

О.И. Симонова¹, О.А. Ерешко¹, Д.А. Макарова², С.Ю. Семькин², И.Ю. Асатурова³, В.Ю. Брисин³, К.С. Волков¹, А.Ю. Томилова¹

¹ Научный центр здоровья детей, Москва, Российская Федерация

² Российская детская клиническая больница, Москва, Российская Федерация

³ Детская краевая больница г. Краснодара, Российская Федерация

Очистка дыхательных путей методом высокочастотной осцилляции грудной клетки при лечении детей, больных муковисцидозом

Contacts:

Simonova Olga Igorevna, PhD, professor, Head of the Department of Pulmonology and Allergology of SCCH

Address: bld. 1, 2, Lomonosovskii Ave., Moscow, 119991. Tel.: +7 (499) 134-93-31, e-mail: oisimonova@mail.ru

Article received: 19.08.2014, Accepted for publication: 26.08.2014

Основой лечения пациентов с муковисцидозом (МВ) является кинезитерапия — специальная дыхательная гимнастика и дренаж бронхиального дерева. Повышение эффективности комплекса лечебно-реабилитационных мероприятий может быть достигнуто применением метода высокочастотной осцилляции грудной клетки (ВЧОГК). **Цель исследования:** разработать дополнительные критерии индивидуальной программы занятий по системе ВЧОГК для детей с МВ.

Пациенты и методы: в исследовании участвовали 43 ребенка с МВ в возрасте 2 лет 10 мес — 17,5 лет, лечение которых предусматривало 14 процедур ВЧОГК. Из них 10 детей первые 4 занятия получили осцилляции, рассчитанные в соответствии с возрастом, а с 5-го занятия — в соответствии с тяжестью течения МВ и показателями объема форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁) — подгруппа I. Пациенты, включенные в подгруппу II (n = 33), с первого занятия получали осцилляции, рассчитанные по тяжести течения МВ и в соответствии с показателями ОФВ₁. **Результаты:** В подгруппе I в первые 4 занятия не отмечалось улучшения показателей пикфлоуметрии (p > 0,05), жалобы на дискомфорт от процедуры были у всех детей. С 5-го занятия стала отмечаться клинико-функциональная динамика, к 8-му занятию показатели сравнялись с подгруппой II, в которой положительные изменения регистрировали с первого занятия. К 14-му занятию показатели ОФВ₁ улучшились в I и II подгруппе: с тяжелым течением МВ (с 42,5 ± 5,5 до 58,1 ± 1,6%; p = 0,015) и средней степени тяжести (с 71,1 ± 1,2 до 80,0 ± 2,8%; p = 0,025). Дополнительно у всех больных отметили улучшение показателей пикфлоуметрии и экскурсии грудной клетки (см; p < 0,05), в т.ч. у больных с тяжелым течением МВ (p = 0,012). **Выводы:** занятия с применением метода ВЧОГК, ориентированного на степень тяжести МВ и показатели ОФВ₁, оказались эффективнее, чем метод с учетом возраста пациентов.

Ключевые слова: дети, муковисцидоз, высокочастотная осцилляция грудной клетки, кинезитерапия, объем форсированного выдоха, пикфлоуметрия.

(Вопросы современной педиатрии. 2014; 13 (4): 110–117)

O.I. Simonova¹, O.A. Yereshko¹, D.A. Makarova², S.Yu. Semykin², I.Yu. Asaturova³, V.Yu. Brisin³, K.S. Volkov¹, A.Yu. Tomilova¹

¹ Scientific Centre of Children Health, Moscow, Russian Federation

² Russian Children Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation

³ Children Regional Hospital of Krasnodar, Russian Federation

Cleaning of the Airways with the Method of a High-Frequency Chest Wall Oscillation in the Treatment of Children Suffering from the Cystic Fibrosis

Background: The basis of the treatment of patients with cystic fibrosis (CF) is kinesiotherapy — a special respiratory gymnastics and drainage of a bronchial tree. The increase of efficiency of a complex of medical rehabilitation measures can be reached by the application of a method of the high-frequency chest wall oscillation (HFCWO). **Aim:** To develop additional criteria of the individual program of classes by HFCWO system for children with CF. **Patients and methods:** The research involved 43 children with CF at the age of 2 years 10 months — 17.5 years whose treatment included 14 HFCWO procedures. During the first 4 classes 10 children from them received the oscillations calculated according to the age, and from the 5th class — according to the severity of CF course and indicators of a volume of the forced expiration for the first second (VFE1) — subgroup I. The patients, included in the subgroup II (n = 33), from the first occupation received the oscillations calculated on the severity of CF course and according to VFE1 indicators. **Results:** In the subgroup I during the first 4 classes there were no improvements of the peakflowmetry indicators (p > 0.05), all children had complaints to discomfort from the procedure. From the 5th class clinical functional dynamics started being noted, to the 8th class indicators amounted to the subgroup II in which positive changes were registered from the first class. To the 14th occupation the VFE1 indicators improved in I and II subgroups: with a high CF severity (from 42.5 ± 5.5 to 58.1 ± 1.6%; p = 0.015) and with a course of medium severity (from 71.1 ± 1.2 to 80.0 ± 2.8%; p = 0.025). In addition all patients showed the improvement of the peakflowmetry indicators and excursion of a chest wall (cm; p < 0.05), including patients with a high CF severity (p = 0.012). **Conclusion:** The efficiency of the classes with application of the HFCWO method, focused on the CF severity and VFE1 indicators, is higher than application of a method taking into account the age of patients.

