

**С.В. Тополянская*¹, Т.А. Елисеева², Н.А. Балясникова²,
О.Н. Вакуленко², Л.И. Дворецкий¹**

¹ — ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения РФ (Сеченовский Университет), кафедра госпитальной терапии № 2, Москва, Россия

² — ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн № 3», Москва, Россия

ОСОБЕННОСТИ КОМПОЗИЦИОННОГО СОСТАВА ТЕЛА У ДОЛГОЖИТЕЛЕЙ С ИБС

**S.V. Topolyanskaya*¹, T.A. Eliseeva², N.A. Balyasnikova²,
O.N. Vakulenko², L.I. Dvoretzki¹**

¹ — I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), RF Health Ministry, Hospital Therapy Department № 2, Moscow, Russia

² — War Veterans Hospital N3, Moscow, Russia

Features of Body Composition in Centenarians with Coronary Artery Disease

Резюме

Цель исследования: изучение композиционного состава тела у больных ишемической болезнью сердца (ИБС) старше 90 лет (долгожителей) и анализ взаимосвязей между содержанием жировой, тощей ткани и минеральной плотностью костной ткани (МПКТ). **Материал и методы.** Данная работа — одномоментное («поперечное») исследование, в которое было включено 200 пациентов старше 90 лет (140 женщин и 60 мужчин, средний возраст $92,4 \pm 2,3$ года), госпитализированных с диагнозом ИБС. Композиционный состав тела анализировали посредством двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии. **Результаты.** Избыточная масса тела или ожирение диагностированы у 139 (69,5%) больных. Скелетно-мышечный индекс оставался в пределах нормальных значений у 145 (72,5%) больных и был ниже нормы у 55 (27,5%). Снижение минеральной плотности костной ткани (Т-критерий) менее $-2,5$ SD выявлено у 81 (40,5%) больных, нормальные значения МПКТ — у 60 (30,0%) пациентов. Наименьшие значения МПКТ обнаружены в ребрах, наибольшие — в позвоночнике и нижних конечностях. Найдена положительная корреляция между индексом массы тела (ИМТ) и минеральной плотностью костной ткани во всех участках скелета ($p < 0,0001$ для всех областей). Выявлена существенная прямая корреляция между содержанием жировой ткани во всех участках тела и МПКТ, особенно значимая между МПКТ ребер и содержанием жировой ткани в туловище ($r=0,85$; $p < 0,0001$). Установлена прямая корреляция между содержанием тощей ткани и МПКТ; наиболее достоверная — между МПКТ верхних конечностей и содержанием тощей ткани в верхних конечностях ($r=0,69$; $p < 0,0001$). Между содержанием жировой и тощей ткани найдена отрицательная корреляция, наиболее значимая между тощей и жировой тканью в нижних конечностях ($r=-0,46$; $p < 0,0001$). **Заключение.** Полученные результаты свидетельствуют об особенностях композиционного состава тела у долгожителей. Отмечена достаточно высокая доля больных с избыточной массой тела, но с нормальными показателями МПКТ и содержания тощей ткани. Подтверждены значимые взаимосвязи между костной, жировой и тощей тканью.

Ключевые слова: состав тела, мышечная масса, минеральная плотность костной ткани, жировая ткань, двухэнергетическая абсорбциометрия, долгожители

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что данная работа, её тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов

Источники финансирования

Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования

Статья получена 06.11.2020 г.

Принята к публикации 21.01.2021 г.

Для цитирования: Тополянская С.В., Елисеева Т.А., Балясникова Н.А. и др. ОСОБЕННОСТИ КОМПОЗИЦИОННОГО СОСТАВА ТЕЛА У ДОЛГОЖИТЕЛЕЙ С ИБС. Архив внутренней медицины. 2021; 11(1): 11-21. DOI: 10.20514/2226-6704-2021-11-1-11-21

*Контакты: Светлана Викторовна Тополянская, e-mail: sshekshina@yahoo.com

*Contacts: Svetlana V. Topolyanskaya, e-mail: sshekshina@yahoo.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4131-8432>

Abstract

Purpose. To investigate the body composition in patients over 90 years old (long-livers) with coronary artery disease (CAD), and analyzed the relationships between the fat and lean tissues, as well as bone mineral density. **Material and Methods.** A cross-sectional study of 200 patients over 90 years old (140 men and 160 women, mean age $92,4 \pm 2,3$ года) who were hospitalized with a diagnosis of CAD was conducted. The body composition was analyzed by dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). **Results.** Overweight or obesity were diagnosed in 139 (69.5%) patients. The musculoskeletal index remained within normal values in 145 (72.5%) patients and was below normal in 55 (27.5%) patients. Decrease of total BMD (T-score) below $-2.5SD$ was detected in 81 (40.5%), and normal total T-score — in 60 (30.0%) patients. The smallest values of BMD were found in the ribs, the largest — in the spine and in lower extremities. A positive correlation was registered between body mass index and bone mineral density in all areas of the skeleton ($p < 0.0001$). A significant positive correlation was found between BMD and the fat mass in all parts of the body, especially significant between BMD of the ribs and the trunk adipose tissue ($r = 0.85$; $p < 0.0001$). A positive correlation has been established between the lean mass and BMD; the most significant between the BMD and the lean mass in the upper extremities ($r = 0.69$; $p < 0.0001$). A negative correlation was found between the fat and lean mass; the most significant between lean and adipose tissue in the lower extremities ($r = -0.46$; $p < 0.0001$). **Conclusion.** The study results indicate some features of body composition in long-livers. The proportion of overweight patients with normal indices of BMD and lean mass was relatively high. Significant relationships between the bone, adipose and lean tissues were confirmed.

Key words: *body composition, muscle mass, bone mineral density, adipose tissue, dual-energy X-ray absorptiometry, centenarians*

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests

Sources of funding

The authors declare no funding for this study

Article received on 06.11.2020

Accepted for publication on 21.01.2021

For citation: Topolyanskaya S.V., Eliseeva T.A., Balyasnikova N.A. et al. Features of Body Composition in Centenarians with Coronary Artery Disease. The Russian Archives of Internal Medicine. 2021; 11(1): 11-21. DOI: 10.20514/2226-6704-2021-11-1-11-21

ИБС — ишемическая болезнь сердца, ИМТ — индекс массы тела, МПКТ — минеральная плотность костной ткани, М — mean (среднее), SD — standard deviation (стандартное отклонение)

Введение

Процессы старения сочетаются с многочисленными изменениями в составе тела. Старение неизбежно приводит к уменьшению мышечной массы и силы, увеличению доли жира, а также к снижению минеральной плотности костной ткани, что нередко способствует возникновению так называемого остеосаркопенического ожирения [1, 2]. Эти изменения ассоциируются отчасти с дисбалансом между потреблением энергии и ее расходом, обусловленным увеличением продолжительности сидячего образа жизни. Некоторые нарушения зависят также от сопряженной с возрастом перестройки эндокринной системы и процессов метаболизма.

