

Эффективность метода высокочастотных колебаний грудной стенки при обострении хронической обструктивной болезни легких

С.Н.Авдеев, Н.А.Гусева, Г.С.Нуралиева

ФГБУ «НИИ пульмонологии» ФМБА России: 105077, Россия, Москва, ул. 11-я Парковая, 32, корп. 4

Резюме

Гиперпродукция мокроты и плохой клиренс бронхиального дерева могут представлять серьезную проблему для многих пациентов с обострением хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ). Улучшить дренаж дыхательных путей возможно при помощи специальных высокочастотных методов, модулирующих воздушный поток. *Цель.* Изучение клинической эффективности и безопасности метода высокочастотных колебаний грудной стенки (ВЧКГС) у больных с обострением ХОБЛ. *Материалы и методы.* В проспективное рандомизированное контролируемое сравнительное исследование включены больные, госпитализированные в стационар по поводу обострения ХОБЛ (III и IV стадии по GOLD; средний объем форсированного выдоха за 1-ю секунду – 37 %_{долж.}). Все пациенты в 1–2-е сутки госпитализации были случайным методом разделены на 2 группы: терапии ВЧКГС (система Vest® Airway Clearance System, 15–25 мин 2 раза в сутки, частота осцилляций – 10–15 Гц, уровень давления – 4–6 см вод. ст.) и контрольную (только стандартная терапия). Исследование завершили 50 пациентов (25 – в группе ВЧКГС и 25 – в группе стандартной терапии). *Результаты.* При терапии ВЧКГС повысился объем откашливаемой мокроты на 3-й и 7-й дни исследования ($p < 0,001$). Использование ВЧКГС способствовало большему снижению выраженности симптомов по сравнению с терапией в контрольной группе ($p = 0,006$). Тяжесть симптомов по шкале BCSS более значимо достоверно уменьшилась в группе ВЧКГС по сравнению с группой сравнения (в среднем на 3,4 и 1,5 балла соответственно; $p = 0,006$). У получавших терапию ВЧКГС к концу исследования отмечено более выраженное улучшение показателей оксигенации ($p = 0,001$) и снижение уровней С-реактивного белка ($p = 0,001$). *Заключение.* При обострении ХОБЛ с помощью терапии ВЧКГС улучшается отхождение мокроты, достоверно снижаются выраженность клинических симптомов и уровень С-реактивного белка, быстрее улучшается оксигенация.

Ключевые слова: обострение хронической обструктивной болезни легких, клиренс дыхательных путей, высокочастотные колебания грудной стенки.

DOI: 10.18093/0869-0189-2016-26-4-466-472

Efficacy of high frequency chest wall oscillation method in acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease

S.N.Avdееv, N.A.Guseva, G.S.Nuralieva

Federal Pulmonology Research Institute, Federal Medical and Biological Agency of Russia: 32, build. 4, 11th Parkovaya str., Moscow, 105077, Russia

Summary

This study was aimed at investigation of clinical efficacy and safety of high frequency chest wall oscillation (HFCWO) method in patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease (AECOPD). *Methods.* This was a prospective randomized controlled comparative study. Patients hospitalized for AECOPD (GOLD III or IV stage; mean FEV₁, 37% pred.) were included. In first two days of admission, all patients were randomized to HFCWO treatment (Vest® Airway Clearance System; 15–25 min b.i.d.; oscillation frequency, 10–15 Hz; pressure, 4–6 cm H₂O) or standard therapy (the control group). *Results.* Fifty patients completed the study: 25 patients in HFCWO group and 25 patients in the standard therapy group. Therapy with HFCWO was associated with increasing sputum volume to the 3rd and the 7th days of the study ($p < 0.001$) and more significant reduction in symptom intensity compared to the controls ($p = 0.006$). Symptom severity measured with the BCSS score decreased by 3.4 and 1.5, respectively ($p = 0,006$). Therapy with HFCWO was also associated with more significant improvement in oxygenation parameters and reduction in C-reactive protein (CRP) level ($p = 0,001$ for both). *Conclusion.* Therefore, treatment with HFCWO was associated to improved sputum clearance, significant improvement in clinical symptoms, earlier oxygenation improvement and CRP reduction.

Ключевые слова: acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease, airway clearance, high frequency chest wall oscillations.

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) – заболевание, характеризующееся ограничением воздушного потока с развитием неполностью обратимой бронхиальной обструкцией; ограничение воздушного потока прогрессирует и связано с усиленным патологическим воспалительным ответом дыхательных путей на повреждающие частицы или газы [1, 2]. Сегодня ХОБЛ представляет собой значительную экономическую и социальную проблему и является единственной болезнью из группы хронических неинфекционных заболеваний, при которой летальность продолжает расти [3, 4].

