

**Э. О. Асанов, И. А. Дыба, Е. Д. Осьмак**  
**ГАЗООБМЕН В ЛЕГКИХ У ПОЖИЛЫХ ЛЮДЕЙ С ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ И УСКОРЕННЫМ**  
**СТАРЕНИЕМ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ: ВЛИЯНИЕ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ТРЕНИРОВОК**  
**С ПОЗИТИВНЫМ ДАВЛЕНИЕМ НА ВЫДОХЕ**

ГУ «Национальный институт фтизиатрии и пульмонологии им. Ф.Г. Яновского НАМН Украины»

**ГАЗООБМІН В ЛЕГЕНЯХ У ОСІБ ПОХИЛОГО ВІКУ З**  
**ФІЗІОЛОГІЧНИМ ТА ПРИСКОРЕНИМ СТАРІННЯМ ДИХАЛЬНОЇ**  
**СИСТЕМИ: ВПЛИВ ДИХАЛЬНИХ ТРЕНУВАНЬ З ПОЗИТИВНИМ**  
**ТИСКОМ НА ВИДОСІ**

**Е. О. Асанов, І. А. Дыба, Е. Д. Осьмак**

*Резюме*

*Мета роботи* — оцінка впливу дихальних тренувань з позитивним тиском у кінці видиху (PEEP) на стан легеневого газообміну у людей похилого віку з фізіологічним та прискореним старінням дихальної системи.

Обстежені 52 практично здорові особи у віці 60–74 роки з фізіологічним (25 осіб) та з прискореним (27 осіб) старінням дихальної системи. До та після курсу дихальних тренувань з PEEP визначали дифузійну здатність легень, рівномірність вентиляції легень, стан легеневої гемодинаміки, сатурацію крові киснем. Курс тренувань становив 10 сеансів, кожний із яких включав 15 хвилинне дихання з PEEP 5 см вод. ст. для осіб похилого віку з прискореним старінням дихальної системи та 10 см вод. ст. для осіб похилого віку з фізіологічним старінням дихальної системи. Дихальні тренування з PEEP проводили за допомогою дихального тренажера "Threshold PEP" (Німеччина).

Аналіз отриманих даних показав, що застосування дихальних тренувань з PEEP приводить до підвищення рівномірності вентиляції та дифузійної здатності легень, покращання перфузії в легенях і підвищенню сатурації крові киснем в обох групах обстежених.

*Висновок.* Проведені дослідження засвідчили ефективність застосування дихальних тренувань з PEEP у осіб похилого віку з прискореним і фізіологічним старінням дихальної системи з метою поліпшення газообміну в легенях. Дихальні тренування з PEEP можуть бути рекомендовані до застосування з метою підвищення функціональних можливостей легень у осіб похилого віку з фізіологічним та прискореним старінням дихальної системи.

**Ключові слова:** фізіологічне та прискорене старіння дихальної системи, газообмін, вплив позитивного тиску в кінці видиху.

**Укр. пульмонол. журнал. 2014, № 3, С. 64–67.**

Асанов Эрвин Османович

ГУ «Институт геронтологии им. Д.Ф. Чеботарева НАМН Украины»  
 Отдел клинической физиологии и патологии внутренних органов  
 Главный научный сотрудник, д. мед. н.  
 67, ул. Вышгородская, Киев, 04114, Украина  
 Тел.: 38 044 360-57-86, eoasanov@ukr.net

**PULMONARY GAS EXCHANGE IN ELDERLY PEOPLE WITH**  
**PHYSIOLOGICAL AND ACCELERATED AGING OF THE**  
**RESPIRATORY SYSTEM: EFFECT OF RESPIRATORY TRAINING**  
**WITH POSITIVE END EXPIRATORY PRESSURE**

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

*Abstract*

*The aim* — to evaluate the influence of respiratory training with positive end expiratory pressure (PEEP) on lung gas exchange in elderly people with physiological and accelerated aging of respiratory system.

