

DOI: 10.38025/2078-1962-2020-98-4-20-25
УДК 616.248:616-08-039.34:615.823

Физическая реабилитация детей с бронхиальной астмой

^{1,2}Лян Н.А., ^{1,2}Турова Е.А., ³Иванова И.И., ²Бокова И.А., ⁴Калиновская И.И.¹Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия²Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России, Москва, Россия³Главное медицинское управление Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия⁴Детский бронхолегочный санаторий №15 Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия

Резюме

Наличие у детей с бронхиальной астмой нарушений бронхиальной проходимости, гиперсекреции, ухудшение дренажной функции бронхов определяет необходимость разработки новых технологий кинезотерапии, направленных на очищение бронхиального дерева от вязкой мокроты, укрепление мускулатуры грудной клетки. В этом плане перспективно применение высокочастотной осцилляции грудной клетки.

Цель. Изучение эффективности применения высокочастотной осцилляции грудной клетки у детей с бронхиальной астмой.

Материалы и методы. Обследованы 60 детей с бронхиальной астмой в возрасте от 6 до 17 лет. Основную группу составили 30 детей, которые получали воздействие высокочастотной осцилляцией грудной клетки, в группу сравнения вошли 30 детей, получавших только базовую терапию, включающую базисную противоастматическую терапию и дыхательную гимнастику.

Результаты. В ходе исследования была выявлена положительная динамика клинико-функциональных показателей, характеризующаяся уменьшением частоты влажного и сухого приступообразного кашля и его исчезновением, усилением выделения мокроты, нормализацией аускультативной картины в легких на фоне улучшения показателей функции внешнего дыхания и дыхательной экскурсии грудной клетки. Более выраженная динамика отмечалась у детей со среднетяжелым течением заболевания, находившимся в периоде неполной ремиссии и имевшим исходно более низкие показатели компьютерной флоуметрии.

Заключение. На основании проведенных исследований научно обоснована возможность применения высокочастотной осцилляции грудной клетки в комплексной медицинской реабилитации детей с бронхиальной астмой. Изучены особенности действия высокочастотной осцилляции грудной клетки на клиническое течение бронхиальной астмы, характеризующееся улучшением бронхиальной проходимости, усилением отхождения мокроты, улучшением подвижности ребер, диафрагмы, и биомеханики дыхания. Установлена высокая терапевтическая эффективность высокочастотной осцилляции грудной клетки при лечении бронхиальной астмы у детей – 93,3%, что достоверно выше, чем в группе сравнения (73,3%, $p < 0,05$).

Ключевые слова: дети, бронхиальная астма, медицинская реабилитация, кинезотерапия, высокочастотная осцилляция грудной клетки.

Для цитирования: Лян Н.А., Турова Е.А., Иванова И.И., Бокова И.А., Калиновская И.И. Физическая реабилитация детей с бронхиальной астмой. Вестник восстановительной медицины. 2020; 98 (4): 20–25. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-98-4-20-25>

Для корреспонденции: Лян Наталья Анатольевна, e-mail: nlyan@yandex.ru

Статья получена: 17.07.2020 **Статья принята к печати:** 31.07.2020 **Опубликована онлайн:** 30.08.2020

Physical Rehabilitation of Children with Bronchial Asthma

^{1,2}Lyan N.A., ^{1,2}Turova E.A., ³Ivanova I.I., ²Bokova I.A., ⁴Kalinovskaya I.I.¹Moscow Scientific Practical Center of Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Department of Healthcare, Moscow, Russian Federation²Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation³The Main Medical Department of the Administrative Department of the President of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation⁴State-funded health institution Children's bronchopulmonary sanatorium № 15 of Moscow Department of Healthcare, Moscow, Russian Federation

Abstract

The presence in children with bronchial asthma of disorders of bronchial patency, hypersecretion, deterioration of the drainage function of the bronchi determines the need to develop new technologies of kinesotherapy aimed at cleansing the bronchial tree from viscous sputum, strengthening the chest muscles. In this regard, the use of high-frequency thoracic oscillation is promising.

Purpose. Study of the effectiveness of high frequency chest oscillation in children with bronchial asthma.

Materials and methods. 60 children with bronchial asthma aged 6 to 17 years were examined. The main group was 30 children who received exposure to high frequency chest oscillation, the comparison group included 30 children who received only basic therapy, including basic anti-asthma therapy and respiratory gymnastics.

Results. In the course of the study, positive dynamics of clinical-functional indicators was revealed, characterized by a decrease in the frequency of wet and dry seizure cough and its disappearance, increased sputum discharge, normalization of the auscultal picture in the lungs against the background of improving the performance of external breathing and respiratory excursion of the chest. More pronounced dynamics were observed in children with a moderate disease course, who were in incomplete remission and had initially lower computer flowmetry rates.

