

# Дихальні тренування з РЕЕР: ефективність і тривалість при корекції функціонального стану серцево-судинної системи в пацієнтів похилого віку з хронічним обструктивним захворюванням легень

Е. О. Асанов  \*<sup>1,A,C,D,F</sup>, Ю. І. Голубова  <sup>1,B,C,D,E</sup>, І. А. Дыба  <sup>1,B,C,D</sup>, С. О. Асанова  <sup>2,B,C,D,E</sup>

<sup>1</sup>ДУ «Інститут геронтології імені Д. Ф. Чеботарьова НАМН України», м. Київ, <sup>2</sup>Компанія фармаркетингу «Здраво», м. Київ, Україна

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті;  
F – остаточне затвердження статті

**Ключові слова:**  
хронічне  
обструктивне  
захворювання  
легень, похилої  
вік, дихальні  
тренування з РЕЕР,  
серцево-судинна  
система.

Запорізький  
медичний журнал.  
2021. Т. 23, № 6(129).  
С. 806-812

\*E-mail:  
[eoasanov@ukr.net](mailto:eoasanov@ukr.net)

**Key words:**  
COPD, elderly,  
breathing  
exercises, PEEP,  
cardiovascular  
system.

Zaporozhye  
medical journal  
2021; 23 (6), 806-812

**Мета роботи** – з'ясувати ефективність і тривалість впливу на стан серцево-судинної системи дихальних тренувань із РЕЕР у пацієнтів похилого віку з хронічним обструктивним захворюванням легень (ХОЗЛ).

**Матеріали та методи.** Обстежили 35 хворих на ХОЗЛ віком 60–74 роки. Пацієнтів поділили на дві групи: основну (18 осіб), якій призначали дихальні тренування з РЕЕР, та контрольну (17 осіб), у якій застосовували імітовані тренування. Оцінювали стан серцево-судинної системи. Дослідження виконали у вихідному стані (до тренувань), відразу після, через 1 та 3 місяці після курсового застосування тренувань.

**Результати.** Внаслідок дихальних тренувань із РЕЕР у пацієнтів похилого віку з ХОЗЛ відбувалося поліпшення стану серцево-судинної системи. Втім тривалість дії дихальних тренувань із РЕЕР коротка, їхній ефект не зберігався вже через місяць після завершення курсу. Встановлена залежність між зсувами SpO<sub>2</sub> та зсувами хвилинного об'єму кровообігу, а також між зсувами SpO<sub>2</sub> та зсувами периферичного судинного опору відразу після дихальних тренувань із РЕЕР у пацієнтів похилого віку з ХОЗЛ. Істотніший і триваліший вплив дихальних тренувань із РЕЕР на функціональний стан серцево-судинної системи спостерігали у хворих на ХОЗЛ похилого віку з вираженішою симптоматикою.

**Висновки.** Під впливом дихальних тренувань із РЕЕР підвищується ефективність функціонування серцево-судинної системи в пацієнтів похилого віку з ХОЗЛ. Це пов'язано з підвищенням оксигенації крові в легенях. Ефект дихальних тренувань із РЕЕР не зберігається вже через місяць після курсу тренувань, стійкіший і триваліший у хворих із вираженою клінічною симптоматикою. У пацієнтів похилого віку з ХОЗЛ курси дихальних тренувань із РЕЕР бажано повторювати щомісяця.

## Breathing exercises with PEEP: efficiency and duration for correcting the cardiovascular system functional state in older patients with COPD

E. O. Asanov, Yu. I. Holubova, I. A. Dyba, S. O. Asanova

**The aim** of the work is to find out the effectiveness and duration of the breathing exercises with PEEP action on the cardiovascular system state in older patients with COPD.

**Materials and methods.** A total of 35 patients with COPD aged 60–74 years were examined. All the patients were divided into two groups: the main group (18 people) who received breathing exercises with PEEP, and the control group (17 people) who received simulated exercises. The cardiovascular system state was assessed. The examinations were performed in the initial state (before training), immediately after, one month later, and three months after the training course.

**Results.** The cardiovascular system state improved as a result of breathing exercises with PEEP in older patients with COPD. At the same time, the duration of the breathing exercises with PEEP action was short; the effect of their use was not preserved in a month. Relationships between shifts in SpO<sub>2</sub> and cardiac output, as well as between shifts in SpO<sub>2</sub> and peripheral vascular resistance immediately after the use of breathing exercises with PEEP in older patients with COPD have been established. A more significant and prolonged effect of breathing exercises with PEEP on the cardiovascular system functional state was observed in older COPD patients with more severe symptoms of the disease.

**Conclusions.** The increase in cardiovascular performance was influenced by breathing exercises with PEEP in older COPD patients due to the improved lung oxygenation capacity. The effect of breathing exercises with PEEP remained within a month after the training course and was more stable and longer in patients with severe clinical symptoms. Older COPD patients are advised to repeat the courses of breathing exercises with PEEP every month.

## Дыхательные тренировки с РЕЕР: эффективность и длительность при коррекции функционального состояния сердечно-сосудистой системы у пациентов пожилого возраста с хронической обструктивной болезнью лёгких

Э. О. Асанов, Ю. И. Голубова, И. А. Дыба, С. О. Асанова

**Цель работы** – установить эффективность и длительность влияния на состояние сердечно-сосудистой системы дыхательных тренировок с РЕЕР у пациентов пожилого возраста с хронической обструктивной болезнью лёгких (ХОБЛ).

**Матеріали і методи.** Обстежували 35 хворих ХОБЛ в віці 60–74 років. Пацієнтів поділили на дві групи: основну (18 осіб), до якої призначали дихальні тренувальні с РЕЕР, і контрольну (17 осіб), в якій проводили імітовані тренувальні. Оцінювали стан серцево-судинної системи. Дослідження виконані в початковому стані (до тренувань), одразу після, через 1 і 3 місяці після курсового застосування тренувань.