Обострение ХОБЛ является одной из самых частых причин обращения больных за неотложной медицинской помощью [5]. Частота обострений прогрессивно увеличивается с нарастанием тяжести заболевания [6]. Частое развитие обострений у больных ХОБЛ приводит к длительному ухудшению (до нескольких недель) показателей функции дыхания и газообмена [7], более быстрому прогрессированию заболевания [8], значимому снижению качества жизни больных [9] и сопряжено с существенными экономическими расходами на лечение [5, 10]. Более того, при обострениях ХОБЛ декомпенсируются

сопутствующие хронические заболевания [11] и повышается риск развития сердечно-сосудистых событий [12]. Тяжелые обострения являются основной причиной смерти больных ХОБЛ [13].

Гиперпродукция мокроты и плохой клиренс бронхиального дерева могут представлять серьезную проблему для многих пациентов с обострением ХОБЛ [14]. При использовании специальных методов улучшения дренажа дыхательных путей с помощью высокочастотных методов, модулирующих воздушный поток, у таких пациентов возможно достичь существенного улучшения состояния.

Один из таких методов — **высокочастотные колебания (осцилляции) грудной стенки** (ВЧКГС), которые через грудную клетку передаются на дыхательные пути и проходящий по ним поток газа и улучшают не только легочный газообмен, но и клиренс дыхательных путей [15]. Такие колебания создаются с помощью надувного жилета, который плотно облегает грудную клетку и соединен с воздушным компрессором, надувающим жилет в пульсовом режиме, при этом частота осцилляций и давление воздуха в жилете регулируются в зависимости от задач терапии и состояния пациента: при более низких частотах увеличивается объем воздуха, перемещаемого в легкие, при более высоких частотах возрастает скорость воздушного потока [16]. В отличие от традиционных методов — кинезитерапии, мануальной перкуссии грудной клетки — метод ВЧКГС обычно не требует участия медицинского персонала.

Эффективность метода ВЧКГС продемонстрирована у пациентов с муковисцидозом [16–19], бронхоэктатической болезнью [20] и при стабильном течении тяжелой ХОБЛ [21]. Однако данные о возможности использования ВЧКГС при обострении ХОБЛ практически отсутствуют. Целью данного исследования явилось изучение клинической эффективности и безопасности метода ВЧКГС у больных с обострением ХОБЛ.

Материалы и методы

В проспективное рандомизированное контролируемое сравнительное исследование были включены больные, госпитализированные в стационар по поводу обострения ХОБЛ. Критерии включения в исследование: возраст — ≥ 50 лет, индекс курения — ≥ 10 пачко-лет, объем форсированного выдоха за 1-ю секунду (ОФВ₁) — ≤ 50 %, отношение ОФВ₁ к форсированной жизненной емкости легких (ОФВ₁/ФЖЕЛ) — ≤ 70 %, обострение ХОБЛ 1-го и 2-го типов согласно классификации *Anthonisen* [22], ежедневная продукция мокроты > 25 мл в сутки в течение как минимум 3 последовательных дней.

Критерии исключения: бронхиальная астма, диффузные бронхоэктазы, сердечная недостаточность, пневмония и другие заболевания легких, нестабильная гемодинамика, сердечные аритмии, кровохарканье.

Все пациенты в первые 1–2 суток госпитализации были случайным методом разделены на 2 группы: пациенты 1-й группы получали в дополнение

к стандартной терапии ВЧКГС в течение 8–14 дней, контрольной — только стандартную терапию. В стандартную терапию были включены ингаляции бронхолитических препаратов через небулайзер (ипратропия бромид и / или сальбутамол или фенотерол / ипратропий) 4–6 раз в сутки, преднизолон (в среднем 30–40 мг в сутки *per os*), антибактериальные препараты, кислород и неинвазивная вентиляция легких (при необходимости).

ВЧКГС проводилась с помощью системы *Vest[®] Airway Clearance System (Hill-Rom, Batesville, Indiana, США)*. Система *Vest[®] Airway Clearance System* состоит из надувного жилета, соединенного 2 трубками с дистанционным генератором воздушного потока, производящего осцилляционные воздушные толчки. Пациент находился в сидячем положении, длительность процедур составляла 15–25 мин 2 раза в сутки (около 11:00 и около 16:00 ч). Параметры ВЧКГС: частота осцилляций 10–15 Гц (основана на индивидуальной переносимости пациентов), уровень давления воздушных толчков — 4–6 см вод. ст. [14].

Симптомы пациентов оценивались с помощью валидизированных клинических шкал *Breathlessness, Cough, and Sputum Scale (BCSS)* [23], *COPD Assessment Test (CAT)* [24, 25] и *Modified Medical Research Council Dyspnea Scale (mMRC)* [26]. Ежедневные симптомы записывались в регистрационную карту пациента. Оценка клинических симптомов проводилась в 1, 3 и 7-й дни госпитализации. Мокрота собиралась ежедневно в специальные контейнеры и утром оценивалось ее количество.