Повышение содержания жировой ткани и ее перераспределение по центральному типу у лиц старческого возраста ассоциируются с факторами риска сахарного диабета и сердечно-сосудистой патологии [3]. Уменьшение плотности костной ткани представляет собой ключевой фактор риска переломов, ведущих в старческом возрасте к значительной инвалидизации и повышенной смертности. Саркопения, в свою очередь также приводит к различным функциональным нарушениям и инвалидизации пожилых людей [1].

Возраст-ассоциированные изменения в костной, жировой и мышечной тканях, как правило, происходят не изолированно, а сочетаются друг с другом. Так, в основе уменьшения костной и мышечной ткани по мере старения могут лежать одинаковые патогенетические факторы: субклиническое воспаление, дефицит

гормонов и питательных веществ, а также снижение физической активности [2]. Взаимозависимость между костной и мышечной тканью может объясняться и другими факторами. Так, при уменьшении мышечной массы снижается нагрузка на кость, что способствует уменьшению плотности костной ткани [4]. Мышцы выполняют также эндокринную функцию, синтезируя биологически активные молекулы (миокины), способные влиять на регуляцию костной ткани [2].

Между жировой и костной тканью также существуют определенные взаимосвязи. Сюда входит, прежде всего, положительный эффект механической нагрузки, стимулирующей формирование костной ткани за счет уменьшения апоптоза и увеличения пролиферации и дифференцировки остеобластов и остеоцитов [4]. Кроме того, взаимосвязь между жировой и костной тканью может опосредоваться различными биологическими активными веществами, в частности, лептином и эстрогенами, синтезируемыми адипоцитами, а также склеротином и остеокальцином, вырабатываемыми остеобластами и стимулирующими секрецию адипокинов и инсулина [2, 4].

Хотя пристальное внимание к особенностям композиционного состава тела в различных группах больных было привлечено относительно недавно, к настоящему времени уже проведено достаточно исследований по изучению данной проблемы как у лиц пожилого и старческого возраста, так и у пациентов с рядом хронических заболеваний. Однако изучением

композиционного состава тела у долгожителей занимают лишь единицы [5-6]. В доступной нам литературе не встретились работы с применением двухэнергетической абсорбциометрии для исследования особенностей состава тела у долгожителей, а упомянутые выше исследования проведены с применением менее чувствительной методики — биоимпедансного анализа. Учитывая вышесказанное, представляется интересным (как с научной, так и с практической точки зрения) анализ состава тела у лиц, перешагнувших 90-летний рубеж.

Цель настоящего исследования — изучение композиционного состава тела у больных ИБС старше 90 лет (долгожителей) и анализ возможных взаимосвязей между содержанием жировой, тощей ткани и минеральной плотностью костной ткани.

Материалы и методы исследования

Данная работа представляла собой одномоментное («поперечное», cross-sectional) исследование, выполненное на клинической базе ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн (ГВВ) № 3» (Москва). В исследовании принимали участие 200 пациентов старше 90 лет (140 женщин и 60 мужчин, средний возраст $92,4 \pm 2,3$ года), находившиеся на стационарном лечении с диагнозом «ишемическая болезнь сердца» (ИБС). В данную работу включались больные с подтвержденным диагнозом ИБС. Диагностика ИБС проводилась в соответствии с рекомендациями по диагностике и лечению хронических коронарных синдромов Европейского общества кардиологов (2019) [7].

Критерии исключения: наличие каких-либо заболеваний, способных отчетливо повлиять на изменение композиционного состава тела (злокачественные новообразования в активной фазе, хронические обструктивные заболевания легких, синдром мальабсорбции, ревматоидный артрит и иные хронические воспалительные заболевания, хроническая болезнь почек IV–V стадии).

Для оценки состояния больных использовали стандартные методы обследования пациентов с ИБС. Наряду с этим определяли массу тела и рост пациентов и рассчитывали индекс массы тела (ИМТ). За нормальные показатели принимали массу тела при значениях ИМТ от 18,5 до 24,9; избыточной считали массу тела при ИМТ от 25 до 29,9; диагноз ожирения устанавливали при ИМТ свыше 30 кг/м^2 [8].

Композиционный состав тела анализировали методом двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии на аппарате Lunar Prodigy Advance (General Electric, США). Анализ композиционного состава тела включал в себя оценку содержания жировой ткани (в граммах и в процентах), тощей ткани (в граммах), костного минерального компонента (в граммах) и общей массы тела (в килограммах). Анализ производили в левой верхней конечности, левой нижней конечности, левой половине туловища и суммарно в левой половине

тела, правой верхней конечности, правой нижней конечности, правой половине туловища и суммарно в правой половине тела, в обеих верхних конечностях, обеих нижних конечностях, туловище и суммарно во всем теле. По результатам анализа композиционного состава тела дополнительно подсчитывали так называемую аппендикулярную мышечную массу и скелетно-мышечный индекс. Аппендикулярная мышечная масса представляет собой сумму тощей ткани в двух верхних и двух нижних конечностях, а скелетно-мышечный индекс — отношение аппендикулярной мышечной массы к росту тела в квадрате. Для диагностики саркопении принимали значения скелетно-мышечного индекса менее $6,0 \text{ кг/м}^2$ у женщин и менее $7,0 \text{ кг/м}^2$ у мужчин [9].

Диагностика синдрома старческой астении проводилась согласно клиническим рекомендациям «Старческая астения» [10]. Для скрининговой диагностики синдрома старческой астении использовали опросник «Возраст не помеха» [10].

Настоящее исследование было проведено в соответствии с международными и российскими этическими стандартами, а также в соответствии с положениями Хельсинкской декларации. Информированное согласие было получено от всех участников исследования. Данное исследование, как часть большого научного проекта, было одобрено 14.06.2017 г. Независимым этическим комитетом ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (постановление № 05-2017).

