

Н.Н.Мещерякова, А.В.Черняк

Влияние методов высокочастотной осцилляции грудной клетки на функциональное состояние легких у больных с легочной патологией

ФГУ "НИИ пульмонологии" ФМБА России: 105077, Москва, ул. 11-я Парковая, 32, корп. 4

N.N.Meshcheryakova, A.V.Chernyak

Effect of the chest high-frequency oscillations on lung function in pulmonary diseases

Summary

Mucociliary clearance (MCC) and thoracic muscles are defensive mechanisms which provide effective functioning of respiratory system. Usually, respiratory failure is associated with disorders of MCC and respiratory muscles, primarily due to hyperinflation of the lungs. Medication therapy can not successfully improve these changes. Chest high-frequency oscillation could enhance the airway clearance and decrease lung hyperinflation. The aim of this study was to investigate effects of the chest high-frequency oscillation methods on functional status of patients with pulmonary diseases. This open comparative study involved 3 groups of patients: 10 patient with bronchiectasis (the 1st group; mean age, 55.5 ± 39.0 years), 11 patients with COPD (the 2nd group, 66.2 ± 7.0 years), and 12 patients with COPD as controls (the 3rd group, 60.4 ± 8.6 years). Apart from the standard medication therapy, the 1st and the 2nd groups were treated with chest high-frequency compression device VEST, the 3rd group was administered standard drug treatment only. Lung function using spirometry and body plethysmography, dyspnea, cough and sputum production using the modified MRC scale were measured during the first and the final visits. The treatment with VEST device led to significant improvement in lung function (FEV₁ increased by 9.9 % and 5.7 % in the 1st and the 2nd groups, respectively, FVC increased by 7.7 % and 5 %, respectively, RV decreased by 4.6 % and 10 %, respectively). In the 3rd group patients, significant improvement was noted only for FVC by 3 %. Also, dyspnea, cough and sputum production improved more markedly in groups treated with VEST device. Therefore, vibration and compression applied on the chest could improve MCC and lung hyperinflation.

Key words: chronic obstructive pulmonary disease, bronchiectasis, respiratory failure, chest high-frequency compression.

Резюме

Мукоцилиарный клиренс (МЦК) и мышечная система легких являются теми защитными механизмами, которые обеспечивают успешную работу респираторной системы. При патологии легких, приводящей к дыхательной недостаточности, происходят патологические изменения в системе МЦК и изменения в дыхательной мускулатуре, в первую очередь связанные с гиперинфляцией. Традиционная медикаментозная терапия не всегда эффективно воздействует на данные процессы. Применение аппарата высокочастотной осцилляции грудной клетки может влиять на очистку дыхательных путей и гиперинфляцию легких. Целью данного исследования служило изучение влияния методов высокочастотной осцилляции грудной клетки на функциональное состояние легких у больных с легочной патологией. В простом открытом сравнительном исследовании участвовали 3 группы. 1-ю группу составили 10 пациентов с бронхоэктатической болезнью (средний возраст — $55,5 \pm 39,0$ года), 2-ю — 11 больных хронической обструктивной болезнью легких — ХОБЛ ($66,2 \pm 7,0$ года). В первых 2 группах кроме стандартной медикаментозной терапии больным проводилось лечение с помощью вибрационно-компрессионного аппарата *Vest*. 3-я группа, состоящая из 12 пациентов с ХОБЛ ($60,4 \pm 8,6$ лет), являлась группой контроля и находилась только на традиционной медикаментозной терапии. На 1-м и последнем визитах у больных проводилось исследование функции легких методом спирометрии и бодиплетизмографии и исследование одышки, кашля и продукции мокроты при помощи модернизированной шкалы MRC. В результате проведенного исследования в группах с терапией аппаратом *Vest* было получено достоверное улучшение функции легких (объема форсированного выдоха за 1-ю с (ОФВ₁) — на 9,9 % и 5,7 %, форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ) — на 7,7 % и 5 % — в 1-й и во 2-й группах соответственно) и снижение гиперинфляции (остаточного объема легких (ООЛ) — на 4,6 % и 10 % — в 1-й и во 2-й группах соответственно). В группе, где применялась только медикаментозная терапия, достоверно улучшилась лишь ФЖЕЛ — на 3 %. Одышка, кашель и продукция мокроты так же наиболее значимо изменились в группах с терапией аппаратом *Vest*. Таким образом, применение методов вибрационного и компрессионного воздействия на грудную клетку влияет на МЦК и гиперинфляцию легких.