Оценка функции внешнего дыхания (ФВД) проводилась путем анализа кривой «поток–объем» на компьютерном спироанализаторе *Flowscreen (Erich Jaeger, Wurzburg, Германия)*. При анализе спирометрии использовались показатели ФЖЕЛ и ОФВ₁. Оценка полученных результатов проведена при сопоставлении данных с должными величинами, рассчитанных по формулам Европейского сообщества стали и угля [27]. Газовый анализ артериальной крови проводился экспресс-методом на автоматическом анализаторе *ABL800 FLEX (Radiometer Copenhagen, Дания)*. Забор крови для анализа осуществлялся путем пункции лучевой артерии гепаринизированным шприцем. Уровень С-реактивного белка (СРБ) в сыворотке крови измерялся иммунометрическим экспресс-методом с помощью системы *NycoCard II Test Kit (Axis-Shield of Oslo, Норвегия)*. Оценка лабораторных и функциональных показателей проводилась в 1-й и 7-й дни госпитализации.

Статистическая обработка результатов проводилась при помощи пакета прикладных программ *Statistica for Windows, Release 10.0. StatSoft, Inc.* Все численные данные представлены как *mean ± SD*. Достоверность различий одноименных показателей внутри одной группы определялась при помощи парного *t*-критерия Стьюдента. Достоверность различий количественных показателей между группами определялась при помощи критерия Манна–Уитни (*U-test*). Различия считались статистически достоверными при $p < 0,05$.

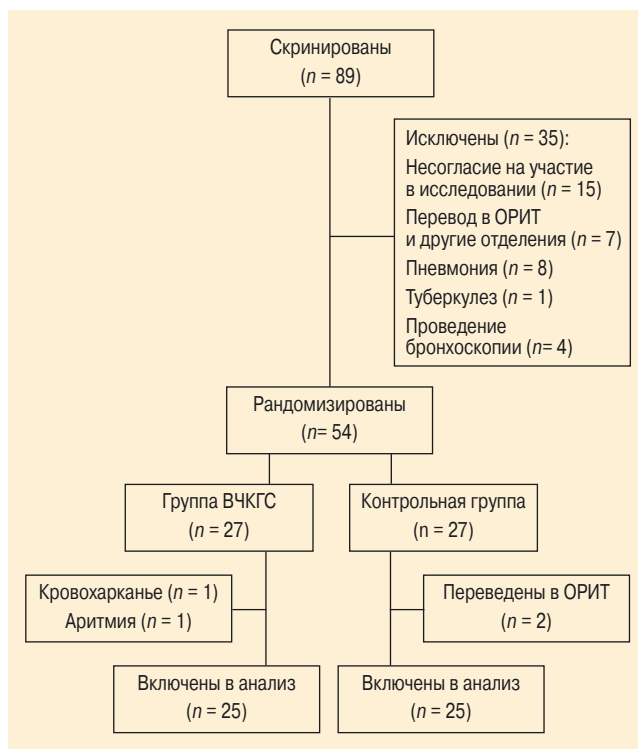


Рис. 1. Схема исследования
Примечание: ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии.
Figure 1. The study design

Результаты и обсуждение

Скринированы пациенты с ХОБЛ ($n = 89$), госпитализированных в стационар по поводу обострения ХОБЛ. Рандомизированы больные ($n = 54$), удовле-

Таблица 1
Характеристика пациентов с ХОБЛ, включенных в исследование

Table 1
Characterization of COPD patients involved in the study

Параметры	Группа ВЧКГС, $n = 25$	Контрольная группа, $n = 25$	p
Пол, м / ж	21 / 4	23 / 2	0,428
Средний возраст, годы	64,1 ± 7,5	63,4 ± 7,1	0,736
Индекс массы тела, кг / м ²	32,1 ± 8,2	33,2 ± 8,4	0,444
Стаж курения, пачко-лет	43,5 ± 7,3	40,3 ± 6,5	0,166
ОФВ ₁ , %	36,2 ± 13,1	39,3 ± 15,2	0,264
ФЖЕЛ, %	56,3 ± 20,5	58,2 ± 16,5	0,720
Одышка, шкала MRC, баллы	3,1 ± 0,7	3,2 ± 0,7	0,616
Симптомы, шкала BCSS, баллы	9,0 ± 2,5	9,0 ± 2,6	0,999
Симптомы, шкала CAT, баллы	27,9 ± 7,3	27,3 ± 6,9	0,767
ЧДД, мин ⁻¹	22,0 ± 1,3	21,6 ± 1,2	0,264
SpO ₂ , %	91,5 ± 3,4	90,2 ± 2,8	0,147
PaO ₂ , мм рт. ст.	62,1 ± 10,4	61,3 ± 8,9	0,771
PaCO ₂ , мм рт. ст.	42,4 ± 8,1	43,1 ± 7,9	0,758
pH	7,43 ± 0,05	7,43 ± 0,04	0,999
HCO ₃ ⁻	32,4 ± 6,2	32,2 ± 5,8	0,907
СРБ, мг / л	17,3 ± 7,9	18,3 ± 7,8	0,681

Примечание: ЧДД – частота дыхательных движений.

