

## ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МЕТОДА БРОНХОФОНОГРАФИИ В КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАБИЛИТАЦИИ С КИНЕЗИОТЕРАПИЕЙ ПРИ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЕ У ПОДРОСТКОВ В САНАТОРИИ

Гудкова М.А.<sup>1</sup>, Мокина Н.А.<sup>1,3</sup>, Пятин В.Ф.<sup>3</sup>, Шалдыбина Ю.Э.<sup>3</sup>, Горяинов Ю.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГБУЗ «Самарский областной детский санаторий (СОДС) «Юность», г. Самара, Россия;

<sup>2</sup>ГБУЗ СО «Кошкинская ЦРБ», Самарская область, с. Кошки, Россия, yura-7777@mail.ru;

<sup>3</sup>ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, pyatin\_vf@list.ru

В данное исследование было рандомизировано 88 пациентов с бронхиальной астмой (БА) среднетяжелого персистирующего течения. Опытная группа включала 41 чел. (средний возраст 14,4±2,6 лет), в том числе 22 чел. мужского пола (13,5±2,0 лет) и 19 женского пола (15,6±2,9 лет). Контрольная группа включала 47 чел. (средний возраст 13,9±1,3 лет), в том числе 24 чел. мужского пола (13,1±1,4 лет) и 23 – женского пола (14,7±2,3 лет). Все подростки-участники данного исследования находились в ремиссии и получали реабилитационное лечение в санатории, пациенты опытной группы получали ЛФК, дополненную методом кинезиотерапии с использованием тренажера для глубокой тренировки мышц “Power Plate”. Эффективность проводимого лечения оценивалось методами: спирометрии и бронхофонографии (БФГ). В опытной группе проводилась также оценка парциального напряжения кислорода и бронхофонографии в динамике: до нагрузки, на 30 секунде, 2,5 мин, 5,5 мин, 8 минуте после нагрузки. Изменения акустической работы дыхания характеризовались повышением АД от исходного уровня через 30 сек и 2,5 мин и затем – снижением АД до уровня в два раза ниже исходного на 5,5 и 8 мин, что обусловлено физиологическими механизмами регуляции легочной вентиляции на фоне мышечной активности. Полученные результаты по применению метода БФГ для анализа АД, в комплексной оценке эффективности реабилитации с кинезиотерапией при БА у подростков, позволяют рекомендовать его для применения в оценке эффективности проводимой терапии при БА у подростков, в том числе на санаторном этапе.

Ключевые слова: реабилитация, бронхиальная астма, подростки, бронхофонография (БФГ), акустическая работа дыхания (АРД).

## INVESTIGATIONS OF POSSIBILITIES OF BRONCHOPHONOGRAPHY IN EVALUATION OF EFFECTIVENESS OF REHABILITATION WITH KINESIOTHERAPY IN BRONCHIAL ASTHMA IN ADOLESCENTS AT SANATORIUM

Gudkova M.A.<sup>1</sup>, Mokina N.A.<sup>1,3</sup>, Pyatin V.F.<sup>3</sup>, Shaldybina Y.E.<sup>3</sup>, Goryainov Y.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Samara Regional children's sanatorium (SODS) "Youth", Samara, Russia;

<sup>2</sup>Koshkinsky CRH ", Samara region, s. Koshki, Russia, yura-7777@mail.ru;

<sup>3</sup>Samara State Medical University, Samara, pyatin\_vf@list.ru

In this study 88 patients with moderate persistent bronchial asthma (BA) were randomized. The experimental group consisted of 41 people (14,4 ± 2,6 years), including 22 males (13,5 ± 2,0 years) and 19 females (15,6 ± 2,9 years). The control group consisted of 47 people (13,9 ± 1,3 years), including 24 males (13,1 ± 1,4 years) and 23 females (14,7 ± 2,3 years). All adolescents were in remission and had rehabilitation treatment in sanatorium during the study. Patients of the experimental group had physiotherapy supplemented by using the simulator for deep muscle training “Power Plate”. The effectiveness of the treatment was assessed by: spirometry and bronchophonography (BFG). In the experimental group carried out an assessment of oxygen tension and BFG in dynamics: basically, in 30 seconds, in 2.5 minutes, in 5.5 minutes, in 8 minutes after the exercises. Changes in acoustic work of breathing (AWB) characterized by increase AWP from baseline after 30 seconds and 2.5 minutes, and then – to decrease AWP levels below twice the original 5.5 and 8 minutes, which is due to physiological mechanisms of regulation of pulmonary ventilation. The obtained results allow to recommend application and further study of opportunities of BFG in the assessment of effectiveness of treatment in adolescent patients with asthma, including sanatorium stage.

