

УДК 616.24-002-053.2

# ФОНОСПИРОГРАФИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА КЛИНИКО-РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИХ ФОРМ ВНЕБОЛЬНИЧНОЙ ПНЕВМОНИИ У ДЕТЕЙ

<sup>1</sup>В.Г. Майданник, <sup>1</sup>Е.А. Емчинская, <sup>2</sup>А.А. Макаренкова, <sup>2</sup>А.П. Макаренко  
<sup>1</sup>Национальный медицинский университет имени А.А. Богомольца, г. Киев, Украина  
<sup>2</sup>Институт гидромеханики НАН Украины, г. Киев, Украина

## Diagnosis of clinico-roentgenologic forms community acquired pneumonia in children by use phonospirography

<sup>1</sup>Maidannyk V., <sup>1</sup>Emchinskaya E., <sup>2</sup>Makarenkova A., <sup>2</sup>Makarenkov A.

<sup>1</sup>Bogomolets National Medical University, Kiev, Ukraine

<sup>2</sup>Institute of Hydromechanics, Kiev, Ukraine

**The objective.** Optimize diagnosis of most prevalent clinicoroentgenologic forms community acquired pneumonia in children by use phonospirography.

**Patients and methods.** Were studied the acoustic characteristics (time, frequency, and intensity) of breath sounds in children with different clinicoroentgenologic forms pneumonia and in children with acute simple bronchitis.

**Results.** Children with focal pneumonia have increase frequency range and intensity of breathing sounds, extra spectral components - rhonchi. These changes was due availability acute simple bronchitis. Specific feature for focal pneumonia was presence crepitation. Specific feature for segmental pneumonia was reduced frequency range of respiratory sounds on the side of affected segment, presence crepitation.

**Conclusion.** Method of phonospirography can be used as additional criterion for diagnosis of most prevalent clinicoroentgenologic forms community acquired pneumonia in children.

**Keywords:** pneumonia, diagnosis of pneumonia, computer phonospirography, phonospirogramma.

## Фоноспирографическая диагностика клинко-рентгенологических форм внебольничной пневмонии у детей

<sup>1</sup>Майданник В.Г., <sup>1</sup>Емчинская Е.А., <sup>2</sup>Макаренкова А.А., <sup>2</sup>Макаренко А.П.

<sup>1</sup>Национальный медицинский университет имени А.А. Богомольца, г. Киев, Украина

<sup>2</sup>Институт гидромеханики НАН Украины, г. Киев, Украина

**Цель.** Оптимизировать раннюю диагностику наиболее распространённых клинко-рентгенологических форм внебольничной пневмонии у детей с помощью метода компьютерной фоноспирографии.

**Материал и методы.** Изучены акустические характеристики (время, частота, интенсивность) у детей, больных разными клинко-рентгенологическими формами пневмоний, острым простым бронхитом.

**Результаты.** Было установлено, что при очаговой пневмонии на фоноспирограммах присутствуют патологические изменения, характерные для бронхита - увеличение частотного диапазона на вдохе и выдохе с тенденцией к приближению их спектральных составляющих, повышение их интенсивности, наличие дополнительных спектральных составляющих в виде сухих и/или влажных хрипов. Патогномическим признаком очаговой пневмонии является наличие в «мгновенных» спектрах крепитирующих хрипов. Для односторонней сегментарной пневмонии характерно снижение частотных характеристик и интенсивности вдоха и выдоха на одном из попарно симметричных каналов, а также наличие крепитирующих хрипов.

**Выводы.** Высокая чувствительность и специфичность позволяет использовать метод компьютерной фоноспирографии для диагностики наиболее распространённых клинко-рентгенологических форм пневмонии у детей.

**Ключевые слова:** пневмония, диагностика пневмонии, компьютерная фоноспирография, фоноспирограмма.

### Адрес для корреспонденции:

Емчинская Евгения Александровна – аспирант кафедры педиатрии №4 Национального медицинского университета имени А.А. Богомольца; 01004, г. Киев, ул. Л. Толстого, 10 frilliss@gmail.com

Среди всех нозологических форм бронхолегочной патологии у детей на сегодняшний день одной из важных медико-социальных проблем остается внебольничная пневмония (ВП) [1].

Течение ВП у детей зависит от возраста больного, этиологического агента и обширности патологического процесса в легких [2,3,4,5,6]. В связи с этим существуют трудности в диагностике данного заболевания на ранних стадиях, что требует использования лабораторных и инструментальных методов диагностики [7,8,9,10,11]. В связи с этим продолжают заслуживать внимание вопросы, касающиеся оптимизации диагностики внебольничных пневмоний.

На современном этапе разработан и внедрен в клиническую практику новый метод оценки состояния органов дыхания - компьютерная фоноспирография (КФСГ). Этот метод позволяет дать количественный анализ дыхательных шумов, как основных, так и дополнительных, которые генерируются в бронхолегочной системе человека. Изучение изменений в акустических параметрах (время, частота, интенсивность) зарегистрированных сигналов позволяет определять уровень локализации патологического процесса. Кроме того, КФСГ является высокоинформативным, неинвазивным и экологически безопасным исследованием [12,13,14,15].

**Цель исследования:** оптимизировать раннюю диагностику наиболее распространенных клиничко-рентгенологических форм внебольничной пневмонии у детей с помощью метода компьютерной фоноспирографии.

**Материалы и методы:** было обследовано 148 детей в возрасте от 3 до 17 лет. Все пациенты были разделены на три возрастные группы: I группу составили дети в возрасте от 3 до 6 лет, II группу - от 7 до 11 лет, III группу - от 12 до 17 лет. При распределении учитывались анатомо-физиологические особенности строения органов дыхания [16,17].