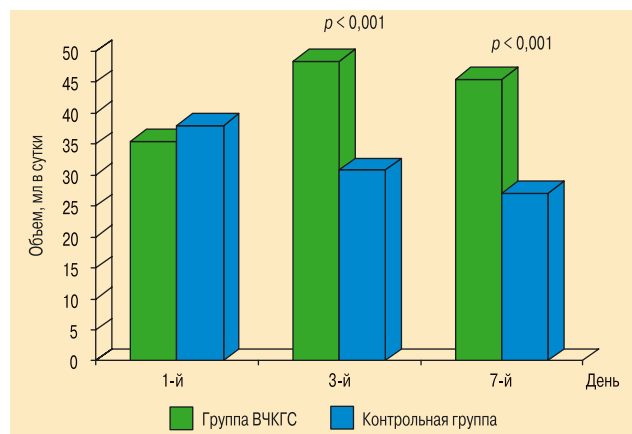


Рис. 2. Динамика объема мокроты у пациентов с ХОБЛ (мл в сутки)
Figure 2. Change in sputum volume in COPD patients (ml × day⁻¹)

творяющие всем критериям включения и исключения исследования. Однако 4 больных выбыли из исследования до завершения периода исследования, таким образом, исследование завершили 50 пациентов (25 – в группе ВЧКГС и 25 – в группе стандартной терапии) (рис. 1). По своим демографическим и клиническим параметрам больные двух групп терапии не различались между собой (табл. 1). Все больные были актуальными ($n = 38$) или бывшими ($n = 12$) курильщиками (средний стаж курения около 42 пачко-лет) с частыми обострениями ХОБЛ (около 2–4 обострений в год). По функциональным показателям и параметрам газового состава артериальной крови группы пациенты были сопоставимы между собой (см. табл. 1). У включенных в исследование установлена ХОБЛ III и IV стадии по GOLD (средний ОФВ₁ – около 37 %_{долж.}) (см. табл. 1). Согласно классификации Anthonisen, у больных отмечены обострения ХОБЛ 1-го ($n = 37$) и 2-го ($n = 13$) типов. У большинства больных ХОБЛ ($n = 45$) отмечены сопутствующие заболевания (ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь, сахарный диабет и др.).

При использовании ВЧКГС у пациентов с ХОБЛ отмечено повышение суточного объема откашливаемой мокроты по сравнению со стандартной терапией, и эти различия были достоверными на 3-й и 7-й дни исследования (для всех сравнений $p < 0,001$) (рис. 2).

Выраженность одышки по шкале mMRC достоверно уменьшилась у пациентов обеих сравниваемых групп (в среднем на 0,9 и 0,7 балла в группах ВЧКГС и контроля соответственно), однако статистически значимых различий по этому показателю между двумя группами терапии ($p = 0,110$) не отмечено (рис. 3). Выраженность симптомов по шкале САТ достоверно уменьшилась только у получавших терапию ВЧКГС (в среднем на 5,9 балла), отличия по данному параметру между группами также не были достоверными ($p = 0,091$) (рис. 4). Тяжесть симптомов по шкале BCSS достоверно уменьшилась и в группе ВЧКГС, и в группе сравнения (в среднем на 3,4 и 1,5 балла соответственно), причем различия по показателю BCSS были достоверными между группами терапии в конце исследования ($p = 0,006$) (рис. 5).

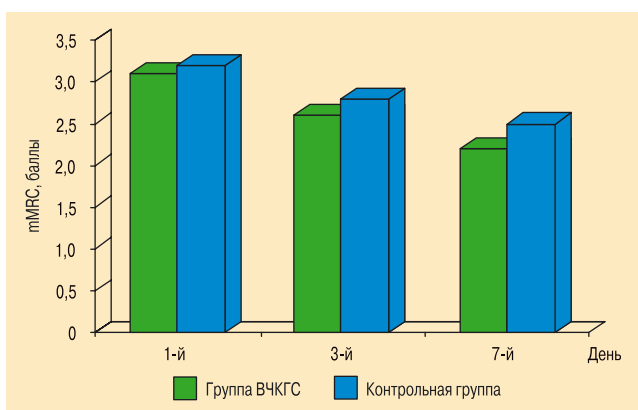


Рис. 3. Динамика одышки по шкале mMRC (средние значения) у больных ХОБЛ
Figure 3. Change in dyspnea measured by mMRC scale (M) in COPD patients

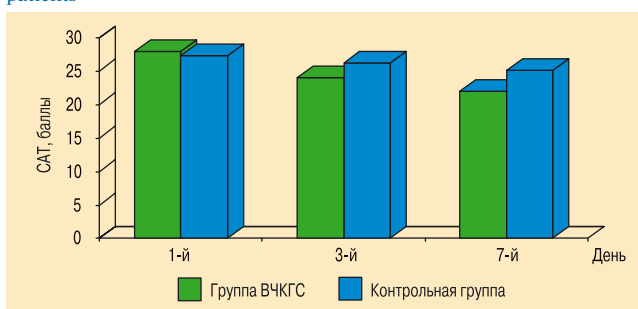


Рис. 4. Динамика симптомов по шкале CAT (средние значения) у больных ХОБЛ
Figure 4. Change in symptoms measured by CAT test (M) in COPD patients

