

**Э. О. Асанов, И. А. Дыба**  
**ВЛИЯНИЕ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ТРЕНИРОВОК С ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМ ДАВЛЕНИЕМ**  
**В КОНЦЕ ВЫДОХА НА ВЕНТИЛЯЦИЮ И ГАЗООБМЕН В ЛЕГКИХ У БОЛЬНЫХ**  
**ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА С ХОЗЛ**

*ГУ «Институт геронтологии им. Д. Ф. Чеботарева НАМН Украины», г. Киев*

**ВПЛИВ ДИХАЛЬНИХ ТРЕНУВАНЬ З ПОЗИТИВНИМ ТИСКОМ**  
**НАПРИКІНЦІ ВИДИХУ НА ВЕНТИЛЯЦІЮ ТА ГАЗООБМІН**  
**В ЛЕГЕНЯХ У ХВОРИХ ПОХИЛОГО ВІКУ З ХОЗЛ**

**Е. О. Асанов, І. А. Дыба**

*Резюме*

*Мета дослідження* – визначити вплив курсового застосування дихальних тренувань з позитивним тиском наприкінці видиху на стан вентиляційної функції легень та легеневий газообмін у хворих похилого віку з ХОЗЛ.

*Матеріал та методи.* Обстежено 16 хворих похилого віку з ХОЗЛ, які отримували дихальні тренування з позитивним тиском наприкінці видиху, та 16 хворих похилого віку з ХОЗЛ, які отримували імітовані дихальні тренування. Визначали вентиляцію легень, дифузійну здатність легень, сатурацію крові. Курс дихальних тренувань складався з 10 щоденних сеансів, кожен сеанс включав в себе 15 хвилинне дихання з позитивним тиском наприкінці видиху 5 см вод. ст.

*Результати.* Після курсового застосування дихальних тренувань з позитивним тиском наприкінці видиху у хворих похилого віку з ХОЗЛ достовірно збільшилися показники бронхіальної прохідності ( $FEV_{1,}$ ,  $MEF_{50},$   $MEF_{25},$   $PEF,$   $FEV_1/FVC$ ) і вентиляції (VE, FVC, MVV). Застосування дихальних тренувань з позитивним тиском наприкінці видиху призводило до підвищення ефективності легеневого газообміну у хворих похилого віку з ХОЗЛ. При цьому після дихальних тренувань у них підвищувалася дифузійна здатність легень і сатурація крові. Встановлено, що дихальні тренування з позитивним тиском наприкінці видиху призводять до підвищення вентиляторної відповіді до гіпоксії та сприяють підвищенню стійкості до гіпоксії у хворих похилого віку з ХОЗЛ.

*Висновки.* Застосування дихальних тренувань з позитивним тиском наприкінці видиху покращує вентиляцію і підвищує ефективність легеневого газообміну у хворих похилого віку з ХОЗЛ. Це сприяє підвищенню стійкості до гіпоксії у хворих похилого віку з ХОЗЛ.

**Ключові слова:** ХОЗЛ, вентиляція, газообмін у легенях, стійкість до гіпоксії, дихальні тренування з позитивним тиском наприкінці видиху, старіння.

**Укр. пульмонол. журнал. 2018, № 3, С. 38–43.**

*Асанов Ервін Османович*

*ДУ «Институт геронтологии им. Д.Ф. Чеботарева НАМН Украины»*

*Відділ клінічної фізіології і патології внутрішніх органів*

*Головний науковий співробітник, д. мед. н.*

*67, вул. Вишгородська, Київ, 04114, Україна*

*Тел.: 38 044 360-57-86, eoasanov@ukr.net*

*Erwin O. Asanov*

*SI "D.F. Chebotarev Institute of gerontology NAMS of Ukraine"*

*Department of internal clinical physiology and pathology*

*Chief research assistant, doctor of medicine*

*67, Vishgorodska str., Kyiv, 04114, Ukraine*

*Tel.: 38 044 360-57-86, eoasanov@ukr.net*

**INFLUENCE OF RESPIRATORY TRAINING WITH POSITIVE END-EXPIRATORY PRESSURE ON THE VENTILATION AND GAS EXCHANGE IN LUNGS OF ELDERLY PATIENTS WITH COPD**

**E. O. Asanov, I. A. Dyba**

*Abstract*

*Aim:* to determine the effect of the course of respiratory training with positive end-expiratory pressure on the ventilatory function of the lungs and pulmonary gas exchange in elderly patients with COPD.

*Material and methods.* 16 elderly patients with COPD who received respiratory training with positive end-expiratory pressure and 16 elderly patients with COPD who received simulation respiratory training were examined. We determined lung ventilation, diffusion capacity of the lungs and blood oxygen saturation. The course of respiratory training consisted of 10 daily sessions, each session included a 15-minute breathing with positive end-expiratory pressure of 5 cm of water column.

