

7. Корниенко Е.А., Гончар Н.В., Ткаченко Е.И. Спорные и нерешенные вопросы панкреатологии в практике педиатра и терапевта. – Гастроэнтерология Санкт–Петербурга, 2005, №3–4, с.29–32.

9. Римарчук Г. В., Щеплягина Л. А. Заболевания поджелудочной железы. Детская гастроэнтерология (избранные главы) // Под ред. А. А. Баранова, Е. В. Климанской, Г. В. Римарчук. М., 2002, 390–423.

10. Коровина Н. А., Захарова И. Н., Малова Н. Е. Эндокринная недостаточность поджелудочной железы: проблемы и решения (руководство для врачей). М., 2004. 80 с.

## **ЗНАЧЕНИЕ БРОНХОФОНОГРАФИИ КАК МЕТОДА ДИАГНОСТИКИ НАРУШЕНИЙ ФУНКЦИИ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ У ДЕТЕЙ**

Т.Н. КОЖЕВНИКОВА, Е.М. ЕФРЕМОВ, О.О. БОРИСОВ

*Тульский государственный университет, медицинский институт, ул.  
Болдина, д. 128, Тула, 300028, Россия, e-mail: kozhevnikova1956@yandex.ru,  
pulmo71@yandex.ru*

**Аннотация.** Болезни органов дыхания занимают значительное место среди детской патологии. Одним из методов диагностики нарушений ФВД является компьютерная бронхофонография (КБФГ). Компьютерная бронхофонография представляет собой метод, основанный на регистрации звуковых феноменов, возникающих при дыхании, с последующим анализом и математической обработкой частотных и временных характеристик спектра этих шумов (АКРД – акустического компонента работы дыхания).

Исследования и наблюдения на протяжении многих лет за детьми разного возраста, начиная с первого месяца жизни, показали высокую информативность КБФГ у пациентов с различной патологией, в первую очередь с обструктивными нарушениями в респираторной системе.

Проведено изучение показателей АКРД у 48 детей в возрасте от 3 до 18 лет, наблюдающихся у врача пульмонолога по поводу различных заболеваний. Установлены особенности и закономерности распределения показателей АКРД в зависимости от гендерных различий, возраста и нозологической формы.

**Ключевые слова:** бронхофонография, дети, функция внешнего дыхания, болезни органов дыхания.

## **BRONCHOPHONOGRAPHY AS A METHOD OF DIAGNOSTICS OF ABNORMALITIES IN EXTERNAL RESPIRATION FUNCTION AT CHILDREN**

T.N. KOZHEVNIKOVA, E.M. EFREMOV, O.O. BORISOV

*Tula State University, Medical Institute, Boldin str., 128, Tula, 300028, Russia  
e-mail: Kozhevnikova1956@yandex.ru, pulmo71@yandex.ru*

**Abstract.** Diseases of the respiratory system occupy a significant place among children's pathologies. Research of external respiration function is a modern and intuitive for the diagnosis of diseases of the respiratory system. One of the methods of diagnostics of disorders of external respiratory function is a bronchophonography. Bronchophonography is a method based on the recording of sound noises arising from breathing, with further analysis and mathematical processing of frequency and time characteristics of the spectrum of these noises. Spectral density of the acoustic phenomenon of breathing estimated by bronchophonography (acoustic component of breathing).

Long-term research and observations children of different ages, beginning with the first month of life, showed a high informative value of bronchophonography in patients with various pathologies, primarily with obstructive disorders in the respiratory system.

This research at the outpatient clinic in the city of Tula used indicators of acoustic component of breathing 48 children aged 3 to 18 years who are registered by a pulmonologist. The features and regularities of distribution of indicators of acoustic component of breathing was figured out depending on gender differences, age and nosological forms.

**Key words:** bronchophonography, children, external respiration function, respiratory diseases.

**Введение.** В мире с каждым годом растет количество детей, страдающих заболеваниями респираторного тракта различной этиологии. По некоторым источникам [7] - бронхиальной астмой (БА) страдают от 7 до 10% детей РФ; по информации Союза педиатров России за 2016-й год, заболеваемость острым бронхитом в России составляет в среднем 75–250 на 1000 детей в год. Для рациональной терапии патологии респираторного тракта требуется своевременная информативная диагностика, которая позволит избежать осложнения и предупредить развитие инвалидизации [7].

