

САРКОПЕНИЯ И ВОЗРАСТ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Поворознюк В.В., Дзерович Н.И., Поворознюк Вас.В., Паламарчук А.А., Мусиенко А.С.

ГУ «Институт геронтологии имени Д.Ф. Чеботарёва НАМН Украины», г. Киев

*В шестом из этих действий
Является он тощим паяцем,
С очками на носу и с сумкой сбоку;
Штаны его, что юношей еще
Себе он шил, отлично сохранились,
Но широки безмерно для его
Иссохших ног*

*The sixth age shifts
Into the lean and slipper
With spectacles on nose and pouch on side,
His youthful hose well sav'd, a world too wide
For his shrunk shank*

William Shakespeare, *As You Like It*, 2.7

Саркопения — атрофическое дегенеративное изменение скелетной мускулатуры, ассоциированное с возрастом и приводящее к постепенной потере мышечной массы и её силы (www.wikipedia.org).

До недавнего времени саркопения не привлекала должного внимания геронтологов и других специалистов. Роль состояния скелетной мускулатуры, её массы и силы в сохранении здоровья и увеличении продолжительности жизни оставалась недооцененной, но в последние 15 лет отношение специалистов к саркопении меняется. По данным американского центра контроля заболеваемости (Center for Disease Control and Prevention, CDC) саркопения признана одним из пяти основных факторов риска заболеваемости и смертности у лиц старше 65 лет [3, 6, 10].

Саркопения не входит в действующую Международную номенклатуру и классификацию болезней, но ее включение планируется в следующее издание Международной классификации болезней.

Впервые изменения мышечной ткани с возрастом были описаны Гиппократом, но только в 1989 году Irwin Rozenberg для описания потери массы скелетной мускулатуры с возрастом предложил использовать термин «саркопения» (греческий термин «sarx» — тело, плоть + «penia» — снижение). В 1998 году Richard Baumgartner описал саркопению как синдром, ассоции-

рованный с повышенным риском падений и физической слабостью.

На сегодняшний день термин «саркопения» используется для описания возрастных изменений в скелетной мускулатуре — возрастная саркопения, что отражает не только снижение тощей массы, но и сопутствующее снижение мышечной силы и ее мышечной функции [6].

Эпидемиология. Саркопения наблюдается как у мужчин, так и у женщин. В исследовании NHAMES частота саркопении у населения Нью-Мексико составила среди мужчин 15%, среди женщин — 24%. У лиц старше 80 лет данный показатель составил более 50%. У жителей Великобритании европеоидной расы саркопения встречалась в 53% случаев у мужчин, в 31% — у женщин. Меньшая частота саркопении наблюдалась у датских женщин старше 70 лет — 12%, а также у женщин и мужчин старше 80 лет, проживающих в Тайване, — 26% у мужчин, 19% у женщин. Среди американцев старше 80 лет 50% мужчин и 72% женщин страдают саркопенией, а саркопения II степени наблюдалась у 7 и 11%, соответственно. Установлено, что саркопения чаще встречается у латиноамериканского населения [6, 20].

Термин «саркопения» обычно не используют для описания потери мышечной массы при вторичных состояниях (острых и подострых катаболических процессах: сепсис, ВИЧ-инфекция, кахексия при раковых

заболеваниях, послеоперационных состояниях, голодании, тяжелой почечной недостаточности, хронических обструктивных заболеваниях легких).

В ряде исследований установлено, что саркопения ассоциирована с повышением риска падений, снижением минеральной плотности костной ткани, ухудшением качества жизни, функциональных возможностей и, соответственно, ростом летальности пациентов с данным состоянием [6].

Причины саркопении. Существует много причин, приводящих к потере мышечной массы. Чаще всего саркопения наблюдается у людей пожилого возраста. Выделяют первичную и вторичную форму саркопении. Первичная форма развивается с возрастом при отсутствии влияния различных вторичных факторов на скелетную мышечную ткань. Вторичная форма саркопении является следствием воздействия одного или нескольких состояний/факторов, оказывающих влияние на состояние мышеч-

ной ткани (саркопения, ассоциированная со сниженной физической активностью, с питанием, с сопутствующей патологией и др.). У большинства лиц пожилого возраста природа саркопении мультифакториальна (рис. 1).

В последнее время особое внимание специалистов уделяется изучению нейромышечных синапсов как ключевой структуре в осуществлении функциональной денервации, которая ведет к потере мышечной массы и слабости [14].

В ряде исследований подтверждена роль возрастзависимого увеличения оксидативного стресса в развитии нейромышечной дегенерации и прогрессировании саркопении [11, 14].