**Результати.** Внаслідок дихальних тренувань з РЕЕР у пацієнтів похилого віку з ХОБЛ відбувалося покращення стану серцево-судинної системи. В той же час тривалість дії дихальних тренувань з РЕЕР була короткою, і вже через місяць після закінчення курсу їх ефект не зберігався. Встановлено зв'язок між змінами  $SpO_2$  і змінами миттєвого об'єму кровообігу, а також між змінами  $SpO_2$  і змінами периферического судинного опору одразу після дихальних тренувань з РЕЕР у хворих ХОБЛ похилого віку. Більш значуще і триваліше вплив дихальних тренувань з РЕЕР на функціональний стан серцево-судинної системи відзначено у пацієнтів похилого віку з ХОБЛ більш вираженою симптоматикою.

**Висновки.** Під впливом дихальних тренувань з РЕЕР підвищується ефективність функціонування серцево-судинної системи у хворих ХОБЛ похилого віку. Це пов'язано з підвищенням оксигенації крові в легенях. Ефект дихальних тренувань з РЕЕР не зберігався вже через місяць після курсу тренувань, більш стійкий і триваліший у пацієнтів з вираженою клінічною симптоматикою. У хворих ХОБЛ похилого віку курси дихальних тренувань з РЕЕР бажано повторювати щомісячно.

**Ключові слова:** хронічна обструктивна хвороба легень, похилого віку, дихальні тренувальні з РЕЕР, серцево-судинна система.

Запорозький  
медичний журнал.  
2021. Т. 23, № 6(129).  
С. 806-812

Як відомо, процес старіння супроводжується поступовим зниженням ефективності функціонування респіраторної системи організму. Поряд з інволютивними змінами бронхолегеневого апарату під час старіння відбувається зниження інтенсивності тканинного дихання. Зменшення функціонального резерву, адаптивних можливостей зовнішнього дихання, пригнічення процесів тканинного дихання призводять до дефіциту енергозабезпечення організму в похилому віці. Все це спричиняє розвиток гіпоксії та гіпоксичних зрушень під час старіння. Внаслідок цього в осіб похилого віку формуються передумови розвитку захворювань легень, зокрема хронічного обструктивного захворювання легень (ХОЗЛ) [1,2].

Збільшення поширеності ХОЗЛ тісно пов'язане зі старінням населення. Поряд з курінням і забрудненням атмосфери старіння населення істотно впливає на епідеміологію ХОЗЛ [3–5]. Питома вага хворих похилого віку продовжує зростати у віковій структурі захворюваності на ХОЗЛ [4].

В осіб похилого віку розвиток ХОЗЛ відбувається на тлі вікових гіпоксичних змін. Незважаючи на розвиток адаптаційних реакцій, при розвитку ХОЗЛ прогресують артеріальна гіпоксемія та тканинна гіпоксія [1]. Їхнє поглиблення негативно позначається на функціональній здатності й адаптаційних можливостях організму, зокрема серцево-судинної системи (ССС) хворих на ХОЗЛ похилого віку [6]. Хронічна гіпоксія, що є наслідком цього, може викликати дистрофічні зміни в міокарді та порушення його скорочувальної здатності [7]. Відомо, що ССС забезпечує доставлення кисню тканинам. При розвитку ХОЗЛ у людей похилого віку відбувається нагромадження патологічних процесів на віковій гіпоксичній зміні, що призводить до збільшення артеріальної гіпоксемії та тканинної гіпоксії [1,2,4,8], саме тому ХОЗЛ характеризується високим серцево-судинним ризиком [9].

При розвитку артеріальної гіпоксемії, що відбувається при ХОЗЛ, зростає роль ССС як однієї з ланок механізмів компенсації. Негативний вплив хронічної гіпоксії реалізується розвитком серцево-судинної патології в пацієнтів із ХОЗЛ. Так, виявили прямий зв'язок між ХОЗЛ і різними патологічними станами ССС, смертністю від інфаркту міокарда [7,9–11]. Вважають, що прогресування бронхіальної обструкції при ХОЗЛ може призводити до порушень діяльності ССС [12]. На думку Л. І. Дворецького, ХОЗЛ у похилому віці спричиняє розвиток

легенево-серцевої недостатності [13]. Вікові зміни ССС можуть зумовлювати порушення її функціонування у хворих на ХОЗЛ [13]. Показано, що при розвитку ХОЗЛ у літньому віці спостерігають перевантаження серця опором та об'ємом [14], яке зумовлює формування резистентної серцевої недостатності у цих хворих.

Стає зрозумілою необхідність терапевтичного впливу на ССС у хворих на ХОЗЛ, особливо старшого віку.

Зважаючи на ризик розвитку небажаних явищ у хворих похилого віку внаслідок поліморбідності та поліпрагмазії, використання медикаментозної терапії в похилому віці часто обмежене. Тому під час лікування осіб похилого та старшого віку актуальними є безмедикаментозні методи, для яких характерні низький ризик розвитку чи навіть відсутність побічних явищ.

Розглянута можливість використання у хворих похилого віку з ХОЗЛ дихальних тренувань із позитивним тиском наприкінці видиху (positive end-expiratory pressure – РЕЕР).

Аналіз відомостей наукової літератури показав: створення позитивного тиску наприкінці видиху позитивно впливає на систему зовнішнього дихання, підвищуючи функціональні можливості цієї системи та надаючи лікувальний вплив при захворюваннях легень [15,16], а також поліпшує функцію газообміну в легенях, передусім завдяки запобіганню бронхіальному колапсу та зниженню опору бронхів на видиху. Дихальні тренування з позитивним тиском наприкінці видиху підвищують легеневиї комплаєнс, знижують еластичний опір диханню, емфізематозність легень, збільшують силу експіраторних дихальних м'язів [15,17].

Досліджень щодо впливу дихальних тренувань із РЕЕР на стан ССС у пацієнтів похилого віку з ХОЗЛ у доступній фаховій літературі недостатньо. Раніше досліджували ефективність впливу дихальних тренувань із РЕЕР у хворих на ХОЗЛ похилого віку [18]. Нез'ясованими залишаються питання щодо впливу дихальних тренувань із РЕЕР на стан ССС, а також термін збереження їхнього ефекту в пацієнтів похилого віку з ХОЗЛ.

## Мета роботи

З'ясувати ефективність і тривалість впливу на стан серцево-судинної системи дихальних тренувань

із РЕЕР у пацієнтів похилого віку з хронічним обструктивним захворюванням легень.

