

УДК 612.211-055.2-053.02

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВЗАИМОСВЯЗИ В ОЦЕНКЕ ВОЗРАСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕХАНИКИ ДЫХАНИЯ И ГАЗОВОГО ГОМЕОСТАЗА ЖЕНЩИН

Буков Ю.А., Бурбанова О.Н.

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

Проведены исследования механики дыхания и газового гомеостаза женщин различных групп. Выявлены возрастные особенности и их функциональные взаимосвязи.

Ключевые слова: женщины возрастных групп, механика дыхания, газовый гомеостаз.

ВВЕДЕНИЕ

Выявление возрастных особенностей развития функциональных систем организма человека, представляется актуальной проблемой физиологии. С позиций теории функциональных систем нормальное состояние человека может быть определено как слаженное взаимодействие функциональных систем различного уровня организации в их иерархических, мультипараметрических и временных соотношениях по горизонтали и вертикали, обеспечивающие оптимальный для жизнедеятельности организма гомеостаз и адаптацию условиям среды обитания [1]. В свою очередь поддержание определённого уровня гомеостаза в соответствии с возрастными энергетическими потребностями организма в значительной степени определяется адекватными приспособительными изменениями структуры легких и функций системы внешнего дыхания. Органам дыхания принадлежит особая роль по обеспечению кислородного режима организма, регуляции окислительно-восстановительных процессов и обеспечении кислотно-основного баланса. Как правило, возрастные морфологические и функциональные изменения, нарушения обменных процессов, снижение адаптационных возможностей стареющего организма способствуют возникновению эндогенных предпосылок к развитию дисфункционального дыхания [2]. В этой связи, очевидно, существует возможность использования показателей системы внешнего дыхания в качестве критериев, позволяющих определять темпы старения человека [1, 2]. К числу наиболее ранних возрастных изменений относятся нарушения вентиляционной функции, определяемые, в первую очередь, механическими свойствами аппарата дыхания и уменьшением просвета бронхов. Снижающиеся вентиляционные способности в свою очередь существенно изменяют кинетику респираторных газов, что может найти свое отражение в формировании гипоксических или гиперканических

состояний [2, 3]. Очевидно, возрастные изменения системы внешнего дыхания развиваются в результате специфических морфофункциональных сдвигов параметров респираторного аппарата и нарушений структурно-функциональных взаимосвязей, что в итоге приводит к резкому ограничению приспособительных возможностей стареющего организма. Выявление взаимосвязей между показателями механики дыхания и параметрами газообмена позволит определить возрастную направленность и степень выраженности функциональных изменений, определяющих роль механики дыхания в обеспечении газового гомеостаза организма [4, 5].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Было обследовано 80 женщин в четырех возрастных группах. Первую группу составили молодые женщины в возрасте 20-30 лет, вторую - женщины зрелого возраста (31-45 лет), третья группа состояла из женщин среднего возраста (46-60 лет) и в четвертую группу были включены женщины пожилого возраста (61-75 лет). Функциональное состояние респираторной системы изучали методом пневмотахометрии с использованием 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), 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 (ЖЕЛвыд, л), резервный объем вдоха (РОВд, мл), резервный объем выдоха (РОВыд, мл),). Оценивали уровень дыхания (УД, отн.ед) по соотношению РОВыд/РОВд.

Фракционное содержание кислорода и углекислого газа в пробах выдыхаемого и альвеолярного (FEO₂, FECO₂, FAO₂, FACO₂, об.%) воздуха определяли с использованием газоанализаторов ПГА-КМ и ПГ-ДУМ. В дальнейшем рассчитывали скорость потребления кислорода (VO₂, мл/мин) и выделения углекислого газа (VCO₂, мл/мин), вентиляционный эквивалент по кислороду (ВЭО₂, отн.ед), дыхательный коэффициент (R, отн.ед.) Объемные показатели приведены к условиям ВTPS, а показатели газообмена к альвеолярным. Исследования проводились в условиях относительного покоя. Результаты обрабатывались статистически с использованием t-критерия Стьюдента и корреляционного анализа. Для корреляционного анализа использовались только фактические значения регистрируемых параметров.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования вентиляционной функции системы внешнего дыхания и показателей механики респираторного аппарата свидетельствуют о значительных изменениях регистрируемых показателей по мере увеличения возраста женщин (Таблица 1).

