

И.Е. Колтунов¹, А.В. Горбунов^{2,3}, М.В. Дегтярева³,
О.Ф. Выхристюк^{2,3}, А.В. Ерохина²

КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕГКИХ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ИСХОДОВ БРОНХОЛЕГОЧНОЙ ДИСПЛАЗИИ

¹ГБУ г. Москвы «Научно-методический геронтологический центр Переделкино» Департамента труда и социальной защиты населения г. Москвы, ²ГБУЗ «Морозовская детская городская клиническая больница ДЗМ», ³ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» МЗ РФ, г. Москва, РФ



Вопросы диагностики структурных изменений легочной ткани у пациентов с бронхолегочной дисплазией (БЛД) до настоящего времени не потеряли свою актуальность. Ультразвуковой метод для оценки состояния легких применяется ограниченно, остается открытым вопрос о прогностических возможностях ультразвукового исследования (УЗИ) легких у пациентов с БЛД. Цель исследования: проследить частоту встречаемости основных ультразвуковых признаков поражения легочной ткани у пациентов с БЛД различной степени тяжести и определить риски развития летального исхода и тяжелой БЛД на основании данных признаков. Материалы и методы исследования: в исследование вошли 76 пациентов, поступивших в отделение реанимации и интенсивной терапии новорожденных детей (ОРИТН) ГБУЗ «Морозовская ДГКБ ДЗМ». Критерием включения было наличие признаков дыхательной недостаточности на момент поступления в ОРИТН. В ходе исследования все пациенты были разделены на 2 группы: 1-я группа (n=55) – сформировали БЛД, 2-я группа (n=21) – не сформировали БЛД. Всем пациентам проводили УЗИ легких (аппарат Logic S8 (General Electric)) и рентгенографию органов грудной клетки (аппарат MOBILETT XP Digital (Siemens)). Результаты: выявили статистически значимую зависимость между клинической тяжестью БЛД и наличием обширной пневмонической инфильтрации ($p < 0,001$), а также повторным развитием пневмонической инфильтрации ($p = 0,03$) и ателектазов ($p = 0,002$), выявленных с помощью УЗИ. Риск развития летального исхода в среднем возрастал в 3 и более раз при наличии ателектазов (RR 3,11; 95% CI 1,39–6,96), при повторном ателектазировании легочной ткани (RR 3,44; 95% CI 1,64–7,22), при наличии обширных зон уплотнения легочной ткани (RR 5,06; 95% CI 1,6–15,95) и при интерстициальной легочной эмфиземе (RR 3,6; 95% CI 1,8–7,4). Риск развития тяжелой формы БЛД возрастал в среднем в 4 раза при повторном ателектазировании (RR 3,78; 95% CI 2,54–5,61) и наличии обширных зон консолидации легочной ткани (RR 3,99; 95% CI 1,68–9,47). Заключение: УЗИ обладает высокими диагностическими возможностями в оценке состояния легочной ткани у новорожденных детей, и его результаты могут использоваться в прогнозировании исходов при БЛД.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование легких, новорожденные дети, бронхолегочная дисплазия.

Цит.: И.Е. Колтунов, А.В. Горбунов, М.В. Дегтярева, О.Ф. Выхристюк, А.В. Ерохина. Клиническое значение ультразвукового исследования легких в прогнозировании исходов бронхолегочной дисплазии. Педиатрия. 2019; 98 (2): 88–93.

Контактная информация:

Горбунов Александр Валерьевич – зав. отделением экстренной и неотложной лучевой диагностики ГБУЗ «Морозовская детская городская клиническая больница» ДЗМ, д.м.н., проф. каф. неонатологии ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» МЗ РФ
Адрес: Россия, 117997, г. Москва, ул. Островитянова, 1
Тел.: (495) 434-31-74,
E-mail: alexangorbunov@yandex.ru
Статья поступила 10.09.18, принята к печати 30.01.19.

