

**УДК 612.2:615.825**

## **КОРРЕКЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ МУЖЧИН ПОЖИЛОГО И СТАРЧЕСКОГО ВОЗРАСТА**

*Сафронова Н.С., Викулова Н.Н.*

*Таврический национальный университет имени В.И. Вернадского, Симферополь, Украина  
E-mail: tnu-fr@rambler.ru*

В работе рассмотрены возрастные изменения, приводящие к уменьшению бронхиальной проходимости, жизненной емкости легких, увеличению физиологического мертвого пространства. Была выделена группа лиц с низкими значениями парциального давления углекислого газа в конечной порции выдыхаемого воздуха. Для данной группы была составлена программа респираторной коррекции с учетом возрастных изменений организма и величин парциального давления углекислого газа в альвеолярном воздухе. Проведенный курс дыхательной гимнастики способствовал формированию более рационального паттерна дыхания, ликвидации явлений гипервентиляции и гипокании у лиц пожилого и старческого возраста.

**Ключевые слова:** капнография, гипокания, метаболическая углекислота, респираторная коррекция.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время установлено, что в системе внешнего дыхания происходят закономерные инволютивные перестройки, связанные с процессами старения. Грудная клетка, дыхательные пути и легкие претерпевают структурные и функциональные изменения, приводящие к уменьшению бронхиальной проходимости, жизненной емкости легких, увеличению физиологического мертвого пространства, ухудшению вентиляционно-перфузионных отношений и созданию условий для последующего развития патологий [1]. Сегодня неоспоримым является факт взаимосвязи возрастных изменений и частоты возникновения заболеваний дыхательной системы.

Вместе с тем, включение компенсаторных механизмов позволяет поддерживать основные параметры дыхания на вполне достаточном уровне для обеспечения метаболических процессов в организме, особенно в состоянии покоя. Однако активизация одних звеньев системы приводит к изменению ряда других и не всегда имеет оптимальную направленность. Например, достижение определенной величины минутного объема дыхания у пожилых и стариков формируется преимущественно за счет его частотной составляющей, что приводит к чрезмерной элиминации метаболической углекислоты из организма [2, 3]. В конечном итоге, отмечается снижение парциального давления углекислого газа в альвеолярном воздухе и в артериальной крови. Развитие гипоканического состояния не только способствует резкому падению приспособительных возможностей организма, но

также выступает мощным стимулятором патологических процессов [4]. Поэтому раннее выявление и своевременная коррекция гипокапнических и гипервентиляционных нарушений является необходимым условием профилактики возникновения серьезных заболеваний системы внешнего дыхания и, в целом, повышения уровня здоровья пожилого человека.

На сегодняшний день с целью улучшения функционального состояния дыхательной системы применяются различные методики респираторной гимнастики, дыхательные тренажеры, гипоксические или гиперкапнические факторы. Однако не так часто в их основу положен учет возрастных изменений организма и величин парциального давления углекислого газа в альвеолярном воздухе, что определяет необходимость дальнейшего изучения данного вопроса.

В связи с вышеизложенным, наше исследование было направлено на выявление вентиляторных расстройств у мужчин пожилого и старческого возраста и возможность их коррекции с помощью респираторной гимнастики.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Было обследовано 60 мужчин в возрасте 60 – 84 года, без выраженной патологии дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Данные капнографического исследования позволили выделить из обследуемых группу лиц 18 мужчин с низкими значениями парциального давления углекислого газа в конечной порции выдыхаемого воздуха. Для данной группы была составлена программа респираторной коррекции, включающая занятия дыхательной гимнастикой по 15 – 20 мин 5 раз в неделю в течение 6 недель.

Цель занятий – сформировать экономически более выгодный тип дыхания и повысить уровень углекислоты в альвеолярном воздухе.

