

УДК: 612.67

DOI: 10.24411/2312-2935-2019-10023

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН, ВИТАМИН D И МЫШЦЫ

И.Н. Курило¹, Т.В. Порунова¹, Л.С. Козина², Т.В. Кветная², Е.И. Коришун³

¹Автономная некоммерческая организация «Научно-исследовательский центр «Геронтология», г. Москва

²Автономная научная некоммерческая организация высшего образования Научно-исследовательский центр «Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии», г. Санкт-Петербург

³Академия постдипломного образования Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства», г. Москва

В статье описаны особенности энергетического обмена и уровней витамина D у людей пожилого возраста с такими состояниями как саркопения и саркопеническое ожирение.

Цель исследования. Изучить энергетический обмен и особенности уровня витамина D в организме человека старшего возраста при саркопении и саркопеническом ожирении.

Материал и методы. В исследование было включено 162 человека пожилого возраста в возрасте от 65 до 74 лет, в т.ч. 72 мужчины и 90 женщин, средний возраст пациентов составил 69,2±3,4 года. Всем людям, включенным в исследование, проводили антропометрические измерения. Интерпретация результатов исследования проводилась в соответствии с рекомендациями Европейской рабочей группы по остеопорозу и саркопении (2009). У всех людей, включенных в исследование проводился забор образцов крови. Состояние организма оценивалось на основании биохимических показателей крови: содержание аденозинтрифосфата (АТФ), аденозин-дифосфата (АДФ) и лактатдегидрогеназы (ЛДГ). Энергетический обмен изучался в состоянии покоя и после индуцированного стресса. Определялись уровень основного обмена (ккал/сут). Анализ крови на уровень витамина D определялся в осеннее и весеннее время.

Результаты и их обсуждение. Нами было обнаружено, что при саркопеническом ожирении ситуация была достоверно худшей в отношении энергетического обмена, чем при синдроме саркопении, за счет достоверно более значимого снижения как нуклеотида АТФ, так и АДФ. Также было показано, что у людей с ожирением для компенсации энергетической недостаточности путем усиливаются процессы гликолиза, что проявляется повышением активности фермента ЛДГ, однако при саркопении и саркопеническом ожирении этот саногенетический компенсационный механизм истощается. Нами были получены данные, что у женщин, как и у мужчин пожилого возраста дефицит витамина D при синдроме саркопении и саркопеническом ожирении достоверно выше, чем у людей без саркопении или с ожирением.

Выводы. В статье доказано, при саркопении и ожирении наблюдается дефицит в высокоэнергетических фосфатных связях, что указывает на наличие энергодефицитного

состояния, достигая максимума у людей с саркопеническим ожирением. В ответ на стресс здоровые пожилые люди реагируют закономерным повышением уровня основного обмена (в среднем на 11,2 %), тогда как люди с ожирением и саркопеническим ожирением демонстрируют парадоксальное его снижение (соответственно на 12,6% и на 7,2%). У женщин и мужчин пожилого возраста в течение лета дефицит витамина D при синдроме саркопении и саркопеническом ожирении практически не ликвидируется. В то время как у людей без саркопении и с ожирением распространённость дефицита витамина D в осеннее время значительно снижается по сравнению с показателями в весеннее время, в среднем на 13,9% у людей без саркопении и на 33,2 %.

Ключевые слова: саркопения, саркопеническое ожирение, пожилой возраст, энергетический обмен, витамин D.

ENERGY METABOLISM, VITAMIN D AND MUSCLE

Kurilo I. N.¹, Porunova T. V.¹, Kozina L.S.², Kvetnaya T.V.², Korshun E.I.³

¹*Autonomous nonprofit organization «Research Center «Gerontology», Moscow*

²*St. Petersburg Bioregulation and Gerontology Institute, St. Petersburg*

³*Academy of Postgraduate Education under the Federal State Budgetary Unit «Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Medical Assistance and Medical Technologies of the Federal Medical Biological Agency», Moscow*

The article describes the features of energy metabolism and vitamin D levels in elderly people with such conditions as sarcopenia and sarcopenic obesity.

Purpose of research. To study the energy metabolism and peculiarities of vitamin D levels in the older human body in sarcopenia and sarcopenic obesity.

Material and methods. The study included 162 elderly people aged 65 to 74 years, including 72 men and 90 women, the average age of patients was 69.2±3.4 years. All the people included in the study were measured anthropometrically. The results of the study were interpreted in accordance with the recommendations of the European working group on osteoporosis and sarcopenia (2009). All the people included in the study were taken blood samples. The state of the body was assessed on the basis of biochemical parameters of blood: the content of adenosine triphosphate (ATP), adenosine diphosphate (ADP) and lactate dehydrogenase (LDH). Energy metabolism was studied at rest and after induced stress. The level of basic metabolism (kcal/day) was determined. Blood test for vitamin D level was determined in autumn and spring.

