

## ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ САРКОПИНИЮ

**Самсонова Алла Владимировна**, д.п.н., профессор, заведующая кафедрой

Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, кафедра биомеханики

**Аннотация.** В статье на основе анализа литературных источников описаны факторы, лежащие в основе возрастного уменьшения объёма скелетных мышц – саркопении. Снижение объёма скелетных мышц у пожилых людей возникает за счет нескольких факторов: уменьшения количества мышечных волокон (до 30% за последние три декады жизни или 2-3% ДЕ ежегодно после 60 лет); изменения композиции мышечных волокон (уменьшения процента мышечных волокон типа II); уменьшения площади поперечного сечения мышечных волокон типа II.

**Ключевые слова:** скелетные мышцы, саркопения.

## FACTORS DETERMINING SARCOPENIA

**Alla V. Samsonova**, HD, Professor, Head of the Department  
Lesgaft National State University of Physical Culture, Sports and Health, St. Petersburg, Department of Biomechanics

**Abstract.** Based on the analysis of published articles, factors causing the age-related loss of skeletal muscle volume (sarcopenia) were described. A decrease in skeletal muscle volume of elders occurs due to the decrease in the number of muscle fibers (up to 30% in the last three decades of life or 2-3% of MU annually after 60 years); changes in the composition of muscle fibers (decrease in the percentage of muscle fibers of type II); reduction of the cross-sectional area of muscle fibers of type II.

**Keywords:** skeletal muscle, sarcopenia.

### ВВЕДЕНИЕ

Термин «саркопения» появился в нашем обиходе совсем недавно. Под саркопенией понимается прогрессирующее уменьшение объёма скелетных мышц по мере старения организма [4, 9, 8].

Еще в далекой древности прогрессирующая потеря мышечной массы и силы, возникающая по мере старения человека, приковывала к себе внимание ученых. Аристотель видел в этом процессе неизлечимую болезнь, однако Гален и Цицерон находили, что умеренные физические нагрузки могут замедлить её течение [9]. Долгое время роль анатомо-функционального состояния скелетной мускулатуры в сохранении здоровья и увеличении продолжительности активной фазы жизни оставалась недооцененной, но в последнее время отношение к саркопении стало кардинально меняться, что связано как с пониманием необходимости её коррекции для обеспечения продолжительности качественной жизни стареющего человека, так и с более детальным изучением патогенеза саркопении [1].

Пристальное внимание ученых и практиков к этому виду атрофии скелетных мышц также обусловлено тем, что по прогнозам ученых [8] к 2050 году процент пожилых людей старше 65 лет в некоторых странах приблизится к 40% (рис. 1). По другим оценкам к 2050 году старше 65 лет будет более двух миллиардов жителей Земли. Поэтому важной задачей становится поддержание их мобильности [7].

ЦЕЛЬЮ настоящей статьи является обзор публикаций, посвященных факторам, определяющим уменьшение объема скелетных мышц по мере старения организма человека.