Телостроение человека: роль жировой и тощей массы. Жировая ткань широко распространена в организме и составляет в норме 15-20% массы тела у мужчин и 20-25% – у женщин. Жировая ткань в организме является необходимой для функцио-

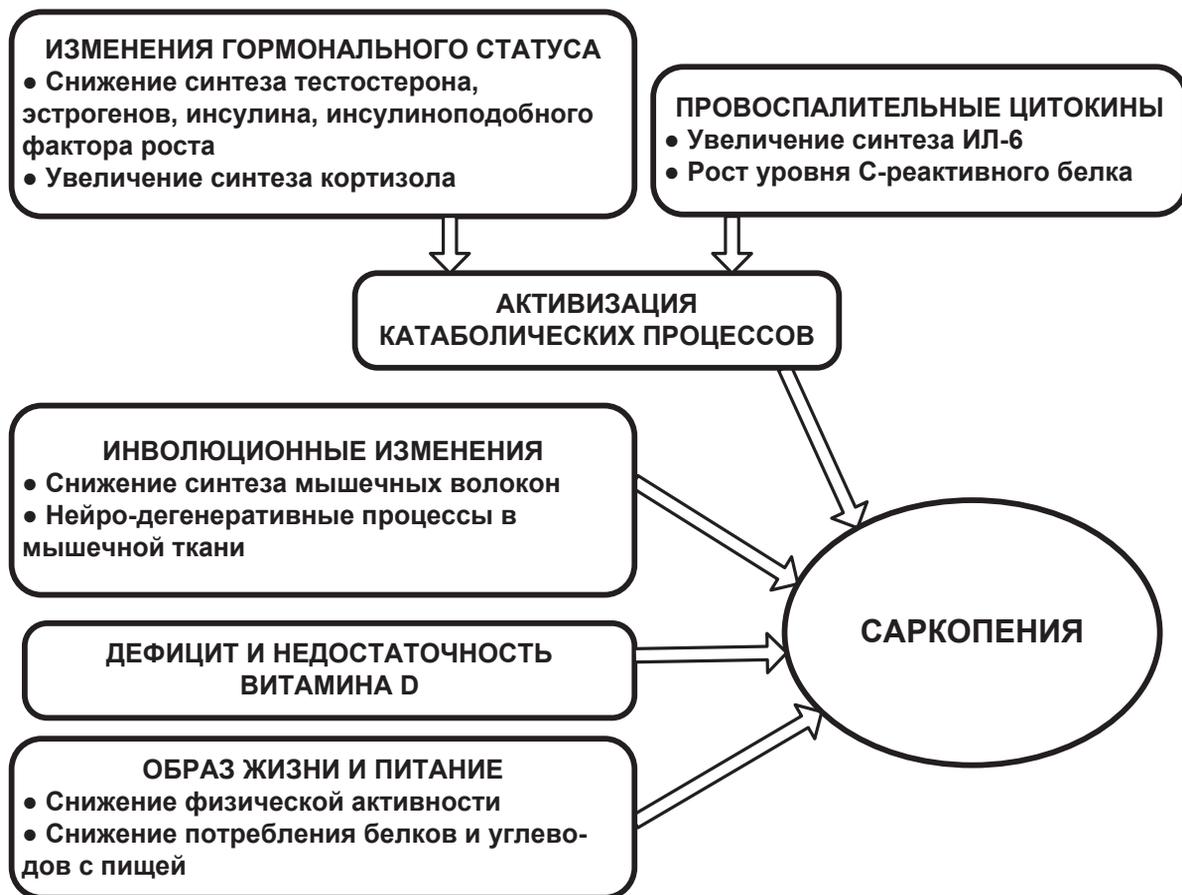


Рис. 1. Причины саркопении.

нирования жизненно важных органов и систем: костного мозга, внутренних органов, мышц и центральной нервной системы. Аккумуляция жировой ткани наблюдается в подкожной жировой клетчатке и вокруг внутренних органов. Минимальный уровень жировой ткани в организме человека, необходимый для функционирования органов и систем, у женщин составляет 8%, мужчин – 5%.

Обезжиренная или тощая ткань в организме человека представлена мышечной тканью, связками, кожей и компонентами сосудистой системы. Около 40% массы тела человека составляют скелетные мышцы и приблизительно 10% приходится на долю гладких мышц и мышцы сердца. Пик мышечной массы у мужчин и женщин приходится на 25 лет, к 50 годам наблюдается потеря 10% мышечной массы, к 80 годам – 30%. Средняя потеря мышечной массы у человека составляет 1% в год после 35-40 лет [3].

Оценка тощей массы. Для оценки потери мышечной массы с возрастом Richard Baumgartner и соавторы (1998) предложили использовать индекс тощей массы (ИТМ), при расчете которого учитывается тощая масса верхних и нижних конечностей. Понятно, что в тощую массу туловища входят также паренхиматозные органы. При оценке же тощей массы конечностей оценивается скелетная мускулатура, кожа, связки и сосудистая система.

