

**УДК: 612.2 + 612.014.464**

## **ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИКИ ДЫХАНИЯ У ЖЕНЩИН ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА**

*Букова А.В.*

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

Проведены исследования механики дыхания женщин пожилого возраста. Выявлены различные уровни вентиляторных способностей. Определены факторы, способствующие изменению механики дыхания с возрастом, приводящие к развитию пульмонологического риска.

**Ключевые слова:** женщины пожилого возраста, механика дыхания, пульмонологический риск.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Известно, что в системе дыхания в течение жизни происходят закономерные изменения, связанные с процессами старения. На каждом этапе онтогенетического развития в зависимости от кислородного запроса организма и возможностей его удовлетворения в реальных условиях большая либо меньшая нагрузка падает на то или иное звено системы дыхания. В пожилом возрасте, являющимся в большей части заключительным этапом жизненного цикла, изменения системы дыхания и кислородных режимов организма особенно выражены. Грудная клетка, дыхательные пути и легкие претерпевают структурные и функциональные изменения, дыхательный ритм учащается, возрастает минутный объем дыхания, изменяются соотношения между легочной и альвеолярной вентиляцией, значительно увеличивается физиологическое мертвое дыхательное пространство и снижается доля альвеолярной вентиляции в структуре минутного объема дыхания. Несмотря на увеличение легочной вентиляции, альвеолярная вентиляция снижается, что наряду с уплотнением альвеолярно-капиллярной мембраны, уменьшением диффузионной поверхности альвеол и ухудшением процесса диффузии кислорода через альвеолярно-капиллярные мембраны ведет к увеличению альвеолярно-капиллярного градиента  $PO_2$ , снижению напряжения и содержания кислорода в артериальной крови и насыщения её кислородом. В пожилом возрасте отмечается сочетание респираторной, циркуляторной, гемической гипоксии, снижается интенсивность тканевого дыхания, чем и объясняется своеобразие гипоксических состояний в этом возрасте [1]. Все эти изменения приводят не только к резкому падению приспособительных возможностей организма пожилого человека, но и могут являться фактором пульмонологического риска. Вместе с тем, этапы пульмонологического риска, уровни предболезни практически не изучены; нет классификации и критериев оценки изменений этих состояний. В последние годы

появились работы, в которых показано, что у части людей значения некоторых показателей функции системы внешнего дыхания и респираторного аппарата значительно отклоняются от статистической нормы, особенно у людей пожилого и старческого возраста [2, 3]. При этом никто не подвергает сомнению то, что состояние пульмонологического риска можно определить только с помощью исследования систем внешнего дыхания [4, 5]

В связи с изложенным целью работы явилась оценка особенностей механики дыхания у женщин пожилого возраста и возможности проявления пульмонологического риска, связанного с возрастными изменениями.

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Было обследовано 45 женщин в возрасте 65-70 лет.

Механика дыхания изучалась при помощи прибора «Спиро-Тест РС» с компьютерной обработкой регистрируемых показателей. При этом фиксировали следующие функциональные показатели: объём легочной вентиляции (VE, л/мин), дыхательный объём (VT, мл), частоту дыхательных движений (f, цикл/мин), ЖЕЛ вдоха (ЖЕЛвд, л), форсированную ЖЕЛ (ФЖЕЛ, л), объём форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ 1, л), пиковую объёмную скорость (ПОС, л/с), мгновенную объёмную скорость на уровне 25, 50, 75 % ЖЕЛ (МОС 25, МОС 50, МОС 75, л/с), среднюю объёмную скорость на уровне 25-75 % ЖЕЛ (СОС25-75, л/с), среднюю объёмную скорость на уровне 75-85 % ЖЕЛ (СОС 75-85, л/с), ЖЕЛ выхода (ЖЕЛвыд, л), резервный объём вдоха (Ровд, мл), резервный объём выдоха (Ровыд, мл), отношение времени выдоха ко времени вдоха (Твыд/Твд), ёмкость вдоха (Евд, л). Оценивали уровень дыхания (УД, отн.ед) по соотношению Ровыд/Ровд, проводили пробу Тифно-Вотчала (ОФВ1/ЖЕЛвд, %).