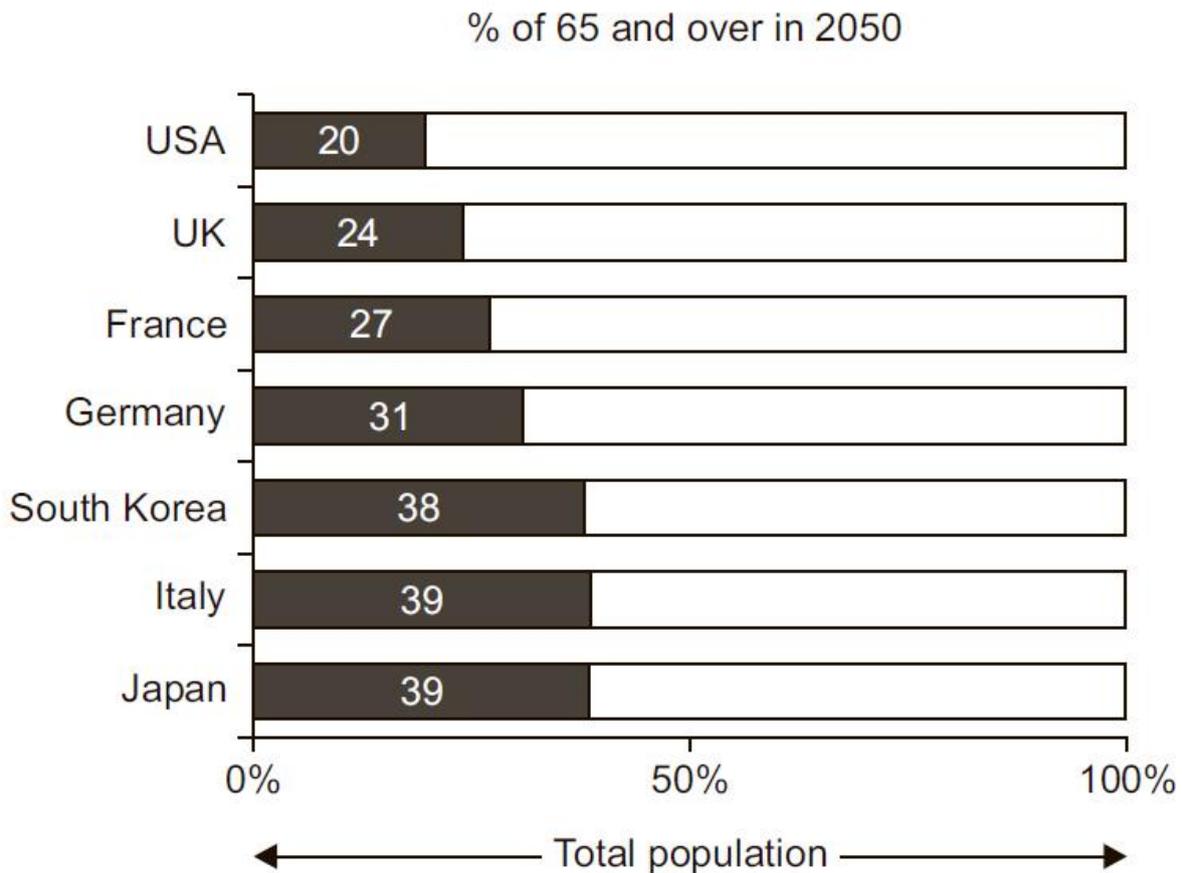


Рис. 1. Прогноз процента жителей некоторых стран, возраст которых к 2050 году будет превышать 65 лет [8]

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Старение человека ассоциируется с изменениями в составе тела (возрастает жировая масса и уменьшается масса мышц и костей), а также другими физиологическими и психологическими характеристиками, которые уменьшают мобильность пожилых людей.

Потеря мышечной силы по мере старения является четким критерием уменьшения мобильности пожилых людей, что выражается в замедлении темпа ходьбы, возрастании рисков падения и повышении количества травм, что ведет к последующей инвалидности. Например, пожилые люди, обладающие сниженной мышечной массой, имеют в 2,6 раза больший риск уменьшения подвижности, и 2,1 раза больший риск смертности по сравнению с пожилыми людьми, обладающими нормальной мышечной массой [6].

Саркопения представляет один из видов атрофии скелетных мышц, однако есть и отличия, о которых будет рассказано ниже.

Установлено, что со второй по восьмую декаду жизни масса мышц уменьшается на 18% у мужчин и на 27% у женщин [5]. При этом в любом возрасте женщины имеют меньшую массу мышц по сравнению с мужчинами. Как у мужчин, так и у женщин уменьшение мышечной массы тела становится заметным (обнаруживается) после третьего или четвертого десятилетия. Как у мужчин, так и у женщин потеря мышечной массы больше в нижних конечностях (около 15 %), по сравнению с верхними (около 10%) [10]. Авторы видят основную причину этого дисбаланса в уменьшении подвижности людей с возрастом, а также в том, что в верхних конечностях «теряется» меньше двигательных единиц (ДЕ), чем в нижних.

Исследования, основанные на компьютерной томографии, МРТ и УЗИ показали, что саркопения сопровождается инфильтрацией жира и соединительной ткани в мышцы. У пожилых женщин и мужчин процент жира в среднем составляет 15% от площади поперечного сечения мышцы, это примерно в 2,5 раза больше, чем у молодых испытуемых, у которых он составляет 6% [2].