ИТМ = тощая масса верхних и нижних конечностей (кг)/рост (m^2)

Диагноз саркопении устанавливают при снижении ИТМ на два стандартных отклонения (SD) по сравнению с практически здоровыми молодыми людьми соответственно полу. Крайняя точка ИТМ, установленная R. Baumgartner, составила $<5,45 \text{ кг}/m^2$ [6, 21].

Тем не менее, на сегодняшний день термин «саркопения» широко не используется в клинической практике. В связи с этим Европейское общество гериатрической медицины (European Union Geriatric Medicine Society (EUGMS)) в 2009 году выделило Рабочую группу по изучению саркопении (European Working Group on Sarcopenia

in Older People (EWGSOP)), целью работы которой является разработка дефиниций и диагностических критериев саркопении в клинической практике и при проведении клинических исследований [8]. Члены других Европейских сообществ (European Society of Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), the International Academy of Nutrition and Aging (IANA), the International Association of Gerontology, Geriatrics—European Region (IAGG-ER)) также были приглашены в Рабочую группу по изучению саркопении. На первых заседаниях EWGSOP, которые были проведены в 2009 году, рассматривались следующие вопросы:

- определение саркопении;
- диагностические критерии саркопении;
- вариабельность диагностических методик, «концевых» точек;
- связь саркопении с другими состояниями/заболеваниями.

В результате работы пяти сообществ (EWGSOP, EUGMS, ESPEN, IAGG-ER, IANA) был создан консенсус по диагностике саркопении.

Саркопения – синдром, который характеризуется прогрессирующим и генерализированным снижением скелетной мышечной массы и ее силы с риском развития таких осложнений, как нарушение подвижности, снижение качества жизни и смерти (EWGSOP, 2009).

Для постановки диагноза «саркопения» необходимо определение не только скелетной мышечной массы, но и ее силы и функциональных возможностей, так как сила мышечной массы не зависит исключительно от её массы и взаимосвязь между данными показателями не является линейной.

Диагностические критерии саркопении (EWGSOP, 2009):

1. Снижение мышечной массы.
2. Снижение мышечной силы.
3. Снижение мышечной функции.

Постановка диагноза саркопении основывается на выявлении двух из трех вышеперечисленных критериев. Наличие первого критерия является обязательным.

Стадийность развития саркопении отображает тяжесть состояния. Рабочая груп-

па EWGSOP выделила три стадии развития саркопении:

I – пресаркопения, характеризуется снижением мышечной массы без снижения её силы и функции;

II – саркопения, характеризуется снижением скелетной мышечной массы, её силы или функции;

III – тяжелая форма саркопении, характеризуется снижением всех трех параметров (мышечной массы, её силы и функции).

Диагностика саркопении. Группой EWGSOP предложен алгоритм диагностики саркопении (рис. 2). При использовании данного алгоритма необходимо учитывать коморбидные состояния, индивидуальные особенности пациентов. У лиц моложе 65 лет применение алгоритма возможно при наличии факторов риска.

На сегодняшний день для оценки скелетной мышечной массы, её силы и функции существует широкий спектр методик (табл. 2). Стоимость, доступность и простота в использовании определяют их использование в клинической практике и при проведении клинических исследований.

Для оценки жировой и обезжиренной массы используют компьютерную томографию (КТ), магнитную резонансную томо-

графию (МРТ) и двухфотонную рентгеновскую абсорбциометрию (ДРА). КТ и МРТ являются «золотым» стандартом в диагностике физиологических и патологических состояний мягких тканей и часто используются в клинических исследованиях. В рутинной практике определение жировой ткани с помощью КТ и МРТ ограничено в связи с высокой стоимостью обследования и повышенным уровнем ионизирующего излучения. В данном случае ДРА выступает альтернативой для определения жировой и обезжиренной ткани как в клинических исследованиях, так и в практике. Диагностической «погрешностью» использования ДРА в определении саркопении является невозможность разделения подкожной и висцеральной жировой ткани, а также то, что в состав обезжиренной ткани входят и паренхиматозные органы. Обезжиренная масса конечностей наиболее точно совпадает с их мышечной массой. Поэтому в клинических исследованиях по саркопении учитывают не только общий показатель обезжиренной массы, а и выделяют сумму показателей обезжиренной массы верхних и нижних конечностей – «аппендикулярная» масса скелетной мускулатуры. Техническая ошибка при измерении процентного содержания жировой массы и «аппендикулярной» массы скелетной мускулатуры с помощью ДРА составляет $\pm 1,5\%$ и $\pm 3,0\%$, соответственно. При проведении ДРА лучевая нагрузка минимальна (0,037 mrem – GE Lunar Prodigy, 0,01 mGy – Hologic Discovery) по сравнению с другими методиками. Различия же в информативности ДРА и КТ, МРТ составляют менее 5% [5, 7, 15, 23].

