

і бульбарної мікроциркуляції цих реакцій на введення, альфа-судин після прийому альфа- і тривалість реакції були їх груп. Зміна інтегрального периферичного кровообігу на тортів, показана на мал. 2, б. же бути доказом підвищення регуляції периферичного крово-

а-адренергічних механізмів на

а-адренергічних механізмів в куляції в шкірі і бульбарної

ATION

people were examined to study the ion of the cardiovascular system. The and diastolic cardiac functions, skin sure were determined in dynamics af- (0.15 mg/kg of body mass intramus- body mass orally). In old age alpha- se. In elderly and old people the chan- ructure of hemodynamic shifts arising ge.

функции адренорецепторов.— М.: Ме-

ой регуляции сердечно-сосудистой си- № 5.— С. 104—111.

М.: Медицина, 1984.— Ч. I.— С. 275,

уковая диагностика в кардиологии.—

. А. и др. Определение сердечного вы- афии и его метрологические возмож- 0.

зол и опиоидных пептидов на физиче- раста и их изменения под влиянием . дис. . . канд. мед. наук.— Киев,

а альфа-адренорецепторов на гемоди- возраста // Фармакология и токсико-

The effect of age on peripheral α -adre- Brit. J. Pharmacol.— 1987.— 77, Proc.—

adrenoceptors // Clin. Sci.— 1985.— 68,

sponsiveness in the aged rat // Eur. 80.

sponsiveness in aging // Age.— 1987.—

. Физиол. журн. 1992. Т. 38, № 1

12. Duckles S. P. Influence of age on vascular adrenergic responsiveness // Blood. Ves- sels.— 1987.— 24, N 3.— P. 113—116.
13. Ebstein R. P., Stessman J., Eliakim R. The effect of age on β -adrenergic function in man: a review // Isr. J. Med. Sci.— 1985.— 21, N 3.— P. 302—311.
14. Elliott H. L., Sumner D. J., McLean K. et al. Effect of age on vascular β -adrenocep- tor responsiveness in man // Clin. Sci.— 1982.— 63, Suppl. 8.— P. 305s—308s.
15. Ferrari A. V., Daffonchio A., Cavallazzi A. et al. Effects of age on arterial barorecep- tor reflexes in conscious rats // J. Hypertens.— 1986.— 4, Suppl. 6.— P. 273—275.
16. Korkushko O. V., Mankovsky N. B., Satilo V. B. et al. Der Einfluss des Propranolols auf den functionalen Zustand des Zentralen und vegetativen Nervensystems bei Per- sonen unterschiedlichen Alters // Z. Alternsforsch.— 1989.— Bd 44, N 2.— S. 85—91.
17. Korkushko O. V., Frolkis M. V., Shatilo V. B., Yaroschenko Yu. T. Hormonal and auto- nomic reactions to exercise in elderly healthy subjects and patients with ischemic heart disease // Acta clin. Belg.— 1990.— 45, N 3.— P. 164—175.
18. Lakatta E. G. Age-related alterations in the cardiovascular response to adrenergic mediated stress // Fed. Proc.— 1980.— 39, N 14.— P. 3173—3177.
19. Pan H. Y.-M., Hpfman B. B., Pershi R. A. et al. Decline in the beta-adrenergic recep- tor-mediated vascular relaxation with aging in man // J. Pharmacol. and Exp. The- rap.— 1986.— 228.— P. 802.
20. Partilla J. S., Hoopes M. T., Ito H. et al. Loss of rat ventricular α_1 -adrenergic recep- tors during aging // Life Sci.— 1982.— 31.— P. 2507—2512.
21. Reid J. L. Alpha-adrenergic receptors and blood pressure control // Amer. J. Cardi- ol.— 1986.— 57, N 9.— P. 6—12.
22. Scarpace P. J. Decreased β -adrenergic responsiveness during senescence // Fed. Proc.— 1986.— 45, N 1.— P. 51—54.
23. Schoken D. D., Roth G. S. Reduced β -adrenergic receptor concentrations in aging man // Nature.— 1977.— 267.— P. 856—858.
24. Supiano M. A., Linares O. A., Halter J. B. et al. Functional uncoupling of the plate- let α -adrenergic receptor-adenylate cyclase complex in the elderly // J. Clin. Endo- crinol. and Metabol.— 1987.— 64, N 6.— P. 1160—1164.
25. Van Brummelen P., Jie K., Timmermans W. M. Heterogeneity of vascular α -adrenocep- tors in man // Can. J. Physiol. and Pharmacol.— 1987.— 65, N 8.— P. 1644—1648.
26. Yin F. C. P., Spurgeon H. A., Green H. L. Age-associated decrease in heart rate re- sponse to isoproterenol in dogs // Mech. Ageing and Develop.— 1979.— 10, N 1.— P. 17—25.

Наук.-дослід. ін-т геронтології
АМН СРСР, Київ

Матеріал надійшов
до редакції 03.06.91

УДК 612.2:612.67

Л. А. Иванов

Биологический возраст дыхательной системы

Для біологічного віку (БВ) дихальної системи (ДС) розроблена мо- дель, в якій детермінантами БВ є життєва ємкість легень, максимальна вентиляція легень, середньовидихуваний струмінь, поглинання кисню. Компоненти цієї моделі відповідають загальноприйнятим вимогам, що пред'являються до тестів БВ, і в комплексі відтворюють основні проя- ви старіння ДС. Розроблена модель використана для характеристики популяційних особливостей старіння ДС, оцінки респіраторної функції легень у курців різного віку.