Ключевые слова: хроническая обструктивная болезнь легких, бронхоэктатическая болезнь, дыхательная недостаточность, вибрационно-компрессионное воздействие.

Для успешного функционирования респираторной системы необходимы защитные механизмы. Из них одним из важнейших является мукоцилиарный клиренс (МЦК). МЦК связан с движением реснитчатого эпителия и покрывающего его слоя слизи. Задача защитной функции МЦК — удаление пылевых частиц и патологических микроорганизмов посредством колебательных движений ресничек [1]. Для функции легких наиболее значима способность мукоцилиарного аппарата транспортировать бронхи-

альный секрет в центральные воздушные пути, из которых происходит откашливание [2]. Транспорт мокроты зависит от нескольких факторов: потока воздуха по бронхам, функции реснитчатого эпителия и вязкости секрета. Изменение МЦК — одна из причин обострений у пациентов, страдающих заболеваниями легких [3, 4].

Кроме МЦК для работы респираторной системы большое значение имеет мышечная система легких и, в первую очередь, важная мышца вдоха —

диафрагма. Снижение силы и выносливости дыхательной мускулатуры приводит к ухудшению функционального состояния дыхательной системы [5–7].

Традиционная медикаментозная терапия не всегда эффективна при патологическом изменении механики дыхания и МЦК у пациентов с ДН. Механическое воздействие высокочастотной вибрацией и компрессией на грудную клетку может влиять на пассаж мокроты по бронхам и легочный объем [8]. Одним из аппаратов, позволяющих проводить механическое воздействие по очистке дыхательных путей методом высокочастотной вибрации на грудную клетку, является прибор *Vest* (*Hill-Rom*, США). Он не только способствует более легкому отхождению мокроты за счет вибрационного воздействия, но и может улучшать функциональные и объемные показатели легких благодаря компрессионному воздействию положительным давлением [9]. В международных исследованиях были получены положительные результаты по воздействию аппарата *Vest* на отхождение мокроты и улучшение МЦК, функциональные изменения в легких и была оценена безопасность данного прибора у больных с ДН [10–12]. В нашей стране уже несколько лет данный метод используется в терапии пациентов с муковисцидозом, однако для больных с другой патологией легких применение вибрационно-компрессионного воздействия пока изучено недостаточно. Цель данной работы — исследовать влияние методов высокочастотной осцилляции грудной клетки, осуществляемых при помощи аппарата *Vest*, на функциональное состояние легких у пациентов с легочной патологией.

Материалы и методы

Простое открытое сравнительное исследование проводилось в пульмонологическом отделении городской клинической больницы № 57 Москвы (клиническая база НИИ пульмонологии ФМБА России). В исследовании участвовали 3 группы: 1-я — 10 пациентов с бронхоэктатической болезнью (средний возраст — $55,5 \pm 39,0$ года), 2-я — 11 пациентов с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) (средний возраст — $66,2 \pm 7,0$ года), 3-я, контрольная, — 12 больных ХОБЛ (средний возраст — $60,4 \pm 8,6$ года). Характеристики участников исследования представлены в табл. 1. В первых 2 группах пациенты получали традиционную медикаментозную терапию согласно тяжести заболевания и курс вибрационно-компрессионной терапии, осуществляемой

при помощи аппарата *Vest*. В 3-й группе применялась только традиционная медикаментозная терапия.

Вибрационно-компрессионная терапия

Вибрационно-компрессионная терапия проводилась при помощи системы очистки дыхательных путей *Vest*, модель 10 (*Hill-Rom Services*, США). Всем участникам исследования в 1-й и 2-й группе была назначена терапия с частотой вибрации 8,9 Гц, компрессии — с давлением 5,6 кПа и продолжительностью 15–20 мин. Число сеансов в этих группах колебалось от 7 до 14. В 1-й группе по 7 сеансов назначили 2 пациентам, во 2-й группе — 3 больным. Количество сеансов, частота вибрации, сила компрессии и период выбирались в зависимости от тяжести состояния пациента.

В течение всего периода наблюдения пациенты получали стандартную медикаментозную терапию в соответствии с клинической ситуацией (ингаляционные β_2 -агонисты, ингаляционные глюкокортикостероиды при необходимости, муколитики, антибиотики при инфекциях нижних дыхательных путей).

