

© СИНДЕЕВА Л.В., НИКОЛАЕВ В.Г., ПЕТРОВА М.М., КАСКАЕВА Д.С., МЕДВЕДЕВА Н.Н.

УДК 612.67:613.94

## КОЭФФИЦИЕНТ СКОРОСТИ СТАРЕНИЯ – ОДИН ИЗ МАРКЕРОВ В ОЦЕНКЕ ФИЗИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Л.В. Синдеева, В.Г. Николаев, М.М. Петрова, Д.С. Каскаева, Н.Н. Медведева

ФГБОУ ВО Красноярский государственный медицинский университет имени проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого  
Министерства здравоохранения РФ, ректор – д. м. н., проф. И. П. Артюхов; кафедра анатомии и гистологии человека,  
зав. – д. м. н., проф. Н.Н. Медведева; кафедра поликлинической терапии, семейной медицины и ЗОЖ с курсом ПО,  
зав. – д. м. н., проф. М.М. Петрова.

**Цель исследования.** Установить границы и степени ускоренных и замедленных вариантов старения мужчин и женщин г. Красноярска и Красноярского края с целью использования данного показателя, как маркера в оценке физического здоровья.

**Материалы и методы.** На основе антропометрических данных определена скорость старения по методике А.Г. Горелкина и Б.Б. Пинхасова (2008). Для разбиения выборки на интервалы, соответствующие различным вариантам скорости старения, использован центильный анализ по А.А. Ушакову (2008).

**Результаты.** Использование центильного анализа позволило определить границы нормальных значений коэффициента скорости старения для жителей Красноярского края – от 0,980 до 1,199 у женщин и от 0,960 до 1,209 у мужчин. Значения данного коэффициента, выходящие за границы нормальных значений, разбиты на центили, характеризующие первую, вторую и третью степени замедленного и ускоренного вариантов старения.

**Заключение.** Коэффициент скорости старения, характеризующий биологический возраст человека, как у женщин, так и у мужчин имеет высокую вариабельность значений, что показывает необходимость ранжирования значений данного коэффициента на степени. Данный показатель, отражающий все биологические процессы, происходящие в организме, в совокупности с другими параметрами может быть использован для оценки физического здоровья населения.

**Ключевые слова:** старение, биологический возраст, центильный анализ.

## COEFFICIENT OF AGING RATE - ONE OF THE MARKERS IN EVALUATION OF THE POPULATION PHYSICAL HEALTH

L.V. Sindeeva, V.G. Nikolaev, M.M. Petrova, D.S. Kaskaeva, N.N. Medvedeva  
Krasnoyarsk State Medical University named after prof. V. F. Voyno-Yasenetsky

**The aim of the research.** To establish the limits and the degree of acceleration and deceleration variants in men and women aging of Krasnoyarsk and Krasnoyarsk Region in order to use this index as a marker to assess the physical health.

**Materials and methods.** On the basis of anthropometric data is determined the rate of aging by the method of A.G. Gorelkin and B.B. Pinkhasov (2008). To divide the sample into intervals, corresponding to different variants of the aging rate, it was used a centile analysis by A.A. Ushakov (2008).

**Results.** Using centile analysis made it possible to determine the limits of normal range in the aging rate coefficient for the inhabitants of Krasnoyarsk Region - from 0.980 to 1.199 in women, and from 0.960 to 1.209 in men. The values of this coefficient outside the normal range are divided into centiles, characterizing the first, second and third degrees of delayed and accelerated aging variants.

**Conclusion.** Aging rate coefficient that characterize the biological age of the person, both women and men, has a high variability of values that shows the need for the values ranking of this coefficient into degrees. This indicator, representing all the biological processes in the body in combination with other parameters may be used to assess physical health of the population.

**Key words:** aging, biological age, centile analysis.

## Введение

В процессе жизнедеятельности организм претерпевает выраженные изменения, касающиеся строения тела, физиологических функций, биохимического состава различных структур. Одной из важнейших закономерностей онтогенеза человека является неравномерность возрастных трансформаций различных морфофизиологических параметров, что является причиной несоответствия хронологического возраста индивидуальному уровню здоровья [4]. В связи с этим в биологии и медицине оперируют понятием «биологический возраст». Биологический возраст – это степень истинного старения, определяющая уровень жизнеспособности человека и характеризующаяся как совокупность показателей состояния индивида по сравнению с аналогичными показателями здоровых молодых людей.

