

П. В. Михайлов, И. А. Осетров, А. А. Ахапкина, А. А. Муравьев

Возрастные изменения внешнего дыхания у человека

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение 14.B37.21.0214 и при поддержке РФФИ, грант № 12-04-00550-а.

Известно, что с возрастом адаптационные возможности организма человека снижаются, происходят структурные и функциональные изменения на уровне систем, органов и тканей. В статье представлены результаты исследования системы внешнего дыхания у лиц разного возраста от 20 до 70 лет. Для анализа степени достоверности и надежности показателей, а также их взаимосвязи использованы современные методы математической статистики.

Ключевые слова: жизненная емкость легких, возрастные изменения, коэффициент вариации, корреляционный анализ, биологический маркер.

P. V. Mikhailov, I. A. Osetrov, A. A. Akhapkina, A. A. Muravyov

Age Alterations in Parameters of the Person's Respiration

It is known that an adaptability of the organism is reduced with age. The structural and functional changes at the level of systems, organs and tissues are appeared. In this paper are considered some results of the respiration research in subjects of the different age: from 20 to 70 years. To analyze the dynamics, reliability and the relationship of indicators the modern methods of mathematical statistics were explored.

Keywords: a lung vital capacity, age-related changes, a coefficient of variation, a correlation analysis, a biomarker.

Внешнее дыхание представляет собой первоначальное звено в системе транспорта кислорода к тканям и клеткам организма. На разных этапах онтогенеза в системе дыхания происходят структурные и функциональные изменения, которые могут оказывать существенное влияние на ход адаптационных процессов в организме. В многочисленных исследованиях показано, что при старении организма появляются возрастные изменения системы дыхания, и в том числе дыхательных путей, дыхательной мускулатуры и самих легких [1, 4, 5, 7, 12, 14]. При этом увеличивается частота дыхания в покое, возрастает его минутный объем, изменяются соотношения между легочной и альвеолярной вентиляцией, снижается согласованность процессов вентиляции и газообмена, значительно увеличивается физиологическое мертвое дыхательное пространство и снижается доля альвеолярной вентиляции в структуре минутного объема дыхания [2, 10, 12].

В пожилом возрасте может быть найдено сочетание респираторной, циркуляторной, гемической гипоксии, снижается интенсивность тканевого дыхания, чем и объясняется своеобразие гипокси-

ческих состояний в этом возрасте [8]. Все эти изменения приводят не только к выраженному снижению приспособительных возможностей организма пожилого человека, но и могут являться фактором пульмонологического риска.

Целью исследования явилось определение возрастных изменений некоторых характеристик внешнего дыхания человека.

Материал и методы

Были обследованы 77 здоровых мужчин в возрасте от 20 до 70 лет. К здоровым относили тех, кто не имел хронических заболеваний (как зарегистрированных в медицинских документах, так и в анамнезе) и не предъявлял жалоб в день обследования. У испытуемых определяли жизненную емкость легких (ЖЕЛ) спирометром Спиротест и рассчитывали жизненный индекс (ЖИ). Рассчитывали также должную величину ЖЕЛ (ДЖЕЛ) по формуле $ДЖЕЛ = 5,2 \times \text{рост} - 0,029 \times \text{возраст} - 3,2$. Определяли отношение ЖЕЛ/ДЖЕЛ, наиболее полно отражающее возможности респираторной системы. Для характеристики рассеивания средней величины (М) при-

ведены значения среднеквадратического отклонения (σ) и коэффициент вариации (КВ). Достоверность различий между возрастными группами определяли с использованием непараметрического критерия χ^2 . Оценку тесноты взаимосвязи между исследуемыми показателями проводили с помощью корреляционного анализа.

Для анализа возрастных изменений параметров внешнего дыхания все испытуемые были разделены на 5 возрастных групп (табл. 1).

Результаты и их обсуждение

Измерение антропометрических показателей у лиц разного возраста показало, что длина тела в 1, 2 и 3 группах существенно не различалась, а в 4 и 5 группах она была достоверно меньше ($p < 0,05$). Наиболее высокие средние значения массы тела были зарегистрированы в группах 2 и 3, они достоверно отличались от показателей группы 5 ($p < 0,05$).

Таблица 1

Весоростовые характеристики испытуемых в разных возрастных группах

Группы	1	2	3	4	5
Возраст	20–29 лет, (n=21)	30–39 лет, (n=20)	40–49 лет, (n=14)	50–59 лет, (n=10)	60–69 лет, (n=12)
Длина тела, см	182,3±5,9	182,6±6,8	180,0±4,1	177,3±7,6	172,0±6,2
Масса тела, кг	80,5±12,3	89,0±16,3	88,9±12,4	83,9±10,8	71,5±7,3

В табл. 2 представлены показатели внешнего дыхания в разных возрастных группах. Величина ЖЕЛ прогрессивно уменьшается, на что указывает возрастающая разница между соседними возрастными группами. Между 1 и 2, а также 2 и 3 группой разница была равна 5 %, между 3 и 4 – 6 %. Максимальные различия были зарегистрированы между 4 и 5 группой – 16 %. Различия между соседними группами были статистически достоверными ($p < 0,05$). Изменения величины ЖЕЛ в сформированных возрастных группах с высоким уровнем надежности описывает уравнение линейной регрессии $y = -42,5x + 6708,3$ ($R^2 = 0,96$) (рис. 1). Величина КВ_{ЖЕЛ} с возрастом

снижается, что указывает на повышение надежности показателя ЖЕЛ.