Таблица 1.

Показатели механики дыхания обследуемых женщин различных возрастных групп (X+Sx)

Показатели	20-30 лет	31-45лет	46-60 лет	61-75лет
ЖЕЛ (л)	3,58±0,09	3,88±0,12	3,19±0,09*	2,14±0,1***
Ровд (л)	1,89±0,08	2,11±0,1	2,2±0,09	1,5±0,14
Ровыд/Ровд. резерв дых.	0,65±0,02	0,7±0,05	0,51±0,05	0,3±0,05***
Ровыд (л)	1,19±0,09	1,41±0,09	1,07±0,1	0,3±0,11***
ПОС (л/с)	5,82±0,23	6,1±0,24	5,18±0,31*	4,21±0,25***
МОС25 (л/с)	5,64±0,2	5,34±0,26	4,71±0,25**	3,69±0,29***
МОС50 (л/с)	4,33±0,16	4,18±0,26	3,47±0,25*	2,83±0,23***
МОС75 (л/с)	2,21±0,16	1,91±0,18	1,69±0,16**	1,36±0,17***
СОС25/75 (л/с)	3,63±0,26	3,23±0,24	2,97±0,2*	2,49±0,23***
СОС75/85 (л/с)	1,86±0,18	1,66±0,16	1,32±0,19*	1,16±0,18***

*- достоверность различий представлена относительно группы женщин молодого возраста: * p< 0,05; ** p< 0,01; *** p< 0,001.

Так, наиболее высокими вентиляционными способностями обладали девушки и женщины зрелого возраста. Показатели функциональных резервов в большей части находились в диапазоне 95-110 % относительно должных значений. Жизненная ёмкость легких как интегральный параметр, отражающий адаптационные возможности респираторной системы, составлял в среднем 3,5-4,0 литра. Возможности для осуществления вентиляционной функции определялись увеличением Ровд в среднем до 2,0 л и Ровыд в пределах 1,19-1,41 литра. Для женщин этих возрастных групп характерен также относительно низкий уровень дыхания, определяемый отношением Ровыд/Ровд, которое составляло 0,65-0,70 отн.ед., что способствовало созданию условия для повышения альвеолярной вентиляции. Значительное влияние на вентиляционные возможности оказывали показатели скорости воздушного потока в бронхах различного калибра. Исследования объёмно-скоростных параметров форсированного выдоха позволили оценить функциональное состояние бронхолегочной системы и сократительные способности респираторной мускулатуры. Показатели пиковой объёмной скорости и МОС 25, зависящие в первую очередь от сократительных способностей инспираторных и экспираторных мышц, а также эластичности лёгочной ткани и подвижности реберно-позвоночных сочленений, обеспечивали увеличение общей респираторной поверхности за счет мобилизации ацинусов. На уровне средних и мелких бронхов объёмно-скоростные характеристики бронхиальной проходимости находились в пределах должных значений [6].

При обследовании женщин среднего возраста отмечено снижение ряда вентиляционных показателей и объёмно-скоростных характеристик форсированной

экспирации. К числу таких изменений следует отнести уменьшение ЖЕЛ главным образом за счет снижения $Р_{O_{вд}}$. При этом отмечалось формирование низкого уровня дыхания. Показатель $Р_{O_{вд}}/Р_{O_{вд}}$ составлял в среднем $0,51 \pm 0,05$ отн.ед., что может являться свидетельством усиления процессов элиминации метаболической углекислоты из альвеолярного пространства. Снижающиеся с возрастом функциональные резервы системы внешнего дыхания связаны также с ограничением объёмно-скоростных характеристик воздушного потока в бронхах всех уровней. Так, уменьшение значений ПОС на 15,0%, ($p < 0,05$), МОС 25 на 17,0 %, ($p < 0,05$) относительно девушек в большей части связано с потерей сократительной способности респираторной мускулатуры и ограничением подвижности грудной клетки у женщин этой возрастной группы. Однако более существенные изменения в показателях бронхиальной проходимости были отмечены на уровнях средних и малых бронхов. Падение значений МОС50 на 20,0 %, ($p < 0,05$), МОС 75 на 23,0 %, ($p < 0,01$), СОС 75/85 на 30,0 %, ($p < 0,01$) относительно молодых обследуемым может быть проявлением рестриктивных изменений в бронхах, уменьшения их диаметра и эластичности стенок.