Математическая обработка полученных результатов проводилась с использованием программы STATISTICA V.6.0. Для оценки достоверности отличий использовали t-критерий Стьюдента.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Анализ результатов исследования позволил выявить значительный диапазон изменений регистрируемых показателей механики дыхания у женщин пожилого возраста. В этой связи, с целью выявления закономерностей, определяющих тот или иной уровень вентиляторных способностей, все женщины были распределены на три группы. К первой группе были отнесены обследуемые с вентиляторными способностями в пределах возрастной нормы (15 человек). Во вторую группу были включены женщины с умеренно сниженными вентиляторными способностями (15 человек) и третью группу составили женщины с резко сниженными вентиляторными способностями (13 человек). Основным критерием распределения обследуемых на группы и необходимым условием правильной оценки функций механики дыхания являлось сопоставление фактических показателей с должными величинами (%Дз) (таблица 1).

Таблица 1.

**Фактические и должные значения показателей механики дыхания у женщин трех обследуемых групп ( $X \pm Sx$ )**

Показатели	1 группа		2 группа		3 группа	
	$X \pm Sx$	%Дз	$X \pm Sx$	%Дз	$X \pm Sx$	%Дз
ОФВ 1, л/с	2,47± 0,13	98,2	2,06± 0,08	96,2	1,70± 0,10	70,2
ПОС, л/с	5,21± 0,42	94,6	4,31± 0,27	81,4	3,08± 0,32	60,4
МОС 25, л/с	4,67± 0,40	91,5	4,11± 0,25	88,5	3,08 ± 0,32	63,5
МОС 50, л/с	3,24± 0,26	90,0	3,05± 0,21	89,4	2,23± 0,26	63,9
МОС 75, л/с	1,46± 0,13	90,6	1,27± 0,13	80,8	1,22± 0,22	72,7
ЖЕЛ вд, л	2,78± 0,05	75,3	2,087± 0,03	67,1	1,65± 0,10	52,0
ФЖЕЛ, л	2,93± 0,14	98,7	2,34± 0,07	81,5	1,96± 0,08	72,3

Как следует из представленных результатов лимитирующим фактором проявления вентиляторных способностей у женщин 1 группы следует считать сниженные сократительные способности инспираторной мускулатуры на что указывают низкие значения ЖЕЛвд, не превышающие 75,0% должных величин, ( $p < 0,05$ ). Женщины второй группы также характеризовались пониженной инспираторной активностью: величины ЖЕЛвд составляли 67,1% должных значений ( $p < 0,05$ ). На сниженные функциональные возможности респираторной мускулатуры указывало также уменьшение величины ПОС примерно на 20,0 % ( $p < 0,05$ ) относительно возрастных норм. Наиболее низкие вентиляторные способности выявлены у женщин третьей группы. Наряду с резким ограничением возможностей для осуществления фазы вдоха у них отмечались изменения в показателях механических свойств аппарата вентиляции, что нашло свое отражение в уменьшении величин ФЖЕЛ и ОФВ1. Кроме того значения ОФВ1, характеризующая суммарную проходимость дыхательных путей, составляли всего 70,0 % должных значений, что указывало на снижение бронхиальной проходимости, связанное, очевидно, с процессами эмфизированных изменений [8]. Падение скорости воздушного потока отмечено на всех уровнях бронхиальной системы легких. Зарегистрировано снижение бронхиальной проходимости на уровне больших и средних бронхов в среднем на 37,0%, ( $p < 0,05$ ) и величины ПОС на 40,0%, ( $p < 0,05$ ) относительно должных значений. Если скорость воздушного потока в больших и средних бронхах зависит главным образом от сократительных способностей респираторной мускулатуры, то снижение величины бронхиальной проходимости в мелких бронхах определяется только тонусом и общей площадью поперечного сечения дыхательных путей, которые вовлекаются в обструктивный процесс в первую очередь [10].

Таким образом, выявленные особенности механики дыхания у женщин пожилого возраста позволяют предположить наличие пульмонологического риска у всех обследуемых, степень которого наиболее выражена у женщин 3 группы.

Наиболее детальный анализ состояния механики дыхания у женщин пожилого возраста позволяет провести оценка фактических показателей, которые представлены в Таблице 2.

**Таблица 2**

**Показатели механики дыхания женщин пожилого возраста с различным уровнем вентиляторных способностей ( $\bar{X} \pm Sx$ )**

