

**Буков Ю.А., Бурбанова О.Н.**

**Показатели механики дыхания в оценке степени пульмонологического риска у женщин пожилого возраста**

*Буков Юрий Александрович, доктор биологических наук, профессор,  
Бурбанова Ольга Николаевна, преподаватель,  
Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь, Украина*

**Аннотация.** В системе дыхания в течение жизни происходят закономерные изменения, связанные с процессами старения. Происходят морфологические и функциональные изменения во всех отделах дыхательной системы, которая одна из первых обнаруживает инволюционные перестройки. Особенно выражен диапазон изменений регистрируемых показателей механики дыхания: дыхательный ритм учащается, возрастает минутный объем дыхания, изменяются соотношения легочной и альвеолярной вентиляции, значительно увеличивается физиологическое мертвое дыхательное пространство и снижается доля альвеолярной вентиляции в структуре минутного объема дыхания. Такая ситуация способствует активному развитию застойных процессов в бронхах. Проведенные исследования механики дыхания позволили выявить диапазон этих изменений регистрируемых показателей 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 (с вентиляторными способностями в пределах возрастной нормы, с умеренно сниженными и с резко сниженными вентиляторными способностями). В ходе исследования отмеченные особенности механики дыхания позволили предположить наличие пульмонологического риска у всех обследуемых, степень которого наиболее выражена у женщин с низкими вентиляторными способностями. Следует обратить внимание на показатели легочной вентиляции, которые у всех обследуемых превышали значения физиологической нормы. Очевидно, достаточно высокий уровень вентиляции в этом возрасте следует рассматривать как проявление возрастных структурных и функциональных изменений. 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. Для женщин 2 и 3 группы паттерн дыхания приобретал черты нормопноического, но с достаточно высокими значениями глубины дыхания. Выявленная высокая вентиляторная реактивность определяется морфологическими изменениями в респираторной структуре легких и так же может рассматриваться как проявление пульмонологического риска.

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

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 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. 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 к резкому падению приспособительных возможностей организма пожилого человека 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 возраста [2]. При этом никто не подвергает сомнению то, что состояние пульмонологического риска можно определить только с помощью исследования системы внешнего дыхания. В связи с этим целью работы явилось выявление особенностей механики дыхания у женщин пожилого возраста, как фактора пульмонологического риска.

**Материалы и методы исследования.** Было обследовано 45 женщин в возрасте 65-75 лет. Механика дыхания изучалась при помощи прибора «Спиро-Тест РС» с компьютерной обработкой регистрируемых показателей. При этом фиксировали следующие функциональные показатели: объем легочной вентиляции (VE, л/мин), дыхательный объем (VT, мл), частоту дыхательных движений (f, цикл/мин), ЖЕЛ вдоха (ЖЕЛвд, л), форсированную ЖЕЛ (ФЖЕЛ, л), объем форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ 1, л), пиковую объемную скорость (ПОС, л/с), мгновенную объемную скорость на уровне 25, 50, 75 % ЖЕЛ (МОС 25, МОС 50, МОС 75, л/с), среднюю объемную скорость на уровне 25-75 % ЖЕЛ (СОС25-75, л/с), среднюю объемную скорость на уровне 75-85 % ЖЕЛ (СОС 75-85, л/с), ЖЕЛ выхода (ЖЕЛвд, л), резервный объем вдоха (Ровд, мл), резервный объем выдоха (Ровд, мл), отношение времени выдоха ко времени вдоха (Твд/Твд), ёмкость вдоха (Евд, л). Оценивали уровень дыхания (УД, отн.ед) по соотношению

Ровд/Ровд, проводили пробу Тифно-Вотчала (ОФВ1/ЖЕЛвд, %).

Математическая обработка результатов проводилась с использованием программы STATISTICA V.6.0. Для оценки достоверности отличий использовали t-критерий Стьюдента. С целью выявления взаимосвязей между параметрами применяли многофакторный корреляционный анализ.

**Результаты и их 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 обследуемых групп (X±Sx)**

Показатели	1 группа		2 группа		3 группа	
	X±Sx	%Дз	X±Sx	%Дз	X±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 превышавшие 75,0% должных величин, (p<0,05). Женщины 2 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 3 группы. Наряду с резким ограничением возможностей для осуществления фазы вдоха у них отмечались изменения в показателях механических свойств аппарата вентиляции, что нашло 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 про-

цессами эмфизированных изменений [5]. 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 obstructивный процесс в первую очередь [6].

Таким образом, выявленные особенности механики дыхания позволяют предположить наличие пульмонологического риска у всех обследуемых, степень которого наиболее выражена в 3 группе.

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

Таблица 2.