Анализ показателей механики респираторного аппарата женщин пожилого возраста показывает, что инволюционные процессы в системе внешнего дыхания были наиболее выражены в этой возрастной группе. Резкое ограничение вентиляционных способностей связано с уменьшением ЖЕЛ примерно на 40,0% относительно женщин молодого возраста, ($p < 0,01$) в значительной степени за счёт резкого падения $Р_{O_{вд}}$, значения которого не превышали $0,30 \pm 0,05$ л, ($p < 0,01$). Перераспределение составляющих ЖЕЛ в сторону увеличения роли $Р_{O_{вд}}$ в активизации вентиляционной функции может свидетельствовать о перестройке структуры дыхательного цикла в сторону усиления значения инспираторной активности в формировании необходимого уровня лёгочной вентиляции. Приспособительное значение в этой ситуации может иметь снижение рефлекса Геринга-Брейера, ослабление афферентной импульсации с лёгких. Обратная информация с рецепторного аппарата лёгких обычно ограничивает амплитуду дыхательных движений. Вот почему снижение рефлекса Геринга-Брейера, обратной афферентации с лёгких к старости ослабляет демпфирующее значение этого механизма саморегуляции и способствует поддержанию амплитуды дыхательных движений в условиях ограничения их множеством структурных сдвигов [7, 8]. Выраженные изменения выявлены также в показателях бронхиальной проводимости. Снижение значений ПОС на 28,0%, ($p < 0,01$), МОС 25 на 35,0%, ($p < 0,01$), относительно женщин молодого возраст, можно связать с усилением инволюционных процессов в респираторных мышцах, приводящих к ослаблению их сократительной способности. Кроме того возрастные изменения приводят к уменьшению диаметра бронхов, что в свою очередь способствует снижению объёмно-скоростных показателей воздушного потока. Наиболее существенные изменения в показателях бронхиальной проводимости были зафиксированы на уровне МОС75, СОС 25/75, СОС 75/85, снижение которых в среднем до 40,0%, ($p < 0,001$) можно связать с изменением тонуса мелких бронхов и общей площади

поперечного сечения дыхательных путей, которые вовлекаются в обструктивный процесс в первую очередь [3].

Таким образом, выявленные возрастные особенности механики респираторного аппарата женщин оказывали существенное влияние на вентиляционную функцию и кислородный режим организма в целом.

Процессы газообмена в лёгких и газовый гомеостаз организма женщин также были подвержены существенным возрастным изменениям (Таблица 2).

Таблица 2.
Показатели газообменной функции системы внешнего дыхания обследуемых женщин различных возрастных групп (X+Sx)

Показатели	20-30 лет	31-45лет	46-60 лет	61-75лет
VT (мл)	620,02±34,12	570,01±30,21	529,87±28,96**	430,08±29,7***
F (цкл/мин)	17,2 ± 0,50	18,10±0,86	17,34±0,79	18,98±0,80
VE (л/мин)	10,58 ± 0,58	10,26±0,27	8,70±0,39**	7,81±0,39***
VO2 (мл/мин)	386,97±20,32	365,98±15,12	270,02±16,1***	217,36±19,12
VCO2 (мл/мин)	300,81±17,11	296,22±16,56	221,11±19,23**	182,85±18,37***
ВЭ отн.ед.	27,49 ±0,90	28,19±1,00	32,37±0,90*	36,00±0,7***
ДК отн.ед.	0,78±0,02	0,81±0,01	0,82±0,02	0,84±0,02***
РАСО2 (мм рт ст)	27,75±0,54	26,85±0,60	26,01±0,51	25,11±1,2*
РАО2 (мм рт ст)	113,60±1,27	114,88±1,54	116,14±3,5	118,11±3,7**
РЕСО2 (мм рт ст)	20,25±0,91	20,61±2,10	17,92±1,38	16,70±1,3**
РЕО2 (мм рт ст)	122,95±2,90	123,64±3,65	127,20±4,5	132,22±3,20*

*- достоверность различий представлена относительно группы женщин молодого возраста: * p< 0,05; ** p< 0,01; *** p< 0,001.