Введение

Как установлено современными клинко-функциональными исследова- ниями, дыхательная система в пожилом и старческом возрастах подвер- гается явным изменениям, затрагивающим все ее звенья — костно-мыш- ечный скелет грудной клетки, воздухоносные пути, легочную парен- химу, сосудистую систему малого круга кровообращения, нервный ап- парат, регулирующий дыхание. В результате при старении отчетливо изменяются показатели легочной вентиляции и газообмена. Характе- р-

© Л. А. ИВАНОВ, 1992

ISSN 0201-8489. Физиол. журн. 1992. Т. 38, № 1

стика последних, содержащаяся во многих публикациях, несомненно вносит значительный вклад в познание возрастной физиологии дыхания. Однако среднеарифметические значения «респираторных» показателей в геронтологии имеют ограничения. Во-первых, сопоставление с ними значений соответствующих индивидуальных показателей у здоровых людей затруднено в связи с существенным их разбросом. Во вторых, те или иные «респираторные» показатели характеризуют лишь отдельные аспекты возрастных изменений функции внешнего дыхания. Между тем, несомненный интерес представляет рассмотрение старения дыхательной системы как единого целого. Широкие перспективы в этом отношении открывает определение биологического возраста (БВ) дыхательной системы.

По Ries [16], БВ отражает общее состояние индивидуума к определенному моменту его календарного возраста, характеризующееся совокупностью соматических и психических признаков. При сопоставлении БВ с календарным (хронологическим) могут возникнуть три ситуации. Первая ситуация, когда БВ меньше календарного, отражает замедление старческих изменений. Вторая ситуация, когда БВ равен календарному, приближает старение к нормальному (физиологическому) процессу. И, наконец, третья ситуация, когда БВ больше календарного, отражает синдром так называемого преждевременного старения. В последнем случае расхождение календарного возраста и БВ является критерием системной дезинтеграции функций, количественной мерой взаимосвязи старения и патологии.

Следует отметить, что БВ системы дыхания уделялось недостаточное внимание. Не решает эту проблему концепция так называемого кардиопульмонального возраста [5, 6, 13]. Это обусловлено, во-первых, тем, что в него включены лишь отдельные параметры функции внешнего дыхания, в частности жизненная емкость легких — ЖЕЛ [13] (или ЖЕЛ и продолжительность задержки дыхания на вдохе [6], причем последний показатель отражает состояние не только дыхательной системы), во-вторых, функциональная значимость «респираторных» показателей как бы растворяется в общем массиве параметров, среди которых преобладают гемодинамические.

Цель нашей работы — определение БВ дыхательной системы как единого целого.

Методика

Из контингента испытуемых различного возраста производили тщательный отбор людей, у которых старение происходит нормально, наиболее приближенно к физиологическому процессу [8]. Это была группа так называемых практически здоровых людей, т. е. людей, у которых на основании клинко-инструментального обследования были исключены заболевания, существенно влияющие на общее состояние здоровья, в частности сердечно-сосудистая, респираторная, эндокринная и нервная патологии. Из числа отобранных были исключены курящие в настоящее время и длительно курившие в прошлом. Всего было отобрано 207 мужчин и 255 женщин 20—98 лет (табл. 1). У этих людей с помощью спирографа марки СГ-1М изучали вентиляционную функцию легких. Легочные объемы и другие показатели вентиляции приводили к

Таблица 1. Численность возрастного-полового состава группы людей, отобранных для изучения вентиляционной функции легких

Пол	Возрастной интервал								
	20—29 лет	30—39 лет	40—49 лет	50—59 лет	60—69 лет	70—79 лет	80—89 лет	90—98 лет	20—98 лет
Мужчины	28	21	34	35	29	21	17	11	207
Женщины	37	25	44	34	40	36	28	11	255

условиям, существующим при полном насыщении водородом атмосферного давления стандартным условием рт. ст., отсутствию водяного пара.

Результаты исследований считывали среднее, среднее соответствующих показателей множеств с возрастом и антропометрическими данными тела).

Отбор наиболее информативных показателей старения дыхательной системы производили корреляционный анализ для определения БВ и линейной регрессии.

Результаты и их обсуждение

Полученные в результате исследования дыхательной системы (ДС) следующие образцы:

$$БВДС_{м} = 110,2 - 0,0045$$

$$БВДС_{ж} = 107,18 - 0,005$$

где ПК — поглощение кислорода, мл; МВЛ — максимальный выдыхаемый поток, мл. $БВДС_{ж} = \pm 6,9$ лет.

Рассмотрим полученные результаты с точки зрения ее корректности, т. е. насколько они отражают входящие в нее параметры. В связи с этим от формулы БВДС, представляющей собой сумму показателей, характеризующих объем, частота дыхания, (резервный объем вдоха, потребление кислорода, вентиляционный эквивалент (процент от максимального объема выдоха — ОФВ₁), продолжительность средней продолжительности времени, представляющей собой (максимальная вентиляция легких), данные показатели достаточны для функции внешнего дыхания.

Первоначально анализ показателей в каждом десятилетии с точки зрения из дальнейшего рассмотрения старения или не отмечали.