*Results.* After the course of respiratory training with positive end-expiratory pressure, the indicators of bronchial permeability ( $FEV_{1,}$   $MEF_{50},$   $MEF_{25},$   $PEF,$   $FEV_1/FVC$ ) and lung ventilation (VE, FVC, MVV) significantly increased in elderly patients with COPD. The use of respiratory training with positive end-expiratory pressure resulted in an increase of the effectiveness of pulmonary gas exchange, lung diffusion capacity and blood oxygen saturation as well. It was found that respiratory training lead to an increase in the ventilatory response to hypoxia and resistance to hypoxia in elderly patients with COPD.

*Conclusions.* The use of respiratory training with positive end-expiratory pressure improves ventilation and increases the effectiveness of pulmonary gas exchange in elderly patients with COPD. This contributes to an increase of resistance to hypoxia in elderly patients with COPD.

**Key words:** COPD, ventilation, lung gas exchange, resistance to hypoxia, respiratory training with positive end-expiratory pressure, aging.

**Ukr. Pulmonol. J. 2018; 3: 38–43.**

Хроническое обструктивное заболевание легких (ХОЗЛ) является одной из ведущих причин заболеваемости и смертности во всем мире. ХОЗЛ приводит к увеличению экономического и социального бремени. Прогнозы показывают, что старение населения и влияние факторов риска будут способствовать дальнейшему распространению ХОЗЛ [7, 10, 12].

Возраст является одним из ведущих факторов риска развития ХОЗЛ [4, 12]. Вследствие этого ХОЗЛ занимает одно из ведущих мест в структуре заболеваемости лиц пожилого и старческого возраста [12].

© Асанов Э. О., Дыба И. А., 2018.

[www.search.crossref.org](http://www.search.crossref.org)

DOI: 31215/2306-4927-2018-101-3-38-43

Увеличение распространенности ХОЗЛ с возрастом напрямую связано с развитием морфофункциональных изменений в организме пожилого человека [4, 8, 14, 16]. Изменения дыхательного аппарата при старении распространяются на грудную клетку, воздухоносные пути, легочную паренхиму, сосудистую систему малого круга кровообращения. У пожилых людей уменьшается просвет и нарушается дренажная функция бронхов, снижается эластическая тяга легких. Это приводит к тому, что в процессе старения уменьшается бронхиальная проходимость, нарушается вентиляционная функция легких и, как следствие, снижается эффективность легочного газообмена [4, 14, 16]. Возрастные изменения дыхательного аппарата создают своеобразный фон, способствующий

щий развитию легочной патологии и утяжелению её течения у пожилых и старых людей [4, 16].

Ведущим клиническим проявлением ХОЗЛ является бронхиальная обструкция. Прогрессирование бронхиальной обструкции приводит к вентиляционно-перфузионным нарушениям, снижению эффективности легочного газообмена, развитию артериальной гипоксемии и тканевой гипоксии у больных ХОЗЛ. Поэтому воздействие на бронхиальную обструкцию является ключевой терапией ХОЗЛ [7, 10].

Терапия бронхиальной обструкции у гериатрических пациентов с ХОЗЛ зачастую представляет определенные сложности. Это связано как с полиморбидностью и связанной с ней полипрагмазией, так и с частым развитием нежелательных побочных явлений у пожилых больных. Кроме того, снижение выделительной функции почек и печени при старении также ограничивает использование медикаментозных методов лечения у пожилых пациентов. Поэтому при невозможности или ограниченности использования лекарственных препаратов у пожилых больных с ХОЗЛ предпочтительнее применение немедикаментозных методов лечения бронхиальной обструкции.

Одним из таких немедикаментозных методов терапии бронхиальной обструкции могут быть дыхательные тренировки, при которых создается положительное давление в конце выдоха (positive end-expiratory pressure — РЕЕР) [6, 9, 13]. Выгодным преимуществом таких дыхательных тренировок является отсутствие побочных явлений при правильно выбранном уровне сопротивления выдоху. Также данные дыхательные тренировки не имеют жестких возрастных противопоказаний. Их использование для терапии бронхиальной обструкции у больных с ХОЗЛ патогенетично обосновано [2, 3, 9]. Создание дополнительного давления в конце выдоха препятствует раннему экспираторному закрытию дыхательных путей, способствует расправлению спавшихся альвеол и включению их в газообмен, а также оптимизирует паттерн дыхания. Это приводит к улучшению легоч-