52 apparently healthy subjects 60–74 years of age were examined 25 — with physiological and 27 — with accelerated aging of respiratory system. Diffusion lung capacity, lung ventilation equity, pulmonary circulation and blood oxygen saturation were measured before and after PEEP training. PEEP training consisted of 10 sets, each including 15 minutes PEEP breathing (5 cm of water column for those with accelerated and 10 cm — for those with physiological aging). The training was performed using "Threshold PEP", Germany.

Data analysis demonstrated that PEEP training in both groups of patients caused better equity of lung ventilation and improved lung diffusion capacity, which consequently led to improved lung perfusion and better oxygenation of blood.

*Conclusion.* The effectiveness of PEEP training in terms of improvement of lung gas exchange was confirmed in elderly people both with physiological and accelerated aging of respiratory system. Long-term training with PEEP may be recommended to improve functional capacity of elderly people with either physiological or accelerated aging of respiratory system.

**Key words:** physiological and accelerated aging of respiratory system, gas exchange, influence of positive end expiratory pressure.

**Ukr. Pulmonol. J. 2014; 3: 64–67.**

Erwin O. Asanov

SI "D.F. Chebotarev Institute of gerontology NAMS of Ukraine",  
 Department of internal clinical physiology and pathology  
 Chief research assistant, doctor of medicine  
 67, Vishgorodska str., Kyiv, 04114, Ukraine  
 Tel.: 38 044 360-57-86  
 eoasanov@ukr.net

Одним из процессов, обуславливающих ограничение функциональных возможностей организма при старении, является развитие гипоксии [6]. С другой стороны, при старении повышается чувствительность и снижается устойчивость организма к недостатку кислорода; появляются признаки недостаточного кислородного снабжения тканей при физической нагрузке; повышается содержание недоокисленных продуктов в организме [6, 11]. В пожилом возрасте уже небольшая степень гипоксии ставит ткани в неблагоприятные условия жизнедеятельности, что вызывает включение компенсаторных механизмов, направленных на поддержание гомеостаза организма [6, 11].

Протекание процесса старения по ускоренному типу приводит к усугублению гипоксических сдвигов и снижению устойчивости организма к гипоксии [10, 12]. Ускоренное старение, в отличие от физиологического, характеризуется более ранним и более быстрым развитием старческих изменений. При ускоренном старении происходит более раннее развитие возрастной патологии и сокращается продолжительность жизни [1, 12]. Ускоренное старение дыхательной системы приводит к снижению эффективности функционирования дыхательной системы, ограничению ее функциональных возможностей, снижению легочного газообмена [10]. Одной из ведущих причин снижения эффективности газообмена при старении и, особенно, при ускоренном старении, является дискоординация вентиляции и кровотока в легких [6, 11]. Это ведет

к функциональному шунтированию крови участков легких со сниженной вентиляцией при значительном недонасыщении кислородом контактирующей с ними крови или вентиляции мертвого пространства при недостаточном кровоснабжении нормально вентилируемых по отношению к кровотоку участков легких [4, 7]. Это обуславливает недостаточную адаптацию кровотока в легких к неравномерной вентиляции при старении [5]. О несоответствии вентиляции и перфузии при старении свидетельствует градиент парциального давления  $\text{CO}_2$  артериальной крови и альвеолярного воздуха [6].

Таким образом, возрастные изменения способствуют развитию артериальной гипоксемии и тканевой гипоксии, что может вызывать заболевания системы внешнего дыхания у людей пожилого возраста [10].

Поэтому актуальным является разработка методов повышения эффективности газообмена в легких у людей пожилого возраста с ускоренным старением дыхательной системы.