### Матеріали і методи дослідження

Дослідження здійснили у відділі клінічної фізіології та патології внутрішніх органів, загальноотерапевтичному відділенні ДУ «Інститут геронтології імені Д. Ф. Чеботарьова НАМН України». Всі процедури дослідження, інформація для пацієнта, форма інформованої згоди погоджені комісією з питань етики клінічного сектора ДУ «Інститут геронтології імені Д. Ф. Чеботарьова НАМН України». Участь у дослідженні добровільна, всі пацієнти отримали детальну інформацію про дослідження та підписали інформовану згоду.

Обстежили 35 пацієнтів похилого віку з ХОЗЛ поза загостренням, давність захворювання – від 7 до 27 років, I–II ст. бронхіальної обструкції (GOLD I–II), клінічні групи А і В. Діагноз ХОЗЛ встановлювали відповідно до рекомендацій GOLD і наказу МОЗ України № 555 від 27.06.2013 р. [19].

Критерії залучення в дослідження:

1. датована форма письмової інформованої згоди, підписана перед участю в дослідженні;
2. вік від 60 до 74 років;
3. встановлений діагноз ХОЗЛ I–II ступеня, фаза ремісії за визначенням Американської торакальної спілки/Європейського респіраторного товариства, GOLD 2020, наказу МОЗ України № 555 від 27.06.2013 р.;
4. підтримувальна терапія з приводу ХОЗЛ тривалістю щонайменше 2 місяці перед залученням у дослідження (агоністи  $\beta$ -рецепторів або М-холінолітики короткої дії, агоністи  $\beta$ -рецепторів або М-холінолітики тривалої дії, їхня комбінація).

Критерії виключення з дослідження: наявність бронхіальної астми чи інших захворювань легень з активним перебігом; імуносупресія або інші фактори ризику розвитку пневмонії; пневмонія та/або середньої тяжкості чи важке загострення ХОЗЛ, які не закінчилися щонайменше за 14 днів до залучення в дослідження; інфекція дихальних шляхів; наявність в анамнезі або визначені на час початку дослідження ознаки інших клінічно значущих захворювань; патологічні та клінічно значущі показники ЕКГ у 12 відведеннях; злякнісні новоутворення з тривалістю ремісії менше за 5 років; із дослідження виключали пацієнтів, які потенційно можуть порушувати режим лікування, а також не можуть виконувати процедури, передбачені в дослідженні.

Протягом дослідження пацієнти отримували стандартну терапію, що включала  $b_2$ -агоніст, М-холінолітик тривалої дії чи їхню комбінацію, а також сальбутамол за потреби як препарат невідкладної допомоги для полегшення симптомів ХОЗЛ. Бронхолітична терапія була призначена не менше ніж за 2 місяці до залучення в дослідження.

Пацієнтів поділили на дві групи: основну (18 осіб), якій призначали дихальні тренування з РЕЕР, та контрольну (17 осіб), в якій застосовували імітовані тренування (IT). Поділ на групи здійснили методом простої рандомізації за допомогою таблиці випадкових чисел.

Тип і ступінь вираженості порушень вентиляційної функції легень оцінювали за показниками спірографії та кривої «потік – об'єм» форсованого видиху на апараті Spirobank (Mir, Італія).

Оцінювали показники ССС: частоту серцевих скорочень (ЧСС), систолічний артеріальний тиск (САТ) і сатурацію крові ( $SpO_2$ ) реєстрували за допомогою монітора ЮМ-300 (ЮТАС, Україна), а ударний об'єм (УО), хвилинний об'єм кровообігу (ХОК), загальний периферичний судинний опір (ЗПСО) визначали методом реографії на апараті Регіна (Україна).

Для підвищення ефективності функціонування ССС у пацієнтів похилого віку з ХОЗЛ застосовували дихальні тренування з РЕЕР.

Найважливіша складова лікувальної дії дихальних тренувань із РЕЕР, необхідна для досягнення бажаного ефекту, – рівень тиску наприкінці видиху. Цей тиск повинен бути не надто низьким, бо не буде ефекту від використання тренажера, а занадто високий тиск може викликати небажані зміни гемодинаміки, пов'язані з ускладненням венозного повернення крові (зниження серцевого викиду, легеневого кровотоку, підвищення внутрішньочерепного тиску) [20,21]. Названі небажані ефекти дихання з РЕЕР виникають при доволі високому рівні тиску наприкінці видиху та залежать від особливостей гемодинаміки конкретної людини. Відомо, що в осіб похилого віку знижується венозне повернення крові, ХОК, легеневий і мозковий кровотік. Тому несприятливі ефекти РЕЕР у них можуть розвиватися при нижчих величинах тиску наприкінці видиху.

Визначаючи опір видиху для здійснення дихальних тренувань, виходили з результатів попередніх досліджень [22], де виявили, що для літніх людей із фізіологічним старінням дихальної системи оптимальним є дихання з опором видиху 10 см вод. ст., а для літніх людей із прискореним старінням дихальної системи – 5 см вод. ст. [22]. Зважаючи на те, що ХОЗЛ є клінічною моделлю прискореного старіння дихальної системи, у цьому дослідженні під час дихальних тренувань із РЕЕР використовували рівень опору видиху 5 см вод. ст.

Курс дихальних тренувань із РЕЕР – 10 щоденних сеансів, кожен сеанс передбачав 15-хвилинне дихання з РЕЕР 5 см вод. ст. Дихальні тренування з РЕЕР здійснювали за допомогою дихального тренажера Threshold PEP (ФРН).

Обстеження виконували до, після завершення курсу тренувань, а також через 1 і 3 місяці.

Результати опрацювали методами варіаційної статистики за допомогою програми Statistica 7.0 for Windows. Усі показники мали розподіл, близький до нормального, тому використали параметричні статистичні процедури. Нормальність розподілу даних перевіряли за допомогою тесту Коломогорова–Смирнова та Шапіро–Вілка. Нормальним вважали розподіл даних при  $p > 0,05$ . Розраховували середні значення показників (М) та їхнє стандартне відхилення (SD). Для визначення статистичної значущості відмінностей використовували дисперсійний однофакторний post-hoc аналіз ANOVA з застосуванням поправки Бонфероні. Для встановлення залежностей використовували кореляційний аналіз. Статистично значущим рівнем вірогідності вважали  $p < 0,05$ .