Более 10 лет для оценки жировой и обезжирен-

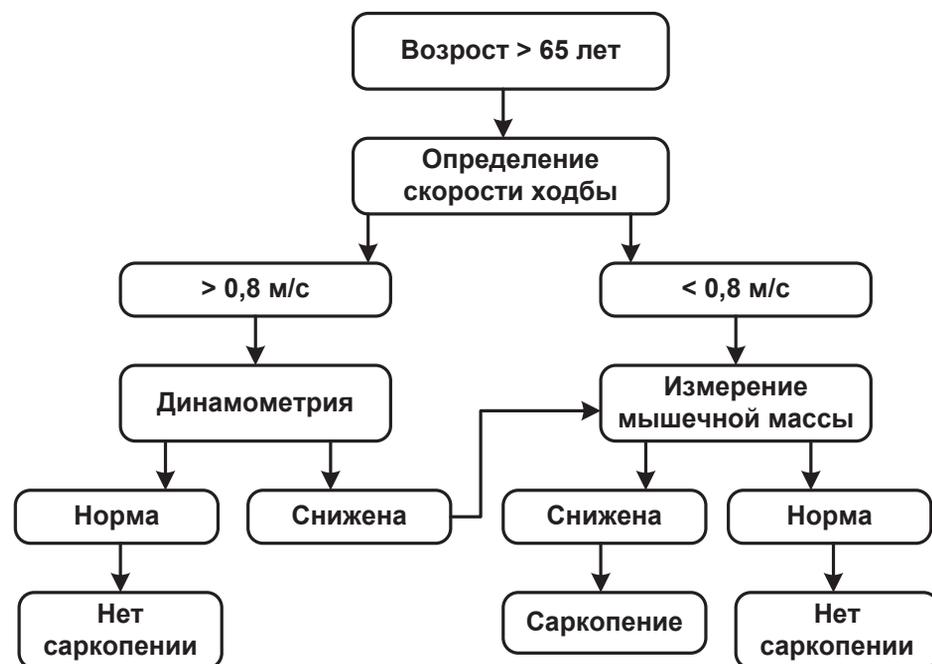


Рис. 2. Алгоритм диагностики саркопении (EWGSOP, 2009).

Таблиця 1. Стадії саркопенії (EWGSOP, 2009)

Стадії	М'язова маса	М'язова сила		М'язова функція
Пресаркопенія	↓			
Саркопенія	↓	↓	или	↓
Тяжеля саркопенія	↓	↓		↓

Таблиця 2. Методи оцінки стану скелетної м'язової тканини

Показатель	Методи, використовувані в клінічних дослідженнях	Методи, використовувані в клінічній практиці
Маса скелетної м'язової тканини	Комп'ютерна томографія	Біоімпедансний аналіз
	Магнітно-резонансна томографія	Двухфотонна рентгенова абсорбціометрія
	Двухфотонна рентгенова абсорбціометрія	
	Біоімпедансний аналіз	
	Тотальне або частичне визначення калію в обезжирених м'яких тканинах	
Сила скелетної м'язової тканини	Антропометрія	Динамометрія
	Динамометрія	
	Степень згинання/розгинання колінного суглава	
Функціональні можливості м'язової тканини	Пікова швидкість видиху	SPPB-тест
	SPPB-тест	
	Тест на визначення швидкості ходьби	Тест на визначення швидкості ходьби
	Тест «підйом по сходах»	Тест «підйом по сходах»
Тест «піднятися і пройти»		

ної тканини в практиці застосовують простий в використанні, недорогий і виробничий метод – біоімпедансний аналіз. Формули розроблені для різних етнічних груп, встановлені референтні дані для чоловіків і жінок різного віку європейської раси. Тому біоімпедансний аналіз є хорошою портативною альтернативною методикою двухфотонної рентгенової абсорбціометрії.

Оцінку жирової маси можна проводити також з використанням ультразвукового дослідження. Проводять вимірювання підшкірної, перитонеальної і висцеральної жирової тканини в верхній третині живота по середній лінії (від мечевидного відростка до пупка), встановлюючи перпендикулярно лінійний датчик (частота 7,5 МГц).

Тотальне або частичне визначення калію в обезжирених м'яких тканинах – класична методика визначення стану скелетної м'язової тканини, так як в ній міститься більше 50% калію всього організму. Але в рутинній клінічній практиці даний метод використовується рідко.