№ п/п	Показатели	Группы испытуемых			Достоверность различий		
		1 группа (n=13)	2 группа (n=15)	3 группа (n=15)	P1-P2	P1-P3	P2-P3
1.	ЖЕЛ вд., л	1,65±0,1	2,78±0,05	2,08±0,03	<0,001	<0,001	<0,001
2.	ФЖЕЛ, л	1,96±0,08	2,93± 0,14	2,34± 0,07	<0,001	<0,001	<0,001
3.	ОФВ1, л	1,7±0,1	2,47 ±0,13	2,06± 0,008	<0,001	<0,05	<0,05
4.	ОФВ1/ФЖЕЛ, %	86,23± 3,05	84,2± 3,24	88,0±1,72	>0,05	>0,05	>0,05
5.	ПОС, л/с	3,08± 0,32	5,21 ±0,42	4,31 ±0,23	<0,001	<0,01	>0,05
6.	МОС25, л/с	3,08± 0,32	4,67± 0,4	4,11 ±0,25	<0,01	<0,05	>0,005
7.	МОС50, л/с	2,23± 0,26	3,24 ±0,26	3,05 ±0,21	<0,001	>0,05	>0,05
8.	МОС75, л/с	1,22± 0,22	1,46 ±0,15	1,27± 0,13	>0,05	>0,05	>0,05
9.	СОС25-75, л/с	2,19± 0,26	2,77± 0,2	2,5± 0,24	>0,05	>0,05	>0,05
10.	ЖЕЛ выд, л	2,51±0,15	3,94±0,17	2,58±0,11	<0,001	>0,05	<0,001
11.	РО вд, л	1,41±0,13	1,95±0,12	1,51±0,09	<0,01	>0,05	<0,01
12.	VT, л	0,7±0,04	0,95±0,1	0,7±0,02	<0,05	>0,05	<0,05
13.	РО выд, л	0,44±0,11	0,66±0,13	0,36±0,12	>0,05	>0,05	>0,05
14.	Е вд, л	2,12±0,15	2,86±0,08	2,21±0,1	<0,001	>0,05	<0,001
15.	VE, л/мин	12,14±0,7	13,93±1,07	12,64±0,7	>0,05	>0,05	>0,05
16.	Твыд/Т вд	1,32±0,03	1,5±0,1	1,46±0,07	>0,05	>0,05	<0,05
17.	ЧД, цикл/мин	17,0±0,85	15,4±0,72	17,7±0,84	>0,05	>0,05	>0,05

Следует обратить внимание на показатели легочной вентиляции, которые у всех обследуемых превышают значения физиологической нормы и находились в пределах 12,0-14,0 л/мин. Очевидно, достаточно высокий уровень вентиляции в этом возрасте следует рассматривать как проявление возрастных структурных и функциональных изменений (9). Однако паттерн дыхания, характеризующий вентиляцию в целом, несколько отличался у женщин с различными вентиляторными способностями. У женщин первой группы паттерн дыхания в большей степени соответствовал брадипноическому типу, при этом величина дыхательного объема на 250 мл превышала значения, зарегистрированные у остальных женщин ( $p < 0,01$ ). Для женщин 2 и 3 группы паттерн дыхания приобретал черты нормопноического, но с достаточно высокими значениями глубины дыхания.

Повышенная легочная вентиляция, как известно, приводит к росту энергетических затрат респираторной мускулатуры и при изменениях VE в пределах 25,0 л/мин на каждый литр вентилируемого воздуха расходуется примерно 0,13 ккал [6]. В этой связи возрастание энерготрат в состоянии покоя отражает нарушение принципа

экономизации функции и может косвенно указывать на снижение резервов и более напряженную работу аппарата дыхания [9]. Очевидно, высокая вентиляторная реактивность в состоянии покоя у женщин пожилого возраста определяется морфологическими изменениями в респираторной структуре легких и может рассматриваться как проявление пульмонологического риска. В тоже время сохранение стабильной легочной вентиляции у обследуемых обеспечивалось реципрокными отношениями между частотой дыхания и дыхательным объемом ( $r=-0,47$ ), нивелирующим таким образом изокапнические колебания паттерна дыхания.

Значительная роль в проявлении вентиляторных способностей отводится показателям ЖЕЛвд, РОвд, РОвыд и Евд. Наиболее низкие значения этих величины были зарегистрированы у женщин второй и третьей группы. Так, ЖЕЛвд в среднем на 37,0%, Ровд на 28,0%, РОвыд на 62,05, ( $p<0,01$ ) были ниже, относительно данных обследуемых первой группы. Выраженное снижение жизненной ёмкости выдоха и ёмкости вдоха можно отнести к рестриктивным ограничениям, приводящим к изменению механики дыхания. В этом случае роль Евд в экскурсии грудной клетки в большей степени переходит к РОвыд. Следует отметить, что РОвд и РОвыд в значительной степени определяются функциональным влиянием, связанным с координацией дыхательного акта. При этом, чем меньше объём резервного выдоха относительно резервного объёма вдоха, тем ниже уровень дыхания. Женщины пожилого возраста характеризовались низким уровнем дыхания, особенно обследуемые 2 и 3 группы. При низком уровне дыхания создаются условия для усиления элиминации метаболического  $CO_2$  через легкие. Кроме того изменения РОвыд могут быть обусловлены изменением эластической тяги легких, которая, в основном, зависит от продукции сурфактанта на респираторную поверхность [7]. Следовательно, у женщин пожилого возраста рестриктивные изменения усиливают влияние гипоксического стимула в регуляции дыхания, проводящего к росту  $VE$ , возникновению дыхательной недостаточности.