Как следует из табл. 1, в физиологических исследованиях людей 90—98-летнего возраста, частота дыхания, продолжительность средней продолжительности эквивалента и коэффициент вентиляции велики (см. табл. 2). Кроме того, производными, представляющими собой поглощения кислорода и такой широко распространенный

публикациях, несомненно возрастной физиологии дыхания «респираторных» показателей, сопоставление с этими показателями у здоровых их разбросом. Во-вторых, характеризуют лишь функции внешнего дыхания. Следует рассмотреть старение. Широкие перспективы в этом случае возраста (БВ) ды-

яние индивидуума к определению, характеризующееся признаками. При сопоставлении могут возникнуть три ситуации, когда БВ равен нормальному (физиологическая ситуация, когда БВ как называемого преждевременное календарного возраст дезинтеграции функций, и патологии.

ания уделялось недостаточное внимание так называемого, что обусловлено, во-первых, параметры функции внешнего дыхания — ЖЕЛ [13] (или дыхания на вдохе [6], причем не только дыхательной системы «респираторных» по массиве параметров, среди

дыхательной системы как

возраста производили тщательный анализ, происходил нормально, на основании [8]. Это была группа людей, у которых на протяжении были исключены общее состояние здоровья, в том числе, эндокринная и нервная системы, исключены курящие в настоящее время. Всего было отобрано (табл. 1). У этих людей с помощью вентиляционную функцию или вентиляции приводили к

таблица 1. Состав группы людей, отобранных

интервал			
79 лет	80—89 лет	90—98 лет	20—98 лет
21	17	11	207
36	28	11	255

условиям, существующим в организме (ВТРС): температуре 37 °С, полному насыщению водяными парами при этой температуре, окружающему атмосферному давлению. Поглощение кислорода приводили к стандартным условиям (STPD): температуре 0 °С, давлению 760 мм рт. ст., отсутствию водяных паров.

Результаты исследований были обработаны на ЭВМ ЕС-1033. Рассчитывали среднее, среднее квадратическое отклонение, ошибку среднего соответствующих показателей в каждом десятилетии, а также коэффициенты множественной корреляции изучавшихся показателей с возрастом и антропометрическими характеристиками (ростом, массой тела).

Отбор наиболее информативных показателей, характеризующих старение дыхательной системы, для построения модели БВ этой системы производили корреляционным методом [9, 16]. Далее строили модель для определения БВ дыхательной системы методом множественной регрессии.

Результаты и их обсуждение

Полученные в результате проведенных исследований формулы БВ дыхательной системы (ДС) для мужчин (м) и женщин (ж) выглядят следующим образом:

$$\text{БВДС}_m = 110,2 - 0,0045 \text{ ПК} - 0,008 \text{ ЖЕЛ} - 0,09 \text{ МВЛ} - 0,008 \text{ СВЛ};$$

$$\text{БВДС}_ж = 107,18 - 0,005 \text{ ПК} - 0,01 \text{ ЖЕЛ} - 0,17 \text{ МВЛ} - 0,003 \text{ СВЛ},$$

где ПК — поглощение кислорода, мл; ЖЕЛ — жизненная емкость легких, мл; МВЛ — максимальная вентиляция легких, л; СВЛ — средневыводимый поток, мл. Ошибка определения БВДС_м — ±7,5 лет, БВДС_ж — ±6,9 лет.

Рассмотрим полученную формулу БВДС прежде всего с точки зрения ее корректности, т. е. с точки зрения того, насколько адекватно отражают входящие в нее показатели старение системы внешнего дыхания. В связи с этим отметим, что показатели, включенные нами в формулу БВДС, представляют собой выборку из 16 спирографических показателей, характеризующих легочную вентиляцию (дыхательный объем, частота дыхания, минутный объем дыхания), легочные объемы (резервный объем вдоха, резервный объем выдоха, ЖЕЛ), газообмен (потребление кислорода — ПК), эффективность вентиляции (вентиляционный эквивалент, коэффициент использования кислорода), бронхиальную проходимость (односекундный объем форсированного выдоха — ОФВ₁, индекс Тиффно, средневыводимый поток, продолжительность средневыводимого потока, дыхательный коэффициент времени, представляющий соотношение продолжительности выдоха и вдоха), функциональные возможности дыхательной системы (максимальная вентиляция легких, резерв дыхания). Очевидно, указанные показатели достаточно полно характеризуют различные аспекты функции внешнего дыхания.

Первоначально анализировались средние значения изучавшихся показателей в каждом десятилетии. Такой анализ позволил исключить из дальнейшего рассмотрения те показатели, изменения которых при старении или не отмечались, или были незначительными.

Как следует из табл. 2, где приведены результаты спирографических исследований людей, входящих в группу 20—29-летнего и 90—98-летнего возрастов, такими показателями были минутный объем дыхания, частота дыхания, дыхательный коэффициент времени, продолжительность средневыводимого потока. Изменения вентиляционного эквивалента и коэффициента использования кислорода с возрастом невелики (см. табл. 2). Кроме того, два указанных показателя являются производными, представляя соотношение минутного объема дыхания и поглощения кислорода. Из дальнейшего рассмотрения был исключен и такой широко распространенный критерий бронхиальной проходи-

мости, как индекс Тиффно, представляющий отношение ОФВ₁ к ЖЕЛ, т. е. соотношение показателей, изменяющихся в одном направлении при старении. Поэтому использование индекса Тиффно для разработки формулы БВДС, очевидно, менее предпочтительно, чем использование ОФВ₁ (см. табл. 2). Не использовался в дальнейшем и такой показатель, как резерв дыхания, в значительной мере дублирующий МВЛ.