Скорость старения и продолжительность жизни являются популяционно-специфическими понятиями – в различных регионах данные по ним существенно различаются [6, 7, 8]. В этой связи становится очевидным, что градация понятий «нормальное», «ускоренное» и «замедленное» старение также должна быть дифференцирована в зависимости от региона проживания человека. Данный факт побудил нас к проведению исследования в этом направлении.

В последние годы коллективом ученых Красноярского медицинского университета выполняется проект в рамках государственного задания «Система маркеров в оценке соматонейропсихологического здоровья населения». На сегодняшний день можно с уверенностью сказать, что в качестве маркеров физического здоровья и предикторов социально-значимых заболеваний могут выступать такие показатели, как индекс массы тела, жировая масса, индекс полового диморфизма [1, 2]. В то же время можно предположить, что вышеперечисленные маркеры могут быть связаны и с темпами старения человека, что и определило тактику наших исследований.

## Материалы и методы

*Цель исследования.* Установить границы и степени ускоренных и замедленных вариантов старения мужчин и женщин г. Красноярска и Красноярского края с

целью использования данного показателя, как маркера в оценке физического здоровья.

Всего было обследовано 3983 человека европеоидной расы, постоянно проживающих на территории г. Красноярска и центральной группы районов Красноярского края. Из них мужчины составили 1713 человек, женщины – 2270. Возраст обследованных от 16 до 89 лет, что соответствует пяти возрастным периодам: юношескому, первому зрелому, второму зрелому, пожилому и старческому.

Всем обследованным проведена оценка скорости старения по формулам А.Г. Горелкина и Б.Б. Пинхасова [3], для чего предварительно были измерены длина тела, масса тела, обхват талии и обхват ягодиц.

Для установления региональных границ темпов старения жителей Красноярска и Красноярского края был применен центильный анализ, позволяющий рассмотреть вероятность распределения коэффициента скорости старения в долевом выражении. Согласно А.А. Ушакову [5] если индивидуально наблюдаемый признак находится в пределах центиля  $P_{50}$ , то величина его соответствует норме (за норму принимается интервал значений, в который укладываются показатели 50% обследованных лиц при условии, что выборка составляет не менее 100 человек). Соответственно центили  $P_{25}$  и  $P_{75}$  приняты как категории «ниже среднего» и «выше среднего» соответственно, центили  $P_{10}$  и  $P_{90}$  расцениваются как низкие и высокие, а центили  $P_3$  и  $P_{97}$  – очень низкие и очень высокие соответственно. Статистическая значимость различий оценивалась по критерию  $\chi^2$ .

## Результаты и обсуждение

Определение коэффициента скорости старения (КСС) показало значительную варибельность данного коэффициента. В среднем по выборке КСС составил  $1,33 \pm 0,006$  при разбросе значений от 0,56 до 2,46. Широкий разброс значений КСС указывает на необходимость установления степенных границ данного коэффициента, особенно тех его вариантов, которые расцениваются как ускоренное старение.

Деление вариационного ряда на перцентильные каналы позволило выделить границы значений КСС,

Таблица 1

## Перцентильные каналы значений коэффициента скорости старения женщин

Показатель	Центиль						
	P <sub>3</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	P <sub>90</sub>	P <sub>97</sub>
	очень низкий	низкий	ниже среднего	средний	выше среднего	высокий	очень высокий
КСС	<0,559	0,560-0,849	0,850-0,979	0,980-1,199	1,200-1,579	1,580-1,859	1,860<
	степень3	степень2	степень1	НОРМА	степень1	степень2	степень3
	Замедленное старение				Ускоренное старение		

соответствующие категориям «очень низкий», «низкий», «ниже среднего», «средний», «выше среднего», «высокий» и «очень высокий» (таблица 1).

Анализ центилей показал, что в пределах P<sub>50</sub> лежат значения КСС от 0,980 до 1,199, что и было принято за нормальную величину признака (т.е. соответствие биологического возраста календарному). По обе стороны от P<sub>50</sub> располагались еще по три канала, которые предлагается расценивать в качестве степеней ускоренного и замедленного старения. Так диапазон, соответствующий P<sub>25</sub>, включал значения КСС от 0,850 до 0,979, что можно расценивать как замедленное старение первой степени. Замедленному старению второй степени

соответствует интервал P<sub>10</sub>, соответствующий величине КСС от 0,560 до 0,849. КСС менее 0,560 занимал центильный канал P<sub>3</sub> и был обозначен нами в качестве третьей степени замедленного старения.