Results and discussion. We found that in sarcopenic obesity, the situation was significantly worse with respect to energy metabolism than in sarcopenia syndrome, due to a significantly more significant decrease in both ATP nucleotide and ADP. It was also shown that in people with obesity to compensate for energy deficiency by increasing the processes of glycolysis, which is manifested by an increase in the activity of the enzyme LDH, but with sarcopenia and sarcopenic obesity, this sanogenetic compensation mechanism is depleted. We have obtained data that in women, as in elderly men, vitamin D deficiency in sarcopenia syndrome and sarcopenic obesity is significantly higher than in people without sarcopenia or obesity.

Summary. The article proves that in case of sarcopenia and obesity there is a deficit in high-energy phosphate bonds, which indicates the presence of an energy deficit state, reaching a maximum in people with sarcopenic obesity. In response to stress, healthy elderly people react with a natural increase in the level of basic metabolism (by 11.2% on average), while people with obesity and sarcopenic obesity show a paradoxical decrease (by 12.6% and 7.2%, respectively). Women and older men during the summer, vitamin D deficiency in the syndrome of sarcopenia and obesity crackopening practically eliminated. While in people without sarcopenia and with obesity, the prevalence of vitamin D deficiency in the autumn is significantly reduced compared to in the spring, on average by 13.9% in people without sarcopenia and by 33.2 %.

Key words: sarcopenia, sarcopenic obesity, elderly age, energy metabolism, vitamin D.

Актуальность темы. Саркопения является возраст-ассоциированным атрофическим дегенеративным изменением скелетных мышц, приводящим к потере их силы и объема, вносит существенный вклад в повышение риска инвалидизации, относится к 5 факторам риска смертности у людей пожилого возраста [1]. Термин «саркопеническое ожирение», отражающий сочетание ожирения и саркопении, стал использоваться сравнительно недавно. Саркопеническое ожирение представляет собой избыточное накопление жировой ткани, сочетающееся с потерей мышечной массы и силы. Длительные наблюдательные исследования показали, что масса жировой ткани увеличивается с возрастом и достигает пика в 60–75 лет [2,3], при этом происходит увеличение объема висцерального жира и снижение подкожно-жирового слоя [3].

В настоящее время отмечается повышение распространенности как саркопении, так и саркопенического ожирения, что обусловлено, с одной стороны, увеличением продолжительности жизни населения (в 2000 г. насчитывалось около 600 млн людей старше 60 лет, а к 2050 г. ожидается до 2 млрд) [4,5]. С другой стороны, это связано с ростом распространенности в популяции лиц с ожирением [6].

На сегодняшний день имеется мало работ по особенностям энергетического обмена при саркопеническом ожирении, что обуславливает актуальность проводимых исследований по этому вопросу.

Старение мышечной ткани также связано со снижением восприятия мышц различных нервных, гормональных и внешних сигналов [7]. Гиподинамия, гормональные изменения, провоспалительное состояние, плохое питание и экспрессия ряда полиморфных генов ускоряют потерю массы и силы мышц [7,8]. Особую роль в патогенезе развития

саркопении играет должный уровень метаболитов витамина D в сыворотке крови. Различные эпидемиологические исследования и мета-анализы показали, что недостаточность или дефицит витамина D не только влияют на костный и минеральный метаболизм, но также связаны с развитием саркопенического ожирения, метаболическими заболеваниями, такими как сахарный диабет, ожирение и метаболический синдром, раком, аутоиммунными заболеваниями и другими [9,10]. Накопились данные литературы о том, что дефицит витамина D, определяемый как сывороточное значение 25(OH)D ниже 20 нг/мл, является значительным фактором риска для развития каждого из этих заболеваний [8,10]. Также эти данные подтверждаются тем, что при нормализации уровня витамина D в организме, происходит улучшение гериатрического статуса [10].

Однако имеется небольшое количество исследований по влиянию уровня витамина D в сыворотке крови на развитие саркопении и саркопенического ожирения, а также путей профилактики данных состояний нормализацией концентрации этой биологически активной молекулы, что обуславливает актуальность проведенного исследования.

Цель настоящей работы – изучить энергетический обмен и особенности уровня витамина D в организме человека старшего возраста при саркопении и саркопеническом ожирении.

Материал и методы. В исследование было включено 322 человека пожилого возраста в возрасте от 65 до 74 лет, в т.ч. 112 мужчины и 140 женщин, средний возраст пациентов составил $69,2 \pm 3,4$ года.

Все люди были разделены на 4 группы. В 1-ую группу вошли практически здоровые пожилые люди (78 человек), во 2-ую – имеющие ожирение, но не имеющие саркопению (86 человек), в 3-ью – люди пожилого возраста, имеющие саркопению, но не страдающие ожирением (77 человек), в 4-ую – люди, имеющие саркопеническое ожирение (81 человек). Все соответствующие характеристики приведены в таблице 1.

Люди молодого и зрелого возраста не были включены в настоящее исследование, т.к. в этом возрасте не применяются и не рассматриваются понятия саркопении как гериатрического синдрома и саркопенического ожирения, соответственно, эти возрастные группы не могут выступать в роли групп сравнения. Люди старческого возраста (75 лет и старше) также не включались в исследование, т.к. люди этого возраста имеют высокий

индекс полиморбидности, что затрудняет интерпретацию результатов исследования и требуют проведения отдельного исследования с особыми подходами к формированию дизайна.