Keywords: rehabilitation, asthma, adolescents, bronchophonography (BFG), acoustic work of breathing (AWB).

**Актуальность.** При хронических болезнях легких: бронхиальная астма (БА), хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ), снижаются дыхательные объемы, и этот процесс, как правило, при хроническом и многолетнем течении заболевания имеет прогрессирующий и не всегда полностью обратимый характер. ХОБЛ приводит к гибели почти 3 миллионов человек в год. Рядом авторов показано, что у взрослых пациентов с умеренной и тяжелой формой ХОБЛ, кинезотерапия улучшает состояние, влияя на показатели спирометрии – пиковую скорость выдоха (ПСВ) и др., механику дыхания и качество жизни [4]. Показано также, что тренировка мышц улучшает легочную функцию, силу и выносливость дыхательной мускулатуры у пациентов после хирургических вмешательств на легких, в частности, отмечается улучшение инспираторного усилия на вдохе, происходит более раннее восстановление легочных объемов даже у тучных пациентов [6].

На сегодня спирометрические исследования являются базовыми при исследовании эффекторных механизмов регуляции скорости экспираторного потока в физиологических исследованиях при разных функциональных состояниях здоровых людей [3], а в последние годы в респираторной диагностике начал активно применяться цифровой анализ дыхательных звуков [1,2,5]. Новым методом акустического анализа дыхательных звуков является использование компьютерно-диагностического комплекса (КДК) "Паттерн" н (Россия), в котором регистрация (сканирование) респираторного цикла производится через высокочувствительный датчик, помещаемый в ротовую полость пациента [1].

Расширение спектра методов физиологической респираторной оценки эффективности реабилитации имеет важное практическое значение [3]. В настоящее время активно изучается эффективность и влияние на легочную функцию, при болезнях легких, у взрослых таких методов реабилитации, как физиотерапия, кинезиотерапия [6]. В то же время исследований по оценке эффективности реабилитации с кинезиотерапией у детей и подростков проводилось немного [1, 7].

**Цель исследования.** Изучить возможности применения метода анализа акустической работы дыхания в комплексной оценке эффективности реабилитации с компонентом кинезиотерапии при бронхиальной астме у подростков.

**Материал и методы.** После получения информированного согласия была проведена рандомизация и сформировано две группы сравнения из подростков с диагнозом бронхиальная астма (БА) среднетяжелого персистирующего течения. Опытная группа включала 41 чел. (средний возраст  $14,4 \pm 2,6$  лет), в том числе 22 чел. мужского пола ( $13,5 \pm 2,0$  лет) и 19 женского пола ( $15,6 \pm 2,9$  лет). Контрольная группа включала 47 чел. (средний

возраст  $13,9 \pm 1,3$  лет), в том числе 24 чел. мужского пола ( $13,1 \pm 1,4$  лет) и 23 – женского пола ( $14,7 \pm 2,3$  лет).

Все подростки-участники исследования находились на реабилитационном лечении в санатории и получали стандартный курс лечения согласно приказу МЗ и СР № 221 от 22 ноября 2004 г. «Об утверждении стандарта санаторно-курортной помощи». При этом пациенты опытной группы получали ЛФК, дополненную методом кинезиотерапии с использованием тренажера для глубокой тренировки мышц “*Power Plate*”.

