

УДК 616.24-073.43

ПРИМЕНЕНИЕ БРОНХОФОНОГРАФИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ НОРМАЛЬНОГО ДЫХАНИЯ

А.А.ГУСЕЙНОВ\*, К.О.МИНКАЙЛОВ\*, А.М.КЕРИМОВА\*\*, К.А.ГУСЕЙНОВА

Бронхофонография (<AU) – новый неинвазивный метод диагностики легочных заболеваний. Изучалась возможность применения бронхофонографии для определения объективных количественных акустических параметров дыхания здоровых лиц. Обследовано 129 человек. Определяли акустический эквивалент работы дыхания в различных частотных диапазонах от 200 до 12600 Гц при спокойном и форсированном дыхании. Проведен анализ 1290 бронхофонограмм. Определены акустические параметры здорового дыхания, что может быть использовано в диагностике заболеваний легких.

**Ключевые слова:** бронхофонография, легочные заболевания, диагностика.

Рост заболеваний органов дыхания остается актуальной проблемой здравоохранения. По данным экспертов Всемирной организации здравоохранения ожидается рост хронических заболеваний дыхательных путей и при этом, по их мнению, уделяется недостаточное внимание проблемам, связанным с этими заболеваниями. Прогнозируется увеличение числа больных во взрослой популяции в ближайшие 5-10 лет. При этом выявляемость больных хронической обструктивной болезнью легких, бронхиальной астмой значительно отстает от мировой практики [1].

В течение многих лет аускультация является самым популярным методом диагностики легочных заболеваний. Однако до настоящего времени эта процедура в значительной степени субъективна. Интерпретация легочных звуков зависит от опыта врача, физиологических возможностей его слухового аппарата, конструктивных особенностей и качества используемых фонендоскопов.

Давно назревшая проблема объективизации старого, популярного и широко применяемого метода диагностики получила возможность своего разрешения с появлением современных компьютерных технологий.

Российскими учеными был разработан новый метод неинвазивной диагностики легочных заболеваний – *бронхофонография* (БФГ). В его основу лег анализ временных и частотных характеристик спектра дыхательных шумов, возникающих при изменении диаметра ДП [2].

Однако до настоящего времени имеющиеся в литературе сведения по применению данного метода диагностики малочисленны и противоречивы. В особенности это касается определения акустической нормы [3]. Как и в обычной врачебной практике, понятие нормального (везикулярного) дыхания зачастую трактуется произвольно, так и при исследовании с применением бронхофонографии нет общепринятого понимания здорового «паттерна» дыхания.

**Цель исследования** – выявление объективных критериев нормы, то есть акустических показателей дыхания *здоровых лиц* (ЗЛ).

**Материал и методы исследования.** Для решения поставленной задачи в рамках одномоментного (поперечного) исследования было обследовано 129 ЗЛ (средний возраст 32,6±1,3 лет). Из них 61 мужчина (средний возраст 30,7±1,8 лет) и 68 женщин (средний возраст 34,3±1,8 лет). Вся группа была разделена на три подгруппы: 16-29 лет – 69 человек, 30-49 лет – 42 человека и 50 лет и старше – 18 человек. Критериями включения в данную группу было отсутствие жалоб, нормальные показатели функции внешнего дыхания и рентгенографии на момент обследования. Кроме того, по итогам анкетирования (русифицированная анкета *Европейского респираторного сообщества охраны здоровья* (ECRHS) с включением вопросов из анкеты ФГУ «НИИ пульмонологии» ФМБА России для диагностики ранних форм ХОБЛ и вопросов из анкеты, предложенной Институтом аллергологии и клинической иммунологии для ранней диагностики аллергических заболеваний) обследуемые должны были иметь заключение «здоров».

Бронхофонографические исследования проводили на *компьютерно-диагностическом* комплексе (КДК) «Паттерн» [4] (Изделие медицинского назначения прибор бронхофонографический диагностический автоматизированный «ПАТТЕРН-01», регистрационное удостоверение № ФСР 2009/04789 от 22.04.2009г. Федеральная служба по надзору в сфере здравоохранения и социального развития), состоящего из датчика и аналого-цифрового преобразователя.

Принцип работы «Паттерна» основан на фиксировании и последующей оценке амплитудно-частотных характеристик ды-

хательных шумов и позволяет визуализировать и объективно оценивать звуковые характеристики дыхания, часто не выявляемые при физикальном обследовании.

Непосредственная регистрация дыхательных шумов осуществлялась с помощью датчика, обладающего высокой чувствительностью в широкой полосе воспринимающих частот (включая те частоты, которые не фиксируются при выслушивании традиционным фонендоскопом) 0,2-12,6 кГц. Результаты компьютерной обработки данных сканирования представляли собой множество эквидистантных мгновенных спектров, образующих трёхмерную «поверхность состояний», которая отображает специфические акустические феномены. Полученное таким образом графическое изображение бронхофонограммы получило название «паттерн дыхания» [2].