Key words: children, cystic fibrosis, high-frequency chest wall oscillation, kinesiotherapy, volume of the forced expiration, peakflowmetry.

(Voprosy sovremennoi pediatrii — Current Pediatrics. 2014; 13 (4): 110–117)

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в России муковисцидоз (МВ) относится к орфанным заболеваниям, но среди них является наиболее часто встречающимся. За последние десятилетия в мире достигнуты огромные успехи в изучении его этиологии, эпидемиологии, диагностики и лечения [1]. Однако остаются нерешенными многие вопросы, особенно те, которые связаны с лечением этой сложной полиорганной патологии. Несомненным остается факт, что ведущим в клинической картине и определяющим прогноз болезни у конкретного больного является функциональное состояние респираторного тракта [2]. Основным прогностический клинический признак смертности у пациентов с МВ — это ухудшение функции внешнего дыхания, а причина смерти в 90% случаев — дыхательная недостаточность [3]. Длительное сохранение стабильных показателей функции внешнего дыхания — залог благоприятного течения болезни, и наоборот: при объеме форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁) менее 30% должного значения у 50% пациентов предполагается крайне неблагоприятный прогноз — летальный исход в течение ближайших двух лет. Относительный риск смерти у пациентов с МВ удваивается при уменьшении ОФВ₁ на каждые 10% должного значения [4].

Учитывая вышесказанное, одной из главных задач, возложенных на врачей, является контроль состояния бронхолегочной системы больного МВ, мониторинг инфекции и поддержание легкого в максимально функциональном состоянии. В борьбе с хронической инфекцией участвуют антибактериальные препараты, муколитики, бронхолитики и другие лекарственные средства [5].

Одной из ведущих причин прогрессирования хронического бронхолегочного процесса при МВ является мукостаз, который развивается из-за застоя очень вязкой слизи в дыхательных путях, обусловленного генетическим дефектом [6]. Нарушается мукоцилиарный механизм очищения респираторного тракта, что приводит к постоянной инфекции и деструкции легочной ткани [7]. Присоединяется постоянный бронхоспазм, усиливается отек слизистой оболочки, особенно в мелких дыхательных путях (в бронхиолах), стенки бронхиол утолщаются, теряют свою гибкость и способность синхронно сокращаться при кашле, нарушается процесс эвакуации слизи. При МВ вязкая мокрота скапливается в бронхах годами. Происходит полное блокирование процессов газообмена, вентиляции и кровообращения как в отдельных частях легкого, так и во всем органе в целом [8]. На борьбу с мукостазом нацелена кинезитерапия (КТ) — специальная дыхательная гимнастика в совокупности с дренированием бронхиального дерева. В мире признано приоритетное значение КТ в вопросах реабилитации больных МВ [1, 9]. Регулярное выполнение дыхательной гимнастики и дренажа позволяет длительно удерживать функции легких пациента на должном уровне, находиться в хорошей физической и эмоциональной форме [10]. К сожалению, часто пациенты и их родители, а иногда и медицинские работники недооценивают значение КТ, делая акцент только на лекарственных видах терапии, что не приводит к успешному результату лечения больного МВ [11].

Ввиду этого поиск новых, более эффективных методик КТ — актуальная задача для врача. Методы КТ обычно классифицируют в зависимости от возраста пациента, объединяют в группы «активные» и «пассивные» и отдельно выделяют «аппаратные» методики [1, 8]. Аппаратные методики особенно ценны в педиатрии, т.к. в силу возраста многие методы КТ ребенку выполнить невоз-

можно. К тому же необходимо понимать, что занятие КТ требует особого напряжения, терпения и старания, чего порой не хватает маленькому пациенту, и что приводит к отказу от процедуры дренирования, а это совершенно недопустимо и опасно для больного. Аппаратные методы КТ при МВ и других хронических неспецифических заболеваниях легких играют важную роль и активно применяются в программах реабилитации таких пациентов по всему миру [12–14]. Современные кинезитерапевты успешно используют высокочастотную осцилляцию грудной клетки (ВЧОГК), однако нами было отмечено, что во всех предлагаемых рекомендациях индивидуального расчета времени процедуры, силы воздействия (давление) и частоты вибрации (Гц) авторы ориентируются на возраст пациента. При этом следует учитывать, что у детей при МВ тяжесть респираторных проявлений не всегда напрямую коррелирует с возрастом. У каждого пациента болезнь имеет свои особенности, которые зависят не только от стажа заболевания, но и от характеристики мутации, даты постановки диагноза и начала адекватной базисной терапии, от стабильности проведения дыхательной гимнастики и многих других причин. Есть пациенты, которые уже в раннем дошкольном возрасте имеют тяжелую дыхательную недостаточность и значительные морфологические изменения в легких [1, 5, 7, 10]. В то же время мы наблюдаем детей и подростков с МВ, которые ничем не отличаются от своих сверстников по физическому развитию. Эти обстоятельства диктуют необходимость индивидуального подхода к больному при подборе медикаментозной и реабилитационной терапии.