Мы наблюдали 108 пациентов с патологией органов дыхания, которые проходили курс стационарного лечения в педиатрических отделениях ДКБ № 6 и ДКБ № 7. У 53 детей была диагностирована очаговая пневмония, у 35 пациентов - сегментарная пневмония. Больные с острым простым бронхитом составили группу из 20 пациентов. Диагноз пневмонии и острого простого бронхита был верифицирован рентгенологически. Возрастной состав обследованных детей с патологией дыхательной системы представлен в табл.1.

Таблица 1

### Возрастной состав обследованных детей с патологией дыхательной системы

Группы пациентов	Возраст, года	Очаговая пневмония		Сегментарная пневмония		Острый простой бронхит	Всего
		ДН I	ДН II	ДН I	ДН II		
I	3 - 6	25	7	10	7	9	58
II	7 - 11	15	0	10	4	7	36
III	12 - 17	6	0	4	0	4	14
Всего	46	7	24	11	20	108	

Контрольная группа детей (n=40) набрана в педиатрическом и ревмокардиологическом отделениях ДКБ № 6. Клинический мониторинг и проведенные исследования позволили исключить заболевания органов дыхания в данной группе пациентов.

Выполнение цели и поставленных задач исследования осуществлялось путем проведения компьютерной фоноспирографии всем обследуемым пациентам на фоноспирографическом комплексе "Кора-03М1", с последующей его визуализацией в виде фоноспирограмм (рис.1). Регистрация звуков дыхания проводилась одновременно в четырех точках на поверхности грудной клетки: на уровне 2-го межреберья по среднеключичной линии справа и слева - «1к» и «4к», на уровне 7-го межреберья под углом лопатки справа и слева - «2к» и «3к».

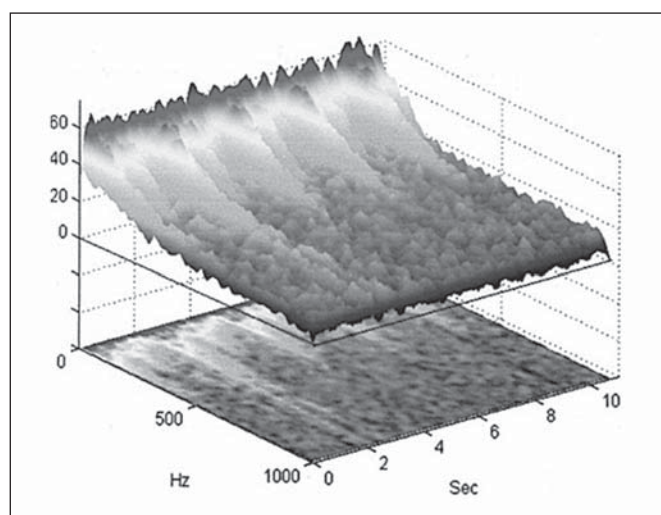


Рис. 1. Фоноспирограмма дыхательных шумов и ее проекция

На основе полученных фоноспирограмм проводилась оценка следующих параметров дыхательных шумов: продолжительность (с) дыхательного цикла; частотный диапазон (Гц) и интенсивность (дБ) вдоха и выдоха, а также наличие дополнительных спектральных составляющих (дополнительные дыхательные шумы).

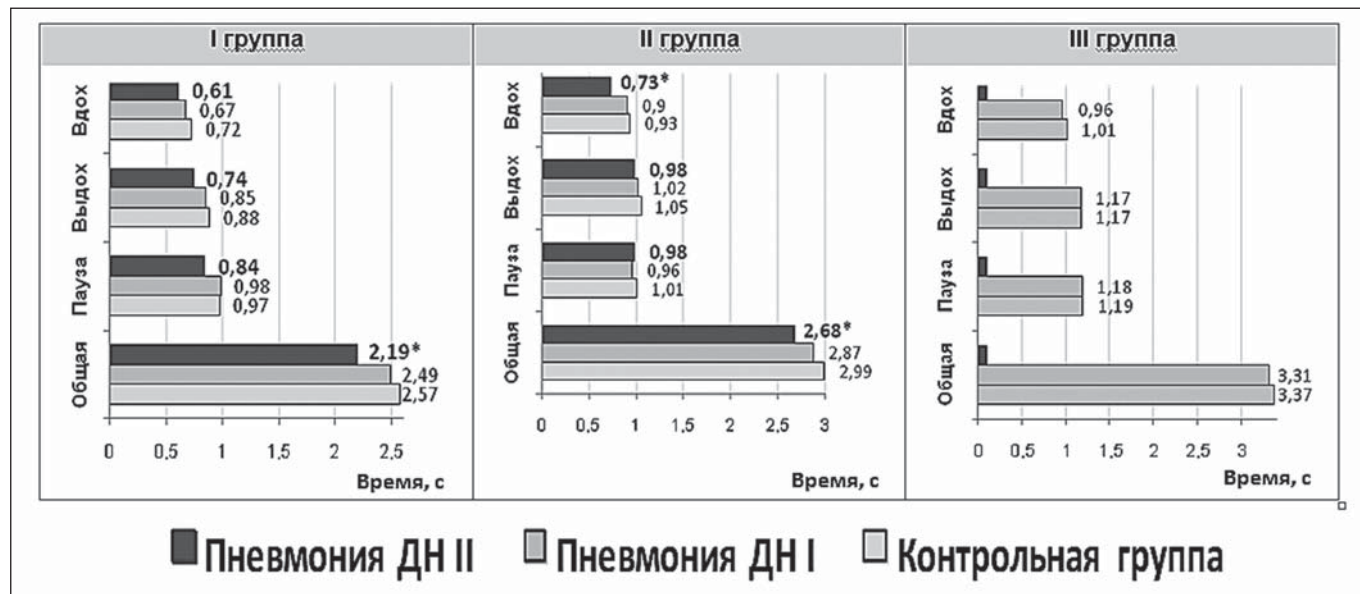
Для определения фоноспирографических критериев пневмонии проводился сравнительный анализ фоноспирограмм детей, больных пневмонией с фоноспирограммами детей с острым простым бронхитом и пациентов контрольной группы соответствующих возрастных групп.

