

ВПЛИВ ГІПОКСИЧНИХ ТРЕНУВАНЬ НА СТАН ЛЕГЕНЕВОЇ ГЕМОДИНАМІКИ У ХВОРИХ ПОХИЛОГО ВІКУ З ХРОНІЧНИМ ОБСТРУКТИВНИМ ЗАХВОРЮВАННЯМ ЛЕГЕНЬ

Е. О. Асанов^{1,А,С,D,F}, І. А. Дибя^{1,В,D,С}, Ю. І. Голубова^{1,В,С}, С. О. Асанова^{2,D,С,E}

¹Державна установа «Інститут геронтології ім. Д. Ф. Чеботарьова НАМН України», Київ, Україна

²Компанія фармаркетингу «Здроаво», Київ, Україна

А – концепція та дизайн дослідження; В – збір даних; С – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті;
F – остаточне затвердження статті

Цитування: Астма та алергія. 2022. № 3. С. 22–26

Cited: Asthma and allergy. 2022; 3, P. 22–26

Резюме. Мета дослідження: з'ясувати вплив гіпоксичних тренувань на стан легеневої гемодинаміки у хворих похилого віку з хронічним обструктивним захворюванням легень (ХОЗЛ).

Матеріали та методи дослідження. Обстежено 42 хворих похилого віку з ХОЗЛ, І-II ст., поза загостренням, групи А і В, які були розподілені на групу (21 особа), яка отримувала інтервальні нормобаричні гіпоксичні тренування та групу (21 особа), яка отримувала імітовані тренування. Досліджували легеневу гемодинаміку за допомогою реопульмонографії та сатурацію крові пульсоксиметричним методом. З метою оцінки стійкості організму до гіпоксії проводили гіпоксичну пробу із вдиханням гіпоксичної газової суміші (12 % кисню та 88 % азоту) протягом 20 хв. Курс інтервальних нормобаричних гіпоксичних або імітованих тренувань складався з 10 щоденних сеансів, кожен сеанс включав в себе три п'ятихвилинних цикли гіпоксичного впливу (або дихання атмосферним повітрям для імітованих тренувань), які чергувалися з п'ятихвилинними періодами нормоксії. Всі дослідження проводили до тренувань, відразу після курсу тренувань, через місяць та через три місяці після курсу тренувань.

Висновки. У хворих похилого віку з ХОЗЛ кровообіг в легенях пов'язаний зі стійкістю організму до гіпоксії. Курсове застосування гіпоксичних тренувань поліпшує кровообіг в легенях у хворих похилого віку з ХОЗЛ. При цьому сприятливий ефект гіпоксичних тренувань зберігається протягом місяця. У хворих похилого віку з ХОЗЛ ефективність впливу гіпоксичних тренувань на кровообіг в легенях пов'язана зі стійкістю до гіпоксії. При цьому більш значна ефективність гіпоксичних тренувань спостерігається у хворих з більш низькою стійкістю до гіпоксії.

Ключові слова: хронічне обструктивне захворювання легень, похилий вік, легенева гемодинаміка, гіпоксичні тренування.

Вступ

На даний час хронічне обструктивне захворювання легень (ХОЗЛ) перебуває у центрі уваги як клініцистів, так і громадських систем охорони здоров'я в цілому. Це пов'язано з тим, що ХОЗЛ з його високою поширеністю і смертністю створює величезні проблеми для системи охорони здоров'я. Причому, за оцінками фахівців, проблема ХОЗЛ лише зростатиме [9].

Одним із основних факторів ризику ХОЗЛ є старіння [6]. Причиною цього є вікові структурні та функціональні зміни дихальної системи [5]. Процес старіння характеризується повільним, але прогресуючим зниженням ефективності газообміну в легенях та розвитком артеріальної гіпоксемії [1, 10]. При цьому дискоординація вентиляції та кровотоку у легенях є однією з провідних причин зниження ефективності газообміну при старінні [1, 10]. Це може відбуватися шляхом функціонального шунтування крові ділянок легень зі зниже-

ною вентиляцією, внаслідок чого значно знижується насичення крові. Також порушення вентиляційно-перфузійних співвідношень розвиваються в умовах вентиляції мертвого простору при недостатньому кровопостачанні нормально вентильованих по відношенню до кровотоку ділянок легень [5, 10]. Зазначені зміни є важливим фактором розвитку різних патологічних процесів дихальної системи, у тому числі ХОЗЛ у людей похилого віку [1, 5].