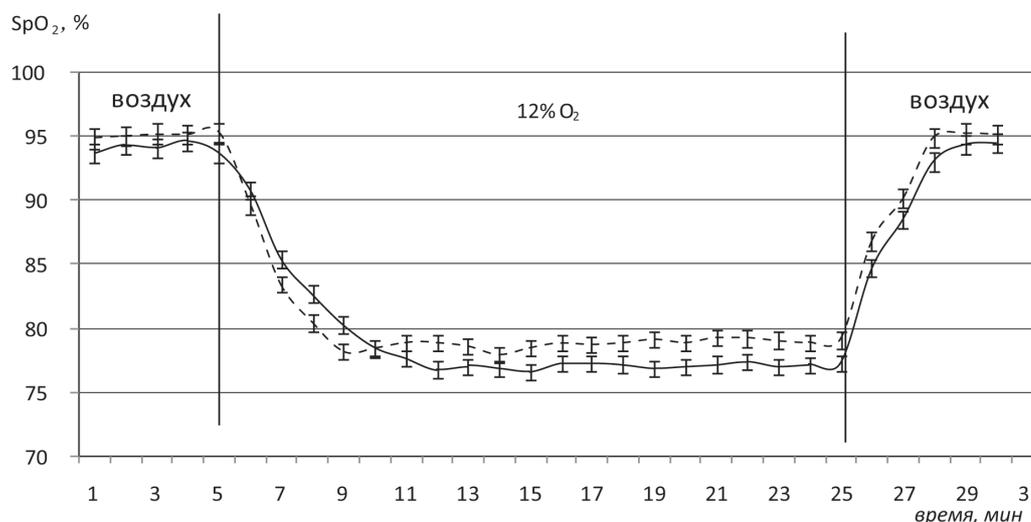
ного газообмена и повышению кислородного обеспечения организма [2, 3, 9].

Дыхательные тренировки с РЕЕР достаточно широко применяют в клинической практике, в частности, при заболеваниях легких [2, 3, 6, 9]. Показано их положительное влияние при бронхиальной астме, пневмонии, хроническом бронхите [2, 3, 6, 9, 13]. При этом, дыхательные тренировки с РЕЕР проводят как с точным дозированием повышенного давления в конце выдоха (с использованием манометра), так и без него. Отсутствие точного дозирования и контроля повышенного давления при выдохе может привести либо к недостаточному, либо к чрезмерному уровню давления в конце выдоха. Это может способствовать развитию различных осложнений. Так, создание неадекватно высокого давления в конце выдоха может приводить к ухудшению кровоснабжения головного мозга и снижению сердечного выброса вследствие нарушения венозного возврата к сердцу [15]. Кроме того, чрезмерно высокое давление в конце выдоха может даже вызвать баротравму [3].

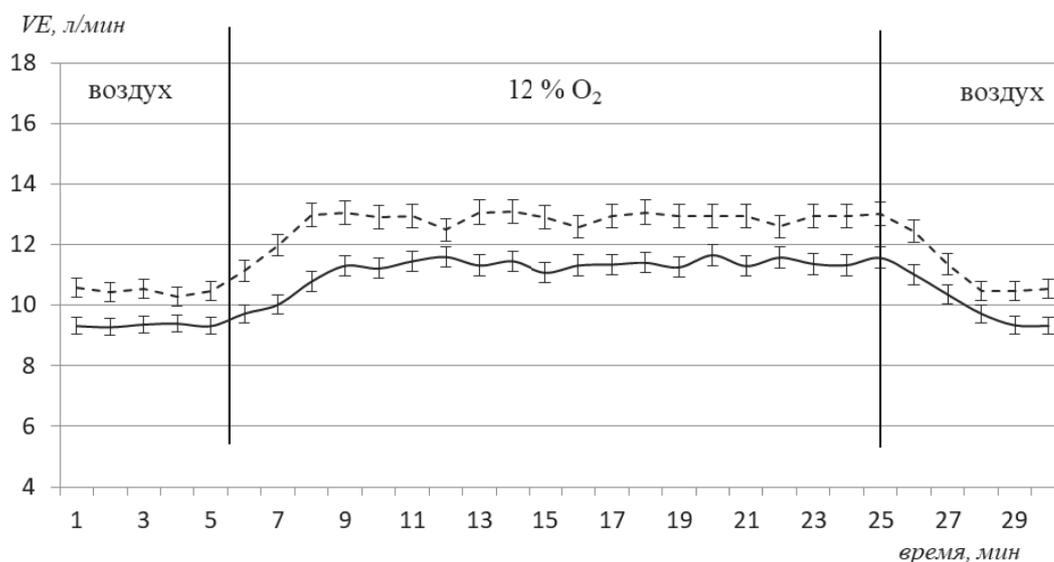
Проведенные ранее исследования показали, что при проведении дыхательных тренировок с созданием повышенного давления в конце выдоха необходимо учитывать возрастные особенности пациентов [11].

В нашем отделе накоплен достаточно большой опыт применения дыхательных тренировок с РЕЕР у пожилых людей. В частности, изучено влияние дыхательных тренировок с РЕЕР у пожилых людей с ускоренным старением дыхательной системы [11]. Показано их положительное влияние на сердечно-сосудистую систему у пожилых больных с ХОЗЛ [1]. При этом, проведенные исследования позволили установить, что в пожилом возрасте наиболее безопасным и оптимальным уровнем сопротивления дыханию в конце выдоха является 5–10 см вод. ст. [1, 11].

Однако влияние курсового применения дыхательных тренировок с РЕЕР на состояние вентиляционной функции легких и легочный газообмен у больных пожилого возраста с ХОЗЛ осталось не изученным.