Как отмечалось ранее у женщин, пожилого возраста характерным являлось снижение скорости воздушного потока при форсированном выдохе на всех уровнях бронхиальной системы легких. Вместе с тем, выявлены различия в показателях бронхиальной проходимости у обследуемых с различным уровнем вентиляторных способностей (рис.1).

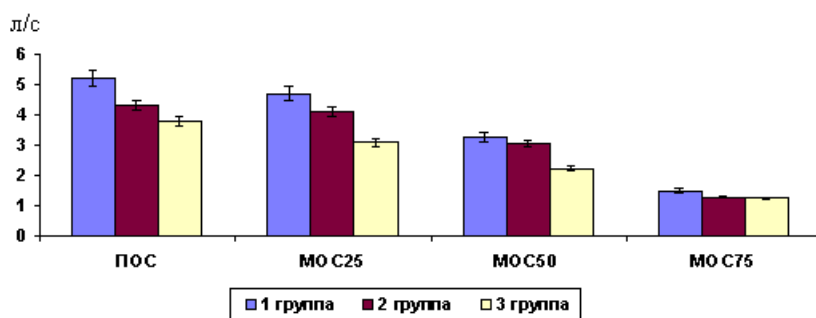


Рис.1 Показатели бронхиальной проходимости у женщин пожилого возраста.

Наиболее низкие значения были зарегистрированы у женщин третьей группы. Так, показатели пиковой объёмной скорости воздушного потока, мгновенной скорости на уровне 25,50 % ЖЕЛ были снижены на 30-40 % относительно данных обследуемых 1 и 2 группы.

Обращает на себя внимание низкие значения МОС75 у всех обследуемых женщин. Очевидно, начальный этап возрастных изменений связан с вовлечением в obstructивный процесс мелких дыхательных путей. В последующем в obstructивный процесс вовлекается и респираторная мускулатура.

Низкие значения ПОС, МОС25 могут свидетельствовать об ограниченных функциональных возможностях экспираторных мышц, лимитирующих скорость воздушного потока в больших и средних бронхах. Следовательно, возрастные изменения охватывают как морфологическую структуру бронхиальной системы легких, так и респираторную мускулатуру. Вместе с тем активность этих изменений у женщин пожилого возраста выражена по-разному.

Значительная информация о состоянии механики дыхания может быть получена при оценке формы кривой зависимости поток-объем максимального вдоха и выдоха. Различают несколько типов петель, характерных для некоторых функциональных состояний механики дыхания. На Рисунке 2 представлены в качестве примера три петли объёмной скорости потока и объёма в процессе максимального вдоха и выдоха, соответствующие вентиляторным способностям в пределах возрастной нормы (А), со сниженными вентиляторными способностями (Б) и значительно сниженными вентиляторными способностями (В).

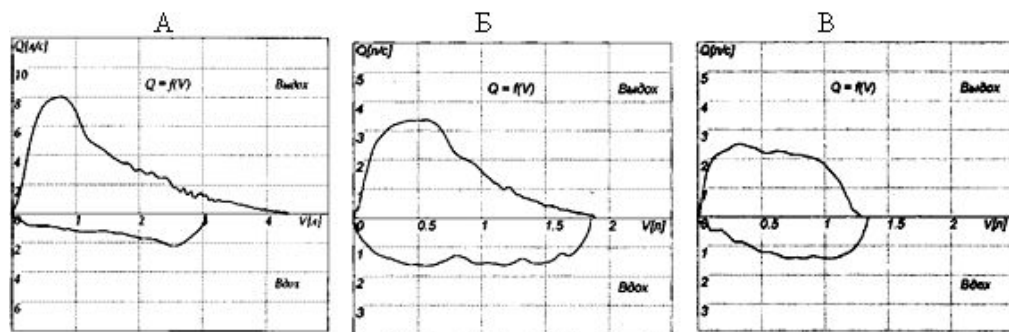


Рис. 2. Кривые зависимости поток-объем максимального вдоха и выдоха у женщин с различным уровнем вентиляторных способностей.