Contact Information:

Gorbunov Alexander Valerievich – head of Emergency Radiation Diagnostics Department, Morozov Children's City Clinical Hospital; Ph.D., prof. of Neonatology Department, Pirogov Russian National Research Medical University
Address: Russia, 117997, Moscow, Ostrovityanova str., 1
Tel.: (495) 434-31-74,
E-mail: alexangorbunov@yandex.ru
Received on Sep. 10, 2018, submitted for publication on Jan. 30, 2019.

CLINICAL SIGNIFICANCE OF LUNG ULTRASOUND IN PREDICTING THE OUTCOME OF BRONCHOPULMONARY DYSPLASIA

¹Scientific and methodological gerontological center Peredelkino, Department of labor and social protection of the population of Moscow; ²Morozov Children's City Clinical Hospital; ³Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Issues of lung tissue structural changes diagnostics in patients with bronchopulmonary dysplasia (BPD) are still relevant. The ultrasound method for assessing the lungs state is used limitedly, the question remains about the prognostic potential of lungs ultrasound (US) in patients with BPD. Objective: to assess occurrence frequency of main ultrasound signs of lung tissue damage in patients with BPD of varying severity and to determine the risks of fatal outcome and severe BPD developing basing on these signs. Materials and methods: the study included 76 patients admitted to the intensive care for newborns unit (ICNU) of Morozov Children's City Clinical Hospital. Inclusion criteria were signs of respiratory failure at the time of admission to the ICNU. During the study, all patients were divided into 2 groups: the 1st group (n=55) formed the BPD, the 2nd group (n=21) did not form the BPD. All patients underwent pulmonary ultrasound (LogicS8 (General Electric)) and chest x-rays (MOBILETT XP Digital (Siemens)). Results: the study revealed a statistically significant relationship between the clinical severity of BPD and extensive pneumonic infiltration ($p<0,001$), as well as the re-development of pneumonic infiltration ($p=0,03$) and atelectasis ($p=0,002$) detected by US. The risk of death was on average increased by 3 or more times with atelectasis (RR 3,11; 95% CI (1,39–6,96), with repeated atelectasis of lung tissue (RR 3,44; 95% CI (1,64–7,22), in the presence of extensive areas of lung tissue compaction (RR 5,06; 95% CI (1,6–15,95) and with interstitial pulmonary emphysema (RR 3,6; 95% CI (1,8–7,4). The risk of severe BPD developing increased on average by 4 times with repeated atelectasis (RR 3,78; 95% CI (2,54–5,61) and the presence of extensive lung tissue consolidation zones (RR 3,99; 95% CI (1,68–9,47). Conclusion: US has high diagnostic capabilities in assessing the condition of lung tissue in newborns, and its results can be used in predicting outcomes with BPD.

Keywords: lungs ultrasound examination, newborns, bronchopulmonary dysplasia.

Quote: I.E. Koltunov, A.V. Gorbunov, M.V. Degtyareva, O.F. Vykhristyuk, A.V. Erokhina. Clinical significance of lung ultrasound in predicting the outcome of bronchopulmonary dysplasia. *Pediatrics*. 2019; 98 (2): 88–93.

За последние десятилетия в России благодаря внедрению современных технологий, повышению качества оказания медицинской помощи женщинам и детям достигнуто значительное снижение младенческой смертности – с 17,4 на 1000 родившихся живыми в 1990 г. до 7,4 на 1000 родившихся живыми в 2014 г. [1]. Однако по мере улучшения выхаживания глубоко недоношенных детей бронхолегочная дисплазия (БЛД), являющаяся наиболее распространенным хроническим заболеванием легких у детей грудного и раннего возраста, встречается все чаще [2, 3]. За последние 50 лет произошла существенная эволюция взглядов на этиологию и патогенез заболевания, изменились подходы к диагностике и лечению БЛД [4].

При обследовании новорожденных и детей раннего возраста предпочтительно использовать безопасные методы диагностики, лишённые ионизирующего излучения. Уменьшение возраста ребенка повышает риск негативных последствий от ионизирующего излучения, поэтому развитие современной лучевой диагностики направлено на повышение качества обследования при уменьшении лучевой нагрузки [5].

