

Эффективность метода трансторакальной компьютерной бронхофонографии при пневмонии у детей школьного возраста

Г.Н. Бондарь

Efficiency of transthoracic computed bronchophonography in school children with pneumonia

G.N. Bondar

Владивостокский государственный медицинский университет

Проведено обследование 685 детей в возрасте с 7 до 17 лет, поступивших в Городскую детскую клиническую больницу № 3 Владивостока в связи с внебольничной пневмонией в период с 1997—2008 гг. Изучались клинические особенности пневмонии. Дополнительно 35 детям проведена компьютерная томография легких и 196 — трансторакальная компьютерная бронхофонография. На основании полученных результатов сделано заключение, что трансторакальная компьютерная бронхофонография позволяет акустически визуализировать патологический пневмонический очаг у детей школьного возраста с высокой чувствительностью (87,2%) и специфичностью (93,9%), что повышает эффективность диагностики пневмонии.

Ключевые слова: дети школьного возраста, пневмония, трансторакальная компьютерная бронхофонография.

Six hundred and eighty-five children aged 7 to 17 years, admitted to Vladivostok City Children's Clinical Hospital Three for community-acquired in 1997—2008, were examined. The clinical features of the pneumonia were studied. In addition, lung computed tomography and transthoracic computed bronchophonography were made in 35 and 196 children, respectively. The findings have led to the conclusion that transthoracic computed bronchophonography enables a pathological pneumonic focus to be acoustically visualized in schoolchildren with a high sensitivity (87,2%) and specificity (93,9%), which enhances the diagnostic efficiency of pneumonia.

Key words: schoolchildren, pneumonia, transthoracic computed bronchophonography.

Болезни органов дыхания у детей и подростков находятся в центре внимания педиатров, что связано со все еще высоким удельным весом этой патологии в структуре заболеваемости и смертности [1—6]. Важное место среди всей бронхолегочной патологии занимают пневмонии, для которых остаются характерными поздняя диагностика и высокий уровень диагностических ошибок [7—10]. Это обусловлено как многообразием возбудителей и клинических вариантов течения болезни, определяющих сложность дифференциальной диагностики, так и необходимостью начинать лечение эмпирически до выявления возбудителя, что не гарантирует успеха начального курса терапии [11—15]. В связи с этим применение неинвазивных и неионизирующих акустических методов диагностики пневмонии у детей школьного возраста может оказаться полезным для раннего распознавания заболевания, а также для контроля его динамики.

Цель работы: оценить эффективность метода трансторакальной компьютерной бронхофонографии при диагностике пневмонии у детей школьного возраста.

ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕТЕЙ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Под наблюдением находились 685 детей в возрасте от 7 до 17 лет, поступивших в соматическое отделение Городской детской клинической больницы № 3 (ГДКБ) Владивостока в связи с внебольничной пневмонией в период 1997—2008 гг. Возрастно-половая структура наблюдавшихся детей представлена в табл. 1. Изучались клинические особенности пневмонии, проводилась оценка физического развития больных детей в исследуемых группах с определением гармоничности развития и соматотипа. Всем детям проведена обзорная рентгенография органов грудной клетки в двух проекциях. Дополнительно, у 35 детей проведена компьютерная томография легких и у 196 — трансторакальная компьютерная бронхофонография.

Метод трансторакальной компьютерной бронхофонографии заключается в измерении интенсивности звуков голоса ребенка, проведенных на грудную стенку, и анализе его параметров спектральным методом

© Г.Н. Бондарь, 2010

Ros Vestn Perinatol Pediat 2010; 3:56–60

Адрес для корреспонденции: Бондарь Галина Николаевна — к.м.н., доц. каф. педиатрии 2 Владивостокского государственного медицинского университета

690002 Владивосток, пр-т Острякова, 2

e-mail: bondar-galina@yandex.ru.

