярные изменения: деформация бронхов и утолщение их стенок, бронхоэктазы, признаки бронхоиолита в виде неравномерной пневматизации, центрилобулярных уплотнений, междольковой интерстициальной инфильтрации. Выявляются следующие изменения сосудистого рисунка: его обеднение на периферии и оттеснение сосудов буллами, деформация и расширение сосудов, повышение соотношения сегментарная артерия/бронх более 1. Частой находкой при БЛД является поражение плевры: ее утолщение, уплотнение и наличие плевропульмональных спаек [1–10].

Изменение патогенеза БЛД, преимущественное развитие новой формы БЛД, характеризующейся, прежде всего, нарушением развития легкого, изменило и компьютерно-томографическую картину заболевания [11]. При классической БЛД основными симптомами являются интерстициальные затемнения по типу «матового стекла», множественные очаги повышенной плотности, эмфизема и выраженное утолщение стенок бронхов [3, 12, 13]. По данным одного исследования, при «новой» БЛД реже отмечается повреждение и утолщение стенок бронхов, однако чаще определяются нарушения архитектоники

Таблица 1. Компьютерно-томографическая шкала оценки тяжести БЛД [15]

Признаки	Баллы		
	0–1	2	3
Степень пневматизации легочной ткани	Умеренное повышение	Повышение, неравномерность	Резкое повышение, неравномерность, буллы
Особенности легочного рисунка по долям легких	Обеднен, не деформирован	Обеднен, умеренно деформирован, интерстиций подчеркнут	Резко обеднен на периферии, деформирован
Перибронхиальные изменения легочной ткани	Незначительные	Умеренные, просветы бронхов сужены	Выраженные, просветы деформированы, бронхоэктазы
Распространенность пневмофиброза	Отсутствует	Невыраженный, единичные спайки	Грубый фиброз с признаками объемного уменьшения сегментов, множественные транспульмональные тяжи
Сердечно-сосудистые изменения: легочная гипертензия, кардиомегалии	Отсутствуют	Умеренная легочная гипертензия, может быть кардиомегалия	Выраженная кардиомегалия или гипертрофия правого желудочка, легочная гипертензия
Результат оценки степени тяжести БЛД	Легкая – 1–5 баллов	Среднетяжелая – 6–10 баллов	Тяжелая – 11–15 баллов

Таблица 2. Компьютерно-томографическая шкала оценки тяжести БЛД (по [16])

Категория	Признак	Баллы		
		0	1	2
Вздутие грудной клетки	Мозаичная вентиляция легких	Отсутствует	Фокальное	Диффузное
	Выбухание легочной паренхимы через межреберные промежутки	Отсутствует	Незначительная	Выраженная
Эмфизема	Количество буллезных вздутий	Отсутствует	Незначительное	Выраженное
	Размер буллезных вздутий	Отсутствуют	Единичные	Множественные
Фиброз/интерстициальные изменения	Субплевральные уплотнения треугольной формы	–	≤5 мм	>5 мм
	Утолщение и деформация бронхов и сосудов	Отсутствуют	В 1–3 долях	В 4–6 долях
	Консолидация	Отсутствует	Неявная	Явная
Субъективная оценка исследователя		Легкая	Средняя	Тяжелая

Таблица 3. Количественная компьютерно-томографическая шкала оценки тяжести БЛД (по [18])

Категории признаков	Признаки	Баллы
Повышение воздушности паренхимы	Буллы	0 – отсутствие признака
	Мозаичный тип аэрации	1 – вовлечен 1 сегмент легкого
	Обеднение легочного рисунка	Максимально – 19 баллов
Уплотнение паренхимы	Линейные тяжи	0 – отсутствие признака
	Сегментарные ателектазы	1 – вовлечен 1 сегмент легкого
	Очаги консолидации Нарушение архитектоники легочного рисунка	Максимально – 19 баллов

в поврежденных отделах легких, «ловушки воздуха», субплевральные участки уплотнений треугольной формы и изменение соотношения диаметра бронха к диаметру артерии [14].

