

Г.Н. Бондарь, Е.В. Крукович, Н.С. Кузнецова

## ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ АКУСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ДИАГНОСТИКЕ ОСТРЫХ БРОНХОЛЕГОЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ШКОЛЬНИКОВ

Владивостокский государственный медицинский университет,  
690002, пр. Острякова, д. 2, тел.: 8-(423)-242-97-78, e-mail: mail@vgmu.ru, г. Владивосток

### Резюме

Для диагностики острого бронхита и внебольничной пневмонии 485 детям школьного возраста дополнительно применен акустический метод трансторакальной компьютерной бронхофонографии (ТКБФГ), основанный на измерении интенсивности звуков голоса ребенка, проведенных на грудную стенку, и анализе его параметров спектральным методом. Изучены особенности клинкорентгенологической картины острых бронхолегочных заболеваний у детей на современном этапе. Рассчитаны акустические коэффициенты при бронхите и пневмонии, дана сравнительная характеристика эффективности данного метода в изучаемых группах школьников. Выявлено, что метод ТКБФГ более специфичен для диагностики инфильтративных изменений в легких при внебольничной пневмонии.

*Ключевые слова:* школьники, бронхиты, пневмонии, акустические коэффициенты.

G.N. Bondar, E.V. Krukovich, N.S. Kuznecova

### APPLICATION OF MODERN ACOUSTIC METHODS IN DIAGNOSTICS OF SHARP BRONKHOLEGOCHNYKH DISEASES FOR SCHOOLBOYS

Vladivostok state medical university, Vladivostok

### Summary

For diagnostics of sharp bronchitis and vnebol'nichnoy pneumonia an acoustic method is additionally applied 485 children of school age - transthoracic computer bronkhofonografi (TCBFG), based on measuring of intensity of sounds of voice of child, conducted on a pectoral wall, and analysis of his parameters a spectral method. The features of clinikoradiological picture of sharp bronkholegochnykh diseases are studied for children on the modern stage. Acoustic coefficients are expected at a bronchitis and pneumonia, comparative description of efficiency of this method is given in the studied groups of schoolboys. It is exposed, that the method of TCBFG is more specific for diagnostics of infil'trativnykh changes in lights at vnebol'nichny pneumonia.

*Key words:* schoolboys, bronchitis, pneumonias, acoustic coefficients.

Острые бронхолегочные заболевания у детей школьного возраста находятся в центре внимания педиатров, что связано с высоким удельным весом этой патологии в структуре заболеваемости и смертности [1, 9, 11]. Важное место среди них занимают бронхиты и пневмонии, для которых остаются характерными поздняя диагностика и высокий уровень диагностических ошибок [2, 8, 9]. Высокая заболеваемость (особенно в организованных коллективах – школах, колледжах) и появление малосимптомных и тяжелых форм заболеваний отмечена в различных климатогеографических регионах страны. Это обусловлено многообразием возбудителей и клинических вариантов течения болезни, определяющих сложность дифференциальной диагностики, необходимостью начинать лечение эмпирически до выявления возбудителя. В связи с этим, применение дополнительных неинвазивных акустических методов диагностики бронхитов и пневмоний у детей школьного возраста может оказаться полезным для раннего распознавания заболеваний [5, 8].

*Цель работы* – оценить эффективность метода трансторакальной компьютерной бронхофонографии для диагностики бронхита и внебольничной пневмонии у детей школьного возраста.

### Материалы и методы

Под наблюдением находились 485 детей в возрасте от 10 до 17 лет, поступивших в соматическое отделение Городской детской клинической больницы № 3 г. Владивостока с направлятельными диагнозами «бронхит» или «пневмония» в период 2006—2011 гг. Преимущественно это были дети в возрасте от 10 до 14 лет (62,7%), и девочки (60, 4%). Возрастно-половая структура наблюдавшихся детей и объем проведенных исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1

Возрастно-половая структура наблюдавшихся детей школьного возраста и объем проведенных исследований

Диагноз	Возраст, чел./%		Пол, чел. / %		Проведенные исследования	
	10-14 лет	15-17 лет	Жен.	Муж.	Рентгенография органов грудной клетки	ТКБФГ, чел./ акустич. точек
Бронхит	96/31,6	49/27,1	89/30,4	56/29,2	126	38/2692
Пневмония	208/68,4	132/72,9	204/69,6	136/70,8	340	118/8096
Всего	304/100	181/100	293/100	192/100	466	156/10788