З іншого боку, у процесах зниження легеневого газообміну і розвитку артеріальної гіпоксемії при ХОЗЛ, поряд з бронхіальною обструкцією, провідну роль відіграють порушення легеневої гемодинаміки [2, 11, 14]. В похилому віці при ХОЗЛ патологічні процеси відбуваються на тлі вікових змін легневих судин. Ці процеси знижують легневий кровотік, що погіршує дискоординацію перфузії і вентиляції, посилює артеріальну гіпоксемію [5].

У зв'язку з цим актуальна розробка методів корекції порушень легеневого кровообігу у хворих похилого віку

з ХОЗЛ. Використання традиційних методів терапії ХОЗЛ у похилому віці становить певні труднощі. Так, у хворих похилого віку прийом препаратів часто обмежений через наявність супутніх хронічних захворювань, таких як хронічні серцево-судинні захворювання, патологія щитовидної залози, порушення ритму серця, цукровий діабет та ін. Крім того, вікові особливості метаболізму в літньому віці не дозволяють підвищувати дозування препаратів до необхідного рівня [8].

У зв'язку з цим актуальним є розробка безмедикаментозних методів терапії хворих похилого віку з ХОЗЛ. Одним із таких сучасних ефективних безмедикаментозних методів профілактики та лікування є інтервальні нормобаричні гіпоксичні тренування (ІНГТ) — періодичне дихання гіпоксичною газовою сумішшю в умовах нормального атмосферного тиску. За даними багатьох дослідників, гіпоксичні тренування — ефективний вид лікування і реабілітації [3, 4, 12, 13]. Причому, на відміну від медикаментозних втручань, гіпоксичні тренування майже не викликають розвитку небажаних явищ [7]. Дія їх заснована на активації механізмів довготривалої адаптації до кисневого та енергетичного дефіциту. При цьому підвищується стійкість організму до несприятливих чинників навколишнього середовища [4].

Мета дослідження

З'ясувати вплив ІНГТ на стан легеневої гемодинаміки у хворих похилого віку з ХОЗЛ.

Матеріали та методи обстеження

Обстежено 42 хворих похилого (60-74 роки) віку з ХОЗЛ, І-ІІ ст., поза загостренням, з давністю захворювання від 7 до 24 років, групи А і В. Тип і ступінь вираженості порушень вентиляційної функції легень оцінювалися за показниками спірографії і кривої «потік-об'єм» форсованого видиху на апараті «Spirobank» (Mir, Італія). Діагноз ХОЗЛ встановлювався у відповідності з рекомендаціями GOLD і наказу МОЗ України № 555 від 27.06.2013 [6]. Участь у дослідженні була добровільною, всі пацієнти отримали детальну інформацію про дослідження та підписали поінформовану згоду. Дизайн та протокол дослідження були погоджені з етичною комісією при ДУ «Інститут геронтології ім. Д. Ф. Чеботарьова НАМН України».

Для вирішення поставлених завдань хворі похилого віку з ХОЗЛ були розподілені на групу (21 особа), яка отримувала ІНГТ та групу (21 особа), яка отримувала імітовані тренування.

Всі пацієнти протягом дослідження продовжили отримувати свою стандартну бронхолітичну терапію (продлонгований β_2 -агоніст або продлонгований М-холінолітик, або комбінація продлонгованого β_2 -агоніста з інгаляційним глюкокортикостероїдом), яка була призначена не менш, ніж за два місяця до вклю-

чення в дослідження. Змінювати дози бронхолітичних препаратів за весь термін дослідження не дозволялось. Протягом дослідження допускалося використання на вимогу інгаляторного β_2 -агоніста короткої дії сальбутамолу, як препарату невідкладної допомоги для полегшення симптомів ХОЗЛ. Пацієнти обох груп були репрезентативні за віком, статтю та бронхолітичною терапією.