Параметры, оцениваемые с помощью БФГ, включают в себя:

– *акустический эквивалент работы дыхания* (АРД) (итоговая интегральная характеристика, представляющая собой количественную оценку энергетических затрат бронхолегочной 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 – *наноджоуль* – (нДж). Соответствующие величины приведены в нДж, но для удобства понимания масштабирующий множитель опускается.

АРД определяется в различных частотных диапазонах:

– АРД<sub>0</sub> – «нулевой» или базовый диапазон (0,2-1,2 кГц), АРД<sub>1</sub> – общий диапазон (1,2-12,6 кГц); АРД<sub>2</sub> – высокочастотный диапазон (5,0-12,6 кГц); АРД<sub>3</sub> – среднечастотный диапазон (1,2-5,0 кГц);

– К – коэффициент, отражающий те же параметры в относительных единицах: весь спектр частот -  $K_1 = \text{АРД}_1 / \text{АРД}_0 \times 100$ ; высокочастотный диапазон -  $K_2 = \text{АРД}_2 / \text{АРД}_0 \times 100$ ; среднечастотный диапазон -  $K_3 = \text{АРД}_3 / \text{АРД}_0 \times 100$ ;

*Индекс прироста К* (ИПК), то есть отношение  $\Delta K_2 / \Delta K_1$ .

При статистической обработке полученных данных применялись непараметрические критерии, так как распределение показателей отличалось от нормального. Для характеристики вариации вычисляли *медиану* (Ме), 25 и 75 процентиля, *доверительные интервалы* (ДИ) с вероятностью 95%. Статистическую значимость различия между показателями АРД в различных группах оценивали по критериям Крускала-Уоллиса и Манна-Уитни с учётом поправки Бонферрони при множественных сравнениях.

При сравнении зависимых показателей использовались критерии Вилкоксона. Для оценки связи БФГ и спирометрии вычисляли коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

БФГ проводили при спокойном и форсированном дыхании. Проводились записи не менее 5 дыхательных циклов при каждом режиме. При выполнении БФГ обязательным было выполнение следующих условий:

- отсутствие посторонних звуков в помещении в течение записи;
- длительность записи дыхательного цикла составляла не менее 4 сек.;
- выдох при форсированном дыхании производился резко, с максимальным усилием с начала и до конца, без раздувания щек.

Таблица 1

Показатели АРД (нДж) и К здоровых лиц

Показатели	Спокойное дыхание (n=129)				Форсированное дыхание (n=129)			
	АРД <sub>0</sub>	АРД <sub>1</sub>	АРД <sub>2</sub>	АРД <sub>3</sub>	АРД <sub>0</sub>	АРД <sub>1</sub>	АРД <sub>2</sub>	АРД <sub>3</sub>
Ме	735,3	45,2	4,2	38,3	1629,7	717,5	58,6	650,4
25 пр.	260,9	19,3	2,0	18,0	1266,0	486,8	32,8	446,6
75 пр.	1242,6	116,7	8,2	111,0	1897,4	954,7	95,3	868,2
ДИ (н)	513,7	32,9	2,8	29,1	1521,0	632,4	44,2	569,0
ДИ (в)	909,4	56,1	5,4	51,6	1738,2	769,7	67,2	706,4
Показатели	Спокойное дыхание (n=129)			Форсированное дыхание (n=129)			ИПК	
	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>		
Ме	6,7	0,6	6,0	42,3	3,4	39,1	0,9	
25 пр.	4,7	0,4	4,1	30,6	2,0	28,9	0,5	
75 пр.	10,8	0,9	9,6	56,5	5,2	52,0	1,8	
ДИ (н)	6,1	0,5	5,2	38,2	3,0	35,2	0,8	
ДИ (в)	8,3	0,6	7,5	47,9	4,1	43,0	1,2	

Примечание (здесь и в последующих таблицах): Ме – медиана, 25, 75 пр. – интерквартильный размах показателей АРД (значения 25 и 75 процентилей), ДИ (н), ДИ (в) – нижняя и верхняя границы 95% доверительного интервала показателей медианы, ИПК – индекс прироста коэффициента К.

С целью определения паттернов дыхания ЗЛ определяли меры центральной тенденции (показывающие наиболее типичное значение для данной выборки) – Ме и рассеяния (отражающие разброс значений признака в выборке) – размах (разность максимального и минимального значений признака, в частности, интерквартильный размах или интервал, т.е. значение 25 и 75 процентов). Вычисляли ДИ для Ме различных параметров с вероятностью 95%. Результаты исследований отражены в табл. 1

Для проведения сравнительного анализа были определены показатели АРД и К отдельно в группах мужчин и женщин. Результаты представлены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Показатели АРД (нДж) и К здоровых лиц (мужчины)

