

МЕТОД ЭЛЕКТРОННОЙ АУСКУЛЬТАЦИИ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ У ДЕТЕЙ С ЦЕЛЬЮ ДИАГНОСТИКИ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ

А.В.Дмитриев¹, Т.А.Филимонова¹, Г.И.Шаровская²

¹ Рязанский государственный медицинский университет
имени академика И.П. Павлова

²ГУЗ Рязанская областная клиническая больница им. Н.В.Дмитриевой

В статье представлены результаты применения метода электронной аускультации у здоровых и детей с бронхиальной астмой. Показаны сравнительные характеристики звуковых параметров, связь стандартных методов исследования (спирометрия, пикфлоуметрия) и метода электронной аускультации. Выявлена диагностическая значимость данного метода в группе детей с бронхиальной астмой.

Ключевые слова: бронхиальная астма, электронная аускультация, дети

Бронхиальная астма (БА) является одним из самых распространенных хронических пульмонологических заболеваний в детском возрасте, что определяет ее высокую социальную значимость [1,2]. Несвоевременная диагностика и неадекватная терапия – основные причины тяжелого течения и смертности от бронхиальной астмы [2,3].

Аускультация легкого – важный и простой метод диагностики, дает информацию о структуре и функции легочной ткани. Однако аускультация обеспечивает клинициста быстрым, но грубым методом оценки легочной вентиляции [4]. Она является субъективным методом исследования, а стетоскопы обладают свойством изменять частоты звуков в пределах клинически значимого спектра, например, усиливаются низкочастотные звуки, а высокочастотные – ослабляются [5,6,7,8,9,10]. Индивидуальные навыки и знания также играют роль в точности распознавания дыхательных звуков [11]. Для решения этих проблем требуются другие методы обнаружения, кроме субъективной аускультации. Перспективны различные методы автоматизированного обнаружения респираторных звуков [10, 12]. Цифровая регистрация с последующим частотным анализом на персональном компьютере является единственным достоверным количественным методом для объективной оценки респираторных звуков. Целью компьютеризированного анализа дыхательных звуков является их объективное понимание и архивирование, что расширяет возможности контроля эффекта проводимой терапии, а также позволяет обнаруживать скрытые вентиляционные нарушения путем проведения бронхопровокационных проб, наряду со спирометрическими изменениями [10,13,14,15,16,17,18]. Таким образом, согласно данным литературы, классическая аускультация как метод выявления нарушения функции дыхания при заболеваниях респираторного тракта недостаточно информативна, зависит от многих факторов, что требует внедрения новых методов диагностики.

Целью нашего исследования было определить количественные характеристики звуков методом электронной аускультации у детей с бронхиальной астмой, описать паттерны дыхания у здоровых и больных, а также связь стандартных методов исследования ФВД и параметров электронной аускультации.

Материалы и методы

Работа проводилась на базе пульмонологического отделения ГУЗ Рязанская областная клиническая больница им. Н.В.Дмитриевой. В обследование включены 71 ребенок в возрасте 7-17 лет с бронхиальной астмой. Звуковые феномены регистрировались на грудной клетке с помощью электретного микрофона SAFA (Корея), чувствительность 50-18000 Гц, встроенного в металлическую головку стетоскопа. Дальнейшая цифровая обработка данных осуществлялась с помощью аудиоредактора Audacity 1.3. Регистрация респираторных звуков проводилась двукратно: при поступлении и в динамике состояния на 3 день от начала лечения. Запись звуков проводилась с 3 точек: второе межреберье по правой среднеключичной линии; по лопаточной линии справа ниже угла лопатки; по лопаточной линии слева ниже угла лопатки (Kompis M., Pasterkamp H. et al., 1994). Определялись минимальное (минЗС, дБ), максимальное (максЗС, дБ) и среднее (СЗС, дБ) значения сигнала, амплитудно-частотные звуковые характеристики методом автокорреляции. Оценивалась связь данных параметров с результатами спирометрии, пикфлоуметрии. Подготовка материалов для последующего анализа проводилась в MS Excel

пакета MS Office2003. При статистической обработке результатов исследования применялись критерии Стьюдента, Фишера, стандартная процедура ANOVA. Использовался пакет программ прикладной статистики "Statistica for Windows", Release 4.3. [StatSoft, Inc., 1993]. Статистически значимыми различия принимали при $p \leq 0,05$. Данные в тексте за исключением отдельно оговоренных случаев представлены как $M \pm SD$.