Вивчення кровопостачання легень проводили за допомогою реографічного апаратно-програмного комплексу «REGINA 2002» (Україна). Використовували такі показники реографічної кривої як реосистолічний індекс, дикротичний індекс, діастолічний індекс, які дозволяють точно і об'єктивно оцінити гемодинаміку легень.

Сатурацію крові (SpO_2) реєстрували за допомогою монітора «ЮМ-300» фірми «ЮТАС» (Україна) пульсоксиметричним методом.

З метою оцінки стійкості організму до впливу гіпоксії проводили гіпоксичну пробу із вдиханням гіпоксичної газової суміші (12 % кисню та 88 % азоту) протягом 20 хв. Під час проведення проби реєстрували SpO_2 протягом 5 хв. дихання повітрям, 20 хв. дихання гіпоксичною сумішшю і 5 хв. після переходу на дихання повітрям. Ступінь зниження SpO_2 під час проведення гіпоксичної проби відображає здатність організму протистояти гіпоксичному впливу, тобто характеризує стійкість до гіпоксії [9]. Також під час проведення проби з метою безпеки проводили моніторування показників серцево-судинної системи (АТ, ЧСС за допомогою монітора «ЮМ-300» фірми «ЮТАС», Україна), дихання (дихальний об'єм, частота дихання за допомогою апарату «Гіпотрон», Україна) та самопочуття пацієнтів. Більш детально методика проведення гіпоксичної проби описана нами раніше [3].

Курс гіпоксичних тренувань складався з 10 щоденних сеансів, кожен сеанс включав в себе три п'ятихвилинних цикли гіпоксичного впливу, які чергувалися з п'ятихвилинними періодами нормоксії. Імітовані тренування проводилися так само, але замість гіпоксичної суміші хворі дихали атмосферним повітрям.

Підбір тренувального рівня гіпоксії здійснювався індивідуально. Для цього проводили гіпоксичну пробу з поступовим зменшенням концентрації кисню у вдихуваній газовій суміші і монітуванням показників кардіореспіраторної системи [3].

Гіпоксичні або імітовані тренування та гіпоксична проба проводилися за допомогою автоматизованого програмно-апаратного комплексу «Гіпотрон» (Україна).

Всі дослідження проводили до тренувань, відразу після курсу тренувань, через місяць та через три місяці після курсу тренувань.

Отримані дані оброблені методами варіаційної статистики за допомогою комп'ютерної програми «Statistica 6.0 for Windows». Всі вивчені показники мали розподіл, близь-

кий до нормального. Розраховувалися середні значення показників (M), їх похибки (m). Відмінності середніх величин показників у вивчених групах оцінювали за критерієм Стьюдента. Проводили кореляційний аналіз за Пірсоном. Критичним рівнем статистичної значущості приймали 0,05.

Результати та їх обговорення

Аналіз проведених досліджень показав, що у вихідному стані (до тренувань) у більшості (69,05 %) обстежених хворих SpO_2 за умов гіпоксії знижувалась нижче 80 % та становила, в середньому, $(77,64 \pm 0,25)$ %. Це свідчить про зниження стійкості до гіпоксії у хворих похилого віку з ХОЗЛ. Справа у тому, що шкідлива дія гіпоксії, на думку багатьох дослідників, починає проявлятися при падінні напруги кисню в крові до 46-50 мм рт. ст., що відповідає показнику SpO_2 близько 80 % [4]. Тому можна вважати, що цей рівень SpO_2 є граничним та таким, що відображає стійкість організму до дії гіпоксії.