**Рис. 1.** Динамика  $SpO_2$  при дыхании 12%  $O_2$  в течение 20 минут у больных пожилого возраста с ХОЗЛ до (сплошная линия) и после (штрихованная линия) курсового применения дыхательных тренировок с РЕЕР. Примечания: 0–5 минуты — дыхание воздухом, 5–25 минуты — дыхание 12%  $O_2$ , 25–30 минуты — дыхание воздухом;  $SpO_2$  — сатурация крови, %.



**Рис. 2.** Динаміка вентиляції при диханні 12 % O<sub>2</sub> у больных пожилого возраста с ХОЗЛ до (сплошная линия) и после (штрихованная линия) курса дыхательных тренировок с РЕЕР. Примечания: 0–5 минуты — дыхание воздухом, 5–25 минуты — дыхание 12 % O<sub>2</sub>, 25–30 минуты — дыхание воздухом; VE — минутный объем дыхания, л/мин.

### Материал и методы исследования

В обследование включены 32 больных ХОЗЛ пожилого возраста (60–74 года), I–II ст., вне обострения, с давностью заболевания от 7 до 24 лет, группы риска А и В. Тип и степень выраженности нарушений вентиляционной функции легких оценивались по показателям спирометрии и кривой “поток — объем” форсированного выдоха на аппарате “Spirobank” (Mir, Италия). Диагноз ХОЗЛ устанавливался в соответствии с рекомендациями GOLD и приказа МОЗ Украины № 555 от 27.06.2013 [10]. Все пациенты получали соответствующую бронхорасширяющую терапию в течение не менее двух месяцев до включения в исследование. За 12 часов до включения в исследование пациентам отменялись препараты, содержащие пролонгированные β<sub>2</sub>-агонисты и за 48 часов — пролонгированные М-холинолитики. На протяжении исследования у пожилых больных с ХОЗЛ допускалось использование по требованию ингаляторного β<sub>2</sub>-агониста короткого действия сальбутамола как препарата неотложной помощи для облегчения симптомов ХОЗЛ.

Для решения поставленных задач пожилые больные с ХОЗЛ были распределены в группу (16 человек), которая получала дыхательные тренировки с РЕЕР и группу (16 человек), которая получала имитированные дыхательные тренировки. В группе пациентов, получавших реальные дыхательные тренировки, положительное давление в конце выдоха составляло 5 см. вод. ст., а в группе пациентов, которые получали имитированные дыхательные тренировки, положительное давление в конце выдоха не создавалось. При выборе уровня давления в конце выдоха для проведения дыхательных тренировок у больных пожилого возраста с ХОЗЛ исходили из полученных ранее данных [1, 11].

Участие в исследовании было добровольным, все пациенты получили подробную информацию об исследовании и подписали информированное согласие.

До и после курса дыхательных тренировок с РЕЕР или имитированных тренировок у обследуемых пожи-

лых больных с ХОЗЛ определяли показатели вентиляционной функции легких, бронхиальной проходимости, диффузионную способность легких, сатурацию крови и устойчивость к гипоксии.

При определении вентиляционной функции легких и бронхиальной проходимости рассчитывались следующие показатели: FVC — форсированная жизненная емкость легких, VE — минутный объем дыхания, VT — дыхательный объем, F — частота дыхания, IRV — резервный объем вдоха, ERV — резервный объем выдоха, MVV — максимальная вентиляция легких, PEF — максимальная скорость форсированного выдоха, FEV<sub>1</sub> — объем выдоха за 1 секунду, FEV<sub>1</sub>/FVC, MEF<sub>25</sub>, MEF<sub>50</sub> и MEF<sub>75</sub> — скорости выдоха на уровне 25 %, 50 % и 75 % от объема выдоха, соответственно. Исследования вентиляционной функции легких и бронхиальной проходимости проводили с помощью аппарата “Spirobank” (Mir, Италия).

Диффузионную способность легких (DL<sub>CO</sub>) определяли по CO методом устойчивого состояния на аппарате “Годарт” (Голландия), сатурацию крови (SpO<sub>2</sub>) регистрировали с помощью монитора “ЮМ-300” (“ЮТАС”, Украина).

Устойчивость к гипоксии — это способность организма противостоять изменениям гомеостаза в условиях гипоксии. Для определения устойчивости организма к гипоксии проводили гипоксическую пробу с 12 % содержанием кислорода в течение двадцати минут. Измерения проводились на 17–18 минуте дыхания гипоксической смесью с 12 % O<sub>2</sub>. Показатели вентиляции, SpO<sub>2</sub> регистрировали в течение 5 минут дыхания воздухом, 20 минут дыхания гипоксической смесью и 5 минут после перехода на дыхание воздухом. Степень снижения SpO<sub>2</sub> при проведении гипоксической пробы отражает способность организма противостоять гипоксическому влиянию, то есть устойчивость к гипоксии. Поэтому определение устойчивости к гипоксии проводили путем изучения динамики SpO<sub>2</sub> при гипоксии.