После исключения указанных показателей рассчитывали формулы множественной регрессии остальных вентиляционных показателей с учетом возраста и антропометрических характеристик (табл. 3). На основании этих формул можно было количественно оценить сравнительную значимость вентиляционных параметров для оценки старения дыхательной системы. Так, из табл. 3 следует, что у мужчин в формуле ЖЕЛ коэффициент пропорциональности возраста в 1,6 раза больше, чем в формуле резервного объема вдоха, в 3 раза — чем в формуле резервного объема выдоха, в 20 раз — чем в формуле дыхательного объема, у женщин — в 2; 2,2 и в 23 раза выше соответственно. Что касается показателей бронхиальной проходимости, то коэффициент пропорциональности возраста в формуле средневдыхаемого потока у мужчин в 1,6 раза, а у женщин — в 1,45 раза выше, чем в формуле односекундного объема форсированного выдоха при том, что абсолютные значения ОФВ₁ и СВП близки. Иными словами, СВП в большей мере, чем ОФВ₁, зависит от возраста. Указанный факт согласуется с концепцией, что СВП, представляющий отношение средней части объема форсированного выдоха (при исключении менее воспроизводимых начальной и конечной четвертой его частей) к продолжительности выдоха этой части, в наибольшей мере отражает проходимость бронхов [12].

На основании изложенного выше именно ЖЕЛ и СВП были избраны как показатели вентиляционной функции легких для включения в формулу БВДС. Следовательно, показатели, характеризующие БВДС, представляют собой трехэтапную выборку из большого числа вентиляционных показателей, в ходе которой были отобраны высоко корре-

Таблица 2. Показатели вентиляционной функции легких в различные возрастные периоды (M±m)

Показатель	20—29 лет		90—98 лет	
	мужчины	женщины	мужчины	женщины
Частота дыхания, мин ⁻¹	15,0±0,9	16,2±0,8	17,5±1,1	18,1±1,0
Дыхательный объем, мл	576±27	472±41	491±36	369±28*
Минутный объем дыхания, мл	8583±517	7118±228	8338±545	6705±394
Поглощение кислорода, мл	308±14	264±18	239±8*	214±7*
Вентиляционный эквивалент	2,8±0,2	2,7±0,1	3,5±0,2*	3,2±0,1*
Коэффициент использования кислорода	36±1,8	37±1,9	29±2,1*	31±1,6*
Резервный объем вдоха, мл	2614±91	1734±112	1490±104*	891±51*
Резервный объем выдоха, мл	1541±92	1104±78	706±85*	394±97*
Жизненная емкость легких, мл	4615±141	3326±127	2736±176*	1714±79*
Односекундный объем форсированного выдоха, мл	3469±128	2750±86	1501±146*	1188±94*
Индекс Тиффно, %	78,5±3,5	82,2±2,4	60,2±3,1*	70,3±2,6*
Средневдыхаемый поток, мл/с	2697±200	2805±199	1011±144*	1034±187*
Длительность средневдыхаемого потока, с	0,89±0,07	0,66±0,03	1,6±0,2*	1,0±0,12*
Дыхательный коэффициент времени	1,3±0,05	1,2±0,06	1,5±0,06*	1,6±0,12*
Максимальная вентиляция легких, л	102,4±5,9	68,4±2,9	43,3±3,9*	34,6±6,7*
Резерв дыхания, л	93,1±6,1	60,8±2,9	34,6±6,7*	27,3±5,8*

* Достоверные отличия значений показателей по сравнению с таковыми в группе 20—29 лет.

лирующие с возрастом показатели.

Такой «вентиляционный индекс» имеет высокую валидность, согласно результатам. Известно, что ПИ в условиях, при которых ПИ также является показателем.

Потенциальные возможности этой формулы — выявлять возможные изменения СВП отражает у функционального состояния дыхательной системы характерные воздействия. Но рассматривать

Использование БВДС в период исследования их увеличения этих показателей доступно в амбулаторных условиях. Шокком [9]. Число тестов от небольшого количества вентиляций. К тому же, Шокамулы БВ должны изучение такой ретроспекции.

Возникает вопрос о применении формулы БВДС, обос-

Таблица 3. Коэффициенты пропорциональности у людей различных возрастных групп

Показатель	20—29 лет	90—98 лет
Резервный объем вдоха	1,6	1,0
Резервный объем выдоха	3,0	1,0
Дыхательный объем, мл	20	1,0
Жизненная емкость легких	2,2	1,0
Минутный объем дыхания	2,2	1,0
Поглощение кислорода	2,2	1,0
Объем форсированного выдоха	2,2	1,0
Средневдыхаемый поток	1,6	1,45
Максимальная вентиляция	1,6	1,45

ий отношение ОФВ₁ к ЖЕЛ, ихся в одном направлении кс Тиффно для разработки ительно, чем использование альнейшем и такой показателе дублирующий МВЛ. лей рассчитывали формулы ционных показателей с учетеристик (табл. 3). На оственно оценить сравнительов для оценки старения дыт, что у мужчин в формулеэраста в 1,6 раза больше, в 3 раза — чем в формулем в формуле дыхательного выше соответственно. Чтоодности, то коэффициентредневыдыхаемого потока у раза выше, чем в формуледоха при том, что абсолютн словами, СВП в бóльшейзанный факт согласуется сошение средней части объеини менее воспроизводимыхстей) к продолжительностие отражает проходимость

но ЖЕЛ и СВП были избраии легких для включения вии, характеризующие БВДС, из большого числа вентиляли отобраны высоко коррелирующие с возрастом и потому наиболее адекватные поставленной задаче показатели.