Для статистического анализа использовались следующие вычисления: определение среднеарифметического, среднеквадратичного отклонения и ошибки среднеарифметического, также определялся коэффициент достоверности (р). Вычисление проводилось с помощью Microsoft Excel 2010. Для определения диагностической эффективности компьютерной фоноспирографии были вычислены коэффициенты чувствительности и специфичности.

**Результаты и их обсуждение.** При определении продолжительности дыхательного цикла у пациентов, боль-

ных пневмонией, учитывалась степень дыхательной недостаточности (ДН). Оценка проводилась при спокойном дыхании пациента.

Полученные результаты указывают на тенденцию к сокращению продолжительности дыхательного цикла и отдельных его фаз у детей, больных пневмонией. У пациентов I и II возрастных групп, у которых заболевание сопровождалось дыхательной недостаточностью II ст. отмечалось достоверное ( $p < 0,05$ ) сокращение общей продолжительности дыхательного цикла (тахипноэ) по сравнению с группой контроля (рис.2).

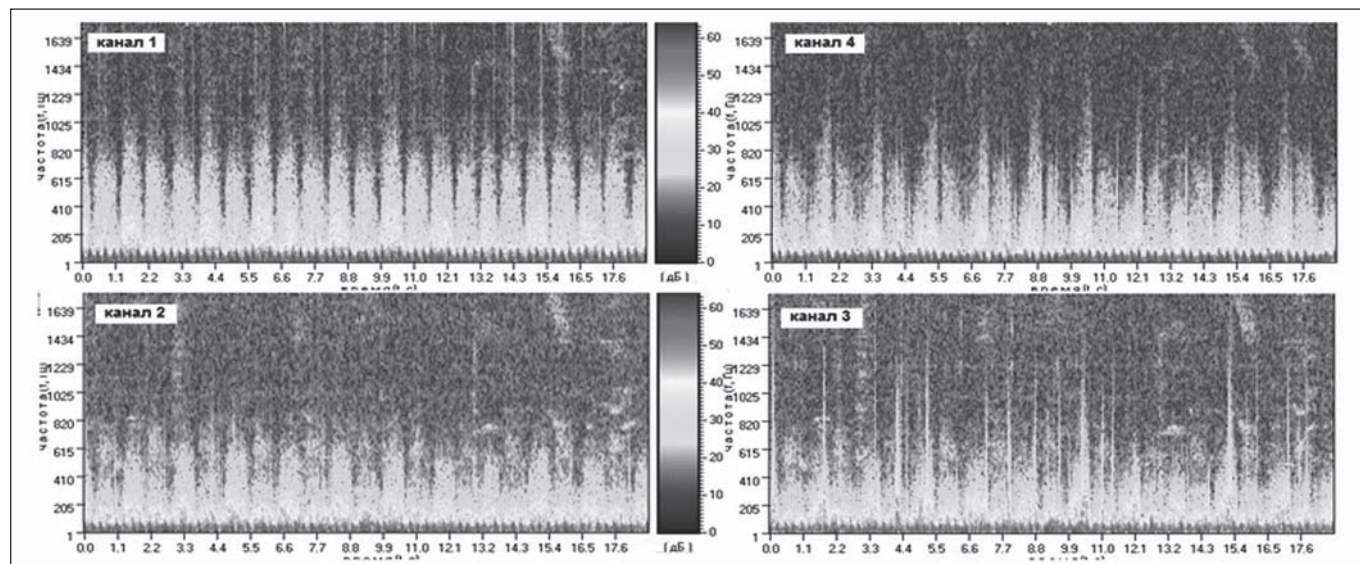


\* -  $p < 0,05$  достоверность между продолжительностью фаз дыхательного цикла у детей, больных очаговой пневмонией ДН II и здоровых детей  
 \*\* -  $p < 0$ , достоверность между продолжительностью фаз дыхательного цикла у детей, больных очаговой пневмонией ДН I и здоровых детей

**Рис.2. Продолжительность дыхательного цикла и отдельных его фаз у детей, больных пневмонией, в зависимости от степени дыхательной недостаточности разного возраста**

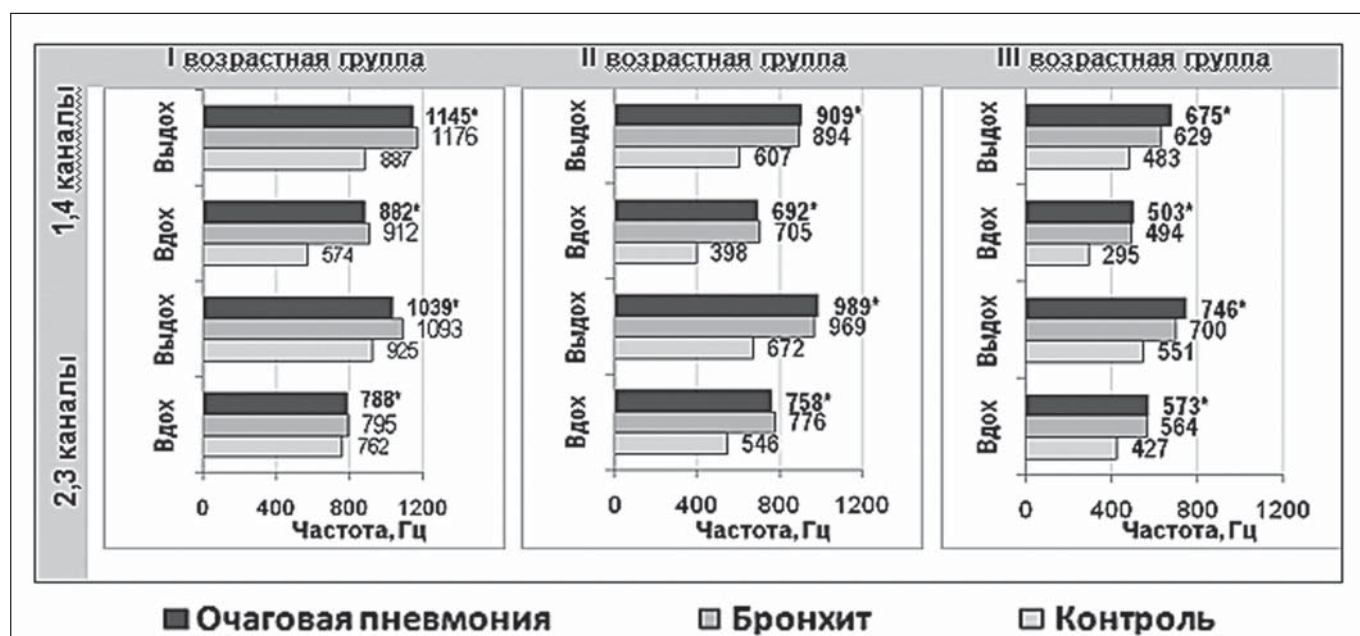
Определение частотного диапазона и интенсивности вдоха и выдоха проводились с учетом клинико-рентгенологической формы пневмонии. Оценка проводилась при спокойном дыхании пациента.