с разделением спектральных составляющих, ответственных за воздушный и структурный (тканевой) механизмы звукопроводения. В качестве акустической аппаратуры для осуществления данного метода исследования использовали информационно-измерительный комплекс, состоящий из акустического датчика, персонального компьютера со встроенной звуковой картой и пакета прикладных программ [16, 17].

Трансторакальная компьютерная бронхофонография проводится по методике традиционной бронхофонии. При обследовании пациент в положении сидя произносит установленную фразу «Три-три» на спокойном выдохе, следующим за спокойным вдохом в течение короткого промежутка времени (3 с). Акустический датчик устанавливается рукой врача, последовательно в каждое межреберье, по всем топографическим линиям грудной клетки, а именно: в точках, лежащих на пересечении межреберий и окологрудной, срединно-ключичной, передней подмышечной, средней подмышечной, задней подмышечной, лопаточной, околопозвоночной линий справа и слева. Всего в группе детей с пневмонией обследовано 13 176 акустических точек. Полученные акустические сигналы трансформируются в дискретную форму, обрабатываются с помощью программ SpectraLab и Mat Lab 7.0.

На спектрограммах здоровых и больных пневмонией детей регистрировали амплитуды (A_1 , A_2 , A_3) и частоты (f_1 , f_2 , f_3) первых трех спектральных пиков. Вычислялись следующие параметры: разность между амплитудами первого, второго и третьего акустических пиков, отношение разности амплитуд и частот первых трех акустических пиков, частота первого акустического пика, разность значений амплитуд

первых двух пиков справа и слева.

Для всей выборки с применением непараметрической описательной статистики (программа Statistica 6,0) рассчитаны 5% (Q_5) и 95% (Q_{95}) перцентили (квантили) распределения каждого из описанных выше параметров. Пороговые значения определялись путем максимизации показателей чувствительности и специфичности (метод ROC-анализа) [18]. В результате полученных данных разработаны критерии акустической диагностики патологического очага в легком [19].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Из наблюдавшихся пациентов 78,3% детей школьного возраста лечились амбулаторно в течение $6 \pm 2,3$ дней, в 56% случаев дети поступали по направлению из детских поликлиник города (показатель был стабильным в течение всего периода наблюдения). В последние годы отмечено увеличение числа больных детей школьного возраста с поздней обращаемостью (рис. 1) и, как следствие этого, возросла несвоевременная диагностика пневмонии в данной возрастной группе.

Сопутствующие диагнозы у наблюдавшихся пациентов были следующими: хронический тонзиллит — в 9% случаев, хронический гастрит и гастроудоденит — в 7,6%, язвенная болезнь — в 1%, нарушения билиарного тракта (дискинезии желчевыводящих путей) — в 5,7%, дистрофии — в 1,2%, ожирение — в 0,9%, нейроциркуляторные дистонии различного генеза и типа — в 6,3%, хронический пиелонефрит — в 3,2%. При оценке физического развития было выявлено, что 500 (72,9%) детей имели среднее развитие; 49 (7,2%) — выше среднего; 136 (19,9%) — ниже среднего. У 520 (75,9%) детей отмечено гармоничное развитие и у 165 (24,1%) — дисгармоничное.

Согласно клиническим и рентгенологическим данным, пневмония у 298 (43,5%) больных была правосторонней, у 149 (21,8%) — левосторонней, у 238 (34,7%) — двусторонней. У 521 (76,1%) пациента она носила очаговый характер, у 77 (11,2%) — очагово-сливной и у 87 (12,7%) — сегментарный. Осложнения зарегистрированы у 8 (1,2%) больных, все осложнения были легочными. Наиболее частыми сегментами локализации пневмонии были: в правом легком — S_V , S_{VII} , S_{VIII} , S_{IX} , и S_X , в левом — S_{IX} , S_X .