Аналогичные степени (первая, вторая и третья) были присвоены центильным интервалам, характеризующим преждевременное (ускоренное) старение. Так, значения КСС, находящиеся в пределах от 1,200 до 1,579, лежали в диапазоне «выше среднего» (канал P<sub>75</sub>) и расценены как ускоренное старение первой степени. В качестве второй степени преждевременного старения нами рекомендуется использовать величины КСС, находящиеся в интервале P<sub>90</sub>

Таблица 2

## Перцентильные каналы значений коэффициента скорости старения мужчин

Показатель	Центиль						
	P <sub>3</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>75</sub>	P <sub>90</sub>	P <sub>97</sub>
	очень низкий	низкий	ниже среднего	средний	выше среднего	высокий	очень высокий
КСС	<0,490	0,491-0,819	0,820-0,959	0,960-1,209	1,210-1,639	1,640-1,919	1,920<
	степень3	степень2	степень1	НОРМА	степень1	степень2	степень3
	Замедленное старение				Ускоренное старение		

– от 1,580 до 1,859. Значения КСС, превышающие 1,860, относились к центилю P97, что трактовалось как ускоренное старение третьей степени.

Разброс значений КСС от максимального до минимального у мужчин был больше, чем у женщин и составил от 0,46 до 2,60. Средние значения указанного коэффициента в выборке мужчин были достоверно меньше, чем у женщин ( $1,19 \pm 0,07$ ;  $p < 0,001$ ). Значительная вариабельность скорости старения и большой объем выборки позволили разбить данный вариационный ряд на перцентили от P3 до P97 и вывести степени скорости старения (в направлении как замедленного, так и ускоренного вариантов) согласно положению диапазона значений КСС в том или ином перцентильном канале (таблица 2).

В качестве варианта нормы (соответствие биологического возраста календарному) приняты значения КСС, занимающие центильный канал P50 – от 0,960 до 1,209. Величины данного коэффициента, находящиеся в категориях «ниже среднего» и «выше среднего» (P25 и P50), определены в качестве первой степени замедленного и ускоренного старения соответственно. Значениям КСС, находящимся в интервале P10 (от 0,491 до 0,819), нами присвоена вторая степень замедленного старения. Аналогичная степень для ускоренных вариантов старения определена для интервала P90 (от 1,643 до 1,919). Значения КСС ниже 0,490 и выше 1,920 соответствовали центилям P3 и P97 соответственно. Данные значения рекомендовано трактовать как третью степень отклонения биологического возраста от календарного.

На следующем этапе работы определяли количество замедленных и ускоренных вариантов старения в каждой возрастной группе, отдельно для мужчин и женщин с использованием полученных нами данных о границах нормы скорости старения. У подавляющего большинства молодых женщин имело место превышение биологического возраста над календарным (рис. 1).

Доля женщин 16-20 лет, имеющих значения КСС выше календарной нормы, составила  $75,9 \pm 0,9\%$ . В

первом зрелом возрасте отмечена аналогичная тенденция –  $66,3 \pm 0,9\%$  обследованных характеризовались преобладанием биологического возраста над хронологическим. У  $23,9 \pm 0,8\%$  женщин юношеского и у  $32,9 \pm 0,9\%$  представительниц первого зрелого возраста КСС в среднем был близок к единице, что позволило констатировать у них соответствие календарного и биологического возраста. Случаи замедленного старения (КСС ниже единицы) в указанных возрастных категориях регистрировались крайне редко ( $0,2 \pm 0,1\%$  и  $0,8 \pm 0,1\%$  соответственно).

Во втором зрелом возрасте скорость старения приобретает более дифференцированный характер. В данной возрастной группе у  $15,2 \pm 0,8\%$  женщин биологический возраст был ниже календарного, у  $36,7 \pm 1,0\%$  обследованных эти показатели совпали, а у  $48,1 \pm 1,1\%$  отмечены высокие значения КСС, что свидетельствует о наличии признаков преждевременного старения. В пожилом возрасте по сравнению со вторым зрелым выявлено достоверное увеличение числа женщин с признаками замедленного ( $23,7 \pm 0,9\%$ ) и уменьшение случаев преждевременного ( $29,6 \pm 1,0\%$ ) старения. У  $46,6 \pm 1,1\%$  обследованных биологический и календарный возраст совпали.

У женщин старческого возраста в  $85,3 \pm 0,7\%$  наблюдений отмечена низкая скорость старения, что достоверно чаще, чем во все предшествующие возрастные периоды. В данной группе обследованных редко регистрировалось соответствие биологического возраста календарному ( $4,0 \pm 0,4\%$ ) и высокий КСС, как признак ускоренного старения ( $10,7 \pm 0,7\%$ ).