Эффективность проводимого лечения, исходно (1–3 день) и по окончании санаторного лечения (18–21 день), оценивалась методами: спирометрии на спироанализаторе *Super Spiro* (MicroMedical, Великобритания), с определением основных параметров функции внешнего дыхания: ОФВ1, ФЖЕЛ, ПСВ, МОС 75–25, бронхофонографии. Бронхофонография (БФГ) – изучение показателей акустического паттерна дыхания – проводилась на аппарате КДК Паттерн (Россия), с последующей цифровой обработкой с помощью прикладной программы *Pattern Analyzer* и получением количественных показателей, характеризующих респираторный цикл – акустическую работу дыхания (АРД). АРД – это выраженный в мДж акустический эквивалент работы дыхательных мышц в различных частотных диапазонах: АРД0 0,2–1,2 кГц – низкочастотный диапазон; АРД1 1,2–12,6 кГц, общий диапазон; АРД2 5,0–12,6 кГц – высокочастотный диапазон; АРД3 1,2–5,0 кГц – среднечастотный диапазон. Проводился также анализ интенсивности акустического феномена дыхания в относительных единицах – коэффициентах: К1 – отношение суммарных данных по акустической работе в среднем и высокочастотном диапазоне к работе в низкочастотном диапазоне, К2 – отношение данных по акустической работе в высокочастотном диапазоне к работе в низкочастотном диапазоне, К3 – отношение данных по акустической работе в среднечастотном диапазоне к работе в низкочастотном диапазоне [1].

Принималось во внимание, что при нарушении проходимости в верхних дыхательных путях увеличивается акустическая работа дыхания, что приводит к изменению данных по акустической работе дыхания в низкочастотном диапазоне (0,2–1,2 кГц); в этом случае наблюдается уменьшение значений коэффициентов К2 и К3. При нарушении проходимости в нижних дыхательных путях также увеличивается акустическая работа дыхания в среднечастотном диапазоне (1,2–5,0 кГц); нарушение проводимости нижних дыхательных путей чаще всего вызвано скоплением мокроты, спазмом бронхов и бронхиол. Поскольку нарушение проводимости нижних дыхательных путей редко бывает изолированным, акустическая работа дыхания может увеличиваться как в высокочастотном диапазоне (5,0–12,6 кГц), так и на всех частотах – общий диапазон (1,2–12,6 кГц) [1].

В опытной группе дополнительно, на фоне кинезиотерапии с использованием тренажера *Power Plate*, до нагрузки, на 30 секунде, 2,5 мин, 5,5 мин, 8 минуте после нагрузки, анализировались показатели: АД – акустики дыхания в динамике, значения парциального напряжения кислорода, до и после нагрузки.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы IBM SPSS Statistics 21.0.

**Результаты.** Средние значения параметров спирометрии исходно и по окончании лечения достоверно не различались в опытной и контрольной группах. В опытной группе показатели спирометрии до и после лечения различались (при  $p < 0.05$ ) только по положительному приросту ОФВ 1% после санаторного лечения, на 18–21 день (таб.1).

Таблица 1

**ОФВ1 до и после санаторного лечения (по t-критерию Стьюдента)\***

Показатель	M±m	t
ОФВ1% исходно	95,88±4,17	2,0
ОФВ1% после лечения	96,78±3,80	2,204

\*При  $p < 0.05$ .

Были вычислены средние значения исследуемых показателей БФГ исходно и в динамике, на фоне санаторного лечения, значения t-критерия для исследуемых параметров БФГ. Средние значения параметров БФГ исходно и по окончании лечения достоверно не различались в опытной и контрольной группах.

Значения параметров БФГ, на фоне кинезиотерапии, для опытной группы, в низкочастотном диапазоне (0,2-1,2 кГц), с указанием значений t и p приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Средние значения исследуемых показателей БФГ в опытной группе, по t-критерию, исходно и в динамике на фоне использования кинезиотерапии\***

Показатель	M±m	t
<b>0.2-1.2 кГц</b>		
0.2-1.2 кГц до нагрузки	427,01±87,29	3,13
0.2-1.2 кГц через 30 сек	826,35±109,74	4,81
0.2-1.2 кГц через 2,5 мин	953,86±108,76	2,77
0.2-1.2 кГц через 5,5 мин	425,15±48,44	2,63
0.2-1.2 кГц через 8 мин	238,11±17,87	2,66
<b>1.2-5.0 кГц</b>		