### Результати

Результати спостереження в динаміці показали певні зміни функціонування ССС у пацієнтів похилого віку з

**Таблиця 1.** Вплив дихальних тренувань із РЕЕР на стан ССС у пацієнтів похилого віку з ХОЗЛ (М ± SD)

Показники, одиниці вимірювання	Вихідний стан	Відразу після РЕЕР	Через 1 місяць після РЕЕР	Через 3 місяці після РЕЕР
САТ, мм рт. ст.	138,4 ± 2,3	127,5 ± 2,0*	139,4 ± 2,3*	140,7 ± 2,8
ЧСС, хв <sup>-1</sup>	75,56 ± 1,14	69,22 ± 1,21*	74,34 ± 1,19	75,62 ± 1,24
УО, л	0,058 ± 0,001	0,067 ± 0,001*	0,060 ± 0,002	0,057 ± 0,001
ХОК, л/хв	4,38 ± 0,11	4,64 ± 0,10*	4,46 ± 0,14	4,31 ± 0,12
ЗПСО, кПа·с/л	259,23 ± 11,43	185,58 ± 9,26*	248,19 ± 10,35	255,12 ± 10,43
SpO <sub>2</sub> , %	94,73 ± 0,17	95,85 ± 0,13*	95,74 ± 0,11*	94,82 ± 0,13

\*: відмінності порівняно з вихідним станом вірогідні,  $p < 0,01$ ; використовували дисперсійний однофакторний post-hoc аналіз ANOVA із застосуванням поправки Бонфероні.

ХОЗЛ під впливом курсового застосування дихальних тренувань із РЕЕР (табл. 1). Відразу після лікування під впливом дихальних тренувань із РЕЕР у хворих на ХОЗЛ похилого віку підвищувалась скорочувальна здатність міокарда, про що свідчить підвищення ХОК – інтегрального показника центральної гемодинаміки.

Збільшення ХОК після курсового застосування дихальних тренувань із РЕЕР у хворих на ХОЗЛ похилого віку відбувалося внаслідок підвищення УО (табл. 1).

Курсове застосування дихальних тренувань із РЕЕР позитивно впливало на стан судин. Так, відразу після курсу дихальних тренувань із РЕЕР у пацієнтів похилого віку з ХОЗЛ відбувалося зменшення периферичного судинного опору, яке закономірно призводило до зниження САТ (табл. 1).

Нормалізація артеріального тиску, зниження периферичного судинного опору в пацієнтів похилого віку з ХОЗЛ свідчать про поліпшення регуляції судинного тону внаслідок впливу дихальних тренувань із РЕЕР.

Позитивний вплив дихальних тренувань із РЕЕР пов'язаний зі зниженням артеріальної гіпоксемії та поліпшенням кисневого забезпечення організму. Саме це призводить до поліпшення метаболізму, зокрема ССС, а також підвищення ефективності її функціонування у хворих на ХОЗЛ похилого віку після дихальних тренувань із РЕЕР.

Але тривалість дії дихальних тренувань із РЕЕР коротка, ефект від їхнього виконання за більшістю показників (крім САТ) не зберігався навіть через 1 місяць (табл. 1).

Поліпшення стану ССС унаслідок застосування дихальних тренувань із РЕЕР у хворих на ХОЗЛ похилого віку залежало від підвищення SpO<sub>2</sub>. Кореляційний аналіз показав залежність між зсувами SpO<sub>2</sub> та зсувами ХОК відразу після дихальних тренувань з РЕЕР у пацієнтів похилого віку з ХОЗЛ ( $r = 0,46$ ,  $p < 0,01$ ). Зниження судинного опору також залежало від поліпшення кисневого постачання організму за результатами дихальних тренувань із РЕЕР у хворих на ХОЗЛ похилого віку. Про це свідчить залежність між зсувами SpO<sub>2</sub> та зсувами ЗПСО відразу після дихальних тренувань з РЕЕР в осіб похилого віку з ХОЗЛ ( $r = 0,43$ ,  $p < 0,01$ ).

Як відомо, ефективність конкретного терапевтичного методу визначається також клінічними проявами хвороби. Тому важливо оцінювати вплив дихальних тренувань із РЕЕР на функціональний стан ССС залежно від вираженості клінічних проявів у хворих на ХОЗЛ похилого віку. Для цього визначили вплив фактора симптоматики хвороби («багато» або «мало» симптомів – клінічна група А або В) на зміни показників функціонального стану ССС відразу після дихальних тренувань із РЕЕР в обстежених. Результати свідчать про значущі відмінності ( $p < 0,05$ )

**Таблиця 2.** Зсуви показників функціонального стану ССС і SpO<sub>2</sub> у хворих на ХОЗЛ похилого віку різних клінічних груп відразу після дихальних тренувань із РЕЕР (М ± SD)

Показники, зсуви	Група А	Група В
ΔСАТ, мм рт. ст.	-6,3 ± 1,1	-13,4 ± 1,2*
ΔЧСС, хв <sup>-1</sup>	-6,12 ± 0,91	-6,56 ± 0,84
ΔУО, л	0,006 ± 0,001	0,012 ± 0,001
ΔХОК, л/хв	0,21 ± 0,01	0,27 ± 0,01*
ΔЗПСО, кПа·с/л	-52,65 ± 4,42	-73,65 ± 4,40
ΔSpO <sub>2</sub> , %	1,08 ± 0,23	1,21 ± 0,22

\*: вірогідні відмінності порівняно з групою А,  $p < 0,05$ .

**Таблиця 3.** Зсуви показників функціонального стану ССС і SpO<sub>2</sub> у пацієнтів похилого віку з ХОЗЛ різних клінічних груп через 1 місяць після дихальних тренувань із РЕЕР (М ± SD)

Показники, зсуви	Група А	Група В
ΔСАТ, мм рт. ст.	1,8 ± 0,5	-4,2 ± 0,8*
ΔЧСС, хв <sup>-1</sup>	1,23 ± 0,21	-2,47 ± 0,33
ΔУО, л	0,000 ± 0,001	0,060 ± 0,001*
ΔХОК, л/хв	0,05 ± 0,02	0,13 ± 0,01*
ΔЗПСО, кПа·с/л	53,74 ± 5,11	64,38 ± 3,90
ΔSpO <sub>2</sub> , %	0,68 ± 0,26	0,81 ± 0,27*

\*: вірогідні відмінності порівняно з групою А,  $p < 0,05$ .