При проведенні клінічних досліджень в оцінці особливостей телостроєння активно продовжує використовуватися

антропометрія – найбільш портативний, універсальний, недорогий і неінвазивний метод. Зазвичай проводять вимірювання окружності верхньої третини плеча і товщини складки. Розмір окружності плеча позитивно корелює з масою м'язової тканини, розмір <31 см асоційований з нетрудоспособністю. Відомо, що вік залежні зміни жирової тканини і втрата еластичності шкіри з віком збільшують помилку вимірювань у людей похилого віку. Для оцінки ступеня ожиріння використовують індекс маси тіла, запропонований ВОЗ в 1995 році, а також визначають окружність живота і стегон, їх співвідношення [5].

Результати власних досліджень. На базі Українського науково-практичного науково-медичного центру проблем остеопору проведено аналіз особливостей телостроєння жінок різного віку. Досліджено 8637 жінок в віці 20–89 років. Антропометричні характеристики представлені в табл. 3.

Показатели жирової і тощої маси оцінювали з використанням двухфотонної рентгенової абсорбціометрії (Prodigy, GE). Статистичний аналіз проводили з використанням програми «Statistica 6.0». Використовували кореляційний, регресси-

Таблица 3. Антропометрические характеристики обследуемых пациентов

Возрастная группа, лет	n	Возраст, лет	Рост, м	Масса, кг	Индекс массы тела, у.е.
20-24	143	22,27±0,11	1,66±0,010	57,87±0,85	21,03±0,30
25-29	209	26,99±0,10	1,66±0,010	58,98±0,79	21,49±0,26
30-34	271	32,03±0,09	1,66±0,003	62,23±0,70	22,65±0,24
35-39	326	37,00±0,08	1,66±0,003	66,12±0,74	24,12±0,26
40-44	419	42,17±0,07	1,65±0,003	70,17±0,70	25,78±0,24
45-49	794	47,26±0,05	1,64±0,002	72,90±0,54	27,11±0,19
50-54	1292	52,10±0,04	1,63±0,002	75,08±0,40	28,14±0,15
55-59	1534	57,01±0,04	1,63±0,001	77,51±0,37	29,30±0,14
60-64	1193	61,81±0,04	1,62±0,002	77,18±0,41	29,32±0,15
65-69	943	67,08±0,05	1,61±0,002	75,34±0,46	29,19±0,17
70-74	877	71,76±0,05	1,60±0,002	73,48±0,44	28,87±0,17
75-79	384	76,78±0,07	1,59±0,003	73,26±0,65	29,01±0,24
80-84	204	81,50±0,09	1,59±0,004	69,53±0,83	27,54±0,29
85-89	48	86,31±0,19	1,57±0,010	63,67±1,46	25,96±0,50
Всего	8637	56,70±0,14	1,62±0,007	73,53±0,16	27,90±0,10

Примечание. Данные представлены в виде $M \pm m$.

онный и однофакторный дисперсионный анализ ANOVA.

В результате исследования был установлен пик накопления жировой и обезжиренной массы у женщин возрастной группы 50-59 лет (рис. 3). Полученные данные подтверждают гипотезу о равномерном накоплении и снижении у женщин показателей жировой и обезжиренной массы с возрастом. У мужчин во временном аспекте вначале наблюдается снижение мышечной массы с последующим повышением и поздним снижением жировой массы.

На рис. 4 и 5 представлены гистограммы распределения женщин в возрасте 65 лет и старше в зависимости от ИТМ и корреляционная связь между ИТМ и возрастом представлены на рис. 4 и 5.

Частота саркопении у обследуемых пациенток в возрасте 65 лет и старше составила 7%, при исключении женщин с ожирением – 10%. В табл. 4 представлена частота саркопении в каждой возрастной группе. Данный показатель в возрастной группе 85-89 лет достоверно выше ($p < 0,005$) по сравнению с другими группами.