В мужской популяции распространенность ускоренного и замедленного вариантов старения, а также соответствия биологического возраста календарному была аналогичной женщинам (рис. 2). Высокий КСС у мужчин наиболее часто регистрировался в юношеском возрасте ( $77,7 \pm 1,8\%$ ).

По нашему мнению, данное явление не является истинным преждевременным старением у лиц юношеского возраста. Это может быть связано с незавер-

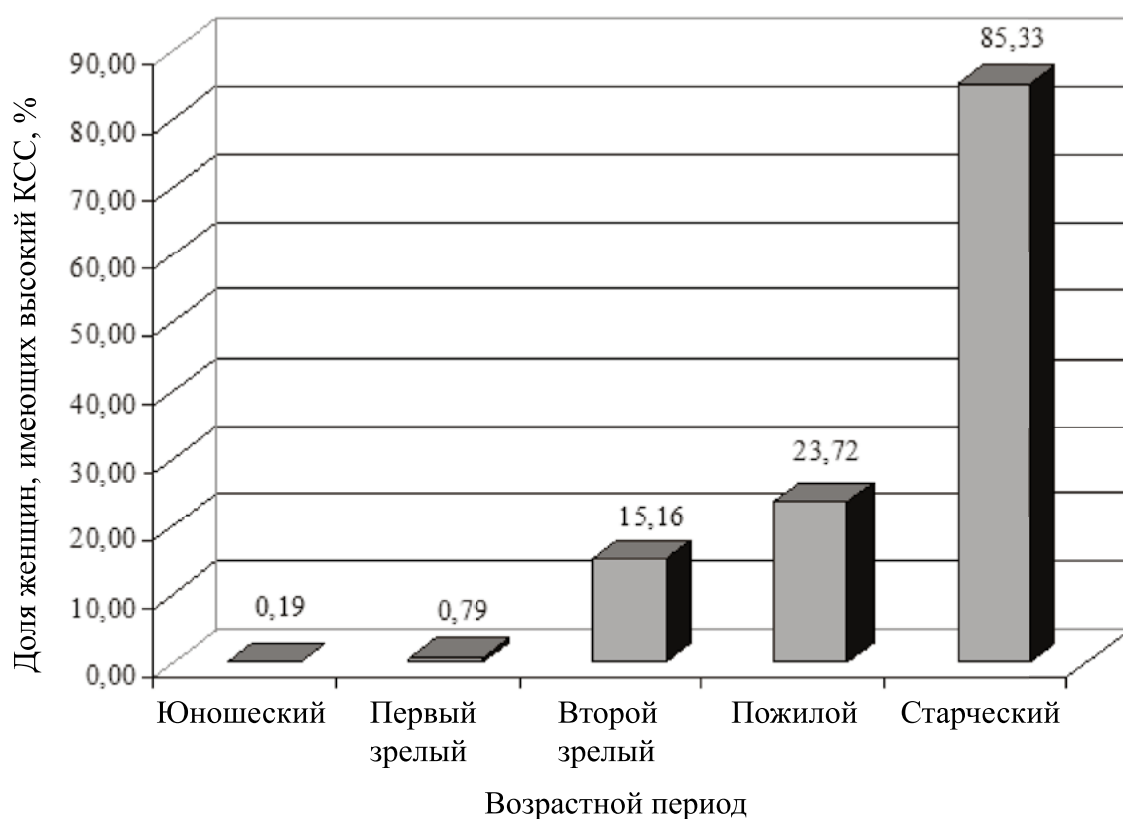
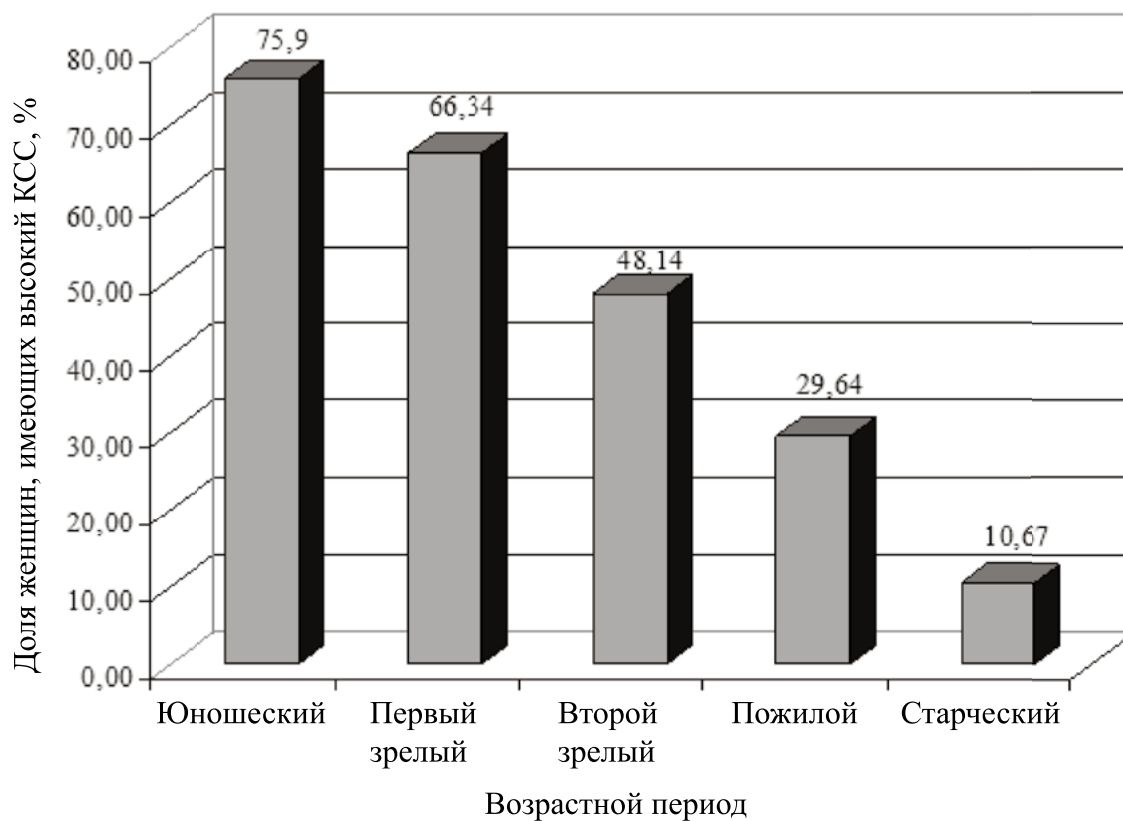