Показатели	Спокойное дыхание (n=61)				Форсированное дыхание (n=61)			
	АРД <sub>0</sub>	АРД <sub>1</sub>	АРД <sub>2</sub>	АРД <sub>3</sub>	АРД <sub>0</sub>	АРД <sub>1</sub>	АРД <sub>2</sub>	АРД <sub>3</sub>
Ме	785,1	55,7	4,1	49,2	1619,4	727,8	59,8	670,5
25 пр.	307,5	21,3	1,8	18,8	1234,6	492,9	32,8	452,8
75 пр.	1298,7	119,6	7,3	115,5	1848,0	967,7	102,4	868,2
ДИ (н)	538,2	32,6	2,8	30,7	1459,1	612,4	40,9	553,8
ДИ (в)	1118,6	73,5	5,5	69,0	1718,3	862,7	82,4	802,8
Показатели	Спокойное дыхание (n=61)			Форсированное дыхание (n=61)			ИПК	
	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	К <sub>3</sub>	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	К <sub>3</sub>		
Ме	7,2	0,5	6,5	43,3	3,7	40,9	1,0	
25 пр.	4,7	0,4	4,0	33,1	2,0	29,9	0,6	
75 пр.	10,7	0,8	10,1	65,6	6,1	58,7	2,0	
ДИ (н)	6,3	0,4	5,5	39,5	2,9	36,1	0,8	
ДИ (в)	9,3	0,6	8,9	53,0	4,5	49,5	1,3	

Таблица 3

Показатели АРД (нДж) и К здоровых лиц (женщины)

Показатели	Спокойное дыхание (n=68)				Форсированное дыхание (n=68)			
	АРД <sub>0</sub>	АРД <sub>1</sub>	АРД <sub>2</sub>	АРД <sub>3</sub>	АРД <sub>0</sub>	АРД <sub>1</sub>	АРД <sub>2</sub>	АРД <sub>3</sub>
Ме	636,9	37,2	4,7	32,4	1662,5	691,1	53,7	642,5
25 пр.	241,7	18,9	2,1	16,4	1282,3	478,4	33,4	444,6
75 пр.	1106,0	84,1	8,3	79,8	1986,4	911,5	87,9	840,4
ДИ (н)	408,6	30,1	2,5	24,8	1471,7	570,6	44,0	526,6
ДИ (в)	902,9	53,5	6,7	41,3	1852,5	769,7	66,0	706,4
Показатели	Спокойное дыхание (n=68)			Форсированное дыхание (n=68)			ИПК	
	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	К <sub>3</sub>	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	К <sub>3</sub>		
Ме	6,4	0,6	5,4	39,4	3,3	35,4	0,8	
25 пр.	4,8	0,4	4,3	28,7	2,1	26,3	0,3	
75 пр.	11,4	1,0	9,1	55,1	4,9	49,9	1,5	
ДИ (н)	5,7	0,5	4,9	33,2	2,6	31,2	0,5	
ДИ (в)	8,5	0,8	7,7	47,4	4,0	42,1	1,2	

Как видно из табл. 2 и 3 показатели спокойного и форсированного дыхания мужчин и женщин существенно не отличались. 95% ДИ АРД<sub>0</sub> мужчин составил 538,2-1118,6/1459,1-1718,3 нДж (в числителе показатели спокойного, в знаменателе – форсированного дыхания), женщин – 408,6-902,9/1471,71852,5 нДж, АРД<sub>1</sub> – 32,6-73,5/612,4-862,7 и 30,1-53,5/570,6-769,7 нДж соответственно, АРД<sub>2</sub> – 2,8-5,5/40,9-82,4 и 2,5-6,7/44,0-66,0 нДж, АРД<sub>3</sub> – 30,7-69,0/553,8-802,8 и 24,8-41,3/526,6-706,4 нДж, К<sub>1</sub> – 6,3-9,3/39,5-53,0 и 5,7-8,5/33,2-47,4, К<sub>2</sub> – 0,4-0,6/2,9-4,5 и 0,5-0,8/2,6-4,0, К<sub>3</sub> – 5,5-8,9/36,1-49,5 и 4,9-7,7/31,2-42,1. ИПК составил 0,8-1,3 и 0,5-1,2 соответственно.

Также проведен анализ дыхательных звуков ЗЛ в различных возрастных группах (табл. 4-6).

Таблица 4

Показатели АРД (нДж) и К здоровых лиц (16 – 29 лет)

Показатели	Спокойное дыхание (n=69)				Форсированное дыхание (n=69)			
	АРД <sub>0</sub>	АРД <sub>1</sub>	АРД <sub>2</sub>	АРД <sub>3</sub>	АРД <sub>0</sub>	АРД <sub>1</sub>	АРД <sub>2</sub>	АРД <sub>3</sub>
Ме	700,8	32,9	3,3	30,2	1524,5	698,6	52,0	650,4
25 пр.	249,6	13,7	1,3	11,0	1191,1	435,2	25,4	411,1
75 пр.	1031,6	68,1	6,7	56,9	1851,0	900,3	88,7	814,5
ДИ (н)	394,7	25,9	2,5	21,8	1404,9	558,5	39,1	528,9
ДИ (в)	906,6	49,8	4,7	44,2	1672,3	789,5	66,0	710,0
Показатели	Спокойное дыхание (n=69)			Форсированное дыхание (n=69)			ИПК	
	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	К <sub>3</sub>	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	К <sub>3</sub>		
Ме	5,9	0,5	5,1	42,7	3,4	39,5	0,9	
25 пр.	4,1	0,4	3,7	30,3	1,9	28,9	0,4	
75 пр.	9,5	0,8	8,8	55,9	5,0	50,9	1,5	
ДИ (н)	4,9	0,4	4,3	36,2	2,3	33,6	0,6	
ДИ (в)	6,7	0,6	5,8	48,6	4,1	45,0	1,1	