Учитывая возрастное снижение детоксицирующей функции печени, почек, частое развитие аллергических реакций, в пожилом возрасте более предпочтительно использование немедикаментозных методов коррекции. В этой связи представляют интерес дыхательные тренировки, основным терапевтическим механизмом которых является повышение сопротивления на выдохе — РЕЕР (Positive End Expiratory Pressure). Дыхательные тренировки с РЕЕР широко применяются в клинической медицине с лечебной и профилактической целью [3, 13]. Положительное давление на выдохе препятствует раннему экспираторному закрытию дыхательных путей, вызывает расправление альвеол и вовлечение в газообмен нефункционирующих альвеол, снижает альвеолярное мертвое пространство, улучшает вентиляционно-перфузионные соотношения [3, 13–15]. Тем самым создаются условия для увеличения эффективной поверхности газообмена, улучшения газообмена в легких и повышения насыщения крови кислородом. Это приводит к улучшению кислородного обеспечения органов и систем организма [16].

Поэтому повышение эффективности легочного газообмена у пожилых людей с ускоренным старением дыхательной системы с использованием дыхательных тренировок с РЕЕР может быть целесообразным.

Таким образом, целью работы явилось оценка влияния дыхательных тренировок с позитивным давлением на выдохе на состояние легочного газообмена у людей пожилого возраста с физиологическим и ускоренным старением дыхательной системы.

### Объект и методы исследования

Обследованы 52 практически здоровых людей в возрасте 60–74 лет. Обследованные пожилые люди были разделены на две группы: с физиологическим (25 чел.) и с ускоренным (27 чел.) старением дыхательной системы. В исследование не включались лица с патологией сердечно-сосудистой, дыхательной, эндокринной и других систем организма. Участие в исследовании было добровольным, все пациенты получили подробную информацию об исследовании и подписали информированное согласие.

Функциональный возраст системы дыхания (ФВСД) определяли по спирографическим показателям с помощью формулы на спирографе “Spirobank” (“Mir”, Италия) [7, 8, 10]. При этом ускоренно стареющими людьми пожилого возраста считали лиц, у которых функциональный возраст системы дыхания превышал паспортный более чем на 10 лет [7, 8, 10].

До и после курса дыхательных тренировок с РЕЕР определяли диффузионную способность легких ( $\text{DL}_{\text{CO}}$ ) по  $\text{CO}$  методом устойчивого состояния на аппарате “Годарт” (Голландия), равномерность вентиляции легких (РВЛ) методом разведения гелия с помощью гелиометра «ПООЛ 1» (СССР), легочную гемодинамику реографическим методом с помощью аппаратно-программного комплекса “REGINA 2002” (Украина), сатурацию крови ( $\text{SpO}_2$ ) пульсоксиметрическим методом с помощью монитора “ЮМ-300” фирмы “ЮТАС” (Украина).

Курс тренировок состоял из 10 сеансов, каждый сеанс включал в себя 15 минутное дыхание с РЕЕР 5 см вод. ст. для пожилых людей с ускоренным старением дыхательной системы и 10 см вод. ст. для пожилых людей с физиологическим старением дыхательной системы. Дыхательные тренировки с РЕЕР проводили с помощью дыхательного тренажера “Threshold PEP” (Германия). При выборе уровня сопротивления выдоху для проведения дыхательных тренировок исходили из результатов ранее проведенных нами исследований [2, 3]. В этих исследованиях было выявлено, что для пожилых людей с физиологическим старением дыхательной системы наиболее оптимальным является дыхание с сопротивлением выдоху 10 см вод. ст., а для пожилых людей с ускоренным старением дыхательной системы — 5 см вод. ст. [2, 3]. Поэтому в данном исследовании при проведении дыхательных тренировок использовались эти уровни сопротивления выдоху.

При проведении дыхательных тренировок с РЕЕР для обеспечения безопасности проводили мониторинг АД, ЧСС, ЭКГ, сатурации крови кислородом с помощью монитора “ЮМ-300” фирмы “ЮТАС” (Украина).

Статистическая обработка полученных данных выполнена с помощью программы Statistica 6.0 (StatSoft, USA). Рассчитывались средние значения показателей ( $M$ ) и их ошибки ( $m$ ). Все изученные показатели имели нормальное распределение и поэтому были использованы параметрические статистические процедуры. Различия средних величин показателей в изученных группах оценивали по критерию Стьюдента. Достоверными считались различия при  $p < 0,05$ .