Формированию БЛД часто сопутствуют иные тяжелые заболевания дыхательной системы,

такие как интерстициальная легочная эмфизема, пневмоторакс, пневмония, легочное кровотечение и отек легких [6, 7]. Рентгенография, как базовый метод диагностики, позволяет получить целостное представление о воздушности легочной паренхимы, наличии/отсутствии очагов затемнений или просветлений. Однако чувствительность и специфичность рентгенографии значительно отстают от компьютерной томографии (КТ), и в настоящее время дискуссионным остается вопрос о месте рентгенографии и рентгенографических шкал в комплексной диагностике состояния легочной ткани у пациентов с БЛД [8–10]. Являясь золотым стандартом в диагностике заболеваний легких, КТ при обследовании новорожденных и детей раннего возраста применяется ограниченно, что обусловлено не только большой лучевой нагрузкой, но и необходимостью транспортировки пациента в отделение лучевой диагностики. Кроме того, на изображениях всегда имеются артефакты от дыхания пациента, снижающие качество визуализации [11–13].

Вопросы диагностики структурных изменений легочной ткани у пациентов с БЛД остаются актуальными [7, 14, 15]. В настоящее время начинают широко изучаться возможности ульт-

тразвукового исследования (УЗИ) в диагностике патологии легких, в т.ч. у новорожденных и детей раннего возраста [16–18]. Однако для оценки состояния легочной ткани у пациентов с БЛД данный метод применяется ограниченно. Понимание возможностей УЗИ легких в прогнозировании вероятностей формирования БЛД, а также в прогнозировании степени тяжести заболевания и развития летального исхода позволит своевременно скорректировать терапию и оптимизировать тактику ведения таких пациентов.

Целью нашего исследования было проследить частоту встречаемости основных признаков поражения легочной ткани у пациентов с БЛД различной степени тяжести и определить риски развития летального исхода и развития тяжелой формы БЛД на основании анализа ультразвуковых признаков поражения легочной ткани у новорожденных детей различного гестационного возраста (ГВ).

Материалы и методы исследования

Исследование проведено с 2014 по 2017 гг. на кафедре неонатологии ФДПО (зав. каф. – д.м.н., проф. М.В. Дегтярева) ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» МЗ РФ (ректор – д.б.н., акад. РАН С.А. Лукьянов) на клинической базе кафедры ГБУЗ «Морозовская детская городская клиническая больница» ДЗМ. Разрешение на проведение клинического исследования было принято в результате экспертной оценки представленных документов и получено от Этического комитета ФГБОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» МЗ РФ, протокол заседания этического комитета № 104 от 17.01.2011.

Группу исследования составили 76 пациентов, которые поступили в отделение реанимации и интенсивной терапии новорожденных детей (ОРИТН). Критерием включения в исследования было наличие признаков дыхательной недостаточности различной степени на момент поступления в ОРИТН. Критерием исключения из исследования было наличие верифицированного диагноза «порок легкого» на момент поступления в ОРИТН.

Возраст пациентов на момент первого УЗИ составил от 5 до 25 дней. Срок гестации пациентов составлял от 23 до 40 недель Me [LQ; UQ] 27 [26, 31], масса тела (МТ) при рождении – от 470 до 4520 г, Me [LQ; UQ] 1050 [830, 1440], длина тела – от 24 до 56 см, Me [LQ; UQ] 36 [33, 40]. Мальчиков было 36 (47%), девочек – 40 (53%), детей из двоен – 10 (13%).

Решение о постановке диагноза БЛД принимали на 28-е сутки жизни на основании степени кислородозависимости, анамнестических и клиничко-рентгенологических данных, в соответствии с чем пациенты были разделены на 2 группы: 1-я группа: пациенты с БЛД (n=55), ГВ

составил 27 [26; 28] нед, МТ при рождении – 930 [780; 1150] г; 2-я группа: пациенты, у которых БЛД не сформировалась (n=21), ГВ составил 35 [29; 39] нед, МТ при рождении – 1880 [1320; 3550] г.