Рядом авторов было показано, что накопление жира и соединительной ткани находится в обратной зависимости от уровня физической активности. Удвоение уровня физической активности практически в два раза снижает количество внутримышечного жира и соединительной ткани [11].

Установлено, что повышение жировой ткани в организме человека приводит к возникновению сахарного диабета типа 2, хотя существует и другое мнение. По мнению R. McGregor et al. [7] уменьшение мышечной массы приводит к повышению резистентности к инсулину и развитию сахарного диабета типа 2. Так как скелетные мышцы активно потребляют глюкозу крови, то уменьшение массы мышц приводит к тому, что уровень глюкозы в крови сохраняется на высоком уровне, что способствует развитию диабета типа 2.

Многочисленными исследованиями доказано, что падение объема скелетных мышц у пожилых людей возникает за счет:

- снижения количества мышечных волокон (гипоплазии);
- изменения композиции мышечных волокон (уменьшения процента мышечных волокон типа II);
- уменьшения площади поперечного сечения мышечных волокон типа II.

#### *Снижение количества мышечных волокон*

Между исследователями до сих пор не утихают споры относительно существования гиперплазии<sup>1</sup> мышечных волокон у человека. В настоящее время гиперплазия мышечных волокон у человека не доказана, однако достоверно установлено противоположное явление – уменьшение количества мышечных волокон (гипоплазия) в скелетных мышцах человека по мере его старения. Так, J.A. Faulkner et al. [4] показали, что между 50 и 80 годами жизни человека количество волокон в латеральной широкой мышце бедра у мужчин уменьшается с 600000 до 323000, то есть практически на 50%. В этом отношении, саркопения показывает принципиальное отличие от атрофии, которая предполагает только уменьшение размера мышечного волокна, но не количества мышечных волокон.

---

<sup>1</sup> Гиперплазия мышечных волокон – увеличение количества мышечных волокон в скелетной мышце

Основную причину уменьшения количества мышечных волокон авторы видят в уменьшении количества двигательных единиц (ДЕ). Известно, что ДЕ представляет собой мотонейрон и мышечные волокна, которые он иннервирует. Если по мере старения уменьшается количество мотонейронов, то постепенно уменьшается и количество мышечных волокон (они атрофируются) (рис. 2).