Для оценки тяжести БЛД было предложено несколько компьютерно-томографических шкал. Наиболее широкое использование в нашей стране получила отечественная шкала, составленная Г.В.Яцык и соавт. в 2010 г. (табл. 1) [15]. За рубежом большее распространение получила шкала M.Ochiai (табл. 2). Эти две шкалы являются преимущественно качественными и основаны на балльной оценке степени выраженности наиболее значимых КТ-признаков БЛД: вздутие грудной клетки, наличие и степень выраженности пневмофиброза и эмфизематозных изменений, нарушение архитектоники легочного рисунка. Максимальное количество баллов по шкале M.Ochiai составляет 18 баллов, по шкале Г.В.Яцык – 15 баллов. КТ-показатели данных шкал коррелируют с клиническим статусом пациентов в 36 нед постконцептуального возраста, продолжительностью кислородотерапии, а также с потребностью в кислородотерапии в домашних условиях [15–17].

В 2013 г. S.-M.Shin и соавт. [18] предложил для оценки тяжести БЛД использовать количественную шкалу, основанную на подсчете количества сегментов, в которых имеются изменения, которые можно отнести к двум группам признаков (табл. 3). Шкала

оценки повышения воздушности включает в себя определение зон с обедненным легочным рисунком, зон с мозаичным типом аэрации и булл. Шкала оценки уплотнения паренхимы включает в себя наличие очагов уплотнения легочной паренхимы различного характера: фиброзные транспульмональные и плевроппульмональные тяжи, сегментарные, субсегментарные ателектазы, очаги воспалительной инфильтрации, в эту же группу авторы предлагают отнести нарушение архитектоники легочного рисунка [19]. Количество баллов по каждой из шкал варьирует от 0 до 19, что соответствует количеству пораженных сегментов. При этом если в одном сегменте присутствует несколько патологических признаков из одной группы, все равно присуждается 1 балл. Таким образом, у одного больного суммарное количество баллов по двум шкалам может варьировать от 0 до 38.

До настоящего времени не проводилось сравнение возможностей количественной шкалы с описанными ранее качественными компьютерно-томографическими шкалами.

Цель нашего исследования – определить компьютерно-томографическую семиотику поражения легочной ткани при БЛД и провести корреляционный анализ между клинической тяжестью заболевания и результатами компьютерно-томографических шкал оценки тяжести БЛД.

Таблица 4. Распределение пациентов по степени тяжести БЛД и возрасту на момент исследования

Тяжесть БЛД	Возраст на момент исследования				Всего (n=36)
	1–3 мес	3–6 мес	6–9 мес	9–12 мес	
Легкая	8	1	2	1	12 (33%)
Среднетяжелая	7	1	1	1	11 (31%)
Тяжелая	6	4	2	1	13 (36%)

Таблица 5. Распределение КТ-признаков среди пациентов с БЛД различной степенью тяжести

Признаки	I – Легкая БЛД (n=12)	II – Среднетяжелая БЛД (n=11)	III – Тяжелая БЛД (n=13)	P (точный критерий Фишера)
Очаги эмфиземы	5 (42%)	7 (64%)	12 (92%)	$P_{I-III}=0,01$
Буллы диаметром >1 см	1 (8%)	2 (18%)	7 (54%)	$P_{I-III}=0,03$
Мозаичность вентиляции	1(8%)	3 (27%)	4 (31%)	$p>0,05$ для всех групп
Зоны гиповентиляции	9 (75%)	10 (91%)	13 (100%)	$p>0,05$ для всех групп
Очаги консолидации	7 (58%)	9 (82%)	11 (85%)	$p>0,05$ для всех групп
Деформация легочного рисунка	2 (17%)	5 (45%)	10 (77%)	$P_{I-III}=0,005$
Утолщение стенок бронхов	7 (58%)	9 (82%)	13 (100%)	$P_{I-III}=0,01$
Сближение бронхов	6 (50%)	9 (82%)	12 (92%)	$P_{I-III}=0,03$
Бронхоэктазы	0 (0%)	1(9%)	1 (8%)	$p>0,05$ для всех групп
Транспульмональные и плевропульмональные тяжи	9 (75%)	11(100%)	13 (100%)	$p>0,05$ для всех групп

Примечание. Статистически значимые отличия ($p<0,05$) обозначены шрифтом.

Материалы и методы

В исследование вошли 36 младенцев в возрасте от 1 до 12 мес с основным диагнозом «бронхолегочная дисплазия», которым была проведена компьютерная томография органов грудной клетки в период с 2010 по 2017 гг. в отделении экстренной и неотложной лучевой диагностики ГБУЗ «Морозовская ДГКБ ДЗМ». Средний возраст на момент исследования составил 2 (2; 3,5) мес. Средний гестационный возраст в группе обследования составил 27 нед [26, 32], средняя масса тела при рождении 1010 г [800, 1930]. При анализе компьютерных томограмм врач-рентгенолог не владел информацией о клиническом состоянии пациентов и степени тяжести БЛД.