и легких в различные возрастные

90—98 лет		
показатели	мужчины	женщины
0,8	17,5±1,1	18,1±1,0
0,41	491±36	369±28*
0,228	8338±545	6705±394
0,18	239±8*	214±7*
0,1	3,5±0,2*	3,2±0,1*
0,19	29±2,1*	31±1,6*
0,112	1490±104*	891±51*
0,78	706±85*	394±97*
0,127	2736±176*	1714±79*
0,86	1501±146*	1188±94*
0,24	60,2±3,1*	70,3±2,6*
0,199	1011±144*	1034±187*
0,03	1,6±0,2*	1,0±0,12*
0,06	1,5±0,06*	1,6±0,12*
0,29	43,3±3,9*	34,6±6,7*
0,29	34,6±6,7*	27,3±5,8*

сравнению с таковыми в группе

лирующие с возрастом и потому наиболее адекватные поставленной задаче показатели.

Такой «вентиляционный» тест, как определение МВЛ и ЖЕЛ, имеет высокую воспроизводимость [2, 10]. Еще выше воспроизводимость, согласно результатам наших исследований, определения СВП. Известно, что ПК натошак, лежа, отражает окислительные процессы в условиях, приближающихся к основному обмену, т. е. определение ПК также является стабильным высоко воспроизводимым тестом.

Показатель ЖЕЛ, входящий в формулу БВДС, характеризует потенциальные возможности внешнего дыхания, а другой показатель в этой формуле — МВЛ — дает представление о способности реализовать возможности внешнего дыхания, которые заложены в ЖЕЛ. СВП отражает условия форсированного выдоха, т. е. напряженного функционирования. Иными словами, входящие в формулу БВДС показатели характеризуют способность ДС реагировать на функциональные воздействия. Поэтому термин «функциональный возраст ДС» можно рассматривать как синоним БВДС [4].

Использованные нами тестовые показатели пригодны для оценки БВДС в период с 18—20 лет, т. е. с того времени, до которого еще отмечается их увеличение, которое затем сменяется регрессией. Определение этих показателей не обременительно, не требует много времени, доступно в амбулаторных условиях. Таким образом, они вполне удовлетворяют общим формальным требованиям, предъявляемым к тестовым показателям БВ, которые в наиболее полном виде были изложены Шоком [9]. Что касается выдвигаемого Шоком условия независимости тестов от соучастия испытуемого, то к критериям БВДС оно мало применимо в связи с возможностью произвольного контроля за вентиляцией. К тому же это условие в определенной мере противоречит его же, Шока, требованию о том, что некоторые показатели формулы БВ должны отражать реакции на физиологические нагрузки, а изучение такой реакции, как известно, невозможно без участия испытуемого.

Возникает вопрос, насколько выбор показателей, входящих в формулу БВДС, обоснован физиологически? В связи с этим следует учесть,

Таблица 3. Коэффициенты формул множественной регрессии вентиляционных показателей у людей разного пола

Показатель	Условный коэффициент	Коэффициенты, на которые умножаются значения			Ошибка! определения, ±
		возраста	массы	роста	
Мужчины					
Резервный объем вдоха, мл	—782,73	—12,76	+4,85	+19,80	308,42
Резервный объем выдоха, мл	—3327,7	—7,29	—14,30	+33,92	321,53
Дыхательный объем, мл	314,8	—1,02	+3,12	+0,44	87,14
Жизненная емкость легких, мл	—6789,0	—20,41	—12,08	+70,95	477,82
Минутный объем дыхания, мл	—7775,0	+17,40	+14,30	+94,76	1270,20
Поглощение кислорода, мл	—99,10	—0,33	+0,33	+2,18	37,11
Объем форсированного выдоха, мл	—2673,2	—19,22	—1,86	+38,14	353,13
Средневыдыхаемый поток, мл/с	—1053,60	—31,05	—1,52	+31,26	479,75
Максимальная вентиляция легких, л	—44,37	—0,56	—0,39	+1,07	12,87
Женщины					
Резервный объем вдоха, мл	1493,60	—9,61	+10,62	—0,41	281,13
Резервный объем выдоха, мл	1302,6	—6,06	—10,20	+1,11	160,29
Дыхательный объем, мл	208,96	—0,87	+4,11	+0,37	80,83
Жизненная емкость легких, мл	3373,6	—19,91	+5,09	+0,59	383,38
Минутный объем дыхания, мл	3642,0	—10,04	+63,91	+5,88	1316,5
Поглощение кислорода, мл	189,05	—0,46	+0,59	+0,27	34,91
Объем форсированного выдоха, мл	2479,60	—15,94	+3,81	+0,35	351,88
Средневыдыхаемый поток, мл/с	3218,80	—23,83	—3,20	+2,15	395,74
Максимальная вентиляция легких, л	—122,95	—0,63	—0,52	+1,53	10,42

что ЖЕЛ обуславливается комплексом параметров системы внешнего дыхания, характеризующих ее специфическую функцию. Это — дыхательная подвижность грудной клетки, сила дыхательных мышц, от которой зависит увеличение объема легких при вдохе, эластичность легочной ткани, влияющая на спадение легких при выдохе. МВЛ рассматривается как показатель, наиболее полно характеризующий механическую вентиляционную функцию дыхательного аппарата [15]. МВЛ так же, как и ЖЕЛ, зависит от факторов, влияющих на подвижность легких, однако зависимость эта выражена больше, чем у ЖЕЛ. Надо отметить, что состояние проходимости воздухоносных путей влияет на ЖЕЛ и особенно на МВЛ. Однако в связи с тем, что ухудшение дыхательной функции бронхов в решающей мере детерминирует особенности системы внешнего дыхания при старении [1], возникла необходимость включить в формулу такой специфический параметр бронхиальной проходимости, как СВП. В формулу входит ПК, которое, собственно характеризует не функцию внешнего дыхания, а газообмен. Однако, будучи отражением снижающегося при старении тканевого метаболизма, ПК, в свою очередь, в значительной мере определяет уровень функционирования внешнего дыхания как обеспечивающего потребность тканей в кислороде.