При изучении клинического течения пневмонии

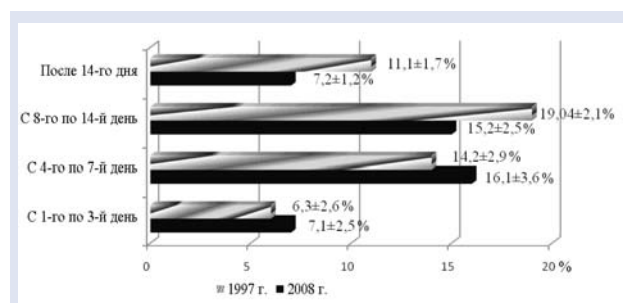


Рис. 1. Динамика сроков диагностики пневмонии у детей школьного возраста (с момента заболевания до дня постановки диагноза).

Таблица 1. Возрастно-половая структура наблюдавшихся детей школьного возраста, больных пневмонией, находившихся на стационарном лечении, абс. (%)

Пол	Возраст	
	7—14 лет	15—17 лет
Девочки	397 (65,7)	49 (60,5)
Мальчики	207 (34,3)	32 (39,5)
Всего	604 (100)	81 (100)

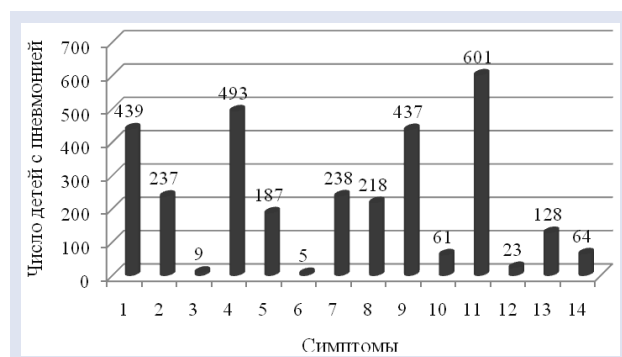


Рис. 2. Клиническая характеристика пневмонии у детей школьного возраста по данным ГДКБ № 3 Владивостока.

1 — повышение температуры до фебрильных цифр; 2 — повышение температуры до субфебрильных цифр; 3 — без повышения температуры; 4 — кашель сухой; 5 — кашель влажный; 6 — отсутствие кашля; 7 — выраженные симптомы интоксикации; 8 — одышка; 9 — укорочение перкуторного звука; 10 — сухие хрипы; 11 — влажные мелко- и среднепузырчатые хрипы; 12 — отсутствие хрипов; 13 — сочетание хрипов; 14 — боли в грудной клетке.

у детей школьного возраста (рис. 2) выявлен ряд особенностей. Так, гипертермический синдром был выражен только у 64,1% больных; в 1,3% случаев течение пневмонии отмечалось на фоне нормальной температуры; сухой кашель беспокоил в 72% случаев. Бронхолегочный синдром у школьников не всегда имел набор типичных признаков. Так, сухие хрипы выслушивались в 8,9% случаев; у 3,3% больных хрипов не было в течение всего заболевания (дети поступили на стационарное лечение с результатами рентгенографии легких); только 75,8% детей имели характерные локальные физикальные изменения (измененное дыхание, притупление перкуторного звука — у 63,8%, локальные хрипы — у 87,8%).

У детей школьного возраста (7—17 лет) в последние годы увеличилось число несоответствий аускультативных и рентгенологических данных, что подтверждает увеличение процента «нетипичных» пневмоний.

В этой возрастной группе отмечены и рентгенологические особенности: за последнее десятилетие (1997—2008) увеличилась доля сегментарного (с 7,3 до 12,7%) и очагово-сливного (с 5,2 до 11,2%) характера поражения, возрос процент детей, имеющих изменения со стороны корней легких (реактивность корней увеличилась в 2,5 раза; инфильтрированность — в 2 раза; отечность и неструктурность — на 69%). Известно, что наличие классических физикальных данных (укорочение перкуторного звука, ослабленное или бронхиальное дыхание и мелкопузырчатые хрипы над пораженным участком легкого) делает диагноз несомненным, но их отсутствие в начале болезни (у 1/5—1/6 больных) не исключает диагноза пневмонии, что и подтверждено нашими исследованиями.