По результатам компьютерной фоноспирографии установлено, что частотные характеристики дыхательных шумов у детей, больных очаговой пневмонией в попарно симметричных точках (1,4 и 2,3 каналы), не отличаются ( $p > 0,05$ ) (рис. 3).



**Рис.3. Фоноспирограмма ребенка, больного очаговой пневмонией с дыхательной недостаточностью II степени в возрасте 4 года**

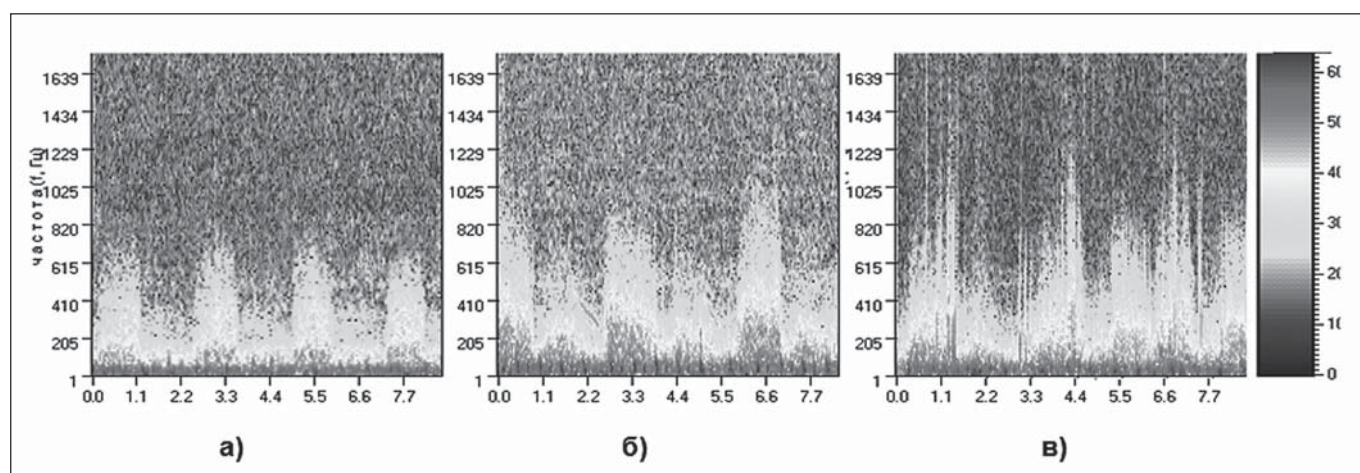
При сопоставлении полученных результатов частотного диапазона вдоха и выдоха в группе пациентов с очаговой пневмонией с показателями здоровых детей отмечалось достоверное ( $p < 0,05$ ) расширение их частотного диапазона сравнительно с группой контроля. Напротив, при сравнении полученных результатов с показателями в группе детей с острым простым бронхитом на 1,4 и 2,3 каналах достоверной разницы не отмечалось ( $p > 0,05$ ) (рис. 4 и 5).



\*-  $p < 0,05$  достоверность между частотными характеристиками у детей, больных очаговой пневмонией и здоровых детей

\*\* -  $p < 0,05$  достоверность между частотными характеристиками у детей, больных очаговой пневмонией и детей с острым простым бронхитом

**Рис.4.** Частотный диапазон вдоха и выдоха у детей, больных очаговой пневмонией, детей, больных острым простым бронхитом и здоровых детей разного возраста



**Рис.5.** Фоноспирограмма здорового ребенка (а), ребенка, больного острым простым бронхитом (б) и ребенка, больного очаговой пневмонией (в) в возрасте 6 лет