Полученные данные анализировали с использованием программного обеспечения Statistica (версия 13.0, StatSoft Inc., США). Выборку на принадлежность к нормальному распределению проверяли с помощью критериев Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. Для описания полученных данных использовали методы описательной статистики (средние величины, стандартное отклонение, минимум, максимум — для количественных переменных; число и долю — для качественных переменных). В случае, когда распределение вариационных рядов не соответствовало критериям «нормальности», применяли методы непараметрической статистики, определяли медиану (Me), квартили (Q1-Q4) и межквартильный интервал (от 25% до 75%). При сравнении групп использовали параметрические и непараметрические методы (критерий Манна-Уитни или Краскела-Уоллиса, критерий хи-квадрат или точный критерий Фишера); проводили корреляционный анализ с помощью критерия Спирмена.

Результаты

В исследуемой группе больных, помимо ИБС, регистрировали множественную коморбидную патологию, достаточно типичную для лиц данного возраста (в частности, артериальную гипертензию, фибрилляцию предсердий и др.) (Таблица 1).

В исследованной группе долгожителей избыточная масса тела или ожирение диагностированы у 139 (69,5%) больных. Ожирение отмечено у 58 (29,0%)

больных, причем у подавляющего большинства из них (45;77,6%) речь шла об ожирении первой степени, тогда как вторая степень ожирения зарегистрирована лишь у 13 (22,4%). В то же время дефицит массы тела выявлен лишь у одного больного (0,49%). Средние значения индекса массы тела составили $27,6\pm 4,5$ кг/м² (с колебаниями от 18,2 до 38,8 кг/м²) (Таблица 2).

У женщин обнаружена более высокая доля жировой ткани во всех участках тела, по сравнению с мужчинами. Наиболее заметные различия между женщинами и мужчинами касались жировой ткани верхних и нижних конечностей (Таблица 3).
На рисунке 1 представлены различия по распределению жировой ткани у мужчин и женщин.

Таблица 1. Коморбидная патология у включенных в исследование больных
Table 1. Comorbid pathology in patients included in the study

Заболевания/ Diseases	Количество больных/ Number of patients	
	n	%
Инфаркт миокарда в анамнезе/ History of myocardial infarction	48	23,8
Хроническая сердечная недостаточность/ Chronic heart failure	41	20,3
Фибрилляция предсердий/ Atrial fibrillation	67	33,7
Острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе/ History of acute cerebrovascular accident	30	14,9
Артериальная гипертензия/ Arterial hypertension	200	100
Сахарный диабет/нарушение толерантности к глюкозе/ Diabetes mellitus / impaired glucose tolerance	31	15,3

Таблица 2. Общая характеристика больных
Table 2. General characteristics of patients

Параметры/ Parameters	Мужчины/ Men n=60 (M±SD)	Женщины/ Women n=140 (M±SD)	p
Возраст, годы/ Age, years	92,6±2,8	92,3±2,1	0,5
Индекс массы тела, кг/м ² / Body mass index, kg/m ²	27,3±3,8	27,6±4,8	0,6
Вес, кг/ Weight, kg	73,0±10,6	64,0±11,8	0,000001
Рост, см/ Height, cm	165,3±14,6	152,1±6,8	<0,000001
Минеральная плотность костной ткани (общ.), мг/см ³ / Bone mineral density (total), mg/cm ³	1130,6±136,2	957,6±107,6	<0,000001
T-критерий, SD/ T-score, SD	-0,8 (-2,2; 0,5) *	-2,4 (-3,1; -1,3) *	0,000004
Z-критерий, SD/ Z-score, SD	0,65 (-0,9; 1,9) *	-0,2 (-1,1; 0,65) *	0,008
Жировая ткань (общ.)/ Fat mass (total):			
г/г	21493±7690	23725±8451	0,08
%	29,9±8,0	37,1±8,3	<0,000001
Тощая ткань (общ.), г/ Lean mass (total), g	48845±6326	38454±4653	<0,000001
Старческая астения, %/ Frail, %	44,4	74	<0,000001
Преастения, %/ Pre-frail, %	44,4	25,2	0,0002
Без астении, %/ Robust, %	11,1	0,8	0,0003

Примечание: * Me — медиана, Q25 и Q75 — 25% и 75% квантили, соответственно
Note: * Me — median, Q25 and Q75 — 25% and 75% quartiles, respectively

Таблица 3. Содержание жировой ткани в различных участках тела у женщин и мужчин
Table 3. The amount of fat mass in different body parts in men and women

Показатели/ Parameters	Женщины/ Women n=140 (M±SD)	Мужчины/ Men n=60 (M±SD)	P
Общее содержание жировой ткани, г/ Total fat mass, g	21493±7690	23725±8451	0,08
Общее содержание жировой ткани, %/ Total fat mass, %	37,1±8,3	29,9±8,0	<0,0001
Жировая ткань в туловище, г/ Trunk fat mass, g	12949±5316	13561±5270	0,4
Жировая ткань в туловище, %/ Trunk fat mass, %	37,5±9,5	33,6±9,1	0,006
Жировая ткань в верхних конечностях, г/ Arms fat mass, g	2149±952	1577±751	<0,0001
Жировая ткань в верхних конечностях, %/ Arms fat mass, %	35,5±8,9	23,3±8,3	<0,0001
Жировая ткань в нижних конечностях, г/ Legs fat mass, g	7857±2748	5803±2021	<0,0001
Жировая ткань в нижних конечностях, %/ Legs fat mass, %	39,4±8,1	27,3±7,3	<0,0001