Conclusion. Based on the studies, the possibility of using high-frequency chest oscillation in the comprehensive medical rehabilitation of children with bronchial asthma was scientifically substantiated.

Peculiarities of action of high-frequency thoracic oscillation on clinical course of bronchial asthma characterized by improvement of bronchial patency, enhancement of sputum withdrawal, improvement of mobility of ribs, diaphragm, and biomechanics of respiration are studied.

High therapeutic effectiveness of high-frequency chest oscillation in the treatment of bronchial asthma in children was established – 93.3%, which is significantly higher than in the comparison group (73.3%, $p < 0.05$).

Keywords: children, bronchial asthma, medical rehabilitation, kinesotherapy, high frequency chest oscill

For citation: Lyan N.A., Turova E.A., Ivanova I.I., Bokova I.A., Kalinovskaya I.I. Physical Rehabilitation of Children with Bronchial Asthma. Bulletin of rehabilitation medicine. 2020; 98(4): 20–25. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-98-4-20-25>

Correspondence address: Natalya A. Lyan, e-mail: nlyan@yandex.ru

Received: Jul 17, 2020 **Accepted:** Jul 31, 2020 **Published online:** Aug 30, 2020

Введение

Актуальной проблемой педиатрии является медицинская реабилитация детей с хроническими заболеваниями органов дыхания, среди которых особое место занимает бронхиальная астма (БА), которая оказывает существенное влияние на физическое, психоэмоциональное развитие ребенка, способствует снижению качества жизни пациентов, а в ряде случаев приводит к инвалидности [1].

Под воздействием специфических и неспецифических факторов развивается воспалительный процесс в дыхательных путях, хроническое течение которого клинически проявляется гиперреактивностью бронхов, отеком слизистой оболочки, увеличением продукции бронхиального секрета с появлением густой, вязкой слизи в просвете, что приводит к нарушению бронхиальной проходимости и приступам затрудненного дыхания. вызывает морфологические и функциональные изменения бронхов. Под воздействием острого и хронического воспаления происходят морфологические и функциональные изменения бронхов, называемые ремоделированием дыхательных путей. Связанные с ним структурные изменения включают гиперплазию гладких мышц, утолщение стенок дыхательных путей, развитие субэпителиального фиброза, утолщение базальной мембраны, а также потерю нормальной растяжимости дыхательных путей [2]. В случае развития такого тяжелого осложнения, как эмфизема легких, количество воздуха в легких повышается. Такой избыточный воздух не участвует в дыхании, что приводит к неполноценной работе легких.

Для достижения контроля над заболеванием с успехом применяются препараты для быстрого купирования симптомов и средства для долгосрочного контроля над заболеванием. С дренирующей целью назначаются муколитики, массаж, лечебная физкультура, методы аппаратной физиотерапии [3–5].

Для улучшения пассажа мокроты по бронхам, функциональных и объемных показателей легких, уменьшения гиперинфляции у больных БА широко применяются

методы физического воздействия. Одним из важных элементов медицинской реабилитации таких пациентов является кинезотерапия, основной целью которой при бронхиальной астме является нормализация механики дыхания, вследствие улучшения вентиляции легких, активизация трофических процессов в тканях, улучшение дренажа бронхов при повышенной продукции бронхиальной слизи, снижение повышенного тонуса дыхательной мускулатуры, особенно диафрагмы и межреберных мышц [6].

В настоящее время применяются различные технологии лечебной физкультуры, которые позволяют нормализовать тонус мускулатуры бронхов, эффективно удалять мокроту и тренировать дыхательную мускулатуру, однако, до настоящего времени нет доказательств явного преимущества какого-то одного из методов кинезотерапии над другими [7].

В настоящее время большое внимание уделяется факторам механического воздействия, среди которых наиболее известным является аппаратный вибромассаж. Действие вибромассажеров направлено на улучшение функционального состояния респираторной системы вследствие прямого воздействия на мускулатуру грудной клетки, бронхов, диафрагмы, а также на подлежащие кожные покровы, подкожную клетчатку.

В последние годы с успехом применяется метод дренажа бронхиального дерева посредством высокочастотной осцилляции грудной клетки (ВЧОГК). Высокочастотная осцилляция создается специальным высокопрочным надувным жилетом, который плотно облегал грудную клетку и соединен с воздушным компрессором, надувающим жилет в пульсовом режиме. Впервые метод высокочастотной осцилляции грудной клетки был предложен в 1986 г. Р.М.А. Calverley et al. [8]. Достоинство ВЧОГК состоит в том, что при его применении возникают высокочастотные и малоамплитудные колебания стенок бронхов, которые отделяют липкий секрет, мобилизуют его в более крупные отделы респираторного тракта, а также способствуют разжижению вязкого секрета за счет разрушения

дисульфидных связей, улучшая его реологические свойства. Данный метод сочетается с традиционными технологиями кинезотерапии.