Механика дыхания изучалась при помощи прибора «Спиро-Тест РС» с компьютерной обработкой регистрируемых показателей. При этом фиксировали минутный объем дыхания ( $V_E$ , л/мин), дыхательный объем ( $V_T$ , л), частоту дыхательных движений ( $f$ , цикл/мин), жизненную емкость легких ( $VC$ , л), ЖЕЛ вдоха ( $IVC$ , л), форсированную ЖЕЛ ( $FVC$ , л), объем форсированного выдоха за 1 секунду ( $FEV_1$ , л), пиковую объемную скорость ( $PEF$ , л/с), мгновенную объемную скорость на уровне 25, 50, 75 % от форсированной ЖЕЛ ( $FEF_{25}$ ,  $FEF_{50}$ ,  $FEF_{75}$ , л/с), ЖЕЛ выд ( $EVC$ , л), резервный объем вдоха ( $IRV$ , л), резервный объем выдоха ( $ERV$ , л). Оценивали уровень дыхания ( $LR$ , отн.ед) по соотношению  $ERV/IRV$ , также проводили пробу Тифно-Вотчала ( $FEV_1/FVC$ , %).

Регистрация количественных показателей  $CO_2$  во время выдоха проводилась с помощью ультразвукового проточного капнометра КП-01-«ЕЛАМЕД». Капнограмму записывали в состоянии относительного покоя в течение 3 минут. Регистрировали следующие показатели: тип вентиляции по  $P_{ET}CO_2$  (мм рт.ст), показатель полезного цикла ( $T_E/T_i$ , отн. ед.), неравномерность дыхания ( $UB$ , %), долю мёртвого пространства в альвеолярной вентиляции ( $V_d/V_E$ , %) [5].

Статистическая обработка полученных результатов исследований проводилась с использованием параметрических критериев.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Обследование мужчин пожилого и старческого возраста позволило выявить ряд инволютивных перестроек, ограничивающих возможности эффективного функционирования дыхательного аппарата. В первую очередь было обнаружено уменьшение парциального давления углекислого газа до  $32,8 \pm 0,4$  мм рт.ст., в конечной порции выдыхаемого воздуха, что согласно литературным источникам [5] соответствует в большинстве случаев его содержанию в альвеолярном воздухе. При этом доля мертвого пространства в альвеолярной вентиляции составила  $29,5 \pm 1,6$  % (табл. 1).

**Таблица 1.**

**Капнографические показатели обследуемых с гипокапническим типом вентиляции до и после курса дыхательной гимнастики (n=18, X±Sx)**

Показатели	До воздействия	После воздействия	p
T <sub>E</sub> /T <sub>i</sub> , (отн.ед.)	0,59±0,04	0,74±0,06	< 0,05
UB, (%)	14,50±1,20	18,00±1,10	< 0,05
Тип вентиляции по P <sub>ET</sub> CO <sub>2</sub> , (мм рт.ст)	32,80±0,40	36,30±0,80	< 0,001
Vd/VE, (%)	29,46±1,60	25,80±2,00	< 0,05

Данный факт может найти объяснение не только в возрастных перестройках интенсивности метаболизма, но и в состоянии механики дыхания, обеспечивающей необходимый уровень инспираторного и экспираторного потоков, который во многом определяет газовый гомеостаз организма. Это в существенной мере относится к респираторной мускулатуре, функциональные возможности которой резко снижаются под влиянием процессов старения [6]. Причем дегенеративно-дистрофические нарушения затрагивают как инспираторные, так и экспираторные мышцы, что приводит к их ригидности, падению сократительной способности. Так, функциональная недостаточность инспираторных мышц проявилась снижением показателя IVC по отношению к должным значениям более чем на 37,0 %.

Возрастные изменения экспираторной мускулатуры отразились на скорости воздушного потока в бронхах большого калибра при форсированном выдохе [7]. Величина FEF25, которая определяется главным образом силой мышечного сокращения, в среднем была на 30 % меньше должных значений. Так же зарегистрировано значительное снижение PEF относительно должных величин в среднем на 26,0 % (табл. 2).

Обращает на себя внимание показатель минутного объема дыхания, который у всех обследуемых превышал значения физиологической нормы и в среднем по группе составил  $16,2 \pm 1,1$  л/мин. Очевидно, достаточно высокий уровень вентиляции в этом возрасте следует рассматривать, как проявление возрастных структурных и функциональных перестроек с формированием тахипноического типа дыхания [8].

