

Вплив дихальних тренувань на вентиляційну функцію легень у людей похилого віку

Е.О. Асанов, І.А. Дибя, В.Б. Шатило, С.С. Наскалова,
І.А. Антонюк-Щеглова, О.В. Бондаренко

ДУ «Інститут геронтології ім. Д.Ф. Чеботарьова НАМН України», Київ; e-mail: eoasanov@ukr.net

Характерним проявом і наслідком пришвидшеного старіння дихальної системи є вікова артеріальна гіпоксемія, яка значною мірою зумовлена порушеннями вентиляційної функції легень. Для поліпшення функції легень у клінічній практиці використовують дихальні тренування, що створюють позитивний тиск наприкінці видиху (positive end expiratory pressure – PEEP). Проведено оцінку впливу дихальних тренувань з PEEP на вентиляційну функцію у людей похилого віку з пришвидшеним старінням дихальної системи. Застосування дихальних тренувань призвело до підвищення життєвої ємності легень, резервної ємності видиху, хвилинного об'єму дихання та максимальної вентиляції легень, а також збільшення бронхіальної прохідності, зокрема швидкості видиху на рівні 25 та 50% об'єму видиху та зниження функціонального віку дихальної системи. Слід відмітити підвищення сатурації крові, а також зменшення зсувів при гіпоксичній пробі після курсу тренувань.

Ключові слова: пришвидшене старіння; вентиляція; гіпоксемія; гіпоксичний тест; дихальні тренування з PEEP.

ВСТУП

Одна із основних характеристик старіння – швидкість зниження фізіологічних функцій організму, яка є індивідуальною і може відрізнятися у людей одного й того самого календарного віку [1, 2]. При старінні уповільнюються адаптивні процеси та звужуються межі оптимального функціонування [3]. Хронічний прозапальний стан, окисний стрес, екологічні чинники, генетична схильність та інші зовнішні та внутрішні фактори можуть викликати пошкодження тканин, погіршення регенерації, зниження фізіологічних функцій. Тривалий вплив цих факторів пришвидшує розвиток вікових змін, що так само підвищує ризик порушення здоров'я та функціонального стану організму. При пришвидшеному старінні, яке є поширеним явищем порівняно із фізіологічним старінням, біологічний вік людини істотно перевищує її хронологічний вік [2]. Пришвидшене старіння відбувається при хронічних захво-

руваннях, таких як туберкульоз, виразкова хвороба, цукровий діабет, ожиріння, психічні хвороби тощо [2, 4]. Нещодавні дослідження показали, що темп старіння зростає у осіб із посттравматичним стресовим розладом [5, 6].

Характерними проявами і наслідками пришвидшеного старіння дихальної системи є вікова артеріальна гіпоксемія та розвиток гіпоксичних порушень [2, 7]. При цьому розвиток цих змін значною мірою зумовлений порушенням вентиляційної функції легень, що створює передумови для захворювань дихальної системи і ускладнює їхній перебіг [4, 7].

Корекція порушень вентиляційної функції легень, розширення її адаптаційних можливостей має вирішальне значення для зменшення гіпоксичних зрушень в організмі та збільшення тривалості життя.

Для поліпшення функції легень в клінічній практиці використовують дихальні тренування, що створюють позитивний тиск наприкінці видиху (positive end expiratory

pressure – РЕЕР) [8]. Це досягається тим, що видих відбувається через опір, а вдих здійснюється вільно, без опору. Тиск повинен бути не занадто малим, інакше ефекту від тренувань не буде. Водночас занадто великий тиск призведе до розвитку низки небажаних змін, пов'язаних з утрудненням венозного повернення крові (зниження серцевого викиду, легеневого кровотоку, зростання внутрішньочерепного тиску) [9].