Группу сравнения составил 41 здоровый ребенок того же возраста не имеющие заболеваний бронхолегочной системы. В данной группе проводилось только однократное определение звуковых феноменов методом электронной аускультации.

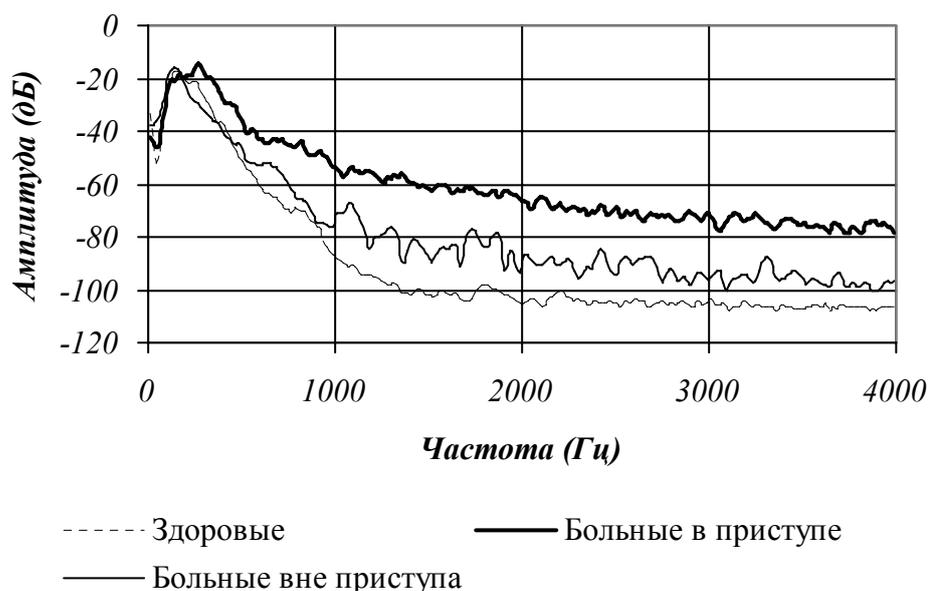
Результаты и их обсуждение

Рисунок 1, таблица 1

Респираторные звуковые паттерны пациентов с бронхиальной астмой и здоровых детей

Для детей контрольной группы кривая имела вид волны с максимумом в пределах частот 100-200 Гц с дальнейшим резким снижением до частоты 1300 Гц, и постоянной низкой амплитудой в частотном диапазоне 1400-4000 Гц (рис.1). Это, возможно, связано с ламинарным потоком воздуха в дыхательных путях при везикулярном дыхании и отсутствием нарушения бронхиальной проводимости. Диапазон параметров амплитуды звука здоровых составляет: минЗС = -(31,31-39,46) дБ, максЗС = -(8,95-22,02) дБ, СЗС = -(16,57-28,91) дБ. Методом автокорреляции определялся частотный пик в диапазоне 109-171 Гц, имеющий спектральную мощность 7-34. Дополнительные пики выявлены в низкочастотном диапазоне (менее 100 Гц), спектральная мощность их мала (0-18), поэтому они в дальнейшем не учитывались (таблица 1).

У детей группы наблюдения форма кривой отличалась отсутствием плавного снижения амплитуды в частотах более 300-1200 Гц, сохранением пиков в диапазоне более 1100 Гц, пилообразной формой кривой. Высокоамплитудные значения звука в спектре высоких частот (более 600 Гц) вероятно связаны с возникновением многочисленных турбулентных завихрений в дыхательных путях, что вызвано генерализованным нарушением бронхопроводимости. Диапазон значений амплитуды звука пациентов в приступе бронхиальной астмы составил: минЗС = -(23,06-37,17)дБ, максЗС = -(2,84-7,98) дБ, СЗС = -(9,44-16,91)дБ (рис.1, таблица 1).