Особенности современного течения острой пневмонии у детей школьного возраста, преобладание у них сегментарных и очагово-сливных форм позволило применить акустические методы для оптимизации диагностики пневмонии (дополнительно детям проведена трансторакальная компьютерная бронхофонография). Обследованы 196 детей в возрасте 7—17 лет, находившихся на стационарном лечении в ГДКБ № 3 с диагнозом острая внебольничная пневмония. У 81 (41,3%) больного процесс был правосторонним, у 39 (19,9%) — левосторонним и у 76 (38,8%) — двусторонним. Всем детям диагноз подтверждали рентгенологически (методами рентгенографии и/или компьютерной томографии органов грудной клетки). У 147 (75,1%) пациентов пневмония носила очаговый характер, у 28 (14,1%) — очагово-сливной и у 21 (10,8%) — сегментарный. Легочные осложнения имели место у 2 (1,02%) больных.

Для процедуры выполнения трансторакальной компьютерной бронхофонографии построена карта проекции точек по передней и задней поверхности грудной клетки. Были рассчитаны показатели акустических коэффициентов у детей с острой пневмонией (табл. 2). В табл. 2 приведены средние значения акустических коэффициентов у детей с пневмонией

Таблица 2. Показатели акустических коэффициентов у детей школьного возраста с внебольничной пневмонией

Возрастная группа	Акустические коэффициенты					
	$A_{1,2}$	$A_{1,2}/f_{2,1}$	$A_{1,2}/f_1$	$A_{2,3}/f_{3,2}$	f_1	$f_1 \cdot A_{1,2}$
1-я группа — 7—11 лет ($n=68$)	25,889±3,42	0,103±0,13	0,099±0,01	0,068±0,01	262,956±5,92	6868,478±948,72
2-я группа — 12—14 лет ($n=86$)	21,983±2,79*	0,096±0,01	0,091±0,01	0,078±0,01	236,160±5,27*	5318,213±638,05*
3-я группа — 15—17 лет ($n=42$)	15,298±3,81**	0,084±0,02*	0,081±0,02	0,096±0,01	183,574±4,97*	3122,613±728,89**

Примечание. $A_{1,2}$ — разность между амплитудами первого и второго акустических пиков; $A_{1,2}/f_{2,1}$ — отношение разности амплитуд и частот первых двух акустических пиков; $A_{1,2}/f_1$ — отношение разности амплитуд первых двух акустических пиков к частоте первого акустического пика; $A_{2,3}/f_{3,2}$ — отношение разности амплитуд к разности частот второго и третьего акустических пиков; f_1 — частота первого акустического пика; $f_1 \cdot A_{1,2}$ — произведение частоты первого акустического пика и разности амплитуд первых двух акустических пиков. * — Достоверность различий между 1-й и 3-й возрастной группой ($p<0,05$); ** — достоверность различий между 1-й и 3-й возрастной группой ($p<0,001$); # — достоверность различий между 2-й и 3-й возрастной группой ($p<0,05$).

в зависимости от возраста, но без учета локализации пневмонического процесса (двусторонняя, левосторонняя или правосторонняя) и распространенности патологического процесса в легком; не учтена также выраженность пневматизации (снижена, повышена). С помощью статистических методов отобраны наиболее значимые коэффициенты для формирования критериев акустического очага: частота первого акустического пика, отношение разности амплитуд и частоты первых двух акустических пиков, отношение разности амплитуд и частоты второго и третьего акустических пиков, разность амплитуд первых двух акустических пиков слева и справа (рис. 3—6). Так, прослеживается четкая тенденция к увеличению частоты первого акустического пика (на 24,7%) в точках, вовлеченных в патологический процесс в легких (в данном случае при пневмонии), в сравнении с частотой первого акустического пика у детей без признаков пневмонического очага (см. рис. 3). Этот показатель был значимым вне зависимости от формы внебольничной пневмонии. При очаговом поражении он встречался в 67,1%