Показатели АРД (нДж) и К здоровых лиц (30 – 49 лет)

Показатели	Спокойное дыхание (n=42)				Форсированное дыхание (n=42)			
	АРД <sub>0</sub>	АРД <sub>1</sub>	АРД <sub>2</sub>	АРД <sub>3</sub>	АРД <sub>0</sub>	АРД <sub>1</sub>	АРД <sub>2</sub>	АРД <sub>3</sub>
Ме	757,5	53,6	5,8	43,9	1708,3	701,1	59,7	642,3
25 пр.	241,1	27,4	2,2	20,5	1282,1	521,1	37,5	485,7
75 пр.	1295,1	117,6	11,0	111,2	1978,9	1017,4	96,1	901,9
ДИ (н)	508,5	34,7	3,4	28,5	1459,1	588,8	44,2	544,4
ДИ (в)	1151,8	83,4	8,4	76,0	1870,6	946,2	79,6	840,4
Показатели	Спокойное дыхание (n=42)			Форсированное дыхание (n=42)			ИПК	
	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	К <sub>3</sub>	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	К <sub>3</sub>		
Ме	7,9	0,7	7,4	43,0	3,8	39,5	0,8	
25 пр.	5,5	0,5	4,9	32,3	2,5	29,4	0,4	
75 пр.	10,6	1,2	9,0	59,1	5,2	53,6	1,6	
ДИ (н)	6,6	0,5	5,4	33,4	3,0	30,9	0,5	
ДИ (в)	9,8	0,9	8,4	54,9	4,8	49,9	1,2	

Таблица 6

Показатели АРД (нДж) и К здоровых лиц (50 и более лет)

Показатели	Спокойное дыхание (n=18)				Форсированное дыхание (n=18)			
	АРД <sub>0</sub>	АРД <sub>1</sub>	АРД <sub>2</sub>	АРД <sub>3</sub>	АРД <sub>0</sub>	АРД <sub>1</sub>	АРД <sub>2</sub>	АРД <sub>3</sub>
Ме	814,3	72,6	4,0	70,9	1769,4	749,9	65,0	674,5
25 пр.	429,5	34,9	2,1	33,1	1481,3	502,0	42,8	451,9
75 пр.	1324,9	201,0	8,8	180,9	1854,8	944,3	97,1	885,2
ДИ (н)	408,6	33,6	2,0	32,5	1442,7	495,4	42,5	445,9
ДИ (в)	1336,3	203,8	9,0	181,7	1855,4	967,8	99,5	903,6
Показатели	Спокойное дыхание (n=18)			Форсированное дыхание (n=18)			ИПК	
	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	К <sub>3</sub>	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	К <sub>3</sub>		
Ме	11,8	0,6	11,0	37,9	3,3	34,0	1,6	
25 пр.	6,8	0,4	6,3	29,4	2,4	27,1	1,1	
75 пр.	13,3	0,7	12,8	55,9	5,2	51,8	3,4	
ДИ (н)	6,6	0,4	6,3	28,5	2,3	26,1	1,0	
ДИ (в)	13,3	0,8	12,8	56,3	5,4	52,0	3,4	

Как видно из табл. 4-6, существенных различий в акустических характеристиках дыхания ЗЛ различных возрастных групп не выявлено. 95% ДИ показателей АРД и К статистически не различаются (p>0,05).

Исключение составили показатели К<sub>3</sub> (в диапазоне 1200-5000Гц) возрастных групп 16-29 лет и 50 лет и старше (4,3-5,8 и 6,3-12,8 соответственно) в режиме спокойного дыхания.

Сопоставление трёх возрастных групп по методу Краскела-Уоллиса (медианный тест) [5] выявило значимые различия в акустических параметрах в режиме спокойного дыхания между возрастными группами по показателям АРД<sub>1</sub> (p=0,012), АРД<sub>3</sub> (p=0,012), К<sub>1</sub> (p=0,003), К<sub>3</sub> (p=0,002), то есть по всему спектру в целом и его среднечастотной части. И отсутствие различий в базовом диапазоне 200-1200Гц (p=0,112). Сравнение акустических параметров дыхания между отдельными группами по критериям Манна-Уитни (5) выявило существенные различия между группами 16-29 лет и 50 лет и старше: АРД<sub>1</sub> (p=0,005), АРД<sub>3</sub> (p=0,006), К<sub>1</sub> (p=0,001), К<sub>3</sub> (p=0,001). Несколько менее выраженные различия выявлены и между группами 30-49 лет и 50 лет и старше: К<sub>1</sub> (p=0,026) и К<sub>3</sub> (p=0,011) (табл 3-7. и 3-8.). При форсированном дыхании показатели существенно не отличались (p>0,05).