	Здоровые	Больные в приступе	Больные вне приступа
	n=41	n=71	
МинЗС, дБ	-34,73±1,82	-28,33±2,14*	-32,90±1,76*#
МаксЗС, дБ	-13,20±2,91	-5,35±1,15*	-8,79±1,40*#
СрЗС, дБ	-21,32±2,77	-13,42±1,88*	-17,31±1,50*#
Частота, 1-ый пик, Гц	139,98±9,94	208,79±47,43*	146,44±11,29*#
Частота, 2-ой пик, Гц	51,07±46,01	136,65±24,28*	73,87±43,55*#
Частота, 3-ий пик, Гц	37,85±31,17	91,83±15,49*	45,82±37,52#
Спектральная мощность 1-го пика	20,34±6,67	66,04±16,75*	35,87±10,40*#
Спектральная мощность 2-го пика	4,15±4,55	49,39±15,70*	4,13±8,04#
Спектральная мощность 3-го пика	3,59±3,33	36,45±14,14*	8,38±8,19*#

Примечание: * - различия средних между группами контроля и наблюдения при $p < 0,05$; # - различия средних между больными в приступе и вне его при $p < 0,05$

При автокорреляционной обработке выявлено 7 частотных пиков, три из них в диапазоне 67-346 Гц имели максимальную спектральную мощность (36-96), были приняты эталонными значениями. Остальные имели малую мощность (0-55) и находились в пределах низких частот, поэтому не рассматривались.

При купировании бронхообструктивного синдрома, кривая респирофонограммы претерпевала определенные изменения в спектре наблюдаемых частот. Так отмечалось плавное снижение амплитуды в области частот более 500 Гц с сохранением низкоамплитудных пиков в диапазоне высоких частот (более 1200 Гц). Таким образом, поток воздуха становится менее турбулентным и выраженность бронхообструкции уменьшается. Однако, при сравнении паттернов дыхания детей с бронхиальной астмой в стадии клинического улучшения (при отсутствии хрипов) и кривых звука у здоровых детей, имелись различия. У детей с бронхиальной астмой сохраняется большая амплитуда звука в спектре высоких частот, чем у здоровых детей, что свидетельствует, возможно, о сохраняющемся нарушении бронхопроводимости у детей с бронхиальной астмой даже в стадии улучшения клинической картины и отсутствия физикальных признаков бронхиальной обструкции. Достоверно значимые различия выявлены как по амплитудным, так и по частотным характеристикам в динамике. Отмечалось снижение минимального (на 16%), максимального (на 64%), среднего значения сигнала (на 28%) на фоне проведенного лечения. У детей с бронхиальной астмой по мере купирования приступа количество частотных пиков уменьшается, однако не достигает количества их у здоровых детей. Мощность пиков в динамике снижается в 2-10 раз, но также не сравнима с минимальными показателями здоровых детей. Таким образом, даже при отсутствии аускультативных изменений, характерных для приступа астмы (хрипы), выявляемых классической аускультацией с использованием стетоскопа, отмечаются минимальные признаки нарушения проходимости бронхов, что требует коррекции и пролонгирования терапии. По мере

купирования приступа астмы амплитудно-частотные характеристики приближаются к показателям здоровых детей, но не достигают их.

Звуковые характеристики по возрастно-половым признакам отличались недостоверно (таблица 2). Амплитудно-частотные параметры в группах детей с различным уровнем физического развития значимо не различались (таблица 3).

Таблица 2

Характеристики респираторного звукового паттерна здоровых детей в зависимости от пола и возраста

	Мальчики, 7-11 лет	Мальчики, 12-17 лет	Девочки, 7-11 лет	Девочки, 12-17 лет	F	p
n	8	14	9	10		
МинЗС, дБ	-33,91±1,95	-34,63±1,55	-34,49±1,64	35,73±2,02	1,70	0,18
МаксЗС, дБ	-11,71±1,05	-13,55±2,37	-13,75±3,36	13,40±4,03	0,88	0,46
СрЗС, дБ	-19,71±1,75	-21,10±1,98	-22,06±2,89	22,27±3,84	1,60	0,21
Частота, 1-го пика, Гц	139,38±6,99	139,57±12,95	142,22±10,20	139,00±7,76	0,19	0,90
Частота, 2-го пика, Гц	70,75±44,15	51,07±46,07	38,56±45,80	46,60±49,42	0,73	0,54
Частота, 3-го пика, Гц	39,75±32,99	41,71±28,41	36,00±34,42	32,60±34,54	0,18	0,91
Мощность 1-го пика	20,25±6,36	23,64±7,11	17,22±4,60	18,60±6,65	2,21	0,10
Мощность 2-го пика	6,88±6,06	4,21±4,41	3,00±3,91	2,90±3,51	1,45	0,25
Мощность 3-го пика	4,13±3,98	3,93±3,10	3,44±3,75	2,80±3,08	0,29	0,83