впливу дихальних тренувань із РЕЕР на функціональний стан ССС між клінічними групами А і В (табл. 2). Як показали результати дослідження, в пацієнтів похилого віку з ХОЗЛ клінічної групи В зсуви SpO<sub>2</sub> істотніші, ніж у хворих похилого віку клінічної групи А (табл. 2).

Спостерігали істотніший позитивний вплив дихальних тренувань із РЕЕР на функціональний стан ССС у пацієнтів із вираженою симптоматикою хвороби. У динаміці через 1 місяць спостереження ці відмінності дещо зменшувались, але залишалися статистично значущими (табл. 3).

Використання імітованих тренувань, як показав аналіз результатів дослідження, не призводило до поліпшення стану ССС у пацієнтів похилого віку з ХОЗЛ на жодній із контрольних точок (табл. 4).

## Обговорення

Вивчаючи питання щодо механізмів впливу дихальних тренувань із РЕЕР на стан ССС, необхідно мати на увазі передусім зміни, що відбуваються в пацієнтів похилого віку з ХОЗЛ.

Відомо, що розвиток артеріальної гіпоксемії при ХОЗЛ спричиняє компенсаторні зміни з боку ССС, спрямовані на збільшення доставлення кисню тканинам – зростання ЧСС і серцевого викиду. Раніше показали, що з віком ця реакція зменшується [1]. Це пов'язано,

Таблиця 4. Вплив імітованих тренувань на стан ССС у пацієнтів похилого віку з ХОЗЛ

Показники, одиниці вимірювання	Вихідний стан	Відразу після ІТ	Через 1 місяць після ІТ	Через 3 місяці після ІТ
САТ, мм рт. ст.	139,1 ± 1,8	136,9 ± 1,3	137,2 ± 1,2	138,3 ± 1,6
ЧСС, хв <sup>-1</sup>	74,31 ± 1,69	73,31 ± 1,02	72,81 ± 1,07	72,56 ± 1,28
УО, л	0,063 ± 0,002	0,064 ± 0,001	0,064 ± 0,002	0,063 ± 0,002
ХОК, л/хв	4,70 ± 0,14	4,69 ± 0,10	4,63 ± 0,11	4,60 ± 0,15
ЗПСО, кПа*с/л	250,81 ± 10,39	227,94 ± 8,89	241,88 ± 7,93	253,50 ± 7,76
SpO <sub>2</sub> , %	94,82 ± 0,26	94,96 ± 0,19	94,74 ± 0,17	94,74 ± 0,17

ймовірно, зі зменшенням чутливості синусового вузла до вегетативних впливів під час старіння ССС [1].

Зміни артеріального тиску при артеріальній гіпоксемії мають складний ґенез. Зниження рО<sub>2</sub> в артеріальній крові викликає розширення артерій і збільшення кровотоку. Така реакція спрямована на компенсацію зниження рО<sub>2</sub> в тканинах. Розширення судин має призводити до зниження артеріального тиску. Водночас у пацієнтів із ХОЗЛ спостерігають складні зміни регуляції автономної нервової системи, що також впливають на тонус судин. Гіпоксія призводить до активації симпатoadреналової системи, а при ХОЗЛ збільшується активність парасимпатичного відділу автономної нервової системи. Сумарна складна дія цих факторів спрямована на компенсацію артеріальної гіпоксемії та тканинної гіпоксії. Це реалізується за допомогою перерозподілу кровотоку на користь життєво важливих органів (централізація гемодинаміки). Проявом цього є звуження судин – гіпоксична вазоконстрикція, збільшення пульсу, а отже підвищення артеріального тиску.

Вплив дихальних тренувань із РЕЕР у хворих на ХОЗЛ складний. Позитивний тиск наприкінці видиху перешкоджає тиску закриття дихальних шляхів, запобігає спаданню альвеол, а отже стабілізує та «включає» їх у газообмін. Також дихання з позитивним тиском наприкінці видиху зменшує шунтування крові та збільшує тривалість видиху, поліпшуючи вентиляційно-перфузійні співвідношення та сприяючи оксигенації крові. У хворих на ХОЗЛ, особливо похилого віку, спостерігають динамічну гіперінфляцію, тому нормалізація вентиляційно-перфузійних співвідношень для них вкрай важлива.

Отже, інтегральна реалізація наведених механізмів дихальних тренувань із РЕЕР призводить до поліпшення оксигенації крові в легенях, зменшення артеріальної гіпоксемії та підвищення кисневого забезпечення організму хворих на ХОЗЛ похилого віку. Можна припустити, що позитивний вплив дихальних тренувань із РЕЕР на стан ССС відбувається внаслідок зменшення важкості артеріальної гіпоксемії, поліпшення кисневого забезпечення організму, а отже зниження гіпоксичної вазоконстрикції, а також зниження артеріального тиску та збільшення скорочувальної здатності міокарда.

Дійсно, результати дослідження показали, що під впливом дихальних тренувань із РЕЕР у пацієнтів похилого віку з ХОЗЛ збільшується SpO<sub>2</sub>. Але це підвищення відбувалось лише відразу після курсу тренувань. Уже через місяць, а тим більше через три місяці показник SpO<sub>2</sub> повертався до вихідного рівня (табл. 1).

Цікавими є особливості впливу дихальних тренувань з РЕЕР в осіб похилого віку, які хворі на ХОЗЛ, залежно від вираженості клінічної симптоматики. На нашу думку, істотніший і триваліший ефект дихальних тренувань із РЕЕР у пацієнтів клінічної групи В порівняно з клінічною

групою А можна пояснити суттєвішим підвищенням оксигенації в легенях унаслідок застосування дихальних тренувань із РЕЕР. Саме підвищення кисневого забезпечення призводить до поліпшення функціональної здатності ССС у хворих на ХОЗЛ похилого віку. У результаті дослідження встановили залежність між рівнем оксигенації та функціональною здатністю ССС.