Было выявлено что с возрастом показатели спирометрии (ЖЕЛ, ОФВ<sub>1</sub>, МОС<sub>50</sub>, МОС<sub>75</sub>, СОС<sub>25-75</sub>) снижаются, а акустической работы дыхания (АРД, К) – возрастают. Так 95% ДИ показателей ЖЕЛ (л) в группе 16-29 лет составил 3,7-4,2, а в группе 50 лет и старше – 2,5-3,9. Ещё более выраженные (статистически значимые, p<0,05) различия выявлены по показателям ОФВ<sub>1</sub> (л) (3,5-4,1 и 2,3-3,1 соответственно), МОС<sub>50</sub> (л/с) (4,8-5,5 и 3,1-4,7), МОС<sub>75</sub> (л/с) (2,6-2,9 и 1,1-3,9), СОС<sub>25-75</sub> (л/с) (4,5-5,1 и 2,4-3,9). В этих же возрастных группах показатели АРД<sub>1</sub> (нДж) составили 25,9-49,8 и 33,6-203,8 соответственно, в основном за счёт среднечастотного диапазона – АРД<sub>3</sub> (21,8-44,2 и 32,5-181,7). Наиболее выраженные отличия выявлены по показателю К<sub>3</sub> (p<0,05) – 4,3-5,8 и 6,3-12,8 соответственно (рис.).

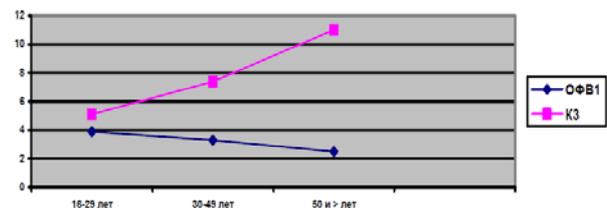


Рис. Динамика изменений показателей ОФВ<sub>1</sub> и К<sub>3</sub> в зависимости от возраста

Понятие нормы в медицине сложная и дискуссионная проблема. Наиболее обоснованными в современной медицине считаются клинические, статистические и эпидемиологические подходы к определению нормы [5,6,7].

Диагностическое определение нормы – это интервал значений количественного признака, которому соответствуют случаи без заболевания. Определяется как интервал значений признака в здоровой популяции, не перекрывающийся с интервалом значений признака в популяции больных. Процентильное определение нормы выражает интервал значений между установленными произвольно нижним или верхним процентилем общего диапазона [5]. Например, интервал, включающий 95% всех нижних результатов теста может быть определен как нормальный и только 5% выше могут быть определены как ненорма. Результаты теста по определению диапазона нормы предпочтительнее выражать не как «нормальные» или «патологические», а в терминах вероятности у больного заболевания, если результат теста достигает определённого уровня [8].

Для определения нормальных показателей АД и К был применен статистический подход, а именно – процентильное определение нормы (табл. 7).

Таблица 7

Акустические нормативы здорового дыхания (95% ДИ медианы показателей)

Показатели	Спокойное дыхание (n=129)				Форсированное дыхание (n=129)			
	АРД <sub>0</sub>	АРД <sub>1</sub>	АРД <sub>2</sub>	АРД <sub>3</sub>	АРД <sub>0</sub>	АРД <sub>1</sub>	АРД <sub>2</sub>	АРД <sub>3</sub>
ДИ (н)	513,7	32,9	2,8	29,1	1521,0	632,4	44,2	569,0
ДИ (в)	909,4	56,1	5,4	51,6	1738,2	769,7	67,2	706,4
Показатели	Спокойное дыхание (n=129)			Форсированное дыхание (n=129)			ИПК	
	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	К <sub>3</sub>	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	К <sub>3</sub>		
ДИ (н)	6,1	0,5	5,2	38,2	3,0	35,2	0,8	
ДИ (в)	8,3	0,6	7,5	47,9	4,1	43,0	1,2	

Примечание: ДИ (н), ДИ (в) – нижняя и верхняя границы 95%-ного доверительного интервала показателей медианы.

**Результаты и их обсуждение.** В течение многих лет одним из основных источников диагностической информации являются лёгочные звуки. Аускультация остаётся одним из самых известных и широко используемых в клинической практике методов исследования при заболеваниях лёгких. Однако уровень диагностических ошибок при использовании этого метода заставляет искать новые возможности для более точной оценки дыхательных шумов. Диагностическое значение лёгочных звуков недостаточно изучено, но в последнее десятилетие отмечается растущий интерес к акустике дыхания. Внедрение электроники и компьютерных технологий открывает новые возможности в изучении акустики дыхательных звуков, их обработке, архивировании и стандартизации [9]. В русле новых инновационных технологий получает развитие «телемедицина» [10].

Обследование больного с патологией органов дыхания относится к числу трудных задач внутренней медицины. При этом на долю больных, обратившихся к врачу общей практики, с патологией органов дыхания приходится от 25 до 30% случаев [6].