**Показатели механики дыхания с различным уровнем вентиляторных способностей (X±Sx)**

Показатели	Группы испытуемых			Достоверность различий		
	1 группа	2 группа	3 группа	P1-P2	P1-P3	P2-P3
ЖЕЛ вд., л	1,65±0,1	2,78±0,05	2,08±0,03	<0,001	<0,001	<0,001
ФЖЕЛ, л	1,96±0,08	2,93±0,14	2,34±0,07	<0,001	<0,001	<0,001
ОФВ1, л	1,7±0,1	2,47±0,13	2,06±0,008	<0,001	<0,05	<0,05
ОФВ1/ФЖЕЛ %	86,23±3,05	84,2±3,24	88,0±1,72	>0,05	>0,05	>0,05
ПОС, л/с	3,08±0,32	5,21±0,42	4,31±0,23	<0,001	<0,01	>0,05
МОС25, л/с	3,08±0,32	4,67±0,4	4,11±0,25	<0,01	<0,05	>0,005
МОС50, л/с	2,23±0,26	3,24±0,26	3,05±0,21	<0,001	>0,05	>0,05
МОС75, л/с	1,22±0,22	1,46±0,15	1,27±0,13	>0,05	>0,05	>0,05
СОС25-75, л/с	2,19±0,26	2,77±0,2	2,5±0,24	>0,05	>0,05	>0,05
ЖЕЛ выд, л	2,51±0,15	3,94±0,17	2,58±0,11	<0,001	>0,05	<0,001
РО вд, л	1,41±0,13	1,95±0,12	1,51±0,09	<0,01	>0,05	<0,01
VT, л	0,7±0,04	0,95±0,1	0,7±0,02	<0,05	>0,05	<0,05
РО выд, л	0,44±0,11	0,66±0,13	0,36±0,12	>0,05	>0,05	>0,05
Е вд, л	2,12±0,15	2,86±0,08	2,21±0,1	<0,001	>0,05	<0,001
VE, л/мин	12,14±0,7	13,93±1,07	12,64±0,7	>0,05	>0,05	>0,05
Твд/Т вд	1,32±0,03	1,5±0,1	1,46±0,07	>0,05	>0,05	<0,05
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 превышали 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 [2, 4]. Однако паттерн дыхания, характеризующий вентиляцию в целом, несколько отличался у женщин с различными вентиляторными способностями. У женщин 1 группы паттерн дыхания в большей степени соответствовал брадипноическому типу, при этом величина дыхательного объема на 250 мл превышала значения 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 [5]. В этой связи возрастание энерготрат в состоянии покоя отражает нару-

шение принципа экономизации функции и может косвенно указывать на снижение резервов и более напряженную работу аппарата дыхания [3]. Очевидно, высокая вентиляторная реактивность в пожилом возрасте 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 2 и 3 группы. Так, ЖЕЛвд в среднем на 37,0%, РОвд на 28,0%, РОвыд на 62,05, ( $p<0,01$ ) были ниже, относительно данных обследуемых 1 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. Так, чем меньше объём резервного выдоха относительно резервного объёма вдоха, тем ниже уровень дыхания. Все группы характеризовались низким уровнем дыхания, особенно обследуемые 2 и 3 группы. При этом создаются условия для усиления элиминации метаболического CO<sub>2</sub> через легкие. Кроме того изменения РОвыд могут быть обусловлены изменением эластической тяги легких, которая, в основном, зависит от продукции сурфактанта на респираторную поверхность [2, 3]. Следовательно, у женщин пожилого возраста рестриктивные изменения усиливают влияние гипоксического стимула в регуляции дыхания, проводящего к росту VE, возникновению дыхательной недостаточности.

Как отмечалось, в обследуемых группах 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).

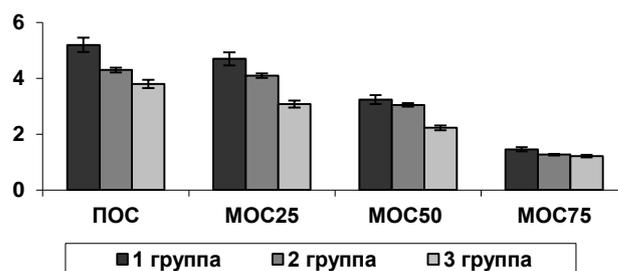


Рис.1 Показатели бронхиальной проходимости у женщин пожилого возраста

Наиболее низкие значения были зарегистрированы у женщин 3 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. Очевидно, начальный этап возрастных изменений связан с вовлечением в обструктивный процесс мелких дыхательных путей. Далее в деструктивный 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.

Значительная информация о состоянии механики дыхания может быть получена при оценке формы кривой зависимости поток-объём 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).

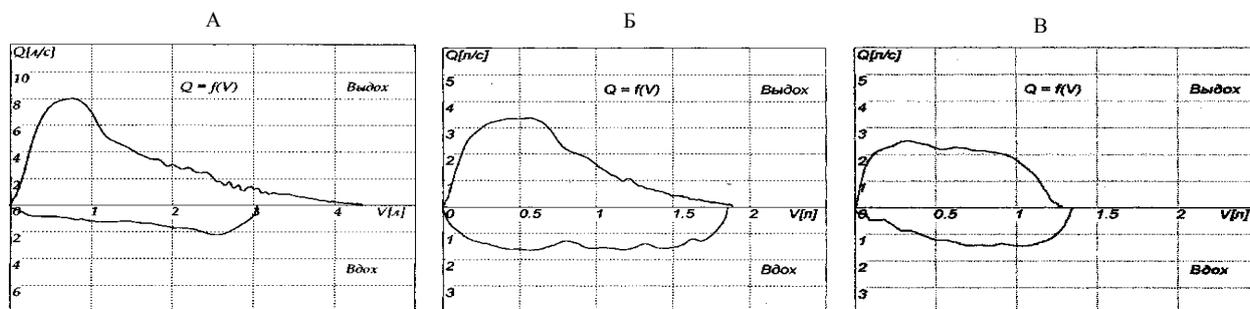


Рис. 2. Кривые зависимости поток-объём максимального вдоха и выдоха у женщин с различным уровнем вентиляторных способностей