Аналіз даних літератури показав, що створення позитивного тиску наприкінці видиху сприятливо впливає на систему зовнішнього дихання, підвищуючи функціональні можливості цієї системи та надаючи лікувальний ефект при захворюваннях легень [10]. У дихальних шляхах він сприяє зменшенню мертвого фізіологічного простору, частоти дихання та хвилинного об'єму дихання з подальшим збільшенням дихального об'єму. Це покращує патерн дихання, роблячи його більш енергоефективним, а також оптимізує співвідношення довжини та напруження дихальних м'язів [11]. Існують дослідження, які демонструють покращення нервово-м'язового зв'язку під впливом підвищення опору наприкінці видиху у хворих з хронічним обструктивним захворюванням легень внаслідок зниження інспіраторного перевантаження легень [11].

При створенні позитивного тиску в легенях збільшується кількість залучених у газообмін так званих «нестабільних» альвеол [12]. У цих альвеолах відзначається тенденція до зниження кількості і якості сурфактанту та, як наслідок, зниження залишкового об'єму та альвеолярного кровотоку. Штучно створений позитивний тиск у дихальних шляхах повертає цим альвеолам початковий об'єм, відновлюючи залишкову ємність та перфузію [9, 10]. Підвищення залишкової ємності призводить до зниження комплайнсу та зменшенню внутрішньолегеневого шунтування [8, 11]. Це знижує альвеолярний мертвий простір, тобто кількість неперфузованих кров'ю альвеол та підвищує ефективну аль-

веолярну вентиляцію, що сприяє збільшенню напруження кисню і зниженню напруження вуглекислого газу в крові, незважаючи на зменшення дихального об'єму та хвилинної вентиляції легень [8, 11]. Таким чином, обґрунтованим є припущення, що дихальні тренування з РЕЕР можуть сприяти розширенню функціональних можливостей вентиляційної функції легень у людей похилого віку з пришвидшеним старінням дихальної системи.

Мета нашого дослідження – оцінити вплив дихальних тренувань з РЕЕР на вентиляційну функцію легень у людей похилого віку з пришвидшеним старінням дихальної системи.

МЕТОДИКА

Обстежено 83 чоловіків і жінок віком від 60 до 74 років з пришвидшеним старінням дихальної системи. Всі процедури дослідження, інформація для пацієнта, форма інформованої згоди були погоджені комісією з питань етики ДУ «Інститут геронтології ім. Д.Ф. Чеботарьова НАМН України». Участь в дослідженні було добровільною, всі пацієнти отримали детальну інформацію і підписали інформовану згоду (протокол № 7 від 15.05.2018 р.). До дослідження не залучали осіб із патологією серцево-судинної, дихальної, ендокринної та інших систем організму.

Вентиляційну функцію легень та бронхіальну прохідність оцінювали за показниками спірометрії і кривої «потік – об'єм» форсованого видиху на апараті «Spirobank» («Mir», Італія). Розраховувалися такі показники: FVC – форсована життєва ємність легень, VE – хвилинний об'єм дихання, VT – дихальний об'єм, IRV – резервний об'єм вдиху, ERV – резервний об'єм видиху, MVV – максимальна вентиляція легенів, PEF – максимальна швидкість форсованого видиху, FEV₁ – об'єм видиху за першу секунду, FEV₁/FVC, MEF₂₅, MEF₅₀ і MEF₇₅ – швидкості видиху на рівні 25, 50 і 75% об'єму видиху,

відповідно, MEF_{25-75} – середньовидихуваний потік. Сатурацію крові (SpO_2) реєстрували за допомогою монітора «ЮМ-300» фірми «ЮТАС» (Україна) пульсоксиметричним методом.