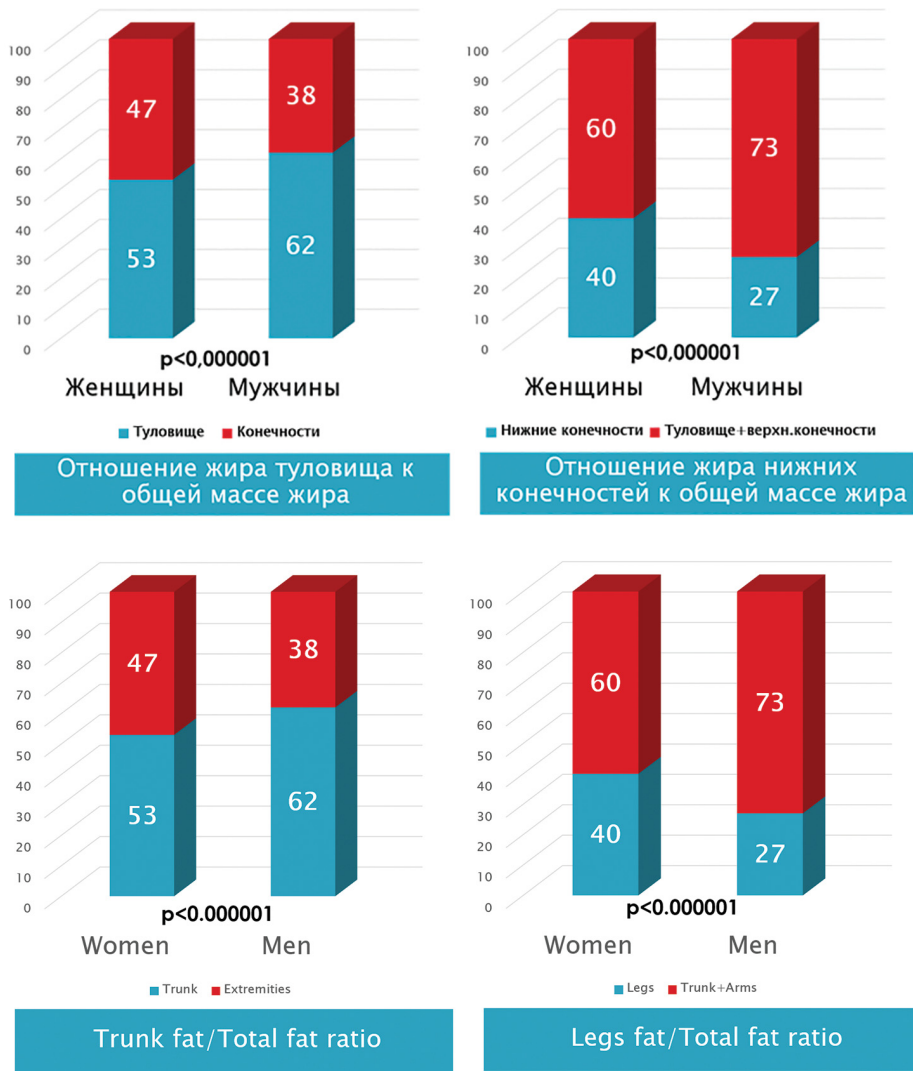


Рисунок 1. Распределение жировой ткани у мужчин и женщин
Figure 1. Fat mass distribution in men and women

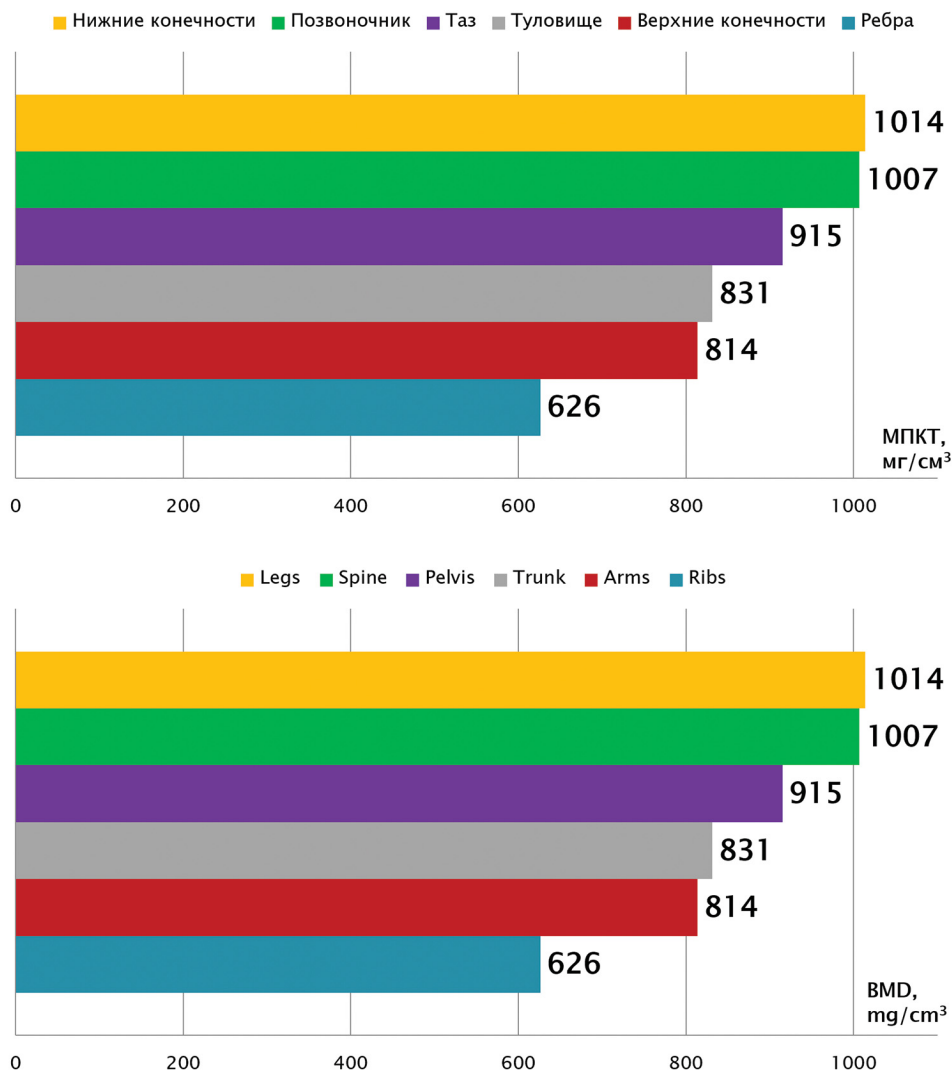


Рисунок 2. Минеральная плотность костной ткани в различных участках скелета
Figure 2. Bone mineral density in different skeleton parts

Таблица 4. Показатели минеральной плотности костной ткани у женщин и мужчин
Table 4. Bone mineral density in women and men

Показатели МПКТ/ Bone mineral density	Женщины/ Women n=140 (M±SD)	Мужчины/ Men n=60 (M±SD)	p
МПКТ в целом (мг/см³)/ Total BMD (mg/cm³)	957±107	1130±136	<0,0001
МПКТ верхних конечностей (мг/см³)/ Arms BMD (mg/cm³)	730 (673; 791) *	981 (896; 1090) *	<0,0001
МПКТ нижних конечностей (мг/см³)/ Legs BMD (mg/cm³)	929±147	1212±176	<0,0001
МПКТ костей туловища (мг/см³)/ Trunk BMD (mg/cm³)	803±95	897±123	<0,0001
МПКТ ребер (мг/см³)/ Ribs BMD (mg/cm³)	603±75	682±83	<0,0001
МПКТ костей таза (мг/см³)/ Pelvis BMD (mg/cm³)	879±133	1000±149	<0,0001
МПКТ позвоночника (мг/см³)/ Spine BMD (mg/cm³)	962±163	1114±214	<0,0001