Таблица 1

Характеристика людей пожилого возраста, включенных в исследование

<i>Группа</i>	<i>Характеристика группы</i>	<i>Всего чел.</i>	<i>Мужчин</i>	<i>Женщин</i>	<i>Средний возраст</i>
1	Практически здоровые	78	37	41	68,8 \pm 2,4
2	С ожирением	86	34	52	69,1 \pm 2,6
3	С саркопенией	77	40	37	70,3 \pm 1,2
4	С саркопеническим ожирением	81	41	50	69,9 \pm 4,0
Всего		322	152	160	69,2 \pm 3,4

Всем людям, включенным в исследование, проводили антропометрические измерения: измерение роста, массы тела, измерение объема талии, объема бедер, их соотношения, расчет индекса Кетле. Также проводили биоимпедансометрическое исследование на оборудовании «ABC-02 Медасс» (Россия), измерение мышечной силы с помощью динамометра ДМЭР-120-0,5-Д («Твэс», Россия). Интерпретация результатов исследования проводилась в соответствии с рекомендациями Европейской рабочей группы по остеопорозу и саркопении (2009).

У всех людей, включенных в исследование проводился забор образцов крови. Состояние организма оценивалось на основании биохимических показателей крови: содержание аденозинтрифосфата (АТФ), аденозин-дифосфата (АДФ) и лактатдегидрогеназы (ЛДГ). Рассчитывался энергетический потенциал клеток (ЭП), отражающий скорости дыхания митохондрий по соотношению: $ЭП = АТФ/АДФ$.

Энергетический обмен изучался в состоянии покоя и после индуцированного стресса. Исследуемым обеих групп проводилась непрямая калориметрия с помощью метабологафа Turbofit 5.12 Vista FM фирмы Vacumed (США). Провокация стресса осуществлялась при помощи теста Струпа. Для усиления эффекта тест проводился на фоне прослушивания музыки в стиле тяжелого рока. Определялись уровень основного обмена (ккал/сут).

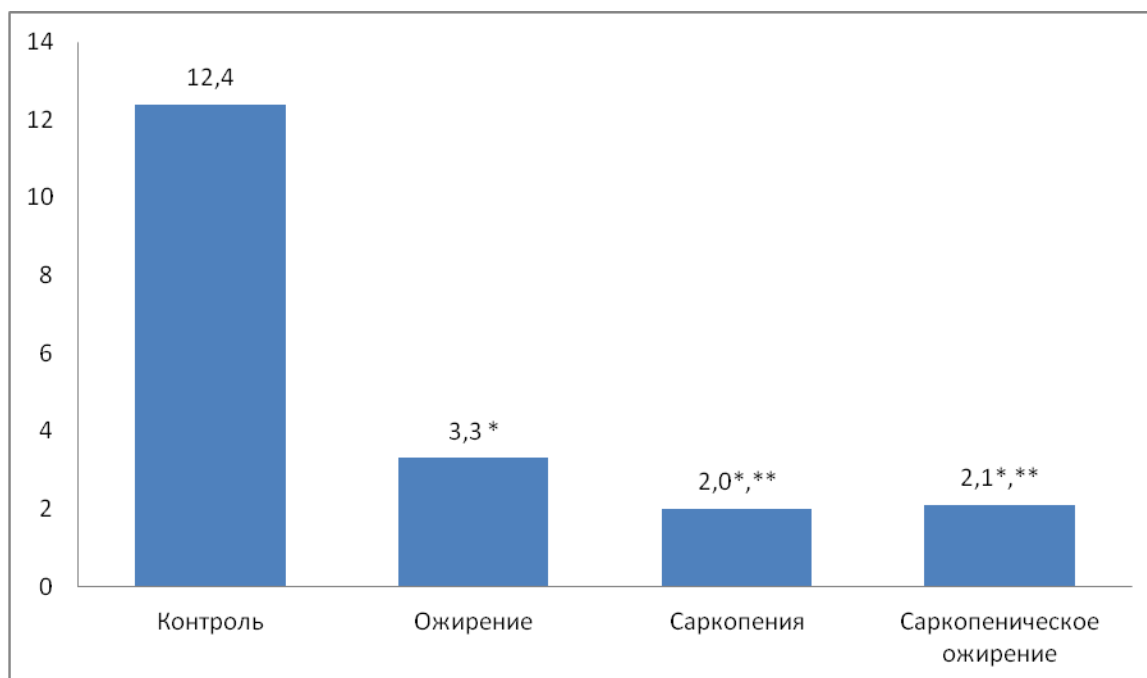
Для определения уровня метаболитов витамина D у каждого исследуемого пациента был произведен забор венозной крови в утреннее время натощак пункционным методом из локтевой вены с помощью широкой иглы в центрифужные пробирки, содержащие антикоагулянт (ЭДТА, гепариновая или цитратная сыворотка), и затем проводилось центрифугирование. Анализ крови на уровень витамина D определялся в осеннее и весеннее время. Определение 25-гидроксиголекальциферола проводилось иммунохемилюминесцентным анализом с помощью автоматического иммуноферментного и иммунохемилюминесцентного анализатора ChemWell® 2910 (Fusion) 2910, производство США. Использовались оборудование, реактивы и расходные материалы, допущенные к применению на территории Российской Федерации.