**Таблица 2.**  
**Показатели механики дыхания у мужчин пожилого и старческого возраста до и после курса дыхательной гимнастики (n=18, X±Sx)**

Показатели		До воздействия	После воздействия	p
IVC, л	X±Sx	2,35±0,12	2,80±0,10	< 0,05
	%Дз	62,80	74,60	
FVC, л	X±Sx	3,05±0,11	3,21±0,12	> 0,05
	%Дз	85,50	89,80	
FEV1, л	X±Sx	2,45±0,15	2,66±0,13	> 0,05
	%Дз	84,40	91,50	
FEV1/FVC, %	X±Sx	81,60	83,80	> 0,05
PEF, л/с	X±Sx	5,40±0,10	5,70±0,10	< 0,05
	%Дз	74,00	78,50	
FEF25, л/с	X±Sx	4,65±0,13	5,04±0,12	< 0,05
	%Дз	70,50	76,60	
FEF50, л/с	X±Sx	3,47±0,16	3,78±0,08	< 0,05
	%Дз	82,80	89,10	
FEF75, л/с	X±Sx	1,67±0,16	1,78±0,14	> 0,05
	%Дз	93,10	99,20	

Примечание: % Дз - процентная доля от должных значений

Существенная роль в оценке состояния системы внешнего дыхания отводится показателям IRV и ERV, поскольку они в значительной степени формируют величину VC и оптимизируют дыхательный акт в условиях функциональной нагрузки [9]. Принято считать, чем меньше резервный объем выдоха относительно резервного объема вдоха, тем ниже уровень дыхания, что и было характерным для обследуемых лиц. Соотношение ERV/IRV не превышало значений  $0,33 \pm 0,06$  отн. ед. Очевидно, при таком уровне дыхания создаются дополнительные условия для усиления элиминации метаболического CO<sub>2</sub> из организма и устанавливается состояние низкого парциального давления углекислого газа в альвеолярном воздухе [1].

В результате проведенного курса дыхательной гимнастики, направленной на коррекцию паттерна дыхания обследуемых и постепенного накопления углекислого газа в альвеолах до нормокапнического уровня, произошли определенные изменения в системе внешнего дыхания. В первую очередь, следует отметить уменьшение частоты дыхательных движений на 11,5 %, ( $p < 0,05$ ), при этом объем легочной вентиляции снизился на 30 %, ( $p < 0,001$ ). Систематическое выполнение комплекса динамических и статических дыхательных упражнений способствовало укреплению как инспираторной, так и экспираторной мускулатуры, привело к увеличению величины VC и перераспределению доли ее составляющих. Особого внимания заслуживает факт, что на фоне повышения уровня дыхания до  $0,44 \pm 0,06$  отн.ед., ( $p < 0,05$ ), произошел рост значений показателя полезного цикла на 25 %, ( $p < 0,05$ ). В этой связи можно предположить, что одновременно с укорочением

времени фазы выдоха произошло усиление ее активности. Повышение функциональных возможностей реберно-диафрагмального механизма дыхания отразилось на величинах показателей IVC, PEF и FEF25, которые в среднем возросли на 5 – 9 %, ( $p < 0,05$ ), и приблизились к должным значениям.

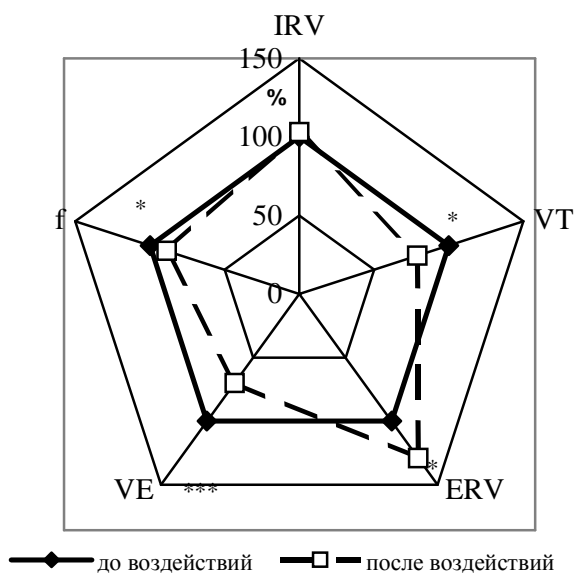


Рис 1. Изменения показателей легочной вентиляции и структуры ЖЕЛ у мужчин пожилого и старческого возраста до и после курса дыхательной гимнастики.