Имеются данные о возможности применения высокочастотной осцилляции грудной клетки при хронической обструктивной болезни легких, бронхите, муковисцидозе, неврологических заболеваниях (детском церебральном параличе, заболеваниях, сопровождающихся поражением двигательных нейронов, мышечной дистрофии и другими заболеваниями мышц) [9–15]. Несмотря на это, патогенетическая обоснованность применения ВЧОГК у детей остается недостаточно изученной, что определяет необходимость более углубленного изучения механизма лечебного действия метода, разработки оптимальных параметров воздействия в детской практике.

Целью исследования было изучение эффективности применения высокочастотной осцилляции грудной клетки у детей с бронхиальной астмой.

Материалы и методы

В процессе исследования амбулаторно были обследованы 60 детей с бронхиальной астмой в возрасте от 6 до 17 лет.

Основную группу составили 30 детей, которые получали воздействие высокочастотной осцилляцией грудной клетки, в группу сравнения вошли 30 детей, получавших только базовую терапию, включающую базисную противовоспалительную терапию и дыхательную гимнастику. Группы формировались методом рандомизации и наблюдались одновременно.

Проведено изучение влияния ВЧОГК в динамике на клиническое течение бронхиальной астмы, показатели функции внешнего дыхания (компьютерная флоуметрия, пикфлоуметрия), дыхательную экскурсию грудной клетки.

Статистическая обработка материала была выполнена с использованием пакетов прикладных программ для статистического анализа «SPSS 19.0». С целью оценки значимости различий выборочных совокупностей использовался критерий Стьюдента. Значимыми считались различия при $p < 0,05$.

Результаты

Большинство детей составили мальчики – 36 детей (60,0%); 42 ребенка (70,0%) имели легкое течение бронхиальной астмы, 18 (30,0%) – среднетяжелое течение заболевания. 73,3% детей находилось в периоде неполной ремиссии, 26,7% – в периоде полной ремиссии.

70,0% детей имели сопутствующие аллергические заболевания (атопический дерматит, поллиноз, аллергический ринит, пищевая аллергия).

37 детей (61,7%) жаловались на влажный кашель с трудно отделяемой вязкой мокротой, 13,3% – на сухой приступообразный кашель.

При обследовании детей было выявлено, что у 39 человек (65,0%) при аускультации выслушивались сухие свистящие хрипы, которые почти у всех детей (97,4%) сочетались с влажными.

Проведенное у всех детей исследование состояния функции внешнего дыхания по данным кривой «поток–объем» выявило умеренное снижение мгновенной объемной скорости после выдоха 50% форсированной жизненной емкости выдоха ($МОС_{50}$) в среднем по группе до $69,28 \pm 2,21\%$ Д.

Важным показателем состояния бронхиальной проходимости и эффективности проводимой терапии у обследуемых детей является пикфлоуметрия. Мониторирование пиковой скорости выдоха (ПСВ) проводилось до и после каждой процедуры. Анализ пиковой скорости выдоха не выявил отклонений этого показателя от должных величин.

Подвижность грудной клетки имеет немаловажную роль в формировании функциональных нарушений и осложнений при различных заболеваниях органов дыхания, в том числе при бронхиальной астме. Оценка дыхательной экскурсии грудной клетки (ДЭГК), выявила ее снижение у большинства детей (75,0%), у 25,0% детей ее значения находились в пределах нормы. При этом среднее значение ДЭГК составило $5,24 \pm 0,1$ см при норме 6–8 см.

При легком течении бронхиальной астмы дыхательная экскурсия грудной клетки была снижена у 66,7% детей и составила $5,27 \pm 0,12$ см, при среднетяжелом течении снижение показателя отмечалось у 72,2% детей ($5,09 \pm 0,17$ см).

На фоне курсового применения ВЧОГК была выявлена выраженная положительная динамика основных клинических симптомов бронхиальной астмы.

Под влиянием ВЧОГК к 3-й процедуре отмечалось снижение частоты влажного кашля у 27,8% детей, после 5-й процедуры положительная динамика данного симптома стала более отчетливой – продуктивность кашля увеличилась, встречаемость его достоверно ($p < 0,05$) снизилась в 3 раза (с 60,0 до 20,0%). Отмечалось улучшение отхождения мокроты, которая стала менее густой и вязкой, что свидетельствовало об улучшении клиренса слизи.