Изучались клинико-рентгенологические особенности, проводилась оценка физического развития больных детей в исследуемых группах с определением индивидуально-типологических закономерностей развития (гармоничность, соматотип, количественная оценка компонентов тела с помощью метода биоимпедансометрии) [7]. Обзорная рентгенография органов грудной клетки проведена в группе детей с бронхитом в 86,9% случаев, в группе больных с пневмонией – в 100%. 156 больным (38 – с диагнозом «бронхит» и 118 – «пневмония») дополнительно диагноз подтвержден методом трансторакальной компьютерной бронхофонографии. Метод ТКБФГ заключается в измерении интенсивности звуков голоса ребенка, проведенных на грудную стенку, и анализе его параметров спектральным методом с разделением спектральных составляющих, ответственных за воздушный и структурный (тканевой) механизмы звукопроводения [4, 6]. Трансторакальная компьютерная бронхофонография проводится по методике традиционной бронхофонии. Акустический датчик устанавливается рукой врача последовательно в каждое межреберье, по всем топографическим линиям грудной клетки [3].

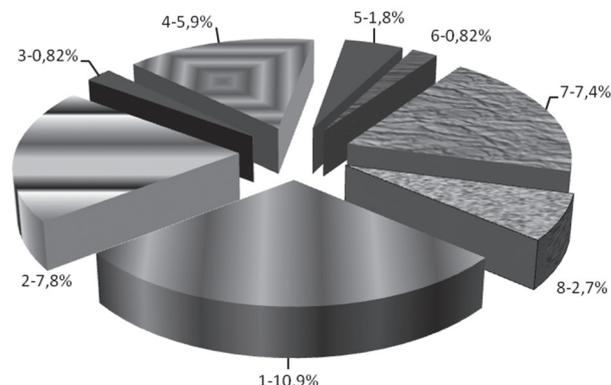
Всего в группе детей с бронхитом обследовано 2692 акустические точки, в группе школьников с пневмонией - 8096. Полученные акустические сигналы трансформируются в дискретную форму, обрабатываются с помощью программ SpectraLab и Mat Lab 7.0. На спектрограммах больных бронхитом и пневмонией детей регистрировали амплитуды ( $A_1, A_2, A_3$ ) и частоты ( $f_1, f_2, f_3$ ) первых трех спектральных пиков, и вычислялись акустические коэффициенты [4]. Для всей выборки с применением непараметрической описательной статистики (программа Statistica 6,0) рассчитаны 5%-ный (Q5) и 95%-ный (Q95) перцентили (квантили) распределения каждого из описанных выше параметров. Пороговые значения определялись путем максимизации показателей чувствительности и специфичности (метод ROC-анализа) [10]. В результате полученных данных разработаны критерии акустической диагностики патологического очага в легком [4].

### Результаты и обсуждения

Из наблюдавшихся пациентов 78,1% детей школьного возраста лечились амбулаторно в течение  $5 \pm 2,1$  дн., в 67,8% случаев дети поступали по направлению из детских поликлиник города. В последние пять лет отмечено увеличение числа больных детей школьного возраста с поздней обращаемостью, и, как следствие этого, возросла несвоевременная диагностика бронхитов и пневмоний в данной возрастной группе. Изучение антенатального анамнеза выявило у 75,9% наблюдаемых детей отягощенный преморбидный фон, нозология которого зависела от возрастного периода. Преморбидный фон больных детей острой бронхолегочной патологией (10-17 лет) представлен на рисунке.

При оценке физического развития выявлено, что 372 (76,7%) ребенка имели среднее развитие, 41 (8,5%) — выше среднего, 72 (14,8%) — ниже среднего. При проведении биоимпедансометрии отмечено, что 28,9% имеют склонность к ожирению (преимущественно это девочки), у 29,3% повышенный индекс массы тела,

причем у 46,4% девочек он был повышен более чем на  $63 \pm 3,4\%$ . У 32,2% детей отмечено увеличение жировой массы и в 51,1% случаев - на  $78,2 \pm 4,1\%$ . Значимые изменения отмечены в содержании внеклеточной жидкости: в 73,4% случаев выявлено ее повышение. У 378 (77,9%) детей отмечено гармоничное развитие и у 22,1% — дисгармоничное (2/3 больных из группы с диагнозом пневмонии).



Преморбидный фон больных детей острой бронхолегочной патологией (10-17 лет).