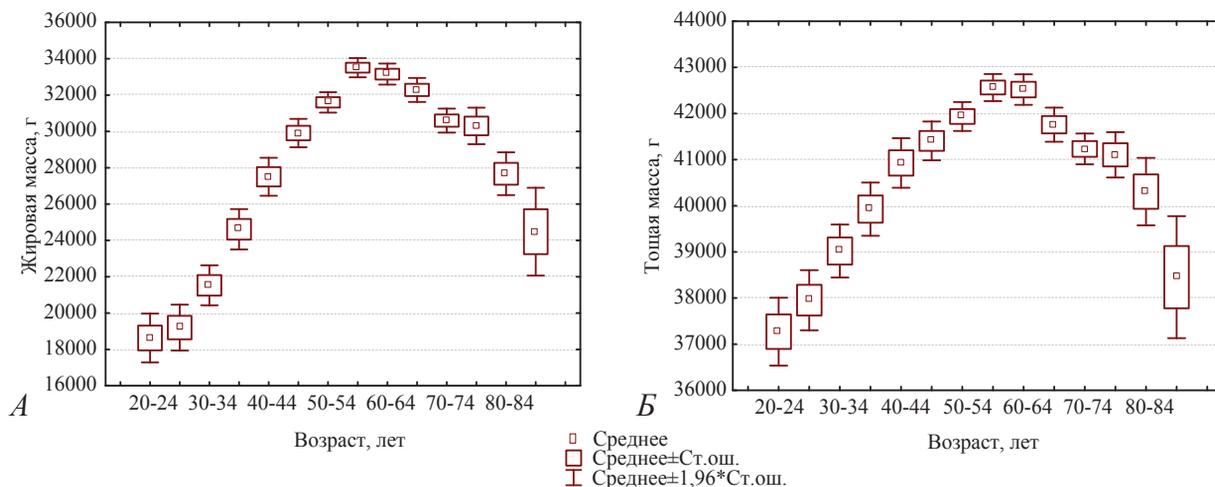


Рис. 3. Жировая и тощая масса (г) у женщин в зависимости от возраста.

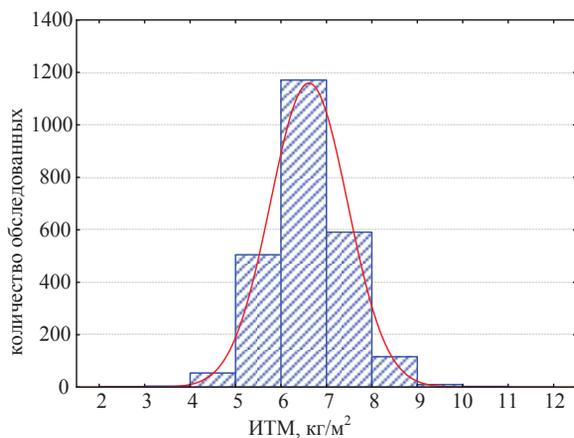


Рис. 4. Гистограмма распределения обследованных женщин в возрасте 65 лет и старше в зависимости от индекса тощей массы.

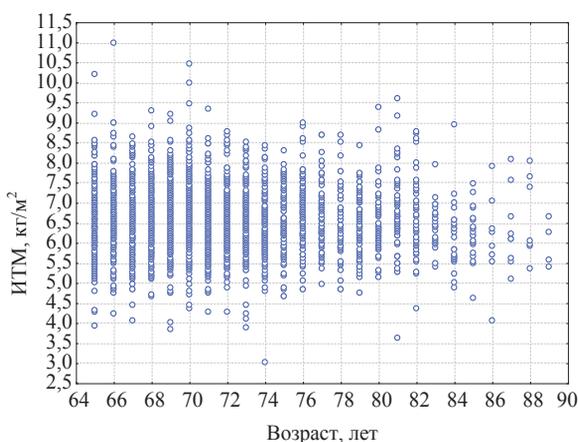


Рис. 5. Индекс тощей массы у обследованных женщин в зависимости от возраста: по R. Baumgartner (1998): $\geq 5,45$ у.е. – норма; $< 5,45$ у.е. – саркопения.

Таблица 4. Частота саркопении у обследованных женщин в зависимости от возраста

Возрастная группа, лет	Вся группа, n	Частота саркопении	
		n	%
65-69	943	72	7,6
70-74	877	54	6,1
75-79	384	24	6,3
80-84	204	14	6,9
85-89	48	5	10,4
Всего	2456	169	6,8

Профилактика и лечение саркопении.

Занятия лечебной физкультурой. Основным направлением терапии в ведении пациентов с саркопенией являются физические нагрузки. Традиционно проводят аэробные упражнения, которые полезны для улучшения состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем и оказывают положительное влияние на соотношение жи-

ровой и тощей массы тела. Известно, что силовые анаэробные физические нагрузки оказывают более значительное воздействие на костно-мышечную систему, предотвращая остеопороз и саркопению. Цикл занятий (курс – 10-12 недель, длительностью 30 минут, 2 раза в неделю) приводит к значительному увеличению мышечной силы у пожилых мужчин и женщин. Эффективность физических нагрузок превышает результаты других видов лечения саркопении, применявшихся без сочетания с физической нагрузкой (различные варианты заместительной гормональной терапии, коррекция питания и др.) [6].