Таблиця 1

## Влияние имитируемых и реальных дыхательных тренировок с РЕЕР на вентиляционную функцию легких и легочный газообмен у пожилых больных с ХОЗЛ

Показатели	Имитированные тренировки		Реальные дыхательные тренировки с РЕЕР	
	Исходное состояние	Сдвиг после курса	Исходное состояние	Сдвиг после курса
VT, л	0,55 ± 0,18	0,01 ± 0,01	0,53 ± 0,15	0,11 ± 0,02*
F, мин <sup>-1</sup>	17,71 ± 0,27	-0,12 ± 0,08	17,66 ± 0,34	-1,19 ± 0,22*
IRV, л	1,23 ± 0,19	0,01 ± 0,01	1,25 ± 0,14	0,20 ± 0,08*
ERV, л	0,85 ± 0,14	0,02 ± 0,01	0,88 ± 0,10	0,22 ± 0,14
VE, л/мин	9,74 ± 0,29	0,11 ± 0,08	9,36 ± 0,21	1,18 ± 0,29*
MVV, л/мин	75,64 ± 5,71	2,14 ± 1,31	79,82 ± 4,65	20,08 ± 3,78*
FVC, л	2,63 ± 0,21	0,04 ± 0,03	2,66 ± 0,19	0,53 ± 0,21*
FEV <sub>1</sub> , л	1,49 ± 0,18	0,00 ± 0,04	1,56 ± 0,17	0,62 ± 0,24*
FEV <sub>1</sub> /FVC	0,57 ± 0,20	-0,01 ± 0,02	0,59 ± 0,17	0,09 ± 0,03*
PEF, л/с	4,68 ± 0,53	0,02 ± 0,05	4,81 ± 0,42	0,93 ± 0,25*
MEF <sub>25</sub> , л/с	1,39 ± 0,32	0,01 ± 0,02	1,47 ± 0,37	0,55 ± 0,23*
MEF <sub>50</sub> , л/с	1,55 ± 0,35	0,03 ± 0,06	1,51 ± 0,30	0,77 ± 0,26*
MEF <sub>75</sub> , л/с	1,30 ± 0,21	0,02 ± 0,01	1,25 ± 0,12	0,44 ± 0,29
DIco, мл/мин/мм рт. ст.	16,51 ± 0,36	0,33 ± 0,21	16,63 ± 0,31	1,34 ± 0,22*

Примечания: \* — достоверность сдвига,  $p < 0,05$ .

Для проведения гипоксической пробы использовали автоматизированный программно-аппаратный комплекс «Гипотрон-М» (Украина), созданный киевским учебным НТУУ «КПИ им. И. Сикорского» [5].

Курс дыхательных тренировок с РЕЕР состоял из 10 сеансов, каждый сеанс включал в себя 15 минутное дыхание с РЕЕР. При этом положительное давление в конце выдоха составляло 5 см. вод. ст. Дыхательные тренировки с РЕЕР проводили с помощью дыхательного тренажера «Threshold PEP» (Германия).

Полученные данные обработаны методами вариационной статистики с помощью компьютерной программы «Statistica 7.0 for Windows». Рассчитывались средние значения показателей (M), их ошибки (m). Все изученные показатели имели нормальное распределение и поэтому были использованы параметрические методы обработки. Различия средних величин показателей в изученных группах оценивали по критерию Стьюдента. Достоверными считались различия при  $p < 0,05$ .

### Результаты исследования и их обсуждение

**Вентиляционная функция легких и бронхиальная проходимость.** Проведенное изучение дыхательных тренировок с РЕЕР позволило оценить их влияние на вентиляционную функцию и бронхиальную проходимость у пожилых больных с ХОЗЛ. Исследования показали, что эффективность дыхательных тренировок с РЕЕР у больных пожилого возраста с ХОЗЛ проявлялась в уменьшении бронхиальной обструкции. В самом деле, вследствие курсового применения дыхательных тренировок с РЕЕР у пожилых больных с ХОЗЛ достоверно увеличились показатели бронхиальной проходимости — FEV<sub>1</sub>, MEF<sub>50</sub>, MEF<sub>25</sub>, PEF, FEV<sub>1</sub>/FVC (табл. 1). При этом, после курсового применения дыхательных тренировок с РЕЕР у пожилых больных с ХОЗЛ улучшилась вентиляционная функция легких. Об этом свидетельствует повышение у них VE, FVC, MVV (табл. 1). Выявленное увеличение MVV отражает повышение функциональных резервов легких у пожилых больных с ХОЗЛ вследствие влия-

ния дыхательных тренировок с РЕЕР.

Улучшение вентиляции легких сопровождалось изменением паттерна вентиляции: несколько увеличился дыхательный объем при некотором снижении частоты дыхания (табл. 1). Подобные изменения можно расценить как благоприятные, поскольку они энергетически более выгодны.