Учитывая актуальность вопроса КТ при МВ и первостепенное значение дренажа бронхиального дерева для профилактики обострений бронхолегочного процесса, было предпринято данное исследование.

Цель исследования: разработать дополнительные критерии индивидуальной программы занятий по системе ВЧОГК для детей с различным течением муковисцидоза.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Участники исследования

Работа проводилась в отделении пульмонологии и аллергологии и в дневном стационаре болезней органов дыхания Научного центра здоровья детей (Москва), отделении педиатрии Российской детской клинической больницы (Москва) и Детской краевой больнице г. Краснодара в период 2013–2014 гг.

Группу наблюдаемых составили 43 ребенка с различным течением МВ в возрасте от 2 лет 10 мес до 17,5 лет. В нашем наблюдении не было отмечено корреляции между функциональными показателями и возрастом больных ($r = -0,13$).

При этом все пациенты были разделены на две подгруппы: I — 10 детей, для которых первые 4 дня расчет параметров занятия для системы ВЧОГК проводился согласно возрасту; II — 33 ребенка, для которых с первого дня занятий расчеты осуществляли согласно показателю ОФВ₁ (табл. 1).

Все пациенты получали стандартное медикаментозное лечение: антибиотики, муколитики, ферменты. Занятия проводили в первой половине дня, через 2 ч после приема пищи, через 30 мин после ингаляции с бронхо- и муколитиком. Первое занятие являлось ознакомительным (пробным). Ребенку и его матери разъясняли суть метода, устройство аппарата, ожидаемые ощущения и возможные осложнения.

Таблица 1. Подбор параметров осцилляции в подгруппе I

Параметры осцилляции		Расчет по возрасту (1–4-е занятие)	Расчет по ОФВ ₁ (5–14-е занятие)	
			Тяжелое течение (n = 3)	Течение средней тяжести (n = 2)
5–11 лет (n = 5)	Время, мин	10–15	3–5	5–10
	Средняя частота вибрации, Гц	10	5–6	8–9
	Сила воздействия, бар	2	1	2–3
12–15 лет (n = 5)	Время, мин	15–20	3–5	5–10
	Средняя частота вибрации, Гц	12	5–6	8–9
	Сила воздействия, бар	3	1	2–3

Таблица 2. Характеристика наблюдаемых пациентов с муковисцидозом, которые выполнили спирометрию

Показатели	1-я группа	2-я группа	3-я группа
ОФВ ₁ , % должного значения	40–60	60–80	80–100
Среднее значение ОФВ ₁ , % Д	42,5 ± 5,5	71,1 ± 2,1	89,0 ± 5,4
Течение болезни	Тяжелое	Средней тяжести	Легкое
Индекс Швахмана–Брасфильда, баллы	38,9 ± 0,5	52,4 ± 0,4	63,1 ± 0,6
Возраст, годы	10,4 ± 2,2	13,1 ± 4,9	8,5 ± 1,7
n = 38 (100%)	16 (42,1)	18 (47,4)	4 (10,5)

Таблица 3. Дизайн исследования

Подгруппы	Показатели	Дни													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I и II	SaO ₂	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	ЧДД	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	ЧСС	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Пикфлоуметрия	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Экскурсия грудной клетки	+			+			+							+
	ФВД	+						+							+
	Оценка статуса	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
I	Расчет параметров осцилляции	По возрасту					По ОФВ ₁								
II		По ОФВ ₁													

Примечание. SaO₂ — сатурация кислородом артериальной крови, ЧСС — частота сердечных сокращений, ЧДД — частота дыхательных движений, ФВД — функция внешнего дыхания, ОФВ₁ — объем форсированного выдоха за первую секунду.

Методы исследования

Оценка вентиляционной функции респираторного тракта проводилась у 38 (88,4%) пациентов методом спирометрии. Функции внешнего дыхания (ФВД) не исследовались у 5 (11,6%) детей (в возрасте младше 4,5 лет). Основным функциональным параметром, по которому судили о степени тяжести течения болезни, был показатель ОФВ₁, выраженный в процентах от должного значения, что общепринято в мировой практике (табл. 2). Остальные функциональные параметры выступали в качестве дополнительных [15–17].

Все больные были традиционно разделены на 3 группы в соответствии с индексом Швахмана–Брасфильда (в баллах), который учитывает степень тяжести проявлений клинической симптоматики МВ и степени нарушения функции внешнего дыхания по показателю ОФВ₁: 1-я группа — тяжелое течение МВ; 2-я группа — течение средней тяжести; 3-я группа — легкое течение [1, 5].

Комплекс обследования выполняли трижды: в начале терапии, на 7-е и 14-е сут процедуры (табл. 3). Мониторинг

пульса, частоты дыхания, сатурации, пикфлоуметрию и измерение экскурсии грудной клетки осуществляли ежедневно. Оценивали самочувствие перед проведением занятия и после, фиксировали жалобы и нежелательные явления.