Для виявлення пришвидшеного старіння дихальної системи визначали функціональний вік дихальної системи (ФВДС) за спірометричними показниками за допомогою формули, яка була розроблена в ДУ «Інститут геронтології ім. Д.Ф. Чеботарьова НАМН України» [13]. Формула визначення ФВДС для чоловіків: $ФВДС = 96,3 - 0,3(MVV - VE) - 11,3ERV - 3IRV - 2,5MEF_{25}$; для жінок: $ФВДС = 91 - 0,123РД - 26,4ERV - 4,5ERV - 4MEF_{25}$, де $(MVV - VE)$ – резерв дихання; ERV – резервна ємність видиху; IRV – резервна ємність вдиху; MEF_{25-75} – середньовидихуваний потік. Старіння дихальної системи вважали пришвидшеним, якщо функціональний вік системи дихання перевищував календарний вік понад 10 років.

Для визначення резистентності організму до гіпоксії проводили гіпоксичну пробу вдиханням гіпоксичної газової суміші з 12%-м вмістом кисню протягом 20 хв на апараті «Гіпотрон» (Україна). Моніторували показники вентиляції (VE , VT , F) та SpO_2 – протягом 5 хв дихання повітрям, 20 хв – 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 стійкість до гіпоксії [14].

Рандомізовано і сформовано основну групу обстежених (50 осіб, які отримували дихальні тренування з РЕЕР) і контрольну (33 особи, які отримували імітовані тренування). Курс дихальних тренувань з РЕЕР складався з 10 щоденних сеансів тривалістю 15 хв кожний. Дихальні тренування з РЕЕР проводили за допомогою дихального тренажера «Threshold PE» (Німеччина). Рівень опору наприкінці видиху при проведенні дихальних тренувань з РЕЕР становив 5 см вод. ст. За результатами проведених нами раніше

досліджень встановлено, що саме такий рівень опору наприкінці видиху є оптимальним для людей похилого віку з пришвидшеним старінням дихальної системи [12]. Імітовані тренування проводили так само, але тиск наприкінці видиху становив 0 см вод. ст.

Під час проведення дихальних тренувань з РЕЕР задля безпеки реєстрували артеріальний тиск, частоту серцевих скорочень, електрокардіограму, сатурацію крові киснем за допомогою монітора «ЮМ-300» фірми «ЮТАС» (Україна). Всі дослідження проводили до тренувань та відразу після їхнього курсу.

Отримані результати оброблені методами варіаційної статистики за допомогою комп'ютерної програми «Statistica 7.0 for Windows». Всі вивчені показники мали розподіл, близький до нормального, тому були використані параметричні статистичні процедури. Нормальність розподілу отриманих результатів перевіряли за допомогою тесту Коломогорова-Смірнова та Шапіро-Уїлка. Нормальним вважали розподіл при $P > 0,05$. Розраховувалися середні значення показників (M) та їх стандартне відхилення (SD). Для визначення статистичної значущості відмінностей використовували дисперсійний one-way аналіз ANOVA. Статистично значущим рівнем достовірності вважали $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТИ

Застосування дихальних тренувань з РЕЕР призвело до поліпшення вентиляційної функції легень у людей похилого віку з пришвидшеним старінням дихальної системи. У них збільшувались FVC , ERV (таблиця). Крім того, покращувалася бронхіальна прохідність. Про це свідчили вірогідні зсуви показників бронхіальної прохідності. Слід відзначити також покращення патерна дихання: збільшувався VT , знижувався F при збільшенні VE .

Дихальні тренування з РЕЕР приводили до збільшення резервів системи зовнішнього

дихання у людей похилого віку з пришвидшеним старінням дихальної системи. Зроблений висновок підтверджується збільшенням ERV і MVV після курсового застосування дихальних тренувань (див. таблицю). Зміни F, MEF_{50} , MEF_{25} , MVV під впливом дихальних тренувань були клінічно значимими, особливо значення MEF_{25} , що свідчить про підвищення бронхіальної прохідності, в основному, на рівні великих бронхів.

Поліпшення вентиляційної функції легень і бронхіальної прохідності під впливом

дихальних тренувань з РЕЕР призводило до зниження у них ФВДС. Водночас застосування імітованих тренувань не призвело до змін вентиляційної функції легень та ФВДС у людей похилого віку з пришвидшеним старінням дихальної системи (див. таблицю).