У детей группы сравнения только к 5 процедуре наблюдалась незначительная динамика частоты влажного

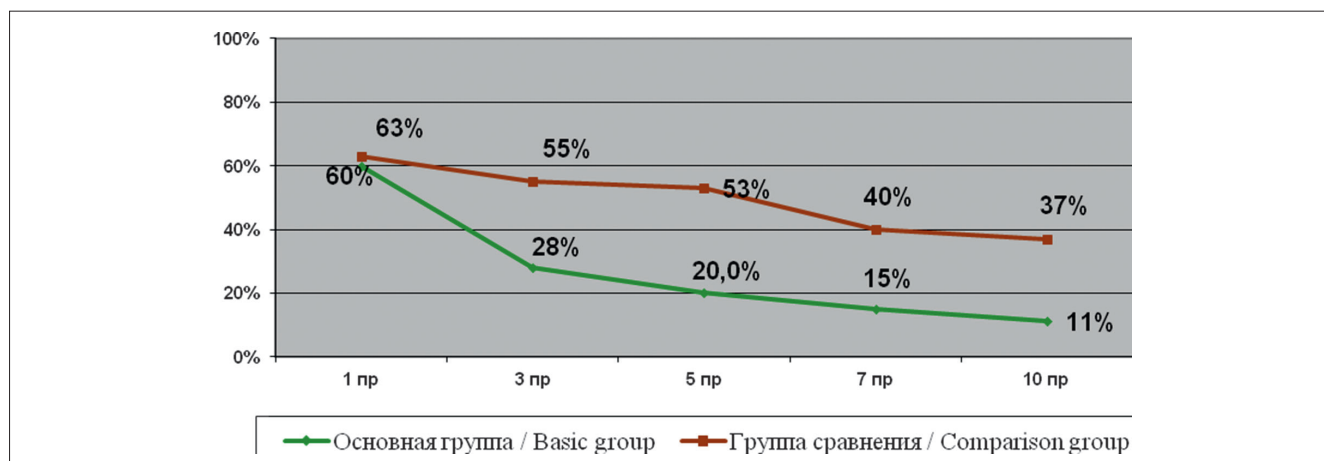


Рис. 1. Динамика влажного кашля у детей с бронхиальной астмой (число детей с указанным симптомом, %)

Fig. 1. Wet cough dynamics in children with bronchial asthma (number of children with this symptom, %)

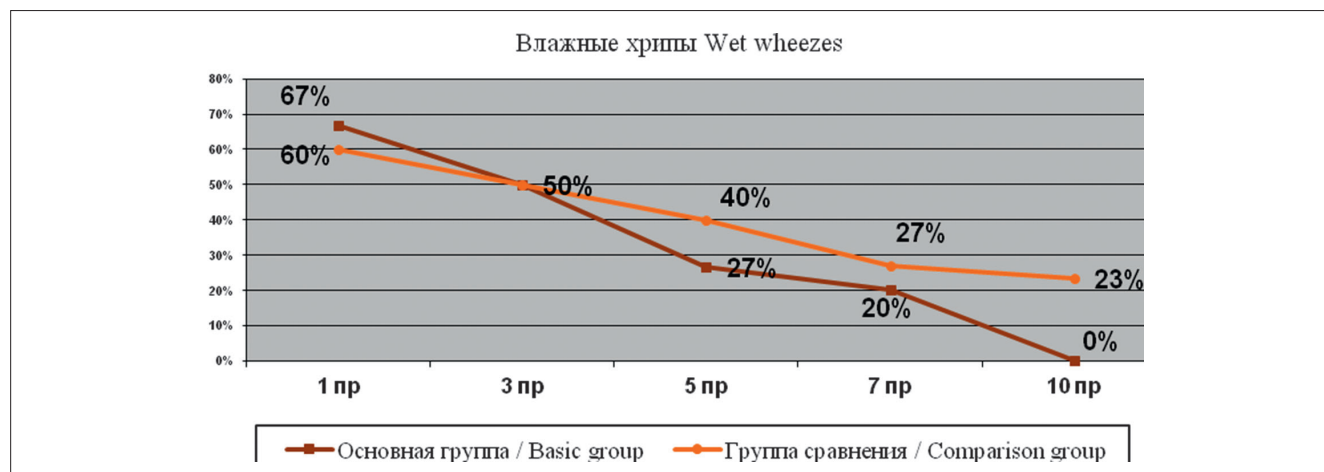


Рис. 2. Динамика влажных хрипов у детей с бронхиальной астмой (число детей с указанным симптомом, %)
Fig. 2. Dynamics of auscultal pattern in children with bronchial asthma (number of children with this symptom, %)

кашля, который сохранялся у 52,6% больных против 63,3% до лечения. Характер кашля менялся менее выражено, чем в основной группе, отхождение мокроты было менее интенсивное.

К концу курса воздействия ВЧОГК данный симптом сохранялся только у 11,1% детей основной группы, по сравнению с 36,8 % в группе сравнения (рис. 1).