Представляет определенный интерес вопрос о сравнительной значимости рассматриваемых параметров в детерминировании БВДС. Как следует из формул, БВДС находится в обратной связи со всеми избранными параметрами функции внешнего дыхания. Значительное влияние на БВДС оказывает СВП, четко характеризующий состояние бронхиальной проходимости, которая снижается при старении. Еще более отчетливо воздействует на БВДС МВЛ. Так, коэффициент пропорциональности МВЛ в формуле БВДС женщин почти в 60 раз больше, чем коэффициент пропорциональности СВП, в то время как МВЛ в абсолютных значениях, фигурирующих в формуле, меньше лишь в 30—40 раз. Наиболее отчетливой, однако, является связь возраста с ЖЕЛ. Коэффициент пропорциональности ЖЕЛ в формуле БВДС лишь в 1,7 раза ниже, чем коэффициент пропорциональности МВЛ, а численное значение ЖЕЛ в формуле выше примерно в 40—50 раз. Действительно, ЖЕЛ отражает весь комплекс возрастных изменений внешнего дыхания при старении. Наиболее высокую корреляцию ЖЕЛ с возрастом по сравнению с другими вентиляционными параметрами отмечают также Mandi и соавт. [14]. Встречаются в литературе и указания на то, что ЖЕЛ как критерий функционирующей паренхимы легких — более надежный показатель предстоящей продолжительности жизни, чем ОФВ₁ [11]. И, наконец, совсем невелико влияние ПК. Если абсолютное значение МВЛ в формуле БВДС лишь в 2,5—4 раза меньше, чем абсолютное значение ПК, то коэффициент пропорциональности МВЛ выше, чем коэффициент пропорциональности ПК, в 34 раза. Это объясняется хотя и закономерным, но весьма незначительным уменьшением ПК при старении. Так, у мужчин 90 лет и старше ПК снижено по сравнению с 20—29 годами лишь на 17 %. Что касается особенностей БВДС в зависимости от пола, то они заключаются, в основном, в большей зависимости БВ от СВП, т. е. в большем влиянии изменений бронхиальной проходимости на БВДС у мужчин.

При закладке в данную модель БВДС соответствующих показателей у каждого из 46 случайно отобранных курящих мужчин было обнаружено, что их БВДС с большой частотой (37 случаев) превышал календарный. Из этого следует, что у курящих дыхательная система стареет скорее. Последняя закономерность соответствует данным Löllgen и Pleines [13], которые показали, что у курящих календарный возраст ниже биологического (кардиопульмонального). И, наоборот, при использовании разработанной модели БВДС для оценки возрастных изменений вентиляционной функции легких у 53 абхазов пожилого и старческого (60—107 лет) возрастов, обследованных в экспедиционных условиях, оказалось, что у 39 из них БВДС был ниже календар-

ного возраста, у 8 выше. Это означает, что БВДС подтвердила старческие изменения у абхазов пожилого уровня долголетия на Украине [3].

Таким образом, БВДС характеризует и к

Выводы

1. Разработана модель БВДС, в которой детерминированы биологические факторы старения, предъявляющие требования к функционированию органов и систем организма.
2. Компоненты БВДС — ЖЕЛ, МВЛ, СВП, ПК — являются биологическими факторами старения, влияющими на продолжительность жизни.
3. Обоснованность модели БВДС подтверждена данными клинических исследований на курящих и некурящих абхазах.

L. A. Ivanov

THE BIOLOGICAL AGE

A model of the biological age determinants is proposed, which takes into account the expiratory flow rate, oxygen consumption, vital capacity, and pulmonary compliance. The proposed system ageing in the biological age measurement process.

Medical Institute, Ministry of Health of the RSFSR, Saratov

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов Л. А. Клиническое значение биологического возраста: методика определения биологического возраста // *Вопросы геронтологии и долголетия*. — 1980. — С. 21—36.
2. Канаев Н. Н. Общие принципы биологического старения // *Вопросы геронтологии и долголетия*. — 1980. — С. 37—40.
3. Коркушко О. В., Иванова Л. А. Биологический возраст абхазов // *Медико-биологические проблемы старения*. — С. 16—22.
4. Коркушко О. В., Котляревская Л. А. Биологический возраст абхазов // *Медико-биологические проблемы старения*. — С. 16—22.
5. Лащук А. А. Кардиопульмональное производство // *Вопросы геронтологии и долголетия*. — 1980. — С. 41—44.
6. Токарь А. В., Ена Л. Л. Биологический возраст и возможности его использования в геронтологии // *Вопросы геронтологии и долголетия*. — 1980. — С. 45—48.
7. Фролик В. В. Старение и биологический возраст // *Вопросы геронтологии и долголетия*. — 1980. — С. 49—52.
8. Чеботарев Д. Ф., Минин В. П. Руководство по геронтологии. — Киев, 1978. — 100 с.
9. Шок Н. Показатели биологического старения // *Вопросы геронтологии и долголетия*. — 1980. — С. 53—56.
10. Knudson R. J., Slavin R. A. Flow-volume curve: a new method for the study of expiratory flow. — *Respirat. Dis.* — 1976. — 76, 1—4.
11. Laros C. D. Lung function after pneumectomy // *Respirat. Dis.* — 1955. — 72, N 6. — 1—4.
12. Leuallen E. C., Fowler R. M. Lung function after pneumectomy // *Respirat. Dis.* — 1955. — 72, N 6. — 1—4.