### Результаты и их обсуждение

Проведенные исследования позволили выявить различия в состоянии легочного газообмена между пожилыми людьми с физиологическим и ускоренным старением дыхательной системы уже в исходном состоянии, перед проведением дыхательных тренировок с РЕЕР. Данные, представленные в таблице, позволяют отметить, что РВЛ и  $\text{DL}_{\text{CO}}$  у пожилых людей с ускоренным старением были ниже, чем у физиологически стареющих людей (табл. 1). В то же время легочный кровоток в исходном состоянии у пожилых людей с различным типом старения не различался (табл. 2).

Таблиця 1

**Влияние дыхательных тренировок с РЕЕР на газообмен в легких у людей пожилого возраста с физиологическим и ускоренным старением дыхательной системы**

Показатели	До тренировок	После тренировок, сдвиг
Пожилые люди с физиологическим старением		
SpO <sub>2</sub> , %	96,49 ± 1,22	0,78 ± 0,10*
DLco, мл/мин/мм рт.ст.	21,31 ± 0,40	1,41 ± 0,18*
Время разведения гелия, мин	4,08 ± 0,10	-0,55 ± 0,10*
Пожилые люди с ускоренным старением		
SpO <sub>2</sub> , %	95,22 ± 1,19**	1,34 ± 0,12**
DLco, мл/мин/мм рт.ст.	17,56 ± 0,32**	2,26 ± 0,21**
Время разведения гелия, мин	4,76 ± 0,17**	-0,84 ± 0,12*

Примечания: \* — сдвиги достоверны,  $p < 0,05$ ; \*\* — различия по сравнению с ускоренно стареющими пожилыми людьми достоверны,  $p < 0,05$ .

Таблиця 2

**Влияние дыхательных тренировок с РЕЕР на состояние легочной гемодинамики у людей пожилого возраста с физиологическим и ускоренным старением дыхательной системы**

Показатели	До тренировок		После тренировок, сдвиг	
	Левое легкое	Правое легкое	Левое легкое	Правое легкое
Пожилые люди с физиологическим старением				
Реосистолический индекс, у.е.	0,92 ± 0,27	0,98 ± 0,24	0,24 ± 0,10*	0,31 ± 0,14*
Дикротический индекс, %	65,47 ± 7,16	61,22 ± 13,24	-12,21 ± 4,71*	-10,14 ± 6,22
Диастолический индекс, %	52,44 ± 10,12	55,31 ± 8,31	-22,13 ± 6,64*	-16,27 ± 5,81*
Максимальная скорость быстрого наполнения, Ом/с	0,72 ± 0,10	0,74 ± 0,16	0,26 ± 0,21	0,14 ± 0,10
Пожилые люди с ускоренным старением				
Реосистолический индекс, у.е.	0,84 ± 0,26	0,88 ± 0,17	0,29 ± 0,13*	0,35 ± 0,15*
Дикротический индекс, %	58,56 ± 11,23	63,42 ± 20,04	-11,14 ± 4,08*	-13,26 ± 6,38*
Диастолический индекс, %	57,49 ± 18,27	63,11 ± 19,34	-19,43 ± 6,79*	-17,34 ± 6,28*
Максимальная скорость быстрого наполнения, Ом/с	0,68 ± 0,26	0,71 ± 0,25	0,23 ± 0,25	0,19 ± 0,14

Примечания: \* — сдвиги достоверны,  $p < 0,05$ .

Как известно, интегральным показателем, отражающим эффективность газообмена в легких, является сатурация крови. Проведенные исследования показали, что у пожилых людей с ускоренным старением сатурация крови в исходном состоянии была незначительно, но статистически значимо ниже, чем у пожилых людей с физиологическим старением.