В ходе исследования в обеих группах отмечены снижение тахикардии и тахипноэ, прирост функциональных показателей (ОФВ₁ и ФЖЕЛ), однако по данным параметрам достоверных различий между пациентами сравниваемых групп ($p > 0,05$) не выявлено (табл. 2). У получавших терапию ВЧКГС к концу исследования отмечено более выраженное улучшение показателей оксигенации по сравнению с группой контроля, данные различия были достоверными ($p = 0,001$ – для SpO₂ и $p = 0,001$ – для PaO₂) (см. табл. 2). Также в группе активной терапии к 7-му дню исследования наблюдалось более существенное снижение уровней СРБ по сравнению с пациентами контрольной группы ($p = 0,001$) (рис. 6, см. табл. 2).

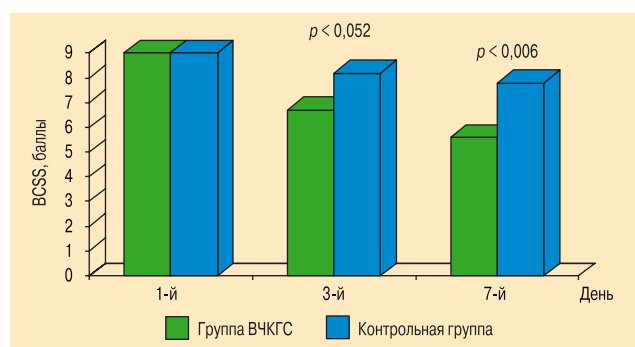


Рис. 5. Динамика симптомов по шкале BCSS (средние значения) у больных ХОБЛ
Figure 5. Change in symptoms measured by BCSS scale (M) in COPD patients

Терапия ВЧКГС хорошо переносилась больными ХОБЛ, нежелательные явления отмечены у 2 больных: незначительное кровохарканье и обратимый пароксизм мерцательной аритмии (оба пациента были выведены из исследования).

По результатам данного исследования продемонстрировано, что включение метода ВЧКГС в программу терапии обострения ХОБЛ позволяет повысить эффективность лечения пациентов с ХОБЛ с гиперпродукцией бронхиального секрета и нарушением мукоцилиарного транспорта.

Механизм действия ВЧКГС можно объяснить следующим образом: благодаря сдавлению грудной клетки, пассивным эластическим свойствам респираторной системы и активному экспираторному мышечному усилию ВЧКГС создают осцилляторный

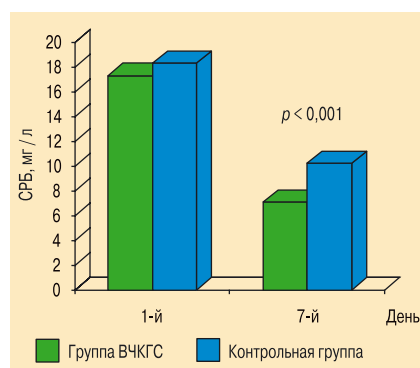


Рис. 6. Динамика показателя СРБ (средние значения) у пациентов с ХОБЛ
Figure 6. Change in C-reactive protein level (M) in COPD patients

Таблица 2
Динамика функциональных и лабораторных показателей у больных ХОБЛ
Table 2
Change in functional and laboratory parameters of COPD patients

Параметры	1-й день		p	7-й день		p
	группа ВЧКГС	контрольная группа		группа ВЧКГС	контрольная группа	
ЧДД, мин ⁻¹	22,0 ± 1,3	21,6 ± 1,2	0,533	19,4 ± 0,6	19,5 ± 1,3	0,630
ЧСС, мин ⁻¹	86,7 ± 9,7	90,1 ± 8,7	0,196	79,3 ± 4,5	82,1 ± 7,8	0,095
ОФВ ₁ , %	36,2 ± 13,1	39,3 ± 15,2	0,264	39,2 ± 14,1	41,3 ± 14,2	0,605
ФЖЕЛ, %	56,3 ± 20,5	58,2 ± 16,5	0,890	59,8 ± 19,5	61,2 ± 17,4	0,806
SpO ₂ , %	91,5 ± 3,4	90,2 ± 2,8	0,307	95,0 ± 2,1	92,5 ± 2,6	0,001
PaO ₂ , мм рт. ст.	62,1 ± 10,4	61,3 ± 8,9	0,307	70,9 ± 9,1	65,2 ± 8,9	0,030
PaCO ₂ , мм рт. ст.	42,4 ± 8,1	43,1 ± 7,9	0,707	42,4 ± 8,0	44,2 ± 7,9	0,162
pH	7,432 ± 0,05	7,433 ± 0,04	0,673	7,428 ± 0,04	7,432 ± 0,04	0,670
СРБ, мг / л	17,3 ± 7,9	18,3 ± 7,8	0,681	7,1 ± 3,1	10,2 ± 3,1	0,001

Примечание: ЧСС – частота сердечных сокращений.

