

ВЛИЯНИЕ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ НА ВЫДОХЕ НА СОСТОЯНИЕ ЛЕГОЧНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ПОЖИЛЫХ ЛЮДЕЙ С УСКОРЕННЫМ СТАРЕНИЕМ

О. В. Коркушко, Э. О. Асанов, И. А. Дыба

Государственное учреждение “Институт геронтологии им. Д. Ф. Чеботарева НАМН Украины”, 04114 Киев

Изучена реакции легочного кровотока при дыхании с положительным давлением на выдохе у пожилых людей с физиологическим (14 чел.) и ускоренным (14 чел.) старением дыхательной системы. Показано, что у пожилых людей с ускоренным старением дыхательной системы дыхание с сопротивлением выдоху 5 и 10 мм вод. ст. повышает легочное кровоснабжение и улучшает газообмен. Однако дыхание с сопротивлением выдоху 15 мм вод. ст. вызывает угнетение легочного кровотока и повышение сопротивления сосудов малого круга у данного контингента обследуемых.

Ключевые слова: положительное давление на выдохе, легочная гемодинамика, ускоренное старение.

В процессе старения происходят закономерные морфологические и функциональные изменения системы дыхания, которые распространяются на грудную клетку, воздухопроводящие пути, паренхиму легких, сосудистую систему малого круга кровообращения [2,6]. Возрастные изменения функции системы дыхания приводят к снижению эффективности газообмена в легких и развитию артериальной гипоксемии.

Одной из ведущих причин снижения эффективности газообмена при старении является дискоординация вентиляции и кровотока в легких [2,6]. 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 [2,6]. Все это обуславливает недостаточную адаптацию кровотока в легких к неравномерной вентиляции при старении [4]. О несоответствии вентиляции и

перфузии при старении свидетельствует градиент парциального давления CO_2 артериальной крови и альвеолярного воздуха [2].

При ускоренном старении отмечается более выраженные проявления указанных изменений [3]. Ускоренное старение приводит к напряженному, недостаточно эффективному функционированию дыхательной системы, газообмена, обуславливает развитие артериальной гипоксемии, которая является существенным фактором в развитии различных патологических процессов (в том числе бронхолегочных) у людей пожилого возраста [1,3].

В связи с этим актуальна разработка методов коррекции нарушений функции внешнего дыхания и газообмена у пожилых людей с ускоренным старением. Для этого перспективным может быть использование метода респираторной поддержки дыхания с положительным давлением в фазе выдоха — *PEEP* (*Positive End Expiratory Pressure*) [5,7,8,10,11]. Задачей этого метода является увеличение напряжения кислорода и снижение напряжения углекислого газа в крови, т. е. улучшение газообмена в легких [9,11,13].

При дыхании с положительным давлением на выдохе происходит увеличение растяжимости легких вследствие снижения легочного объема крови, уменьшение экспираторного закрытия дыхательных путей, а также расправление ателектазов и увеличение функциональной остаточной емкости легких [10-12]. Это способствует увеличению эффективной вентиляции альвеол и улучшению газообмена. Влияние *PEEP* на легочную динамику носит разносторонний характер. Повышение внутригрудного давления при *PEEP* вызывает сужение легочных капилляров, увеличение давления в правом предсердии и вторичное увеличение венозного давления [11,12]. При этом снижается венозный возврат и сердечный выброс. Наряду с этим при дыхании с *PEEP* уменьшается внутрилегочное шунтирование [8-10].

Однако дыхание с *PEEP* может вызывать ряд нежелательных реакций: ухудшение газообмена, ослабление функционального состояния миокарда, баротравму [8,12]. Причем у пожилых людей с ускоренным старением вероятность нежелательных реакций возрастает, учитывая хрупкий баланс компенсации вследствие возрастных изменений дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Поэтому становится понятной важность подбора адекватного уровня параметров и режимов дыхательной нагрузки, чтобы максимально снизить отрицательное действие *PEEP* при проведении дыхательных тренировок у пожилых людей с ускоренным старением.

Цель работы — изучение реакции легочного кровотока при различных уровнях сопротивления на выдохе у пожилых людей с ускоренным старением.