Наслідком поліпшення вентиляційної функції легень у людей похилого віку з пришвидшеним старінням дихальної системи було підвищення SpO_2 . Дійсно, якщо у вихідному стані цей показник був $94,72 \pm 1,37\%$, то після курсу дихальних трену-

Показники вентиляційної функції легень у людей похилого віку з пришвидшеним старінням дихальної системи до і після курсу дихальних тренувань з позитивним тиском наприкінці видиху ($M \pm SD$)

Показники	Імітовані тренування (n = 33)		Дихальні тренування (n = 50)	
	Вихідний стан	Після тренувань	Вихідний стан	Після тренувань
Дихальний об'єм (VT), л	0,55±0,10	0,59±0,10	0,54±0,10	0,68±0,10*
Частота дихання (F), хв ⁻¹	13,85±1,23	13,57±0,94	14,34±0,24	12,22±1,18*
Резервна ємність вдиху (IRV), л	1,02±0,25	1,11±0,31	0,90±0,18	1,11±0,21
Резервна ємність видиху (ERV), л	0,72±0,35	0,91±0,34 [#]	0,65±0,32	0,82±0,24*
Хвилинний об'єм дихання (VE), л/хв	7,63±1,54	7,97±1,47	7,73±1,57	8,34±1,54 [#]
Максимальна вентиляція легень (MVV), л/хв	37,18±11,16	41,62±8,20	34,19±13,75	49,46±15,13*
Форсована життєва ємність легень (FVC), л	2,13±0,67	2,48±0,86	2,09±0,84	2,61±0,98*
Об'єм видиху за першу секунду (FEV_1), л/с	1,56 ± 0,80	1,81±0,84	1,61±0,80	2,03±0,89**
FEV_1/FVC	0,74 ± 0,08	0,74±0,08	0,76±0,12	0,76±0,12
Пікова швидкість форсованого видиху (PEF), л/с	4,69±1,15	4,81±1,17	4,62±1,24	4,92±1,09
Середньовидихуваний потік (MEF_{25-75}), л/с	1,93±0,78	2,02±0,67	1,98±1,16	2,18±0,96
Швидкість видиху на рівні 25% об'єму видиху (MEF_{25}), л/с	3,08±1,30	3,45±1,30	2,84±1,33	4,33±1,61*
Швидкість видиху на рівні 50% об'єму видиху (MEF_{50}), л/с	2,05±1,18	2,19±0,99	2,16±0,71	2,45±0,80**
Швидкість видиху на рівні 75% об'єму видиху (MEF_{75}), л/с	1,98±0,94	2,13 ± 0,74	1,82±0,93	1,99±1,13
Функціональний вік дихальної системи (ФВДС), років	72,24±12,12	71,15±9,68	76,56±12,47	68,78±8,86*

*P < 0,01, **P < 0,05 порівняно з вихідним станом, використовувався дисперсійний one-way аналіз ANOVA.