Компьютерная томография органов грудной клетки проводилась на мультиспиральном компьютерном томографе «Aquilion Prime» (Toshiba) с 80-рядным детектором, способным генерировать 160 срезов за каждый оборот с использованием алгоритма реконструкции. Исследование проводилось во время физиологического или медикаментозного сна без задержки дыхания. При сканировании новорожденных и детей первого года жизни мы использовали напряжение не более 80 kV, толщина среза составляла 0,6 мм.

Распределение пациентов по возрасту на момент исследования и степени тяжести БЛД представлено в табл. 4.

Из табл. 4 видно, что преимущественный возраст пациентов составлял 1–3 мес. Это обусловлено клиническими потребностями в верификации диагноза в этом возрасте, необходимостью исключения пороков развития и интерстициальных заболеваний легких. В остальные возрастные промежутки распределение пациентов было минимальным, и показаниями в большинстве случаев было обострение БЛД, развитие бронхообструктивного синдрома и необходимость исключения текущего воспалительного процесса в паренхиме легкого. Больше количество обследований в возрасте 3–6 мес у пациентов с тяжелой БЛД при сравнении с легкой и средней БЛД обусловлены более тяжелым состоянием пациентов в первые месяцы жизни и трудностями в их транспортировке в отделение лучевой диагностики.

Результаты и обсуждение

При анализе изображений мы определяли изменение прозрачности легочной ткани: наличие эмфизематозных изменений, зон гипо- и гипервентиляции. Наряду с эмфиземой определялись наличие лентообразных уплотнений, отражающих рубцовые изменения, а также поражение плевры: ее утолщение, уплотнение и наличие плевропульмональных тяжей. Особое внимание уделялось оценке перибронхиальных и периваскулярных изменений: деформации бронхов и утолщению их стенок, наличию бронхоэктазов, признаков бронхоолита. Выявлялись следующие изменения сосудистого рисунка: его обеднение на периферии и отсечение сосудов буллами, деформация и расширение сосудов, повышение соотношения сегментарная артерия/бронх более 1. Распределение данных признаков у пациентов с БЛД представлено в табл. 5.

Из табл. 5 видно, что наиболее значимыми факторами, свидетельствующими о наличии тяжелой БЛД, являются выраженная деформация легочного рисунка, утолщение стенок бронхов, сближение бронхов и эмфизематозное поражение легочной паренхимы, в том числе наличие буллезной эмфиземы. В настоящее время не до конца определена патофизиологическая основа очагов эмфиземы у пациентов с БЛД. Существует несколько гипотез, основанных на патоморфологическом исследовании, которые заключаются в следующем:

- альвеолы увеличиваются в размерах вследствие частичной обструкции дыхательных путей;
- в острую фазу болезни происходит нарушение развития и, соответственно, уменьшение количества альвеол, что приводит к компенсаторному увеличению имеющихся альвеол;
- деструкция стенки альвеол.

При КТ зоны эмфиземы, как правило, окружены зонами пониженной прозрачности, которые могут соответствовать как инфильтрированной паренхиме при воспалении, так и частичному ателектазированию легочной ткани окружающими зонами вздутий.

Если наличие очагов эмфиземы и консолидаций отражают изменения, происходящие в паренхиме

Компьютерные томограммы разных пациентов с тяжелой БЛД (аксиальная проекция). а) Определяется мозаичность вентиляции, наличие очагов консолидации, в структуре которых визуализируются сближенные бронхограммы; б) в обоих легких определяются признаки тяжелой буллезной эмфиземы; легочный рисунок значительно деформирован, элементы рисунка сближены, в обоих легких, преимущественно в левом, выявляются очаги консолидации