Проведений кореляційний аналіз, результати якого відображені на рисунку, також виявив прямий зв'язок між зниженням SpO_2 за умов гіпоксії та реосистолічним індексом реограми ($r = 0,47$, $p = 0,0016$). Отримані дані

вищенню ефективності легеневого газообміну, про що свідчить зростання показника SpO_2 .

Застосування імітованих тренувань не приводило до змін легеневого кровообігу ані відразу, ані через місяць та три місяці після лікування.

Оцінка стійкості організму до гіпоксії за результатами застосування тренувань показала наступне. Після курсу реальних гіпоксичних тренувань зниження SpO_2 за умов гіпоксії було менш значним. Причому значно знизилась кількість осіб зі зниженою стійкістю до гіпоксії (зниженням сатурації за умов гіпоксії нижче 80 %). Так, якщо у вихідному стані (до тренувань) SpO_2 під час гіпоксії нижче 80 % знижувалась у 15 хворих (71,43 %), то після курсу реальних гіпоксичних тренувань лише у 8 (38,10 %). В той час у хворих, які отримували імітовані тренування, кількість осіб зі зниженою стійкістю до гіпоксії практично не змінилась — 14 осіб (66,66 %) до та 13 осіб (61,90 %) після курсу тренувань.

Було цікаво оцінити ефективність гіпоксичних тренувань в залежності від стійкості до гіпоксії. Аналіз проведених досліджень показав, що ефективність реальних

Таблиця. Вплив гіпоксичних тренувань на стан легеневої гемодинаміки у хворих похилого віку з ХОЗЛ, $M \pm m$

Показники	До тренувань	Після курсу тренувань	Через місяць після курсу тренувань	Через три місяці після курсу тренувань
Імітовані тренування				
Реосистолічний індекс, у.о.	$0,86 \pm 0,09$	$0,92 \pm 0,10$	$0,89 \pm 0,07$	$0,85 \pm 0,08$
Дикротичний індекс, %	$73,41 \pm 3,20$	$76,88 \pm 2,38$	$75,76 \pm 4,45$	$78,28 \pm 3,11$
Діастолічний індекс, %	$67,77 \pm 2,63$	$66,45 \pm 2,14$	$69,89 \pm 2,72$	$65,44 \pm 3,53$
SpO_2 , при нормоксії, %	$95,12 \pm 0,25$	$95,28 \pm 0,21$	$95,15 \pm 0,28$	$95,24 \pm 0,23$
SpO_2 , при гіпоксії, %	$77,57 \pm 0,28$	$77,66 \pm 0,24$	$77,83 \pm 0,30$	$77,72 \pm 0,35$
Гіпоксичні тренування				
Реосистолічний індекс, у.о.	$0,79 \pm 0,08$	$1,21 \pm 0,10^*$	$1,18 \pm 0,07^*$	$0,92 \pm 0,10$
Дикротичний індекс, %	$74,50 \pm 3,11$	$58,25 \pm 2,32^*$	$56,63 \pm 2,17^*$	$74,38 \pm 5,59$
Діастолічний індекс, %	$59,50 \pm 2,33$	$46,00 \pm 2,28^*$	$49,75 \pm 2,54^*$	$52,00 \pm 3,76$
SpO_2 , при нормоксії, %	$95,17 \pm 0,23$	$96,15 \pm 0,21^*$	$96,13 \pm 0,24^*$	$95,24 \pm 0,17$
SpO_2 , при гіпоксії, %	$77,72 \pm 0,27$	$79,51 \pm 0,26^*$	$79,43 \pm 0,28^*$	$78,05 \pm 0,32$

Примітки: * — $p < 0,05$ у порівнянні з вихідним станом.

відображають наявність причинно-наслідкового зв'язку між стійкістю організму до гіпоксії та легеневою гемодинамікою у хворих похилого віку з ХОЗЛ.