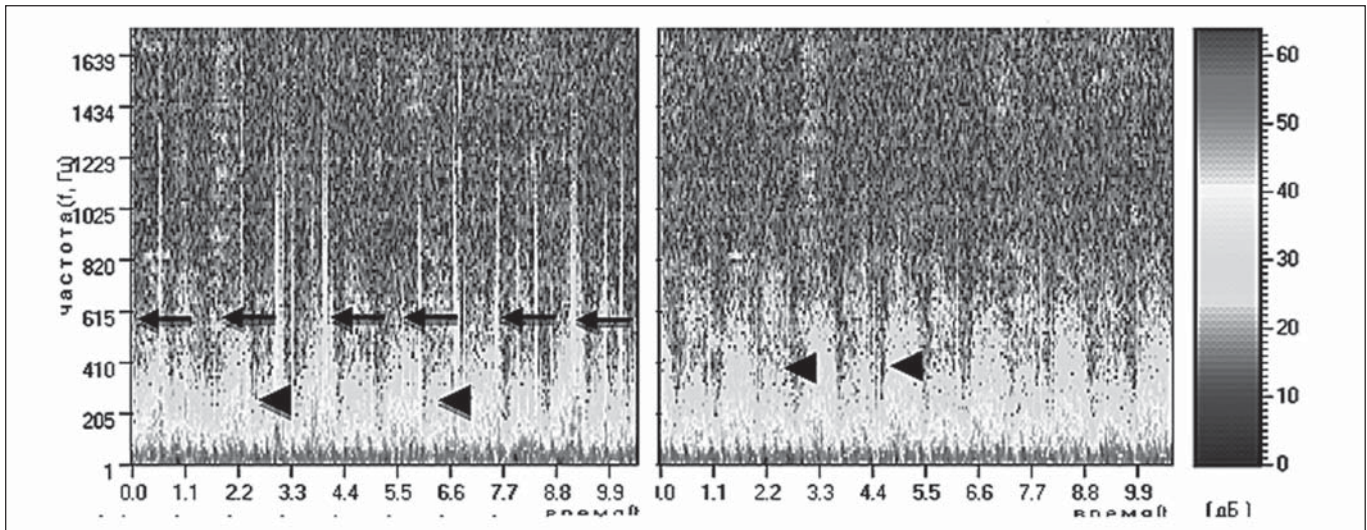
Также проводился анализ интенсивности (дБ) вдоха и выдоха у детей, больных очаговой пневмонией. При сравнении интенсивности основных дыхательных шумов у пациентов, больных очаговой пневмонией, и детей контрольной группы, отмечено повышение ( $p < 0,05$ ) их показателей на всех каналах. При этом их интенсивность у детей с очаговой пневмонией и острым простым бронхитом достоверно не отличалась ( $p > 0,05$ ).

Помимо изменений акустических характеристик вдоха и выдоха на фоноспирограммах детей, больных очаговой пневмонией, были зарегистрированы дополнительные спектральные составляющие (дополнительные дыхательные шумы).

По результатам исследования дополнительные дыхательные шумы диагностировано у 100% пациентов с очаговой пневмонией. У 83% детей в фазу вдоха и выдоха регистрировались кратковременные (до 0,1 с), непостоянные, высокоинтенсивные (от 55 до 48 дБ), широкополосные импульсные спектральные составляющие с частотным диапазоном от 100 до 1300 Гц (влажные хрипы). У 13,2% пациентов определялись непостоянные, долговременные (0,4-0,6 с) спектральные составляющие, сосредоточены в узкой полосе частот на уровне от 200 до 500 Гц с интенсивностью от 51 до 40 дБ (сухие хрипы). Аналогичные спектральные составляющие определялись на фоноспирограммах детей с острым простым бронхитом.

У 96,2% детей, больных очаговой пневмонией, в отличие от пациентов с острым простым бронхитом, были обнаружены характерные особенности в мгновенных спектрах. На фоноспирограммах при очаговой пневмонии в

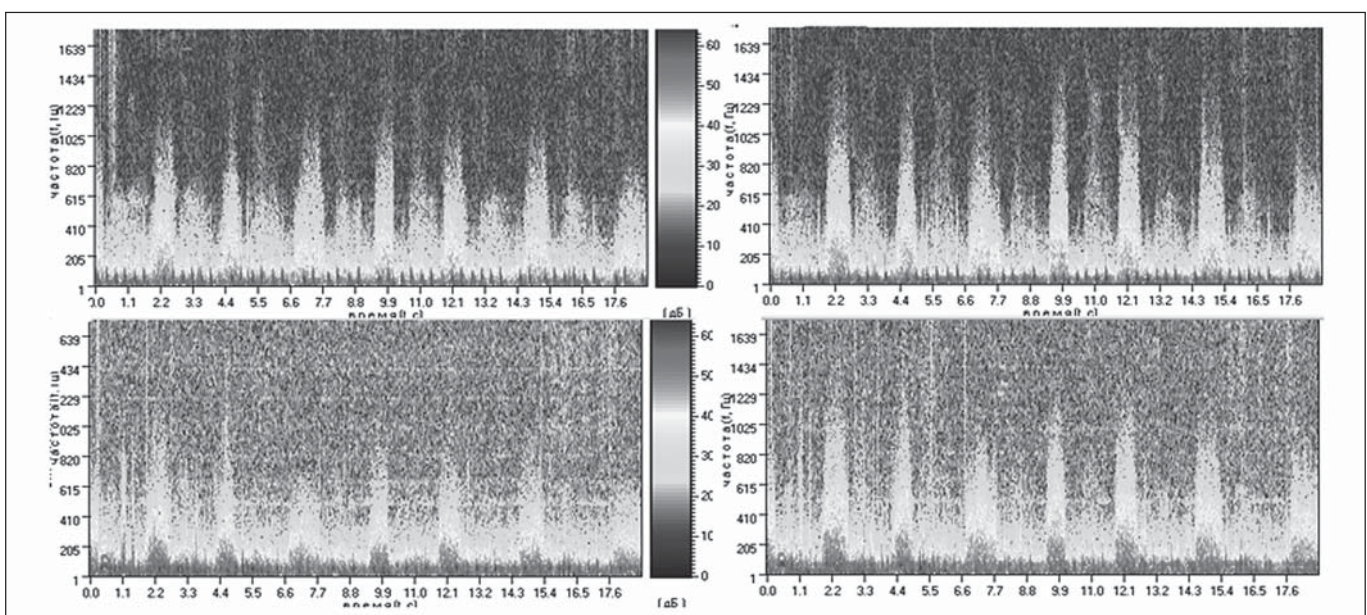
конец каждой фазы вдоха регистрировался пакет высокоинтенсивных (от 55 до 48 дБ) широкополосных импульсных спектральных составляющих с частотой от 100 - 1500 Гц (в некоторых случаях более 1600 Гц) - крепитирующие хрипы (рис.6).