Этапное снижение объёма лёгочной вентиляции с 10,58±0,58 л/мин у молодых женщин до 7,81±0,39 л/мин у женщин пожилого возраста, (p<0,001) определялось перестройкой паттерна дыхания и усилением доли частотной компоненты в реализации вентиляционной функции. Зарегистрирована возрастная динамика снижения обменных процессов и перераспределение основных источников энергообразования. В первую очередь это касалось уровня основного обмена. У женщин пожилого возраста в состоянии относительного покоя значения VO2 уменьшились более чем на 40,0%, (p<0,001), а скорость выделения CO2 упала на 39,0 %, (p<0,001) по отношению к группе молодых женщин. Снижение роли аэробного звена в энергообеспечении с возрастом способствовало усилению роли гликолитического фосфорилирования в энергетическом балансе организма, что нашло своё отражение в возрастной динамике увеличения дыхательного коэффициента. Так, у молодых женщин отношение VCO2/VO2 не превышало значений 0,78±0,02 отн.ед., свидетельствуя о высокой эффективности

метаболических процессов. В дальнейшем с возрастом этот показатель неуклонно увеличивался и в группе женщин пожилого возраста достиг значений $0,84 \pm 0,02$ отн.ед., ($p < 0,001$). На фоне изменения энергетического баланса организма отмечалась возрастная динамика снижения эффективности легочной вентиляции, падение которой в пожилом возрасте составило более 30,0 %, ($p < 0,001$). Изменения условий газообмена в лёгких сопровождалось коррекцией газового гомеостаза организма. Состав выдыхаемого и альвеолярного воздуха с возрастом изменялся однонаправлено: $p\text{CO}_2$ снижалось, а $p\text{O}_2$ увеличивалось. Так, напряжение CO_2 в альвеолах лёгких у пожилых женщин уменьшилось примерно на 10,0 % ($p < 0,05$), тогда как в пробах выдыхаемого воздуха на 17,5 %, ($p < 0,05$). При этом значения PEO_2 повысились до $132,21 \pm 3,3$ мм рт.ст., ($p < 0,05$), а в альвеолах лёгких парциальное давление кислорода оставалось стабильным.

Поддержание нормального уровня напряжения кислорода в альвеолярном газе очевидно связано с учащением дыхания, замедлением кровотока в капиллярах, повышением чувствительности хеморецепторов к CO_2 и ослаблением импульсации с механорецепторов [9, 8]. Однако эти компенсаторные изменения не обеспечивали оптимальный газовый гомеостаз организма.

Поскольку выявленные возрастные особенности затрагивают не только морфологические изменения в респираторном аппарате, но и связаны с перестройкой механизмов регуляции газового гомеостаза, то оценка взаимосвязей между параметрами механики дыхания и газового состава воздушной среды организма позволит определить функциональную направленность возрастных изменений в структуре системы регуляции кислородного режима организма. С этой целью были рассчитаны парные коэффициенты корреляции между фактическими показателями механики дыхания и газового состава выдыхаемого и альвеолярного воздуха (Таблица 3).

