

УДК [612.6:612.67] (470.1/2)

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ВОЗРАСТ У МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА*

© 2006 г. А. Н. Плакуев, А. В. Хромова, Л. В. Катыхева, Д. С. Попов

Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск

Старение — сложный процесс перестройки и приспособления организма к изменяющимся во времени условиям его существования, поэтому он регулируем и управляем. Обычно старение рассматривается как прогрессивное повреждение и снижение жизнеспособности организма. Между тем биологические объекты принципиально отличаются от подобных систем тем, что каждая клетка обладает совершенным механизмом восстановления практически всех повреждений. В ходе эволюции возник и совершенствовался процесс витуакта, направленный на увеличение продолжительности жизни человека. В основе его лежит не только восстановление исходного состояния, но и возникновение нового качества основных механизмов адаптации [2].

Старение характеризуется многими морфологическими, функциональными и обменными сдвигами. С увеличением количества прожитых лет частота и выраженность физиологических изменений неуклонно увеличивается, и это позволяет оценивать естественную степень постарения. Хорошо известно, что два индивида одного и того же календарного возраста могут резко различаться по выраженности признаков старения, что отражает его вариабельность и определяет необходимость выработки универсальных критериев оценки этого процесса. Одним из таких показателей является возраст, выраженный в биологическом масштабе времени (биологический возраст) [3—10, 15—18].

Биологический возраст характеризует развитие, рост, созревание, старение человека, отражает снижение функциональных возможностей организма, его работоспособность, жизнедеятельность и часто не соответствует возрасту, выраженному в календарной шкале (календарному возрасту) [14, 15].

Определение биологического возраста (БВ) и соответствия его календарному (КВ) проводится с помощью моделей линейной регрессии. Эти методы основаны на совокупности различных тестов, отражающих возрастную физиологию, возрастную хроническую патологию, пределы адаптации и функциональные резервы, физическую и умственную работоспособность, характеристики жизненно важных систем организма [11].

При использовании методик расчета для лиц молодого возраста значение БВ оказывается в среднем выше КВ, а для лиц старшего возраста, наоборот, величина БВ в среднем ниже КВ. В целях компенсации этого смещения существует понятие должного биологического возраста (ДБВ), который является популяционным стандартом старения [1].

* Работа выполнена в рамках гранта Администрации Архангельской области и РГНФ № 06-06-48610 а/С.

Биологический возраст не всегда соответствует календарному, и именно биологический возраст отражает истинное состояние организма, его функциональные и адаптационные возможности. Проживание в высоких широтах, по данным большинства авторов, способствует преждевременному старению организма и увеличению биологического возраста по сравнению с календарным. Однако в ходе нашего комплексного исследования не было выявлено достоверной разницы между показателями биологического и должного биологического возраста у молодых практически здоровых лиц обоих полов, проживающих в условиях Европейского Севера. При этом темп старения как у мужчин, так и у женщин в возрасте от 18 до 24 лет не отличался от физиологического. Выявленных различий в темпах старения у мужчин и женщин данной возрастной группы также не обнаружено. Установлено, что экстремальные условия Европейского Севера не оказывают ожидаемого выраженного отрицательного действия на процессы старения организма в молодом возрасте.

Ключевые слова: биологический возраст, темп старения, маркеры биологического возраста, Европейский Север.

Целью нашего исследования явилось определение биологического возраста у молодых людей, проживающих в условиях Европейского Севера.

Материалы и методы исследования

Методом случайной выборки обследовано 129 человек в возрасте от 18 до 24 лет, среди них мужчин – 34, женщин – 95. В качестве тестов для определения биологического возраста комплексно оценивали следующие показатели [14]:

- 1) систолическое, диастолическое и пульсовое артериальное давление (САД, ДАД, ПАД), мм рт. ст.;
- 2) скорость распространения пульсовой волны по сосудам мышечного типа (СПВ_м) на участке сонная – бедренная артерия;
- 3) скорость распространения пульсовой волны по сосудам эластического типа (СПВ_э) на участке сонная – лучевая артерия;
- 4) жизненная емкость легких (ЖЕЛ), мл;
- 5) время задержки дыхания (ЗД) на выдохе, сек.;
- 6) аккомодация хрусталика по расстоянию ближней точки зрения (А), диоптрии;
- 7) слуховой порог (СП) при 4 000 Гц, Дб;
- 8) статическая балансировка (СБ) на левой ноге, сек.;
- 9) масса тела (МТ), кг;
- 10) самооценка здоровья (СОЗ) — количество неблагоприятных ответов на 29 вопросов стандартной анкеты;
- 11) символьно-цифровой тест Векслера (ТВ) — число правильно заполненных ячеек за 90 сек. [11];
- 12) рост, см.

Скорость распространения пульсовой волны по сосудам мышечного и эластического типа рассчитывали по формуле, предложенной Е. Б. Бабским и В. Л. Карпманом [12]:

$$СПВ_{э} = 0,1 \times KB^2 + 4KB + 380; \quad СПВ_{м} = 8 \times KB + 425.$$

Биологический возраст мужчин определяли по формуле:

$$БВ = 58,873 + 0,18 \times САД - 0,073 \times ДАД - 0,141 \times ПАД - 0,262 \times СПВ_{э} + 0,646 \times СПВ_{м} - 0,001 \times ЖЕЛ + 0,005 \times ЗД - 1,881 \times А + 0,189 \times СП - 0,026 \times СБ - 0,107 \times МТ + 0,320 \times СОЗ - 0,327 \times ТВ.$$

Биологический возраст женщин устанавливали по формуле:

$$БВ = 16,271 + 0,280 \times САД - 0,193 \times ДАД - 0,105 \times ПАД + 0,125 \times СПВ_{э} + 1,202 \times СПВ_{м} - 0,003 \times ЖЕЛ - 0,065 \times ЗД - 0,621 \times А + 0,277 \times СП - 0,07 \times СБ + 0,207 \times МТ + 0,039 \times СОЗ - 0,152 \times ТВ.$$

Должный биологический возраст рассчитывали по формуле:

для мужчин $ДБВ = 0,863 \times KB + 6,85;$
 для женщин $ДБВ = 0,706 \times KB + 12,1.$

В качестве показателя, характеризующего степень постарения конкретного индивидуума или популяции

по сравнению с его ровесниками, использовали разность (БВ–ДБВ) или отношение (БВ/ДБВ) между биологическим и должным биологическим возрастом.

Полученные данные обрабатывали с использованием стандартных статистических методов корреляционного анализа и t-критерия Стьюдента [7].

Результаты и обсуждение

Средний календарный возраст обследуемых составил $(18,84 \pm 1,66)$ года, для мужчин – $(18,88 \pm 2,86)$ года, для женщин – $(18,84 \pm 1,94)$ года ($p < 0,05$). Биологический возраст у мужчин и женщин 18–24 лет, проживающих в условиях Европейского Севера, не превышал должного популяционного стандарта. Разность между биологическим возрастом и должным биологическим возрастом у мужчин составила $(3,61 \pm 0,63)$ года, у женщин $(3,43 \pm 0,35)$ года. Выявленных различий в темпах старения у мужчин и женщин не выявлено (табл. 1).

Таблица 1

Возрастные показатели у лиц 18–24 лет, проживающих в условиях Европейского Севера

Обследованные	Календарный возраст	Биологический возраст	Должный биологический возраст
Всего	$18,84 \pm 1,66$	$21,3 \pm 1,88$	–
Мужчины	$18,88 \pm 2,86$	$19,48 \pm 3,39$	$23,12 \pm 4,0$
Женщины	$18,84 \pm 1,94$	$22,02 \pm 2,27$	$25,4 \pm 2,6$
P	$< 0,05$	$< 0,05$	$< 0,05$

Корреляционные связи маркеров биологического возраста у мужчин и женщин представлены в табл. 2 и 3. Анализ их выявил у женщин прямо пропорциональную зависимость биологического возраста от показателей систолического, диастолического и пульсового артериального давления и массы тела, что соответствует литературным данным.