Сухой приступообразный кашель на фоне курса воздействия ВЧОГК не беспокоил на одного ребенка, в группе сравнения он сохранился у двух детей.

На фоне воздействия ВЧОГК отмечались выраженные благоприятные изменения в аускультативной картине. К 5-й процедуре в 3,3 раза достоверно уменьшилось количество детей, имеющих сухие свистящими хрипами (с 66,7 до 20,0%) ($p < 0,05$), влажные хрипы выслушивались в 26,7% случаев, что в 2,5 раза меньше, чем до лечения. К концу курса лечения хрипы полностью исчезли у всех детей.

В группе сравнения положительная динамика хрипов была менее выраженной. К середине курса количество детей с сухими свистящими и влажными хрипами уменьшилось с 63,3 до 40,0% и с 60,0 до 40,0% соответственно. К концу курса лечения в этой группе сухие свистящие хрипы выслушивались у 20,0% детей, а влажные хрипы сохранились в 23,3% случаев (рис. 2).

Показатели функции внешнего дыхания являются одним из важных критериев оценки тяжести бронхиальной астмы и эффективности проводимой терапии. Под воздействием ВЧОГК, способствующей улучшению дренажной функции легких на фоне вибрационного воздействия на грудную клетку, отмечалось достоверное повышение показателей компьютерной флоуметрии – форсированная жизненная емкость крови (ФЖЕЛ), объем форсированного выдоха на первую секунду (ОФВ₁), пиковая скорость выдоха (ПСВ), мгновенная объемная скорость после выдоха 75% (МОС₇₅), проходимость на уровне средних бронхов нормализовалась. Более выраженная динамика отмечалась у детей со среднетяжелым течением заболевания, находившимся в периоде неполной ремиссии и имевшим исходно более низкие показатели функции внешнего дыхания.

В группе сравнения также отмечалась статистически незначимая положительная динамика показателей функции внешнего дыхания (табл. 1).

Мониторирование ПСВ выявило увеличение данного показателя под влиянием ВЧОГК – анализ динамики пико-

Таблица 1. Динамика показателей компьютерной флоуметрии у детей с бронхиальной астмой

Table 1. Dynamics of indicators of computer flowmetry in children with bronchial asthma

Показатель флоуметрии (в % к Д) / Floumetry indicator (in % for D)	Группы / Groups	
	Основная / The main (n=30)	Сравнения / Comparisons (n=30)
ФЖЕЛ / FVC	92,28±2,89 109,43±2,56**	90,99±2,95 94,25±2,72
ОФВ ₁ / FEV ₁	83,53±2,79 104,46±3,01*	84,18±2,97 90,56±2,66
ПСВ / PEF	78,26±3,23 93,21±2,03*	81,56±3,54 89,23±2,26
МОС ₂₅ / FEV ₂₅	75,25±3,24 83,34±3,09	76,69±3,59 80,34±2,04
МОС ₅₀ / FEV ₅₀	68,20±3,56 81,16±2,56*	70,94±3,57 78,58±2,44
МОС ₇₅ / FEV ₇₅	64,10±3,23 80,23±2,56*	65,53±3,39 70,74±2,36

Примечание: В числителе – показатели до лечения, в знаменателе – после лечения. Достоверность различий до и после лечения: * $p < 0,05$; ** $p < 0,005$

Note: In the numerator – indicators before treatment, in the denominator – after treatment. Reliability of differences before and after treatment: * $p < 0.05$; ** $p < 0.005$

вой скорости выдоха показал достоверный прирост данного показателя к концу курса лечения (с 79,0±2,8%Д до 93,0±2,5%Д, $p < 0,05$). В группе сравнения также отмечалась положительная динамика ПСВ, но менее выраженная, чем в основной группе.

На фоне воздействия ВЧОГК отмечалась достоверная положительная динамика показателя дыхательной экскурсии грудной клетки. В группе сравнения данный показатель изменился менее выражено (табл. 2).

Увеличение дыхательной экскурсии грудной клетки связано с трофическим влиянием ВЧОГК на состояние дыхательной мускулатуры, нормализацией силы мышц и их тонуса. Полученные результаты свиде-

Таблица 2. Динамика дыхательной экскурсии грудной клетки у детей с бронхиальной астмой**Table 2.** Dynamics of the chest breathing excursion in children with bronchial asthma

Показатель / Indicator	Группы / Groups	
	Основная / The main (n=30)	Сравнения / Comparisons (n=30)
ДЭГК, см / Respiratory chest excursion, sm	5,25±0,20 6,47±0,24*	5,23±0,17 5,89±0,29

Примечание: В числителе – показатели до лечения, в знаменателе – после лечения. Достоверность различий: * $p < 0,05$

Note: In the numerator – indicators before treatment, in the denominator – after treatment. Reliability of differences: * $p < 0,05$

тельствуют об улучшении биомеханического компонента дыхания, вентиляционной функции бронхов, подтвержденном положительной динамикой скоростных показателей функции внешнего дыхания, особенно на уровне мелких бронхов.