Для статистического анализа полученных в ходе исследования результатов нами был применен критерия t-Стьюдента и гипотеза 0-распределения, при этом разность показателей является достоверной при $t \geq 2$, в этом случае $p < 0,05$. Также был применен метод Аптона (изучение данных в таблицах сопряженности «2x2» для оценки различий между непараметрическими параметрами с расчетом показателя χ^2). Была проведена статистическая обработка данных, которые были внесены в электронные таблицы «Excel», математико-статистический анализ данных был проведен при помощи программы «Statgraphics plus for Windows», версия 11.0.

Результаты и их обсуждение. Настоящее исследование выявило достоверное ($p < 0,05$) снижение нуклеотидов во всех трех исследуемых группах по сравнению с контрольной группой.

Однако наибольшее снижение было у людей в группе с саркопенией и саркопеническим ожирением.

Причем, несмотря на одинаковое значение соотношения АТФ/АДФ, при саркопеническом ожирении ситуация была достоверно худшей, чем при синдроме саркопении, за счет достоверно более значимого снижения как нуклеотида АТФ, так и АДФ (Рисунок 1).



* $p < 0,05$ по сравнению с 1-й (контрольной) группой;

** $p < 0,05$ по сравнению с 2-й группой (с ожирением);

$p < 0,05$ по сравнению с 3-й группой (с саркопенией).

Рисунок 1. Соотношение АТФ/АДФ у исследуемых групп.

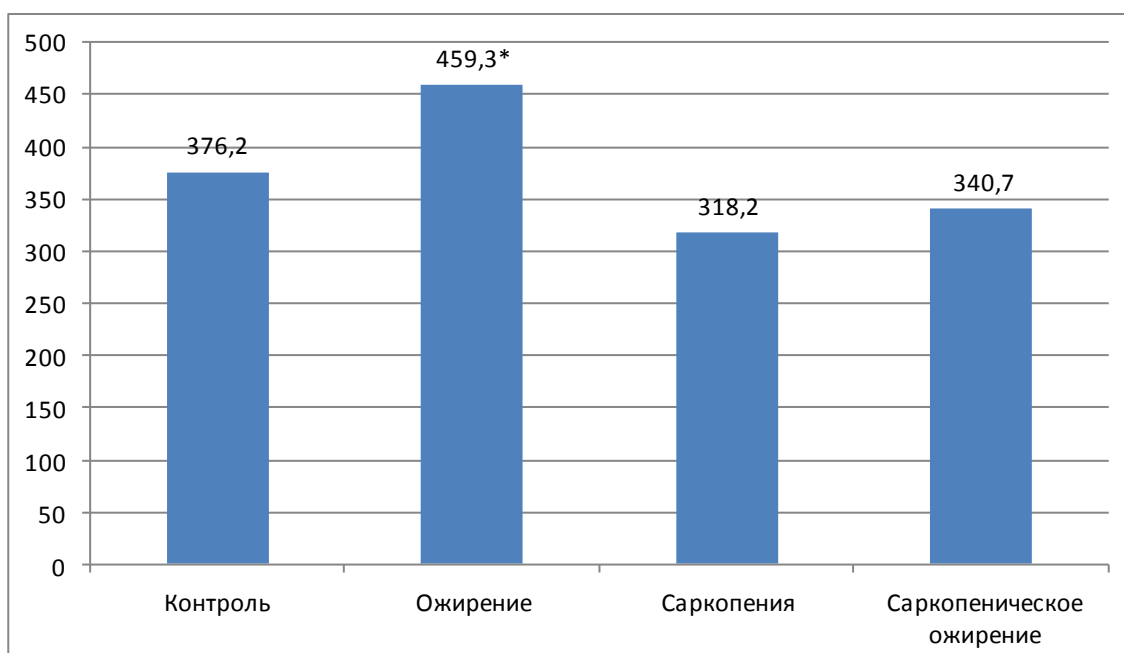
Таким образом, в целом, выявленный дефицит в высокоэнергетических фосфатных связях указывал на наличие у людей исследуемых групп энергодефицитного состояния.

Наличием энергодефицита можно объяснить и наблюдаемое относительное повышение активности фермента ЛДГ у больных с ожирением для компенсации энергетической недостаточности путем усиления процессов гликолиза.

Однако при саркопении и саркопеническом ожирении этот саногенетический компенсационный механизм не работал (Рисунок 2).

Анализ содержания ЛДГ в сыворотке крови у людей пожилого возраста показал, что значение этого показателя в контрольной группе составил $-376,2 \pm 11,2$, с ожирением – $-459,3 \pm 9,7$, с саркопенией – $-318,3 \pm 10,3$, с саркопеническим ожирением – $-340,7 \pm 8,4$.

Таким образом, у людей с ожирением для компенсации энергетической недостаточности путем усиливаются процессы гликолиза, что проявляется повышением активности фермента ЛДГ, однако при саркопении и саркопеническом ожирении этот саногенетический компенсационный механизм истощается.