Примечание: \*  $p < 0,05$ ; \*\*\*  $p < 0,001$

В свою очередь, изменение характера дыхания сопровождалось накоплением углекислого газа в альвеолярном воздухе до нормокапнического уровня. Также важным положительным эффектом предложенной коррекции можно считать уменьшение доли мертвого пространства в альвеолярной вентиляции до  $25,8 \pm 2,0\%$  ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, проведенный курс дыхательной гимнастики способствовал формированию более рационального паттерна дыхания, ликвидации явлений гипервентиляции и гипокапнии у лиц пожилого и старческого возраста.

Результаты исследования дают основание заключить, что в гериатрической практике получение эффективного результата респираторной коррекции возможно только на основе тщательного анализа возрастных изменений системы внешнего дыхания и ее адаптационных возможностей в процессе старения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Выявлены возрастные изменения, ограничивающие возможности для обеспечения эффективной легочной вентиляции у мужчин пожилого и старческого возраста. Отмечено снижение скорости инспираторного и экспираторного потока относительно должных значений на 10 – 35 %.
2. Для мужчин пожилого и старческого возраста характерным явился тахипноический тип и низкий уровень дыхания, способствующий избыточной элиминации метаболической углекислоты через легкие.
3. Проведенный курс дыхательной гимнастики способствовал уменьшению величины легочной вентиляции на 30 %, ( $p < 0,001$ ), за счет формирования нормпноического типа дыхания, увеличение показателя уровня дыхания на 29 % ( $p < 0,05$ ), что обусловило повышение парциального давления углекислого газа в альвеолах лёгких до  $36,3 \pm 0,8$  мм рт.ст. ( $p < 0,001$ ).

## Список литературы

1. Коркушко О.В. Возрастные особенности тканевого кислородного обмена и окислительных процессов у долгожителей / О.В. Коркушко, Л.А. Иванов // Буковинський мед. вісник. – 2011. – № 3. – С. 193—199.
2. Батагов С.Я. Структурные и функциональные изменения дыхательной системы, развивающиеся в процессе старения / С.Я. Батагов // Особенности течения и лечения заболеваний у жителей блокадного Ленинграда, лиц пожилого и старческого возраста. Вып. 1. Заболевания легких. – СПб., 2008. – С. 38—41.
3. Винницкая Р.С., Маркосян А.А. Диффузионная способность легких / Р.С. Винницкая, А.А. Маркосян // Успехи физиол. наук. – 1984. – 1, № 3. – С. 89—99.
4. Коркушко О.В. Неспецифические заболевания легких в гериатрической практике./ О.В. Коркушко - К.: Здоров'я, 1984. – 224 с.
5. Бяловский Ю.Ю. Капнография в общеврачебной практике / Ю.Ю. Бяловский, В.Н. Абросимов. – Рязань.: Дело, 2007. – 142 с.
6. Miller M. R. Structural and physiological age-associated changes in aging lungs / M. R. Miller // Semin. Respir. Crit Care Med. – 2010. – 31. – P. 521—527.
7. Кузнецова В.К. Критерии оценки границ нормальных значений параметров, рассчитываемых из регистрации отношений поток-объем-время маневра форсированной жизненной ёмкости легких выдоха / В.К. Кузнецова, Е.С. Аганезова // Пульмонология – 1996. – В. 1. – С. 125–132
8. Бреслав И.С. Регуляция дыхания / И.С. Бреслав, В.Д. Глебовский – Ленинград: Наука, 1981. – 280 с.
9. Pride N. V. Ageing and changes in lung mechanics // Eur. Respir. J. – 2005. – 26, № 4. – P. 563—565.