Женщины молодого возраста обладали наиболее эффективными механизмами гомеостатического регулирования. Для них характерным являлось наибольшее число корреляционных связей между показателями механики респираторного аппарата и газового гомеостаза, что можно связать с наличием достаточного числа степеней свободы для выбора наиболее оптимального уровня приспособительного эффекта. Преобладание обратной отрицательной корреляционной зависимости между исследуемыми параметрами свидетельствовало об оптимизации гомеостатических эффектов, связанных с участием эффекторов, реализация функциональных резервов которых определяется исключительно их исходным морфофункциональным состоянием [10]. Так, напряжение CO_2 в альвеолах лёгких и в выдыхаемом воздухе тесным образом связано с показателями бронхиальной проводимости на уровне средних, мелких бронхов и бронхиол, где скорость воздушного потока определяется только эластичностью бронхиальной стенки и не зависит от сократительных способностей респираторной мускулатуры. Напряжение кислорода в альвеолярном пространстве связано с показателями Rovd , и $\text{PO}_{\text{выд}}$, соотношение которых характеризует уровень альвеолярной вентиляции, который, в свою очередь, непосредственно влияет на кислородный режим организма.

Таблица 3.

Корреляционные связи изучаемых показателей у женщин различных возрастных групп

Показатели	20-30 лет	31-45лет	46-60 лет	61-75лет
VE- PECO2		0,51		
VT- PAO2			-0,49	
ПОС-РАO2		0,62		
ПОС-РАСО2				0,50
МОС25-РАO2		0,50		
МОС25-РЕСО2				-0,48
МОС50-РЕСО2				
МОС75-РЕСО2	-,061			
МОС75-РАСО2	0,46			
СОС25/75-РАСО2	0,48			
СОС25/75- PАСO2	-0,61		0,62	
СОС 75/85-РЕСО2		0,48		
ЖЕЛ-РАСО2	0,57		0,50	-0,47
ЖЕЛ-РЕСО2				0,74
Ровд-РАO2	-0,56			
Ровд-РЕСО2				0,65
Ровыд-РАСО2		0,49		
Ровыд-РАO2	0,50			

У женщин второй группы наряду с уменьшением количества корреляционных связей полностью исчезают обратные отрицательные корреляции между показателями механики дыхания и напряжением респираторных газов. Очевидно, гомеостатическое регулирование в этой возрастной группе связано, в первую очередь, с вовлечением в процесс функциональных резервов бронхолёгочной системы, что сопряжено с дополнительными энергетическими тратами.

Женщины среднего возраста обладали наименьшими возможностями включения параметров механики дыхания в процессы гомеостатического регулирования. Уровень рO2 в альвеолах лёгких определялся у них величиной дыхательного объёма, а наличие высокой корреляционной связи PАСO2 с показателями СОС25/75 и ЖЕЛ свидетельствует о повышении роли респираторной мускулатуры в реализации приспособительного эффекта.

В пожилом возрасте отмечено увеличение числа корреляционных связей между показателями механики дыхательного аппарата и парциальным давлением респираторных газов по сравнению с женщинами среднего возраста. При этом направленность корреляционных взаимосвязей в первую очередь была связана с кинетикой углекислоты и в меньшей степени с регуляцией рO2 в организме. Как было отмечено ранее для женщин этой возрастной группы, вследствие возрастных изменений в бронхо-лёгочной системе, характерным являлось формирование крайне низкого уровня дыхания, способствующего вымыванию метаболической

углекислоты, что в свою очередь приводило к гипокапнии. В силу того, что $PO_{вд}$ с возрастом резко снижается, то в какой-то степени регуляция уровня CO_2 переходит $PO_{вд}$. Вместе тем сохранение достаточно высокой способности к инспирации обеспечивала приемлемый уровень альвеолярной вентиляции, способствующий переносу кислорода из альвеолярного газа в кровь легочных капилляров [4]. В связи со снижением проводимости бронхов и сократительной способности дыхательной мускулатуры особое значение в регуляции уровня CO_2 отводится использованию функциональных резервов аппарата дыхания.