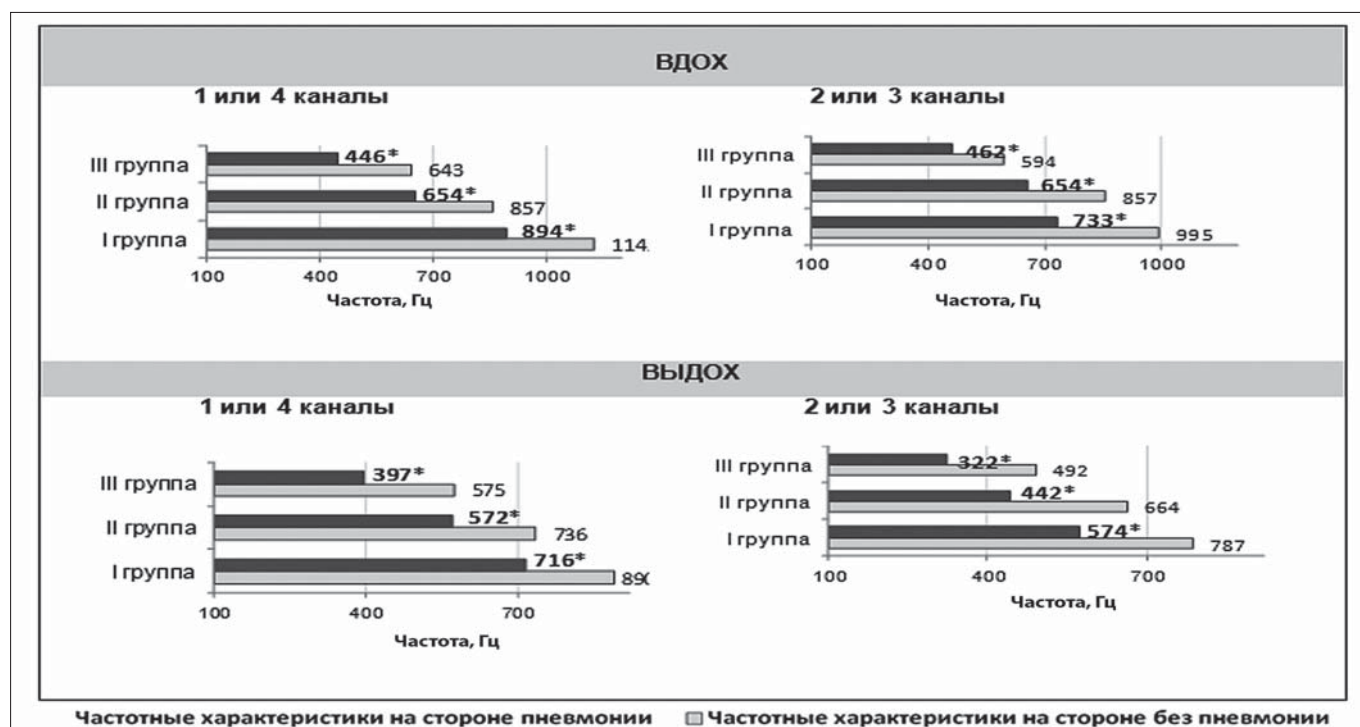
**Рис.6. Фоноспирограмма ребенка с правосторонней очаговой пневмонией в возрасте 11 лет (форсированное дыхание): жесткое дыхание, крепитирующие хрипы в конце каждой фазы вдоха (←) и одиночные влажные хрипы (◄справа и слева**

Таким образом, при очаговой пневмонии на фоноспирограммах присутствуют патологические изменения, характерные для бронхита - увеличение частотного диапазона на вдохе и выдохе с тенденцией к приближению их спектральных составляющих, повышение их интенсивности, наличие дополнительных спектральных составляющих в виде сухих и/или влажных хрипов. Патогномическим признаком очаговой пневмонии является наличие в «мгновенных» спектрах крепитирующих хрипов (чувствительность метода 96%, специфичность - 100%).

При изучении частотного диапазона основных дыхательных шумов у пациентов с односторонней сегментарной (полисегментарной) пневмонией были обнаружены различия в частотных характеристиках вдоха и выдоха, полученные в попарно симметричных точках (рис.7). У пациентов с односторонней сегментарной (полисегментарной) пневмонией частота вдоха и выдоха на стороне пораженного сегмента достоверно снижалась ( $p < 0,05$ ) по сравнению с показателями, которые регистрировались на стороне без пневмонии (рис.8).



**Рис.7. Фоноспирограмма ребенка с правосторонней сегментарной пневмонией и дыхательной недостаточностью I степени в возрасте 4 года**



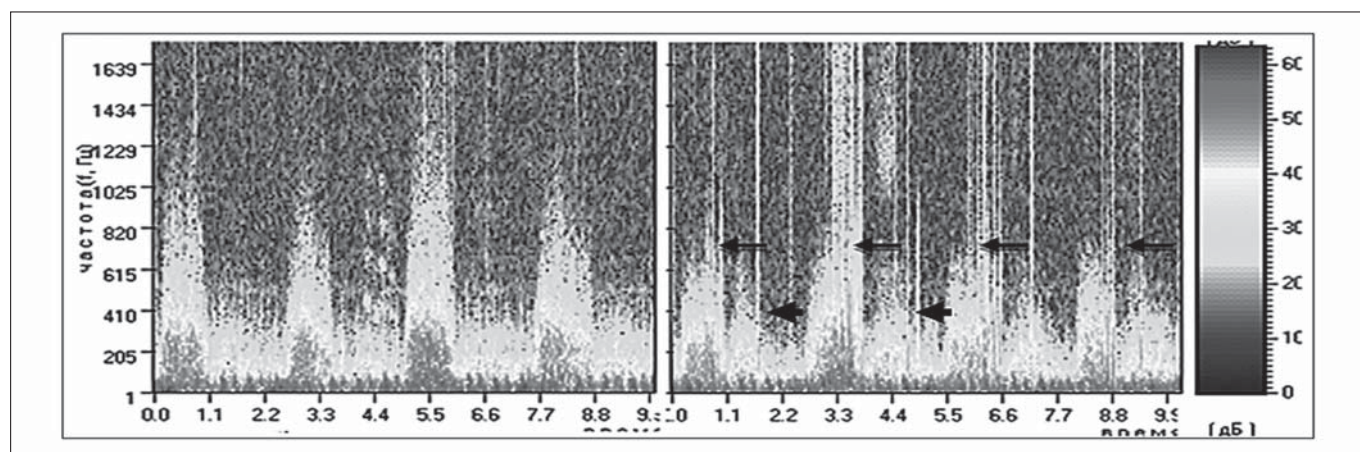
\*-  $p < 0,05$  достоверность между частотными характеристиками на стороне локализации пневмонии и частотными характеристиками на стороне без пневмонии