Исследование функции внешнего дыхания является обязательным методом для оценки и мониторинга состояния бронхолегочной системы у детей. Нередко, оценка ФВД у детей младшего возраста существенно

затруднена из-за отсутствия продуктивного контакта с ребенком, поэтому были предприняты попытки предложить новые методы исследования, которые не требовали бы активных действий больного [2].

В 1981 г. в России был зарегистрирован метод, основанный на регистрации звуковых феноменов, возникающих при дыхании, с последующим анализом и математической обработкой частотных и временных характеристик спектра этих шумов. Звук, возникающий при дыхании, записывается при этом методе напрямую через микрофон с помощью компьютерного диагностического комплекса - компьютерной бронхофонографии (КБФГ). Первый образец компьютерного диагностического комплекса Паттерн был создан на кафедре инженерной экологии и охраны труда Московского энергетического института в 1982 г. в тесном сотрудничестве со специалистами ведущих медицинских научных и лечебных учреждений – МНИИ педиатрии и детской хирургии, Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, Института медицины труда.

Бронхофонографию проводят с помощью компьютерно-диагностического комплекса «Паттерн 01». Диагностический комплекс регистрирует дыхательные шумы с целью обнаружения специфических акустических феноменов, возникающих при заболеваниях бронхолегочной системы, производит обработку с помощью персонального компьютера полученных данных и отображает результаты обработки на экране дисплея в виде семейства кривых. Регистрация специфических акустических феноменов, проявляющихся дыхательными шумами, осуществляется с помощью датчика, обладающего высокой чувствительностью в широкой полосе частот, включая частоты, которые не выявляются при аускультации, но имеют важное диагностическое значение. Набор специальных фильтров предназначен для формирования частотного спектра, содержащего полезную информацию о специфических акустических феноменах. С целью исключения кардиальных шумов и их маскирующего влияния, сканирование и запись респираторного цикла производится в частотном диапазоне от 200 до 12 600 Гц.

Исследования проводятся с помощью микрофонных датчиков. На микрофонный датчик устанавливается загубник, предназначенный для направления воздушного респираторного потока в блок фильтров и управления с целью формирования электрического сигнала с дальнейшей обработкой компьютерной программой и отображением результатов компьютерной обработки данных сканирования на экране компьютера. Интенсивность акустических параметров работы дыхания, так называемый АКРД, измеряется в микроджоулях (мкДж). С помощью компьютерной программы АКРД рассчитывается как площадь под кривыми, отображающими дыхательные шумы [5].

Процесс регистрации дыхательных шумов выполняется в положении пациента сидя, при спокойном дыхании, в течение 4 секунд. Процедура повторяется несколько раз до получения трех воспроизводимых результатов. Показатели общей акустической работы дыхания оцениваются в трех диапазонах: в низкочастотном (0,2–1,2 кГц), среднечастотном (1,2–5,0 кГц) и высокочастотном (5,0–12,6 кГц) .

Определение опорных показателей у детей, не имеющих нарушений со стороны органов дыхания, имеет очень важное значение для изучения физиологии дыхания и выделения диагностических критериев при развитии патологических процессов на разных уровнях респираторного тракта. По данным проведенных обследований сформированы опорные показатели КБФГ в трех частотных диапазонах [5].

Использование метода спирографии не всегда позволяет выявить синдром бронхиальной обструкции, что возможно связано со сложностями проведения функционального исследования у детей дошкольного возраста. Применение бронхофонографии у детей позволяет выявлять нарушение бронхиальной проводимости, в том числе скрытый бронхоспазм и может быть использовано у пациентов любого возраста с хроническими заболеваниями лёгких [6]. Учитывая вышеизложенное, проведено обследование с использованием метода БФГ у детей разного возраста с заболеваниями органов дыхания, получающих лечение в условиях реальной амбулаторной практики у врача пульмонолога.

**Цель исследования** – изучение возможности применения КБФГ в диагностике заболеваний органов дыхания у детей разного возраста.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- проанализировать распределение показателей АКРД в зависимости от гендерных различий
- проанализировать распределение показателей АКРД в зависимости от возраста детей
- проанализировать распределение показателей АКРД в зависимости от нозологической формы заболевания

**Материалы и методы исследования.** Бронхофонографические исследования проводились на компьютерно-диагностическом комплексе (КДК) «Паттерн» [4].