Таблица 3

Характеристики респираторного звукового паттерна здоровых детей в зависимости от физического развития

Физическое развитие	Низкое	Среднее	Выше среднего	Высокое	F	p
n	2	22	6	11		
МинЗС, дБ	-35,36±0,15	-34,63±2,02	-34,42±1,55	-34,97±1,80	0,21	0,89
МаксЗС, дБ	-11,48±1,32	-12,90±2,95	-14,12±3,01	-13,60±3,10	0,56	0,65
СрЗС, дБ	-19,06±2,14	-21,35±2,88	-21,41±2,27	-21,64±3,02	0,48	0,70
Частота, 1-го пика, Гц	135,00±5,66	141,64±8,40	138,33±20,26	138,45±4,87	0,49	0,69
Частота, 2-го пика, Гц	49,50±70,00	54,86±47,00	30,00±46,75	55,27±43,94	0,48	0,70
Частота, 3-го пика, Гц	55,50±7,78	32,50±33,42	59,83±10,23	33,36±32,33	1,56	0,21
Мощность 1-го пика	14,50±4,95	18,91±5,36	25,33±5,82	21,55±8,38	2,29	0,09
Мощность 2-го пика	4,50±6,36	4,18±4,69	1,83±2,86	5,27±4,90	0,73	0,54
Мощность 3-го пика	5,50±2,12	3,14±3,59	6,00±2,83	2,82±2,75	1,68	0,19

Аналогичные результаты выявлены в группе детей с бронхиальной астмой, что позволяет утверждать, что данная методика применима у детей 7-17 лет без учета пола, возраста, физического развития.

При изучении взаимосвязи параметров респираторного звука у детей с бронхиальной астмой в приступном периоде и данных функциональных методов исследования (спирометрия, пикфлоуметрия), зависимости не выявлено.

По данным спирометрии отмечается некоторое увеличение амплитуды сигнала при нарастании выраженности респираторных нарушений, однако эти изменения не достоверны (таблица 4)

Таблица 4

Параметры респираторного звукового паттерна больных бронхиальной астмой в приступном периоде в зависимости от показателей ФВД (по данным спирометрии)

Степень нарушения ФВД	Норма	Умеренное снижение	Значительное снижение	Резкое снижение
n	21	7	15	28
МинЗС, дБ	-29,06±2,44	-28,95±2,60	-27,45±1,81	-28,10±1,80
МаксЗС, дБ	-5,51±0,96	-5,43±1,45	-5,20±1,45	-5,28±1,06
СрЗС, дБ	-13,59±1,93	-13,92±2,55	-13,10±1,63	-13,34±1,85
Частота, 1-го пика, Гц	203,8±40,5	215,9±66,2	203,0±34,8	213,9±54,2
Частота, 2-го пика, Гц	135,9±20,0	132,1±31,8	136,7±22,0	138,3±27,2
Частота, 3-го пика, Гц	91,76±12,64	92,43±21,09	88,60±9,17	93,46±18,77
Мощность 1-го пика	69,00±13,21	62,29±22,25	72,33±13,06	61,39±18,57
Мощность 2-го пика	48,95±12,42	44,86±22,87	50,53±12,36	50,25±17,95
Мощность 3-го пика	36,24±12,90	37,00±13,63	35,00±7,95	37,25±17,87

При сравнении результатов исследования функции дыхания методом пикфлоуметрии и данных звуковых параметров выявлены достоверно значимые изменения в группах нормальных показателей ПСВ (80-100 %) и резкого снижения данного показателя (менее 60%). Обнаружено увеличение среднего значения сигнала при выраженном снижении пиковой скорости выдоха (таблица 5).