В зависимости от степени тяжести дети с БЛД были разделены на 4 подгруппы: 1А – легкая степень БЛД (n=12), 1В – среднетяжелая степень БЛД (n=6), 1С – тяжелая степень БЛД (n=26), 1D – степень тяжести БЛД не известна, так как летальный исход или перевод ребенка в другое лечебно-профилактическое учреждение (ЛПУ) наступил ранее 36 недель постменструального возраста при ГВ менее 32 недель или ранее 56 суток жизни при ГВ 32 недели и более (n=11).

В ходе проспективного исследования всем пациентам при поступлении в ОРИТН выполняли УЗИ легких и плевральных полостей и рентгенографию органов грудной клетки в прямой и, по показаниям, в боковой проекциях. Далее в динамике проводили повторные исследования вплоть до выписки пациентов из стационара, перевода их в другое лечебно-профилактическое учреждение или наступления летального исхода (количество исследований варьировало от 3 до 11). При наличии показаний 12 пациентам была проведена КТ органов грудной клетки.

Рентгенографию проводили на передвижном рентгеновском аппарате MOBILETT XP Digital (Siemens) в положении лежа на спине и, при наличии показаний, на боку.

УЗИ выполняли на ультразвуковом сканере Logic S8 (General Electric) линейным датчиком с частотой 6–15 МГц при положении пациентов на спине и на боку с использованием межреберного, парастернального, апикального и субкостального доступов сканирования. При использовании межреберного доступа сканирование проводили по парастернальным, среднеключичным, подмышечным, лопаточным и паравerteбральным линиям с расположением датчика как продольно, так и поперечно относительно межреберных промежутков.

Статистическую обработку данных выполняли с использованием пакета прикладных программ «Statistica 8.0» (StatSoft Inc., США). Количественные признаки, не имевшие нормального распределения, описывали медианами и квартилями (Me [LQ; UQ]). Для сравнения более двух независимых выборок при наличии ненормального распределения признаков использовали непараметрический дисперсионный анализ Крускала–Уоллиса. Различия считали статистически значимыми при достигнутом уровне значимости $p < 0,05$. При анализе факторов риска определяли относительный риск (RR) и 95% доверительный интервал (95% CI). Все дети в данное исследование включены методом случайной выборки с учетом задач проводимого исследования.

Результаты и их обсуждение

В ходе проведения УЗИ легких нами были определены основные признаки поражения легочной ткани у новорожденных детей, находящихся на лечении в отделении реанимации.

Основным, наиболее часто встречающимся ультразвуковым признаком поражения легочной ткани, было наличие субплеврально расположенных очагов уплотнения. Данный признак был зарегистрирован у 68 пациентов: у всех 55 (100%) пациентов, сформировавших БЛД, и у 13 (62%) пациентов без БЛД ($p < 0,001$). В зависимости от объема поражения мы отмечали крупные очаги, занимающие несколько сегментов/долю легкого ($n=38$), среднего размера очаги, занимающие сегмент легкого ($n=20$), и мелкие, плоские кортикально расположенные очаги ($n=17$). Очаги уплотнения легочной паренхимы были гипоэхогенными, прилежали к линии плевры, в структуре очагов крупного или среднего размера выявлялись движущиеся в такт дыханию динамические воздушные бронхограммы, в мелких очагах выявлялись округлые гиперэхогенные скопления воздуха. В режиме цветового доплерокартирования (ЦДК) визуализировали сосуды. На рентгенограммах органов грудной клетки у этих пациентов были выявлены очаговое или диффузное снижение прозрачности легочных полей, наличие признака «воздушная бронхограмма», увеличение объема грудной клетки. В клинической картине у всех 68 пациентов отмечались признаки инфекционного токсикоза, в анализе крови – повышение маркеров воспаления. Данные субплеврально расположенные очаги консолидации легочной ткани мы трактовали как очаги пневмонической инфильтрации, что совпадает с данными как отечественной, так и зарубежной литературы [18–21]. Патоморфологическое исследование было проведено 19 пациентам, и у 18 из них данные очаги соответствовали воспалительной инфильтрации. У одного пациента при патоморфологическом исследовании признаков инфекционного процесса обнаружено не было, однако были обнаружены многочисленные субплеврально расположенные кровоизлияния в ткань легких, что позволяет предположить одинаковую ультразвуковую картину при кровоизлияниях и воспалительной инфильтрации, однако требует дальнейшего изучения.