Примечание: * Me — медиана, Q25 и Q75 — 25% и 75% квантили, соответственно
Note: * Me — median, Q25 and Q75 — 25% and 75% quartiles, respectively

Таблица 5. Показатели тощей ткани у женщин и мужчин
Table 5. Lean mass in women and men

Показатели/ Parameters	Женщины/ Women n=140 (M±SD)	Мужчины/ Men n=60 (M±SD)	p
Общее содержание тощей ткани, г/ Total lean mass, g	38453±4653	48845±6326	<0,0001
Тощая ткань туловища, г/ Trunk lean mass, g	20302±2729	25592±3379	<0,0001
Тощая ткань нижних конечностей, г/ Legs lean mass, g	11634±1780	14785±2588	<0,0001
Тощая ткань верхних конечностей, г/ Arms lean mass, g	3668±630	4965±697	<0,0001
Скелетно-мышечный индекс, кг/м²/ Skeletal-muscle index, kg/m²	6,6±0,8	7,3±0,9	<0,0001

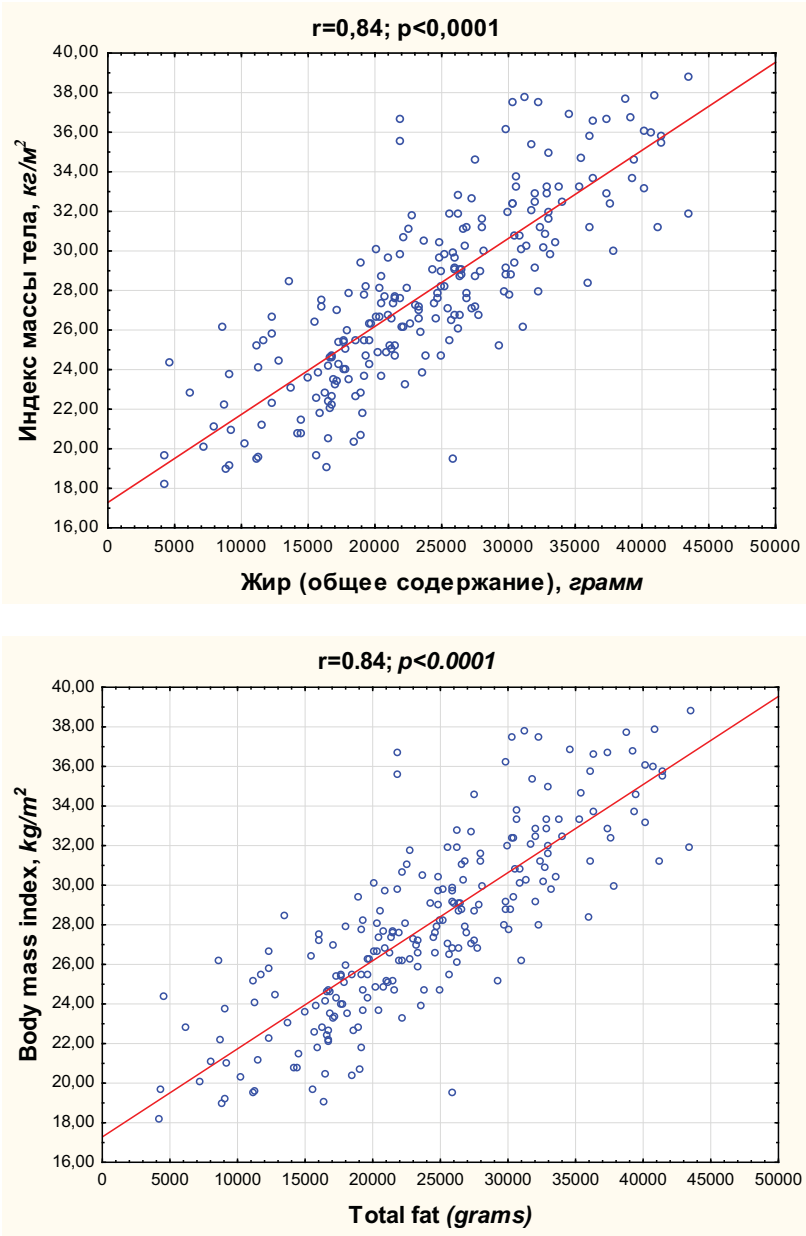


Рисунок 3. Корреляционные взаимосвязи между индексом массы тела и содержанием жировой ткани
Figure 3. Correlations between body mass index and fat mass

Среднее значение отношения содержания жировой ткани в туловище к общему содержанию жировой ткани у женщин было $0,53\pm0,06$, тогда как у мужчин — $0,62\pm0,05$ ($p < 0,0001$). Среднее значение отношения содержания жировой ткани в нижних конечностях к общему содержанию жировой ткани у женщин достигало $0,40\pm0,77$, а у мужчин — $0,27\pm0,05$ ($p < 0,0001$). Среднее значение отношения содержания жировой ткани в конечностях к содержанию жировой ткани в туловище у женщин составило $0,83\pm0,23$, а у мужчин — $0,56\pm0,14$ ($p < 0,0001$).

Минеральная плотность костной ткани составляла в среднем 1008 ± 140 мг/см³, а Т-критерий достигал $-1,7$ SD. Значения МПКТ, сниженные не более, чем на 1SD, считаются нормой, снижение МПКТ более, чем на 1SD, но не достигающее $-2,5$ SD, соответствует остеопении, ниже $-2,5$ SD — остеопорозу. Наименьшие значения МПКТ зарегистрированы в ребрах (626 ± 85 мг/см³), наибольшие — в позвоночнике и в нижних конечностях (Рисунок 2).

У женщин все показатели минеральной плотности костной ткани были существенно ниже, чем у мужчин; наибольшие различия отмечены в нижних и верхних конечностях (Таблица 4).

Содержание тощей ткани у женщин и мужчин представлено в Таблице 5. Скелетно-мышечный индекс оставался в пределах нормальных значений (более 6,0 кг/м² у женщин и 7,0 кг/м² у мужчин) у 145 (72,1%) больных. Снижение данного индекса отмечено у 35 (25%) женщин и 20 (33%) мужчин.

При корреляционном анализе обнаружена выраженная прямая корреляция между индексом массы тела больных и содержанием жировой ткани (Рис. 3).

Установлена также значимая прямая корреляция между ИМТ и минеральной плотностью костной ткани

во всех участках скелета ($p < 0,0001$ для всех областей); наиболее сильная корреляция отмечена для костей туловища ($r=0,5$; $p < 0,0001$) и ребер ($r=0,5$; $p < 0,0001$).