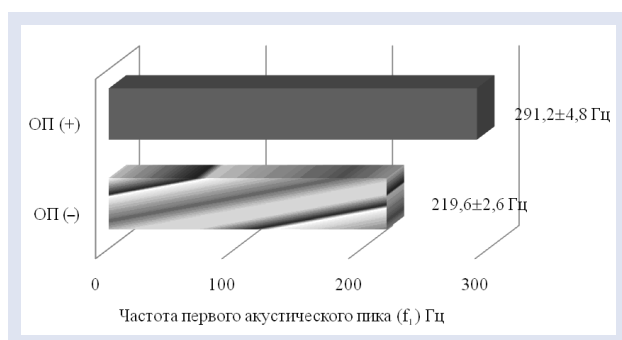


Рис. 3. Показатели частоты первого акустического пика (f_1) у детей школьного возраста с внебольничной пневмонией в зависимости от выраженности пневмонического очага ($p < 0,05$).

Здесь и на рис. 4—6: ОП (–) без признаков пневмонического очага; ОП (+) — с признаками пневмонического очага.

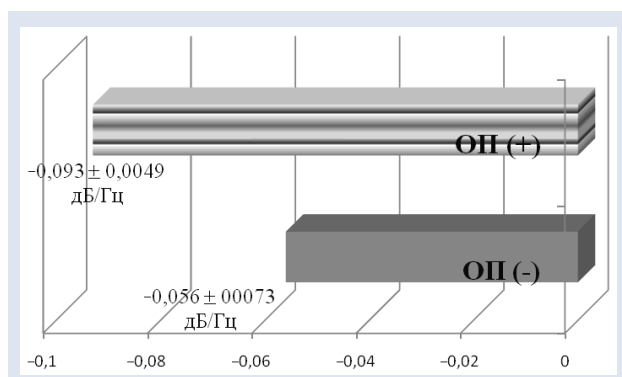


Рис. 4. Показатели отношения разности амплитуд и частот первых двух акустических пиков ($A_{1,2}/f_{2,1}$) у детей школьного возраста с внебольничной пневмонией в зависимости от выраженности пневмонического очага ($p < 0,001$).

случаев, при сегментарном — в 57,1% и при очагово-сливном характере воспаления — в 47,1%.

Показатели отношения разности амплитуд и частот первых двух акустических пиков статистически различны в зависимости от наличия пневмонического очага в акустических точках во всех возрастных группах (особенно в группе детей 15—17 лет; $p = 0,0009$). Средние показатели отношения разности амплитуд и частот первых двух акустических пиков вне зависимости от возраста имеют еще более выраженную тенденцию к снижению — на 67,4% (см. рис. 4). Коэффициент отношения разности амплитуд и частот второго и третьего акустических пиков имеет не только сходные тенденции и величины (см. рис. 5), но и свои особенности. Во-первых, при патологическом изменении он имеет более выраженные отклонения (особенно по разности амплитуд); во-вторых, процент встречаемости третьих акустических пиков (и более) выше у детей с сегментарным поражением

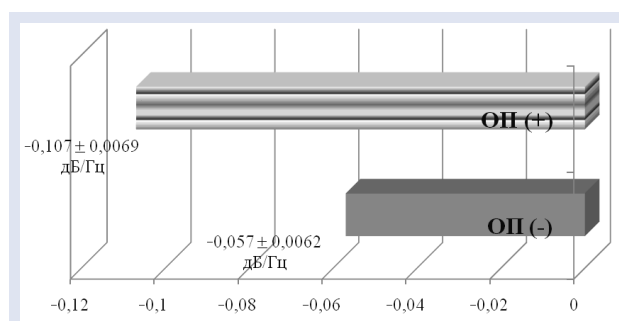


Рис. 5. Показатели отношения разности амплитуд и частот второго и третьего акустических пиков ($A_{2,3}/f_{3,2}$) у детей школьного возраста с внебольничной пневмонией в зависимости от выраженности пневмонического очага ($p = 0,0091$).