Статистическая обработка данных

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием персонального компьютера методами математической статистики с помощью программы Statistica v. 6.0 (США). Данные представлены в виде $M \pm SD$. Различия между группами считали статистически значимыми при вероятности прогноза $p < 0,05$. Коэффициент корреляции определяли по Пирсону (r).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Дети из подгруппы I были одного возраста, но с разным течением МВ: у 5 — тяжелое и у 5 — средней степени тяжести. Заметной положительной динамики в клиниче-

Таблица 4. Параметры осцилляции

Параметры	40–60% ОФВ ₁	60–80% ОФВ ₁	80–100% ОФВ ₁
Частота вибрации, Гц	5–6	8–9	10–11
Сила воздействия, бар	1	2–3	2–3
Время, мин	3–5	5–10	10–15

ской картине и по данным пикфлоуметрии не отмечалось, сохранялись жалобы на плохое самочувствие и желание прекратить занятия. Ввиду этого с 5-го занятия был произведен перерасчет параметров для осцилляции в соответствии с показателями ОФВ₁ (см. табл. 2 и 3).

В подгруппе II параметры осцилляции выбирали согласно тяжести течения МВ и показателям ОФВ₁ с 1-го занятия (табл. 3 и 4). На 2–3-м занятии у пациентов была зарегистрирована положительная динамика пикфлоуметрии и сатурации, чувство глубокого и легкого дыхания, уменьшение количества мокроты и улучшение самочувствия.

У детей из подгруппы I нами было отмечено более комфортное самочувствие, облегчение откашливания, нарастание показателей пикфлоуметрии, начиная с 5-го занятия. Только к 8-му занятию их показатели достигли параметров пациентов из подгруппы II (рис. 1 и 2).

Субъективными критериями оценки эффективности занятий и правильно выбранного режима осцилляции являлись жалобы ребенка и ощущения, которые ежедневно фиксировались в индивидуальных картах больного и в истории болезни. В среднем к 3-му дню в подгруппе II появлялась положительная клиническая динамика (уменьшалось количество мокроты, хрипы в легких, кашель, одышка) у 87% детей.

Страх перед методикой в первый день занятия отмечен у 12 (31,6%) детей, «отрицание» метода — у 8 (21%), внутреннее напряжение и осторожность — у 11 (28,9%), активный отказ от процедуры — у 9 (23,7%). После доверительной беседы эти нежелательные явления пропадали. Помогало освоить метод привлечение в качестве поддержки друзей, родителей, медицинского персонала, а также тихая приятная музыка.

Отмечено также, что чем тяжелее протекало заболевание у ребенка, чем хуже было его самочувствие, тем

больше он сам просил подобрать меньшие значения режимов осцилляции, что подтвердило нашу гипотезу расчетов согласно ОФВ₁ ($r = -0,86$).

В группе больных с тяжелым течением МВ в первые 2 дня регистрировали головокружение ($n = 3$), тошноту ($n = 2$), боль в правом подреберье ($n = 2$). Этим детям режим осцилляции был уменьшен на один порядок, что позволило проложить занятия без повторения подобных жалоб.

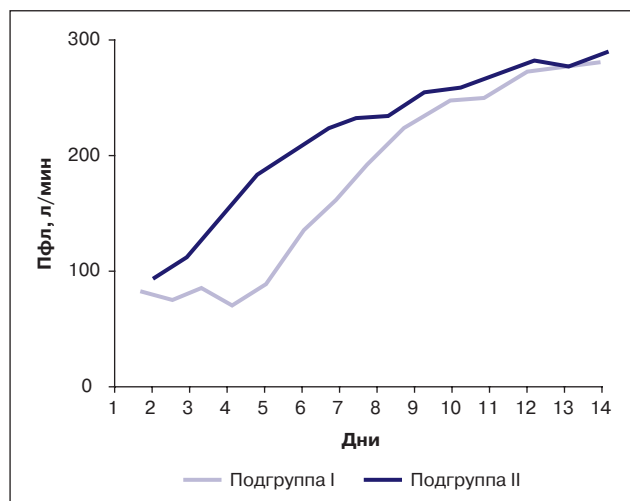
Важным новым моментом в проведении осцилляций было применение нами «дренажных положений». У детей с выраженным влажным кашлем и обилием влажных хрипов в легких проведение осцилляции в т. н. дренажном положении (точнее — при постоянной смене дренажных положений) заметно усиливало и облегчало отхождение мокроты. Обычно использовали 2–3 различных позиции: «сидя на стуле с наклоном корпуса в сторону», «стоя с наклоном корпуса в сторону», «сидя или стоя с наклоном корпуса вперед», при этом последнюю применяли редко и очень осторожно, поскольку у некоторых детей в таком положении появлялись жалобы на боль в животе.

В процессе занятий у всех детей улучшались настроение и самочувствие. С их слов, часто «появлялось глубокое свободное дыхание, как после бронхоскопии».

По нашему мнению, нельзя недооценивать также позитивное психологическое влияние на ребенка общения с персоналом и друзьями в момент занятий. Оказалось полезным предварительное присутствие ребенка на занятии у друга до проведения своей первой процедуры. Все это вносило ощутимый вклад в общий положительный результат терапии и позволяло быстро адаптировать ребенка к новому методу лечения.