Обнаружена высокодостоверная прямая корреляция между содержанием жировой ткани во всех участках тела (как в граммах, так и в процентах) и МПКТ (как в целом, так и в каждом отдельном участке скелета); наиболее достоверные показатели установлены для корреляции между МПКТ ребер и содержанием жировой ткани в туловище ($r=0,85$; $p < 0,0001$) (Таблица 6).

Наблюдалась выраженная прямая корреляция между содержанием тощей ткани и МПКТ (как в целом, так и во всех участках тела); наиболее достоверной была взаимосвязь между МПКТ верхних конечностей и содержанием тощей ткани в верхних конечностях ($r=0,69$; $p < 0,0001$) (Таблица 7).

Зарегистрирована обратная корреляция между содержанием жировой и тощей тканями, наиболее выраженная для взаимосвязи в нижних конечностях ($r=-0,46$; $p < 0,0001$).

В изученной группе долгожителей саркопеническое ожирение обнаружено у 3 (1,5%) больных с учетом абсолютно нормальных значений минеральной плотности костной ткани и у 10 (5%) пациентов — при учете остеопении. Остеосаркопеническое ожирение (сочетание остеопороза, саркопении и ожирения у одного и того же больного) выявлено у 4 (2%) пациентов, а комбинация остеопороза с ожирением — у 17 (8,7%). Нормальные показатели МПКТ в сочетании с отсутствием саркопении и ожирения зарегистрированы у 33 (16,5%) больных, а изолированный остеопороз (на фоне нормального содержания жировой и мышечной ткани) — у 41 (20,5%) пациента.

Таблица 6. Корреляционные взаимосвязи между показателями МПКТ и содержанием жировой ткани в туловище
Table 6. Correlations between bone mineral density and trunk fat mass

Показатели МПКТ/ Bone mineral density	Жир туловища (г)/ Trunk fat mass (g) r; p	Жир туловища (%)/ Trunk fat mass (%) r; p
МПКТ в целом (мг/см ³)/ Total BMD (mg/cm ³)	0,43; <0,000001	0,25; 0,0004
МПКТ в целом (Т-критерий)/ Total BMD (T-score)	0,46; <0,000001	0,33; 0,000003
МПКТ в целом (Z-критерий)/ Total BMD (Z-score)	0,2; 0,007	0,13; 0,06
МПКТ верхних конечностей (мг/см ³)/ Arms BMD (mg/cm ³)	0,33; 0,000003	0,1; 0,08
МПКТ нижних конечностей (мг/см ³)/ Legs BMD (mg/cm ³)	0,37; <0,000001	0,18; 0,01
МПКТ костей туловища (мг/см ³)/ Trunk BMD (mg/cm ³)	0,59; <0,000001	0,4; <0,000001
МПКТ ребер (мг/см ³)/ Ribs BMD (mg/cm ³)	0,85; <0,000001	0,4; <0,000001
МПКТ костей таза (мг/см ³)/ Pelvis BMD (mg/cm ³)	0,56; <0,000001	0,38; <0,000001
МПКТ позвоночника (мг/см ³)/ Spine BMD (mg/cm ³)	0,51; <0,000001	0,36; <0,000001

Таблица 7. Корреляционные взаимосвязи между показателями МПКТ и содержанием тощей ткани
Table 7. Correlations between bone mineral density and lean mass

Показатели МПКТ/ Bone mineral density	Общее содержание тощей ткани/ Total lean mass г; р	Тощая ткань туловища/ Trunk lean mass г; р	Тощая ткань верхних конечностей/ Arms lean mass г; р	Тощая ткань нижних конечностей/ Legs lean mass г; р
МПКТ в целом (мг/см³)/ Total BMD (mg/cm³)	0,57;<0,000001	0,52;<0,000001	0,64;<0,000001	0,49;<0,000001
МПКТ в целом (Т-критерий)/ Total BMD (T-score)	0,45;<0,000001	0,4;<0,000001	0,51;<0,000001	0,37;<0,000001
МПКТ в целом (Z-критерий)/ Total BMD (Z-score)	0,2; 0,003	-0,17; 0,01	0,31; 0,00001	0,15; 0,04
МПКТ верхних конечностей (мг/см³)/ Arms BMD (mg/cm³)	0,6; <0,000001	0,57; <0,000001	0,69;<0,000001	0,56;<0,000001
МПКТ нижних конечностей (мг/см³)/ Legs BMD (mg/cm³)	0,6; <0,000001	0,54; <0,000001	0,66;<0,000001	0,51;<0,000001
МПКТ костей туловища (мг/см³) / Trunk BMD (mg/cm³)	0,56;<0,000001	0,51; <0,000001	0,56;<0,000001	0,48;<0,000001
МПКТ ребер (мг/см³)/ Ribs BMD (mg/cm³)	0,55;<0,000001	0,52; <0,000001	0,53;<0,000001	0,49;<0,000001
МПКТ костей таза (мг/см³)/ Pelvis BMD (mg/cm³)	0,55;<0,000001	0,52; <0,000001	0,54;<0,000001	0,43;<0,000001
МПКТ позвоночника (мг/см³)/ Spine BMD (mg/cm³)	0,52;<0,000001	0,47; <0,000001	0,54;<0,000001	0,45;<0,000001

Обсуждение

Согласно доступным данным медицинской литературы, наше исследование представляет собой одно из единичных работ по изучению композиционного состава тела у долгожителей [5,6,11]. В большинстве других публикаций были представлены результаты исследований состава тела у лиц пожилого возраста и сравнение их с более молодыми людьми. Следует отметить, что результаты изучения композиционного состава тела долгожителей с помощью двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии в доступной нам литературе не встретились; в немногочисленных исследованиях у долгожителей использовалась менее чувствительная методика — биоимпедансный анализ [5, 6, 11].

Полученные результаты свидетельствуют о большом числе больных 90-летнего возраста с избыточной массой тела или ожирением (70%). Содержание жировой массы увеличивается, как известно, с возрастом; это нашло отражение и в результатах нашей работы [2]. Следует подчеркнуть, что чаще всего регистрировалось ожирение 1 степени, тогда как ожирение 3 степени не наблюдалось. У большинства обследованных больных индекс массы тела находился в оптимальном диапазоне, поскольку в старческом возрасте самая низкая смертность наблюдается у лиц, индекс массы тела которых соответствует избыточной массе тела или ожирению 1 степени [12]. Считается, что в старческом возрасте жировая ткань оказывает протективное действие, и так называемый «парадокс ожирения» означает, что прогноз у пожилых с избыточной массой тела лучше, чем

у лиц с нормальной или сниженной массой тела [13, 14]. Полученные в исследовании данные свидетельствуют в пользу «парадокса ожирения», по крайней мере, в отношении долгожителей.