Обследуемые и методы. Обследованы 28 практически здоровых людей в возрасте 60-74 лет с физиологическим (14 чел.) и ускоренным (14 чел.) старением дыхательной системы. В исследование не включались лица с патологией сердечно-сосудистой, дыхательной эндокринной и других систем организма. Участие в исследовании было добровольным.

Функциональный возраст системы дыхания определяли по спирографическим показателям с помощью разработанной нами формулы на спирографе “*Spi-*

robank” (“Mir”, Италия). При этом ускоренно стареющими людьми пожилого возраста считали лиц, у которых функциональный возраст системы дыхания превышал календарный более чем на 10 лет.

Легочную гемодинамику изучали реографическим методом с помощью аппаратно-программного комплекса “REGINA 2002” (Украина). Регистрацию легочного кровотока проводили в исходном состоянии (без сопротивления выдоху) и после 15-минутного дыхания с *PEEP*. Состояние легочного кровотока оценивали по следующим показателям: реосистолический индекс, дикротический индекс, диастолический индекс, максимальная скорость быстрого наполнения. Сатурацию крови (SpO_2) регистрировали с помощью монитора “ЮМ-300” фирмы “ЮТАС” (Украина) пульсоксиметрическим методом.

Дыхательные тренировки с *PEEP* проводили с помощью дыхательного тренажера “Threshold PEP” (Германия) при различных режимах сопротивления на выдохе: 5 мм вод. ст., 10 мм вод. ст., 15 мм вод. ст.

Статистическую обработку полученных данных проводили согласно *t*-критерию Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Анализ проведенных исследований показал, что у физиологически стареющих людей при дыхании с *PEEP* увеличение легочного кровотока начинается с 10 мм вод. ст. (таблица). Свидетельством этому является достоверное уменьшение реосистолического индекса. Снижению легочного кровотока способствует сужение капилляров легких при положительном сопротивлении выдоху, что проявляется в увеличении диастолического и дикротического индексов. При этом незначительно, но достоверно повышалась сатурация крови. Это, вероятно, связано как со снижением альвеолярного шунтирования вследствие уменьшения экспираторного закрытия дыхательных путей, расширения функционирующих альвеол и раскрытия спавшихся альвеол, так и с уменьшением капиллярного шунтирования [11-13]. Увеличение сопротивления на выдохе до 15 мм вод. ст. дальнейших изменений легочной гемодинамики не вызывало. Была выявлена достоверная корреляция сдвигов легочного кровотока (реосистолический индекс) и сатурации крови ($r = -0,49, P < 0,05$). Наблюдаемые изменения свидетельствуют о повышении эффективности газообмена в легких вследствие улучшения вентиляционно-перфузионных соотношений у физиологически стареющих людей при дыхании с сопротивлением на выдохе.

У пожилых людей с ускоренным старением дыхательной системы, в отличие от физиологически стареющих людей, изменения легочного кровотока происходили уже при дыхании с сопротивлением на выдохе 5 мм вод. ст. Это отражено в уменьшении у них реосистолического индекса, а также повышении дикротического и диастолического индексов при дыхании с *PEEP* 5 мм вод. ст. и 10 мм вод. ст. (см. табл.). При этом у пожилых людей с ускоренным старением несколько увеличивалась сатурация крови. Была выявлена достоверная корреляция при дыхании с сопротивлением выдоху 10 мм вод. ст. между сдвигами реосистолического индекса и сатурации крови ($r = -0,44, P < 0,05$).

В то же время, увеличение сопротивления на выдохе до 15 мм вод. ст. у пожилых людей с ускоренным старением несколько повышало кровотоки в малом

Влияние дыхания с положительным давлением на выдохе на сдвиги легочной гемодинамики у пожилых людей с физиологическим и ускоренным старением ($M \pm m$)