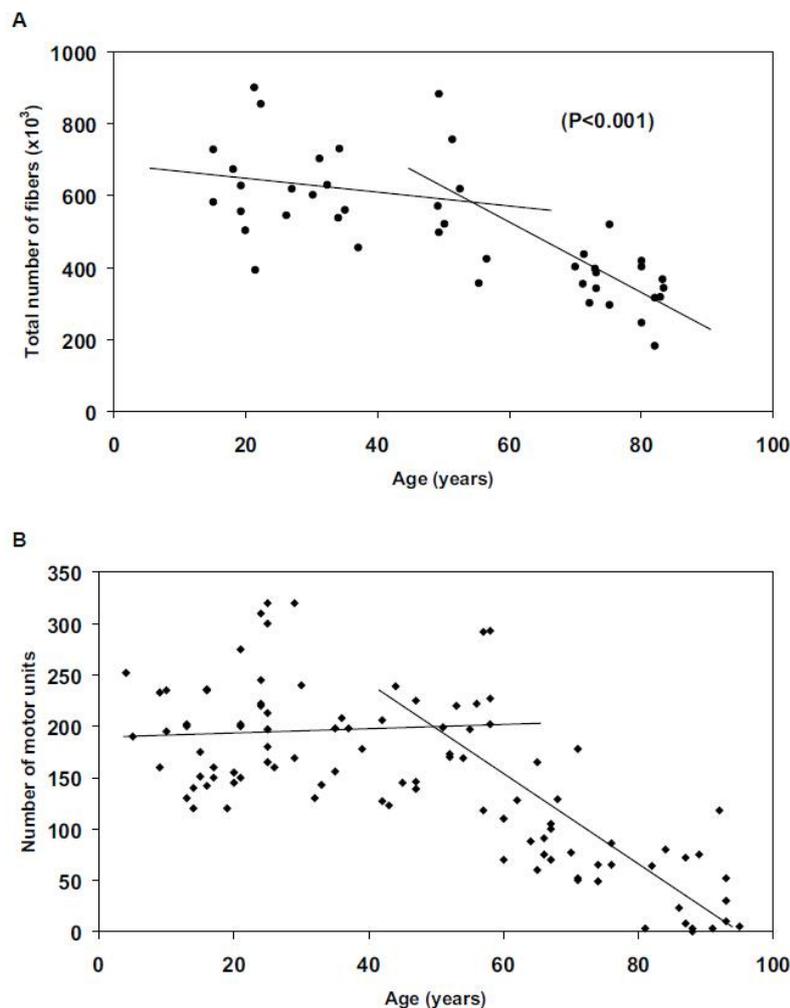


Рис. 2. Соотношение между количеством мышечных волокон (А) и количеством ДЕ (В) в широкой латеральной мышце бедра у мужчин в возрасте от 18 до 82 лет [4]

#### *Изменения композиции мышечных волокон (уменьшения процента мышечных волокон типа II)*

Доказано [3, 4, 11, 7], что с возрастом происходит уменьшение процента мышечных волокон типа II у пожилых людей (таблица 1).

Если учесть, что мышечные волокна типа II имеют большую площадь поперечного сечения по сравнению с мышечными волокнами типа I, то есть они более крупные, становится понятно влияние этого фактора на уменьшение объема скелетных мышц. R. McGregor et al. [7] предполагают, что потеря мышечных волокон типа II с возрастом может быть связана с понижением уровня физической активности человека. Это приводит к неиспользованию быстрых мышечных волокон типа II и их денервации. Следствием потери быстрых мышечных волокон, отвечающих за сохранение равновесия при изменении положения ЦТ тела,

является увеличения риска падения человека. Установлено, что у пожилых людей частота падений через каждые 10 лет увеличивается на 10% [12].

Таблица 1.

**Композиция мышечных волокон в скелетных мышцах молодых и пожилых людей [3]**

Латеральная широкая м. бедра	Молодые (20-23 года)	Пожилые (60 лет)
I тип	39	66
II тип	61	34

#### *Уменьшение площади мышечных волокон II типа*

Доказано, что у пожилых людей значительно уменьшается площадь поперечного сечения мышечных волокон типа II. На рис. 3 представлено изменение площади поперечного сечения мышечных волокон I и II типа. Отчетливо видно, что площадь мышечных волокон типа I (светлые) практически не изменилась, в то же время площадь поперечного сечения мышечных волокон типа II (темные) значительно уменьшилась.

В итоге сочетание этих трёх факторов приводит к тому, что объём скелетных мышц пожилых людей значительно уменьшается. В результате падает их сила. Пожилые люди, если они не проводят аэробных и силовых тренировок, становятся очень слабыми и беспомощными.