У всех больных в начале и конце исследования (1-й и 2-й визит) проводили функциональное исследование легких с бодиплетизмографией и оценивали одышку, выраженность кашля, количество и характер мокроты по модифицированной шкале MRC (*Medical research Council Scale*). В данной шкале одышка характеризовалась по 5-балльной системе, где 0 баллов — "отсутствие одышки", а 5 баллов — "одышка не позволяет выходить за пределы своего дома или проявляется при одевании". Кашель оценивался по 3 баллам, где 0 баллов — отсутствие клинического проявления, а 3 балла — выраженный мучительный кашель. Степень продукции мокроты также определялась по 3-балльной системе, где 0 баллов — отсутствие мокроты, 3 балла — активная продукция. Характер мокроты оценивался по ее цвету: 0 баллов — бесцветная (слизистая), 3 балла — темно-желтая, зеленая (гнойная).

Исследование функции внешнего дыхания

Спирометрия, бодиплетизмография проводились по стандартной методике на аппарате *MasterScreen-Body* (*Erich Jaeger GmbH*, Германия) в соответствии с объединенными рекомендациями Американского торакального и Европейского респираторного обществ [13]. Анализировали следующие параметры: форсированную жизненную емкость легких (ФЖЕЛ), объем

Таблица 1
Характеристики участников исследования

Показатель	1-я группа (n = 10)	2-я группа (n = 11)	3-я группа (n = 12)
Возраст, лет	$55,5 \pm 13,9$ (39,2–72,1)	$66,2 \pm 7,0$ (45,7–71,2)	$60,4 \pm 8,6$ (52,4–70,3)
Пол, м / ж	3 / 7	7 / 4	10 / 2
Стаж курения, пачек / лет	$15,5 \pm 20,3$	$37,6 \pm 9,3$	$34,6 \pm 11,6$
ОФВ ₁ , %долж.	$55,4 \pm 18,3$	$51,1 \pm 23,6$	$36,4 \pm 11,0$
ОФВ ₁ / ФЖЕЛ	$59,7 \pm 19,5$	$45,2 \pm 17,4$	$40,0 \pm 10,4$

форсированного выдоха за 1-ю с (ОФВ₁), отношение ОФВ₁ / ФЖЕЛ, пиковую скорость выдоха (ПСВ), общую емкость легких (ОЕЛ), остаточный объем (ООЛ), функциональную остаточную емкость (ФОЕ), которые выражались в процентах от должных величин (%_{долж.}).

Статистическую обработку данных выполняли посредством программного пакета *Statistica 6.0*. Рассчитывали средние величины и 95%-ный доверительный интервал (ДИ), для непараметрических показателей — медиану и интерквартильный разброс. Для сравнения данных между группами использовали t-критерий Стьюдента.

Результаты и обсуждение

Наиболее выраженные изменения в динамике основных показателей респираторной функции наблюдались в группе больных, получающих терапию с механической высокочастотной осцилляцией грудной клетки. У больных, страдающих бронхоэктатической болезнью, также достоверно повысились функциональные показатели легких: ФЖЕЛ — с 72,7 до 80,4 %_{долж.} ($p < 0,05$), ОФВ₁ — с 55,4 до 65,3 %_{долж.} ($p < 0,001$), ПСВ — с 60,8 до 66,4 %_{долж.} ($p < 0,01$), ООЛ — с 146,4 до 141,8 %_{долж.} ($p < 0,05$), ООЛ / ОЕЛ — с 87,7 до 85,4 ($p < 0,01$). Эти результаты представлены в табл. 2. Данные шкалы MRC также достоверно улучшились: одышка уменьшилась с 4,0 до 2,6 балла ($p < 0,001$), выраженность кашля — с 2,8 до 1,2 баллов ($p < 0,001$), количество мокроты снизилось до 0,91 ± 0,7 балла ($p < 0,05$), изменился характер мокроты гнойной до слизистой (с 2,6 до 0,7 балла; $p < 0,001$). Удалось уменьшить количество процедур бронхоскопии, по сравнению с предыдущими госпитализациями, на 1,2 ± 0,8 ($p < 0,05$).