В изученной группе больных отношение содержания жировой ткани в туловище к общему содержанию жировой ткани равнялось 0,53 у женщин, тогда как у мужчин — 0,62; иначе говоря, половина жировой ткани у женщин распределялась в туловище (преимущественно в абдоминальном регионе), а у мужчин — более половины. Эти данные подтверждают широко известный тип распределения жировой ткани у мужчин (больше в туловище, по типу «яблока») и у женщин (больше в нижних конечностях, по типу «груши»), хотя по мере старения жировая ткань накапливается у женщин и в абдоминальной области [15].

Вместе с тем, у женщин-долгожителей обнаружена более высокая доля жировой ткани; причем наиболее заметные различия между женщинами и мужчинами касались жировой ткани конечностей. Как известно, существуют значительные различия у женщин и мужчин по частоте ожирения, распределению жировой массы и метаболизму жира [15]. В целом у женщин доля жировой ткани выше, чем у мужчин, причем у них больше подкожного жира и жира в области нижних конечностей; мужчины более склонны к отложению висцерального жира [15]. Существенное влияние на жировую ткань оказывают половые гормоны. Но уровень эстрогенов в постменопаузе снижается, что приводит у женщин к избыточному накоплению и висцерального

жира. В постменопаузе выявляется более высокая масса жира и его процентная доля, чем в пре- и перименопаузе. Чем больше времени проходит после наступления менопаузы, тем выше прирост массы тела, индекса массы тела и доли жировой ткани [15]. В наших наблюдениях у всех женщин после наступления менопаузы прошло, как минимум, 40 лет и больше.

К несколько неожиданным результатам настоящего исследования можно отнести значительную долю больных с нормальной минеральной плотностью костной ткани, хотя по мере старения отмечается обычно неуклонное снижение плотности костей [16]. Для клинической интерпретации полученных результатов можно предложить следующую концепцию: максимальной продолжительностью жизни отличаются лица с более высокой плотностью костной массы и, соответственно, низким риском переломов, тогда как больные с выраженным остеопорозом умирают в более раннем возрасте и, в первую очередь, после переломов шейки бедра. Как в других исследованиях, так и в нашей работе, снижение минеральной плотности костной ткани существенно чаще регистрировалось у женщин [15]. Стоит отметить сохранение гендерных различий по остеопорозу и у лиц старше 95 лет. Несмотря на преклонный возраст, у 5 из 11 (45,5%) мужчин старше 95 лет оставались нормальными значения МПКТ; у женщин этот показатель составил 18,2%, что еще раз подтверждает большую предрасположенность к остеопорозу у женщин, даже среди супер-долгожителей.

Еще одним непредвиденным результатом нашего исследования, позволяющим по-новому взглянуть на состояние здоровья долгожителей, можно считать относительную сохранность мышечной массы у наблюдавшихся нами больных. Скелетно-мышечный индекс оставался нормальным практически у трех четвертей пациентов, тогда как снижение этого индекса выявлено у 20 (33%) мужчин и у 35 (25%) женщин.

Однако стоит отметить, что общее содержание тощей ткани у обследованных нами мужчин более чем на 10 кг превышало аналогичный показатель у женщин (48 и 38 кг, соответственно). У мужчин, как известно, мышечная масса исходно выше в связи с анаболическим действием тестостерона, уменьшение мышечной массы по мере старения, в отличие от женщин, происходит менее заметно и более постепенно [15].

У долгожителей установлены существенные взаимосвязи между костной, жировой и тощей тканью. Отмечена прямая корреляция между индексом массы тела, содержанием жировой ткани во всех участках тела и МПКТ; наиболее достоверные показатели найдены для корреляции между МПКТ ребер и содержанием жировой ткани в туловище. Аналогичные результаты получены и в других исследованиях, продемонстрировавших прямую взаимосвязь между жировой тканью и МПКТ [4]. В метаанализе с участием более 20 тысяч человек, включенных в 44 исследования, максимально выраженная взаимосвязь между костной и жировой тканью наблюдалась у женщин европеоидной расы в постменопаузе (такие же лица составили абсолютное

большинство пациентов, включенных в настоящую работу) [4].

Следует отметить, что все эффекты жировой ткани на состояние МПКТ до конца не изучены; они могут меняться (от позитивного до негативного) в зависимости от массы и распределения жира — подкожного или висцерального [2, 17]. По мнению ряда авторов, увеличение содержания жира в организме свыше 35-40% может негативно влиять на МПКТ, тогда как меньшая его доля действует позитивно [18]. По нашим данным, уменьшения МПКТ при повышении доли жира до 40% и более не обнаружено, за исключением МПКТ верхних конечностей, где средний показатель составлял 777,8 мг/см³ у лиц с ожирением и 828,9 мг/см³ у больных с долей жира меньше 40% ($p=0,03$).

В нашем исследовании, как и ожидалось, выявлена отчетливая позитивная корреляция между содержанием тощей ткани и минеральной плотностью костной ткани. Данная взаимосвязь между тощей тканью в верхних и нижних конечностях и показателями МПКТ в соответствующих областях была более значима, нежели влияние жира на МПКТ конечностей. Аналогичные результаты получены и в других исследованиях [4, 11]. По данным крупного метаанализа Ho-Pham L.T., et al. (2014), влияние тощей ткани на МПКТ существенно больше, чем жира, особенно у мужчин, а также у женщин в перименопаузе [4].

В настоящей работе установлена ожидаемая обратная корреляция между содержанием жировой и тощей тканями. По мере старения содержание жировой ткани увеличивается, а мышечной уменьшается, что получило название саркопеническое ожирение [2, 17]. Однако не ясно, замещает ли жировая ткань пустое пространство, оставшееся после гибели мышечных волокон, или число и размеры мышечных клеток сокращаются вследствие жировой инфильтрации мышечных волокон [17]. Наши данные свидетельствуют в пользу концепции замещения; не случайно наиболее выраженная отрицательная корреляция обнаружена между относительным содержанием жировой и тощей ткани в нижних конечностях, а жир туловища (в граммах) и общее содержание жира (в граммах), напротив, позитивно коррелировали с содержанием тощей ткани. В других исследованиях также описывается обратная взаимосвязь между содержанием жировой ткани и мышечной массой; показательно, что уменьшение мышечной массы не сопровождалось соответствующим изменением индекса массы тела, поскольку жир замещал, по видимому, утраченную мышечную ткань [19].