Обсуждение

Таким образом, на фоне воздействия ВЧОГК у детей с бронхиальной астмой была выявлена положительная динамика клинико-функциональных показателей, характеризующаяся уменьшением частоты влажного и сухого приступообразного кашля и его исчезновением, усилением выделения мокроты, нормализацией аускультативной картины в легких на фоне улучшения показателей функции внешнего дыхания и дыхательной экскурсии грудной клетки. Более выраженная динамика отмечалась у детей со среднетяжелым течением заболевания, находив-

шимся в периоде неполной ремиссии и имевшим исходно более низкие показатели компьютерной флоуметрии.

У детей в группе сравнения благоприятные сдвиги данных показателей были менее выраженными и наблюдались в более поздние сроки.

Эффективность применения высокочастотной осцилляции грудной клетки у детей с бронхиальной астмой составила 93,3%, что достоверно выше, чем в группе сравнения (73,3%, $p < 0,05$).

Заключение

В настоящем исследовании были изучены особенности действия высокочастотной осцилляции грудной клетки на клиническое течение бронхиальной астмы, характеризующееся улучшением бронхиальной проходимости, усилением отхождения мокроты за счет передачи колебаний на стенки бронхов, быстрым регрессом и исчезновением кашля и хрипов в легких вследствие механической стимуляции вибрационным воздействием тканевых рецепторов прямым и рефлекторным путем, что приводит к усилению крово- и лимфообращения, улучшению трофики респираторных мышц, увеличению подвижности ребер, улучшению подвижности диафрагмы, формированию правильного стереотипа дыхания и улучшению биомеханики дыхания.

По результатам исследования разработаны дифференцированные показания для применения высокочастотной осцилляции грудной клетки: метод показан детям с бронхиальной астмой преимущественно среднетяжелого течения, находящимся в периоде неполной ремиссии заболевания, имеющим вязкую, трудно отделяемую мокроту.

На основании проведенных исследований научно обоснована возможность применения высокочастотной осцилляции грудной клетки у детей с бронхиальной астмой и целесообразность ее включения в программы комплексной медицинской реабилитации таких больных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Балаболкин И.И., Булгакова В.А. и др. Клиническая аллергология детского возраста с неотложными состояниями: Руководство для врачей. М. ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство». 2011: 264 с.
- Вишнёва Е.А., Намазова-Баранова Л.С., Селимзянова Л.Р., Алексеева А.А., Новик Г.А., Эфендиева К.Е., Левина Ю.Г., Добрынина Е.А. Актуальная тактика ведения детей с бронхиальной астмой. Педиатрическая фармакология. 2017; 14(6): 443–458. DOI: 10.15690/pf.v14i6.1828
- Хан М.А., Иванова Д.А., Лян Н.А. Импульсное низкочастотное электростатическое поле, лечебная физическая культура, их комплексное применение в реабилитации детей, страдающих бронхиальной астмой. Вестник восстановительной медицины. 2012; (1): 17–20.
- Лян Н.А., Хан М.А., Иванова Д.А., Чукина И.М. Физические факторы в реабилитации детей с бронхиальной астмой. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2012; (6): 47–53.
- Корчакина Н.Б., Хан М.А., Червинская А.В., Микитченко Н.А., Лян Н.А. Сочетанные методы галотерапии в медицинской реабилитации детей с заболеваниями органов дыхания. Вестник восстановительной медицины. 2018; 3(85): 58–62.
- Симонова О.И. Место кинезитерапии в базисном лечении хронических неспецифических заболеваний легких у детей: новые методики, ошибки и трудности. Вопросы современной педиатрии. 2010; 9(4):143–146.
- Lester M.K., Flume P.A. Airway-clearance therapy guidelines and implementation. Respiratory Care. 2009; 54(6): 733–750; discussion 751–753. DOI: 10.4187/002013209790983205
- Calverley P.M.A., Chang H.K., Vartian V., Zidulka A. High frequency chest wall oscillation. Assistance to ventilation in spontaneously breathing subjects. Chest. 1986; 89(2): 218–223. DOI:10.1378/chest.89.2.218
- Бабаханова Б.Н., Ашерова И.К. Метод высокочастотной осцилляции грудной клетки в лечении детей с респираторной патологией. Вопросы современной педиатрии. 2010; 9(3): 117–120.
- Мещерякова Н.Н., Черняк А.В. Влияние методов высокочастотной осцилляции грудной клетки на функциональное состояние легких у больных с легочной патологией. Пульмонология. 2011; (5): 57–60.
- Ашерова И.К., Бабаханова Б.Н. Метод высокочастотной осцилляции грудной клетки в лечении детей с респираторной патологией. Вопросы современной педиатрии. 2010; (3): 117–120.
- Crescimanno G., Marrone O. High frequency chest wall oscillation plus mechanical in exsufflation in Duchenne muscular dystrophy with respiratory complications related to pandemic Influenza A/H1N1. Revista Portuguesa de Pneumologia. 2010; 16(6): 912–916. DOI: 10.1016/s0873-2159(15)31254-x
- Yuan N., Kane P., Shelton K. et al. Safety, tolerability, and efficacy of high frequency chest wall oscillation in pediatric patients with cerebral palsy and neuromuscular diseases: an exploratory randomized controlled trial. Journal of Child Neurology. 2010; 25(7): 815 p. DOI:10.1177/0883073809350223
- Хан М.А., Лян Н.А., Микитченко Н.А. Применение вибрационно-компрессионного воздействия от аппарата очистки дыхательных путей при бронхите у детей. Вестник восстановительной медицины. 2014; (4): 71–78.
- Каширская Н.Ю., Капранов Н.И., Богданова Т.А. Клинико-функциональная эффективность и безопасность метода высокочастотной осцилляции грудной клетки с использованием «The Vest Airway Clearance System» у детей, больных муковисцидозом. Вопросы современной педиатрии. 2010; 9(5): 67–71.