Таблица 2

Корреляционный анализ маркеров биологического возраста у мужчин 18–24 лет

Показатель	САД	ДАД	ЖЕЛ	KB	ПАД	СПВ _э	СПВ _м	ЗД	МТ	СОЗ
ДАД	0,8									
ПАД	0,2	-0,5	0,3							
МТ	0,5	0,4	0,4	0,0						
СПВ _э	-0,1	-0,1	-0,1	0,9	0,0					
СПВ _м	-0,1	-0,1	-0,1	1	0,0	0,9				
А	0,0	0,0	0,1	-0,91	-0,1	-0,9	-0,9	-0,3		
ТВ	0,1	-0,1	0,3	-0,2	0,3	-0,2	-0,1	-0,3	0,3	0,4
БВ	-0,2	-0,2	-0,4	-0,1	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,3	-0,1

Подтверждена обратно пропорциональная зависимость биологического возраста от жизненной емкости легких у мужчин и женщин. Установлено, что у мужчин

при увеличении массы тела биологический возраст уменьшался. Данную взаимосвязь можно объяснить нарастанием мышечной массы и становлением гормонального фона.

Таблица 3
Корреляционный анализ маркеров биологического возраста у женщин 18–24 лет

Показатель	САД	ДАД	ПАД	ЖЕЛ	КВ	СПВэ	СПВм	ЗД	СБ	МТ
ДАД	0,6									
ПАД	0,5	-0,3								
СПВэ	0,1	0,0	0,0	0,2	0,9					
СПВм	0,0	0,1	0,0	0,1	0,9	0,9				
А	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,9	-0,9	-0,9	-0,2	0,0	0,1
БВ	0,6	0,3	0,4	-0,4	0,1	0,1	0,1	-0,3	-0,3	0,3

Таким образом, биологический возраст у мужчин и женщин 18–24 лет, проживающих в условиях Европейского Севера, не превышает должного популяционного стандарта. Это хорошо объясняет адаптационно-регуляторная теория старения, согласно которой в ходе возрастного развития благодаря деятельности мозга мобилизуются приспособительные механизмы, направленные на увеличение продолжительности жизни, сохранения адаптации в данной среде, формируются важнейшие процессы витаукта. Так как в нашем случае у молодых людей возрастные нарушения в центральных механизмах регуляции, по-видимому, незначительны, вполне объяснимо, что процессы преждевременного старения на данном возрастном этапе минимальны или отсутствуют [13].

Отсутствие выраженных различий в темпах старения у мужчин и женщин 18–24 лет, вероятно, связано с тем, что в данный возрастной период не закончено формирование основных систем организма, в том числе систем адаптации макроорганизма.

При увеличении массы тела биологический возраст уменьшается. Данный вывод подтверждается научными трудами многих исследователей, особенно в эксперименте. Ограничение калорийности питания увеличивало продолжительность жизни также у рыб, амфибий, дафний, насекомых и других беспозвоночных. Хотя до сих пор нет ответа на вопрос, замедляет или нет ограниченная диета возрастные процессы у человека и влияет ли на продолжительность его жизни. В трех больших исследованиях на приматах (главным образом на макаках резус) получены первые свидетельства тому, что диеты с ограничением калорийности приводят к уменьшению уровня глюкозы и инсулина в крови, снижению температуры тела, снижению энергозатрат у грызунов. Похожие физиологические эффекты воспроизводились и у обезьян [18–22].

Вероятно, что в механизмах увеличения продолжительности жизни при ограничении калорийности питания основную роль играют такие факторы, как замедление роста, уменьшение содержания

жира в теле, увеличение репарации ДНК, замедление нейроэндокринных или иммунологических возрастных сдвигов, снижение температуры тела и основного обмена, ослабление окислительного стресса. Наиболее значимым эффектом ограниченного по калорийности питания является уменьшение интенсивности свободнорадикальных процессов. У грызунов, содержащихся на такой диете, наблюдается замедление возрастного усиления скорости генерации супероксида и H₂O₂, уменьшение окислительных повреждений и замедление возрастного снижения вязкости мембран. Активность ферментов антиокислительной защиты в различных тканях изменяется не столь единообразно, однако голодание снижает чувствительность тканей *in vitro* к острому оксидативному стрессу [19, 23–27].