Типичное уменьшение мышечной массы и плотности костной ткани при увеличении содержания жировой ткани по мере старения все чаще определяют термином «остеосаркопеническое ожирение» [2, 17]. Стоит отметить, что остеосаркопеническое ожирение обнаружено лишь у 4 (2%) больных, включенных в исследование, а саркопеническое ожирение — у 10 (5%). Вместе с тем у 33 (16,5%) пациентов наблюдались нормальные показатели МПКТ и мышечной ткани при отсутствии ожирения. Одним из вероятных объяснений

такой низкой частоты остеосаркопенического ожирения может служить следующее: в нашей группе больных было достаточно много (треть) мужчин, а, как известно, мужчины меньше подвержены снижению минеральной плотности костной ткани. Лишь у четверти мужчин выявлен остеопороз, и из них только у одного (1,7%) отмечены одновременно и саркопения, и ожирение.

Выводы

- Полученные результаты свидетельствуют об особенностях композиционного состава тела у долгожителей
- Обнаружена достаточно высокая доля больных с избыточной массой тела, но с нормальными показателями МПКТ и содержания тощей ткани
- Подтверждены значимые взаимосвязи между костной, жировой и тощей тканью

Вклад авторов:

Все авторы внесли существенный вклад в подготовку работы, прочли и одобрили финальную версию статьи перед публикацией

Тополянская С.В. (ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4131-8432>): концепция и дизайн исследования, сбор, анализ и интерпретация данных, написание рукописи

Елисеева Т.А., Балясникова Н.А., Вакуленко О.Н.: сбор и анализ данных

Дворецкий Л.И. (ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3186-0102>): концепция исследования

Contribution of authors

All the authors contributed significantly to the study and the article, read and approved the final version of the article before publication

Topolyanskaya S.V. (ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4131-8432>): concept and design of the study, collection, analysis and interpretation of study, writing the manuscript

Eliseeva T.A., Balyasnikova N.A., Vakulenko O.N.: collection and analysis of data

Dvoretzki L.I. (ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3186-0102>): study concept

Список литературы/References:

1. Coin A., Sergi G., Inelmen E.M. et al. Pathophysiology of Body Composition Changes in Elderly People. In: Mantovani G. et al. (eds) *Cachexia and Wasting: A Modern Approach*. Springer, Milano. 2006; 369-375.
2. Jafari Nasabian P., Inglis J.E., Reilly W. et al. Aging human body: Changes in bone, muscle and body fat with consequent changes in nutrient intake. *J Endocrinol*. 2017; 234(1): R37-R51. doi: 10.1530/JOE-16-0603.
3. Pararasa C., Bailey C.J., Griffiths H.R. Ageing, adipose tissue, fatty acids and inflammation. *Biogerontology*. 2015; 16: 235-248.
4. Ho-Pham L.T., Nguyen U.D.T., Nguyen T.V. Association between lean mass, fat mass, and bone mineral density: A meta-analysis. *J. Clin. Endocrinol. Metab*. 2014; 99(1):30-38. doi: 10.1210/jc.2013-3190.
5. Duarte M.G., Duarte P.O., Pelichek A., et al. Comparison of body composition analysis methods among centenary women: Seeking simpler methods. *SAGE Open Medicine*. 2019; 7: 1-7.
6. Pereira da Silva A., Matos A., Valente A. et al. Body composition assessment and nutritional status evaluation in men and women Portuguese centenarians. *Journal of Nutrition, Health and Aging*. 2016; 20(3): 256-66. doi: 10.1007/s12603-015-0566-0.
7. Knuuti J., Wins W., Sareste A. et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2019; 41(3): 407-477. doi: 10.1093/eurheartj/ehz425.
8. Ожирение. Клинические рекомендации. Российская ассоциация эндокринологов. 2019. [Электронный ресурс]. URL: https://rae-org.ru/system/files/documents/pdf/kr_ozhirenie.pdf. (дата обращения: 01.11.2020).
9. Cruz-Jentoft A.J., Bahat G., Bauer J. et al. Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019; 48(1):16-31. doi: 10.1093/ageing/afy169.
10. Старческая астения. Клинические рекомендации. 2018. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_324981/8efd5f17af55cb35a770f73937590c642437b7eb/. (дата обращения: 01.11.2020).
11. Silva A.P. Da, Matos A., Ribeiro R. et al. Sarcopenia and osteoporosis in Portuguese centenarians. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2017; 71(1): 56-63. doi: 10.1038/ejcn.2016.174.
12. Chang S.H., Beason T.S., Hunleth J.M. et al. A systematic review of body fat distribution and mortality in older people. *Maturitas*. 2012; 72(3): 175-91. doi: 10.1016/j.maturitas.2012.04.004.
13. Toss F., Wiklund P., Nordstrom P. et al. Body composition and mortality risk in later life. *Age and Ageing*. 2012; 41(5): 677-681. doi: 10.1093/ageing/afs087
14. Yamazaki K., Suzuki E., Yorifuji T. et al. Is there an obesity paradox in the Japanese elderly population? A community-based cohort study of 13 280 men and women. *Geriatrics and Gerontology International*. 2017; 9(17): 1257-1264. doi: 10.1111/ggi.12851.
15. Lauretta R., Sansone M., Romanelli F. et al. Gender in endocrinological diseases: biological and clinical differences. *Ital J Gender-Specific Med*. 2017; 3(3): 109-116. doi: 10.1723/2882.29060
16. Остеопороз. Клинические рекомендации, 2019. [Электронный ресурс]. URL: https://rae-org.ru/system/files/documents/pdf/kr_op_24.12.2019.pdf. (дата обращения: 01.11.2020).
17. Ilich J.Z., Kelly O.J., Inglis J.E. et al. Interrelationship among muscle, fat, and bone: Connecting the dots on cellular, hormonal, and whole body levels. *Ageing Research Reviews*. 2014; 15: 51-60. doi:10.1016/j.arr.2014.02.007
18. Liu P.Y., Ilich J.Z., Brummel-Smith K. et al. New insight into fat, muscle and bone relationship in women: Determining the threshold at which body fat assumes negative relationship with bone mineral density. *International Journal of Preventive Medicine*. 2014; 5(11): 1452 — 1463.
19. Kim T.N., Park M.S., Ryu J.Y. et al. Impact of visceral fat on skeletal muscle mass and vice versa in a prospective cohort study: The Korean Sarcopenic Obesity Study (KSOS). *PLoS ONE*. 2014; 9(12): e115407. doi: 10.1371/journal.pone.0115407.