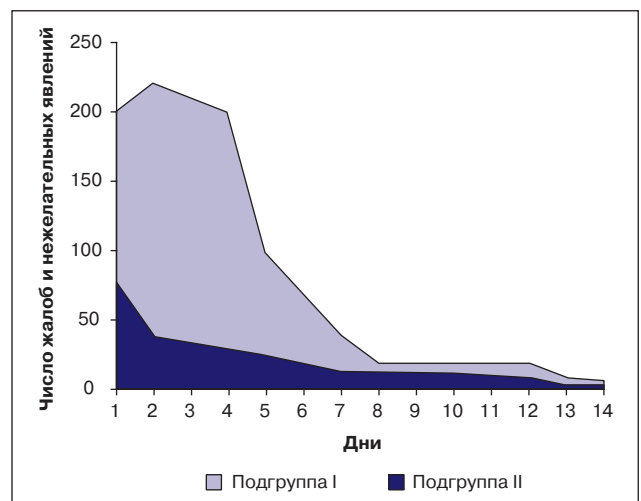
При оценке функции внешнего дыхания зарегистрирована достоверная положительная динамика показателя ОФВ₁ у больных с тяжелым течением МВ и у пациентов с течением средней тяжести ($p < 0,05$). Показатели

Рис. 1. Динамика показателей пикфлоуметрии у детей подгруппы I и II



Примечание. Пфл — пикфлоуметрия.

Рис. 2. Динамика жалоб и нежелательных явления в подгруппах I и II



пикфлоуметрии увеличились у всех пациентов ($p < 0,05$). Кроме того, занятия способствовали улучшению экскурсии грудной клетки, что особенно важно для пациентов с тяжелым течением МВ ($p < 0,05$; табл. 5).

Особое внимание было уделено дезинфекции прибора (генератора и жилетов), чтобы избежать микробной контаминации.

- Занятия проводили либо в палате у больного, либо в специально оборудованном помещении.
- Помещения тщательно проветривали до и после процедуры, в течение дня длительно кварцевали. Занятия проводили при работающем дезинфекторе. По окончании лечебного мероприятия поверхности помещения, а также генератор подвергались обработке специальными санитарными средствами.
- Жилет закрепляли строго за пациентом на время его госпитализации. После процедуры его тщательно обрабатывали дезицирующими средствами, и он подлежал ночному кварцеванию. При переходе к новому пациенту жилет в течение 5 сут не использовался, обрабатывался и ежедневно кварцевался.
- Жилеты разделены по цветам в зависимости от высеваемой у больного флоры: синего цвета — синегнойная инфекция, розового цвета — стафилококк. Хранили обработанные жилеты на вешалке в открытом помещении. Синие и розовые жилеты — в разных комнатах.
- Составляли график посещения занятий для пациентов: первыми получали осцилляции больные, у которых при бактериологическом исследовании мокроты обнаруживали стафилококк. Между каждой процедурой с новым пациентом соблюдали перерыв от 1 до 2 ч (с обработкой зала).

Конструкция жилетов к данному прибору позволяет достаточно эффективно осуществлять меры дезинфекции: ткань легко подвергается обработке и кварцеванию, все детали жилета открыты и доступны для осмотра.

ОБСУЖДЕНИЕ

Для повышения эффективности КТ врачу необходимо четко подбирать индивидуальные схемы занятий и методы, выбирать аппараты и приборы, которые поддерживают хороший легочный клиренс в зависимости от особенностей течения МВ. Следует учитывать, что аппараты делятся, прежде всего, по механизму действия (табл. 6).

Прибор ВЧОГК принципиально отличается от других перечисленных следующими показателями:

- воздействует посредством механической высокочастотной экстрагаторакальной перкуссии легких (для оптимизации легочного клиренса);
- отсутствует оральный контакт пациента с деталями аппаратуры;
- относительно пассивное участие пациента в процедуре.

Данная методика в настоящее время имеет много приверженцев среди пациентов с МВ и широко используется врачами. Опубликовано много исследований, посвященных применению ВЧОГК не только при МВ, но и при других заболеваниях органов дыхания, особенно при тяжелых легочных осложнениях [22–24]. Этот прибор доказал свою лечебную эффективность и преимущества перед другими традиционными видами КТ, такими как постуральный дренаж, ручная и механическая перкуссия у детей и взрослых с тяжелыми респираторными проявлениями МВ [23]. Прибор создает особую объемную скорость струи воздуха внутри бронхиального дерева

Таблица 5. Функциональные параметры у детей, получающих курс высокочастотных осцилляций грудной клетки