Вторым часто выявляемым ультразвуковым признаком было наличие ателектазов. Ателектаз имел характерные ультразвуковые признаки [22–24]: гипоэхогенный очаг однородной структуры, в котором регистрировалось сниженное количество воздушных бронхограмм или их полное отсутствие. Мы зафиксировали 34 эпизода ателектазирования легочной ткани у 26 пациентов (у 8 пациентов – повторное развитие ателектазов), из них 28 эпизодов – у пациентов с БЛД, 6 эпизодов – у пациентов без БЛД.

Полное отсутствие бронхограмм в очаге ателектаза является патогномоничным признаком ателектаза [17] и в нашем исследовании регистрировалось в 53% случаев. При динамическом наблюдении мы отмечали появление и увеличение количества бронхограмм. Быстрое уменьше-

ние размеров очагов ателектазов мы отмечали в 41% случаев (у 14 пациентов, которые вошли в группу без БЛД и с БЛД легкой и средней степени тяжести). В 35% случаев (в 12 случаях у пациентов с тяжелой и среднетяжелой БЛД) протяженные зоны ателектазирования легочной ткани сохранялись длительно (у 11 пациентов вплоть до летального исхода, и наличие ателектазов было подтверждено при патоморфологическом исследовании). Сниженное количество бронхограмм в очагах регистрировалось в 47% ателектазов, при этом во всех случаях бронхограммы были статическими, не участвовали в дыхании, просвет бронхов был сужен.

Интерстициальная легочная эмфизема (ИЛЭ) была диагностирована у 15 (27%) пациентов с БЛД. У всех пациентов, неразвивших БЛД, признаки ИЛЭ отсутствовали ($p=0,008$). При УЗИ легких при этом у всех пациентов мы наблюдали одинаковую картину – округлой формы гиперэхогенные очаги, окруженные разнокалиберными, чаще мелкими гипоэхогенными очагами. Данные гипоэхогенные очаги не содержали воздушных бронхограмм и были расценены как микроателектазы. От гиперэхогенных очагов отходили вертикальные артефакты – В-линии, или артефакты по типу «хвост кометы». В 4 случаях ультразвуковая картина, являясь очень характерной и специфичной, опережала появление рентгенологических изменений. КТ органов грудной клетки была проведена 5 пациентам из 15 с ИЛЭ (33%), патоморфологическое исследование – у 5 (33%) пациентов. Во всех случаях был подтвержден диагноз ИЛЭ.

Пневмоторакс был диагностирован у 7 пациентов: у 2 пациентов – напряженный пневмоторакс, у 5 – ненапряженный. Основными ультразвуковыми признаками пневмоторакса были отсутствие движения линии плевры, отсутствие вертикальных артефактов, называемых «хвосты комет», и наличие повторяющихся артефактов реверберации, отходящих от линии париетальной плевры, а также наличие патогномоничного ультразвукового признака пневмоторакса – «точка легкого» [27–29].

Мы проанализировали частоту встречаемости описанных выше ультразвуковых признаков поражения легочной ткани у пациентов группы исследования (как сформировавших БЛД, так и не сформировавших БЛД). В табл. 1 отображены ультразвуковые признаки поражения легочной ткани у групп пациентов.