1.2-5.0 кГц до нагрузки	47,07±11,91	2,531
1.2-5.0 кГц через 30 сек	101,93±24,02	2,718
1.2-5.0 кГц через 2,5 мин	83,54±14,68	1,799
1.2-5.0 кГц через 5,5 мин	13,72±2,06	2,001
1.2-5.0 кГц через 8 мин	8,84±1,11	1,604
<b>5.0-12.6 кГц</b>		
5.0-12.6 кГц до нагрузки	0,73±0,23	2,047
5.0-12.6 кГц через 30 сек	1,83±0,56	2,097
5.0-12.6 кГц через 2,5 мин	0,81±0,12	2,487
5.0-12.6 кГц через 5,5 мин	0,39±0,04	3,119
5.0-12.6 кГц через 8 мин	0,28±0,01	4,516
<b>1.2-12.6 кГц</b>		
1.2-12.6 кГц до нагрузки	47,75±12,12	2,523
1.2-12.6 кГц через 30 с	103,82±24,53	2,710
1.2-12.6 кГц через 2,5 мин	84,34±14,78	1,805
1.2-12.6 кГц через 5,5 мин	14,12±2,09	2,023
1.2-12.6 кГц через 8 мин	8,84±1,11	1,604

\*При  $p < 0.05$ .

Как видно из таблицы 2, на низкочастотном диапазоне (0,2-1,2 кГц), при применении кинезиотерапии, отмечалась следующая картина. Исходное, до-нагрузочное, значение акустической работы дыхания (АРД) повышалось на 30 секунде и 2,5 минутах после нагрузки, а затем, уменьшаясь практически до исходного уровня через 5,5 минут, почти в два раза снижалось через 8 минут после кинезио-терапевтической нагрузки (таб.). Значения для среднечастотного диапазона (1,2-5,0 кГц), с указанием значений  $t$  и  $p$ , также приведены в таблице.

На среднечастотном диапазоне (1,2–5,0 кГц), в опытной группе, отмечалось также некоторое повышение АРД через 30 сек и 2,5 мин, по сравнению с исходным уровнем, а затем – резкое снижение АРД через 5,5 и 8 мин в 3,5 и в 5 раз – соответственно (таб.). Значения показателей для высокочастотного диапазона (5,0–12,6 кГц), в опытной группе, с указанием значений  $t$  и  $p$ , приведены в таблице. Как видно из таблицы, на высокочастотном диапазоне (5,0–12,6 кГц) отмечалась аналогичная закономерность: повышение АРД от

исходного уровня через 30 сек и 2,5 мин, а затем – снижение АД до уровня в два раза ниже исходного на 5,5 и 8 мин.

Значения показателей для общего диапазона (1,2–12,6 кГц), в опытной группе, с указанием значений *t* и *p*, приведены в таблице 2. Как видно из таблицы, на общем диапазоне (1,2–12,6 кГц) прослеживалась аналогичная тенденция повышения АД на 30 сек и 2,5 мин, с последующим снижением АД на 5,5 мин и 8 мин.

Как видно из таблицы 3, для коэффициентов К1, К2 и К3 отмечалась аналогичная тенденция.

Таблица 3

**Средние значения исследуемых показателей БФГ, по *t*-критерию, исходно и в динамике на фоне использования кинезиотерапии, в опытной группе, для К1 –К3\***

Показатель	Среднее	<i>t</i>
<b>Коэффициент К1</b>		
К1 на 1.2-12.6 кГц до нагрузки	8,97±1,15	4,978
К1 на 1.2-12.6 кГц через 30 с	9,55±1,24	4,924
К1 на 1.2-12.6 кГц через 2,5 мин	4,90±0,51	3,020
К1 на 1.2-12.6 кГц через 5,5 мин	4,38±0,29	2,957
К1 на 1.2-12.6 кГц через 8 мин	2,66±0,16	4,956
<b>Коэффициент К2</b>		
К2 на 1.2-5.0 кГц до нагрузки	7,62±0,77	6,370
К2 на 1.2-5.0 кГц через 30 с	8,89±1,11	5,117
К2 на 1.2-5.0 кГц через 2,5 мин	4,67±0,52	2,825
К2 на 1.2-5.0 кГц z 4через 5,5 мин	4,21±0,29	2,885
К2 на 1.2-5.0 кГц через 8 мин	2,53±0,16	4,670
<b>Коэффициент К3</b>		
К3 на 5.0-12.6 кГц до нагрузки	1,35±0,50	1,732
К3 на 5.0-12.6 кГц через 30 с	0,656±0,18	2,331
К3 на 5.0-12.6 кГц через 2,5 мин	0,24±0,04	2,007