экспираторный воздушный поток, а при спонтанном вдохе за счет работы инспираторных мышц и эластической тяги грудной стенки формируется обратный инспираторный осцилляционный поток [28]. Высокочастотные колебания распространяются вдоль дыхательных путей и вызывают вибрации трахеобронхиального секрета, что усиливает мукоцилиарный клиренс в нижних дыхательных путях и способствует мобилизации и лучшему отхождению бронхиального секрета.

P.M.A. Carverley et al. показано, что ВЧКГС у здоровых добровольцев приводит к снижению функциональной остаточной емкости легких (ФОЕ) в среднем на 130–270 мл, в зависимости от частоты осцилляций [29]. Уменьшение ФОЕ на фоне терапии ВЧКГС также показано и у пациентов с obstructивными заболеваниями легких [16, 28].

Выявлено, что при ВЧКГС улучшаются показатели оксигенации у больных ХОБЛ, что, вероятно, отражает более эффективный транспорт газа в легких на фоне ВЧКГС. *J.C. Darbee et al.* обнаружено, что при ВЧКГС с частотой осцилляций 10–15 Гц в течение 15–30 мин у больных с obstructивными нарушениями повышалась равномерность вентиляции и улучшалась диффузия в легких [30].

Механизм повышения равномерности вентиляции заключается в усилении движения воздуха в альвеолах и ускорении их наполнения и опорожнения. Эти процессы зависят от диаметра дыхательных путей и эластичности легочной ткани. При малой растяжимости легочной ткани и высоком сопротивлении дыхательных путей, которые наблюдаются у больных с obstructивными заболеваниями легких, наполнение и опорожнение участков легких с «воздушными ловушками» и участков с нормальной вентиляцией происходит с разной скоростью [31]. Благодаря положительному давлению, прикладываемому к грудной стенке, при ВЧКГС улучшается легочная вентиляция в гиповентилируемых или полностью закрытых участках легких за счет улучшения проникновения воздуха в эти участки.

A.K. Mahajan et al. продемонстрированы результаты многоцентрового рандомизированного исследования с целью оценки переносимости ВЧКГС у госпитализированных больных ($n = 52$) с обострением obstructивных заболеваний (ХОБЛ и бронхиальной астмы) [32, 33]. ВЧКГС проводилось уже в 1-е сутки госпитализации по 15 мин 3 раза в день. Показатели бронхиальной проходимости, объем мокроты, общее самочувствие менялись одинаково как в группе ВЧКГС, так и в группе плацебо, однако на фоне ВЧКГС одышка уменьшилась достоверно больше: на –1,5 балла по шкале Борга по сравнению с отсутствием динамики в группе плацебо [32, 33]. В рандомизированном исследовании ВЧКГС проводилась больным ($n = 16$) с обострением ХОБЛ III–IV стадии (GOLD) по 20 мин 3 раза в день в течение 5 дней. При терапии ВЧКГС в дополнение к стандартному лечению у больных ХОБЛ достоверно изменился прирост показателя пройденного расстояния по результатам 6-минутного шагового теста (прирост

150 м vs 107 м в контрольной группе) и уменьшению одышки [34].

При использовании метода ВЧКГС показатели одышки по шкале mMRC более значимо не уменьшались, но достоверно снижалась выраженность респираторных симптомов по шкале BCSS. Полученные данные можно объяснить относительно низкой «реагируемостью» шкалы mMRC в ответ на терапевтические вмешательства, что отмечено многими экспертами [35]. С другой стороны, выраженный ответ на терапию ВЧКГС со стороны шкалы BCSS можно объяснить более высокой чувствительностью данного опросника к терапии [36, 37], а также тем, что 2 его основных домена связаны с оценкой кашля и отхождения мокроты, т. е. симптомов, которые претерпевают наибольшие изменения при использовании методик, влияющих на клиренс дыхательных путей.

В недавно проведенном исследовании *A. Nicolini et al.* сравнивались 3 метода терапии у пациентов с бронхоэктазами в течение 15 дней: ВЧКГС ($n = 10$), традиционная физиотерапия ($n = 10$) и медикаментозная терапия ($n = 10$) [20]. И при ВЧКГС, и при традиционной физиотерапии показатели функциональных тестов и качества жизни улучшились по сравнению с контрольной группой (медикаментозная терапия). Однако при ВЧКГС по сравнению с традиционной физиотерапией более быстро снижались уровни СРБ сыворотки крови и маркеров бронхиального воспаления (снижение процента нейтрофилов и макрофагов мокроты). Похожие результаты получены и в данном исследовании, что позволяет говорить о том, что улучшение дренажа дыхательных путей приводит к уменьшению выраженности локального и системного воспаления. Безусловно, необходимы новые, более широкомасштабные исследования эффектов ВЧКГС у больных ХОБЛ.

Терапия ВЧКГС достаточно хорошо воспринимается и переносится пациентами, число нежелательных явлений относительно невелико. По данным практически всех опубликованных работ больные не испытывают неприятных ощущений во время сеансов ВЧКГС [38], лишь при высокой частоте осцилляций (≥ 18 Гц) некоторые пациенты (до 12 %) могут отмечать небольшое усиление одышки [16].