- 1 - хронический тонзиллит; 2 - хронический гастрит и гастродуоденит; 3 - язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки; 4 - нарушения билиарного тракта;
- 5 - дистрофии; 6 - ожирение; 7 - нейроциркуляторные дистонии различного типа и генеза; 8 - хронический пиелонефрит.

Изучены современные клинико-рентгенологические особенности течения острого простого бронхита у детей 10-17 лет. Температурная кривая чаще носила субфебрильный характер (66,9%), и длительность не превышала  $4,3 \pm 0,17$  дн.; у 32 больных (22,1%) – фебрильный и у 11% - клинические симптомы бронхита протекали на фоне нормальной температуры. В группе детей сухой кашель в начале заболевания беспокоил в 78,6% случаев (у 114 чел.); бронхолегочный синдром в 88,9% имел набор типичных признаков: сухие рассеянные хрипы без четкой локализации, перкуторный звук с коробочным оттенком. При рентгенологическом обследовании: усиление легочного рисунка, особенно в прикорневых и нижнемедиальных зонах, усиление перибронхиального рисунка, у 32 больных – деформация (чаще в группе детей 15-17 лет) за счет сосудистой гиперемии. В этой же возрастной группе изучены клинико-рентгенологические особенности пневмонии у детей школьного возраста на современном этапе. Согласно клиническим и рентгенологическим данным, пневмония у 131 (38,5%) ребенка была правосторонней, у 71 (20,9%) - левосторонней, у 138 (40,6%) — двусторонней. У 260 (76,5%) пациентов она носила очаговый характер, у 43 (12,6%) — очагово-сливной и у 37 (10,9%) — сегментарный. Осложнения зарегистрированы у 5 (1,5%) 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 -  $S_{IX}, S_X$ . У детей школьного возраста (10 -17 лет) в последние годы увеличилось число «нетипичных» пневмоний, несоответствий аускультативных и рентгенологических данных, что подтверждено нашими исследованиями. Так, в клинической симптоматике пневмонии выявлен ряд особенностей: гипер-

термический синдром выражен только в 64,4% (у 219 чел.); у 6 (1,8%) детей течение пневмонии происходило на фоне нормальной температуры; в этой группе детей сухой кашель беспокоил в 73,8% случаев (у 251 чел.); бронхолегочный синдром не всегда имел набор типичных признаков: только 72,9% детей (248 чел.) имели характерные локальные физикальные изменения (измененное дыхание, притупление перкуторного звука - у 62,6% (213 чел.), локальные хрипы - у 80,0% (272 чел.). Срок нормализации температуры после начала адекватной антибактериальной терапии составил  $4,2 \pm 0,8$  дн. (у детей с отягощенным преморбидом фоном он составил  $5,1 \pm 1,2$  дн.). В этой возрастной группе отмечены и рентгенологические особенности. За последние пять лет увеличилась доля сегментарного и очагово-сливного характера поражения, в 80% случаев отмечались изменения со стороны корней легких: расширение, их неструктурность, уплотнение.

Особенности современного течения острой бронхолегочной патологии, а именно бронхита и пневмонии, позволило применить акустический метод для оптимизации диагностики: дополнительно в этой группе детей проведена трансторакальная компьютерная бронхофонография. Обследованы 156 детей в возрасте 10-17 лет (в группе детей с бронхитом 38 чел. и 118 детей – с пневмонией). 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. 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 [4, 5]. Были рассчитаны показатели акустических коэффициентов у детей с бронхитом (табл. 2) и внебольничной пневмонией (табл. 3). Так, у детей при бронхите частота первого спектрального пика ( $f_1$ ) при проведении голосовых звуков от произнесения фразы «Три-три» составила  $302,81 \pm 3,63$  Гц (имелись достоверные различия в сравнении с показателями у здоровых детей ( $p < 0,05$ ) во всех возрастных группах). Показатель разности амплитуд первого и второго спектральных пиков ( $A_{1,2}$ ) был равен  $16,84 \pm 2,32$  (отмечено увеличение его в сравнении со здоровыми почти в 2 раза,  $p < 0,001$ ). Отношение разности амплитуд и частот первых двух акустических пиков ( $A_{1,2}/f_{2,1}$ ) и разности амплитуд и частот второго и третьего акустических пиков ( $A_{2,3}/f_{3,2}$ ) статистически были недостоверны ( $p > 0,05$ ) во всех возрастных группах, но эти два показателя значимы при очагово-инфильтративных изменениях в легких, т.е. при наличии пневмонического очага, что нехарактерно для бронхита.