В случае непрямого аускультации звуки в большей или меньшей степени искажаются. Аускультация лёгких, однако, требует более точного представления звуков, чем обеспечивают современные фонендоскопы. Таким образом, становится очевидной проблема невозможности обеспечения объективной картины методом классической (опосредованной, не прямой) аускультации [11]. Сложность описания слышимых при аускультации дыхательных звуков отражается в количестве терминов, обозначающих те или иные звуки и отсутствии стандартизации. До настоящего времени аускультация лёгких остаётся более субъективным методом (зависящим от опыта врача), чем объективной наукой.

Появление мощных и компактных компьютеров сделало возможным цифровой анализ дыхательных звуков. Делаются попытки интеграции компьютерного анализа дыхательных шумов со спирометрическими исследованиями [9].

Однако результаты исследований в области акустики дыхания с применением современных компьютерных технологий неоднозначны. Расхождение в данных может быть обусловлено неодинаковыми методическими подходами к исследованию,

различным формированием групп обследуемых и другими причинами.

Значительным шагом в исследовании акустики дыхания стало создание КДК «Паттерн» и разработанного на его основе нового диагностического метода – БФГ [2,6].

Анализ литературных источников показал, что имеются противоречивые и малочисленные данные по применению БФГ у взрослых.

Недостаточная изученность применения акустического анализа дыхательных звуков с использованием КДК у взрослых ЗЛ и больных заболеваниями лёгких послужила основанием для проведения настоящего исследования, в ходе которого изучались акустические характеристики дыхания у здоровых лиц с помощью КДК и разработка объективных параметров нормального дыхания.

Было обследовано 129 ЗЛ в возрасте от 17 до 70 лет. ДИ основных показателей ФВД группы в целом были в пределах нормы и составили: ЖЕЛ – 88,3-94,2% д.в., ОФВ<sub>1</sub> – 99,7-104,1% д.в., ОФВ<sub>1</sub>/ЖЕЛ – 99,4-103,4%, СОС<sub>25-75</sub> – 98-108,6% д.в. Значимых различий, связанных с полом и возрастом (анализ проводился в трёх возрастных группах 16-29, 30-49 и 50 и более лет), не выявлено (p>0,05).

Анализ литературных источников по применению БФГ в диагностике заболеваний органов дыхания выявил малочисленность и противоречивость данных по акустическим параметрам дыхания ЗЛ [3]. Имеются исследования по созданию образцов акустических паттернов дыхания у здоровых детей первых 5 лет жизни [12]. Фактически не определены критерии нормы у взрослых. Понятие нормы в медицине всегда было предметом дискуссий. Наиболее обоснованными в настоящее время считаются клинические (диагностическое определение) и статистические (гауссово, процентильное) подходы к определению нормы [5]. Интервал, включающий 95% всех нижних результатов теста, был определён как нормальный. Результаты теста по определению диапазона нормы выражали не только как «нормальные», но и по вероятности у больного заболевания, если результат теста достигает определённого уровня (8).

Нами были исследованы паттерны дыхания ЗЛ. Определялись меры центральной тенденции (показывающие наиболее типичное значение для данной выборки) – медиану и рассеяния (отражающие разброс значений признака в выборке) – размах (разность максимального и минимального значений признака, в частности, интерквартильный размах или интервал, то есть, значение 25 и 75 процентилей). Вычисляли ДИ для Me различных параметров с вероятностью 95%. ДИ показателей АД и К в различных частотных диапазонах у ЗЛ составили (спокойное/форсированное дыхание): в базовом частотном диапазоне (0,2-1,2 кГц – АД<sub>0</sub>) – 513,7-909,4/1521,0-1738,2 нДж, общем – (1,2-12,6 кГц – АД<sub>1</sub>) – 32,9-56,1/632,4-769,7 нДж и К<sub>1</sub> – 6,1-8,3/38,2-47,9, высокочастотном – (5,0-12,6 кГц – АД<sub>2</sub>) – 2,8-5,4/44,2-67,2 нДж и К<sub>2</sub> – 0,5-0,6/3,0-4,1, среднечастотном – (1,2 - 5,0 кГц – АД<sub>3</sub>) – 29,1-51,6/569,0-706,4 нДж и К<sub>3</sub> – 5,2-7,5/35,2-43,0. ИПК 0,8-1,2. Анализ акустических параметров дыхания (спокойного и форсированного) отдельно у мужчин и женщин не выявил существенных (p>0,05) отличий: 95% ДИ АД<sub>0</sub> мужчин составил 538,2-1118,6/1459,1-1718,3 нДж, женщин – 408,6-902,9/1471,71852,5 нДж, АД<sub>1</sub> – 32,6-73,5/612,4-862,7 и 30,1-53,5/570,6-769,7 нДж соответственно, АД<sub>2</sub> – 2,8-5,5/40,9-82,4 и 2,5-6,7/44,0-66,0 нДж, АД<sub>3</sub> – 30,7-69,0/553,8-802,8 и 24,8-41,3/526,6-706,4 нДж, К<sub>1</sub> – 6,3-9,3/39,5-53,0 и 5,7-8,5/33,2-47,4, К<sub>2</sub> – 0,4-0,6/2,9-4,5 и 0,5-0,8/2,6-4,0, К<sub>3</sub> – 5,5-8,9/36,1-49,5 и 4,9-7,7/31,2-42,1. ИПК 0,8-1,3 и 0,5-1,2 соответственно.