КЗ на 5.0-12.6 кГц через 5,5 мин	0,17±0,01	3,005
КЗ на 5.0-12.6 кГц через 8 мин	0,14±0,07	5,750

Значения  $PO_2$ , в опытной группе, было несколько выше до нагрузки и ниже на 8 мин после нагрузки, соответственно:  $98,68 \pm 0,48$  и  $97,53 \pm 0,91$ , но без достоверности различий ( $p > 0,05$ ).

**Выводы.** Таким образом, изменения акустической работы дыхания характеризовались повышением АД от исходного уровня через 30 сек и 2,5 мин и затем – снижением АД до уровня в два раза ниже исходного на 5,5 и 8 мин. Полученные результаты можно объяснить физиологическими механизмами регуляции легочной вентиляции на фоне мышечной активности, когда первоначальный физиологический прирост вентиляции легких сопровождается повышением акустической работы дыхания (через 30 сек и 2,5 мин), а затем сменяется «плато» – снижением АД до уровня в два раза ниже исходного на 5,5 и 8 мин. В период «плато» отмечается недостоверное снижение  $PaO_2$ , что компенсаторно усиливает транспорт газов через аэрогематический барьер, возбуждая периферические и центральные хеморецепторы, и усиливает оксигенацию на периферии, за счет повышенного поглощения  $O_2$  дыхательными мышцами. Таким образом, полученные результаты по применению метода анализа акустической работы дыхания, в комплексной оценке эффективности реабилитации с компонентом кинезиотерапии при бронхиальной астме у подростков позволяют рекомендовать его, с учетом достоверной чувствительности и специфичности, возможности документирования результатов, возможностей метода объективно отражать физиологические респираторные процессы, – для применения в оценке эффективности проводимой терапии при БА у подростков, в том числе на санаторном этапе.

### Список литературы

1. Геппе Н.А., Малышев В.С., Старостина Л.С., Колосова Н.С., Боровкова А.М., Балева Л.С. Бронхофонография в педиатрии. – М., 2012. – 55 с.
2. Мокина Н.А. Сравнительный анализ факторов риска развития бронхолегочных нарушений у подростков. Статья // Пульмонология. – 2011. – № 4. – С. 44-48.
3. Пятин В.Ф., Широлапов И.В. Однократная вибрационная нагрузка значительно увеличивает скорость экспираторного воздушного потока у человека // Вестник ТГУ. Серия «биология и экология». – 2009. – № 2. – С.38-42.

4. Casali CC(1), Pereira AP, Martinez JA, de Souza HC, Gastaldi AC. Effects of inspiratory muscle training on muscular and pulmonary function after bariatric surgery in obese patients. *Obes Surg.* 2011 Sep;21(9):1389-94. doi: 10.1007/s11695-010-0349.
5. Charleston-Villalobos S, Torres-Jiménez A, González-Camarena R et al. Assessing the variability in respiratory acoustic thoracic imaging (RATHI). *Comput Biol Med.* 2014 Feb; 45:58-66.
6. Osiadło GM(1), Dzierzega JE. [Effectiveness of respiratory kinesiotherapy in chronic obstructive pulmonary disease]. *Wiad Lek.* 2007; 60(9-10): 418-421.
7. Sánchez I, Navarro H, Bertrand P, Alvarez C, Lisboa Acoustic analysis of wheezing in infants with acute bronchial obstruction. A follow-up study. *Rev Med Chil.* 2002 Jul; 130(7):760-767.

**Рецензенты:**

Купаев В.И., д.м.н., зав. кафедрой семейной медицины ИПО ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет», МЗ РФ, г. Самара;

Сиротко И.И., д.м.н., профессор кафедры терапии ИПО ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет», МЗ РФ, г. Самара.