Показатель	Исходное состояние		5 мм вод. ст.		10 мм вод. ст.		15 мм вод. ст.		
	левое легкое	правое легкое	левое легкое	правое легкое	левое легкое	правое легкое	левое легкое	правое легкое	
Реоистолический индекс, усл. ед.	0,88 ± 0,25	1,04 ± 0,21	0,07 ± 0,07	0,09 ± 0,07	-0,29 ± 0,11 [#]	-0,27 ± 0,13 [#]	-0,36 ± 0,16 [#]	-0,33 ± 0,15 [#]	
Дикротический индекс, %	63,41 ± 10,20	59,14 ± 20,12	3,47 ± 2,38	4,31 ± 3,18	15,76 ± 3,45 [*]	15,66 ± 3,24 [*]	18,28 ± 4,11 [*]	19,03 ± 6,11 [*]	
Диастолический индекс, %	47,77 ± 14,63	58,11 ± 12,35	-1,29 ± 1,14	2,37 ± 2,24	19,89 ± 4,72 [#]	20,22 ± 2,18 [#]	25,44 ± 6,53 [#]	27,31 ± 7,81 [#]	
Максимальная скорость быстрого наполнения, Ом/с	0,67 ± 0,13	0,72 ± 0,19	0,10 ± 0,11	0,07 ± 0,08	0,15 ± 0,10	0,19 ± 0,14	0,19 ± 0,11	0,17 ± 0,12	
SpO ₂ , %	96,42 ± 1,25		0,68 ± 0,41		1,32 ± 0,38 [*]		1,74 ± 0,49 [*]		
			Ускоренное старение						
Реоистолический индекс, усл. ед.	0,79 ± 0,22	0,68 ± 0,15	-0,11 ± 0,03 [*]	-0,10 ± 0,03 [*]	-0,18 ± 0,07 [*]	-0,23 ± 0,11 [*]	0,12 ± 0,03 ^{#а}	0,11 ± 0,04 ^{#а}	
Дикротический индекс, %	54,50 ± 13,29	63,25 ± 27,62	8,25 ± 4,32 [*]	10,57 ± 3,32 [*]	13,63 ± 2,17 [*]	15,63 ± 3,12 [*]	14,38 ± 5,59 ^{#а}	17,00 ± 7,23 ^{#а}	
Диастолический индекс, %	59,50 ± 20,93	68,88 ± 17,96	6,00 ± 1,58 [*]	6,88 ± 1,97 [*]	9,75 ± 3,70 [*]	9,13 ± 3,30 [*]	22,00 ± 8,72 ^{#а}	24,38 ± 9,62 ^{#а}	
Максимальная скорость быстрого наполнения, Ом/с	0,64 ± 0,16	0,67 ± 0,13	0,19 ± 0,15	0,27 ± 0,05	0,26 ± 0,11	0,29 ± 0,10	0,29 ± 0,14	0,30 ± 0,09	
SpO ₂ , %	95,37 ± 1,13		0,55 ± 0,21 [*]		0,63 ± 0,24 [*]		-0,44 ± 0,17 ^{#а}		

Примечания: * — достоверность сдвига $P < 0,05$, # — $P < 0,05$ по сравнению с соответствующей группой с сопоставленным выдоху 5 мм вод. ст., а — $P < 0,05$ по сравнению с соответствующей группой физиологически стареющих людей.

круге (см. табл.). При этом происходило некоторое повышение реосистолического и снижение дикротического и диастолического индексов. Полученные изменения отражают повышение легочного кровотока в ответ на сопротивление выдоху. При этом ухудшался газообмен в легких, о чем свидетельствует снижение сатурации (см. табл.). У большинства обследуемых этой группы (8 чел.) при дыхании с сопротивлением выдоху 15 мм вод. ст. отмечалась тяжесть в груди, сердцебиение, затруднение дыхания. Подобные изменения легочного кровотока и сатурации можно объяснить увеличением вне- и внутрисосудистого объема жидкости в легких вследствие активации волюмрецепции и почечной реабсорбции, ухудшением механических свойств легких.

Таким образом, у пожилых людей с ускоренным старением дыхательной системы, в отличие от физиологически стареющих людей, снижение легочной гемодинамики наблюдается уже при дыхании с сопротивлением выдоху 5 мм вод. ст. Повышение сопротивления выдоху до 5 мм вод. ст. и 10 мм вод. ст. способствует повышению вентиляционно-перфузионных соотношений и улучшению газообмена в легких. Однако дальнейшее повышение сопротивления дыханию до 15 мм вод. ст. вызывает увеличение легочного кровотока, ухудшение газообмена в легких и снижение сатурации крови вследствие увеличения внесосудистого и внутрисосудистого объема жидкости в легких, снижения проницаемости альвеоло-капиллярной мембраны, ухудшения механических свойств легких у пожилых людей с ускоренным старением. Полученные данные необходимо учитывать для подбора уровня PEEP у пожилых людей с ускоренным старением при проведении дыхательных тренировок с позитивным давлением на выдохе.