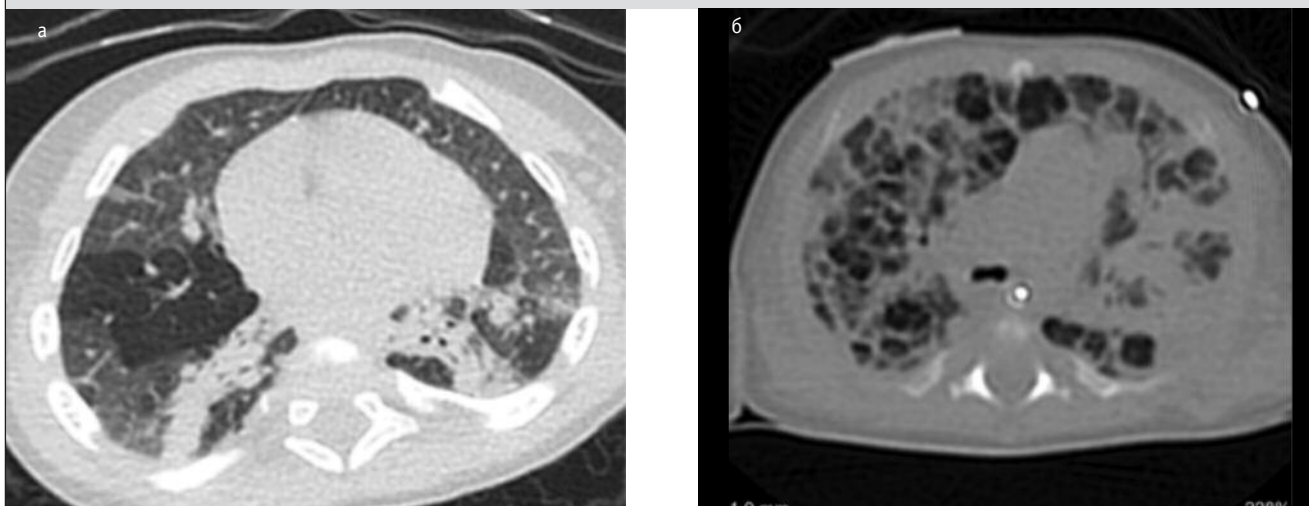


Таблица 6. Сравнение компьютерно-томографических шкал оценки тяжести БЛД

Степень тяжести БЛД		Шкалы		
		Шкала М. Ochiai	Шкала Г.В. Яцык	Шкала S.-M. Shin
Легкая БЛД	Ме [LQ; UQ] диапазон	8 [3, 9] 2–12	6 [5, 6] 3–12	12 [9;16] 4–22
Среднетяжелая БЛД	Ме [LQ; UQ] диапазон	8 [6, 16] 4–16	7 [6;11] 5–13	14 [13;23] 10–29
Тяжелая БЛД	Ме [LQ; UQ] диапазон	14 [13;17] 11–18	12 [11, 12] 10–15	26 [21, 35] 19–38
Коэффициент корреляции (r)		0,61	0,68	0,71

легких, то наличие бронхоэктазов, утолщение стенок бронхов, мозаичность вентиляции свидетельствуют о поражении бронхов, наличии обструктивного компонента. Кроме того, у всех пациентов с тяжелой БЛД были отмечены следующие признаки: утолщение стенок бронхов, наличие транспульмональных и плевропульмональных тяжей и зон гиповентиляции.

На рисунке представлены компьютерные томограммы разных детей с тяжелой БЛД, отражающие типичную картину поражения легочной ткани при этом заболевании.

В табл. 6. приведено сравнение данных компьютерно-томографических шкал между собой, определены коэффициенты корреляции между количеством баллов, полученным с помощью каждой из шкал, и клинической тяжестью БЛД.

Наибольшим коэффициентом корреляции между количеством баллов и клинической тяжестью БЛД обладает шкала S.-M.Shin, основанная на количественном подсчете признаков. Кроме очевидного преимущества в виде более точного определения объема поражения легочной ткани, эта шкала является более простой в использовании, поскольку требует от врача прежде всего знаний сегментарной анатомии легких и базовых представлений о компьютерно-томографической семиотике заболеваний легких. Подсчет количества пораженных сегментов без тонкой дифференцировки вида поражения является более практичным и надежным, в меньшей степени зависит от опыта рентгенолога. В двух обозначенных качественных шкалах авторы предлагают прежде всего оценивать наличие признаков (например, пневмофиброза, мозаичности вентиляции легочных полей и выбухания легочной паренхимы через межреберные промежутки, вздутия грудной клетки, перибронхиальных изменений или наличие консолидаций), а оценка степени выраженно-

сти этих признаков часто носит субъективный характер и обусловлено тем, как именно каждый врач понимает градацию изменений на «значительные» и «умеренные».