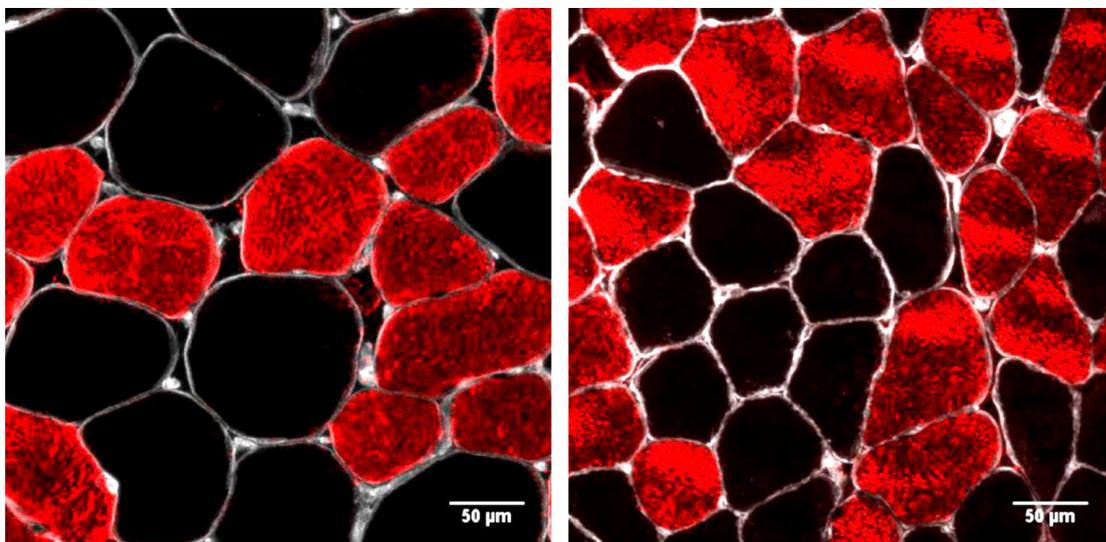


Рис. 3. Примеры мышечной ткани молодого (А) и пожилого (В) субъектов  
Обозначения: светлые – МВ типа I, темные – МВ типа II [11]

#### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Факторами, определяющими саркопению, являются:

- снижение количества мышечных волокон;
- изменение композиции мышечных волокон (уменьшения процента мышечных волокон типа II);
- уменьшение площади поперечного сечения мышечных волокон типа II.

В настоящее время механизмы саркопении продолжают активно изучаться. Согласно современным представлениям, мышечная ткань является одним из самых больших эндокринных органов человека, который вырабатывает большое количество биологически активных веществ, локальных гормонов, включая особые противовоспалительные цитокины (миокины), которые являются клеточными регуляторами роста и катаболизма мышечных волокон. А это означает, что в мышечных волокнах имеется независимый механизм метаболической регуляции, который работает только в том случае, если человек выполняет ежедневные умеренные физические нагрузки [1]. Только в этом случае мышечная ткань способна противостоять саркопении.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Тюзиков И.А., Калиниченко С.Ю. Саркопения: помогут ли только протеиновое питание и физическая активность? Роль половых стероидных гормонов в механизмах регуляции синтеза мышечного белка // Вопросы диетологии. – 2017. – Т. 7. – № 2. – С. 41-50.
2. Alterations in muscle attenuation following detraining and retraining in resistance-trained older adults / D.R. Taaffe, T.R. Henwood, M.A. Nalls et al. // Gerontology. – 2009. – Vol. 55. – P. 217-223.
3. Essén-Gustavsson B., Borges O. Histochemical and metabolic characteristics of human skeletal muscle in relation to age // Acta Physiologica Scandinavica. – 1986. – Vol. 126. – P. 107-114.
4. Faulkner J.A., Larkin L.M., Claflin D.R., Brooks S.V. Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles / Proceedings of the Australian Physiological Society. – 2007. – Vol. 38. – P. 69-75.
5. Janssen I., Heymsfield S.B., Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability // Journal of the American Geriatrics Society. – 2002. – Vol. 50. – P. 889-896.
6. Knee extension strength cut points for maintaining mobility / T.M. Manini, M. Visser, S. Won-Park, K.V. Patel, E.S. Strotmeyer, H. Chen et al. // Journal of the American Geriatrics Society. – 2007. – Vol. 55. – P. 451-457.
7. McGregor R.A., Cameron-Smith D., Poppitt S.D. It is not just muscle mass: a review of muscle quality, composition and metabolism during ageing as determinants of muscle function and mobility in later life // Longevity & Healthspan. – 2014. – Vol. 3. – P. 1-9.
8. Miljkovic, N., Lim J.Y., Miljkovic I., Frontera W.R. Aging of skeletal muscle fibers // Annals of Rehabilitation Medicine. – 2015. – Vol. 39(2). – P. 155-162.
9. Narici M., Maffulli N. Sarcopenia: characteristics, mechanisms and functional significance // British Medical Bulletin. – 2010. – Vol. 95. – P. 139-159.
10. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18–88 yr / I. Janssen, S.B. Heymsfield, Z.M. Wang et al. // Journal of Applied Physiology. – 2000. – Vol. 89. – P. 81-88.
11. The decline in skeletal muscle mass with aging is mainly attributed to a reduction in type II muscle fiber size / R. Nilwik, T. Snijders, M. Leenders et al. // Experimental Gerontology. – 2013. – Vol. 48. – P. 492-498.
12. Yu S., Umapathysivam K., Visvanathan R. Sarcopenia in older people // International Journal of Evidence-Based Healthcare. – 2014. – Vol. 12. – No 4. – P. 227-243.