При расчете показателей акустических коэффициентов у детей с внебольничной пневмонией (табл. 3) прослеживается четкая тенденция к увеличению частоты первого акустического пика ( $f_1$ ) на 66,7% ( $p < 0,05$ ) в точках, вовлеченных в патологический процесс в легких (в данном случае при пневмонии) в сравнении с  $f_1$  без признаков пневмонического очага, и вне зависи-

мости от возраста этот показатель остается значимым. Показатель отношения разности амплитуд и частот первых двух акустических пиков статистически различен ( $p < 0,001$ ) в зависимости от наличия пневмонического очага, и средние показатели вне зависимости от возраста сохраняют выраженную ( $p < 0,001$ ) тенденцию к снижению. Коэффициент отношения разности амплитуд и частот второго и третьего акустических пиков ( $A_{2,3}/f_{3,2}$ ) имеет сходные тенденции и величины.

Таблица 2

Показатели акустических коэффициентов у детей школьного возраста с острым бронхитом

Акустические коэффициенты	10-14 лет (1 гр.) (M±m)		15-17 лет (2 гр.) (M±m)		10-17 лет (M±m)	
	ЗД	ОБ	ЗД	ОБ	ЗД	ОБ
$A_{1,2}$ - разность между амплитудами первого и второго акустических пиков, дБ	10,216 ±1,31	17,983* ±2,74	7,053 ±1,27	15,198** ±3,76	8,451 ±1,46	16,843** ±2,32
$A_{1,2}/f_{2,1}$ - отношение разности амплитуд и частот первых двух акустических пиков, дБ/Гц	-0,096 ±0,006	-0,099 ±0,004	-0,088 ±0,009	-0,089 ±0,005	-0,091 ±0,007	-0,094 ±0,004
$A_{2,3}/f_{3,2}$ - отношение разности амплитуд и частот второго и третьего акустических пиков, дБ/Гц	-0,079 ±0,006	-0,084 ±0,006	-0,086 ±0,005	-0,094 ±0,010	-0,082 ±0,006	-0,089 ±0,008
$f_1$ - частота первого акустического пика, Гц	252,13 ±3,25	304,42* ±4,61	212,19 ±2,07	298,41* ±3,22	231,28 ±2,36	302,81* ±3,63

Примечания. \* - значимость различий между группами ЗД (здоровые дети) и ОБ (большими острым бронхитом) ( $p < 0,05$ ); \*\* - значимость различий между группами ЗД и ОБ ( $p < 0,001$ ).

Таблица 3

Показатели акустических коэффициентов у детей школьного возраста с пневмонией (в зависимости от наличия пневмонического очага)

Акустические коэффициенты	10-14 лет (1 гр.) (M±m)		15-17 лет (2 гр.) (M±m)		10-17 лет (M±m)	
	ОП (-)	ОП (+)	ОП (-)	ОП (+)	ОП (-)	ОП (+)
$A_{1,2}$ - разность между амплитудами первого и второго акустических пиков, дБ	11,763 ±2,47	21,983** ±2,79	9,749 ±3,27	19,293** ±3,81	11,083 ±2,89	20,953* ±2,82
$A_{1,2}/f_{2,1}$ - отношение разности амплитуд и частот первых двух акустических пиков, дБ/Гц	-0,056 ±0,006	-0,101** ±0,004	-0,038 ±0,009	-0,086* ±0,005	-0,049 ±0,007	-0,095* ±0,004
$A_{2,3}/f_{3,2}$ - отношение разности амплитуд и частот второго и третьего акустических пиков, дБ/Гц	-0,048 ±0,007	-0,094* ±0,006	-0,058 ±0,005	-0,102** ±0,010	-0,057 ±0,006	-0,098* ±0,008
$f_1$ - частота первого акустического пика, Гц	212,63 ±3,75	376,41** ±4,24	167,46 ±2,48	198,41* ±3,32	188,28 ±2,86	282,71* ±3,73

Примечания. \* - значимость различий между группами ОП (-) (акустические точки без признаков пневмонического очага) и ОП (+) (акустические точки с признаками пневмонического очага) ( $p < 0,05$ ); \*\* - значимость различий между группами ОП (-) (акустические точки без признаков пневмонического очага) и ОП (+) (акустические точки с признаками пневмонического очага) ( $p < 0,001$ ).