**Сафронова Н.С. Корекція функціонального стану системи зовнішнього дихання чоловіків похилого і старечого віку / Н.С. Сафронова, Н.М. Вікулова // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2013. – Т. 26 (65), № 3. – С. 169-175.**

У роботі розглянуті вікові зміни, що призводять до зменшення бронхіальної прохідності, життєвої ємності легень, збільшення фізіологічного мертвого простору. Була виділена група осіб з низькими значеннями парціального тиску вуглекислого газу в кінцевій порції повітря, що видихається. Для даної групи була складена програма респіраторної корекції з урахуванням вікових змін організму і величин парціального тиску вуглекислого газу в альвеолярному повітрі. Проведений курс дихальної гімнастики сприяв формуванню більш раціонального патерну дихання, ліквідації явищ гіпервентиляції і гіпокапнії у осіб похилого та старечого віку.

**Ключові слова:** капнографія, гіпокапнія, метаболічна вуглекислота, респіраторна корекція.

**CORRECTION OF THE FUNCTIONAL STATE OF EXTERNAL BREATH  
SYSTEM OF ELDERLY AND SENILE AGE MEN**

*Safronova N.S., Vikulova N.N.*

*Taurida National V. I. Vernadsky University, Simferopol, Crimea, Ukraine  
E-mail: tnu-fr@rambler.ru*

The age functional changes leading to reduction of bronchial permeability, vital capacity of lungs, increase of physiological dead space, deterioration of ventilation-perfused relations considered in the work. Tachypnoitic type and low level of breath is characteristic for men of elderly and senile age. It leads to excessive elimination of metabolic carbonic acid through lungs. Decrease of partial pressure of carbonic gas in alveolar air is marked. Development of hypocapnic condition promotes to sharp fall of adaptive possibilities of an organism. Data of capnographic researches have allowed allocating from examined people a group of persons with low values of partial pressure of carbonic gas in a final portion of expiratory air. For the given group the program of respiratory correction taking into account age changes of an organism and magnitudes of partial pressure of carbonic gas in alveolar air has made. The followed course of respiratory gymnastics promoted to formation of more rational pattern of breath, liquidation of the phenomena of hyperventilation and a hypocapnia in persons of elderly and senile age, to increase of force of respiratory muscles, improvement of bronchial permeability, installation of normopnoic breath type. Results of research give the basis to conclude that in geriatric practice receiving of effective result of respiratory correction is possible only because of the careful analysis of age changes of external breath system and its adaptable possibilities in the process of aging.

**Keywords:** capnographia, hypocapnia, metabolic carbonic acid, respiratory correction.

**References**

1. Korkushko O.V., Ivanov L.A., Age features of tissue oxygen metabolism and oxidative processes in long-livers, Bukovinskij medical. bulletin, **3**, 193 (2011).
2. Batagov S.J., The structural and functional changes in the respiratory system, developing in aging, Lung disease, **1**, 38, (2008).
3. Vinnytskaya P.S., Markosian A.A., The diffusion capacity of the lungs, Success of Physiol. Science, **3**, 89, (1984).
4. Korkushko O.V. Unspecific pulmonary disease in the geriatric practice, (K.: Health, 1984), p 224.
5. Byalovsky J.J., Abrosimov V.N. Capnography in therapeutic practice (Ryazan.: Business, 2007) p 142.
6. Miller M. R. Structural and physiological age-associated changes in aging lungs, Semin. Respir. Crit Care Med., **31**, 521 (2010).
7. Kuznetsova V.K., Aganezova E.S., The evaluation criteria of the normal the parameter values calculated of registration flow-volume relationships, the maneuver of forced expiratory vital capacity, Pulmonology, **1**, 125 (1996).
8. Breslav I.S., Glebovskiy V.D., Regulation of breathing, (Leningrad: Nauka, 1981) p 280.
9. Pride N. B. Ageing and changes in lung mechanics, Eur. Respir. J, **4**, 563 (2005).

*Поступила в редакцию 14.08.2013 г.*