Таким образом, возрастные изменения в респираторном аппарате приводят к перестройке процессов газообмена в лёгких, что проявлялось нарушением баланса углекислоты в организме, связанного с изменением условий гомеостатического регулирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Выявленные возрастные изменения в состоянии механики дыхания определялись снижением вентиляционных показателей и объёмно-скоростных характеристик форсированного выдоха. По мере увеличения возраста обследуемых женщин ограничение вентиляционных способностей было связано с проявлением рестриктивных изменений в бронхах, перестройкой структуры дыхательного цикла, падением сократительных способностей респираторной мускулатуры.
2. Отмечена возрастная динамика снижения уровня основного обмена, усиление роли гликолитических процессов в энергетическом балансе организма женщин по мере старения. Возрастное снижение эффективности дыхания сопровождалось коррекцией газового гомеостаза, связанной, в первую очередь, с кинетикой углекислоты в организме.
3. На основании данных корреляционного анализа определено, что наиболее эффективными механизмами гомеостатического регулирования газового гомеостаза обладали молодые женщины. С возрастом обеспечение оптимальных значений газообмена сопровождалось включением функциональных резервов в механизмы регуляции. У пожилых женщин ослабление вентиляционной функции и бронхиальной проводимости сопровождалось усилением роли инспирации в регуляции кислородного режима организма.

Список литературы

1. Коркушко О.В., Чеботарев Д.Ф., Чеботарев Н.Д. Возрастные изменения дыхательной системы при старении и их роль в развитии бронхо-легочной патологии / О.В. Коркушко, Д.Ф. Чеботарев, Н.Д.Чеботарев // Укращський пульмонологічний журнал.- 2005.- №3. - С. 35-41.
2. Белозерова Л.М. Метод определения биологического возраста по спирометрии / Белозерова Л.М., Одегова Т.В. // Киническая геронтология . 2006.. №3. С. 53-56.
3. Анохин, П.К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем / П.К. Анохин — М.: Наука, 1971. — 61 с.
4. Ройтберг, Г.Е. Система органов дыхания / Г.Е. Ройтберг, А.В. Струтын- ский - М.: Бинум-пресс, 2005. - 464 с.
5. Richter, D.W. Cardiorespiratory control / D.W. Richter, K.M. Spyer // Central regulation of autonomic functions. - New York: Oxford Univ. Press, 1990. -P. 189-207.

6. Гельфгат, Е.Б. Изменения гемодинамики при изометрической нагрузке у здоровых людей / Е.Б. Гельфгат, Ю.Н. Беленков, О.Ю. Атьков // Кардиология. - 1984. - №3. - С. 52-56.
7. Vovk S. Efecto acumulativo de cargas de treino e o intervalo recuperativo / Vovk S. Desportivo. - 1998. - Vol. 3. - № 1. - p. 61 - 63.
8. Simonova O. PWC-170 test from Russian CF children / Simonova O., Kapranov N., Vasiliev D. European Respiratory Journal, V. 16, Supp. 31, August 2000, 122s, P 910.
9. Судаков, К.В. Физиология. Основы и функциональные системы: Курс лекций / К.В. Судаков. - М.: Медицина, 2000. - 784 с.
10. Солодков, А.С. Физиологические основы адаптации к физическим нагрузкам / А.С. Солодков // Теория и практика физической культуры. - 1990.-№6.-С. 10-16.

Буков Ю.О. Функціональні взаємозв'язки в оцінці вікових особливостей механіки дихання і газового гомеостазу жінок // Ю.О. Буков, О.М. Бурбанова // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2013. – Т. 26 (65), № 3. – С. 35-44.

Проведено дослідження механіки дихання і газового гомеостазу жінок різних груп. Виявлено вікові особливості та їх функціональні взаємозв'язки.

Ключові слова: жінки вікових груп, механіка дихання, газовий гомеостаз.

FUNCTION RELATIONSHIPS IN THE ASSESSMENT OF AGE-RESPIRATORY MECHANICS AND GAS HOMEOSTASIS WOMEN

Bukov Y.A., Burbanova O.N.

Taurida National V.I. Vernadsky University, Simferopol, Crimea, Ukraine

E-mail: tnu-fr@rambler.ru

An emerging problem in physiology is the identification of physiological age-specific features of the functional systems of the body. The respiratory system has the special role of regimenting the body's oxygen intake, regulation of redox processes and ensuring the acid-base balance. Typically age morphological and functional changes, metabolic disorders and reduced adaptive capacity of the aging of the body contribute to the emergence of endogenous prerequisites for the development of dysfunctional breathing. In this regard, there is the possibility of using indicators of external respiration as criteria to determine the pace of human aging.