## Выводы

Итак, у подростков на современном этапе можно отметить некоторые особенности: постепенное (чаще) начало заболевания на фоне длительной субфебрильной температуры; упорный малопродуктивный, длительно сохраняющийся сухой кашель; несоответствие аускультативных данных и общего состояния больного; отсутствие эффекта от назначения традиционной антибактериальной терапии (пенициллины, цефалоспорины). Все это требует дифференцированного подхода к постановке диагноза и проведению рациональной антибактериальной терапии, назначению дополнительных методов исследования (иммунологических, бактериологических и др.). Поэтому помимо клинико-рентгенологического исследования больным

проводился акустический метод исследования легких – ТКБФГ. Акустическими характеристиками патологического снижения пневматизации при пневмонии являются: увеличение  $f_1$  и  $A_{1,2}$  в точках, вовлеченных в патологический процесс в легких ( $p < 0,001$ ) при выраженной ( $p < 0,001$ ) тенденции к снижению  $A_{1,2}/f_{2,1}$  и  $A_{2,3}/f_{3,2}$ . Акустическая картина острого бронхита не имела столь значимых отклонений, как при пневмонии, но выявлены два значимых коэффициента:  $f_1$  и  $A_{1,2}$ . Показано, что метод трансторакальной компьютерной бронхофонографии позволяет акустически визуализировать патологический пневмонический очаг с высокой чувствительностью (87,2%) при пневмонии и менее (48,3%) – при бронхите у детей школьного возраста.

## Литература

1. Баранов А.А., Альбицкий В.Ю., Антонова Е.В. и др. Современные подходы в изучении заболеваемости детского населения // Рос. педиатр. журнал. - 2008. - № 5. - С. 4-7.
2. Бондарь Г.Н., Шеметова Е.В., Рассказова В.Н. Клинико-рентгенологические особенности внебольничных пневмоний у детей Владивостока // Тихоокеанский мед. журнал. - 2005. - № 3. - С. 70-72.
3. Кулаков Ю.В., Бондарь Г.Н., Коренбаум В.И. Способ диагностики заболеваний легких у детей // Удостоверение на рацпредложение № 2549 от 26.01.2004 г. Патентный отдел ГОУ ВПО «ВГМУ Росздрава».
4. Коренбаум В.И., Бондарь Г.Н., Костив А.Е. и др. Способ акустической диагностики очаговых изменений в легких человека. // Патент РФ 2304928, 2007.
5. Крукович Е.В., Бондарь Г.Н. Изучение особенностей функции внешнего дыхания и акустических закономерностей звукопроводения у подростков Приморского края с использованием трансторакальной компьютерной бронхофонографии // Тихоокеанский мед. журнал. - 2011. - № 2. - С. 56-60.
6. Крукович Е.В., Бондарь Г.Н. Морфофункциональные и акустические показатели здоровых детей школьного возраста в Приморском крае // Актуальные вопросы охраны материнства и детства на современном этапе: сб. мат. I съезда педиатров Дальнего Востока. – Хабаровск: Издат. дом «Арно», 2010. - С. 146-148.
7. Кузнецова Н.С. Применение метода биоимпедансметрии для исследования состава тела у школьников // Инновационные технологии в педиатрии и детской хирургии: мат. X Российского конгресса. – М., 2011. - С. 292-293.
8. Мизерницкий Ю.Л., Цыпленкова С.Э. Современные функциональные методы исследования в детской пульмонологии. - М.: НТО им. С.И. Вавилова, 2007. - 28 с.
9. Подростковая медицина: рук-во. - 2-е изд. [под ред. Л.И. Левиной, А.М. Куликова]. – СПб.: Питер, 2006. - 544 с.
10. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica. - М.: Медиа Сфера, 2002. - С. 185.
11. Чучалин А.Г. Институт пульмонологии: история и основные научные направления // Пульмонология. - 2006. - № 4. - С. 5-9.

**Координаты для связи с авторами:** Бондарь Галина Николаевна – доктор мед. наук, профессор кафедры факультетской педиатрии ВГМУ, тел.: +7-902-555-53-52, e-mail: bondar-galina@yandex.ru; Крукович Елена Валентиновна – доктор мед. наук, зав. кафедрой факультетской педиатрии ВГМУ; Кузнецова Наталья Сергеевна – аспирант кафедры факультетской педиатрии ВГМУ.