Во 2-й группе после применения аппарата *Vest* достоверно увеличились следующие показатели: ФЖЕЛ — с 74,0 до 79,0 %_{долж.} ($p < 0,01$), ОФВ₁ — с 51,1 до 56,8 %_{долж.} ($p < 0,01$), ОФВ₁ / ФЖЕЛ — с 45,2 до 46,6 ($p < 0,01$), ПСВ — с 52,4 до 58,6 %_{долж.} ($p < 0,001$). Уменьшились такие показатели, как ООЛ — с 191,7 до 181,7 %_{долж.} ($p < 0,01$) и ООЛ / ОЕЛ — с 112,5 до

107,3 ($p < 0,05$), как показано в табл. 2. По данным модифицированной шкалы MRC, у больных 2-й группы достоверно уменьшились показатели одышки на 0,82 ± 0,4 балла ($p < 0,01$), кашля — на 1,43 ± 0,60 балла ($p < 0,001$), количества мокроты — с 1,81 до 0,90 балла ($p < 0,001$) и изменился характер мокроты — с гнойного до слизистого (с 2,81 до 0,45 балла; $p < 0,001$).

На фоне использования аппарата *Vest* было получено снижение показателей отвечающих за гиперинфляцию легких, — ООЛ и ООЛ / ОЕЛ, однако, хотя в 1-й и 2-й группе эти показатели значительно уменьшились, изменения были наиболее выраженными у пациентов, получивших > 10 сеансов (от 10 до 14).

В контрольной группе достоверно повысились только параметр ФЖЕЛ — с 70,2 до 73,2 %_{долж.} ($p < 0,01$) и несколько снизились показатели одышки — с 4,3 до 4,0 балла ($p < 0,05$), кашля — с 2,93 до 2,08 балла ($p < 0,01$), количества мокроты — с 2,93 до 2,08 баллов ($p < 0,05$). У пациентов 3-й группы воспалительный характер мокроты также уменьшился на фоне проводимой терапии с 2,9 до 1,3 балла ($p < 0,05$).

Во всех 3 группах на фоне традиционной медикаментозной терапии и механической стимуляции грудной клетки посредством вибрационного воздействия восстанавливалась проходимость бронхиального дерева и улучшался МЦК. Количество мокроты снизилось на 0,9 ± 0,5 балла в 1-й, на 0,91 ± 0,45 — во 2-й и на 0,85 ± 0,40 балла в контрольной группе. Изменение ее воспалительного характера выражалось показателями, которые уменьшились на 1,9 ± 0,6; 2,36 ± 0,40 и 1,6 ± 0,5 балла соответственно.

Скорее всего, изменения связаны с улучшением дренажной функции легких на фоне вибрационного воздействия на грудную клетку, что привело к уменьшению одышки в 1-й группе на 1,40 ± 0,67 балла и на 0,82 ± 0,80 балла — во 2-й, по сравнению с контрольной группой (снижение данного значения только на 0,3 ± 1,0 балла). Кроме того, в 1-й и 2-й группе улучшились такие показатели функции легких, как ОФВ₁, ПСВ и ОФВ₁ / ФЖЕЛ, снизились ОЕЛ и ООЛ.

Таблица 2
Изменение функционального состояния легких на фоне терапии посредством аппарата *Vest*

	1-я группа (n = 10)		2-я группа (n = 11)		3-я группа (n = 12)	
	1-й визит	2-й визит	1-й визит	2-й визит	1-й визит	2-й визит
ФЖЕЛ, % _{долж.}	72,7 ± 15,8*	80,4 ± 17,7	74,0 ± 25,8**	79,0 ± 27,1	70,2 ± 26,7**	73,2 ± 25,9
ОФВ ₁ , % _{долж.}	55,4 ± 18,3***	65,3 ± 22,9	51,1 ± 23,6**	56,8 ± 28,5	36,4 ± 11,0	38,8 ± 18,8
ОФВ ₁ / ФЖЕЛ	59,7 ± 19,5	63,0 ± 21,7	45,2 ± 17,4**	46,6 ± 17,1	40,0 ± 10,4	37,6 ± 19,7
ПСВ, %	60,8 ± 21,1**	66,4 ± 21,8	52,4 ± 20,4***	58,6 ± 23,7	43,4 ± 20,3	46,3 ± 19,7
ФОЕ, % _{долж.}	93,7 ± 42,7	95,9 ± 42,3	126,1 ± 38,5	124,6 ± 34,6	154,1 ± 68,1	152,6 ± 65,8
ЖЕЛ, % _{долж.}	97,4 ± 52,5	97,3 ± 51,6	109,7 ± 37,3	110,6 ± 36,5	110,7 ± 43,4	108,6 ± 41,7
ОЕЛ, % _{долж.}	128,8 ± 91,4	125,0 ± 86,3	149,8 ± 70,0	144,8 ± 65,6	125,1 ± 45,6	117,2 ± 58,6
ООЛ, % _{долж.}	146,4 ± 93,0*	141,8 ± 91,7	191,7 ± 62,2**	181,7 ± 65,2	195,2 ± 90,9	179,0 ± 110,0
ООЛ / ОЕЛ	87,7 ± 47,2**	85,4 ± 46,1	112,5 ± 36,4*	107,3 ± 36,6	145,1 ± 52,2	127,2 ± 64,3
Одышка по шкале MRC, баллы	4,0 ± 0,9***	2,6 ± 0,7	3,72 ± 1,48**	2,9 ± 0,8	4,3 ± 1,0*	4,0 ± 1,6