Показатели	Дни занятий			Достоверность различий, p (1-й и 14-й дни)	
	1-й день	7-й день	14-й день		
1-я группа Тяжелое течение ОФВ ₁ 40–60%	ОФВ ₁ , %	42,5 ± 5,5	49,2 ± 1,2	58,1 ± 1,6	0,015
	ФЖЕЛ, %	51,6 ± 3,2	74,7 ± 5,4	56,9 ± 2,2	0,065
	МОС-75, %	23,2 ± 2,4	25,4 ± 5,2	29,1 ± 0,2	0,025
	Пикфлоуметрия, л/мин	150,0 ± 9,8	210,5 ± 3,2	250,5 ± 9,6	0,012
	Сатурация, %	90,6 ± 0,4	95,0 ± 4,3	95,0 ± 0,5	0,021
	Экспирция грудной клетки, см	1,5 ± 0,3	6,5 ± 3,1	5,4 ± 0,6	0,012
2-я группа Течение средней тяжести ОФВ ₁ 60–80%	ОФВ ₁ , %	71,1 ± 1,2	76,5 ± 1,4	80,0 ± 2,8	0,025
	ФЖЕЛ, %	73,8 ± 1,9	74,7 ± 5,4	79,8 ± 1,4	0,024
	МОС-75, %	50,0 ± 4,3	55,4 ± 5,2	69,2 ± 2,8	0,012
	Пикфлоуметрия, л/мин	220,0 ± 8,3	250,6 ± 5,7	330,2 ± 10,2	0,011
	Сатурация, %	93,8 ± 0,9	95,0 ± 4,3	98,0 ± 1,8	0,037
	Экспирция грудной клетки, см	2,6 ± 0,2	6,5 ± 3,1	7,8 ± 0,8	0,022
3-я группа Легкое течение ОФВ ₁ 80–100%	ОФВ ₁ , %	89,0 ± 5,4	86,5 ± 1,4	100,1 ± 15,3	0,066
	ФЖЕЛ, %	90,4 ± 0,9	74,7 ± 5,4	96,6 ± 3,2	0,072
	МОС-75, %	80,6 ± 10,8	81,2 ± 6,3	81,9 ± 6,4	0,073
	Пикфлоуметрия, л/мин	310,8 ± 7,6	340,5 ± 4,6	360,9 ± 11,4	0,013
	Сатурация, %	97,9 ± 1,1	96,8 ± 3,7	97,5 ± 2,4	0,071
	Экспирция грудной клетки, см	5,5 ± 0,1	7,2 ± 2,1	8,9 ± 0,1	0,013

Примечание. ОФВ₁ — объем форсированного выдоха за первую секунду, ФЖЕЛ — форсированная жизненная емкость легких, МОС — максимальная объемная скорость.

Таблица 6. Аппараты, применяемые в кинезитерапии

Механизм действия	Название на английском языке	Название аппарата	Воздействие
Дыхание с положительным давлением на выдохе (имитирует эффекты выдоха через сжатые губы) [18–20]	Positive Expiratory Pressure, PEP	PEP-Mask PEP-Sistema	Способствует увеличению коллатеральной вентиляции, уменьшению обструктивных нарушений, гиперинфляции и ателектазов, улучшению клиренса мокроты
Положительное давление на выдохе в сочетании с внутригочными высокочастотными осцилляциями [21]	Vibratory Positive Expiratory Pressure System, VPEP	Флаттер (Flutter) Корнет (R-C Cornet) Акапелла (Acapella)	Частота осцилляций 6–20 Гц Эффект вибрации помогает отделению слизи от стенок бронхов, что способствует повышению эффективности удаления бронхиального секрета Снижается коллапс мелких бронхов и ускоряется воздушный поток
Интрапульмональная перкуSSIONная вентиляция	Intrapulmonary Percussive Ventilation, IPV	IMP 2	Создается высокочастотная вентиляция в открытом дыхательном контуре Происходит трансформация потока воздуха с высоким давлением и низкой частотой в поток воздуха с низким давлением и высокой частотой Частота осцилляций 11–30 Гц (от 660 до 1800 циклов/мин) Улучшаются реологические свойства мокроты и ее отхождение
Экстраторакальная механическая перкуSSION путем высокочастотных осцилляций грудной клетки	High Frequency Chest Wall Oscillation, HFCWO	Система The Vest	Воздействие кинетической энергии на грудную клетку с равномерными интервалами Частота осцилляций 5–20 Гц Улучшаются реологические свойства мокроты и ее отхождение (в т.ч. из бронхиол)

(до 120 л/мин), что и приводит к изменению реологических свойств мокроты и ее активной эвакуации из периферических дыхательных путей [22]. Из существующих на сегодня грудных вибромассажеров ни один не обеспечивает эффекта, равного эффекту ВЧОГК, и такой же скорости потока внутри бронхиального дерева.

В последние годы система The Vest Airway Clearans system (Hill-Rom, США) получила широкое распространение и в России, и уже с успехом широко применяется в разных лечебных учреждениях.

Система ВЧОГК состоит из импульсного компрессионного генератора высокочастотных колебаний воздушного потока и системы подачи воздуха в надувной жилет. Жилеты подбирают в зависимости от возраста и размера грудной клетки пациента. Они легко и эффективно подвергаются дезинфекции, прочно и комфортно крепятся на ребенке во время проведения процедуры. Прибор приспособлен для использования в пульмонологическом стационаре, в отделении реанимации и амбулаторных условиях — на дому. Возможная создаваемая частота компрессий составляет 5–20 Гц.

Прибор, воздействуя экстрапульмонально, обеспечивает опосредованную вибрацию бронхиальной стенки с определенной частотой и давлением, что приводит к разжижению и отлипанию мокроты от бронхиальной стенки, эффективному дренажу, особенно периферических отделов дыхательных путей, и устраняет заложенность дыхательных путей и бронхоспазм.

В работах российских авторов показано успешное и эффективное применение системы ВЧОГК у детей и взрослых с МВ [25–27]. Так, Б. Н. Бабаханова и И. К. Ашерова использовали данную систему в течение 7–10 дней с положительным клиническим и функциональным эффектом у 194 детей в возрасте от 1 года до 17 лет с острой патологией (острый бронхит и пневмония), ателектазами, хроническим бронхитом на фоне МВ, пороками развития, бронхоэктазами и нервно-

мышечной патологией. Особое внимание авторы уделали необходимости дезинфекции аппаратуры [28]. М. А. Хан и соавт. провели исследование по изучению эффективности прибора у 75 детей в возрасте 5–17 лет с бронхиальной астмой, острым бронхитом, МВ и травмами нижних конечностей на протяжении четырнадцатидневного курса лечения и показали позитивное влияние данного метода на улучшение функциональных показателей и клиническую симптоматику в сравнении с группой контроля [29].