Заключение

Таким образом, продемонстрированы следующие преимущества использования терапии ВЧКГС:

- улучшение отхождения мокроты при обострении ХОБЛ;
- достоверное уменьшение клинических симптомов, оцененных по шкале BCSS (включающих оценку одышки, кашля и продукции мокроты);
- более быстрое улучшение параметров оксигенации (SpO_2 и PaO_2);
- более быстрое уменьшение выраженности системной воспалительной реакции (снижение уровня СРБ).

Конфликт интересов отсутствует. Исследование проводилось без участия спонсоров.

There is no conflict of interest. The study was performed without any sponsorship.

Литература / References

- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). Global strategy for diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. NHLBI/WHO workshop report. Last updated 2015. www.goldcopd.org
- Rodriguez-Roisin R. Toward a consensus definition for COPD exacerbation. *Chest*. 2000; 117: 398S–401S.
- Mannino D.M., Homa D.M., Akinbami L.J. et al. Chronic obstructive pulmonary disease surveillance – United States, 1971–2000. *Morb. Mortal. Wkly Rep. Surveill. Summ.* 2002; 51: 1–16.
- Murray C.J., Lopez A.D. Alternative projections of mortality and disability by cause 1990–2020: Global Burden of Disease Study. *Lancet*. 1997; 349: 1498–1504.
- Stanford R.H., Shen Y., McLaughlin T. Cost of chronic obstructive pulmonary disease in the emergency department and hospital: an analysis of administrative data from 218 US hospitals. *Treat. Respir. Med.* 2006; 5: 343–349.
- Hurst J.R., Vestbo J., Anzueto A. et al. Susceptibility to exacerbation in chronic obstructive pulmonary disease. *N. Engl. J. Med.* 2010; 363: 1128–1138.
- O'Donnell D.E., Parker C.M. COPD exacerbations: pathophysiology. *Thorax*. 2006; 61: 354–361.
- Donaldson G.C., Seemungal T.A.R., Bhowmik A., Wedzicha J.A. Relationship between exacerbation frequency and lung function decline in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 2002; 57: 847–852.
- Seemungal T.A.R., Donaldson G.C., Paul E.A. et al. Effect of exacerbation on quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1998; 151: 1418–1422.
- Miravittles M., Murio C., Guerrero T. et al. Pharmacoeconomic evaluation of acute exacerbations of chronic bronchitis and COPD. *Chest*. 2002; 121: 1449–1455.
- Celli B.R., Barnes P.J. Effect of exacerbation on quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur. Respir. J.* 2007; 29: 1224–1238.
- Donaldson G.C., Hurst J.R., Smith C.J. et al. Increased risk of myocardial infarction and stroke following exacerbation of COPD. *Chest*. 2010; 137: 1091–1097.
- Seneff M.G., Wagner D.P., Wagner R.P. et al. Hospital and 1-year survival of patients admitted to intensive care units with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *JAMA*. 1995; 274: 1852–1857.
- Chakravorty I., Chahal K., Austin G. A pilot study of the impact of high frequency chest wall oscillation in chronic obstructive pulmonary disease patients with mucus hypersecretion. *Int. J. COPD*. 2011; 6: 693–699.
- Чикина С.Ю., Авдеев С.Н. Использование метода высокочастотной осцилляции грудной стенки в лечении заболеваний органов дыхания. *Респираторное обозрение*. 2012; 1: 76–80. / Chikina S.Yu., Avdeev S.N. The high frequency chest wall oscillation method in treatment of respiratory diseases. *Respiratornoe obozrenie*. 2012; 1: 76–80 (in Russian).
- Kempainen R.R., Milla C., Dunitz J. et al. Comparison of settings used for high-frequency chest-wall compression in cystic fibrosis. *Respir. Care*. 2010; 55: 695–701.
- Osman L.P., Roughton M., Hodson M.E., Pryor J.A. Short-term comparative study of high frequency chest wall oscillation and European airway clearance techniques in patients with cystic fibrosis. *Thorax*. 2010; 65: 196–200.
- Warwick W.J., Hansen L.G. The long-term effect of high-frequency chest compression therapy on pulmonary complications of cystic fibrosis. *Pediatr. Pulm.* 1991; 11: 265–271.
- Bradley J.M. High frequency chest wall oscillation in cystic fibrosis. *Thorax*. 2010; 65: 189–190.
- Nicolini A., Cardini F., Landucci N. et al. Effectiveness of treatment with high-frequency chest wall oscillation in patients with bronchiectasis. *BMC Pulm. Med.* 2013; 13: 21.
- Мещерякова Н.Н. Высокочастотная осцилляция грудной клетки в реабилитации больных ХОБЛ. *Медицинский совет*. 2013; 311: 6–9. / Meshcheryakova N.N. High frequency chest wall oscillation in pulmonary rehabilitation of patients with COPD. *Meditsinskiy sovet*. 2013; 311: 6–9 (in Russian).
- Anthonisen N.R., Manfreda J., Warren C.P. et al. Antibiotic therapy in exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Ann. Intern. Med.* 1987; 106: 196–204.
- Leidy N.K., Rennard S., Schmier J. et al. The breathlessness, cough, and sputum scale. The development of empirically based guidelines for interpretation. *Chest*. 2002; 124: 2182–2191.
- Dodd J.W., Hogg L., Nolan J. et al. The COPD assessment test (CAT): response to pulmonary rehabilitation. A multi-centre prospective study. *Thorax*. 2011; 66: 425–429.
- Lee B.Y., Lee S., Lee J.S. et al. Validity and reliability of CAT and Dyspnea-12 in bronchiectasis and tuberculous destroyed lung. *Tuberc. Respir. Dis.* 2012; 72: 467–474.
- Bestall J.C., Paul E.A., Garrod R. et al. Usefulness of the Medical Research Council (MRC) dyspnoea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 1999; 54: 581–586.
- Quanjer P.H., Tammeling G.J., Cotes J.E. et al. Lung volumes and forced ventilatory flows. *Eur. Respir. J.* 1993; 6 (Suppl. 16): 5–40.
- Braveman J., Nozzarella M. High-frequency chest compression advanced therapy for obstructive lung disease. *Respir. Ther.* 2007; 2: 48–51.
- Carverley 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: 218–223.
- Darbee J.C., Kanga J.F., Ohtake P.J. Physiologic evidence for high-frequency chest wall oscillation and positive expiratory pressure breathing in hospitalized subjects with cystic fibrosis. *Physiol. Ther.* 2005; 85: 1278–1289.
- Isabey D., Harf A., Chang H.K. Alveolar ventilation during high-frequency oscillation: core dead space concept. *J. Appl. Physiol.* 1984; 56: 700–707.
- Mahajan A.K., Diette G.B., Hatipoğlu U. et al. High frequency chest wall oscillation for asthma and chronic obstructive pulmonary disease exacerbations: a randomized sham-controlled clinical trial. *Respir. Res.* 2011; 12: 120.
- Krishnan J., Ridge A., Walker Harris V. et al. Treating exacerbations of asthma or chronic obstructive pulmonary disease (COPD) with high frequency chest wall oscillation (HFCWO) in hospitalized patients. *Eur. Respir. Congress*. 2010: N 3869.
- Goktalay T., Akdemir S., Coskun A. et al. Evaluation of contribution of high frequency chest wall oscillation treatment to medical treatment in patients with acute exacerbations of COPD. *Eur. Respir. Congress*. 2011: N1245.
- Cazzola M., Hanania N.A., MacNee W. A review of the most common patient-reported outcomes in COPD –