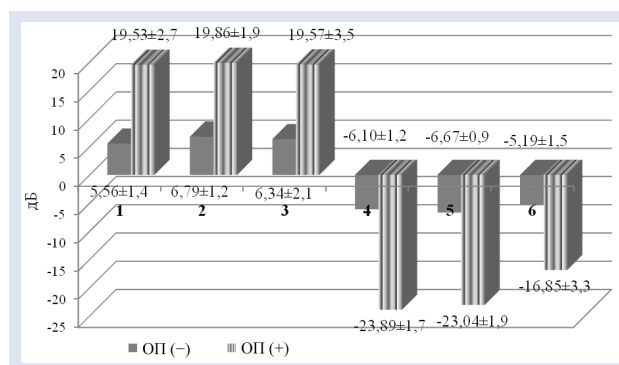


Рис. 6. Средние показатели разности амплитуд первых двух акустических пиков справа и слева ($A_{1,2} D-S$) у детей школьного возраста с внебольничной пневмонией в зависимости от выраженности пневмонического очага и возраста ($p < 0,001$).

1—3 — левосторонняя пневмония: 1 — дети 7—11 лет ($p = 0,00038$); 2 — дети 12—14 лет ($p = 0,00072$); 3 — дети 15—17 лет ($p = 0,00019$); 4—6 — правосторонняя пневмония: 4 — дети 7—11 лет ($p = 0,00028$); 5 — дети 12—14 лет ($p = 0,00049$); 6 — дети 15—17 лет ($p = 0,00053$).

легких в сравнении с очаговыми.

Проведен анализ показателей разности амплитуд первых двух пиков справа и слева при пневмонии у детей в зависимости от возраста и зоны поражения (см. рис. 6). При интерпретации значений этого коэффициента учитывалось то, что при выявлении пневмонии патологическое снижение пневматизации в точке обследования над правым легким определяли, если разность амплитуд была отрицательной (—), а патологическое снижение пневматизации в точке обследования над левым легким определяли, если разность амплитуд была положительной (+). Коэффициент был более информативен при сегментарном (у 66,7% больных) и очагово-сливном (у 52,9%) поражении легких.

Пневмонический очаг в легком определяли, если отношение разности амплитуд и частоты первых двух акустических пиков было меньше первого порогового значения (п) данного параметра на 50%, отношение разности амплитуд и частоты второго и третьего акустических пиков меньше первого порогового значения данного параметра на 70%. При выявлении пневмонии патологическое снижение пневматизации в точке исследования над правым легким определяли, если разность амплитуд первых двух акустических пиков слева и справа составляла (—) 13 дБ, над

левым легким (+) 13 дБ, а также частота первого акустического пика была больше порогового значения данного параметра на 20,5%. Патологический очаг у обследуемого диагностировали, если имелись три компактно расположенные точки исследования с патологическим снижением пневматизации, лежащие в зоне проекции одного легочного сегмента на поверхность грудной клетки. По результатам исследований, диагностическая чувствительность трансторакальной компьютерной бронхофонографии составила 87,2%; специфичность — 93,9%.