Также проведён анализ дыхательных звуков ЗЛ в различных возрастных группах. Сопоставление трёх возрастных групп (16-29 лет, 48 чел.; 30-49 лет, 42 чел.; 50 лет и старше – 18 чел.) по методу Краскела-Уоллиса (медианный тест) [5] выявило значимые различия в акустических параметрах в режиме спокойного дыхания между возрастными группами по показателям Me (25%, 75%): АД<sub>1</sub> 16-29 лет – 31,4 (11,8;65,6), 30-49 лет – 53,6 (27,4;117,6), 50 лет и старше 72,6 (34,9;201,0) (p=0,012), АД<sub>3</sub> 16-29 лет – 27,2 (10,7;55,4), 30-49 лет – 43,9 (20,5;111,2), 50 лет и старше – 70,9 (33,1;180,9) (p=0,012), К<sub>1</sub> 16-29 лет – 6,2 (4,3;10,0), 30-49 лет – 0,6 (0,4;1,0), 50 лет и старше – 5,1 (3,6;9,0) (p=0,003), К<sub>3</sub> 16-29 лет – 11,8 (6,8;13,2), 30-49 лет 0,6 (0,4;0,7), 50 лет и старше – 11,0 (6,3;12,8) (p=0,002), то есть, по всему спектру в целом и его среднечастотной части. И отсутствие различий в

базовом диапазоне (200-1200Гц –  $APD_0$ ) ( $p=0,112$ ). Сравнение акустических параметров дыхания между отдельными группами по критериям Манна-Уитни выявило статистически значимые различия между группами 16-29 лет и 50 лет и старше:  $APD_1$  ( $p=0,005$ ),  $APD_3$  ( $p=0,006$ ),  $K_1$  ( $p=0,001$ ),  $K_3$  ( $p=0,001$ ). Несколько менее выраженные различия выявлены и между группами 30-49 лет и 50 лет и старше:  $K_1$  ( $p=0,026$ ) и  $K_3$  ( $p=0,011$ ). При форсированном дыхании показатели существенно не отличались ( $p>0,05$ ).

Учитывая выявленные различия, особенно между возрастными группами 16-29 лет и 50 лет и старше, требуются дальнейшие исследования для уточнения ДИ нормы в зависимости от возраста. Это тем более актуально, что в практике привычной нам аускультации нет возрастных различий нормального дыхания у взрослых (как например, выделяемого «пузырильного» дыхания у детей).

**Заключение.** Анализ результатов БФГ ЗЛ позволил определить диапазон нормальных значений и сформировать «паттерн здорового дыхания» или акустические нормы дыхания ЗЛ. Данные параметры могут служить ориентирами при проведении БФГ. Для диагностики заболеваний лёгких можно использовать те значения, которые превышают 95% ДИ контрольной группы.

#### Литература

1. Чучалин, А.Г. Белая книга пульмонологии. Москва, 2003. 68 с.
2. Малышев, В.С. Научный метод обработки информации при акустической диагностике влияния производственной среды на здоровье человека В.С. Малышев: автореф. дис. ... докт. биол. наук / В.С. Малышев. Тула, 2002. 45 с.
3. Хадарцев, А.А. Теория и практика восстановительной медицины: монография / А.А. Хадарцев, Л.И. Камнев, И.В. Панова [и др.]; под ред. В.А. Тутельяна: Т.И. Интегральная диагностика и восстановительное лечение заболеваний органов дыхания, в том числе профессиональных. Тула: ООО РИФ «ИНФРА»; М: РАМН, 2005. 222 с.
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. Реброва, О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. 3-е изд. М.: Медиа-Сфера, 2006. 312 с.
6. Респираторная медицина: в 2 т. / под ред. А.Г. Чучалина. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2007. Т.1. 800 с.
7. Pellegrino, R. Interpretative strategies for lung function tests / R. Pellegrino, G. Viegy, V. Brusasco [et al] // Eur Respir J. 2005. V. 26. P. 948–968.
8. Гринхальх, Т. Основы доказательной медицины / Т. Гринхальх; пер. с англ. М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. 240 с.
9. Науменко, Ж.К., Неклюдова Г.В., Чикина С.Ю., Черняк А.В. Новые функциональные методы исследования: импульсная осциллометрия и бронхофонография / Ж.К. Науменко, Г.В. Неклюдова, С.Ю. Чикина, А.В. Черняк // Атмосфера. Пульмонология и аллергология. 2007. №2. С.14–17.
10. Vitacca, M. Telemedicine and home care: controversies and opportunities / M. Vitacca, S. Scalvini, A. Spanevello [et al] // Breathe. 2006. V.3. N.2. P. 149–158.
11. Sackett, D.L., Haynes, R.B., Guyatt, G.H., Tugwell, P. Clinical epidemiology - a basic science for clinical medicine. Lond.: Little, Brown, 1991. P.110
12. Sackett, D.L., Haynes, R.B., Guyatt, G.H., Tugwell, P. Clinical epidemiology – a basic science for clinical medicine. Lond.: Little, Brown, 1991. P.110
13. Старостина, Л.С. Функция внешнего дыхания у детей раннего возраста с различными заболеваниями бронхолегочной системы: автореф. дис. ... канд. мед. наук : / Л.С. Старостина. ... Москва, 2009. 23 с.