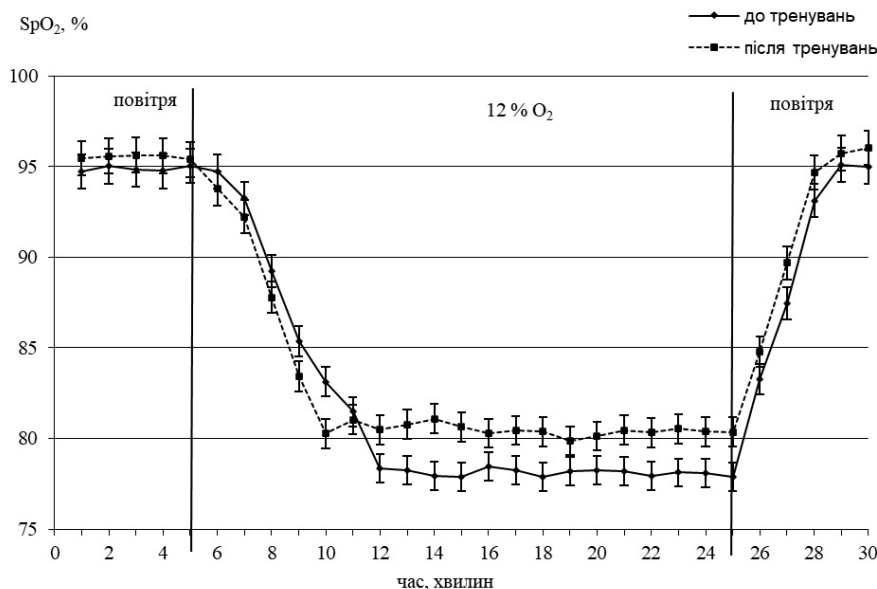
вань з РЕЕР спостерігалось статистично значимо його підвищення до $96,16 \pm 1,48\%$ ($P < 0,01$). Виявлено зменшення зсувів SpO_2 при гіпоксичній пробі у людей похилого віку з пришвидшеним старінням дихальної системи під впливом курсу дихальних тренувань з РЕЕР. У середньому після курсу дихальних тренувань зсуви SpO_2 при гіпоксичному навантаженні сягали $-17,32 \pm 1,67\%$ щодо $-18,62 \pm 2,24\%$ до тренувань ($P < 0,05$). Тоді як у людей, які отримували імітовані тренування, не було виявлено змін зсувів SpO_2 при гіпоксії: $-18,58 \pm 2,22\%$ щодо $-18,52 \pm 1,56\%$ до тренувань ($P > 0,05$).

Після курсу дихальних тренувань з РЕЕР при проведенні гіпоксичної проби разом із зменшенням зсувів SpO_2 змінилося споживання кисню на перших хвилинах гіпоксії з $12\% O_2$ (рисунк). Так, після курсового застосування дихальних тренувань зросла швидкість зниження SpO_2 , що свідчить про більш інтенсивне споживання кисню організмом.

ОБГОВОРЕННЯ

Старіння призводить до прогресуючого зниження функціональних можливостей легень,

наслідком чого є порушення газообміну, розвиток гіпоксичних змін та послаблення реакції на вплив гіпоксії. Це сприяє зростанню залежних від віку захворювань у людей похилого віку, особливо у разі пришвидшеного старіння. Але контрольоване управління біологічними процесами, які погіршуються з віком, може покращити функцію зовнішнього дихання та газообмін. Проведені дослідження показали ефективність застосування дихальних тренувань з РЕЕР для корекції порушень вентиляційної функції легень у людей похилого віку з пришвидшеним старінням дихальної системи. Який механізм цього впливу? Покращення вентиляційної функції легень та функціональних можливостей організму під впливом дихальних тренувань з РЕЕР, яке спостерігалось у цьому дослідженні, можна пояснити зменшенням експіраторного закриття дихальних шляхів, а також розправленням ателектазів, збільшенням функціональної залишкової ємності легень та зменшенням гіперінфляції. Ці ефекти дихання з РЕЕР широко використовуються для лікування захворювань дихальної системи [8]. Також одним із факторів позитивного



Динаміка сатурації крові у людей похилого віку з пришвидшеним старінням дихальної системи до і після курсу дихальних тренувань з позитивним тиском наприкінці видиху

впливу дихальних тренувань з РЕЕР на вентиляційну функцію легень у людей похилого віку з пришвидшеним старінням дихальної системи є покращення патерну дихання (див. таблицю). На думку Spahija і співавт. [15] це відбувається внаслідок збільшення активності як інспіраторних, так і експіраторних м'язів.