етров системы внешнего дыхания. Это — дыхательных мышц, от при вдохе, эластичность при выдохе. МВЛ рас- характеризующий ме- гельного аппарата [15]. в, влияющих на подви- на больше, чем у ЖЕЛ. а воздухоносных путей в связи с тем, что ухуд- шей мере детерминиру- и старении [1], возник- специфический параметр улу входит ПК, которое, о дыхания, а газообмен. при старении тканевого ьной мере определяет а как обеспечивающего

ос о сравнительной зна- терминировании БВДС. обратной связи со всеми дыхания. Значительное ктеризующий состояние гся при старении. Еще

Так, коэффициент про- ин почти в 60 раз боль- I, в то время как МВЛ рмуле, меньше лишь в является связь возраста ЖЕЛ в формуле БВДС орциональности МВЛ, а примерно в 40—50 раз. с возрастных изменений юкую корреляцию ЖЕЛ иционными параметрами тся в литературе и ука- нонирующей паренхимы ишей продолжительности елико влияние ПК. Если ишь в 2,5—4 раза мень- ент пропорциональности ости ПК, в 34 раза. Это незначительным умень- ет и старше ПК сниже- %. Что касается особен- авляются, в основном, ьшем влиянии изменений ии.

ответствующих показа- рящих мужчин было об- (37 случаев) превышал их дыхательная система соответствует данным у курящих календарный нального). И, наоборот, ДС для оценки возраст- их у 53 абхазов пожилого дованных в экспедицион- ДС был ниже календар-

ного возраста, у 8 — соответствовал календарному и лишь у 6 был выше. Это означает, что абхазы характеризуются замедлением старения дыхательной системы. Иными словами, предложенная модель БВДС подтвердила ранее выявленную закономерность: менее значительны старческие изменения показателей функции внешнего дыхания у абхазов пожилого и старческого возрастов (популяции с высоким уровнем долголетия) по сравнению с их сверстниками, проживающими на Украине [3].

Таким образом, формула БВДС позволяет дать объективную характеристику и количественную оценку старения системы дыхания.

Выводы

1. Разработана модель биологического возраста дыхательной системы, в которой детерминантами БВ выступают ЖЕЛ, МВЛ, СВП, ПК.
2. Компоненты модели БВДС удовлетворяют общепринятым требованиям, предъявляемым к тестам БВ, отражают фундаментальные проявления старения внешнего дыхания.
3. Обоснованность модели БВДС проверена при анализе влияния курения на функцию внешнего дыхания и популяционных особенностей этой функции у пожилых и старых людей.

L. A. Ivanov

THE BIOLOGICAL AGE OF THE RESPIRATORY SYSTEM

A model of the biological age of the respiratory system is described. The following biological age determinants are used: vital lung capacity, maximal breathing capacity, mid-expiratory flow rate, oxygen consumption. They commonly meet the requirements of the biological age measurement tests as well as reflect main symptoms of the respiratory system ageing. The proposed model has been used to study the peculiarities of the respiratory system ageing in the Abkhasian population and to assess the effect of smoking on this process.

Medical Institute, Ministry of Public Health of the RSFSR, Saratov

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов Л. А. Клинико-физиологические особенности системы дыхания в пожилом и старческом возрасте: Автореф. дис. . . . д-ра. мед. наук. — Киев, 1986. — 40 с.
2. Канаев Н. Н. Общие вопросы методики исследования и критерии оценки показателей дыхания // Руководство по клинической физиологии дыхания. — Л.: Медицина, 1980. — С. 21—36.
3. Коркушко О. В., Иванов Л. А., Котко Д. Н., Ярошенко Ю. Т. Дыхательная система // Абхазское долголетие. — М.: Наука, 1987. — С. 207—217.
4. Коркушко О. В., Котко Д. Н., Плачинда Ю. И. и др. Подходы к определению парциального функционального возраста некоторых физиологических систем организма // Медико-биологические и социальные аспекты старения. — Киев, 1984. — С. 16—22.
5. Лащук А. А. Кардиопульмональный возраст рабочих горячих профессий стекольного производства // Врачеб. дело. — 1990. — № 7. — С. 101—103.
6. Токарь А. В., Ена Л. М., Рудая Э. С. и др. Кардиопульмональный возраст и возможности его использования в геронтологии // Биологический возраст, наследственность и старение. — Киев, 1984. — С. 55—62.
7. Фролькис В. В. Старение и болезни // Руководство по гериатрии. — М.: Медицина, 1982. — С. 12—25.
8. Чеботарев Д. Ф., Минц А. Я. Биологический (функциональный) возраст человека // Руководство по геронтологии. — М.: Медицина, 1978. — С. 363—372.
9. Шок Н. Показатели функционального возраста // Современные проблемы геронтологии. — Киев, 1978. — С. 58—63.
10. Knudson R. J., Slavin R. C., Lebowitz M. D., Burrows B. The maximal expiratory flow — volume curve: normal standards, variability and effects of age // Amer. Rev. Respirat. Dis. — 1976. — 113, N 5. — P. 587—600.
11. Laros C. D. Lung function data on 123 persons followed up for 20 years after total pneumonectomy // Respiration. — 1982. — 43, N 2. — P. 81—87.
12. Leuallen E. C., Fowler W. S. Maximal midexpiratory flow // Amer. Rev. Tuberc. Pulm. Dis. — 1955. — 72, N 6. — P. 783—800.