REFERENCES

- Balabolkin I.I., Bulgakova V.A. Klinicheskaya allergologiya detskogo vozrasta s neotlozhnymi sostoyaniyami [Clinical allergology of childhood with urgent conditions]: *Rukovodstvo dlya vrachej*. M. OOO «Izdatel'stvo «Meditsinskoe informacionnoe agentstvo», 2011: 264 p. (In Russ.).
- Vishnyova E.A., Namazova-Baranova L.S., Selimzyanova L.R., Alekseeva A.A., Novik G.A., Efendieva K.E., Levina YU.G., Dobrynina E.A. Aktual'naya taktika vedeniya detej s bronhial'noj astmoy [Actual management tactics for children with asthma]. *Pediatricheskaya farmakologiya*. 2017; 14(6): 443–458. DOI: 10.15690/pf.v14i6.1828 (In Russ.).
- Han M.A., Ivanova D.A., Lyan N.A. Impul'snoe nizkочастотное электростатическое поле, лечебная физическая культура, их комплексное применение в реабилитации детей, страдающих бронхитом [Pulse low-frequency electrostatic field, therapeutic physical culture, their complex application in rehabilitation of children suffering from bronchitis]. *Bulletin of Restorative Medicine*. 2012; (1): 17–20 (In Russ.).
- Lyan N.A., Han M.A., Ivanova D.A., Chukina I.M. Fizicheskie faktory v reabilitacii detej s bronhial'noj astmoy [Physical factors in the rehabilitation of children with bronchitis]. *Voprosy kuryortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoy kul'tury*. 2012; (6): 47–53 (In Russ.).
- Korchazhkina N.B., Han M.A., Chervinskaya A.V., Mikitchenko N.A., Lyan N.A. Sochetannyye metody galoterapii v medicinskoj reabilitacii detej s zabolevaniyami organov dyhaniya [Combined methods of halotherapy in medical rehabilitation of children with respiratory diseases]. *Bulletin of Restorative Medicine*. 2018; 3(85): 58–62 (In Russ.).
- Simonova O.I. Mesto kineziterapii v bazisnom lechenii hronicheskikh nespecificheskikh zabolevanij legkih u detej: novyye metodiki, oshibki i trudnosti [Place of kinesiotherapy in basic treatment of chronic non-specific lung diseases in children: new techniques, errors and difficulties]. *Voprosy sovremennoj pediatrii*. 2010; 9(4): 143–146 (In Russ.).
- Lester M.K., Flume P.A. Airway-clearance therapy guidelines and implementation. *Respiratory Care*. 2009; 54(6): 733–750; discussion 751–753. DOI: 10.4187/002013209790983205
- Babahanova B.N., Asherova I.K. Metod vysokochастотной осцилляции грудной клетки в лечении детей с респираторной патологией [Method of high-frequency chest oscillation in the treatment of children with respiratory pathology]. *Voprosy sovremennoj pediatrii*. 2010; 9(3): 117–120 (In Russ.).
- Calverley P.M.A., Chang H.K., Vartian V., Zidulka A. High frequency chest wall oscillation. Assistance to ventilation in spontaneously breathing subjects. *Chest*. 1986; 89(2): 218–223. DOI:10.1378/chest.89.2.218
- Meshcheryakova N.N., Chernyak A.V. Vliyaniye metodov vysokochастотной осцилляции грудной клетки na funktsional'noe sostoyaniye legkih u bol'nykh s legochnoy patologiyey [Effect of high frequency chest oscillation methods on the functional state of the lungs in patients with pulmonary pathology]. *Pul'monologiya*. 2011; (5): 57–60 (In Russ.).
- Asherova I.K., Babahanova B.N. Metod vysokochастотной осцилляции грудной клетки в лечении детей с респираторной патологией [Method of high-frequency chest oscillation in the treatment of children with respiratory pathology]. *Voprosy sovremennoj pediatrii*. 2010; (3): 117–120 (In Russ.).
- Crescimanno G., Marrone O. High frequency chest wall oscillation plus mechanical in exsufflation in Duchenne muscular dystrophy with respiratory complications related to pandemic Influenza A/H1N1. *Revista Portuguesa de Pneumologia*. 2010; 16(6): 912–916. DOI: 10.1016/s0873-2159(15)31254-x
- Yuan N., Kane P., Shelton K., et al. Safety, tolerability, and efficacy of high frequency chest wall oscillation in pediatric patients with cerebral palsy and neuromuscular diseases: an exploratory randomized controlled trial. *Journal of Child Neurology*. 2010; 25(7): 815 p. DOI:10.1177/0883073809350223
- Han M.A., Lyan N.A., Mikitchenko N.A. Primeneniye vibratsionno-kompressionnogo vozdeystviya ot apparata ochestki dyhatel'nykh putej pri bronhite u detej [Application of vibration-compression action from respiratory tract cleaning apparatus in children's bronchitis]. *Bulletin of Restorative Medicine*. 2014; (4): 71–78 (In Russ.).
- Kashirskaya N.Yu., Kapranov N.I., Bogdanova T.A. Kliniko-funktsional'naya effektivnost' i bezopasnost' metoda vysokochастотной осцилляции грудной клетки s ispol'zovaniem «The Vest Airway Clearance System» u detej, bol'nykh mukoviscidozom [Clinical and functional effectiveness and safety of the method of high-frequency chest oscillation using The Vest Airway Clearance System in children with cystic fibrosis]. *Voprosy sovremennoj pediatrii*. 2010; 9(5): 67–71 (In Russ.).