При пришвидшеному старінні організму знижується пристосувальні можливості та функціональні резерви організму, що може призвести до зниження стійкості організму до несприятливих впливів, зокрема гіпоксії та розвитку гіпоксичних порушень. При цьому стійкість організму до гіпоксії визначається його здатністю збалансувати порушення кисневого гомеостазу, який є основним та необхідним фактором життєдіяльності організму, підтримується узгодженим функціонуванням серцево-судинної, дихальної, нейрогуморальної та інших систем організму. Але не обмежується лише реакцією на органному та системному рівні. Дослідження реакції на гіпоксію виявило залучення в цей процес генних та молекулярних механізмів, зокрема надмірну експресію гіпоксіяіндуцибельного фактора (hypoxia inducible factor – HIF-1) [16]. Тому можна вважати, що стійкість організму до гіпоксії є інтегральним маркером його неспецифічної резистентності та може використовуватися для оцінки адаптаційних можливостей організму.

Підвищення стійкості до гіпоксії при використанні дихальних тренувань з РЕЕР у людей похилого віку з пришвидшеним старінням дихальної системи зумовлено кількома механізмами. З одного боку, це покращення вентиляції. З іншого боку, існують дослідження, які показують зниження тиску в легеневій артерії та зменшення гіпоксичної вазоконстрикції при РЕЕР [17]. Також підвищується внутрішньогрудний тиск, що призводить до зменшення постнавантаження на лівий шлуночок серця та до збільшення його викиду [17]. Усе це сприяє покращенню кисневого режиму організму та підвищенню його стійкості до гіпоксії.

ВИСНОВКИ

1. Курсове застосування дихальних тренувань з РЕЕР покращує функцію зовнішнього дихання та бронхіальну прохідність у людей похилого віку з пришвидшеним старінням дихальної системи. У них поліпшується патерн дихання, підвищуються функціональні резерви легень і зменшується функціональний вік дихальної системи.

2. Покращення вентиляції легень у людей похилого віку з пришвидшеним старінням дихальної системи під впливом дихальних тренувань з РЕЕР призводить до зменшення вираженості артеріальної гіпоксемії, підвищення стійкості до гіпоксії та поліпшення кисневого забезпечення організму.

The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of co-authors of the article.

E.O. Asanov, I.A. Dyba, Shatilo V.B., S.S. Naskalova, I.A. Antonyuk-Shcheglova, O.V. Bondarenko

THE EFFECT OF BREATHING EXERCISES ON THE VENTILATION FUNCTION OF THE LUNGS IN ELDERLY PEOPLE

SI "Institute of Gerontology named by D.F. Chebotarev NAMS of Ukraine", Kyiv; e-mail: eoasanov@ukr.net

The characteristic manifestations and consequences of accelerated aging of the respiratory system include age-related arterial hypoxemia and tissue hypoxia, largely due to impaired lung ventilation function. To improve lung function, respiratory training that creates positive end-expiratory pressure (PEEP) are used in clinical practice. The impact of respiratory training with PEEP on ventilation function in elderly people with accelerated aging of the respiratory system was assessed. The use of respiratory training led to an increase in forced vital capacity expiratory, expiratory reserve volume, minute ventilation, and maximum voluntary ventilation, as well as improved bronchial patency, particularly in terms of maximal expiratory flow at 25 and 50% of expiration, and a reduction in the functional age of the respiratory system. It should be noted that blood saturation increased, as well as a decrease in shifts in the hypoxic test after a course of training.

Key words: accelerated aging; ventilation; respiratory training with PEEP.

