

УДК 616.74-007.23: 616-071.3: 616-053.89

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА ПРИ САРКОПЕНИЧЕСКОМ ОЖИРЕНИИ У ЛЮДЕЙ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА

<sup>1</sup>Курило И.Н.

<sup>1</sup> АНО "Научно-исследовательский медицинский центр ГЕРОНТОЛОГИЯ", Москва

В статье приведены результаты исследования энергетического обмена при саркопеническом ожирении в пожилом возрасте. Анализ показателей адаптации у людей пожилого возраста в зависимости от наличия/отсутствия саркопении и ожирения показал, что у практически здоровых пожилых людей наблюдается нормальный уровень адаптации, у людей с ожирением – напряжение адаптации, у людей с саркопенией – неудовлетворительная адаптация, а у людей с саркопеническим ожирением – срыв адаптации. При саркопении и ожирении наблюдается дефицит в высокоэнергетических фосфатных связях, что указывает на наличие энергодефицитного состояния, достигая максимума у людей с саркопеническим ожирением. У людей с ожирением для компенсации энергетической недостаточности усиливаются процессы гликолиза, что проявляется повышением активности фермента ЛДГ, однако при саркопении и саркопеническом ожирении этот саногенетический компенсационный механизм истощается.

Ключевые слова: саркопения, саркопеническое ожирение, ожирение, адаптация, энергетический обмен, энергодефицитное состояние, пожилой возраст.

## SOME FEATURES OF ENERGY METABOLISM IN ELDERLY PEOPLE WITH SARCOPENIC OBESITY

<sup>1</sup>Kurilo I.N.

<sup>1</sup>Autonomous nonprofit organization "Research medical center "Gerontology" (Center), Moscow

This article gives results of a study of energy metabolism at sarcopenic obesity in old age. Analysis of adaptation indicators in humans of elderly, depending on the presence or absence of sarcopenia and obesity showed, that in practically healthy elderly people there is a normal level adaptation, in obese people - stress of adaptation, in people with sarcopenia are poor adaptation, and in people with sarcopenic obesity - failure adaptation. With sarcopenia and obesity, there is a deficit in high-energy phosphate bonds, which indicates the presence of an energy deficient state, reaching the maximum in people with sarcopenic obesity. In obese people for compensation of 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.

Keywords: sarcopenia, sarcopenic obesity, obesity, adaptation, energy metabolism, energy deficient state, elderly people.

### Введение.

Адаптационные возможности организма пожилого человека во многом определяются характером и состоянием энергетического обмена [1]. Современные взгляды на энергетический обмен при старении в основном формировались пониманием роли

инсулинорезистентности, а также вклада ожирения и сахарного диабета второго типа, которые связаны с нарушением инсулинорезистентности и имеют высокую распространенность у людей старших возрастных групп [1,2].

Вместе с тем, в настоящее время остаются без внимания другие аспекты патогенеза, в частности, особенности энергетического обмена при саркопеническом ожирении [3].

С учетом патогенеза саркопенического ожирения становится понятным, что энергетический обмен при нем будет страдать [4]. Однако работы, которые освещали бы эти вопросы, практически отсутствуют. С учетом важности энергетического обмена в адаптационных механизмах, данное направление является актуальным [4,5].

#### **Цель исследования.**

Цель настоящей работы – изучить энергетический обмен при саркопеническом ожирении в пожилом возрасте.

#### **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  $69,2 \pm 3,4$  года.

Все люди были разделены на 4 группы. В 1-ую группу вошли практически здоровые пожилые люди (38 чел.), во 2-ую – имеющие ожирение, но не имеющие саркопению (46 чел.), в 3-ью – люди пожилого возраста, имеющие саркопению, но не страдающие ожирением (37 чел.), в 4-ую – люди, имеющие саркопеническое ожирение (41 чел.). Все соответствующие характеристики приведены в таблице 1.

*Таблица 1*

*Характеристика людей пожилого возраста, включенных в исследование*

Группа	Характеристика группы	Всего чел.	Мужчин	Женщин	Средний возраст
1	Практически здоровые	38	17	21	$68,8 \pm 2,4$
2	С ожирением	46	14	32	$69,1 \pm 2,6$
3	С саркопенией	37	20	17	$70,3 \pm 1,2$
4	С саркопеническим ожирением	41	21	20	$69,9 \pm 4,0$
Всего		162	72	90	$69,2 \pm 3,4$

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 «АВС-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 адаптации организма оценивалось на основании антропометрических и гемодинамических данных, а также биохимических показателей крови: содержание аденозинтрифосфата (АТФ), аденозин-дифосфата (АДФ) и лактатдегидрогеназы (ЛДГ). Рассчитывался энергетический потенциал клеток (ЭП), отражающий скорости дыхания митохондрий по соотношению:  $ЭП = АТФ/АДФ$ . Уровень адаптации характеризовался исходя из значений адаптационного потенциала (АП), расчет которого производился по методу Р.М. Баевского в модификации А.П. Берсеновой и др. (1987, 1997) по следующей формуле:

$АП \text{ (в баллах)} = 0,011 \cdot (ЧСС) + 0,014 \cdot (САД) + 0,008 \cdot (ДАД) + 0,014 \cdot (\text{возраст, годы}) + 0,009 \cdot (\text{масса тела, кг}) - 0,009 \cdot (\text{рост, см}) - 0,27,$

где ЧСС — частота сердечных сокращений (в минуту); САД — систолическое артериальное давление (мм рт.ст.); ДАД — диастолическое артериальное давление (мм рт.ст.).