**Рис.8. Частотный диапазон вдоха и выдоха в попарно симметричных точках детей, больных на одностороннюю сегментарную пневмонию разного возраста**

Также по результатам компьютерной фоноспирографии было установлено, что у пациентов с односторонней сегментарной пневмонией отмечалось снижение интенсивности вдоха и выдоха на стороне локализации пневмонической инфильтрации ( $p < 0,05$ ).

По результатам исследования дополнительные дыхательные шумы определялись у 80,0% детей с сегментарной пневмонией. В 42,9% случаях на вдохе и выдохе определялись кратковременные (до 0,1 с), непостоянные, высокоинтенсивные (от 55 до 48 дБ), широкополосные импульсные спектральные составляющие на частоте от 100 до 1300 Гц (влажные хрипы), в 8,6% - непостоянные, долговременные (0,4-0,6 с) спектральные составляющие, сосредоточены в узкой полосе частот на уровне от 200 до 500 Гц с интенсивностью от 51 до 40 дБ (сухие хрипы).

У 62,9% детей с сегментарной пневмонией на стороне локализации пораженного сегмента определялись характерные особенности в мгновенных спектрах. В данной группе пациентов, как и в группе детей, больных очаговой пневмонией, на фоноспирограммах в конце каждой фазы вдоха определялся пакет высокоинтенсивных (от 55 до 48 дБ) широкополосных импульсных спектральных составляющих с частотой от 100 - 1500 Гц (в некоторых случаях более 1600 Гц) - крепитирующие хрипы (рис. 9).



**Рис.9. Фоноспирограмма, полученная на попарно симметричных каналах, у ребенка с правосторонней сегментарной пневмонией в возрасте 5 лет (форсированное дыхание): ослабленное дыхание, крепитирующие хрипы (←) в конце каждой фазы вдоха, влажные хрипы на выдохе (→) справа**

Таким образом, по данным компьютерной фоноспирографии установлено, что при односторонней сегментарной пневмонии отмечаются следующие изменения акустических характеристик основных дыхательных шумов - снижение частотных характеристик и интенсивности вдоха и выдоха на одном из попарно симметричных каналов (чувствительность 91%, специфичность 100%), наличие крепитирующих хрипов (чувствительность 63%, специфичность 100%).

**Выводы:** высокая чувствительность и специфичность позволяет использовать метод компьютерной фоноспирографии для диагностики наиболее распространённых клинико-рентгенологических форм пневмонии у детей.

## Литература

1. Майданник В.Г., Сміян О.І., Бинда Т.П. Пневмонія у дітей: клінічні варіанти перебігу, діагностика та лікування: Навчальний посібник. Суми: Вид-во СумДУ; 2009:156.
2. Ostapchuk M., Donna M.R., Haddy R. Community-acquired pneumonia in infants and children. *Am. Fam. Physician* 2004; 70(5):899 – 908.
3. McIntosh K. Community-acquired pneumonia in children. *N. Engl. J. Med.* 2002; 346:429 – 437.
4. Resti M., Moriondo M., Cortimiglia M., Indolfi G., Canessa C., Becciolini L., Bartolini E., Benedictis F. M., de Martino M., et al. Community-acquired bacteremic pneumococcal pneumonia in children: diagnosis and serotyping by real-time polymerase chain reaction using blood samples. *Clin. Infect. Dis.* 2010; 51:1042 – 1049.
5. Korppi M, Don M, Valent F, Canciani M. The value of clinical features in differentiating between viral, pneumococcal and atypical bacterial pneumonia in children. *Acta Paediatr.* 2008; 97(7):943 – 947.
6. Jennings LC, Anderson TP, Beynon KA, Chua A, Laing RT, Werno AM, et al. Incidence and characteristics of viral community-acquired pneumonia in adults. *Thorax* 2008; 63(1):42 – 48.
7. Palafox M., Guiscafre H., Reyes H., et al. Diagnostic value of tachypnea in pneumonia defined radiologically. *Arch. Dis. Child* 2000; 82:41 – 5.
8. Pereira JC, Escuder MM. The importance of clinical symptoms and signs in the diagnosis of community-acquired pneumonia. *J. Trop. Pediatr.* 1998; 44:18 – 24.
9. Turner RB, Lande AE, Chase P, Hilton N, Weinberg D. Pneumonia in pediatric outpatients: cause and clinical manifestations. *J. Pediatr.* 1987; 111:194 – 200.
10. Heiskanen-Kosma T., Korppi M. Serum C-reactive protein cannot differentiate bacterial and viral aetiology of community-acquired pneumonia in children in primary health-care settings. *Scand. J. Infect. Dis.* 2000; 32:399 – 402.
11. Smyth A., Carty H., Hart CA. Clinical predictors of hypoxaemia in children with pneumonia. *Ann. Trop. Paediatr.* 1998; 18:31 – 40.
12. Гринченко В.Т., Макаренкова А.А. Исследование процессов регистрации звуков жизнедеятельности организма человека. *Вісник Донецького університету, Сер. А: Природничі науки.* 2007; 1:159 – 166.
13. Grinchenko V. T., Makarenkova A. A., Special contact microphone for auscultation. 5-th World Congress of Biomechanics, Munich, Germany. Citation: *Journal of Biomechanics* 2006; 39 (1): 600.
14. Майданник В. Г., Грінченко В. Т., Рудницький О. Г., Глебова Л. П., Макаренкова А. П. Нові підходи в автоматизації аускультативної діагностики легеневих захворювань. *Педіатрія, акушерство та гінекологія* 2000; 6:30–34.
15. Pasterkamp H., Powell R. E., Sanchez I. Characteristics of lung sounds at standardized air flow in normal infants, children and adults. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1996; 154:424–430.
16. Gross V., Dittmar A., Penzel T., Schuttler F., von Wichert P. The relationship between normal lung sounds, age, and gender. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2000; 162: 905–909.
17. Рудницький О.Г., Макаренкова А.П., Грінченко В.Т., Майданник В.Г. Спосіб багатопараметричної діагностики легеневих захворювань. Пат. Україна №41825. бюл. «Промислова власність». 17.09.2001.