Выводы

1. Биологический возраст у мужчин и женщин 18–24 лет, проживающих в условиях Европейского Севера, не превышает должного популяционного стандарта.

2. Выраженных различий в темпах старения у мужчин и женщин данной возрастной группы не выявляется.

3. У мужчин 18–24 лет при увеличении массы тела биологический возраст достоверно уменьшается.

Список литературы

1. *Абромович С. Г.* Биологический возраст человека, сердечно-сосудистая система и скорость ее старения / С. Г. Абромович, И. М. Михалевич // *Клин. медицина.* — 2001. — Т. 79, № 75. — С. 30–32.
2. *Башкирева А. С.* Влияние биологического возраста на профессиональную работоспособность / А. С. Башкирева, В. Х. Хавинскон // *Физиология человека.* — 2001. — Т. 27, № 3. — С. 104–112.
3. *Башкирева А. С.* Влияние биологического возраста на профессиональную работоспособность / А. С. Башкирева // Там же. — 2002. — Т. 28, № 5. — С. 92–102.
4. *Белозерова Л. М.* Умственная, физическая работоспособность и биологический возраст лиц зрелого возраста / Л. М. Белозерова, Н. В. Соломатина // *Клин. геронтология.* — 2001. — Т. 7, № 10. — С. 11–15.
5. *Бульер Ф.* Определение биологического возраста / Ф. Бульер. — *Медицина*, 1971.
6. *Донцов В. И.* Старение: механизмы и пути преодоления / В. И. Донцов, В. Н. Крутько, А. А. Подколзин. — М.: Биоинформсервис, 1997. — 220 с.
7. *Зайцев В. М.* Прикладная медицинская статистика / В. М. Зайцев, В. Г. Лифляндский, В. И. Маринкин. — СПб., 2006. — 432 с.
8. *Зайцев А. В.* Оценка биологического возраста методом регистрации времени реакции / А. В. Зайцев, В. И. Лупачев, О. Е. Сурина // *Экология образования: актуальные проблемы / Сев.-Зап. отд.-ние Рос. акад. образования; ПГУ им. М. В. Ломоносова.* — Архангельск, 1999. — Вып. 1. — С. 45–48.
9. *Илющенко В. Г.* Современные подходы к оценке биологического возраста человека / В. Г. Илющенко // *Валеология.* — 2003. — № 3. — С.11–19.