Необходимо отметить, что в группе пожилых больных с ХОЗЛ, которые получали имитированные тренировки не было выявлено изменений вентиляционной функции легких и бронхиальной проходимости (табл. 1).

**Легочный газообмен.** Проведенные исследования показали, что у пожилых больных с ХОЗЛ снижается эффективность легочного газообмена. Свидетельством этому является снижение у них сатурации крови — интегрального показателя, отражающего обмен кислорода в легких (табл. 2). При этом, снижение сатурации у пожилых больных с ХОЗЛ обусловлено как нарушениями вентиляции и бронхиальной проходимости, так и снижением диффузионной способности легких. В самом деле, анализ проведенных исследований показал, что у пожилых больных с ХОЗЛ диффузионная способность легких снижена (табл. 1).

Влияние курсового применения дыхательных тренировок с РЕЕР приводило к улучшению диффузионной способности легких у пожилых больных с ХОЗЛ (табл. 1). Вероятнее всего, это связано с улучшением эффективной поверхности газообмена в легких вследствие улучшения вентиляции и снижения бронхиальной обструкции. Как следствие, улучшение вентиляции, повышение бронхиальной проходимости и диффузионной способности легких закономерно приводило к уменьшению артериальной гипоксемии (табл. 2).

У пожилых больных с ХОЗЛ, которые получали имитированные тренировки, изменений легочного газообмена выявлено не было (табл. 1).

**Устойчивость к гипоксии.** Как известно, уровень здоровья, способность противодействовать неблагоприят-

**Влияние имитируемых и реальных дыхательных тренировок с РЕЕР на вентиляционную реакцию на гипоксию у пожилых больных с ХОЗЛ**

Показатель	Имитированные тренировки		Реальные дыхательные тренировки с РЕЕР	
	Исходное состояние	после курса	Исходное состояние	после курса
<b>SpO<sub>2</sub>, %</b>				
воздух	94,42 ± 0,28	94,51 ± 0,20	94,49 ± 0,21	95,21 ± 0,22*
гипоксия	76,58 ± 0,31	76,73 ± 0,28	76,42 ± 0,20	78,43 ± 0,36*
Δ	-18,01 ± 0,24	-17,79 ± 0,21	-18,07 ± 0,23	-16,78 ± 0,17*
<b>VE, л/мин</b>				
воздух	9,74 ± 0,29	9,85 ± 0,26	9,36 ± 0,21	10,54 ± 0,24*
гипоксия	11,67 ± 0,29	11,85 ± 0,28	11,33 ± 0,22	12,99 ± 0,21*
Δ	1,93 ± 0,22	2,01 ± 0,20	1,97 ± 0,10	2,45 ± 0,11*
ΔVE/ΔSpO <sub>2</sub>	-0,107 ± 0,010	-0,113 ± 0,010	-0,109 ± 0,010	-0,146 ± 0,011*

Примечания: \* — различия достоверны по сравнению с исходным состоянием,  $p < 0,05$ ;  $\Delta VE/\Delta SpO_2$  — вентиляторный ответ на гипоксию; VE — вентиляция легких (минутный объем дыхания);  $\Delta$  — сдвиг соответствующего показателя при гипоксии; SpO<sub>2</sub> — сатурация крови.

ным фактором, а также оценка течения и прогноза болезни определяется устойчивостью организма к гипоксии. Поэтому влияние дыхательных тренировок с РЕЕР на устойчивость к гипоксии является важным фактором их эффективности. Для оценки устойчивости к гипоксии пожилых больных с ХОЗЛ проводилась гипоксическая проба с вдыханием 12 % O<sub>2</sub> в течение двадцати минут.

Полученные данные отражают снижение устойчивости к гипоксии у пожилых больных с ХОЗЛ. Это подтверждается развитием у них более выраженной артериальной гипоксемии и большими сдвигами SpO<sub>2</sub> при проведении гипоксической пробы, по сравнению с пожилыми здоровыми людьми (табл. 2). Период восстановления SpO<sub>2</sub> до исходных значений после прекращения гипоксического воздействия у пожилых больных с ХОЗЛ замедлен, по сравнению с пожилыми здоровыми людьми. Выявленные особенности динамики SpO<sub>2</sub> у пожилых больных с ХОЗЛ обусловлены накоплением недоокисленных продуктов метаболизма вследствие развития более выраженной артериальной гипоксемии при гипоксическом стрессе и затратой определенного количества кислорода на их окисление после прекращения гипоксического воздействия. Динамика VE при гипоксической экспозиции у пожилых больных с ХОЗЛ характеризуется несколько отсроченной (по отношению к снижению SpO<sub>2</sub>) реакцией. Достижение максимума VE у пожилых больных с ХОЗЛ происходит лишь к 4-5 минуте гипоксического воздействия.

Оценить вентиляторный ответ на гипоксию можно с помощью соотношения ( $\Delta VE/\Delta SpO_2$ ), которое отражает прирост вентиляции на единицу снижения сатурации. Установлено, что вентиляторный ответ на гипоксию у пожилых людей с ХОЗЛ снижен, по сравнению с пожилыми здоровыми людьми. Об этом свидетельствует снижение у пожилых больных с ХОЗЛ соотношения ( $\Delta VE/\Delta SpO_2$ ) (табл. 2).