На графике различают инспираторную часть петли (вдох) и экспираторную (выдох). Большой диагностической

ценностью обладает экспираторная часть петли, отражающая скорость изменения движения выды-

хаемого 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 объемная скорость потока соответствует вершине кривой. У лиц с вентиляторными способностями в пределах нормы наблюдается резкое снижение графика, характеризующий величину развиваемого мышечного усилия. У женщин с ограниченными вентиляторными способностями, в начале экспираторного маневра отмечается уплощение графика, которое наиболее выражено у обследуемых 3 группы. Наличие плато может свидетельствовать о сниженной эластичности легких, недостаточной сократительной способности респираторной мускулатуры. Отмеченные изменения позволяют сделать заключение о вентиляторных нарушениях рестриктивного типа с умеренно выраженной бронхиальной обструкцией (рис. Б.В).

#### ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Агаджанян Н.А. Экологическая физиология человека // М., 1998. – С.279-245.  
*Agadzhanian N.A. Ekologicheskay fiziologiyi cheloveka // M., 1998. – s.279-245.*
2. Гриппи М.А. Патофизиология легких // М., 1997. 344 с.  
*Grippu M.A. Pathophysiology legkih // M. 1997. 344 s.*
3. Палеев Н.Р. Хронические неспецифические заболевания легких // М., 1985. 420 с.  
*Paleev N.R. Hronicheskie nespecificheskie zabolevaniy legkih // M., 1985. 420 s.*
4. Crapo R.O. The role of reference values in interpreting lung function tests // *Eur. Respir.J.*- 2004. – Vol. 24. - № 3.- P.341-342.
5. Guenette J.A., Witt J.D.,McKezie D.C. Respiratory mechanics during exercise in endurance-trained men and women. *J. Physiol.*, June 15, 2007.- 581(3). – p.1309-1322.
6. Simonova O., Kapranov N., Vasiliev D. PWC-170 test from Russian CF children //*European Respiratory Journal*, V. 16, Supp. 31, August 2000, 122s, P 910.

**Bukov Y.A., Burbanova O.N.**

#### **Performance evaluation of respiratory mechanics in pulmonological degree of risk in older women**

**Abstract.** The respiratory system undergoes regular changes in the aging process of life. There have morphological and functional changes in all parts of the respiratory system. Especially expressed considerable range of changes recorded in indices mechanics of breathing: breathing rhythm quickens, increased minute ventilation to vary the ratio between the lung and alveolar ventilation, significantly increased respiratory physiological dead space and reduced the proportion of the alveolar ventilation in the structure of the minute volume of respiration. This situation contributes to their stagnant processes in the bronchi. The studies of mechanics of breathing and ventilatory function in elderly women revealed various levels of ventilatory capacity. In this regard, in order to identify patterns that define a certain level of ventilatory capacity, all the women were divided into three groups: surveyed with ventilatory abilities within the age norm, with moderately reduced and with sharply reduced ventilatory abilities. The study noted features of respiratory mechanics suggest a pulmonary risk in all subjects, the extent of which is most pronounced in women with low ventilatory capacity. In the parameters of pulmonary ventilation all subjects exceeded the value of the physiological norm. Important is the role in the manifestation of which is given indicators of expiratory vital capacity, inspiratory reserve volume, expiratory reserve volume and inspiratory volume. As is known, increased pulmonary ventilation, resulted in increased energy expenditure of respiratory muscles. In this context the increase in resting energy expenditure reflects the violation of the principle of economizing function and may indirectly indicate a decrease in reserves and more effort of the bronchi. Obviously, identified ventilation high reactivity at rest in elderly women is determined by morphological changes in the lungs and the respiratory structure can also be seen in a manifestation of pulmonary risk. At the same time maintaining a stable pulmonary ventilation was provided in the surveyed reciprocal relationship between respiratory rate and tidal volume, thus, leveling the isocapnic fluctuation pattern of breathing. Important to note indicators of pulmonary ventilation, which in all subjects exceeded the value of the physiological norm. Obviously, a sufficiently high level of ventilation at this age should be regarded as the manifestation of age structural and functional changes. However, breathing pattern characterizing ventilation in general is somewhat different in women with different ventilatory capacity. Women are the first group match the type of breathing pattern - bradypnea. In women of the second and third groups breathing pattern is of the normopnoea type, but with high values of depth of breathing. Also identified features of the mechanics of breathing and the factors contributing to its change, lead to the development of pulmonary risk.

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