Шкала Г.В.Яцык и соавт., хоть немного уступает, по нашим данным, шкале S.-M.Shin, однако также имеет высокий коэффициент корреляции между степенью тяжести БЛД и КТ-картиной. Данная шкала основана на анализе факторов, очень характерных для бронхолегочной дисплазии, таких как деформация, сужение просвета бронхов, неравномерность пневматизации с наличием буллезных вздутий, объемное уменьшение сегментов легких.

С помощью непараметрического дисперсионного анализа Крускалла–Уоллиса мы определили, что при использовании всех трех шкал количество баллов значительно отличается между пациентами с легкой, среднетяжелой и тяжелой БЛД. В зависимости от степени тяжести БЛД, уровень значимости межгрупповых отличий по шкале М.Оchiai составил $p=0,02$, по шкалам Г.В.Яцык и S.-M.Shin, $p=0,006$ и $p<0,001$, соответственно. При попарном сравнении всех трех групп пациентов мы определили статистически значимые отличия только между пациентами с легкой и тяжелой БЛД (величина p составила $<0,05$ независимо от используемой шкалы). Однако статистически значимых отличий при сравнении групп «среднетяжелая БЛД – легкая БЛД» и «среднетяжелая БЛД – тяжелая БЛД» обнаружено не было.

Таким образом, к наиболее значимым компьютерно-томографическим признакам, отражающим тяжесть поражения легочной ткани при БЛД, относятся выраженная деформация легочного рисунка, утолщение стенок бронхов, сближение бронхов, и эмфизематозное поражение легочной паренхимы, в том числе наличие буллезной эмфиземы. У всех пациентов с тяжелой БЛД определяется наличие транспульмональных и плевропульмональных тя-

жей и зон гиповентиляции, а также утолщение стенок бронхов. Среди имеющихся компьютерно-томографических шкал для оценки тяжести БЛД наибольшим коэффициентом корреляции с клинической тяжестью заболевания обладает шкала, предложенная S.-M.Shin в 2013 г. Кроме того, данная шкала представляется более простой в использовании и в меньшей степени зависит от квалификации и субъективной оценки исследователя.