Контактная информация:

Лян Наталья Анатольевна, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела медицинской реабилитации детей и подростков, Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы, e-mail: nlyan@yandex.ru; ORCID ID 0000-0003-1566-2739

Турова Елена Арнольдовна, доктор медицинских наук, профессор; заместитель директора по науке, Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы, e-mail: aturova55@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-4397-3270

Иванова Ирина Ивановна, доктор медицинских наук, профессор; профессор кафедры восстановительной медицины и медицинской реабилитации с курсами педиатрии, сестринского дела, клинической психологии и педагогики, Главное медицинское управление Президента Российской Федерации, e-mail: i.ivanova@mail.ru, ORCID ID 0000-0002-8943-9321

Бокова Ирина Анатольевна, кандидат медицинских наук, доцент; заведующий учебной частью кафедры восстановительной медицины, реабилитации и курортологии, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России, e-mail: ire08@mail.ru, ORCID ID 0000-0002-1640-1605

Калиновская Ирина Ивановна, кандидат медицинских наук; главный врач, Детский бронхолегочный санаторий №15 Департамента здравоохранения города Москвы, e-mail: super_irina@bk.ru, ORCID ID 0000-0002-3327-4687

Contact Information:

Natalya A. Lyan, PhD (Med.), Lead Researcher, Department of Medical Rehabilitation of Children and Adolescents, Moscow Scientific Practical Center of Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine, e-mail: nlyan@yandex.ru; ORCID ID 0000-0003-1566-2739

Elena A. Turova, MD PhD, Professor, Deputy Director for Science, Moscow Scientific Practical Center of Medical Rehabilitation, e-mail: aturova55@gmail.com, ORCID ID 0000-0002-4397-3270

Irina I. Ivanova, MD PhD, Professor, Professor of Restorative Medicine and Medical Rehabilitation with courses in pediatrics, Nursing, Clinical Psychology and Pedagogy, The Main Medical Department of the Administrative Department of the President of the Russian Federation, e-mail: i.ivanova@mail.ru, ORCID ID 0000-0002-8943-9321

Irina A. Bokova, PhD (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Restorative Medicine, Rehabilitation and Spa, Sechenov First Moscow State Medical University, e-mail: ire08@mail.ru, ORCID ID 0000-0002-1640-1605

Irina I. Kalinovskaya, PhD (Med.), Chief physician State-funded health institution Children's bronchopulmonary sanatorium № 15, e-mail: super_irina@bk.ru, ORCID ID 0000-0002-3327-4687