## Висновки

1. Використання дихальних тренувань із РЕЕР призводить до поліпшення стану серцево-судинної системи в пацієнтів похилого віку з ХОЗЛ.
2. Поліпшення стану серцево-судинної системи у хворих на ХОЗЛ похилого віку після курсу дихальних тренувань із РЕЕР пов'язане з підвищенням оксигенації крові в легенях.
3. Ефект дихальних тренувань із РЕЕР у пацієнтів похилого віку з ХОЗЛ нестійкий, не зберігався вже через місяць після завершення курсу.
4. У хворих на ХОЗЛ похилого віку з вираженою клінічною симптоматикою ефект дихальних тренувань із РЕЕР стійкіший і триваліший.
5. Для збереження позитивного впливу на стан серцево-судинної системи у пацієнтів похилого віку з ХОЗЛ курси дихальних тренувань із РЕЕР бажано повторювати щомісяця.

**Перспективи подальших досліджень** полягають у з'ясуванні механізмів дії дихальних тренувань із РЕЕР у хворих на ХОЗЛ похилого віку.

**Конфлікт інтересів:** відсутній.

**Conflicts of interest:** authors have no conflict of interest to declare.

Надійшла до редакції / Received: 13.05.2021

Після доопрацювання / Revised: 27.05.2021

Прийнято до друку / Accepted: 16.06.2021

## Відомості про авторів:

Асанов Е. О., д-р мед. наук, головний науковий співробітник відділу клінічної фізіології та патології внутрішніх органів, ДУ «Інститут геронтології імені Д. Ф. Чеботарьова НАМН України», м. Київ.

ORCID ID: [0000-0003-4021-1710](https://orcid.org/0000-0003-4021-1710)

Голубова Ю. І., молодший науковий співробітник відділу клінічної фізіології та патології внутрішніх органів ДУ «Інститут геронтології імені Д. Ф. Чеботарьова НАМН України», м. Київ.

ORCID ID: [0000-0001-9988-9628](https://orcid.org/0000-0001-9988-9628)

Діба І. А., канд. мед. наук, старший науковий співробітник відділу клінічної фізіології та патології внутрішніх органів, ДУ «Інститут геронтології імені Д. Ф. Чеботарьова НАМН України», м. Київ.

ORCID ID: [0000-0002-4212-8868](https://orcid.org/0000-0002-4212-8868)

Асанова С. О., медицинский представитель, компания фармаркетинг «Здраво», м. Київ, Україна.

ORCID ID: [0000-0003-1659-0212](https://orcid.org/0000-0003-1659-0212)

#### Information about authors:

Asanov E. O., MD, PhD, DSc, Chief Researcher of the Department of Clinical Physiology and Pathology of Internal Organs, SI "D. F. Chebotarev State Institute of Gerontology of the NAMS of Ukraine", Kyiv.

Holubova Yu. I., Junior Researcher of the Department of Clinical Physiology and Pathology of Internal Organs, SI "D. F. Chebotarev State Institute of Gerontology of the NAMS of Ukraine", Kyiv.

Dyba I. A., MD, PhD, Senior Researcher of the Department of Clinical Physiology and Pathology of Internal Organs, SI "D. F. Chebotarev State Institute of Gerontology of the NAMS of Ukraine", Kyiv.

Asanova S. O., Medical Representative, "Zdravo" Pharmaceutical Company, Kyiv, Ukraine.

#### Сведения об авторах:

Асанов Э. О., д-р мед. наук, главный научный сотрудник отдела клинической физиологии и патологии внутренних органов, ГУ «Институт геронтологии имени Д. Ф. Чеботарёва НАМН Украины», г. Киев.

Голубова Ю. И., младший научный сотрудник отдела клинической физиологии и патологии внутренних органов, ГУ «Институт геронтологии НАМН Украины имени Д. Ф. Чеботарёва», г. Киев.

Дыба И. А., канд. мед. наук, старший научный сотрудник отдела клинической физиологии и патологии внутренних органов, ГУ «Институт геронтологии НАМН Украины имени Д. Ф. Чеботарёва», г. Киев.

Асанова С. О., медицинский представитель, компания фармаркетинга «Здраво», г. Киев, Украина.

#### Список літератури

- [1] Возрастные и патологические изменения вентиляционной функции легких, газообмена и транспорта кислорода у больных хроническим обструктивным бронхитом пожилого возраста / О. В. Коркушко, Н. Д. Чеботарев, А. В. Писарук, Э. О. Асанов. *Український пульмонологічний журнал*. 2001. № 1. С. 13-16.
- [2] Bush A. Lung Development and Aging. *Annals of the American Thoracic Society*. 2016. Vol. 13. Suppl. 5. P. S438-S446. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201602-112AW>
- [3] Ito K., Barnes P. J. COPD as a Disease of Accelerated Lung Aging. *Chest*. 2009. Vol. 135. Issue 1. P. 173-180. <https://doi.org/10.1378/chest.08-1419>
- [4] Lung ageing and COPD: is there a role for ageing in abnormal tissue repair? / C.-A. Brandsma et al. *European Respiratory Review*. 2017. Vol. 26. Issue 146. P. 170073. <https://doi.org/10.1183/16000617.0073-2017>
- [5] López-Campos J. L., Tan W., Soriano J. B. Global burden of COPD. *Respirology*. 2016. Vol. 21. Issue 1. P. 14-23. <https://doi.org/10.1111/resp.12660>
- [6] COPD significantly increases cerebral and cardiovascular events in hypertensives / M. Perticone et al. *Scientific Reports*. 2021. Vol. 11. Issue 1. P. 7884. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86963-z>
- [7] Predictors of outcome after coronary artery bypass grafting in patients older than 75 years of age / F. Islamoglu et al. *Medical Science Monitor*. 2003. Vol. 9. Issue 8. P. CR369-376. URL : <https://www.medscimonit.com/abstract/index/idArt/13104>
- [8] MacNee W. Is Chronic Obstructive Pulmonary Disease an Accelerated Aging Disease? *Annals of the American Thoracic Society*. 2016. Vol. 13. Suppl. 5. P. S429-S437. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201602-124AW>
- [9] Finkelstein J., Cha E., Scharf S. M. Chronic obstructive pulmonary disease as an independent risk factor for cardiovascular morbidity. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. 2009. Vol. 4. P. 337-349. <https://doi.org/10.2147/copd.s6400>
- [10] Predictors of cardiac and noncardiac mortality among 14,697 patients with coronary heart disease / R. Dankner, U. Goldbourt, V. Boyko, H. Reicher-Reiss. *American Journal of Cardiology*. 2003. Vol. 91. Issue 2. P. 121-127. [https://doi.org/10.1016/s0002-9149\(02\)03095-3](https://doi.org/10.1016/s0002-9149(02)03095-3)
- [11] Reduced lung function and risk of atrial fibrillation in the Copenhagen City Heart Study / P. Buch et al. *European Respiratory Journal*. 2003. Vol. 21. Issue 6. P. 1012-1016. <https://doi.org/10.1183/09031936.0300051502>