За удовлетворительную адаптацию принимались значения индекса АП = 2,1 и ниже, напряжение адаптации констатировалось при значениях от 2,11 до 3,2 балла; при значениях от 3,21 до 4,3 — неудовлетворительная адаптация, и от 4,3 и выше — срыв адаптации. 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) и дыхательный коэффициент (ДК). ДК вычислялся как отношение объема выделяемого из организма углекислого газа к объему поглощаемого за то же время кислорода. За нормальный ДК принимались его значения от 0,7 до 1,0. Рассчитывались также процент окисления углеводов и жиров, уровень энергопродукции за время исследования (ккал/мин).

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  $\chi^2$ . 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 7.0.

### Результаты исследования и их обсуждение.

Мы решили изучить показатели адаптации у людей пожилого возраста в зависимости от наличия/отсутствия саркопении и ожирения, результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Данные об уровнях адаптации (адаптационном потенциале) у пациентов пожилого возраста

Показатель	Группа			
	1 (n=38)	2 (n=46)	3 (n=37)	4 (n=41)
Нормальная адаптация (чел/%)	9 (23,6%)	3 (6,5 %)	0	0
Напряжение адаптации (чел/%)	26 (68,4%)	21 (45,6 %)	9 (24,3 %)	8 (19,5 %)
Неудовлетворительная адаптация (чел/%)	3 (7,9 %)	17(36,9%)	12 (32,4%)	6 (14,6%)
Срыв адаптации (чел/%)	0	5 (10,8%)	16 (43,2 %)	27 (65,8 %)
АП, баллы	2,0±0,02	2,9±0,04*	3,4±0,03 <sup>**,*</sup>	4,4±0,07 <sup>**,*,#</sup>

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

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

<sup>#</sup> $p < 0,05$  по сравнению с 3-й группой (с саркопенией)

У практически здоровых пожилых людей наблюдался нормальный уровень адаптации, у людей с ожирением – напряжение адаптации, у людей с саркопенией – неудовлетворительная адаптация, а у людей с саркопеническим ожирением – срыв адаптации. Это позволило заключить, что при нарастании степени нарушения углеводного обмена имело место все большее снижение адаптационных возможностей организма, а развитие старческой астении в виде саркопении как ее проявления потенцирует этот негативный каскад вплоть до срыва адаптации при развитии саркопенического ожирения.

Трудности адаптации пожилых людей к различным стрессорам могут быть обусловлены нарушениями в энергетическом обмене организма. Для подтверждения этого

мы исследовали биохимические показатели крови, характеризующие энергетический обмен (таблица 3).

Таблица 3

*Данные о содержании нуклеотидов в сыворотке крови у людей пожилого возраста*

Показатель	Группа			
	1 (n=38)	2 (n=46)	3 (n=37)	4 (n=41)
АТФ (мкмоль/л)	298,2±6,9	169,1±7,2*	56±2,5 <sup>*,**</sup>	25±1,7 <sup>*,**,#</sup>
АДФ (мкмоль/л)	24,2±1,1	51±0,7*	28±0,9 <sup>*,**</sup>	12±1,3 <sup>*,**,#</sup>
Соотношение АТФ/АДФ	12,4±0,4	3,3±0,2*	2,0±0,1 <sup>*,**</sup>	2,1±0,2 <sup>*,**</sup>