Итак, изменение акустических характеристик проведения звукового сигнала при трансторакальной компьютерной бронхофонографии в виде увеличения частотно-амплитудных градиентов между первым — вторым и вторым — третьим акустическими пиками суммарной спектрограммы более чем на 50 и 70% соответственно свидетельствует о наличии инфильтративного очага в легком, т.е. пневмонии и коррелирует с данными рентгенограммы. Трансторакальная компьютерная бронхофонография, таким образом, позволяет акустически визуализировать патологический пневмонический очаг у детей школьного возраста с высокой чувствительностью и специфичностью, что, несомненно, повышает эффективность диагностики пневмонии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов А.А., Альбицкий В.Ю., Антонова Е.В. и др. Современные подходы в изучении заболеваемости детского населения // Рос. педиат. журн. 2008. № 5. С. 4—7.
2. Подростковая медицина: Руководство. 2-е изд. / Под ред. Л.И. Левиной, А.М. Куликова. Ст-Петербург: Питер, 2006. 544 с.
3. Таточенко В.К., Бакрадзе М.Д., Федоров А.М. и др. О тактике антибактериальной терапии острых респираторных заболеваний у детей на поликлиническом участке // Вопр. соврем. педиат. 2002. № 5. С. 11—14.
4. Узунова А.Н. Пневмонии в детском возрасте. Челябинск, 2005. 215 с.
5. Чучалин А.Г. Институт пульмонологии: история и основные научные направления // Пульмонология. 2006. № 4. С. 5—9.
6. Rigsby C.K., Strife J.L., Johnson N.D. et al. Is the frontal radiograph alone sufficient to evaluate for pneumonia in children? // Pediat. Radiol. 2004. Vol. 34. 379—383.
7. Генне Н.А., Малышев В.С., Лисицин М.Н. и др. Бронхофонография в комплексной диагностике бронхиальной астмы у детей // Пульмонология. 2002. № 5. С. 33—39.
8. Комар С.И. Аускультация легких Аускультация легких и электронный акустический анализ респираторных шумов: Учебно-методическое пособие. Челябинск: Изд-во «Челябинская государственная медицинская академия», 2008. 36 с.
9. Мельникова И.М., Мизерницкий Ю.Л., Павликов А.А. Дифференциально-диагностическое значение бронхофонографии при частых респираторных заболеваниях у детей // Вопр. практич. педиат. 2008. № 3. С. 11—14.
10. Мизерницкий Ю.Л., Цыленкова С.Э. Современные функциональные методы исследования в детской пульмонологии. М.: НТО им. С.И. Вавилова, 2007. 28 с.
11. Безлер Ж.А. Особенности течения микоплазменной пневмонии у детей / Сб. докл.: 17-й Национальный конгресс по болезням органов дыхания. Казань, 2007. С. 137.
12. Бондарь Г.Н., Шеметова Е.В., Рассказова В.Н. Клинико-рентгенологические особенности внебольничных пневмоний у детей Владивостока // Тихоокеанский мед. журн. 2005. № 3. С. 70—72.
13. Козлова А.В., Мизерницкий Ю.Л., Галкина Е.В. Антибактериальная терапия внебольничной пневмонии у детей // Рос. вестн. перинатол. и педиат. 2005. № 3. С. 9—11.
14. Таточенко В.К., Рачинский С.В., Волков И.К. и др. Практическая пульмонология детского возраста. М., 2006. 250 с.
15. Селиверстова Н.А., Генне Н.А., Малышев В.С., Утюшева М.Г. Применение бронхофонографического исследования легких для оценки эффективности терапии бронхиальной астмы и обструктивного бронхита у детей раннего возраста // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. 2009. № 2. С. 51—55.
16. Бондарь Г.Н., Коренбаум В.И. Новый метод оценки проведенных на стенку грудной клетки голосовых звуков у детей и подростков // Физиология человека. 2006. № 5. С. 41—46.
17. Кулаков Ю.В., Бондарь Г.Н., Коренбаум В.И. Способ диагностики заболеваний легких у детей. Удостоверение на рационализаторское предложение № 2549 от 26.01.2004 г. Патентный отдел ГОУ ВПО «ВГМУ Росздрава».
18. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica. М.: Медиа Сфера, 2002. С. 185.
19. Коренбаум В.И., Бондарь Г.Н., Костив А.Е., Кулаков Ю.В. Способ акустической диагностики очаговых изменений в легких человека. Патент РФ 2304928, 2007.

Поступила 21.12.09