По нашему мнению, специалисты, которые наблюдают пациентов с МВ, должны смещать акценты в сторону немедикаментозных методов терапии: активный двигательный режим, занятия спортом, санаторная реабилитация, закаливающие процедуры — все это направлено на борьбу с мукостазом, гиподинамией и психологическим стрессом, характерным для МВ. В комплексе базисных мероприятий особое внимание следует уделять прежде всего активной ежедневной кинезитерапии, составленной для больного по индивидуальной программе. Медикаментозная поддержка как чрезвычайно важная составляющая лечения должна подбираться параллельно. Поскольку много физических и эмоциональных сил у ребенка отнимает сама болезнь, а проводить дыхательную гимнастику нужно упорно, терпеливо, каждый день, методики должны быть не только эффективными, но и легко воспроизводимы ребенком. Желательно, чтобы занятия приносили больному еще и положительные эмоции.

Система высокочастотной осцилляции грудной клетки у детей с различным течением МВ является современной, эффективной и легковосполнимой методикой поддержания легочного клиренса. Занятия оказывают положительный клинический и функциональный эффект. На 2–3-й день занятий отмечается улучшение самочувствия, облегчение откашливания, уменьшается одышка. К 14-м сут терапии достоверно улучшаются показатели

ОФВ₁ ($p < 0,05$). Пикфлоуметрия улучшается у больных с различным течением МВ ($p < 0,05$). У пациентов с тяжелым течением регистрируют значительное улучшение экскурсии грудной клетки ($p < 0,05$).

Регулярные занятия с помощью прибора ВЧОГК оказывают положительное влияние на эмоциональную сферу ребенка, повышают настроение, что сказывается на общем лечебном эффекте.

Подбирать режимы осцилляции для работы с больными МВ детьми на приборе ВЧОГК целесообразно в зависимости от тяжести течения болезни и показателей ОФВ₁. Нарастивать нагрузки осцилляции следует постепенно, до достижения необходимых значений. В процессе занятия необходимо принимать во внимание

жалобы и субъективные ощущения ребенка, немедленно исправлять негативные явления. Следует установить позитивный контакт с ребенком, совместно подбирать режим нагрузок.

Особое внимание нужно уделять санитарно-эпидемиологическим правилам, заранее планировать время занятий. Осуществлять ежедневно тщательную дезинфекцию аппаратуры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метод ВЧОГК необходимо включать в ежедневную базисную терапию с целью эффективного дренажа бронхиального дерева не только для лечения обострений бронхолегочного процесса, но и с целью их профилактики.

CONFLICT OF INTERESTS

The study was funded by JSC "Dean International".

Ol'ga Simonova received speaking honoraria from JSC "Dean International".

Oksana Ereshko, Dar'ya Makarova, Sergei Semykin, Inna Asaturova, Viktor Brisin, Konstantin Volkov, Anna Tomilova have indicated they have no financial relationships relevant to this article to disclose.