Из табл. 1 видно, что отмечалась статистически значимая зависимость между клинической тяжестью БЛД и наличием обширных очагов уплотнения легочной ткани, занимающих несколько сегментов или долю легкого ($p < 0,001$). Повторное развитие пневмонической инфильтрации было зафиксировано только у пациентов с тяжелой и среднетяжелой БЛД, и отличия достигли уровня статистической значимости ($p=0,03$). Повторное развитие ате-

Распределения ультразвуковых признаков поражения легочной ткани и исходов БЛД

Признаки	Тяжелая БЛД (n=26)	Средне-тяжелая БЛД (n=6)	Легкая БЛД (n=12)	Степень тяжести БЛД не определена (n=11)	Нет БЛД (n=21)	p (непараметрический дисперсионный анализ)
Долевая/полисегментарная пневмония	21 (81%)	4 (66,7%)	5 (42%)	6 (55%)	3 (14%)	<0,001
Сегментарная пневмония	6 (23%)	3 (50%)	7 (58%)	2 (18%)	2 (9,5%)	0,02
Кортикальная пневмония	2 (7,7%)	1 (16,7%)	4 (33%)	2 (18%)	8 (38%)	0,3
Пневмония с интерстициальным типом инфильтрации	0	0	0	0	3 (14%)	0,2
Смешанный тип инфильтрации у одного пациента	5 (19%)	2 (33,3%)	3 (25%)	0	0	0,06
Рецидивирующее течение пневмонии	5 (19%)	2 (33,3%)	0	0	0	0,03
Интерстициальная легочная эмфизема	8 (30,8%)	1 (16,7%)	3 (25%)	3 (27%)	0	0,1
Пневмоторакс	2 (7,7%)	1 (16,7%)	0	2 (18%)	2 (9,5%)	0,6
Выпот в плевральной полости	6 (23%)	1 (16,7%)	1 (8%)	1 (9%)	2 (9,5%)	0,6
Ателектаз	13 (50%)	2 (33,3%)	4 (33,3%)	2 (18,2%)	6 (28,6%)	0,37
Повторное развитие ателектаза	8 (31%)	0	0	0	0	0,002

лектазов было отмечено только у пациентов с тяжелой БЛД, что статистически значимо отличалось от остальных групп обследования ($p=0,002$). Частота ИЛЭ статистически не различалась среди групп пациентов, однако мы ее не обнаружили ни у одного пациента без БЛД, и этот признак является важным фактором риска развития БЛД.

Кроме того, мы проанализировали риск развития летального исхода и тяжелой БЛД, используя в качестве факторов риска описанные выше ультразвуковые признаки (табл. 2).

Согласно полученным нами данным, риск развития летального исхода в среднем возрастал в 3 и более раз при наличии ателектазов (RR 3,11; 95% CI 1,39–6,96), при повторном ателектазировании легочной ткани (RR 3,44; 95% CI 1,64–7,22), при наличии обширных зон уплотнения легочной ткани (RR 5,06; 95% CI 1,6–15,95)

и при ИЛЭ (RR 3,6; 95% CI 1,8–7,4). Риск развития тяжелой формы БЛД возрастал в среднем в 4 раза при повторном ателектазировании (RR 3,78; 95% CI 2,54–5,61) и наличии обширных зон консолидации легочной ткани (RR 3,99; 95% CI 1,68–9,47).

Заключение

Таким образом, УЗИ обладает высокими диагностическими возможностями в оценке состояния легочной ткани у новорожденных детей различного ГВ, находящихся на лечении в отделении реанимации и интенсивной терапии. УЗИ позволяет визуализировать такие патологические состояния респираторного тракта, как пневмония (не только крупные очаги полисегментарной и долевой пневмонии, но и мелкие, кортикально расположенные очаги пневмонической инфильтрации), ателектаз, ИЛЭ и пневмо-

Таблица 2

Факторы риска развития летального исхода и тяжелой БЛД

Признаки	Исход	Относительный риск, RR	95% доверительный интервал, 95% CI
Ателектаз	летальный исход	3,11	1,36–6,96
	тяжелая БЛД	1,85	0,99–3,34
Повторное ателектазирование	летальный исход	3,44	1,64–7,22
	тяжелая БЛД	3,78	2,54–5,61
Полисегментарная пневмония	летальный исход	5,06	1,6–15,95
	тяжелая БЛД	3,99	1,68–9,47
Интерстициальная легочная эмфизема	летальный исход	3,6	1,8–7,4
	тяжелая БЛД	1,78	0,9–3,5

торах. Наличие полисегментарной пневмонии, ателектазов, повторное ателектазирование и развитие ИЛЭ значительно повышают риск развития летального исхода у пациентов с БЛД. Повторное развитие ателектазов и наличие полисегментарной пневмонии, по данным УЗИ, значительно повышают риск формирования тяжелой формы БЛД.