* $p < 0,05$ по сравнению с 1-й (контрольной) группой

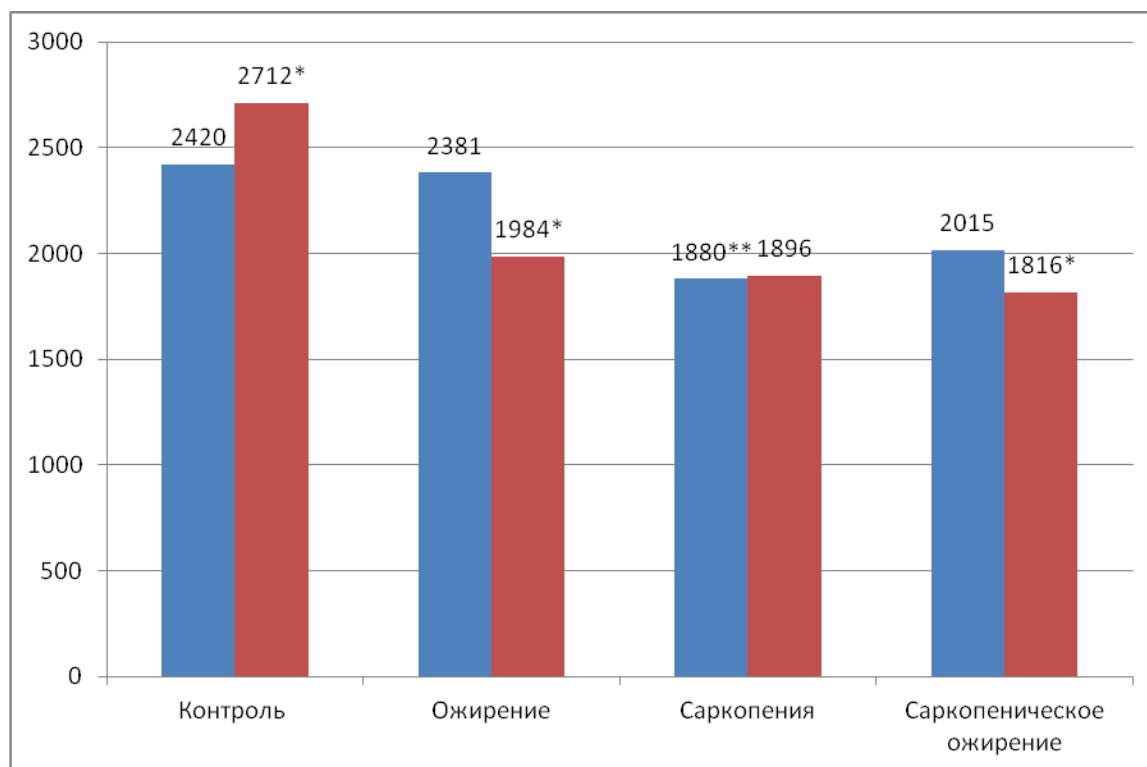
Рисунок 2. Содержание ЛДГ в сыворотке крови у людей пожилого возраста (ЕД/л).

Не менее интересные результаты получены при изучении основного обмена в состоянии покоя и после индуцированного психоэмоционального стресса (рисунок 3).

Так, в контрольной группе, уровень основного обмена до стресса составил $2420 \pm 1,1$, после стресса $2712 \pm 0,7$; в группе с ожирением - $2381 \pm 0,9$ и $1984 \pm 1,3$ соответственно; в группе с саркопенией - $1880 \pm 1,2$ и $1896 \pm 1,4$; с саркопеническим ожирением - $2015 \pm 1,9$ и $1816 \pm 0,6$ соответственно.

В ответ на стресс здоровые лица реагировали закономерным повышением уровня основного обмена (в среднем на 11,2 %), тогда как больные с ожирением и саркопеническим ожирением демонстрировали парадоксальное его снижение (соответственно на 12,6% и на 7,2%).

Это указывало на то обстоятельство, что, помимо энергодифицита как такового, имели место и другие его нарушения. А у людей с саркопенией при изначально низком уровне основного обмена он практически не изменился, что свидетельствовало о тотальном угнетении функции энергетического обмена.



* $p < 0,05$ по сравнению с уровнем до стресса

** $p < 0,05$ по сравнению с 1-й (контрольной) группой

Рисунок 3. Уровень основного обмена до и после стресса.

При сравнении распространённости дефицита 25(OH)D по гендерным признакам людей пожилого возраста нами было определено, что у женщин распространённость дефицита витамина D была такая же, как и у мужчин в весеннее время (рисунок 4). Сравнительные данные в весеннее время у людей пожилого возраста представлены на рисунке 4.