А – норма, Б – незначительно сниженные, В – значительно сниженные.

На графике различают инспираторную часть петли (Вдох) и экспираторную (Выдох). Наибольшей диагностической ценностью обладает экспираторная часть петли, отражающая скорость изменения движения выдыхаемого воздуха в зависимости от объема легких. Как видно из графика, чем меньше объем легких, тем ниже величина потока, которая в ходе выдоха неуклонно снижается. Максимальная экспираторная объёмная скорость потока соответствует вершине

кривой. В дальнейшем у лиц с вентиляторными способностями в пределах нормы наблюдается резкое снижение графика, характеризующее величину развиваемого мышечного усилия. У женщин с ограниченными вентиляторными способностями, в начале экспираторного маневра отмечается уплощение графика, которое наиболее выражено у обследуемых третьей группы. Наличие плато может свидетельствовать о сниженной эластичности легких, недостаточной сократительной способности респираторной мускулатуры, что ограничивает закрытие дыхательных путей. Отмеченные изменения позволяют сделать заключение о вентиляторных нарушениях рестриктивного типа с умеренно выраженной бронхиальной обструкцией (рис. 2 Б.В).

Таким образом, у женщин пожилого возраста выявлены изменения в состоянии механики дыхания, определяющие вентиляторные способности и позволяющие оценить степень пульмонологического риска.

### ВЫВОДЫ

1. Выявлен значительный диапазон изменений показателей механики дыхания у женщин пожилого возраста, характеризующий различные уровни вентиляторных способностей.
2. Отмеченные особенности механики дыхания у женщин пожилого возраста позволяют предположить наличие пульмонологического риска у всех обследуемых, степень которого наиболее выражена у женщин с низкими вентиляторными способностями.
3. Для женщин пожилого возраста характерным является низкий уровень дыхания, способствующий элиминации метаболической углекислоты через легкие. Изменения механики дыхания у женщин связаны с рестриктивными ограничениями и усилением гипоксического стимула в регуляции дыхания, приводящего к гипервентиляции.
4. Зарегистрировано значительное снижение бронхиальной проходимости на уровне мелких бронхов у всех обследуемых. Возможно, начальный этап возрастных изменений связан в первую очередь с вовлечением в обструктивный процесс мелких дыхательных путей.

### Список литературы

1. Вторичная тканевая гипоксия / Под ред. А.З. Колчинской – Наукова Думка Киев – 1983. – 254 с.
2. 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
3. Срапо R.O. The role of reference values in interpreting lung function tests / R.O. Срапо // Eur. Respir.J.-2004. – Vol. 24, № 3. – P.341–342.
4. Гриппи М.А. Патофизиология легких / М.А. Гриппи – М., 1997. – 344 с.
5. Палеев Н.Р. Хронические неспецифические заболевания легких / Палеев Н.Р., Царьков Л.И., Борохов А.И. – М., 1985. – 420 с.
6. Анохин М.П. Спирография у детей / Анохин М.П. – М. Медицина, 2003. – 118 с.
7. Зильбер А.П. Дыхательная недостаточность. Руководство / Зильбер А.П. – М. Медицина – 1989. – 511 с.

8. Агаджанян Н.А. Экологическая физиология человека / Н.А. Агаджанян, А.Г. Марачев, Г.А. Бобков. – М., 1998. – С.279–245.
9. Guenette J.A. Respiratory mechanics during exercise in endurance-trained men and women / J.A. Guenette, J.D. Witt, D.C. McKezie // J. Physiol., June 15, 2007. – 581(3). – P. 1309–1322.
10. Физиология человека / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. – Т.2. – М., 2004. – 567 с.

**Букова А.В. Особливості механіки дихання у жінок похилого віку/ А.В. Букова // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 2. – С. 83-90.**

Проведено дослідження механіки дихання жінок літнього віку. Виявлено різні рівні вентиляторних здібностей. Визначено фактори, що сприяють зміні механіки дихання з віком, що призводять до розвитку пульмонологічного ризику.

**Ключові слова:** жінки похилого віку, механіка дихання, пульмонологічний ризик.

**Bukova A.V. Respiratory mechanics peculiarities in aged women / A.V. Bukova // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No 2. – P. 83-90.**

Study of respiratory mechanics in aged women was performed. Different levels in ventilatory abilities were revealed. Factors promoted aged changes in respiratory mechanics, which lead to high pulmonary risk were determined.

**Keywords:** aged women, respiratory mechanics, pulmonary risk.

*Поступила в редакцію 14.05.2011 г.*