Конфликт интересов: авторы сообщили об отсутствии конфликта интересов.

Koltunov I.E.  0000-0003-3958-9265
Gorbunov A.V.  0000-0002-0159-781X
Degtyareva M.V.  0000-0002-1769-5430
Vykhristyuk O.F.  0000-0002-0352-9642
Erokhina A.V.  0000-0002-0198-2312

Литература

1. Байбарина Е.Н. Задачи педиатрической службы по повышению эффективности профилактической работы. Доклад в Министерстве здравоохранения Российской Федерации, 2015.
2. Бронхолегочная дисплазия у детей. Научно-практическая программа. [Электронный ресурс] Российское респираторное общество. Российская ассоциация специалистов перинатальной медицины. Федерация педиатров стран СНГ. Педиатрическое респираторное общество. М., 2012. URL: 18298-bronhologochnaya_displaziya_u_detej_nauchno-prakticheskaya_programma_rro_raspm_2012_www_raspm_ru.pdf.
3. Овсянников Д.Ю. Бронхолегочная дисплазия: естественное развитие, исходы и контроль. Педиатрия. 2011; 90 (1): 141–150.
4. Баранов А.А., Намазова-Баранова Л.С., Володин Н.Н., Давыдова И.В., Овсянников Д.Ю., Иванов Д.О., Войцова Е.В., Яцык Г.В., Антонов А.Г., Ионов О.В., Рындин А.Ю., Гребенников В.А., Солдатова И.Г., Чубарова А.И. Ведение детей с бронхолегочной дисплазией. Педиатрическая фармакология. 2016; 13 (4): 319–333.
5. Труфанов Г.Е., Фокин В.А., Иванов Д.О., Рязанов В.В., Ипатов В.В., Скворцова М.Ю., Нестеров Д.В., Садыкова Г.К., Михайловская Е.М. Особенности применения методов лучевой диагностики в педиатрической практике. Вестник современной клинической медицины. 2013; 6 (6): 48–54.
6. Овсянников Д.Ю. Система оказания медицинской помощи детям, страдающим бронхолегочной дисплазией: Руководство для практикующих врачей. Л.Г. Кузьменко, ред. М.: МДВ, 2010: 152.
7. Овсянников Д.Ю., Кузьменко Л.Г., Дегтярева Е.А., Газарян Ж.Р., Петрук Н.И., Назарова Т.И., Чижикина Н.Н. Роль инфекционных агентов в развитии бронхолегочной дисплазии и ее обострений. Детские инфекции. 2005; 4 (2): 19–23.
8. Ehrenkranz RA, Walsh MC, Vohr BR, Jobe AH, Wright LL, Fanaroff AA, Wraga LA, Poole K. Validation of the National Institutes of Health Consensus Definition of Bronchopulmonary Dysplasia. Pediatrics. 2005; 116 (6): 1353–1360.
9. Moya MP, Bisset GS 3rd, Auten RL Jr, Miller C, Hollingworth C, Frush DP. Reliability of CXR for the diagnosis of bronchopulmonary dysplasia. Pediatr. Radiol. 2001; 31 (5): 339–342.
10. Fletcher BD, Wright LL, Oh W, Younes N, Fanaroff AA, Shankaran S, Korones SB, Network NNR. Evaluation of radiographic (CXR) scoring system for predicting outcomes of very low birthweight (VLBW) infants with BPD. Pediatr. Res. 1993; 33: 326A.
11. Brody AS, Frush DP, Huda W, Brent RL. American Academy of Pediatrics Section on Radiology. Radiation Risk to Children From Computed Tomography. Pediatrics. 2007; 120 (3): 677–682.
12. Slovis TL. Children, Computed Tomography Radiation Dose, and the As Low As Reasonably Achievable (ALARA) Concept. Pediatrics. 2003; 112 (4): 971–972.
13. Sun Z, Ng KH, Sarji SA. Is utilisation of computed tomography justified in clinical practice? Part IV: applications of paediatric computed tomography. Singapore Med. J. 2010; 51 (6): 457–463.