Рис. 1. Распределение ускоренных и замедленных вариантов старения в женской популяции с учетом возраста, %.

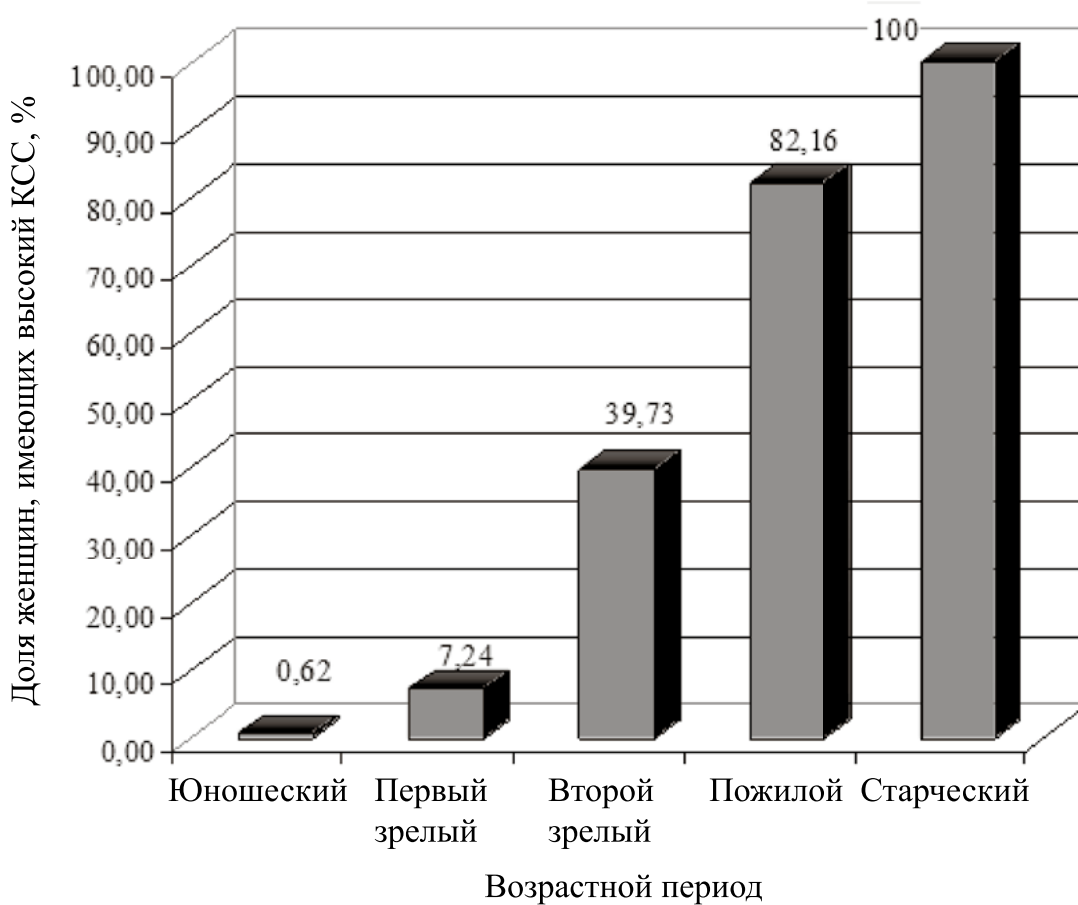
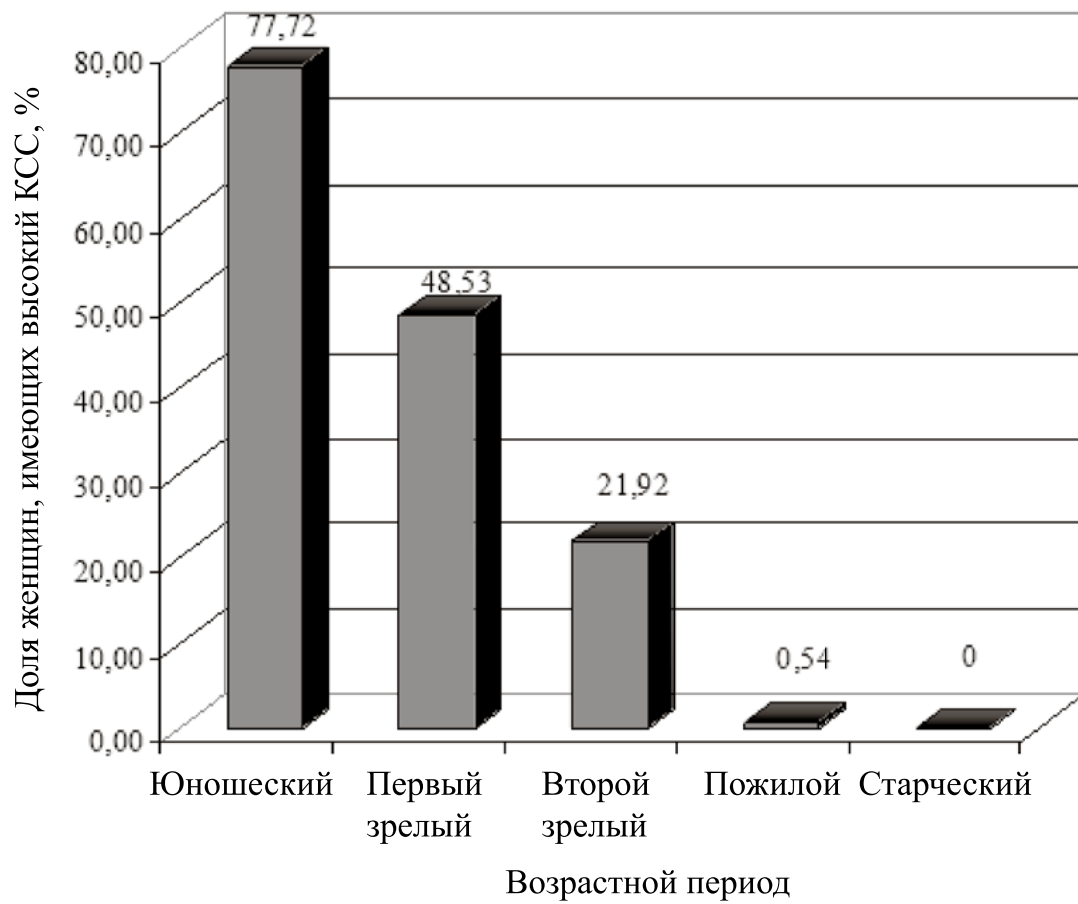


Рис. 2. Распределение ускоренных и замедленных вариантов старения в мужской популяции с учетом возраста, 100 %.

шенностью ростовых процессов в данном возрастном периоде и продолжающимися процессами акселерации. Косвенным доказательством нашего предположения может служить тот факт, что уже в первом периоде зрелого возраста доля лиц с повышенным КСС значительно уменьшилась, а количество соответствий биологического возраста календарному возросло в 2,04 раза (от  $21,7 \pm 0,5\%$  до  $44,2 \pm 1,1\%$ ).