Примечание: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$ (между 1-м и 2-м визитом).

Данные изменения были достоверны, хотя и не очень высоки. Однако в терапии использовали средние показатели частоты вибрации и компрессии, руководствуясь тем, насколько процедура комфортна для пациентов. Возможно, при увеличении частоты вибрационного воздействия и компрессии изменения в легких были бы более выраженными, т. к. увеличение количества сеансов терапии аппаратом *Vest* до > 10 приводит к уменьшению показателей гиперинфляции.

Заключение

Применение методов высокочастотной осцилляции грудной клетки восстанавливает проходимость бронхиального дерева в результате механической стимуляции вибрационным воздействием и уменьшает показатели гиперинфляции легких за счет компрессионного воздействия у пациентов с ХОБЛ и бронхоэктатической болезнью.

Литература

1. Reid L.M. The pathology of obstructive and inflammatory airway diseases. Eur. J. Respir. Dis. 1986; 69 (Suppl. 147): 26–37.
2. Warwick W.J. Mechanisms of mucous transport. Eur. J. Respir. Dis. 1983; 64 (Suppl. 127): 162–167.
3. Mannino D.M., Buist A.S. Global burden of COPD: risk factors, prevalence, and future trends. Lancet 2007; 370: 765–773.
4. Bourdin A., Burgel P., Chanez P. et al. Recent advances in COPD: pathophysiology, respiratory physiology and clinical aspects, including comorbidities. Eur. Respir. Rev. 2009; 18: 198–212.
5. Гринну М.А. Патофизиология легких. М.: БИНОМ; 2008. 27–33, 102–103.
6. Aliverti A., Stevenson N., Dellaca R.L. et al. Regional chest wall volumes during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. Thorax 2004; 59: 210–216.
7. Diaz O., Villafranca C., Ghezzi H. et al. Role of inspiratory capacity on exercise tolerance in COPD patients with and without tidal expiratory flow limitation at rest. Eur. Respir. J. 2000; 16: 269–275.
8. Kirilloff L.H., Owens G.R., Rogers R.M., Mazzocco M.C. Does chest physiotherapy work? Chest 1985; 83 (3): 436–444.
9. Diette G.B., Rand C.S., Wise R.A. et al. Feasibility of using a sham control device in clinical trials of High frequency Chest wall Oscillation (HFCWO) in COPD. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2004; 167: 613.
10. 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 (6): 782–783.
11. Allan J.S., Garrity G.M., Donahue D.M. High-frequency chest-wall compression during the 48 hours following thoracic surgery. Respir. Care 2009; 54 (3): 340–343.
12. Chatburn R.L. High-frequency assisted airway clearance. Respir. Care 2007; 52 (9): 1224–1237.
13. Wanger J., Clausen J.L., Coates A. et al. Standardisation of the measurement of lung volumes. Eur. Respir. J. 2005; 26: 511–522.

Информация об авторах

Мещерякова Наталья Николаевна – к. м. н., старший научный сотрудник лаборатории реабилитационных программ и состояния здоровья ФГУ "НИИ пульмонологии" ФМБА России; тел.: 8-903-744-24-63; e-mail: m_natalia1967@inbox.ru
Черняк Александр Владимирович – к. м. н., зав. лабораторией функциональных и ультразвуковых методов исследования ФГУ "НИИ пульмонологии" ФМБА России; тел.: (495) 465-53-84; e-mail: achi2000@mail.ru

Поступила 18.10.11

© Мещерякова Н.Н., Черняк А.В., 2011

УДК 616.24-07