REFERENCES

1. Pyo IS, Yun S, Yoon YE, Choi JW, Lee SJ. Mechanisms of aging and the preventive effects of resveratrol on age-related diseases. *Molecules*. 2020 Oct 12;25(20):4649. doi: 10.3390/molecules25204649.
2. Korkushko OV, Shatilo VB. Accelerated aging and ways of its prevention. *Bukovyna Med Herald*. 2009;13(4):153-8.
3. Lissek T. Aging, adaptation and maladaptation. *Front Aging*. 2023 Aug 28;4:1256844. doi: 10.3389/fragi.2023.1256844.
4. Dong E, Zheng X. Building a chronic diseases prevention and rehabilitation system throughout the life span to proactively respond to the challenges of accelerated population aging. *China CDC Wkly*. 2022 Sep 30;4(39):863-5. doi: 10.46234/cedw2022.178.
5. Li X, Li C, Zhang W, Wang Y, Qian P, Huang H. Inflammation and aging: signaling pathways and intervention therapies. *Sign Transduct Target Ther*. 2023 Jun 8;8(1):239. doi: 10.1038/s41392-023-01502-8.
6. Bourassa KJ, Caspi A, Brennan GM, Hall KS, Harrington H, Houts R, et al. Which types of stress are associated with accelerated biological aging? Comparing perceived stress, stressful life events, childhood adversity, and posttraumatic stress disorder. *Psychosom Med*. 2023 Jun 1;85(5):389-96. doi: 10.1097/PSY.0000000000001197.
7. Miller MR. Structural and physiological age-associated changes in aging lungs. *Semin Respir Crit Care Med*. 2010 Oct;31(5):521-7. doi: 10.1055/s-0030-1265893.
8. Fagevik Olsén M, Lannefors L, Westerdahl E. Positive expiratory pressure - Common clinical applications and physiological effects. *Respir Med*. 2015 Mar;109(3):297-307. doi: 10.1016/j.rmed.2014.11.003.
9. Joseph A, Petit M, Vieillard-Baron A. Hemodynamic effects of positive end-expiratory pressure. *Curr Opin Crit Care*. 2024 Feb 1;30(1):10-9. doi: 10.1097/MCC.0000000000001124.
10. Lin Q, Zhuo L, Wu Z, Li C, Zhou M, Cai C. Effects of breathing exercises using home-based positive pressure in the expiratory phase in patients with COPD. *Postgrad Med J*. 2019 Sep;95(1127):476-81. doi: 10.1136/postgradmedj-2019-136580.
11. Su CL, Chiang LL, Chiang TY, Yu CT, Kuo HP, Lin HC. Domiciliary positive expiratory pressure improves pulmonary function and exercise capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Formos Med Assoc*. 2007 Mar;106(3):204-11. doi: 10.1016/S0929-6646(09)60241-2.
12. Asanov EO, Holubova YI, Dyba IA, Asanova SO. Respiratory training with peep: efficiency and duration at the correcting the functional state of the cardiovascular system in elderly patients with COPD. *Zaporozhye Med J*. 2021;6:806-12. [Ukrainian]. doi: 10.14739/2310-1210.2021.6.231350.
13. Pysaruk AV, Asanov EO. inventor; A method for assessing the functional life of the respiratory system in the human body: Ukraine patent 54304, MPK 61 N5/06 18.03.2010; Publ 10.11.2010. Bull No. 21.
14. Asanov EO, Pysaruk AV, Chebotaryov MD, inventor. Method for determining human resistance to hypoxia: Ukraine patent 7845, MPK A61V5/08/, 29.11.2004; Publ 15.07.2005. Bull No. 7.
15. Spahija J, de Marchie M, Grassino A. Effects of imposed pursed-lips breathing on respiratory mechanics and dyspnea at rest and during exercise in COPD. *Chest*. 2005 Aug;128(2):640-50. doi: 10.1378/chest.128.2.640.
16. Samaja M, Milano G. Adaptation to Hypoxia: A Chimera? *Int J Mol Sci*. 2020 Feb 24;21(4):1527. doi: 10.3390/ijms21041527.
17. Chu AA, Yu HM, Yang H, Tian LM, Hu ZY, Jiang N, Xie WX, Huang Y. Evaluation of right ventricular performance and impact of continuous positive airway pressure therapy in patients with obstructive sleep apnea living at high altitude. *Sci Rep*. 2020 Nov 19;10(1):20186. doi: 10.1038/s41598-020-71584-9.

*Матеріал надійшов
до редакції 17.09.2024*