Принцип работы «Паттерна» основан на фиксации и последующей оценке амплитудно-частотных характеристик дыхательных шумов и позволяет визуализировать и объективно оценивать звуковые характеристики дыхания.

Основной параметр, оцениваемый с помощью КБФГ это – акустический эквивалент работы дыхания (АКРД) (итоговая интегральная характеристика, представляющая собой количественную оценку энергетических затрат бронхолёгочной системы на возбуждение специфического акустического феномена в течение всего респираторного цикла или отдельной его фазы), рассчитывается как площадь под кривой на бронхофонограмме во временной области, единица измерения – микроджоуль – (мкДж).

АКРД определяется в различных частотных диапазонах: АКРД (0,2–1,2 кГц) – «нулевой» или базовый диапазон, АКРД (1,2–5,0 кГц) – среднечастотный диапазон; АКРД (5,01–2,6 кГц) – высокочастотный диапазон [3,5].

При статистической обработке полученных данных применяли доверительные интервалы (ДИ) с вероятностью 95% и сравнение с опорными показателями. За опорные показатели приняты следующие значения: АКРД (0,2–1,2 кГц) < 100,0 мкДж; АКРД (1,2–5,0 кГц) < 10,0 мкДж; АКРД (5,0–12,6 кГц) < 0,2 мкДж [5].

**Результаты и их обсуждение.** При анализе результатов обследования установлено, что основная часть пациентов мальчики - 69,4% , 30,6% – девочки. Распределение пациентов по возрасту позволило установить следующие возрастные группы: от 3 до 7 лет – 20,8%; от 7 до 10 лет – 25%; от 10 до 14 лет– 39,6%; от 14 до 18 лет - 14,6%, таким образом основная группа пациентов(54.2%) это дети пре и пубертатного возраста.

Анализ показателей АКРД в трех частотных диапазонах при изучении гендерных различий не выявил значимых отклонений . Результаты представлены в таблице 1.

*Таблица 1*

**Значения АКРД (мкДж) в зависимости от гендерных различий**

Показатели АКРД	Мальчики(п=33)	Девочки (п=15)
АКРД 0,2-1,2 кГц	782,3+/-235,1	659,8+/-300,1
АКРД 1,2-5,0 кГц	72,6+/-34	80,7+/-38
АКРД 5,0-12,6 кГц	1,96+/-1,1	1,6+/-0,93

Изучение показателей АКРД в трех частотных диапазонах у детей в разных возрастных группах позволило установить, что во всех возрастных группах показатели АКРД превышают опорные значения. Результаты представлены в таблице 2

Таблица 2

**Значения АКРД (мкДж) в разных возрастных группах**

Показатели АКРД	3-7 лет (n=10)	7-10 лет (n=12)	10-14 лет (n=19)	14-18 лет (n=9)
АКРД 0,2-1,2 кГц	604,7+/-240	1041,1+/-511	705,6+/-294,4	448,2+/-192,3
АКРД 1,2-5,0 кГц	99+/-104,2	63,9+/-32,2	82,7+/-40,4	30,1+/-15,5
АКРД 5,0-12,6 кГц	1,2+/-0,5	1,8+/-0,9	1,6+/-0,8	1,1+/-0,7

Из таблицы 2 следует, что самые высокие показатели АКРД 0,2–1,2 кГц и АКРД 5,0–12,6 кГц были выявлены у детей с 7–10 и 10–14 лет. Самый высокий показатель АКРД 1,2–5,0 кГц у детей в возрастной группе 3–7 лет.

В ходе анализа показателей АКРД в зависимости от нозологической формы вычислены 95% ДИ значений АКРД. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Значения АКРД (мкДж) в зависимости от нозологической формы заболевания**

Показатели АКРД	Нозологические формы			
	БА легкое персистирующее течение	БА средней степени тяжести	Острый бронхит	Круглогодичный аллергический ринит

	М	Д	М	Д	М	Д	М	Д
АКРД 0,2-1,2 кГц, мкДж	572,4+ /-34,8	732+/- 136,7	772,3+ /-491,6	38 2,1	1535 ,7+/- 461, 6	-	702,1+ /-534,2	305,1 +/- 212,3
АКРД 1,2-5,0 кГц, мкДж	73,1+/ -79,2	95,2+/- 46,6	79,5+/- 74,2	26, 4	91,8 +/- 66,9	-	66,2+/- 73,8	24,4+ /-17,7
АКРД 5,0-12,6 кГц, мкДж	1,1+/- 0,7	1,4+/- 0,7	1,9+/- 1,1	0,7	2,5+/ -1	-	0,79+/- 0,55	0,6+/- 0,5