Полученные результаты согласуются с данными литературы [2, 7], в которых авторы указывают на снижение ЖЕЛ с возрастом, а более выраженные изменения наблюдаются с 30 до 50 лет. В нашем исследовании наибольшие инволюционные изменения были зарегистрированы в период 50–70 лет. Вместе со снижением ЖЕЛ у лиц пожилого возраста может происходить снижение жизненной емкости вдоха и емкости вдоха, которые относят к рестриктивным ограничениям, приводящим к изменению механики дыхания [2].

Таблица 2

Показатели внешнего дыхания в разных возрастных группах ($M \pm \sigma$)

Показатели		ЖЕЛ, мл	ЖЕЛ/ДЖЕЛ, %	ЖИ, отн. ед.	КВ _{ЖЕЛ} , %	КВ _{ЖИ} , %
Группы						
1	20–29 лет	5555,3±780,5	97,8	69,7±7,3	14,0	10,4
2	30–39 лет	5263,6±791,8	99,5	60,4±11,3	15,0	18,7
3	40–49 лет	4992,3±608,9	101,4	57,1±10,8	12,2	18,9
4	50–59 лет	4216,7±360,1	104,0	52,8±6,6	8,5	12,8
5	60–69 лет	3954,5±307,8	102,5	56,0±6,8	7,8	12,1

Показатель ЖЕЛ/ДЖЕЛ демонстрирует фактическую величину ЖЕЛ в процентном отношении от должной ЖЕЛ. В 1 и 2 группах фактические значения ЖЕЛ немного уступали должным

величинам, а в 3, 4 и 5 группах превышали их. Но различия не превышали 4 %. Превышение должных значений ЖЕЛ любой степени не является отклонением от нормы, индивидуальные

значения ЖЕЛ иногда превышают ДЖЕЛ на 30 % и более. ЖЕЛ считается сниженной, если ее фактическая величина составляет менее 80 % ДЖЕЛ [10].

Величина ЖИ характеризует относительные возможности дыхательной системы индивида. Полученные данные указывают на снижение этого показателя с возрастом, что подтверждается достоверными различиями между первой и остальными группами ($p < 0,05$). Разница величины ЖИ в 1 и 2 группах была наиболее выраженной и составила 13 %. Различия между следующими

соседними группами были менее выраженными и не превышали 5 %. Небольшое повышение ЖИ в старшей возрастной группе связано с меньшей массой тела у лиц 60–70 лет (табл. 2). Уравнение, описывающее взаимосвязь ЖИ с возрастом, имеет вид: $y = -0,35x + 75,0$ при величине достоверности аппроксимации данных $R^2 = 0,73$ (рис. 1). Величина $КВ_{ЖИ}$ изменяется в диапазоне 10–19 %, что свидетельствует об уменьшении надежности показателя ЖИ с возрастом, по сравнению с абсолютной величиной ЖЕЛ.