Після курсового застосування реальних гіпоксичних тренувань у обстежених хворих спостерігалось поліпшення кровообігу в легенях. Так, у них спостерігалось підвищення реосистолічного індексу, що відображено у таблиці. Зниження дикротичного і діастолічного індексів, в свою чергу, відображає розслаблення судин, що також поліпшує легеневий кровотік. Слід зазначити, що сприятливий вплив ІНГТ на стан легеневого кровообігу у хворих на ХОЗЛ зберігався протягом місяця. Проте через три місяці після курсового застосування реальних гіпоксичних тренувань показники легеневого кровообігу у обстежених хворих повертались до вихідного рівня. Доцільно підкреслити, що поліпшення кровообігу в легенях сприяло під-

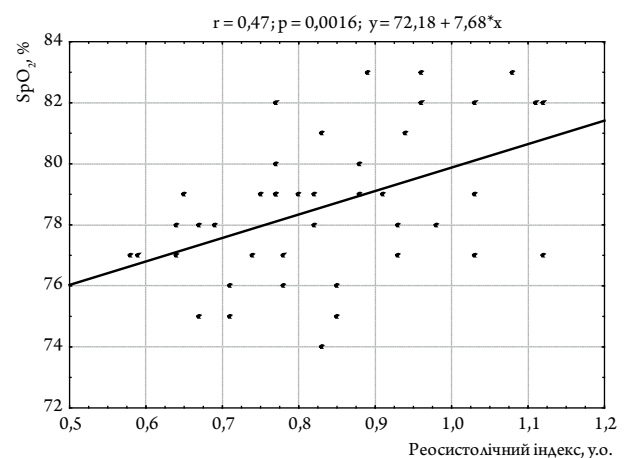


Рисунок. Зв'язок між реосистолічним індексом та SpO_2 при гіпоксії у хворих похилого віку з ХОЗЛ.

гіпоксичних тренувань була вищою у осіб з початково (до тренувань) більш низькою стійкістю до гіпоксії. Це підтверджується кореляційною залежністю між фоною (до тренувань) SpO_2 за умов гіпоксії та зсувами реоситолічного індексу під впливом гіпоксичних тренувань ($r = 0,44$, $p = 0,04$).

Висновки

1. У людей похилого віку з ХОЗЛ кровообіг в легенях пов'язаний зі стійкістю організму до гіпоксії.
2. Курсове застосування гіпоксичних тренувань поліпшує гемодинаміку в легенях у людей похилого віку з

ХОЗЛ. При цьому сприятливий ефект гіпоксичних тренувань зберігається протягом місяця.

3. У хворих похилого віку з ХОЗЛ ефективність впливу гіпоксичних тренувань на кровообіг в легенях пов'язана зі стійкістю до гіпоксії. При цьому більш значна ефективність гіпоксичних тренувань спостерігається у хворих з більш низькою стійкістю до гіпоксії.

4. Застосування гіпоксичних тренувань може бути додатковим ефективним інструментом поліпшення кровообігу в легенях у хворих похилого віку з ХОЗЛ в складі комплексної терапії.

INFLUENCE OF HYPOXIC TRAINING ON THE STATE OF PULMONARY HEMODYNAMICS IN ELDERLY PATIENTS WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE

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

Dmitry F. Chebotarev Institute of Gerontology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
Pharmaceutical company "Zdravo", Kyiv, Ukraine

Abstract. The aim of the study: to find out the effect of hypoxic training on the state of pulmonary hemodynamics in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD).

Materials and research methods. We examined 42 elderly patients with COPD, stage I-II, without exacerbation, groups A and B, that were divided into a group (21 people) which received interval normobaric hypoxic training and a group (21 people) which received simulated training. Pulmonary hemodynamics was studied using rheopulmonography and oxygen saturation by pulse oximetry. To assess the body's resistance to hypoxia, a hypoxic test was performed with inhalation of a hypoxic gas mixture (12 % oxygen and 88 % nitrogen) for 20 min. The course of interval normobaric hypoxic or simulated training consisted of 10 daily sessions. All studies were conducted before training, immediately after the training course, in a month and three months after the training course.