## References

1. Majdannik V.G., Smiyan O.I., Binda T.P. Pnevmoniya u ditej: klinichni varianti perebigu, diagnostika ta likuvannya: Navchal'nij posibnik. Sumi: Vid-vo SumDU; 2009:156.
2. Ostapchuk M., Donna M.R., Haddy R. Community-acquired pneumonia in infants and children. *Am. Fam. Physician* 2004; 70(5):899 – 908.
3. McIntosh K. Community-acquired pneumonia in children. *N. Engl. J. Med.* 2002; 346:429 – 437.
4. Resti M., Moriondo M., Cortimiglia M., Indolfi G., Canessa C., Becciolini L., Bartolini E., Benedictis F. M., de Martino M., et al. Community-acquired bacteremic pneumococcal pneumonia in children: diagnosis and serotyping by real-time polymerase chain reaction using blood samples. *Clin. Infect. Dis.* 2010; 51:1042 – 1049.
5. Korppi M, Don M, Valent F, Canciani M. The value of clinical features in differentiating between viral, pneumococcal and atypical bacterial pneumonia in children. *Acta Paediatr.* 2008; 97(7):943 – 947.
6. Jennings LC, Anderson TP, Beynon KA, Chua A, Laing RT, Werno AM, et al. Incidence and characteristics of viral community-acquired pneumonia in adults. *Thorax* 2008; 63(1):42 – 48.
7. Palafox M., Guiscafre H., Reyes H., et al. Diagnostic value of tachypnea in pneumonia defined radiologically. *Arch. Dis. Child* 2000; 82:41 – 5.

7. Pereira JC, Escuder MM. The importance of clinical symptoms and signs in the diagnosis of community-acquired pneumonia. *J. Trop. Pediatr.* 1998; 44:18 – 24.
8. Turner RB, Lande AE, Chase P, Hilton N, Weinberg D. Pneumonia in pediatric outpatients: cause and clinical manifestations. *J. Pediatr.* 1987; 111:194 – 200.
9. Heiskanen-Kosma T., Korppi M. Serum C-reactive protein cannot differentiate bacterial and viral aetiology of community-acquired pneumonia in children in primary healthcare settings. *Scand. J. Infect. Dis.* 2000; 32:399 – 402.
10. Smyth A., Carty H., Hart CA. Clinical predictors of hypoxaemia in children with pneumonia. *Ann. Trop. Paediatr.* 1998; 18:31 – 40.
11. Grinchenko V.T., Makarenkova A.A. Issledovanie protsessov registratsii zvukov zhiznedeyatel'nosti organizma cheloveka. *Visnik Donets'kogo universitetu, Ser. A: Prirodnichi nauki.* 2007; 1:159 – 166. Grinchenko V. T., Makarenkova A. A., Special contact microphone for auscultation. 5-th World Congress of Biomechanics, Munich, Germany. Citation: *Journal of Biomechanics* 2006; 39 (1): 600.
12. Majdannik V. G., Grinchenko V. T., Rudnits'kij O. G., Glebova L. P., Makarenkov A. P. Novi pidkhodi v avtomatizatsii auskultativnoi diagnostiki legenevikh zakhvoryuvan'. *Pediatrica, akusherstvo ta ginekologiya* 2000; 6:30–34.
13. Pasterkamp H., Powell R. E., Sanchez I. Characteristics of lung sounds at standardized air flow in normal infants, children and adults. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1996; 154:424–430.
14. Gross V., Dittmar A., Penzel T., Schuttler F., von Wichert P. The relationship between normal lung sounds, age, and gender. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2000; 162: 905–909.
15. Rudnits'kij O.G., Makarenkov A.P., Grinchenko V.T., Majdannik V.G. Sposib bagatoparametrichnoi diagnostiki legenevikh zakhvoryuvan'. *Pat. Ukraïni* №41825. byul. «Promislova vlasnist'». 17.09.2001.

**Сведения об авторах:**

**Майданник Виталий Григорьевич** – академик НАМН Украины, д.м.н., проф., зав. кафедрой педиатрии №4 Национального медицинского университета имени А.А. Богомольца. 01004, г. Киев, ул. Л. Толстого, 10 [maidannyk@gmail.com](mailto:maidannyk@gmail.com)

**Емчинская Евгения Александровна** – аспирант кафедры педиатрии №4 Национального медицинского университета имени А.А. Богомольца; 01004, г. Киев, ул. Л. Толстого, 10 [frillis@gmail.com](mailto:frillis@gmail.com)

**Макаренкова Анастасия Анатольевна** – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Института гидромеханики НАН Украины; 03680, г. Киев, ул. Желябова, 8/4 [maa@mail.ru](mailto:maa@mail.ru)

**Макаренков Анатолий Павлович** – к.т.н., ведущий научный сотрудник Института гидромеханики НАН Украины; 03680, г. Киев, ул. Желябова, 8/4.

© В.Г. Майданник, Е.А. Емчинская, А.А. Макаренкова, А.П. Макаренков, 2013