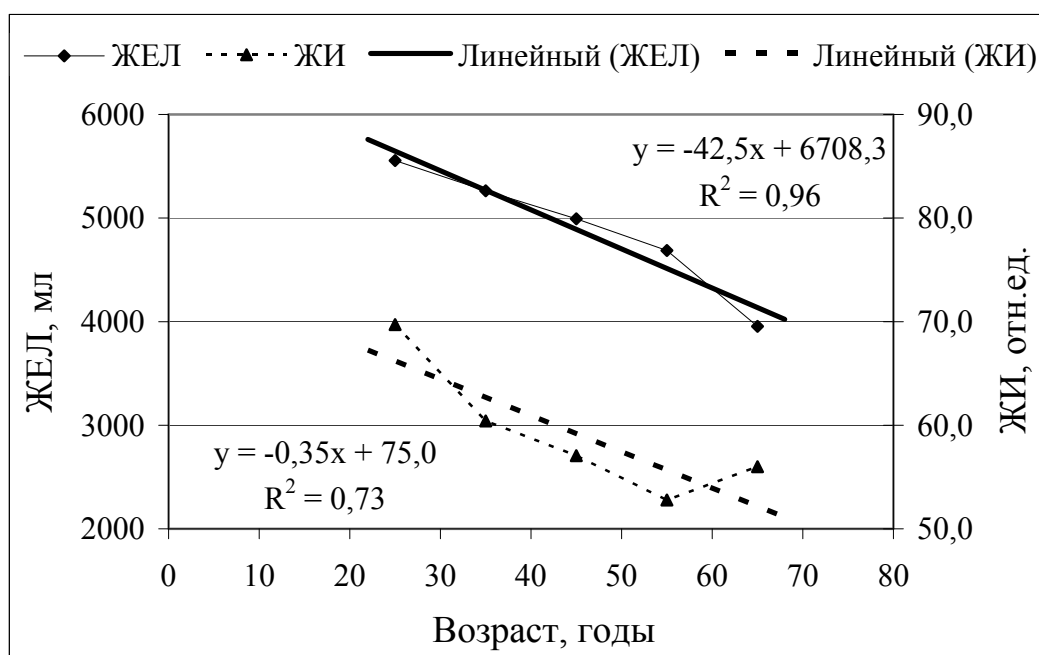


Рис. 1. Возрастные изменения ЖЕЛ и ЖИ

Корреляционный анализ показал, что имеется взаимосвязь характеристик внешнего дыхания с возрастом. В объединенной группе коэффициент корреляции между ЖЕЛ и возрастом составил 0,57 ($p < 0,05$). Известно, что ЖЕЛ зависит от весоростовых характеристик индивида. Поскольку в старших возрастных группах длина и масса тела снижались, то возможно влияние этих показателей на направленность изменений параметров внешнего дыхания. Для исключения влияния весоростовых характеристик проводили частную корреляцию. При этом теснота взаимосвязи ослабевала ($r = -0,37$), но оставалась статистически значимой ($p < 0,05$). Регрессионное уравнение, описывающее вышеуказанную взаимосвязь в возрастном ряду от 20 до 70 лет, позволило установить, что величина ЖЕЛ снижается в среднем на 340 мл (6–7 %) каждые 10 лет.

В исследовании Л. Б. Ким [7] было определено, что минутный объем дыхания с возрастом

снижается в среднем на 6 % каждые 10 лет, а частота дыхания при этом существенно не изменяется. В ряде работ [2, 3, 6, 9] отмечено, что у лиц старше 30–40 лет происходит снижение эластической тяги легких, ограничение функциональных возможностей 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.

Таким образом, возрастные изменения параметров внешнего дыхания происходят закономерно, непрерывно и однонаправлено. Величина ЖЕЛ является воспроизводимым и объективным показателем, который отражает адаптационные возможности дыхательной системы и может являться удовлетворительным маркером биологического возраста.

Библиографический список

1. Белозерова, Л. М., Одегова, Т. В. Метод определения биологического возраста по спирографии [Текст] / Л. М. Белозерова, Т. В. Одегова // Клиническая геронтология. – 2006. – Т. 12, № 3. – С. 53–56.
2. Букова, А. В. Особливості механіки дихання у жінок похилого віку [Текст] / А. В. Букова // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». – 2011. – Т. 24 (63), № 2. – С. 83–90.
3. Гриппи, М. А. Обмен газов в легких. Гл. 9 [Текст] / М. А. Гриппи // Патофизиология легких ; под ред. Ю. В. Наточина. – М. : Бином, 1997. – С. 137–150.
4. Гришин, О. В., Устюжанинова, Н. В. Дыхание на Севере. Функция. Структура. Резервы. Патология [Текст] / О. В. Гришин. – Новосибирск : Art-Avenue, 2006. – 253 с.
5. Иванов, К. П. Современные проблемы дыхательной функции крови и газообмена в легких [Текст] / К. П. Иванов // Физиол. журн. СССР им. И. М. Сеченова. – 1992. – 78 (11). – С. 11–26.
6. Иванов, Л. А. Эластические свойства легких в пожилом и старческом возрасте [Текст] / Л. А. Иванов // Физиология человека. – 1996. – 22 (6). – С. 82–85.
7. Ким, Л. Б. Состояние внешнего дыхания у жителей Крайнего Севера в зависимости от возраста и полярного стажа [Текст] / Л. Б. Ким // Бюллетень СО РАМН. – 2010. – Т. 30. – С. 18–23.
8. Колчинская, А. З. Общие представления о гипоксии нагрузки, ее генезе и компенсации [Текст] / А. З. Колчинская, Е. Г. Лябах, М. М. Филиппов // Вторичная тканевая гипоксия ; под ред. А. З. Колчинской. – К. : Наук. думка, 1983. – С. 183–191.
9. Коркушко, О. В., Иванов, Л. А. Гипоксия и старение [Текст] / О. В. Коркушко, Л. А. Иванов. – Киев : Здоровья, 1980. – 276 с.
10. Шишкин, Г. С. Функциональные взаимосвязи в системе внешнего дыхания у здоровых мужчин [Текст] / Г. С. Шишкин [и др.] // Бюллетень СО РАМН. – 2007. – № 1 (123). – С. 20–25.
11. Шок, В. Н. Показатели функционального возраста [Текст] / В. Н. Шок // Геронтология и гериатрия. Ежегодник. Современные проблемы геронтологии. – Киев, 1978. – С. 58–65.
12. Crapo R.O. The role of reference values in interpreting lung function tests // Eur. Respir.J., 2004. – Vol. 24, № 3. – P. 341–342.
13. Dean W. Biological aging measurement. // J. Geronto – geriatrics, 1998. – V. 1, N 1. – P. 64–85.
14. 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.