Conclusions. In elderly patients with COPD, blood circulation in the lungs is associated with the body's resistance to hypoxia. The course of hypoxic training improves blood circulation in the lungs in elderly patients with COPD. At the same time, the beneficial effect of hypoxic training preserves for a month. In elderly patients with COPD, the effectiveness of hypoxic training's influence on blood circulation in the lungs is associated with resistance to hypoxia. At the same time, the greater effectiveness of hypoxic training is observed in patients with lower resistance to hypoxia.

Keywords: COPD, old age, pulmonary hemodynamics, hypoxic training.

ВЛИЯНИЕ ГИПОКСИЧЕСКИХ ТРЕНИРОВОК НА СОСТОЯНИЕ ЛЕГОЧНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У БОЛЬНЫХ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА С ХРОНИЧЕСКИМ ОБСТРУКТИВНЫМ ЗАБОЛЕВАНИЕМ ЛЕГКИХ

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

Государственное учреждение «Институт геронтологии им. Д.Ф. Чеботарева НАМН Украины», Киев, Украина
Компания фармаркетинга «Здрavo», Киев, Украина

Резюме. Цель исследования: выяснить влияние гипоксических тренировок на состояние легочной гемодинамики у пожилых больных с хроническим обструктивным заболеванием легких (ХОЗЛ).

Материалы и методы исследования. Обследовано 42 больных пожилого возраста с ХОЗЛ, I-II ст., вне обострения, группы А и В, которые были распределены на группу (21 человек), которая получала интервальные нормобарические гипоксические тренировки и группу (21 человек), которая получала имитированные тренировки. Исследовали легочную гемодинамику с помощью реопульмонографии и сатурацию крови пульсоксиметрическим методом. Для оценки устойчивости организма к гипоксии проводили гипоксическую пробу с вдыханием гипоксической газовой смеси (12 % кислорода и 88 % азота) в течение 20 мин. Курс интервальных нормобарических гипоксических или имитированных тренировок состоял из 10 ежедневных сеансов. Все исследования проводились до тренировок, сразу после курса тренировок, через месяц и через три месяца после курса тренировок.

Выводы. У пожилых больных с ХОЗЛ кровообращение в легких связано с устойчивостью организма к гипоксии. Курсовое применение гипоксических тренировок улучшает кровообращение в легких у пожилых больных с ХОЗЛ. При этом благоприятный эффект гипоксических тренировок сохраняется в течение месяца. У больных пожилого возраста с ХОЗЛ эффективность влияния гипоксических тренировок на кровообращение в легких связана с устойчивостью к гипоксии. При этом большая эффективность гипоксических тренировок наблюдается у больных с более низкой устойчивостью к гипоксии.