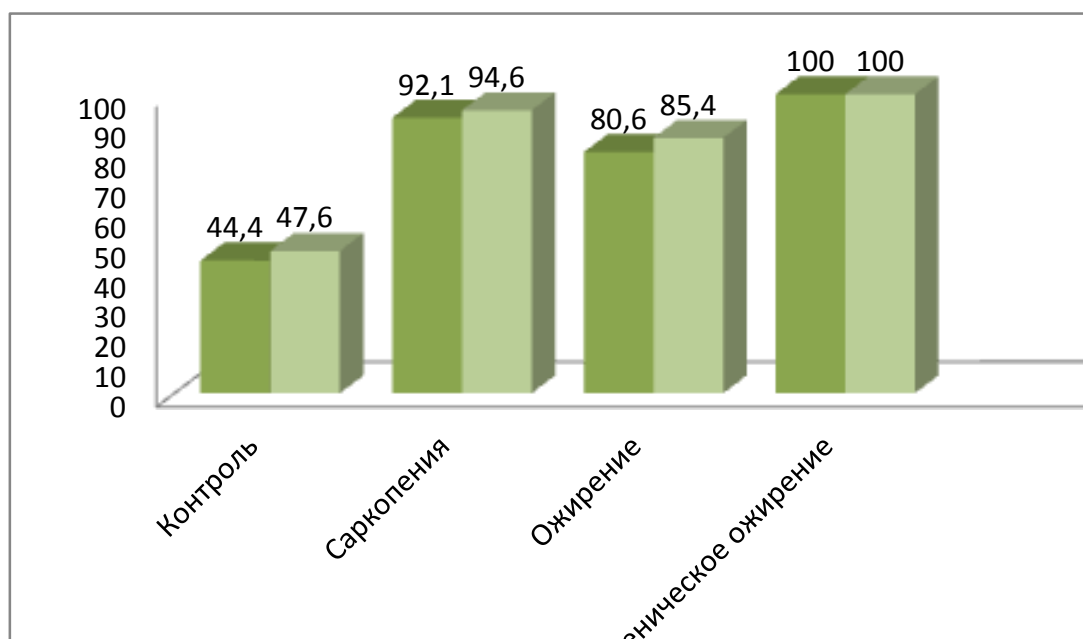


Рисунок 4. Сравнительная характеристика распространённости дефицита 25(OH)D среди мужчин и женщин пожилого возраста в зависимости от отсутствия/степени синдрома саркопении и саркопенического ожирения в весеннее время (%).

Таким образом, эти данные свидетельствуют о том, что у женщин, как и у мужчин пожилого возраста дефицит витамина D при синдроме саркопении и саркопеническом ожирении достоверно выше, чем у людей без саркопении или с ожирением.

При сравнении распространённости дефицита 25(OH)D по гендерным признакам людей пожилого возраста нами было определено, что у женщин распространённость дефицита витамина D была такая же, как и у мужчин в осеннее время (рисунок 5).

Сравнительные данные в осеннее время у людей пожилого возраста представлены на рисунке 5.

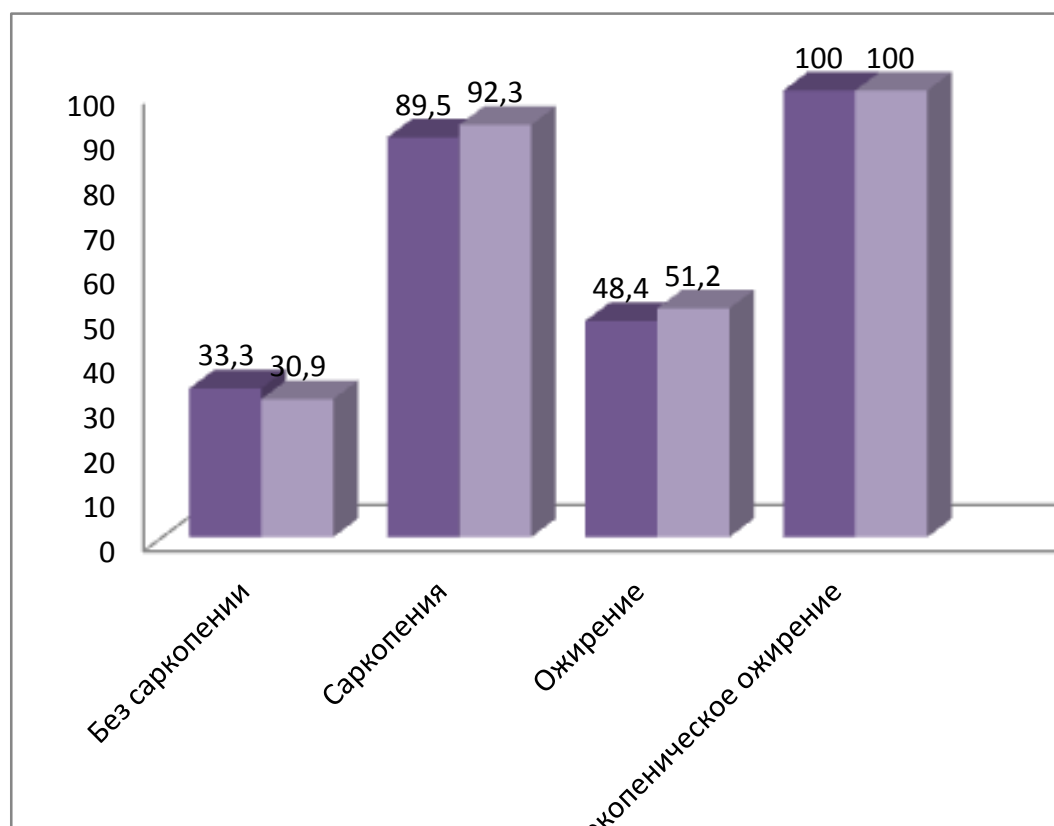


Рисунок 5. Сравнительная характеристика распространённости дефицита 25(OH)D среди мужчин и женщин старческого возраста в зависимости от отсутствия/степени синдрома саркопении и саркопенического ожирения в осеннее время (%).