- [12] Occurrence and Prognostic Significance of Ventricular Arrhythmia Is Related to Pulmonary Function. A Study From «Men Born in 1914,» Malmö, Sweden / G. Engström et al. *Circulation*. 2001. Vol. 103. Issue 25. P. 3086-3091. <https://doi.org/10.1161/01.cir.103.25.3086>
- [13] Дворецкий Л. И. Ведение пожилого больного ХОБЛ. Москва : Литтерра. 2005. 216 с.
- [14] Влияние хронической обструктивной болезни легких на клинико-функциональное состояние миокарда у больных ишемической болезнью сердца / И. М. Фуштей и др. *Сімейна медицина*. 2018. № 1. С. 73-76. URL : <http://family-medicine.com.ua/article/view/135216/132011>
- [15] «Best» PEEP during one-lung ventilation / S. Inomata, T. Nishikawa, S. Saito, S. Kihara. *British Journal of Anaesthesia*. 1997. Vol. 78. Issue 6. P. 754-756. <https://doi.org/10.1093/bja/78.6.754>
- [16] Does a Higher Positive End Expiratory Pressure Decrease Mortality in Acute Respiratory Distress Syndrome? A Systematic Review and Meta-analysis / S. I. Phoenix et al. *Anesthesiology*. 2009. Vol. 110. Issue 5. P. 1098-1105. <https://doi.org/10.1097/ain.0b013e31819fae06>
- [17] Путиенко Ж. Е. Эффективность применения положительного давления в конце выдоха в коррекции легочной вентиляции у больных бронхиальной астмой и хроническим обструктивным бронхитом. *Український пульмонологічний журнал*. 1999. № 2. С. 42-44. URL : [http://www.ifp.kiev.ua/doc/journals/upj/99/upj\\_1999\\_2\\_ref.htm#14](http://www.ifp.kiev.ua/doc/journals/upj/99/upj_1999_2_ref.htm#14)
- [18] Асанов Э. О., Дыба И. А. Влияние дыхательных тренировок с положительным давлением в конце выдоха на вентиляцию и газообмен в легких у больных пожилого возраста с ХОЗЛ. *Український пульмонологічний журнал*. 2018. № 3. С. 38-43.
- [19] Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Lung Disease: the GOLD science committee report 2019 / D. Singh et al. *European Respiratory Journal*. 2019. Vol. 53. Issue 5. P. 1900164. <https://doi.org/10.1183/13993003.00164-2019>
- [20] The Effect of Positive End-Expiratory Pressure on Intracranial Pressure and Cerebral Hemodynamics / M. D. Boone et al. *Neurocritical Care*. 2017. Vol. 26. Issue 2. P. 174-181. <https://doi.org/10.1007/s12028-016-0328-9>
- [21] Positive end-expiratory pressure: how to set it at the individual level / L. Gattinoni et al. *Annals of Translational Medicine*. 2017. Vol. 5. Issue 14. P. 288. <https://doi.org/10.21037/atm.2017.06.64>
- [22] Асанов Э. О., Дыба И. А., Осьмак Е. Д. Газообмен в легких у пожилых людей с физиологическим и ускоренным старением дыхательной системы: влияние дыхательных тренировок с позитивным давлением на выдохе. *Український пульмонологічний журнал*. 2014. № 3. С. 64-67. URL : <http://www.ifp.kiev.ua/doc/journals/upj/14/pdf14-3/64.pdf>

#### References

- [1] Korkushko, O. V., Chebotarev, N. D., Pisaruk, A. V., & Asanov, E. O. (2001). Vozrastnye i patologicheskie izmeneniya ventilyatsionnoi funktsii legkikh, gazoobmena i transporta kisloroda u bol'nykh khronicheskimi obstruktivnym bronkhitom pozhilogo vozrasta [Age-specific and pathological changes of lung ventilation function, gas exchange and oxygen transport in aged chronic obstructive bronchitis patients]. *Ukrainskyi pulmonologichnyi zhurnal*, (1), 13-16. [in Russian].
- [2] Bush, A. (2016). Lung Development and Aging. *Annals of the American Thoracic Society*, 13(Suppl. 5), S438-S446. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201602-112AW>
- [3] Ito, K., & Barnes, P. J. (2009). COPD as a Disease of Accelerated Lung Aging. *Chest*, 135(1), 173-180. <https://doi.org/10.1378/chest.08-1419>
- [4] Brandsma, C. -A., de Vries, M., Costa, R., Woldhuis, R. R., Königshoff, M., & Timens, W. (2017). Lung ageing and COPD: is there a role for ageing in abnormal tissue repair? *European Respiratory Review*, 26(146), Article 170073. <https://doi.org/10.1183/16000617.0073-2017>
- [5] López-Campos, J. L., Tan, W., & Soriano, J. B. (2016). Global burden of COPD. *Respirology*, 21(1), 14-23. <https://doi.org/10.1111/resp.12660>
- [6] Perticone, M., Maio, R., Caroleo, B., Suraci, E., Corrao, S., Sesti, G., & Perticone, F. (2021). COPD significantly increases cerebral and cardiovascular events in hypertensives. *Scientific Reports*, 11(1), Article 7884. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86963-z>
- [7] Islamoglu, F., Reyhanoglu, H., Berber, O., Ozbaran, M., Buket, S., Yüksel, M., Telli, A., & Durmaz, I. (2003). Predictors of outcome after coronary artery bypass grafting in patients older than 75 years of age. *Medical Science Monitor*, 9(8), CR369-376. <https://www.medscimonit.com/abstract/index/idArt/13104>
- [8] MacNee, W. (2016). Is Chronic Obstructive Pulmonary Disease an Accelerated Aging Disease? *Annals of the American Thoracic Society*, 13(Suppl. 5), S429-S437. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201602-124AW>
- [9] Finkelstein, J., Cha, E., & Scharf, S. M. (2009). Chronic obstructive pulmonary disease as an independent risk factor for cardiovascular morbidity. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 4, 337-349. <https://doi.org/10.2147/copd.s6400>