Ключевые слова: хроническое обструктивное заболевание легких, пожилой возраст, легочная гемодинамика, гипоксические тренировки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коркушко ОВ, Чеботарев ДФ, Чеботарев НД. Возрастные изменения дыхательной системы при старении и их роль в развитии бронхолегочной патологии. Укр. пульмонолог. журн. 2005;3(додаток):35–41.
2. Амосов ВИ, Золотницька ВП. Кровообращение в легких: лучевые методы диагностики изменений микроциркуляции в малом круге. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2019;18(1):5–16. doi: 10.24884/1682-6655-2019-18-1-5-16.
3. Асанов ЕО, Сліпченко ВГ, Полягушко ЛГ, Діба ІА, Осмак ЕД. Застосування інтервального нормобаричного гіпоксичного тренування у хворих похилого віку з хронічним обструктивним захворюванням легень (методичні рекомендації). Київ: 2017. 25 с.
4. Колчинская АЗ, Цыганова ТН, Остапенко ЛА. Нормобарическая интервальная гипоксическая тренировка в медицине и спорте. М.: Медицина, 2003. 408 с.
5. Dyer C. The interaction of ageing and lung disease. *Chron Respir Dis*. 2012;9(1):63–7. doi: 10.1177/1479972311433766.
6. Global Strategy for Diagnosis, Management, and prevention of COPD (revised 2022). Available from: <https://goldcopd.org/2022-gold-reports-2> (last accessed 05.08.2022).
7. Hein M, Chobanyan-Jürgens K, Tegtbur U, Engeli S, Jordan J, Haufe S. Effect of normobaric hypoxic exercise on blood pressure in old individuals. *Eur J Appl Physiol*. 2021;121(3):817–825. doi: 10.1007/s00421-020-04572-6.
8. Kim J, Parish AL. Polypharmacy and Medication Management in Older Adults. *Nurs Clin North Am*. 2017;52(3):457–468. doi: 10.1016/j.cnur.2017.04.007.
9. López-Campos JL, Tan W, Soriano JB. Global burden of COPD. *Respirology*. 2016;21(1):14–23. doi: 10.1111/resp.12660.
10. Miller MR. Structural and physiological age-associated changes in aging lungs. *Semin Respir Crit Care Med*. 2010;(31):521–527. doi: 10.1055/s-0030-1265893.
11. Piccari L, et al. Association Between Systemic and Pulmonary Vascular Dysfunction in COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2020;15:2037–2047. doi: 10.2147/COPD.S257679.
12. Schöffel N, Senff T, Gerber A, de Roux A, Bauer TT, Groneberg DA. Normobare Hypoxie: Aktuelle Implikationen für Pneumologie und Leistungsdiagnostik [Intermittent hypoxic training — the state of science]. *Pneumologie*. 2008;62(5):279–83. doi: 10.1055/s-2008-1038113.
13. Sinex J, Chapman R. Hypoxic training methods for improving endurance exercise performance. *Journal Of Sport And Health Science*. 2015;4(4):325–332. doi: 10.1016/j.jshs.2015.07.005.
14. Wells JM, Dransfield MT. Pathophysiology and clinical implications of pulmonary arterial enlargement in COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2013;8:509–21. doi: 10.2147/COPD.S52204.

REFERENCES

1. Korkushko OV, Chebotarev DF, Chebotarev ND. Vozrastnye izmeneniya dyhatel'noj sistemy pri starenii i ih rol' v razvitii bronholegocnoj patologii (Age-related changes in the respiratory system with aging and their role in the development of bronchopulmonary pathology). *Ukr pulmonol J*. 2005;(3 add-ons):35–41.
2. Amosov VI, Zolotnitskaya VP. Krovooobraschenie v legkih: lucheveye metody diagnostiki izmeneniy mikrotsirkulyatsii v malom kruge (Blood circulation in the lungs: radiologic methods of diagnosing microcirculation changes in the small circle of circulation). *Regional Blood Circulation And Microcirculation*. 2019;18(1):5–16. doi: 10.24884/1682-6655-2019-18-1-5-16.
3. Asanov EO, Slipchenko VG, Polyagushko LG, Dyba IA, Osmak ED. Zastosuvannya intervalnih normobarichnih gipoksichnih trenuvan u hvorih pohilogo viku z hronichnim obstruktyvnim zahvoryuvanniam legen (The use of interval normobaric hypoxic training in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease). *Methodical recommendations*. Kyiv: 2017. 25 s.
4. Kolchinskaya AZ, Tsyiganova TN, Ostapenko LA. Normobaricheskaya intervalnaya gipoksicheskaya trenirovka v meditsine i sporte (Normobaric interval hypoxic training in medicine and sports). M.: Medicine, 2003. 408 s.
5. Dyer C. The interaction of ageing and lung disease. *Chron Respir Dis*. 2012;9(1):63–7. doi: 10.1177/1479972311433766.
6. Global Strategy for Diagnosis, Management, and prevention of COPD (revised 2022). Available from: <https://goldcopd.org/2022-gold-reports-2> (last accessed 05.08.2022).
7. Hein M, Chobanyan-Jürgens K, Tegtbur U, Engeli S, Jordan J, Haufe S. Effect of normobaric hypoxic exercise on blood pressure in old individuals. *Eur J Appl Physiol*. 2021;121(3):817–825. doi: 10.1007/s00421-020-04572-6.
8. Kim J, Parish AL. Polypharmacy and Medication Management in Older Adults. *Nurs Clin North Am*. 2017;52(3):457–468. doi: 10.1016/j.cnur.2017.04.007.
9. López-Campos JL, Tan W, Soriano JB. Global burden of COPD. *Respirology*. 2016;21(1):14–23. doi: 10.1111/resp.12660.
10. Miller MR. Structural and physiological age-associated changes in aging lungs. *Semin Respir Crit Care Med*. 2010;(31):521–527. doi: 10.1055/s-0030-1265893.
11. Piccari L, et al. Association Between Systemic and Pulmonary Vascular Dysfunction in COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2020;15:2037–2047. doi: 10.2147/COPD.S257679.
12. Schöffel N, Senff T, Gerber A, de Roux A, Bauer TT, Groneberg DA. Normobare Hypoxie: Aktuelle Implikationen für Pneumologie und Leistungsdiagnostik [Intermittent hypoxic training — the state of science]. *Pneumologie*. 2008;62(5):279–83. doi: 10.1055/s-2008-1038113.
13. Sinex J, Chapman R. Hypoxic training methods for improving endurance exercise performance. *Journal Of Sport And Health Science*. 2015;4(4):325–332. doi: 10.1016/j.jshs.2015.07.005.
14. Wells JM, Dransfield MT. Pathophysiology and clinical implications of pulmonary arterial enlargement in COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2013;8:509–21. doi: 10.2147/COPD.S52204.