Однако следует обратить внимание, что у женщин и мужчин пожилого возраста в течение лета дефицит витамина D при синдроме саркопении и саркопеническом ожирении практически не ликвидируется. В то время как у людей без саркопении и с ожирением распространённость дефицита витамина D в осеннее время значительно снижается по сравнению с показателями в весеннее время, в среднем на 13,9% у людей без саркопении и на 33,2%. Гендерных различий в обнаруженных закономерностях нами не было найдено.

Выводы.

1. При саркопении и ожирении наблюдается дефицит в высокоэнергетических фосфатных связях, что указывает на наличие энергодефицитного состояния, достигая максимума у людей с саркопеническим ожирением.

2. У людей с ожирением для компенсации энергетической недостаточности путем

усиливаются процессы гликолиза, что проявляется повышением активности фермента ЛДГ, однако при саркопении и саркопеническом ожирении этот саногенетический компенсационный механизм истощается.

3. В ответ на стресс здоровые пожилые люди реагируют закономерным повышением уровня основного обмена (в среднем на 11,2 %), тогда как люди с ожирением и саркопеническим ожирением демонстрируют парадоксальное его снижение (соответственно на 12,6% и на 7,2%).

4. У женщин и мужчин пожилого возраста в течение лета дефицит витамина D при синдроме саркопении и саркопеническом ожирении практически не ликвидируется. В то время как у людей без саркопении и с ожирением распространённость дефицита витамина D в осеннее время значительно снижается по сравнению с показателями в весеннее время, в среднем на 13,9% у людей без саркопении и на 33,2 %. Гендерных различий в обнаруженных закономерностях нами не было найдено.

Список литературы

1. Зоткин Е.Г., Сафонова Ю.А., Шкиреева С.Ю. Возраст-ассоциированная саркопения: определение, диагностика и подходы к профилактике// Фарматека.- 2013. -№ 2.- с. 33-38.
2. Wang C., Bai L. Sarcopenia in the elderly: basic and clinical issues // Geriatr. Gerontol. Int. – 2012. – Vol. 12. – P. 388–396.
3. Булгакова С.В., Бобошко Т.Н., Захарова Н.О., Николаева А.В., Тренева Е.В. Саркопения и метаболический синдром в гериатрии//В сборнике: Клинические и фундаментальные аспекты геронтологии. Под редакцией Г.П. Котельникова, С.В. Булгаковой.- 2017.- с. 103-107.
4. Barsony J, Manigrasso MB, Xu Q, Tam H, Verbalis JG. Chronic hyponatremia exacerbates multiple manifestations of senescence in male rats// Age (Dordr).- 2013 - № 35(2)- p. 271-288.
5. Малахов В.А., Сытник А.П., Данько Р.В., Данько Т.В. Саркопения// Украинский неврологический журнал. - 2012.- № 1 (22).- с. 16-24.

6. Kim T.N., Choi K.M. The implications of sarcopenia and sarcopenic obesity on cardiometabolic disease // *J. Cell. Biochem.* – 2015. – Vol. 116. – P. 1171–1178.
7. Barazzoni R, Bischoff S, Boirie Y, Busetto L, Cederholm T, Dicker D, Toplak H, Van Gossum A, Yumuk V, Vettor R. Sarcopenic Obesity: Time to Meet the Challenge// *Obes Facts.* – 2018- № 11(4)- p. 294-305.
8. Bijlsma A.Y., Meskers C.G., van Heemst D. et al. Diagnostic criteria for sarcopenia relate differently to insulin resistance // *Age.* - 2013. – Vol. 35. – P. 2367–2375.
9. Dodds RM, Davies K, Granic A, Hollingsworth KG, Warren C, Gorman G, Turnbull DM, Sayer AA. Mitochondrial respiratory chain function and content are preserved in the skeletal muscle of active very old men and women// *Exp Gerontol.*- 2018 - № 5. – p. 531-556.
10. Montano-Loza AJ. Muscle wasting: a nutritional criterion to prioritize patients for liver transplantation// *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* - 2014 –№ 17(3)- p.219-225.