Для представителей второго зрелого возраста характерно равномерное распределение различных вариантов старения: у  $38,4 \pm 1,7\%$  мужчин биологический и календарный возраст совпали, в  $39,7 \pm 1,0\%$  выявлено замедленное старение и у  $21,9 \pm 0,9\%$  биологический возраст был выше календарного.

Мужчины пожилого возраста характеризовались преобладанием низких значений КСС — у  $82,2 \pm 2,9\%$  обследованных величина данного параметра не превышала 0,98. Следует отметить, что в старческом возрасте ускоренного варианта старения, а также случаев соответствия биологического возраста календарному не были выявлены. Замедленное старение у мужчин старше 75 лет зафиксировано в 100% случаев.

### Заключение

Таким образом, коэффициент скорости старения, характеризующий биологический возраст человека, как у женщин, так и у мужчин имеет высокую вариабельность значений, что показывает необходимость ранжирования значений данного коэффициента на степени. В качестве варианта региональной нормы скорости старения для жителей Красноярского края предложено считать значения КСС, соответствующие центиллю P50 (от 0,980 до 1,199 у женщин и от 0,960 до 1,209 у мужчин). Установленные степени скорости старения позволят проводить ранжированный анализ для изучения влияния других маркеров физического здоровья (индекса массы тела, жировой массы, индекса полового диморфизма) на скорость старения.

*Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 16-06-004\16 от 04.02.2016 «Экспертная оценка здоровья человека: фундаментальные исследования».*

### Литература

1. Медведева Н.Н., Николаев В.Г., Деревцова С.Н., Синдеева Л.В., Романенко А.А., Петрова М.М., Шнайдер Н.А., Шульмин А.В. Оценка соматонейропсихологического здоровья человека // Сибирское медицинское обозрение. — 2016. — № 3. — С.73-80.
2. Николаев В.Г., Медведева Н.Н., Шульмин А.В., Синдеева Л.В., Деревцова С.Н. Биофизические маркеры и их роль в оценке физического статуса // Сибирское медицинское обозрение. — 2013. — №6. — С. 30-32.
3. Патент № 238774 Российская Федерация. Способ определения биологического возраста человека и скорости старения / А. Г. Горелкин, Б. Б. Пинхасов. — № 2008130456/1; опубли. 27.04.2010, Бюл. № 12. — 2 с.
4. Позднякова Н. М., Прощаев К. И., Ильницкий А. Н., Павлова Т.В., Башук В.В. Современные взгляды на возможности оценки биологического возраста в клинической практике // Фундаментальные исследования. — 2011. — № 2. — С. 17-22.
5. Ушаков А. А. Использование центильного метода статистики в практике научных исследований // Успехи современного естествознания. — 2008. — № 5. — С. 150-151.
6. Tazkarji B., Lam R., Lee S., Meiyappan S. Approach to preventive care in the elderly // Can. Fam. Physician. — 2016. — Vol. 62, №9. — P. 717-721.
7. Loichinger E., Weber D. Trends in Working Life Expectancy in Europe // J. Aging Health. — 2016. — Vol. 28, №7. — P. 1194-1213.
8. Chiu C.T., Hayward M., Saito Y. A Comparison of Educational Differences on Physical Health, Mortality, and Healthy Life Expectancy in Japan and the United States // J. Aging Health. — 2016. — Vol. 28, №7. — P. 1256-1278.

### References

1. Medvedeva N.N., Nikolaev V.G., Derevtsova S.N., Sindeeva L.V., Romanenko A.A., Petrova M.M., Shnayder N.A., Shul'min A.V. Evaluation of somatic neuropsychological human health // Siberian Medical Review. — 2016. — № 3. — P.73-80.

2. Nikolaev V.G., Medvedeva N.N., Shul'min A.V., Sindeeva L.V., Derevtsova S.N. Biophysical markers and their role in the assessment of the physical status // Siberian Medical Review. – 2013. – №6. – P. 30-32.

3. The patent No. 238774, Russian Federation. The method for determining the biological age of the person and the aging rate / A.G. Gorelkin, B.B. Pinkhasov. - № 2008130456/1; publ. 27.04.2010, Bull. Number 12. - 2.

4. Pozdnyakova N.M., Proshchaev K.I., Il'nitsky A.N., Pavlova T.V., Bashuk V.V. Current views on the possibility of assessment the biological age in clinical practice // Basic Research. – 2011. – № 2. – P. 17-22.

5. Ushakov A.A. Using centile method of statistics in the practice of scientific research // Successes of Contemporary Natural Science. – 2008. – № 5. – P. 150-151.