Из таблицы 3 следует, что во всех нозологических формах выявляется значимое превышение опорных значений показателей АКРД. Самые высокие показатели АКРД во всех диапазонах частот наблюдаются у детей с диагнозом "Острый бронхит";

При сравнении показателей детей с диагнозами БА легкого персистирующего течения и средней степени тяжести наблюдаются более высокие показатели АКРД во всех диапазонах частот у детей с БА средней степени тяжести; при этом в отличие от общей группы, выявляются небольшие гендерные различия – более высокие показатели АКРД во всех диапазонах частот у девочек с БА легкого персистирующего течения чем у мальчиков; более высокие показатели АКРД во всех диапазонах частот у мальчиков с круглогодичным аллергическим ринитом по сравнению с девочками.

**Таким образом, проведенное исследование позволило сделать следующие выводы:**

1. Изучение ФВД с использованием метода БФГ, позволило установить, что при наличии патологии органов дыхания показатели АКРД возрастают в несколько раз по сравнению с опорными данными.

2. Отличия показателей АКРД в зависимости от гендерных различий в общей группе детей не выявлено, но при сравнении показателей в зависимости от нозологии выявляются небольшие гендерные различия в группе детей с БА легкого персистирующего течения – более высокие показатели АКРД во всех диапазонах частот у девочек, чем у мальчиков; и более высокие показатели АКРД во всех диапазонах частот у мальчиков с круглогодичным аллергическим ринитом, чем у девочек.

3. Выявлена зависимость показателей АКРД от возраста. Самые высокие показатели АКРД 0,2–1,2 кГц и АКРД 5,0–12,6 кГц были выявлены у детей с 7–10 и 10–14 лет. Самый высокий показатель АКРД 1,2–5,0 кГц у детей в возрастной группе 3–7 лет.

4. Самые высокие показатели АКРД во всех диапазонах наблюдаются у детей с диагнозом острый бронхит.

5. Имеет место зависимость показателей АКРД от степени тяжести заболевания. При сравнении показателей у детей с БА легкого персистирующего течения и средней степени тяжести, наблюдаются более высокие показатели АКРД во всех диапазонах частот у детей с БА средней степени тяжести.

6. Метод компьютерной бронхофонографии является информативным диагностическим методом оценки нарушений ФВД при заболеваниях органов дыхания у детей разного возраста.

### Литература

1. Аваева С. Д. Сравнительная характеристика методов оценки функции внешнего дыхания у детей //Бюллетень медицинских Интернет-конференций. – Общество с ограниченной ответственностью Наука и инновации, 2016. – Т. 6. – №. 5. – С. 812-813.

2. Берман Р.Э. Педиатрия по Нельсону: в 5 т.: пер. с англ. / Ричард Э. Берман, Роберт М. Клигман, Хол Б. Дженсон / Под ред. А.А. Баранова. - Т. 4. - М.: ООО "Рид Элсивер", 2009 - 1112 с.

3. Гусейнов А. А. Бронхофонография в дифференциальной диагностике рестриктивно-обструктивных нарушений функции внешнего дыхания //Вестник новых медицинских технологий. – 2011. – Т. 18. – №. 1.

4. Изделие медицинского назначения прибор бронхофонографический диагностический автоматизированный «ПАТТЕРН-01». – Регистрационное удостоверение; № ФСР 2009/04789 от 22.04.2009 г. / Федеральная служба по надзору в сфере здравоохранения и социального развития.

5. Компьютерная бронхофонография респираторного цикла. Под ред. Геппе Н.А., Малышева В.С. М.: Медиа Сфера, 2016, 108 с.

6. Кожевникова Т.Н., Марфин Е.Ф, Помогаев И.В. Показатели бронхофонографии у детей с бронхиальной астмой и курящих подростков// Материалы 3-ей Междунар. Научн.-практич.конференции « Проблемы медицины в современных условиях». Казань, 2016.Вып 3.С.103-105.

7. Пульмонология детского возраста: проблемы и решения /под ред. Ю.Л.Мизерницкого и А.Д.Царегородцева. - Выпуск 4., М, 2004.- 256 стр.