Коррекция питания. Известно, что количество принимаемой пищи людьми в пожилом возрасте уменьшается – развивается «возрастная анорексия», вследствие влияния висцеральных, гормональных, неврологических, фармакологических и психосоциальных факторов. В исследовании Sayoun N. (1992) отмечено, что более 50% пожилых людей употребляет менее 1,0 г. высококачественного белка на 1 кг массы в день. Результаты исследования Roubenoff R., Hughes V. (2000) показали, что 30% лиц пожилого возраста употребляют менее 0,8 г/кг/день белка, 15% – менее 0,6 г/кг/день. Употребление белка менее 0,45 г/кг/день приводит к прогрессивной и быстрой потере тощей массы и функционального состояния мышечной ткани. В исследовании Solerte S. (2008) установлено, что дополнительное назначение пациентам с саркопенией белка в дозе 0,25 г/кг/день вызвало достоверное повышение тощей массы. Оптимальным количеством потребляемого белка у пожилых людей является 1,2-1,5 г/кг/день, в то время как для человека средних лет – 0,8 г/кг/день. Предварительные результаты недавно опубликованного рандомизированного исследования показали, что оптимальным количеством высококачественного белка является 25-30 г. за один прием пищи, так как более высокое содержание белка не вызывает стимуляцию синтеза белка мышечной ткани [6, 20, 25].

Фармакотерапия. Во многочисленных работах подтверждено увеличение риска развития саркопении (в 2 раза) при дефиците витамина D (менее 25 нмоль/л). Отме-

чено, что дополнительное назначение витамина D лицам пожилого возраста предупреждает развитие саркопении, нарушений функциональных возможностей и риск падений [6, 13, 25].

В эпидемиологических исследованиях подтверждена взаимосвязь между снижением уровня тестостерона с возрастом и снижением мышечной силы и функции. Снижение уровня эстрогенов у женщин с возрастом, в период менопаузы имеет также значительное влияние на мышечную силу, так как известно, что эстроген, конвертируясь в тестостерон, оказывает анаболический эффект на синтез мышечного белка. Кроме того, оба этих половых гормона угнетают продукцию провоспалительных цитокинов, оказывающих катаболическое влияние на состояние мышечной ткани. Назначение терапии препаратами, содержащими эстрогены и тестостерон, женщинам не оказало существенного эффекта на состояние мышечной силы. При назначении же заместительной терапии тестостероном мужчинам были получены двойственные результаты в зависимости от возраста обследуемых. В нескольких исследованиях показана положительная роль терапии тестостероном у молодых гипогонадных мужчин на массу тощей ткани и мышечную силу. Мышечная сила увеличивалась от 20 до 60% – данные показатели были несколько ниже по сравнению с эффективностью силовых нагрузок. Анаболический эффект терапии тестостероном у пожилых гипогонадных мужчин был менее выраженным: во многих исследованиях отмечены минимальные изменения в телостроении, увеличение мышечной силы не наблюдалось. Результаты ряда исследований показали увеличение мышечной силы от 10 до 25%, но данные исследования не были плацебо-контролируемыми. Также необходимо помнить, что назначение терапии тестостероном в небольших дозах у пожилых мужчин может увеличивать риск развития рака предстательной железы [6, 7].

Интересные данные получены относительно влияния гормона роста на развитие саркопении. Гормон роста имеет не прямое анаболическое влияние на мышеч-

ную ткань путем стимуляции продукции в печени инсулиноподобного фактора роста. Обычно уровень фактора роста у пожилых лиц снижается с возрастом. Поэтому существует гипотеза, что назначение терапии фактором роста у пожилых людей может предупреждать потерю мышечной ткани. Тем не менее, результаты большинства исследований показали, что данная терапия неэффективна относительно сохранения мышечной массы и функции. Назначение роста-рилизинг-гормона вызывало повышение уровня продукции гормона роста и умеренное повышение мышечной силы. В исследовании Voopen и соавт. отмечено, что при назначении непосредственно инсулиноподобного фактора роста пожилым женщинам с недавно возникшим переломом шейки бедренной кости наблюдалось увеличение мышечной силы [6].

Перспективными направлениями фармакотерапии саркопении на сегодняшний день является изучение эффективности и безопасности ингибиторов миостатина и селективных модуляторов андрогенных рецепторов [15].

Таким образом, саркопения является гериатрическим синдромом, который часто наблюдается у лиц пожилого и старческого возраста, снижает их физические возможности, ухудшает качество жизни, способствует увеличению частоты падений и соответственно риска остеопоротических переломов. В связи с этим необходимы эпидемиологические исследования по изучению распространенности и факторов риска саркопении у лиц старших возрастных групп, разработка методов и средств диагностики, профилактики и лечения нарушений функционального состояния мышечной системы.