Литература

1. Цыгина Е. Н., Давыдова И. В., Кустова О. В. и др. Радиологические исследования при бронхолегочной дисплазии у детей. Медицинская визуализация. 2008; 2: 116–121. / Cygina E. N., Davydova I. V., Kustova O. V. i dr. Radiologicheskie issledovaniya pri bronkhologochnoj displazii u detej. Medicinskaja vizualizacija. 2008; 2: 116–121. [in Russian]
2. Copley S., Padley S. High-resolution CT of paediatric lung disease. Eur Radiol. 2001; 11: 12: 2564–2575.
3. Oppenheim C. и др. Bronchopulmonary dysplasia: value of CT in identifying pulmonary sequelae. AJR Am J Roentgenol. 1994; 163: 1: 169–172.
4. Mahut B. et al. Chest computed tomography findings in bronchopulmonary dysplasia and correlation with lung function. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2007; 92: 6: F459–F464.
5. Wilson A.C. What does imaging the chest tell us about bronchopulmonary dysplasia? Paediatr Respir Rev. 2010; 11: 3: 158–161.
6. Tonson la Tour A., Spadola L., Sayeqh Y. Chest CT in bronchopulmonary dysplasia: Clinical and radiological correlations. Pediatric pulmonology. 2013; 48: 7: 693–698.
7. Ильина Н.А., Немилова Т.К., Караваяева С.А. и др. Компьютерная томография в дифференциальной диагностике кистозных поражений легких у детей младшего возраста. Nevskij радиологический форум «Новые горизонты». СПб.: ЭЛБИ-СПб. 2007; 604–605. / Il'ina N.A., Nemilova T.K., Karavaeva S.A. i dr. Komp'yuternaja tomografija v differencial'noj diagnostike kistoznykh porazhenij legkikh u detej mladshego vozrasta. Nevskij radiologicheskij forum «Novye gorizonty». SPb.: JeLBI-SPb. 2007; 604–605. [in Russian]
8. Овсянников Д.Ю., Кузьменко Л.Г., Дегтярева Е.А. и др. Возможности высокоразрешающей компьютерной томографии в диагностике бронхолегочной дисплазии у детей первых двух лет жизни. Педиатрия. 2010; 1: 56–60. / Ovsjannikov D.Ju., Kuz'menko L.G., Degtjareva E.A. i dr. Vozmozhnosti vysokorazreshajushhej komp'yuternoj tomografii v diagnostike bronkhologochnoj displazii u detej pervyx dvux let zhizni. Pediatrija. 2010; 1: 56–60. [in Russian]
9. Sarria E.E., Mattiello R., Rao L. Quantitative Assessment of Chronic Lung Disease of Infancy Using Computed Tomography. European Respiratory Journal. 2012; 39: 4: 992–999. / Sarria E.E., Mattiello R., Rao L. Quantitative Assessment of Chronic Lung Disease of Infancy Using Computed Tomography. European Respiratory Journal. 2012; 39: 4: 992–999. [in Russian]
10. Sarria E.E. и др. Computed tomography score and pulmonary function in infants with chronic lung disease of infancy. Eur. Respir. J. 2011; 38: 4: 918–923.
11. Давыдова И.В., Аникин А.В., Кустова О.В. Бронхолегочная дисплазия в постсурфактантную эру: результаты объективной оценки течения заболевания. Вопросы современной педиатрии. 2015; 4: 14: 514–518. / Davydova I.V., Anikin A.V., Kustova O.V. Bronkhologochnaja displazija v postsurfaktantnuju eru: rezul'taty ob'ektivnoj ocenki techenija zabolevanija. Voprosy sovremennoj pediatrii. 2015; 4: 14: 514–518. [in Russian]
12. Aquino S.L. et al. High-resolution inspiratory and expiratory CT in older children and adults with bronchopulmonary dysplasia. AJR Am J Roentgenol. 1999; 173: 4: 963–967.
13. Howling S.J. et al. Pulmonary sequelae of bronchopulmonary dysplasia survivors: high-resolution CT findings. AJR Am J Roentgenol. 2000; 174: 5: 1323–1326.
14. Mahut B. и др. Chest computed tomography findings in bronchopulmonary dysplasia and correlation with lung function. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed. 2007; 92: 6: F459–F464.
15. Яцык Г. В., Давыдова И. В., Кустова О. В. и др. Патент на изобретение № 2401066. Способ оценки степени тяжести бронхолегочной дисплазии. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Российской Федерации. М.: 2010; URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2401066>
16. Ochiai M., Hikino S., Yabuuchi H. A new scoring system for computed tomography of the chest for assessing the clinical status of bronchopulmonary dysplasia. The Journal of pediatrics. 2008; 152: 1: 90–95.
17. Kubota J., Ohki Y., Inoue T. Ultrafast CT scoring system for assessing bronchopulmonary dysplasia: reproducibility and clinical correlation. Radiation medicine. 1998; 16: 3: 167–174.
18. Shin S.-M., Kim W.S., Cheon J.-E. Bronchopulmonary Dysplasia: New High Resolution Computed Tomography Scoring System and Correlation between the High Resolution Computed Tomography Score and Clinical Severity. Korean Journal of Radiology. 2013; 14: 2: 350.
19. Hansell D.M. Fleischner Society: Glossary of Terms for Thoracic Imaging 1. Radiology. 2008; 246: 3: 697–722.

Сведения об авторах:

Колтунов Игорь Ефимович – д.м.н., профессор, заслуженный врач РФ, главный врач ГБУЗ «Морозовская детская городская клиническая больница Департамента здравоохранения города Москвы», главный внештатный специалист-педиатр Департамента здравоохранения города Москвы, Москва

Горбунов Александр Валерьевич – д.м.н., заведующий отделением экстренной и неотложной лучевой диагностики ГБУЗ МДГКБ ДЗМ, «Морозовская детская городская клиническая больница Департамента здравоохранения города Москвы», профессор кафедры неонатологии РНИМУ им. Н.И.Пирогова, Москва

Дегтярева Марина Васильевна – д.м.н., профессор, заведующая кафедрой неонатологии РНИМУ им. Н.И.Пирогова, Москва

Выхристюк Ольга Филипповна – д.м.н., академик МАН ВШ, заслуженный врач РФ; профессор кафедры детских болезней РНИМУ им. Н.И.Пирогова, Москва

Ерохина Анастасия Валерьевна – врач отделения экстренной и неотложной лучевой диагностики ГБУЗ МДГКБ ДЗМ, Москва