10. Костюк П. Т. Биология старения / П. Т. Костюк, Н. П. Бехтерева. — Б. м., 1982. — С. 102—108.
11. Крутько В. Н. Эффективность линейной и нелинейной аппроксимации в формулах определения биологического возраста человека / В. Н. Крутько, В. И. Донцов, А. А. Подколзин, А. Г. Мегреладзе // Клини. геронтология. — 2001. — Т. 7, № 10. — С. 15—19.
12. Парняков А. В. Исследование интеллекта у взрослых: метод Векслера, тест зрительной ретенции Бентона / А. В. Парняков, С. А. Куликов. — Архангельск, 2004. — С. 49.
13. Рыжак Г. А. Геропротекторы в профилактике возрастной патологии / Г. А. Рыжак, С. С. Коновалов. — СПб. : Изд-во «Прайм-ЕВРОЗНАК», 2004. — 160 с.
14. Фофанов П. Н. Учебное пособие по механокардиографии / П. Н. Фофанов ; Воен.-мед. академия им. С. М. Кирова. — Л., 1977. (<http://www.constel.ru/pub043.html>)
15. Чеботарев Д. Ф. Биологический возраст, наследственность и старение / Д. Ф. Чеботарев // Геронтология и гериатрия / под ред. Д. Ф. Чеботарева. — Киев, 1984.
16. Шахбазов В. Г. Новый метод определения биологического возраста человека / В. Г. Шахбазов, Т. В. Колопаева, А. Л. Набоков // Лаб. дело. — 1986. — № 7. — С. 404—407.
17. Cefalu W. T. A study of caloric restriction and cardiovascular aging in cynomolgus monkeys (*Macaca fasciculata*) / W. T. Cefalu, J. D. Wagner, Z. Q. Wang et al. // J. Gerontol. — 1997. — Vol. 52. — P. B10—B19.
18. DeLany J. P. Long-term calorie restriction reduces energy expenditure in aging monkeys / J. P. DeLany, B. C. Hansen, N. L. Bodkin et al. // J. Gerontol.: Biol. Sci. — 1999. — Vol. 54A. — P. B5—B11.
19. Kemnitz J. W. Dietary restriction increases insulin sensitivity and lowers blood glucose in rhesus monkeys / J. W. Kemnitz, E. B. Roecker, R. Weindruch et al. // Am. J. Physiol. — 1994. — Vol. 266. — P. E540—E547.
20. Klemra P. A new approach to the concept and computation of biological age / P. Klemra, S. Doubal // Mech. Ageing Dev. — 2005. — Nov 26; [Epub ahead of print] PMID: 16318865 [PubMed - as supplied by publisher]
21. Lane M. A. Caloric restriction lowers body temperature in rhesus monkeys, consistent with a postulated anti-aging mechanism in rodent / M. A. Lane, D. J. Baer, W. V. Rumpel et al. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. — 1996. — Vol. 93. — P. 4159—4164.
22. Nyarady Z. Age estimation of south-west Hungarian children using the modified Demirjian method / Z. Nyarady, H. Mormstad, L. Olasz, G. Szabo // Fogorv Sz. — 2005. — Vol. 98(5). — P. 193—198. Hungarian. PMID: 16315855 [PubMed - in process]
23. Parker G. Sleeping in? The impact of age and depressive sub-type on hypersomnia / G. Parker, G. Malhi, D. Hadzi-Pavlovic, P. Parker // J. Affect. Disord. — 2005. — Dec 1; [Epub ahead of print] PMID: 16325918 [PubMed - as supplied by publisher]
24. Roth G. S. Biological effects of caloric restriction in primates / G. S. Roth, D. K. Ingram, R. G. Cutler, M. A. Lane // Успехи геронтологии. — 1999. — Т. 3. — С. 116—120.
25. Sohal R. S. Oxidative stress, caloric restriction, and aging / R. S. Sohal, R. Weindruch // Science. — 1996. — Vol. 273. — P. 59—63.
26. Weng N. Tales of tails: regulation of telomere length and telomerase activity during lymphocyte development, differentiation, activation, and aging / N. Weng., L. D. Palmer, B. L. Levine et al. // Immunol. Reviews. — 1997. — Vol. 160. — P. 43—54.
27. Yu C.-E. Positional cloning of the Werner's syndrome gene / C.-E. Yu, J. Oshima, Y.-H. Fu et al. // Science. — 1996. — Vol. 272. — P. 258—262.

BIOLOGICAL AGE OF YOUNG PEOPLE LIVING IN CONDITIONS OF EUROPEAN NORTH

A. N. Plakuev, A. V. Khromova, L. V. Katysheva, D. S. Popov

Northern State Medical University, Arkhangelsk

Biological age does not always correspond to calendar age, and exactly biological age reflects real state of an organism, its functional and adaptation abilities. According to the data of most authors, living in the high latitudes contributes to premature aging of an organism and to an increase in biological age in comparison with calendar age. However during our complex study, no reliable difference was detected between the indices of biological and due biological age in young healthy persons of both sexes living in the European North conditions. At the same time, the rate of aging both of men and women at the age 18—24 y.o. did not differ from that of physiological age. There were also not detected profound differences in the rate of aging in men and women from this age group. It has been established that extreme conditions of the European North did not exert expected profound negative impact on processes of an organism aging at young age.

Key words: biological age, rate of aging, markers of biological age, European North.