Литература

1. Анисимов В. Н. Средства профилактики ускоренного старения (геропротекторы) // Успехи геронтологии.- 2000.- Вып. 4.- С. 55-75.
2. Коркушко О. В., Иванов Л. А. Гипоксия и старение.- Киев: Наук. думка, 1980.- 276 с.
3. Коркушко О. В., Шатило В. Б., Ярошенко Ю. Т. Передчасне старіння: фактори ризику, діагностика, засоби по передження, метаболічна терапія (Бібліотечка практикуючого лікаря).- К.: Тов. ДСГ Лтд, 2003.- 52 с.
4. Коркушко О. В., Асанов Э. О., Писарук А. В., Чеботарев Н. Д. Изменения вентиляции при гипоксии у пожилых людей с физиологическим и ускоренным старением дыхательной системы // Укр. пульмонол. журн.- 2009.- № 3.- С. 33-35.
5. Путиенко Ж. Е. Эффективность применения положительного давления в конце выдоха в коррекции легочной вентиляции у больных бронхиальной астмой и хроническим обструктивным бронхитом // Укр. пульмонол. журн.- 1999.- № 2.- С. 42-44.
6. Фролькис В. В. Регуляция дыхания в старости // Дыхание, газообмен и гипоксические состояния в пожилом и старческом возрасте.- Киев: Здоров'я, 1975.- С. 17-20.
7. Fujiwara M., Abe K., Mashimo T. 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.- P. 473-477.
8. Inomata S., Nishikawa T., Saito S., Kihara S. 'Best' PEEP during one-lung ventilation // Br. J. Anaesth.- 1997.- 78.- P. 754-756.
9. Johannigman J., Davis K., Campbell R. et al. Positive end-expiratory pressure and response to inhaled nitric oxide: changing nonresponders to responders // Surgery.- 2000.- 127.- P. 390-394.

10. *Gainnier M., Michelet P., Thirion X. et al.* Prone position and positive end expiratory pressure in acute respiratory distress syndrome // *Crit. Care Med.*- 2003.- **31**.- P. 2719-2126.
11. *Pelosi P., Ravagnan I., Giurati G. et al.* Positive end-expiratory pressure improves respiratory function in obese but not in normal subjects during anesthesia and paralysis // *Anesthesiology*.- 1999.- **91**.- P. 1221-1231.
12. *Richard J., Brochard L., Vandelet P. et al.* Respective effects of end-expiratory and end-inspiratory pressures on alveolar recruitment in acute lung injury // *Crit. Care Med.*- 2003.- **31**.- P. 89-92.
13. *Richard J., Maggiore S., Jonson B. et al.* Influence of tidal volume on alveolar recruitment. Respective role of PEEP and a recruitment maneuver // *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*- 2001.- **163**.- P. 1609-1613.

Поступила 15.04.2010

EFFECTS OF POSITIVE PRESSURE AT EXHALATION ON THE STATUS OF PULMONARY HEMODYNAMICS IN THE ELDERLY WITH ACCELERATED AGING

O. V. Korkushko, E. O. Asanov, I. A. Dyba

State Institution "Acad. D. F. Chebotarev Institute of Gerontology NAMS Ukraine", 04114 Kyiv

Reactions of pulmonary blood flow at breathing with positive pressure at exhalation were investigated in elderly subjects with physiological (n = 14) and accelerated (n = 14) aging of respiratory system. The results obtained showed that the respiration with resistance to exhalation = 5 and 10 mm. water column increased the pulmonary blood supply and improved gas exchange in the elderly subjects with accelerated aging. However, respiration with resistance to exhalation = 15 mm. water induced inhibition of pulmonary blood flow and increased of resistance of small circle vessels in this group of subjects.