Выявленные различия между группами пожилых людей с различным вариантом старения обусловлены более выраженным развитием фиброза альвеол, уменьшением эластичности легких и бронхиальной проходимости, образованием местных ателектазов, снижением

эффективной поверхности газообмена у пожилых людей с ускоренным старением дыхательной системы [6, 11, 12].

Анализ полученных данных показал, что применение дыхательных тренировок с РЕЕР приводит к повышению равномерности вентиляции легких во всех группах обследованных людей. Сделанное утверждение подтверждается снижением времени разведения гелия у пожилых людей после курса дыхательных тренировок с РЕЕР (табл. 1). Повышение РВЛ должно приводить к повышению поверхности газообмена и улучшению условий альвеоло-капиллярной диффузии. В самом деле, проведенные исследования показали, что после курса дыхательных тренировок с РЕЕР отмечался достоверный прирост DL<sub>co</sub> у пожилых людей как с физиологическим, так и с ускоренным старением дыхательной системы. Как следствие улучшения равномерности вентиляции и диффузионной способности легких, у пожилых людей, как с физиологическим, так и с ускоренным старением дыхательной системы повышалась сатурация крови. Другим фактором, объясняющим улучшение оксигенации крови в легких, является улучшение легочной гемодинамики. Проведенные реопульмонографические исследования показали, что после курсового применения дыхательных тренировок с РЕЕР у пожилых людей как с физиологическим, так и с ускоренным старением дыхательной системы наблюдалось улучшение кровообращения в легких. Свидетельством этому является повышение у них реосистолического индекса, а также снижение дикротического и диастолического индексов (табл. 2). В то же время изменение реографических показателей, отражающих кровоснабжение легких, после дыхательных тренировок с РЕЕР, не различалось в группах пожилых людей с различным типом старения (табл. 2). Таким образом, применение дыхательных тренировок с РЕЕР, с одной стороны, улучшает вентиляцию и эффективную поверхность газообмена, а с другой стороны, приводит к повышению перфузии крови в легких, что в целом улучшает вентиляционно-перфузионные соотношения и легочный газообмен.

Важно, что эффективность дыхательных тренировок с РЕЕР была несколько выше у людей пожилого возраста с ускоренным старением дыхательной системы. Об этом свидетельствуют большие сдвиги DL<sub>co</sub> и SpO<sub>2</sub> у пожилых людей с ускоренным старением дыхательной системы после курса дыхательных тренировок с РЕЕР (табл. 1).

Исследования показали, что дыхательные тренировки с РЕЕР при правильно подобранном уровне сопротивления выдоху, переносятся достаточно хорошо, развития побочных реакций, непереносимости не наблюдалось.