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

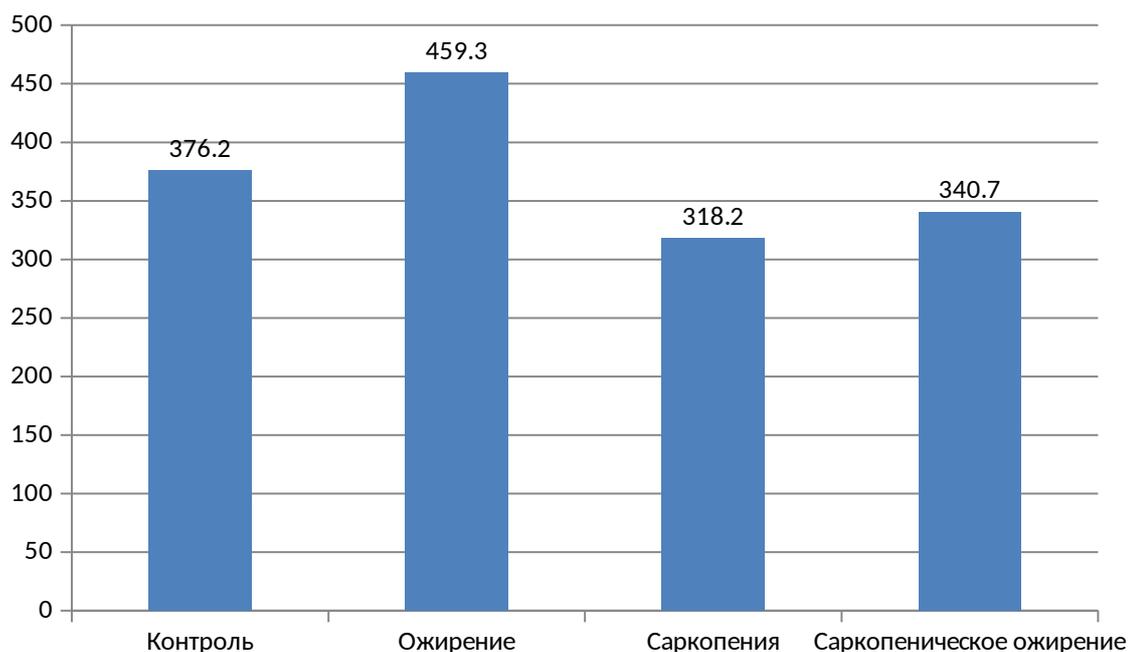
\*\* $p < 0,05$  по сравнению с 2-й группой (с ожирением)

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

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 саркопении, за счет достоверно более значимого снижения как АТФ, так и АДФ.

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 1).



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

*Рисунок 1. Содержание ЛДГ в сыворотке крови у людей пожилого возраста, ЕД/л*

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, люди с саркопенией, ожирением и саркопеническим ожирением имели существенные отличия в характере энергетического метаболизма по сравнению со здоровыми лицами.***

#### **Выводы**

1. У практически здоровых пожилых людей наблюдается нормальный уровень адаптации, у людей с ожирением – напряжение адаптации, у людей с саркопенией – неудовлетворительная адаптация, а у людей с саркопеническим ожирением – срыв адаптации.

2. При саркопении и ожирении наблюдается дефицит в высокоэнергетических фосфатных связях, что указывает на наличие энергодефицитного состояния, достигая максимума у людей с саркопеническим ожирением. Причем, несмотря на одинаковое значение соотношения АТФ/АДФ, при саркопеническом ожирении ситуация была достоверно худшей, чем при саркопении, за счет достоверно более значимого снижения как АТФ, так и АДФ.

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

### **Список литературы**

1. Мисникова И.В. Саркопеническое ожирение и диабетическая саркопения// В сборнике: Остеопороз - современный взгляд на проблему по материалам Ежегодного всемирного конгресса по остеопорозу, остеоартрозу и заболеваниям опорно-двигательного аппарата. Министерство здравоохранения Московской области; Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М. Ф. Владимирского. - 2016. С. 18-19.
2. Прощаев К.И., Ильницкий А., Бочарова К.А., Герасименко А.В. Ассоциация саркопении с синдромом падений// Остеопороз и остеопатии. - 2016. - № 2. - С. 109-110.
3. Batsis JA, Mackenzie TA, Jones JD, Lopez-Jimenez F, Bartels SJ. Sarcopenia, sarcopenic obesity and inflammation: Results from the 1999-2004 National Health and Nutrition Examination Survey.// Clin Nutr. – 2016. – P. 1472-1483.
4. Choi KM Sarcopenia and sarcopenic obesity.// Korean J Intern Med. - 2016 – P.1054-1060.
5. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People // Age Ageing. 2010. - Vol. 39. - No 4. - P. 412–423.

### **The list of references**

1. Misnikova I.V. Sarkopenicheskoe ozhirenje i diabeticheskaja sarkopenija// V sbornike: Osteoporoz - sovremennyy vzgljad na problemu po materialam Ezhegodnogo vseirnogo kongressa po osteoporozu, osteoartrozu i zabolevanijam oporno-dvigatel'nogo apparata. Ministerstvo zdravoohraneniya Moskovskoj oblasti; Moskovskij oblastnoj nauchno-issledovatel'skij klinicheskij institut im. M. F. Vladimirskogo. - 2016. - P. 18-19.
2. Proshhaev K.I., Il'nickij A., Bocharova K.A., Gerasimenko A.V. Associacija sarkopenii s sindromom padenij// Osteoporoz i osteopatii. - 2016. - № 2. - P. 109-110.
3. Batsis JA, Mackenzie TA, Jones JD, Lopez-Jimenez F, Bartels SJ. Sarcopenia, sarcopenic obesity and inflammation: Results from the 1999-2004 National Health and Nutrition Examination Survey.// Clin Nutr. - 2016. – P. 1472-1483.

4. Choi KM: Sarcopenia and sarcopenic obesity.// Korean J Intern Med. - 2016 – P.1054-1060. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People // Age Ageing. 2010. - Vol. 39. - No 4. - P. 412–423.

5. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People // Age Ageing. 2010. - Vol. 39. - No 4. - P. 412–423.