Таблица 5

Параметры респираторного звукового паттерна больных бронхиальной астмой в приступном периоде в зависимости показателей ПСВ

Степень снижения ПСВ	80-100%	60-80%	менее 60%
n	9	22	40
МинЗС, дБ	-28,72±1,49	-28,39±1,83	-28,21±2,43
МаксЗС, дБ	-5,77±1,01	-5,34±1,25	-5,26±1,12
СрЗС, дБ	-14,29±2,13	-13,77±2,09	-13,04±1,63*
Частота, 1-го пика, Гц	190,67±17,36	195,82±35,74	220,00±54,66
Частота, 2-го пика, Гц	124,22±16,12	134,09±21,55	140,85±26,40
Частота, 3-го пика, Гц	86,22±11,03	87,36±12,78	95,55±16,88
Мощность 1-го пика	72,89±17,08	64,91±18,86	65,13±15,49
Мощность 2-го пика	49,11±11,65	52,50±15,27	47,75±16,75
Мощность 3-го пика	36,78±11,23	36,32±13,81	36,45±15,18

*p<0,05 при сравнении с группой, имеющей ПСВ 80-100%.

Показатель вариабельности ПСВ у 83% детей составлял более 20%, что свидетельствовало о выраженной гиперреактивности бронхов. Однако изменения параметров звука у этой группы пациентов достоверно не отличались от тех же показателей в группе детей с низкой вариабельностью ПСВ.

Таблица 6

Параметры респираторного звукового паттерна больных бронхиальной астмой в приступном периоде в зависимости от вариабельности ПСВ

Суточная вариабельность ПСВ	менее 20%	более 20%
n	12	59
МинЗС, дБ	-27,96±2,14	-28,41±2,15
МаксЗС, дБ	-5,23±0,77	-5,37±1,21
СрЗС, дБ	-13,64±2,14	-13,38±1,84
Частота, 1-го пика, Гц	194,00±39,27	211,80±48,66
Частота, 2-го пика, Гц	130,25±22,19	137,95±24,65
Частота, 3-го пика, Гц	90,33±14,47	92,14±15,79
Мощность 1-го пика	68,00±19,79	65,64±16,23
Мощность 2-го пика	51,50±17,69	48,97±15,39
Мощность 3-го пика	38,08±15,27	36,12±14,02

В пробе с бронхолитиком наряду с достоверным приростом ПСВ более 20% после ингаляции салбутамола, также выявлено достоверно значимое снижение максимального и среднего значения сигнала (на 50% и 30%, соответственно) респираторного звука, что может являться диагностическим маркером обратимой бронхообструкции (таблица 7).

Таблица 7

Связь данных пикфлоуметрии и анализируемых характеристик дыхательных паттернов в пробе с бронхолитиком

Параметры звука	До пробы (n – 71)	После пробы (n – 71)
МинЗС, дБ;	-28,98±3,6	-30,06±3,41
МаксЗС, дБ;	-7,11±2,3	-10,66±2,29*
СЗС, дБ;	-13,64±1,57	-17,94±1,42*

* $p < 0,05$ в сравнении с исходными параметрами.