Снижение вентиляционного ответа приводит к недостаточной реакции вентиляции и развитию у пожилых больных с ХОЗЛ хронической артериальной гипоксемии и снижению устойчивости к гипоксии. Выявленные изменения вентиляционного ответа на гипоксию у пожилых больных с ХОЗЛ являются следствием снижения у них чувствительности дыхательного центра к

изменениям содержания кислорода в крови и, в целом, снижения эффективности хеморефлекса.

Оценка влияния дыхательных тренировок с РЕЕР на устойчивость к гипоксии у пожилых больных с ХОЗЛ показало следующее. Установлено, что применение дыхательных тренировок с РЕЕР оказывает положительное влияние на устойчивость к гипоксии у пожилых людей с ХОЗЛ. Это проявлялось уменьшением сдвигов SpO<sub>2</sub> во время дыхания гипоксической газовой смесью у пожилых больных с ХОЗЛ после курсового применения дыхательных тренировок с РЕЕР (табл. 2).

Ведущим механизмом, определяющим устойчивость организма к гипоксии является реакция вентиляции. Поэтому оценивали влияние дыхательных тренировок с РЕЕР на вентиляторный ответ на гипоксию у пожилых больных с ХОЗЛ. Было выявлено, что применение дыхательных тренировок с РЕЕР приводит к повышению вентиляторного ответа на гипоксию у пожилых больных с ХОЗЛ. Это видно из повышения соотношения  $\Delta VE/\Delta SpO_2$  после дыхательных тренировок с ХОЗЛ у обследованных пожилых больных с ХОЗЛ (табл. 2). При этом, у них отмечалась более быстрая реакция VE в ответ на гипоксическое воздействие и более быстрое восстановление вентиляции после его прекращения. Полученные изменения динамики вентиляции при гипоксическом воздействии можно объяснить повышением чувствительности дыхательного центра к артериальной гипоксемии.

В то же время, применение имитированных тренировок не оказывало сколь-нибудь значимого влияния на устойчивость к гипоксии у обследованных пожилых больных с ХОЗЛ (табл. 2).

### Выводы

1. Применение дыхательных тренировок с РЕЕР приводит к снижению бронхиальной обструкции, улучшению вентиляции и повышению функциональных резервов легких у пожилых больных с ХОЗЛ.

2. Применение дыхательных тренировок с РЕЕР способствует повышению эффективности легочного газообмена у пожилых больных с ХОЗЛ.

3. Применение дыхательных тренировок с РЕЕР повышает вентиляционный ответ и способствует повышению устойчивости к гипоксии у пожилых больных с ХОЗЛ.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Асанов ЭО. Влияние дыхательных тренировок с положительным давлением в конце выдоха на состояние сердечно-сосудистой системы у людей пожилого возраста с хроническим обструктивным заболеванием легких. *Кровообращение и гемостаз*. 2014;(3-4):81-85.
2. Гаврисюк ВК. Принципы терапии больных с осложнениями ХОЗЛ. *Укр. пульмонолог. журн.* 2011;(2):10-12.
3. Зильбер АП. Этюды респираторной медицины. Москва: МЕДпресс-информ. 2007;792 с.
4. Коркушко ОВ, Чеботарев ДФ, Чеботарев НД. Возрастные изменения дыхательной системы при старении и их роль в развитии бронхолегочной патологии. *Укр. пульмонолог. журнал*. 2005;(3 додаток):35-41.
5. Полягушко ЛГ, Слипченко ВГ, Котунув ВО. Удосконалення апаратно-програмного комплексу. Гіпоксія як метод підвищення адаптаційної здатності організму. *Київ:НТУУ «КПІ»*. 2015;230-233.
6. Путиенко ЖЕ. Эффективность применения положительного давления в конце выдоха в коррекции легочной вентиляции у больных бронхиальной астмой и хроническим обструктивным бронхитом. *Укр. пульмонолог. журн.* 1999;(2):42-44.
7. Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD), 2012. *Centers for Disease Control and Prevention*. Available at: [www.cdc.gov/Features/COPD/](http://www.cdc.gov/Features/COPD/)
8. Dyer C. The interaction of ageing and lung disease. *Chron. Respir. Dis.* 2012;9(1):63-67.
9. Fagevik OM, Westerdahl E. Positive Expiratory Pressure in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. A Systematic Review. *Respiration*. 2009;77:110-118.
10. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and prevention of COPD, 2017. Available at: [www.goldcopd.org](http://www.goldcopd.org).
11. Korkushko OV, Asanov EO, Dyba IA. Effect of Positive End-Expiratory Pressure on Pulmonary Gas Exchange in the Elderly with Accelerated Aging. *International Journal of Physiology and Pathophysiology*. 2012;3(3):7-19.
12. Liu Y, Croft JB, Anderson LA, et al. The association of chronic obstructive pulmonary disease, disability, engagement in social activities, and mortality among US adults aged 70 years or older: 1994-2006. *Int J COPD*. 2014;9:75-83.
13. Manzano F, Fernández-Mondéjar E, Colmenero M, et al. Positive-end expiratory pressure reduces incidence of ventilator-associated pneumonia in nonhypoxemic patients. *Crit Care Med*. 2008;36:22-25.
14. Miller MR. Structural and physiological age-associated changes in aging lungs. *Semin. Respir. Crit Care Med*. 2010;31:521-527.
15. Muench E, Bauhuf C, Roth H, et al. Effects of positive end-expiratory pressure on regional cerebral blood flow, intracranial pressure, and brain tissue oxygenation. *Crit Care Med*. 2005;33:23-67.
16. Pride NB. Ageing and changes in lung mechanics. *Eur. Respir. J.* 2005;26(4):563-565.