- revisiting current knowledge and estimating future challenges. *Int. J. COPD*. 2015; 10: 725–738.
36. Leidy N.K., Rennard S.I., Schmier J. et al. The breathlessness, cough, and sputum scale: the development of empirically based guidelines for interpretation. *Chest*. 2003; 124: 2182–2191.
37. Leidy N.K., Schmier J.K., Jones M.K. et al. Evaluating symptoms in chronic obstructive pulmonary disease: validation of the Breathlessness, Cough and Sputum Scale. *Respir. Med.* 2003; 97 (Suppl. A): S59–S70.
38. Allan J.S., Garrity J.M., Donahue D.M. High-frequency chest-wall compression during the 48 hours following thoracic surgery. *Respir. Care*. 2009; 54: 340–343.

Поступила 30.06.16
УДК 616.24:036.12-092
Received June 30, 2016
UDC 616.24:036.12-092

Информация об авторах

Авдеев Сергей Николаевич – д. м. н., профессор, руководитель клинического отдела ФГБУ «НИИ пульмонологии» ФМБА России, тел.: (495) 465-52-64; e-mail: serg_avdeev@list.ru

Гусева Надежда Андреевна – аспирант ФГБУ «НИИ пульмонологии» ФМБА России; тел.: (495) 465-52-64; e-mail: nadik_86@bk.ru

Нуралиева Галия Сериковна – к. м. н., старший научный сотрудник лаборатории интенсивной терапии и дыхательной недостаточности ФГБУ «НИИ пульмонологии» ФМБА России; тел.: (495) 465-74-15; e-mail: galia32@yandex

Author information

Avdeev Sergey Nikolaevich, MD, Professor, Head of Clinical Division, Federal Pulmonology Research Institute, Federal Medical and Biological Agency of Russia; tel.: (495) 465-52-64; e-mail: serg_avdeev@list.ru

Guseva Nadezhda Andreevna, PhD student, Federal Pulmonology Research Institute, Federal Medical and Biological Agency of Russia; tel.: (495) 465-52-64; e-mail: nadik_86@bk.ru

Nuralieva Galiya Serikovna, PhD, Senior Researcher at Laboratory of Intensive Care and Respiratory Failure, Federal Pulmonology Research Institute, Federal Medical and Biological Agency of Russia; tel.: (495) 465-74-15; e-mail: galia32@yandex