### Вывод

Проведенные исследования показали эффективность применения дыхательных тренировок с РЕЕР у пожилых людей с ускоренным и физиологическим старением дыхательной системы для улучшения газообмена в легких. Дыхательные тренировки с РЕЕР могут быть рекомендованы для повышения функциональных возможностей легких у пожилых людей с физиологическим и ускоренным старением дыхательной системы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов, В. Н. Средства профилактики ускоренного старения (геропротекторы) [Текст] / В. Н. Анисимов // Успехи геронтологии. — 2000. — Вып. 4. — С. 55–75.
2. Дыба, И. А. Влияние положительного давления на выдохе на состояние гемодинамики пожилых людей с ускоренным старением дыхательной системы [Текст] / И. А. Дыба [и др.] // Проблемы старения и долголетия. — 2011. — № 1. — С. 83–89.
3. Зильбер, А. П. Этюды респираторной медицины [Текст] / А. П. Зильбер. — Москва: МЕДпрессинформ, 2007. — 292 с.
4. Коркушко, О. В. Влияние позитивного тиску на видиху на газообмін у легенях у людей похилого віку із прискореним старінням [Текст] / О. В. Коркушко [та ін.] // Фізіол. журн. — 2011. — Т. 57, № 6. — С. 46–51.
5. Коркушко, О. В. Изменения вентиляции при гипоксии у пожилых людей с физиологическим и ускоренным старением дыхательной системы [Текст] / О. В. Коркушко [та ін.] // Укр. пульмонолог. журн. — 2009. — № 3. — С. 33–35.
6. Коркушко, О. В. Гипоксия и старение [Текст] / О. В. Коркушко, Л. А. Иванов — Киев: Наук. думка, 1980. — 276 с.
7. Мухин, И. В. Диффузионная способность легких у больных с ренопульмональным синдромом и её динамика под влиянием адаптационной терапии [Текст] / И. В. Мухин // Укр. тер. журн. — 2009. — № 2. — С. 98–101.
8. Писарук А. В. Спосіб визначення функціонального віку дихальної системи організму людини [Текст] / А. В. Писарук, Е. О. Асанов // Патент України № 54304. — 10.11.2010. — Бюл. № 21.
9. Путиенко, Ж. Е. Эффективность применения положительного давления в конце выдоха в коррекции легочной вентиляции у больных бронхиальной астмой и хроническим обструктивным бронхитом [Текст] / Ж. Е. Путиенко // Укр. пульмонолог. журн. — 1999. — № 2. — С. 42–44.
10. Устойчивость к гипоксии у пожилых людей с ускоренным старением: влияние янтарной кислоты [Текст] / О. В. Коркушко [и др.] // Укр. пульмонолог. журн. — 2010. — № 4. — С. 49–52.
11. Фролькис, В. В. Регуляция дыхания в старости [Текст] / В. В. Фролькис, в кн.: Дыхание, газообмен и гипоксические состояния в пожилом и старческом возрасте. — К.: Здоров'я, 1975. — С. 17–20.
12. Чеботарев, Д. Ф. Факторы риска и пути профилактики ускоренного старения [Текст] / Д. Ф. Чеботарев [и др.] // Прискорене старіння та шляхи його профілактики. Матеріали 2-ої науково-практичної конференції з міжнародною участю. — Одеса, 18–19 жовтня 2001 року. — С. 29–41.
13. Fujiwara, M. The effect of positive end-expiratory pressure and continuous positive airway pressure on the oxygenation and shunt fraction during one-lung ventilation with propofol anesthesia [Text] / M. Fujiwara [et al.] // J. Clin. Anesth. — 2001. — Vol. 13. — P. 473–477.
14. Positive end-expiratory pressure and response to inhaled nitric oxide: changing nonresponders to responders [Text] / J. Johannigman [et al.] // Surgery. — 2000. — Vol. 127. — P. 390–394.
15. Positive end-expiratory pressure improves respiratory function in obese but not in normal subjects during anesthesia and paralysis [Text] / P. Pelosi [et al.] // Anesthesiology. — 1999. — Vol. 91 — P. 1221–1231.
16. Respective effects of end-expiratory and end-inspiratory pressures on alveolar recruitment in acute lung injury [Text] / J. Richard [et al.] // Crit. Care Med. — 2003. — Vol. 31. — P. 89–92.