- [10] Dankner, R., Goldbourt, U., Boyko, V., & Reicher-Reiss, H. (2003). Predictors of cardiac and noncardiac mortality among 14,697 patients with coronary heart disease. *American Journal of Cardiology*, 91(2), 121-127. [https://doi.org/10.1016/s0002-9149\(02\)03095-3](https://doi.org/10.1016/s0002-9149(02)03095-3)
- [11] Buch, P., Friberg, J., Scharling, H., Lange, P., & Prescott, E. (2003). Reduced lung function and risk of atrial fibrillation in the Copenhagen City Heart Study. *European Respiratory Journal*, 21(6), 1012-1016. <https://doi.org/10.1183/09031936.03.00051502>
- [12] Engström, G., Wollmer, P., Hedblad, B., Juul-Möller, S., Valind, S., & Janzon, L. (2001). Occurrence and Prognostic Significance of Ventricular Arrhythmia Is Related to Pulmonary Function. A Study From «Men Born in 1914,» Malmö, Sweden. *Circulation*, 103(25), 3086-3091. <https://doi.org/10.1161/01.cir.103.25.3086>
- [13] Dvoretiskii, L. I. (2005). *Vedenie pozhilogo bol'nogo KhOBL [Management of COPD in older patients]*. Littera. [in Russian].
- [14] Fustey, I. M., Podsevahina, S. L., Palamarchuk, A. I., Tkachenko, O. V., & Cabanna, E. S. (2018). Vliyanie khronicheskoi obstruktivnoi bolezni legkikh na kliniko-funktsional'noe sostoyanie miokarda u bol'nykh ishemicheskoi bolezniyu serdtsa [The effect of chronic obstructive pulmonary disease on the clinical and functional state of myocardium in patients with ischemic heart disease]. *Simeina medytsyna*, (1), 73-76. <http://family-medicine.com.ua/article/view/135216/132011> [in Russian].
- [15] Inomata, S., Nishikawa, T., Saito, S., & Kihara, S. (1997). «Best» PEEP during one-lung ventilation. *British Journal of Anaesthesia*, 78(6), 754-756. <https://doi.org/10.1093/bja/78.6.754>
- [16] Phoenix, S. I., Paravastu, S., Columb, M., Vincent, J. L., & Nirmlan, M. (2009). Does a Higher Positive End Expiratory Pressure Decrease Mortality in Acute Respiratory Distress Syndrome? A Systematic Review and Meta-analysis. *Anesthesiology*, 110(5), 1098-1105. <https://doi.org/10.1097/aln.0b013e31819fae06>
- [17] Putienko, Zh. E. (1999). Effektivnost' primeneniya polozhitel'nogo davleniya v kontse vydokha v korrektsii legochnoi ventilyatsii u bol'nykh bronkhial'noi astmoi i khronicheskim obstruktyvnym bronkhitom [Efficiency of using positive end-expiratory pressure in correcting pulmonary ventilation in patients with bronchial asthma and chronic obstructive bronchitis]. *Ukrainskyi pulmonologichnyi zhurnal*, (2), 42-44. [http://www.ifp.kiev.ua/doc/journals/upj/99/upj\\_1999\\_2\\_ref.htm#14](http://www.ifp.kiev.ua/doc/journals/upj/99/upj_1999_2_ref.htm#14) [in Russian].
- [18] Asanov, E. O., & Dyba, I. A. (2018). Vliyanie dykhatel'nykh trenirovok s polozhitel'nym davleniem v kontse vydokha na ventilyatsiyu i gazoobmen v legkikh u bol'nykh pozhilogo vozrasta s KhOZL [Influence of respiratory training with positive end-expiratory pressure on the ventilation and gas exchange in lungs of elderly patients with COPD]. *Ukrainskyi pulmonologichnyi zhurnal*, (3), 38-43. [in Russian].
- [19] Singh, D., Agusti, A., Anzueto, A., Barnes, P. J., Bourbeau, J., Celli, B. R., Criner, G. J., Frith, P., Halpin, D., Han, M., López Varela, M. V., Martínez, F., Montes de Oca, M., Papi, A., Pavord, I. D., Roche, N., Sin, D. D., Stockley, R., Vestbo, J., Wedzicha, J. A., ... Vogelmeier, C. (2019). Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Lung Disease: the GOLD science committee report 2019. *European Respiratory Journal*, 53(5), Article 1900164. <https://doi.org/10.1183/13993003.00164-2019>
- [20] Boone, M. D., Jinadasa, S. P., Mueller, A., Shaefi, S., Kasper, E. M., Hanafy, K. A., O'Gara, B. P., & Talmor, D. S. (2017). The Effect of Positive End-Expiratory Pressure on Intracranial Pressure and Cerebral Hemodynamics. *Neurocritical Care*, 26(2), 174-181. <https://doi.org/10.1007/s12028-016-0328-9>
- [21] Gattinoni, L., Collino, F., Maiolo, G., Rapetti, F., Romitti, F., Tonetti, T., Vasques, F., & Quintel, M. (2017). Positive end-expiratory pressure: how to set it at the individual level. *Annals of Translational Medicine*, 5(14), Article 288. <https://doi.org/10.21037/atm.2017.06.64>
- [22] Asanov, E. O., Dyba, I. A., & Osmak, E. D. (2014). Gazoobmen v legkikh u pozhilykh lyudei s fiziologicheskimi i uskorennyimi starenii dykhatel'noi sistemy: vliyanie dykhatel'nykh trenirovok s pozitivnym davleniem na vydokhe [Pulmonary gas exchange in elderly people with physiological and accelerated aging of the respiratory system: effect of respiratory training with positive end expiratory pressure]. *Ukrainskyi pulmonologichnyi zhurnal*, (3), 64-67. <http://www.ifp.kiev.ua/doc/journals/upj/14/pdf14-3/64.pdf> [in Russian].