3. Löllgen H., Pleines J. Estimation of cardio-pulmonary function by means of the age equivalent // *Aktuel. Gerontol.*—1979.—Bd. 9, H 11.—S. 519—525.
14. Mandi A., Lengyel E., Serdes T., Dombes K. Follow-up of changes of lung-function parameters in elderly persons // 10th European Congress of Gerontology: Abstracts.—Budapest, 1983.—P. 115.
15. Matheson H. W., Spies S. N., Gray J. S., Baranum D. R. Ventilatory function tests: 2. Factors affecting the ventilatory breathing capacity // *J. Clin. Invest.*—1950.—24, N 6.—P. 682—687.
16. Ries W. Studien zum biologischen Alter // *Sitzungsber. Sachs. Akad. Wiss., Leipzig. Math.—Naturwiss. Kl.*—1982.—Bd. 116, H. 1.—27 S.

Саратов. мед. ин-т
М-ва здравоохранения РСФСР

Материал поступил
в редакцию 20.10.90

УДК 616.127—005.4—085.224—092:612.173.4:612.126

О. М. Ломаковський, Л. С. Мхитарян

Кальцієвий обмін і стан діастолічної жорсткості міокарду у хворих на ішемічну хворобу серця під впливом лікування антагоністами кальцію

Нарушение кальциевого обмена у больных ишемической болезнью сердца (ИБС), выражающееся в увеличении содержания ионизированного кальция в сыворотке крови, его накоплении в эритроцитах, кардиомиоцитах, сопровождается нарушением функционального состояния миокарда, заключающемся в повышении жесткости сердечной мышцы. Увеличение содержания ионизированного кальция в плазме крови и повышение жесткости левого желудочка сердца являются важной предпосылкой для проявления ангионинального действия коринфара. Нормализация содержания Ca^{2+} в плазме крови под влиянием коринфара может служить критерием эффективности лечения больных ИБС.

Вступ

Концентрація іонів кальцію (Ca^{2+}) у сироватці крові, які тісно зв'язані з багатьма процесами, істотними для життя, справедливо вбачається як одна з основних гомеостатичних констант організму. Підвищення вмісту Ca^{2+} у плазмі, на думку Садкової [9],—важливий фактор патогенезу ішемічної хвороби серця (ІХС). Загальновідомий зв'язок стану серцево-судинної системи із вмістом кальцію у позаклітинній рідні [2], але порушення внутрішньоклітинного обміну кальцію при ІХС, на думку деяких дослідників, є найпізнішою проявою порушення кальцієвого балансу [9]. Дослідження експериментального атеросклерозу дало змогу встановити вірогідне підвищення концентрації кальцію у серцевому м'язі і виявити кореляцію поміж ступенем атеросклерозу і вмістом кальцію у міокарді лівого шлуночка (ЛШ) [1, 8]. Відомо, що розслаблення міокарду в нормальних умовах визначається діяльністю кальцієвого насоса, який здійснює швидке видалення кальцію з міофібрил у подовжні каналці саркоплазматичного ретикулуму (СР), а також Na , Ca -іонообмінного механізму, який видаляє кальцій у міжклітинне середовище [4—6, 17]. Зменшення клітинних запасів АТФ при ІХС призводить до порушення функції кальцієвого насоса СР і Na , Ca -обмінного механізму сарколеми, що може в свою чергу призвести до порушення розслаблення і збільшення жорсткості міокарду [13, 18].

© О. М. ЛОМАКОВСЬКИЙ, Л. С. МХИТАРЯН, 1992

Мета нашої роботи — обміну та жорсткості антагоніста кальцію —

Методика

Було обстежено 68 пацієнтів з 55 чоловіків середнього віку на базі клінічного тесту фізичної вправності (тесту фізичної вправності) ронарного атеросклерозу осіб чоловічої статі с графія не виявила ати

Селективну багаторазову дозу Ca^{2+} (16). Лікування проводилося під контролем виведення Ca^{2+} (50 мл) вводили внутрішньовенно. Запис кривих тиску крові проводили на апараті марки «Мінограф» (лінійної функції ЛШ з частотою (ДЖ) шлуночка, як і в нормі діастолічного тиску крові. Вмісту Ca^{2+} з використанням «Мінографу», Чехословацького ронарографії з артеріографії кальцію з міокарду.

Одночасно реєстрували фонокордіограму, друкували «Мінограф» фірми «Мінограф» такі показники, як жорсткість [3, 14], індекс графічне дослідження симумі дії коринфару кров для визначення пробую з дозованим фоновим велоергометрії фірми «Мінограф» стандартних відведених на ІХС проводили (30 мг) для оцінки іти досліджень оброблювали з використанням к

Результати та їх обговорення

У хворих на ІХС, зазначено, що жорсткість $P > 0,05$) поєднується артеріовенозною різницею $P > 0,05$) і нормальним (1,35 мкмоль/л $\pm 0,016$) шеною жорсткістю $P < 0,01$) спостерігаються за Ca^{2+} (0,065 мкмоль/л) вмісту Ca^{2+} в еритроцитах $\pm 0,016$ мкмоль/л; $P < 0,01$) артеріовенозною різницею $P < 0,01$), а також міокарді (r=0,70; $P < 0,01$).

Аналіз діастолічного тиску крові вазивних і неінвазивних співставності покази