Выводы

Методом электронной аускультации обнаруживаются различия звуковых паттернов в группе здоровых и детей с бронхиальной астмой. Количественная характеристика позволяет объективно установить наличие нарушения проходимости. Отсутствует достоверная взаимосвязь результатов исследования ФВД стандартными и данным методом. Проведение пробы с бронхолитиком доступно даже в амбулаторных условиях, что облегчает диагностику на догоспитальном этапе. Метод электронной аускультации позволяет объективизировать результаты клинического исследования больного, создавать базу данных каждого пациента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аллергические болезни у детей. Руководство для врачей//Под ред. М.Я.Студеникина, И.И.Балаболкина - М.: «Медицина», 1998.- 352 с.
2. Зайцева О.В. Бронхиальная астма у детей//Русский медицинский журнал, 2007, №7, стр.582-587.
3. Национальная программа «Бронхиальная астма у детей. Стратегия лечения и профилактика».- М.: Изд. дом «Атмосфера», 2008. – 108 с.
4. Cheng-Li Que, Christof Kolmaga, Louis-Gilles Durand, Suzanne M. Kelly, Peter T. Macklem. Phonspirometry for noninvasive measurement of ventilation: methodology and preliminary results//J Appl Physiol, Vol. 93, Issue 4, 1515-1526, October 2002
5. Ж.К. Науменко, А.А.Гусейнов, В.С.Малышев и др. Бронхофонография в диагностике обструктивных нарушений у взрослых больных с заболеваниями легких: возможности метода и перспективы развития// Пульмонология, 2006, №4, с.26-29.
6. Гусейнов А.А. Бронхофонография: акустические критерии диагностики обструктивных заболеваний легких//Фундаментальные исследования, 2011, №2, с.55-59.
7. Hans Pasterkamp, Steve S. Kraman, George R. Wodicka. Respiratory Sounds//Am. J. Respir. Crit. Care Med., Volume 156, Number 3, September 1997, 974-987.
8. Some high pitched thoughts on chest examination//Postgrad Med J 2001;77:617-620 (October).
9. Abella M, Formolo J, Penney DG. Comparison of the acoustic properties of six popular stethoscopes//J Acoust Soc Am 1992 Apr;91(4 Pt 1):2224-8
10. Biomedical Engineering Lab. Respiratory and Swallowing Sound Analysis.

11. Wilkins, R. L., J. R. Dexter, R. L. H. Murphy, and E. A. Del Bono. Lung sound nomenclature survey.//Chest 1990; 98: 886-889.
12. Hiroshi Kiyokawa, MD; Matthew Greenberg; Kazuhiko Shirota, MD and Hans Pasterkamp, MD. Auditory Detection of Simulated Crackles in Breath Sounds* //Chest. 2001;119:1886-1892.
13. Volker Gross, Anke Dittmar, Thomas Penzel, Frank Schüttler and Peter von Wichert. The Relationship between Normal Lung Sounds, Age, and Gender.//Am. J. Respir. Crit. Care Med., Volume 162, Number 3, September 2000, 905-909.
14. Meslier N, Charbonneau G, Racineux JL Wheezes.//Eur Respir J 1995 Nov;8(11):1942-8
15. AB Bohadana, R Peslin, H Uffholtz and G Pauli. Potential for lung sound monitoring during bronchial provocation testing//Thorax,1995, Vol 50, 955-961.
16. A.R.A. Sovijärvi, J. Vanderschoot, J.E. Earis. Standardization of computerized respiratory sound analysis//Eur Respir Rev 2000; 10: 77, 585.
17. H Pasterkamp, W Wiebicke and R Fenton. Subjective assessment vs computer analysis of wheezing in asthma//Chest. – 1987.- Vol 91.- P. 376-381
18. L. Bentur, R. Beck, M. Shinawi, T. Naveh, N. Gavriely. Wheeze monitoring in children for assessment of nocturnal asthma and response to therapy//Eur Respir J 2003; 21:621-626

THE METHOD ELECTRONIC AUSKULTATII: USE CHILDREN FOR THE DIAGNOSTICS OF THE BRONCHIAL ASTHMA

A.V.Dmitriev, T.A.Filimonova, G.I.Sharovskaja

In article are presented results of the using the method electronic auscultations beside healthy and children with bronchial asthma. They Are Shown comparative features sound parameter, relationship of the standard methods of the study (the spirometry, peakfloumetry) and method electronic auscultations. Will Revealed diagnostic value given method in group детей with bronchial asthma.

Key words: bronchial asthma, electronic auscultation, children

Сведения об авторах:

Филимонова Татьяна Анатольевна, ассистент кафедры детских болезней с курсом детской хирургии РязГМУ им.акад.И.П.Павлова. тел. рабочий 33-72-32, мобильный 8-920-638-97-34. e-mail: t080280f@mail.ru

Дмитриев Андрей Владимирович, заведующий кафедрой детских болезней с курсом детской хирургии РязГМУ, доктор медицинских наук. тел.рабочий 33-72-32

Шаровская Галина Ивановна, заведующая пульмонологическим отделением ГУЗ РОДКБ им.Н.В.Дмитриевой. тел.рабочий 36-32-95