## REFERENCES

1. Asanov EO. Vliyaniye dyhatelnykh trenirovok s polozhnyim davleniem v kontse vydokha na sostoyaniye serdечно-sosudistoy sistemy u lyudey pozhilogo vozrasta s khronicheskim obstruktivnym zabolevaniem legkikh. (*Influence of the respiratory training with positive end-expiratory pressure on the state of the cardiovascular system for the elderly patients with the chronic obstructive pulmonary disease*). *Krovoobrashchenie i gemostaz*. 2014;(3-4):81-85.
2. Gavrisyuk VK. *Principy terapii bolnykh s oslozhneniyami HOZL*. (Principles of therapy for patients with complications of COPD). *Ukr. Pulmonol. Zhurn.* 2011;(2):10-12.
3. Zilber AP. *Ehtyudy respiratornoy medicyny*. (Studies of respiratory medicine). Moskva: MEDpress-inform. 2007;792 s.
4. Korkushko OV, Chebotarev DF, Chebotarev ND. *Vozrastnye izmeneniya dyhatelnoy sistemy pri starenii i ikh rol v razvitii bronkholegochnoy patologii*. (Age-related changes in the respiratory system with aging and their role in the development of bronchopulmonary pathology). *Ukr. Pulmonol. Zhurnal*. 2005;(3 dodatok):35-41.
5. Polyagushko LG, Slipchenko VG, Kotunov VO. *Udoskonalennyya aparatno-programnogo kompleksu. Gipoksiya yak metod pidvyshchennyya adaptatsiynoyi zdatnosti organizmu*. (Improvement of the hardware and software complex. Hypoxia as a method of increasing the adaptive capacity of the body). Kii: NTUU «KPI». 2015;230-233.
6. Putienko ZhE. *Ehffektivnost primeneniya polozhitelnogo davleniya v konce vydokha v korrekcii legochnoy ventilyacii u bolnykh bronhialnoy astmoy i khronicheskim obstruktyvnyim bronkhitom*. (The effectiveness of applying positive end-expiratory pressure in correcting pulmonary ventilation in patients with bronchial asthma and chronic obstructive bronchitis). *Ukr. Pulmonol. Zhurn.* 1999;(2):42-44.
7. Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD), 2012. *Centers for Disease Control and Prevention*. Available at: [www.cdc.gov/Features/COPD/](http://www.cdc.gov/Features/COPD/)
8. Dyer C. The interaction of ageing and lung disease. *Chron. Respir. Dis.* 2012;9(1):63-67.
9. Fagevik OM, Westerdahl E. Positive Expiratory Pressure in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. A Systematic Review. *Respiration*. 2009;77:110-118.
10. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and prevention of COPD, 2017. Available at: [www.goldcopd.org](http://www.goldcopd.org)
11. Korkushko OV, Asanov EO, Dyba IA. Effect of Positive End-Expiratory Pressure on Pulmonary Gas Exchange in the Elderly with Accelerated Aging. *International Journal of Physiology and Pathophysiology*. 2012;3(3):7-19.
12. Liu Y, Croft JB, Anderson LA, et al. The association of chronic obstructive pulmonary disease, disability, engagement in social activities, and mortality among US adults aged 70 years or older: 1994-2006. *Int J COPD*. 2014;9:75-83.
13. Manzano F, Fernández-Mondéjar E, Colmenero M, et al. Positive-end expiratory pressure reduces incidence of ventilator-associated pneumonia in nonhypoxemic patients. *Crit Care Med*. 2008;36:22-25.
14. Miller MR. Structural and physiological age-associated changes in aging lungs. *Semin. Respir. Crit Care Med*. 2010;31:521-527.
15. Muench E, Bauhuf C, Roth H, et al. Effects of positive end-expiratory pressure on regional cerebral blood flow, intracranial pressure, and brain tissue oxygenation. *Crit Care Med*. 2005;33:23-67.
16. Pride NB. Ageing and changes in lung mechanics. *Eur. Respir. J.* 2005;26(4):563-565.