References

1. Zotkin E.G., Safonova YU.A., SHkireeva S.YU. Vozrast-associirovannaya sarkopeniya: opredelenie, diagnostika i podhody k profilaktike// *Farmateka.* 2013; 2; 33-38 (In Russian).
2. Wang C., Bai L. Sarcopenia in the elderly: basic and clinical issues // *Geriatr. Gerontol. Int.* 2012. 12: 388–396.
3. Bulgakova S.V., Boboshko T.N., Zaharova N.O., Nikolaeva A.V., Treneva E.V. Sarkopeniya i metabolicheskij sindrom v geriatrii. In: G.P. Kotel'nikov, S.V. Bulgakova. *Klinicheskie i fundamental'nye aspekty gerontologii.* Samara. Samar. Gos. med. un-t. 2017.103-107 (In Russian).
4. Barsony J, Manigrasso MB, Xu Q, Tam H, Verbalis JG. Chronic hyponatremia exacerbates multiple manifestations of senescence in male rats// *Age (Dordr).* 2013. 35(2): 271-288.
5. Malahov V.A., Sytnik A.P., Dan'ko R.V., Dan'ko T.V. Sarkopeniya// *Ukrainskij nevrologicheskij zhurnal.* 2012. 1 (22): 16-24 (In Russian).
6. Kim T.N., Choi K.M. The implications of sarcopenia and sarcopenic obesity on cardiometabolic disease // *J. Cell. Biochem.* 2015. 116: 1171–1178.
7. Barazzoni R, Bischoff S, Boirie Y, Busetto L, Cederholm T, Dicker D, Toplak H, Van Gossum A, Yumuk V, Vettor R. Sarcopenic Obesity: Time to Meet the Challenge// *Obes Facts.*

2018. 11(4): 294-305.

8. Bijlsma A.Y., Meskers C.G., van Heemst D. et al. Diagnostic criteria for sarcopenia relate differently to insulin resistance // *Age*. 2013. 35: 2367–2375.

9. Dodds RM, Davies K, Granic A, Hollingsworth KG, Warren C, Gorman G, Turnbull DM, Sayer AA. Mitochondrial respiratory chain function and content are preserved in the skeletal muscle of active very old men and women // *Exp Gerontol*. 2018. (5): 531-556.

10. Montano-Loza AJ. Muscle wasting: a nutritional criterion to prioritize patients for liver transplantation // *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2014. 17(3): 219-225.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Acknowledgments. The study did not have sponsorship.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Сведения об авторах

Курило Ирина Николаевна - научный сотрудник, автономная некоммерческая организация «Научно-исследовательский центр «Геронтология», 125371, Москва, Волоколамское шоссе, 91, e-mail: kuriloin@yandex.by

Порунова Татьяна Владимировна - научный сотрудник, автономная некоммерческая организация «Научно-исследовательский центр «Геронтология», 125371, Москва, Волоколамское шоссе, 91, e-mail: porunovatv@yandex.by

Козина Людмила Семеновна - доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории биохимии отдела клеточной биологии и патологии, автономная научная некоммерческая организация высшего образования Научно-исследовательский центр «Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии», 197110, Санкт-Петербург, пр. Динамо, дом 3, e-mail: ibg@gerontology.ru, ORCID: 0000-0003-4673-7617
SPIN: 6405-3245

Кветная Татьяна Викторовна - доктор биологических наук, профессор, заведующая отделом бигеронтологии, автономная научная некоммерческая организация высшего образования Научно-исследовательский центр «Санкт-Петербургский институт биорегуляции и геронтологии», 197110, Санкт-Петербург, пр. Динамо, дом 3, e-mail: ibg@gerontology.ru,
SPIN: 5968-9327

Коршун Елена Игоревна - кандидат медицинских наук, доцент кафедры терапии, гериатрии и антивозрастной медицины, Академия постдипломного образования Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный научно-клинический центр

специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства», 125371, Москва, Волоколамское шоссе, 91, e-mail: dr.elenakorshun@gmail.com

Information about authors

Kurilo Irina N. - research associate, autonomous nonprofit organization "research center "Gerontology", 125371, Moscow, Volokolamsk highway, 91, e-mail: kuriloin@yandex.by

Porunova Tatiana V. - research associate, autonomous nonprofit organization "research center "Gerontology" (125371, Moscow, Volokolamsk highway, 91), e-mail: porunovatvv@yandex.by

Kozina Lyudmila S. - Grand Ph. D., Professor, leading researcher Department of Biochemistry, Department of Pathology & Cell Biology, St. Petersburg Bioregulation and Gerontology Institute, (3, Dynamo pr., Saint Petersburg, Russia, 197110), tel./fax. +7 (812) 230-00-49, 230-68-86 International Department., e-mail: ibg@gerontology.ru

Kvetnaya Tat'yana V. - Grand Ph. D., Professor, Head of Biogerontology Department St. Petersburg Bioregulation and Gerontology Institute (3, Dynamo pr., Saint Petersburg, Russia, 197110), tel./fax. +7 (812) 230-00-49, 230-68-86 International Department- tel., e-mail: ibg@gerontology.ru

Korshun Elena I. - Academy of Postgraduate Education under the Federal State Budgetary Unit «Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Medical Assistance and Medical Technologies of the Federal Medical Biological Agency», Moscow (125371, Moscow, Volokolamsk highway, 91), associate Professor of therapy, geriatrics and anti-aging medicine, e-mail: dr.elenakorshun@gmail.com

Статья получена: 21.02.2019 г.

Принята к публикации: 20.03.2019 г.