#### APPLICATION OF BRONCHOPHONOGRAPHY FOR TESTING ACOUSTIC INDICES OF NORMAL HEALTH

A.A. GUSEINOV, K.O. MINKAILOV, A.M. KERIMOVA,  
K.A. GUSEINOVA

Dagestan Medical Academy, Makhachkala

Bronchophonography is a new non-invasive method of diagnosing pulmonary diseases. The opportunity of BPhG application for

testing objective quantitative acoustic indices of healthy persons' breath has been studied 129 person have been examined. The acoustic equivalent of work of breathing in various frequency ranges from 200 up to 12600 Hz at quiet and forced breathing has been determined. The analysis of 1290 bronchophonograms has been carried out. Acoustic indices of healthy breath have been determined, which can be used in diagnosing diseases of lungs.

**Key words:** Bronchophonography, diseases of lungs, diagnostics.

УДК 612.63

#### НОВЫЕ АСПЕКТЫ ПРОФИЛАКТИКИ ПРЕЖДЕВРЕМЕННЫХ РОДОВ СРЕДИ ПАЦИЕНТОК, ИМЕЮЩИХ СИМПТОМЫ УГРОЗЫ ПРЕРЫВАНИЯ БЕРЕМЕННОСТИ

П.Г. МАРТЫНЕНКО, В.Г. ВОЛКОВ, Ф.Я. ЗАЙКИНА, И.В. КУЗЬМИНА,  
Т.А. ЛОГИНОВА\*

В оригинальной статье содержатся данные относительно методики прогнозирования спонтанных преждевременных родов до 35 недель беременности среди пациенток, имеющих симптомы угрозы прерывания беременности. Наиболее значимыми критериями диагностики были ширина и длина цервикального канала шейки матки, определенные с помощью вагинального ультразвукового сканирования. Так же описаны критерии, при наличии которых, имеется эффективность применения 200 мг прогестерона ежедневно.

**Ключевые слова:** преждевременные роды, длина цервикального канала, профилактика, прогестерон, беременность.

Актуальность профилактики спонтанных преждевременных родов обусловлена высоким уровнем заболеваемости и смертности недоношенных младенцев, тенденцией к росту количества недоношенных новорожденных в развитых странах [6,8].

**Цель исследования.** В настоящее время, несмотря на достигнутые успехи в снижении младенческой смертности среди недоношенных новорожденных, благодаря применению глюкокортикостероидов в антенатальном периоде [4], использованию новых технологий в выхаживании, остаются безуспешными попытки пролонгировать беременность на более длительный срок у пациенток, уже имеющих симптомы угрожающих преждевременных родов. С этой целью применяются препараты из группы токолитиков, однако, эффективность их применения остается спорной [2,3,7,9]. По имеющимся литературным данным основной целью их применения в настоящее время является пролонгирование беременности для проведения курса глюкокортикостероидов [1]. В то же время, в литературе имеются данные относительно эффективности применения прогестерона для профилактики спонтанных преждевременных родов у пациенток, имеющих укорочение цервикального канала, но без наличия симптомов угрозы прерывания [5]. Однако, исследований об эффективности данного вмешательства у пациенток с симптомами угрозы прерывания беременности во II и III триместрах крайне мало. Поэтому, целью данного исследования стало определить наиболее значимые критерии для прогнозирования недонашивания беременности у пациенток, имеющих симптомы преждевременных родов и целые плодные оболочки на этапе поступления в стационар, а также эффективность применения прогестерона в выявленной группе риска для предотвращения преждевременных родов.

**Материалы и методы исследования.** Объектом проспективного анализа были 125 пациенток, поступавших в стационар Тульского областного перинатального центра с симптомами угрожающих преждевременных родов в течение 2009 г.

Критериями включения в исследование были: срок беременности 22-33+6 недели, наличие симптомов угрожающих преждевременных родов (боли в животе различной интенсивности и регулярности, сукровичные выделения из половых путей). Критерии исключения: срок беременности менее 22 и более 33+6 недель, активная фаза первого периода родов, диагностированная преждевременная отслойка плаценты, предлежание плаценты с кровотечением, пороки развития плода, тяжелая преэклампсия, резус-конфликтная беременность, нарушение маточно-плацентарного кровотока II-III степени, нарушенная целостность плодных оболочек.

Всем пациенткам при поступлении в стационар проводилась пальцевая оценка состояния шейки матки, включающая длину и ширину цервикального канала, а так же трансвагинальное ультра-

\* Тульский государственный университет, медицинский институт