REFERENCES

1. *Mukovistsidoz. Pod red. N. I. Kapranova, N. Yu. Kashirskoi* [Cystic Fibrosis. Edited by N. I. Kapranov, N. Yu. Kashirskaya]. Moscow, Medpraktika-M, 2014. 671 p.
2. Ratjen F. New pulmonary therapies for cystic fibrosis. *Curr. Opin. Pulm. Med.* 2007; 13 (6): 541–546.
3. Cystic Fibrosis Foundation. About Cystic Fibrosis: What You Need to Know. Available at: <http://www.cff.org>AboutCF/> Accessed January 11, 2010.
4. Kerem E., Reisman J., Corey M., Canny G. J., Levison H. Prediction of mortality in patients with cystic fibrosis. *N. Engl. J. Med.* 1992; 326: 1187–1191.
5. Simonova O. I., Tomilova A. Yu., Gorinova Yu. V., Surkov A. N., Roslavtseva E. A., Namazova-Baranova L. S. *Mukovistsidoz. V serii kn.: Bolezni detskogo vozrasta ot A do Ya. Vyp. 5* [Cystic Fibrosis. In a series of books: Childhood Diseases from A to Z. Vol. 5]. Moscow, *Pediatr*™, 2014. 84 p.
6. *Mukoaktivnaya terapiya. Pod red. A. G. Chuchalina, A. S. Belevskogo* [Mucoactive Therapy. Edited by A. G. Chuchalin, A. S. Belevskii]. Moscow, Atmosfera, 2006. 124 p.
7. Solov'eva Yu. V. *Klinicheskoe znachenie sostoyaniya proteoliza-antiproteoliza u detei s vrozhdennymi porokami razvitiya bronkholegочnoi sistemy i mukovistsidozom. Avtorefer. dis. ... kand. med. nauk* [The Clinical Significance of State-antiproteoliza Proteolysis in Children with Congenital Malformations of Respiratory System and Cystic Fibrosis. Author's abstract]. Moscow, 2013. 23 p.
8. Simonova O. I. *Vopr. sovr. pediatrii — Current pediatrics.* 2010; 9 (4): 143–146.
9. Morgan M. D. L., Britton J. R. Chronic obstructive pulmonary disease: Non-pharmacological management of COPD. *Thorax.* 2003; 58: 453–457.
10. Simonova O. I. *Effektivnost' kineziterapii pri mukovistsidoze u detei. Avtoref. dis. ... dokt. med. nauk* [Efficiency of Kinetotherapy in Cystic Fibrosis in Children. Author's abstract]. Moscow, 2001. 46 p.
11. Kieselmann R. What is «modern physical therapy»? *Pneumolog.* 1996; 50 (Suppl. 3): 815–816.
12. McCool F. D., Rosen M. J. Nonpharmacologic airway clearance therapies: ACCP evidence-based clinical practice guidelines. *Chest.* 2006; 129 (1): 2503–2593.
13. Chatwin M. How to use a mechanical insufflators-exsufflator «cough assist machine». *Breathe.* 2008; 4: 321–325.
14. Fink J. B., Rubin B. K. New Horizons in Respiratory Care: Airway Clearance Techniques. *Respir. Care (Special Iss.)* 2001.
15. Lukina O. F. Osobennosti narusheniya funktsii legkikh pri mukovistsidoze u detei. V kn.: *Mukovistsidoz. Pod red. N. I. Kapranova, N. Yu. Kashirskoi* [Features of Lung Functioning Disorder under Cystic Fibrosis in Children. In book: Cystic Fibrosis. Edited by N. I. Kapranova, N. Yu. Kashirskaya]. Moscow, Medpraktika-M, 2014. pp. 229–248.
16. Frangolias D. D., Holloway C. L., Vedal S., Nakielna E. M., Wilcox P. G. Role of pulmonary function and cardiopulmonary exercise testing in predicting work impairment/disability in cystic fibrosis. The 12th Annual North American CF Conference. *Canada, Montreal.* 1998. 412 p.
17. Chernyak A. V., Chikina S. Yu. *Narushenie funktsii legkikh u bol'nykh MV. Patofiziologiya kardio-respiratornoi sistemy. V kn.: Mukovistsidoz. Pod red. N. I. Kapranova, N. Yu. Kashirskoi.* [Lung Functioning Disorder under Cystic Fibrosis. Pathophysiology of Cardio-Respiratory System. In book: Cystic Fibrosis. Edited by N. I. Kapranova, N. Yu. Kashirskaya]. Moscow, Medpraktika-M, 2014. pp. 200–229.
18. Hodson M., Geddes D., Bush A. Cystic Fibrosis. *London. Arnold.* 2007. 503 p.
19. Garrod R. Randomized controlled trial of domiciliary noninvasive positive pressure ventilation and physical training in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2000; 162: 1335–1341.
20. Hardy K. A., Anderson B. D. Noninvasive Clearance of Airway Secretions. *Resp. Care Clin. North Am.* 1996; 2: 323–345.
21. Swift G. L., Rainer T., Saran R. et al. Use of flutter VPR1 in the management of patients with steroid-dependent asthma. *Respiration.* 1994; 61: 126–129.

22. Tomkiewicz R., Biviji A., Yaz A., King M. Effects of oscillating air flow on the rheological properties and clearability of mucus gel simulants. *Biorheology*. 1994; 31 (5): 511–520.
23. Kluft J., Beker L., Castagnino M., Gaiser J., Chaney H., Fink R. A comparison of bronchial drainage treatments in cystic fibrosis. *Pediatr. Pulmonol.* 1996; 22: 271–274.
24. Arens R., Gozal D., Omlin K.J., Vega J., Boyd K.P., Keens T.G., Woo M.S. Comparison of high frequency chest compression and conventional chest physiotherapy in hospitalized patients with cystic fibrosis. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1994; 150: 1154–1157.
25. Kapranov N.I., Kashirskaya N.Yu., Bogdanova T.A. *Vopr. sovr. pediatrii — Current pediatrics*. 2010; 5: 67–71.
26. Meshcheryakova N.N., Chernyak A.V., Belevskii A.S. *Pul'monologiya — Pulmonology*. 2012; 3: 68–72.
27. Shcherbakova A.Yu. *Opyt primeneniya «The Vest Airway Clearance System» u vzroslykh bol'nykh mukovistsidozom. Matly IX Nats. kongr. po mukovistsidozu «Mukovistsidoz u detei i vzroslykh»* [Experience of Application of “The Vest Airway Clearance System” in Adult Patients with Cystic Fibrosis. Proceedings of IX Nat. Congr. on Cystic Fibrosis “Cystic Fibrosis in Children and Adults”]. Moscow, MegaPro, 2009. pp. 90–92.
28. Babakhanova B.N., Asherova I.K. *Vopr. sovr. pediatrii — Current pediatrics*. 2010; 9 (3): 117–120.
29. Khan M.A., Lyan N.A., Mikitchenko N.A., Podgornaya O.V. *Primenenie vibratsionno-kompressionnogo vozdeistviya ot apparata oчитki dykhatel'nykh putei The Vest u detei. Metod. rekomendatsii* [Application of Vibro-impact Compression of the Machine Cleaning the Respiratory Tract in Children — The Vest. Method. Recommendations]. Moscow, RNTs MRiK, 2013. 32 p.