Литература

1. Поворознюк В.В. Захворювання кістково-м'язової системи в людей різного віку (вибрані лекції, огляди, статті). У 3-х томах. – К., 2009. – С. 664.
2. Поворознюк В.В., Григорьева Н.В. Менопауза и костно-мышечная система. – К., 2004. – 512 с.
3. Ундріцов В.М., Ундріцова І.М., Серова Л.Д. Саркопения – нова медичинська нозологія // Фізкультура в профілактиці, ліченні і реабілітації. – 2009. – 4 (31). – С. 7-16.
4. Artur S.T., Colley I.D. The effect of physiological stimulation on sarcopenia; impact of notch and Wnt signaling on impaired aged skeletal muscle repair //

- International Journal of biological sciences. – 2012. – 8 (5). – P. 731-760.
5. *Bonnik S.L., Lewis L.A.* Bone densitometry for technologists // Humana Press Inc. – 2006. – 416 p.
 6. *Burton L.A., Sumukadas D.* Optimal management of sarcopenia // Clinical interventions in aging. – 2010. – 5. – P. 217-228.
 7. *Campbell W.W., Leidy H.J.* Dietary protein and resistance training effects on muscle and body composition in older persons // Journal of the American College of Nutrition. – 2007. – 26 (6). – P. 696-703.
 8. *Chen Z., Wang Z., Lohman T. et al.* Dual-Energy X-ray absorptiometry is a valid tool for assessing skeletal muscle mass in older women // The journal of nutrition. – 2007. – P. 2775-2780.
 9. *Chumlea Wm.C., Cesari M., Evans W.J. et al.* Sarcopenia: designing phase II B trials // J Nutr Health aging. – 2011. – 15 (6). – P. 450-455.
 10. *Cruz-Jentoft A.J., Baeyens J.P., Bauer J.M et al.* Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis // Age and ageing. – 2010. – 39. – P. 412-423.
 11. *Hall D.T., Ma J.F., Marco S.D., Gallouzzi I.* Inducible nitric oxide synthase (iNOS) in muscle wasting syndrome, sarcopenia and cachexia // Aging. – 2011. – 3. – P. 8.
 12. *Hong S., Oh H.J., Choi H. et al.* Characteristics of body fat, body fat percentage and other composition for Koreans from KNHANES IV. – 2011. – 26. – P. 1599-1605.
 13. Independent and combined effects of exercise and vitamin D on muscle morphology, function and falls in the elderly // Nutrients. – 2010. – 2. – P. 1015-1017.
 14. *Jang Y.C., Remmen H.V.* Age-associated alterations of neuromuscular junction // Exp Geront. – 2011. – 46 (2-3). – P. 193-198.
 15. *Lang T., Streeper T., Cawthon P. et al.* Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention and assessment // Osteoporos Int. – 2010. – 21. – P. 543-559.
 16. *Loeser R.F.* Age-related changes in the musculoskeletal system and the development of osteoarthritis // Clin Geriatr Med. – 2010. – 26 (3). – P. 371-386.
 17. *Mark D.P., Sen A., Gordon P.M.* Influence of Resistance on lean body mass in aging adults: a meta-analysis // Med Sci Sports Exerc. – 2011. – 43 (2). – P. 249-258.
 18. *Marzetti E., Calvani R., Bernabei R., Leeuwenburgh C.* Apoptosis in skeletal myocytes: a potential target for interventions against sarcopenia and physical frailty – a mini-review // Gerontology. – 2012. – 58. – P. 99-106.
 19. *Mayer F., Scharhag-Rosenberger F., Carlsohn A. et al.* The intensity and effects of strength training in the elderly // Dtsch Arztebl Int. – 2011. – 108 (21). – P. 359-364.
 20. *Mitchell W.K., Williams J., Atherton P. et al.* Sarcopenia, dynapenia and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review // Frontiers in physiology. – 2012. – 3. – P. 260.
 21. *Neto L.S., Karnikowski M.G.O., Tavares A.B., Lima R.M.* association between sarcopenia, sarcopenic obesity, muscle strength and quality of life variables in elderly women // ISSN. – 2012. – P. 1413-3555.
 22. *Roberts H.C., Denison H., Martin H.J. et al.* A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardized approach // Age and ageing. – 2011. – 40. – P. 423-429.
 23. *Park Y-W., Heymsfield S.B., Gallagher D.* Are dual-energy X-ray absorptiometry regional estimates associated with visceral adipose tissue mass? – 2002. – 26. – P. 978-983.
 24. *Travison T.G., Araujo A.B., Esche G.G. et al.* Lean Mass and Fat Mass is associated with male proximal femur strength // Journal of bone and mineral research. – 2008. – 23 (2). – P. 189-198.
 25. *Waters D.L., Baumgartner R.N., Garry P.J., Vellas B.* Advantages of dietary, exercise-related and therapeutic interventions to prevent and treat sarcopenia in adult patients: an update // Clinical Interventions in aging. – 2010. – 5. – P. 259-270.