14. Цыгина Е.Н., Давыдова И.В., Кустова О.В., Малахова Т.А. Радиологические исследования при бронхолегочной дисплазии у детей. Медицинская визуализация. 2008; 2: 116–121.
15. Shin S-M, Kim WS, Cheon J-E, Kim HS, Lee W, Jung AY, Kim I-O, Choi JH. 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): 350–360.
16. Пыков М.И., Дубовик Д.С., Ефимов М.С. Ультразвуковая диагностика патологии легких и плевры у новорожденных детей. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2008; 3: 69–73.
17. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, Melniker L, Gargani L, Noble VE, Via G, Dean A, Tsung JW, Soldati G, Copetti R, Bouhemad B, Reissig A, Agricola E, Rouby J-J, Arbelot C, Liteplo A, Sargsyan A, Silva F, Hoppmann R, Breitzkreutz R, Seibel A, Neri L, Storti E, Petrovic T. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. Intensive Care Med. 2012; 38 (4) 577–591.
18. Nazerian P, Volpicelli G, Vanni S, Gigli C, Betti L, Bartolucci M, Zanobetti M, Ermini FR, Iannello C, Grifoni S. Accuracy of lung ultrasound for the diagnosis of consolidations when compared to chest computed tomography. The American Journal of Emergency Medicine. 2015; 33 (5): 620–625.
19. Copetti R, Cattarossi L. Lung Ultrasound in Newborns, Infants, and Children. In: Mathis G. Berlin, ed. Chest Sonography. Springer Berlin Heidelberg, 2011: 241–245.
20. Pereda MA, Chavez MA, Hooper-Miele CC, Gilman RH, Steinhoff MC, Ellington LE, Gross M, Price C, Tielsch JM, Checkley W. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in children: a meta-analysis. Pediatrics. 2015; 135 (4): 714–722.
21. Сафонов Д.В., Шахов Б.Е. Ультразвуковая диагностика воспалительных заболеваний лёгких. М.: Издательский дом Видар-М, 2011: 120.
22. Liu J, Chen S-W, Liu F, Li Q-P, Kong X-Y, Feng Z-C. The Diagnosis of Neonatal Pulmonary Atelectasis Using Lung Ultrasound. Chest. 2015; 147 (4): 1013–1019.
23. Lichtenstein DA, Lascols N, Prin S, Mezière G. The «lung pulse»: an early ultrasound sign of complete atelectasis. Intensive Care Med. 2003; 29 (12): 2187–2192.
24. Caiulo VA, Gargani L, Caiulo S, Moramarco F, Latini G, Gargasole C, Picano E. Usefulness of lung ultrasound in a newborn with pulmonary atelectasis. Pediatr. Med. Chir. 2011; 33 (5–6): 253–255.
25. Lichtenstein DA, Menu Y. A bedside ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill. Lung sliding. Chest. 1995; 108 (5): 1345–1348.
26. Blaivas M, Lyon M, Duggal S. A prospective comparison of supine chest radiography and bedside ultrasound for the diagnosis of traumatic pneumothorax. Acad. Emerg. Med. 2005; 12 (9): 844–849.
27. Soldati G, Testa A, Sher S, Pignataro G, La Sala M, Silveri NG. Occult traumatic pneumothorax: diagnostic accuracy of lung ultrasonography in the emergency department. Chest. 2008; 133 (1): 204–211.
28. Alrajab S, Youssef AM, Akkus NI, Caldito G. Pleural ultrasonography versus chest radiography for the diagnosis of pneumothorax: review of the literature and meta-analysis. Critical Care. 2013; 17 (5): R208.
29. Lichtenstein DA, Mezière G, Lascols N, Biderman P, Courret J-P, Gepner A, Goldstein I, Tenoudji-Cohen M. Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax. Crit. Care Med. 2005; 33 (6): 1231–1238.