We examined 80 women in four age groups. The functional state of the respiratory system was studied by pneumotachometry with computer analysis of the performance levels. The fractional content of oxygen and carbon dioxide in samples of exhaled and alveolar (FEO₂, FECO₂, FAO₂, FACO₂, vol. %) air was determined using a gas analyzer PHA-CM and PG-DUM. Subsequently, the oxygen consumption rate was calculated (VO₂, ml / min), carbon dioxide gas (VSO₂ ml / min), the equivalent vent oxygen (VEO₂, otn.ed) and respiratory quotient (R, RLU)

The youngest age group have the most effective mechanisms of homeostatic regulation. They produced the the largest number of correlations between mechanical respiratory system and gas homeostasis. The predominance of negative feedback correlation between the studied parameters is indicative of the optimization of homeostatic effects associated

with effectors, the implementation of the functional reserves are determined solely by their initial morphofunctional state.

The second group showed a decrease in the number of correlations disappear completely, reversing the negative correlation between respiratory mechanics and energized respiratory gases.

The third age group were least able to activate the settings of respiratory mechanics in the process of homeostatic regulation.

The oldest group show marked increase in the correlations between mechanical ventilator and the partial pressure of respiratory gases , compared with women of the third group or middle aged.

Identified age-related changes in the state of respiratory mechanics were determined by reduction of the ventilation parameters and three speed characteristics of the forced exhalation. With increasing age of women surveyed, restricting the ventilation capacity was associated with the manifestation of restrictive changes in the bronchi , an overhaul of the structure of the respiratory cycle , the fall of the contractility of the respiratory muscles.

Marked age changes reduce the basal metabolism , strengthening the role of glycolytic processes in the energy balance of the body of women as they age . Age-related decline in performance was accompanied by a correction of breathing gas homeostasis associated primarily with the kinetics of carbon dioxide in the body.

On the basis of the correlation analysis determined that theyoungest women had the most effective mechanisms of homeostatic regulation of gas homeostasis. In the oldest women weakening ventilation function and bronchial conductivity was accompanied by strengthening the role of inspiration in the regulation of the oxygen regiment of the body.

Keywords: women age group, the mechanics of breathing, gas homeostasis.

References

1. Korkushko O.V., Chebotarev D.F., Chebotarev N.D. Age-related changes in the respiratory system during aging and their role in the development of broncho -pulmonary pathology, Ukrainian Journal of Pulmonology . 2005 . № 3 . S. 35-41 .
2. Belozerova, L.M, Odegova T.V. Method for the determination of biological age by spirometry , Cynic gerontology . 2006 . № 3 . S. 53-56 .
3. Anokhin P.K. The principal questions of the general theory of functional systems - Moscow: Nauka, 1971. 61 .
4. Roytberg G.E., Strutynsky A.B. Respiratory system, M. Bean Press, 2005. 464 .
5. Richter, D.W. Cardiorespiratory control. Central regulation of autonomic functions. - New York: Oxford Univ. Press, 1990. -P. 189-207.
6. Gelfgat E.B., Belenkov J.N, Atkov O. Hemodynamic changes during isometric exercise in healthy, Cardiology. 1984. № 3. S. 52-56.
7. Vovk S. Efecto acumulativo de cargas de treino e o intervalo recuperativo. Desportivo. - 1998. - Vol. 3. - № 1. - p. 61 - 63.
8. Simonova O., Kapranov O, N, Vasiliev D. PWC-170 test from Russian CF, European Respiratory Journal, V. 16, Supp. 31, August 2000, 122s, P 910.
9. Sudakov K.B. Physiology. Basis and functional systems: Lectures / KV Perch. Moscow: Medicine, 2000. 784.
10. Solodkov A.C., The physiological basis of adaptation to physical stress, Theory and Practice of Physical Culture. 1990.№ 6. S. 10-16.

Поступила в редакцию 26.08.2013