## REFERENCES

1. Anisimov V.N. Sredstva profilaktiki uskorenogo stareniya (geroprotektory) (The means of prevention of accelerated aging (geroprotectors)). *Uspekhi gerontologii*. 2000;No 4:55–75.
2. Dyba IA, et al. Vliyaniye polozhitelnogo davleniya na vydokhe na sostoyaniye gemodinamiki pozhylykh lyudey s uskorennyim stareniyem dykhatelnoy sistemy (Influence of positive expiratory pressure on hemodynamics of older people with accelerated aging of the respiratory system). *Problemy stareniya i dolgoletiya*. 2011;No 1:83–89.
3. Zilber AP. *Etyudy respiratornoy meditsyny* (Studies of respiratory medicine). Moscow: MEDpresinform, 2007. 292 p.
4. Korkushko OV, et al. Vplyv pozytyvnoho tysku na vydokhu na gazoobmin u legenyakh u lyudey pokhylogo viku iz pryskorenym starinnyam (Influence of positive expiratory pressure on gas exchange in the lungs in the elderly people with accelerated aging). *Fiziol. Zhurn*. 2011;No 57(6):46–51.
5. Korkushko OV, et al. Zmneniya ventilyatsii pri gipoksiiu pozhylykh lyudey s fiziologicheskim i uskorennyim stareniyem dykhatelnoy sistemy (Ventilation changes associated with hypoxia in elderly people with physiological and accelerated aging of the respiratory system). *Ukr. Pulmonol. Zhurnal*. 2009;No 3:33–35.
6. Korkushko OV, Ivanov LA. *Gipoksiya i starenije* (Hypoxia and aging). Kyiv: Nauk. dumka, 1980. 276 p.
7. Mukhin IV. *Diffuzionnaya sposobnost legkikh u bolnykh s renopulmonalnym sindromom i ee dinamika pod vliyaniem adaptatsionnoy terapii* (Diffusion capacity of the lungs in patients with renopulmonalnym syndrome and its dynamics under the influence of adaptive therapy). *Ukr. Ter. Zhurn*. 2009;No 2:98–101.
8. Pysaruk AV, Asanov EO. *Sposib vyznachennya viku dykhalnoy systemy organizmu lyudyny. Patent Ukrainy № 54304, byulleten № 21, vid 10.11.2010* (Method of determining the functional age of the respiratory system of the human body. Patent of Ukraine № 54304, Bulletin № 21, from 10.11.2010).
9. Putiyenko ZhYe. *Effektivnost primeneniya polozhitelnogo davleniya v kontse vydokha v korrektsii legochnoy ventilyatsii u bolnykh bronkhialnoy astmoy i khronicheskim obstruktyvnym bronkhitom* (Efficiency of application of positive end-expiratory pressure in the correction of pulmonary ventilation in patients with bronchial asthma and chronic obstructive bronchitis). *Ukr. Pulmonol. Zhurnal*. 1999;No 2:42–44.
10. Korkushko OV, et al. *Ustoychivost k gipoksii u pozhylykh lyudey s uskorennyim stareniyem: vliyaniye yantarnoy kisloty* (The tolerance to hypoxia in elderly people with accelerated aging: effect of succinic acid). *Ukr. Pulmonol. Zhurnal*. 2010;No 4:49–52.
11. Frolkis VV. *Regulyatsiya dykhaniya i starosti. Dykhaniye, gazoobmen i gipoksicheskiye sostoyaniya v pozhilom i starcheskom vozraste* (Regulation of respiration in old age. Breathing, gas exchange and hypoxic conditions in the elderly patients). Kyiv: Zdorovya, 1975:17–20.
12. Chebotarev DF, et al. *Faktory riska i puti profilaktiki uskorennoogo stareniya. Materialy 2 nauko-vo-praktychnoy konferentsiyi z mizhnarodnoyu uchastyu: Pryskorene starinnya ta shlyakhy yogo profilyaktyky* (Risk factors and prevention of accelerated aging. Materials 2nd Scientific Conference with international participation: accelerated aging and ways to prevent it.). 2001:29–41.
13. Fujiwara M, et al. The effect of positive end-expiratory pressure and continuous positive airway pressure on the oxygenation and shunt fraction during one-lung ventilation with propofol anesthesia. *J. Clin. Anesth*. 2001;13:473–477.
14. Johannigman J, et al. Positive end-expiratory pressure and response to inhaled nitric oxide: changing nonresponders to responders. *Surgery*. 2000;127:390–394.
15. Pelosi P, et al. Positive end-expiratory pressure improves respiratory function in obese but not in normal subjects during anesthesia and paralysis. *Anesthesiology*. 1999;91:1221–1231.
16. Richard J, et al. Respective effects of end-expiratory and end-inspiratory pressures on alveolar recruitment in acute lung injury. *Crit. Care Med*. 2003;31:89–92.