6. Tazkarji B., Lam R., Lee S., Meiyappan S. Approach to preventive care in the elderly // Can. Fam. Physician. – 2016. – Vol. 62, №9. – P. 717-721.

7. Loichinger E., Weber D. Trends in Working Life Expectancy in Europe // J. Aging Health. – 2016. – Vol. 28, №7. – P. 1194-1213.

8. Chiu C.T., Hayward M., Saito Y. A Comparison of Educational Differences on Physical Health, Mortality, and Healthy Life Expectancy in Japan and the United States // J. Aging Health. – 2016. – Vol. 28, №7. – P. 1256-1278.

### Сведения об авторах

*Синдеева Людмила Викторовна – доктор медицинских наук, профессор кафедры анатомии и гистологии человека, ФГБОУ ВО Красноярский государственный медицинский университет имени проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого МЗ РФ.*

*Адрес: 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, г.1, тел. 8(391)2201409; e-mail: lsind@mail.ru.*

*Николаев Валериан Георгиевич – доктор медицинских наук, профессор кафедры анатомии и гистологии человека, ФГБОУ ВО Красноярский государственный медицинский университет имени проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого МЗ РФ.*

*Адрес: 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, г.1, тел. 8(391)2924934; e-mail: anatomiya\_kgma@bk.ru.*

*Петрова Марина Михайловна – доктор медицинских наук, заведующая кафедрой поликлинической терапии, семейной медицины и ЗОЖ с курсом ПО, ФГБОУ ВО Красноярский государственный медицинский университет имени проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого МЗ РФ.*

*Адрес: 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, г.1, тел. 8(391)2280860; e-mail: stk99@yandex.ru.*

*Каскаева Дарья Сергеевна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры поликлинической терапии, семейной медицины и ЗОЖ с курсом ПО, ФГБОУ ВО Красноярский государственный медицинский университет имени проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого МЗ РФ.*

*Адрес: 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, г.1, тел. 8(391)2280068; e-mail: dashakas.ru@mail.ru.*

*Медведева Надежда Николаевна – доктор медицинских наук, заведующая кафедрой анатомии и гистологии человека, ФГБОУ ВО Красноярский государственный медицинский университет имени проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого МЗ РФ.*

*Адрес: 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, г.1, тел. 8(391)2201409; e-mail: medvenad@mail.ru.*

### Authors

*Sindeeva Liudmila Victorovna – Doctor of Medical Science, Associate Professor of the Department of Human Anatomy and Histology, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V. F. Voino-Yasenetsky, Ministry of Health of the Russian Federation.*

*Address: 1, Partizan Zheleznyak Str., 660022, Krasnoyarsk, RF; Phone: +7(391)2201409, e-mail: lsind@mail.ru.*

*Nikolaev Valerian Georgievich – Doctor of Medical Science, Professor of the Department of Human Anatomy and Histology, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V. F. Voino-Yasenetsky, Ministry of Health of the Russian Federation.*

*Address: 1, Partizan Zheleznyak Str., 660022, Krasnoyarsk, RF; Phone: 8(391)2924934, e-mail: anatomiya\_kgma@bk.ru.*

*Petrova Marina Mikhailovna – Doctor of Medical Science, Vice-Rector on Research Activity, Head of the Department of Ambulatory Therapy, Family Medicine and Healthy Lifestyle with a course of Postdiploma Education, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V. F. Voino-Yasenetsky, Ministry of Health of the Russian Federation.*

*Address: 1, Partizan Zheleznyak Str., 660022, Krasnoyarsk, RF; Phone: 8(391)2280860, e-mail: stk99@yandex.ru.*

*Kaskaeva Darya Sergeevna – Candidate of Medical Science, Associate Professor of the Department of Ambulatory Therapy, Family Medicine and Healthy Lifestyle with a course of Postdiploma Education, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V. F. Voino-Yasenetsky, Ministry of Health of the Russian Federation.*

*Address: 1, Partizan Zheleznyak Str., 660022, Krasnoyarsk, RF; Phone: 8(391)2280068; e-mail: dashakas.ru@mail.ru.*

*Medvedeva Nadezhda Nikolaevna – Doctor of Medical Science, Head of the Department of Human Anatomy and Histology, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V. F. Voino-Yasenetsky, Ministry of Health of the Russian Federation.*

*Address: 1, Partizan Zheleznyak Str., 660022, Krasnoyarsk, RF; Phone: 8(391)2201409, e-mail: medvenad@mail.ru.*