Відомості про авторів

Е. О. Асанов*

д. мед. н., головний науковий співробітник
 відділу клінічної фізіології та патології внутрішніх органів
 ДУ «Інститут геронтології ім. Д. Ф. Чеботарьова НАМН України»,
 04114 вул. Вишгородська 67, Київ, Україна, тел. (044) 432-86-77,
 e-mail: eoasanov@ukr.net
 ORCID iD: 0000-0003-4021-1710

І. А. Діба

к. мед. н., старший науковий співробітник
 відділу клінічної фізіології та патології внутрішніх органів
 ДУ «Інститут геронтології ім. Д. Ф. Чеботарьова НАМН України»,
 04114 вул. Вишгородська 67, Київ, Україна, тел. (044) 432-86-77,
 e-mail: idyba@ukr.net
 ORCID iD: 0000-0002-4212-8868

Ю. І. Голубова

молодший науковий співробітник відділу клінічної фізіології та патології внутрішніх органів
 ДУ «Інститут геронтології ім. Д. Ф. Чеботарьова НАМН України»,
 04114 вул. Вишгородська 67, Київ, Україна, тел. (044) 432-86-77,
 e-mail: juliabsmu@gmail.com
 ORCID iD: 0000-0001-9988-9628

С. А. Асанова

медичний представник компанії фармаркетинга «Здраво»
 Київ, Україна
 e-mail: asanova@zdravo.in.ua,
 ORCID iD: 0000-0003-1659-0212

Information about authors

Ervin Asanov*

Doct Med Sci, Principal scientific researcher, department of clinical physiology and pathology of internal organs, Dmitry F. Chebotarev Institute of Gerontology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine,
 04114, 67 Vyshhorodska st., Kyiv, Ukraine

Iryna Dyba

Cand Med Sci, senior scientific researcher,
 department of clinical physiology and pathology of internal organs, Dmitry F. Chebotarev Institute of Gerontology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine,
 04114, 67 Vyshhorodska st., Kyiv, Ukraine

Yuliia Holubova

Jr. scientific researcher,
 department of clinical physiology and pathology of internal organs, Dmitry F. Chebotarev Institute of Gerontology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine,
 04114, 67 Vyshhorodska st., Kyiv, Ukraine

Seviliya Asanova

medical representative of the pharma company “Zdravo”,
 Kyiv, Ukraine

Надійшла до редакції / Received: 19.08.2022 p.
 Прийнято до друку / Accepted: 02.09.2022 p.