

# Возможности биоимпедансного анализа для диагностики компонентов остеосаркопенического ожирения

Д.П. Цыганкова, К.Е. Кривошапова, Е.Д. Баздырев, А.И. Кареева,  
Г.В. Артамонова, О.Л. Барбаш

Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний Министерства здравоохранения Российской Федерации (НИИ КПССЗ Минздрава России),  
650002, Российская Федерация, Кемерово, бульвар имени академика Л.С. Барбаша, 6

## Аннотация

**Обоснование.** При физиологическом старении имеются все факторы, способствующие развитию ожирения, саркопении и остеопорозу за счет увеличения жировой массы, снижения мышечной массы и силы, а также снижения костной массы. Очевидно, что прямое воздействие остеосаркопенического ожирения (ОСО) представляет собой потенциальную угрозу общественному здоровью. Эффекты снижения мышечной и костной ткани в сочетании с влиянием ожирения вполне могут быть ассоциированы с худшими клиническими исходами, обусловленными каскадом метаболических нарушений, связанных с этими изменениями в составе тела.

**Цель исследования:** выявить распространенность и динамику компонентов ОСО за трехлетний период, оцененных с помощью биоимпедансного анализа.

**Материал и методы.** В базовое исследование были включены 1 124 женщины и 476 мужчин. Период наблюдения составлял 3 года с момента первого визита респондента. Медиана возраста обследованного населения соответствовала 56,0 (47,0; 63,0) годам. Лица старше 65 лет составляли 17,7% на базовом этапе обследования и 31,0% на проспективном. Для определения компонентов ОСО (доля жира, костная масса) использовался анализатор жировой массы BC-532 (Tanita Corporation, Токио, Япония). Мышечный компонент оценивался с помощью кистевой динамометрии, которая проводилась с использованием механического динамометра.

**Результаты.** ОСО (мышечная слабость + избыточное содержание жира в организме + недостаточная костная масса) на базовом этапе встречалось одинаково часто у мужчин и женщин старше 65 лет (2,2 и 1,4% соответственно,  $p = 0,679$ ); моложе 65 лет – у 0% мужчин и у 0,5% женщин ( $p = 0,607$ ). На проспективном этапе наблюдалось увеличение распространенности ОСО среди населения старше 65 лет за счет женской популяции (24,1 и 1,4% у женщин и мужчин соответственно,  $p < 0,001$ ). Следует отметить, что среди лиц моложе 65 лет доля женщин с ОСО составляла 4,4%, в то время как среди мужчин по-прежнему не было выявлено данной патологии ( $p < 0,001$ ). В целом распространенность данного мультифакториального синдрома на базовом этапе составляла 0,55% и увеличилась в 14,7 раза (до 8,1%,  $p < 0,001$ ) во время проспективного этапа наблюдения.

**Заключение.** С помощью биоимпедансного анализа за изучаемый период времени было выявлено, что ОСО на базовом этапе встречалось одинаково часто у мужчин и женщин старше 65 лет (2,2 и 1,4% соответственно). На проспективном этапе наблюдалось увеличение распространенности ОСО среди населения старше 65 лет за счет женской популяции (24,1 и 1,4% у женщин и мужчин соответственно). Следует отметить, что среди лиц, моложе 65 лет доля женщин с ОСО составляла 4,4%, в то время как среди мужчин не было выявлено данной патологии за весь изучаемый период времени.

|                        |                                                                                                                                                                                    |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ключевые слова:</b> | остеосаркопеническое ожирение; пожилые; биоимпедансный анализ; состав тела; мышечная слабость; костная масса; содержание жира в организме.                                         |
| <b>Финансирование:</b> | средства гранта «Патофизиологические особенности формирования остеосаркопенического ожирения при мультифокальном атеросклерозе как маркера биологического старения» № 22-15-00305. |

✉ Цыганкова Дарья Павловна, e-mail: darjapavlovna2014@mail.ru.

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Соответствие принципам этики: | Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом НИИ КПССЗ Минздрава России (протокол № 7 от 2015 г.). До включения в исследование пациенты подписывали информированное согласие установленной формы.                                                                                                                                                                                   |
| Для цитирования:              | Цыганкова Д.П., Кривошапова К.Е., Баздырев Е.Д., Кареева А.И., Артамонова Г.В., Барбаш О.Л. Возможности биоимпедансного анализа для диагностики компонентов остеосаркопенического ожирения. <i>Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины</i> . 2025;40(1):42–50. <a href="https://doi.org/10.29001/2073-8552-2025-40-1-42-50">https://doi.org/10.29001/2073-8552-2025-40-1-42-50</a> . |

## Potential of bioimpedance analysis for diagnostics of osteosarcopenic obesity components

Darya P. Tsygankova, Kristina E. Krivoshapova, Evgeniy D. Bazdyrev,  
Anastasia I. Kareeva, Galina V. Artamonova, Olga L. Barbarash

Research Institute for Complex Problems of Cardiovascular Diseases,  
6, Boulevard named after Academician L.S. Barbarash, Kemerovo, 650002, Russian Federation

### Abstract

**Rationale.** Physiological aging has all the factors that contribute to the development of obesity, sarcopenia and osteoporosis through increased fat mass, decreased muscle mass and strength, and decreased bone mass. It is clear that the direct impact of osteosarcopenic obesity poses a potential threat to public health. The effects of muscle and bone loss, combined with the effects of obesity, may well be associated with worse clinical outcomes due to the cascade of metabolic abnormalities associated with these changes in body composition

**Aim:** To identify the prevalence and dynamics of the components of osteosarcopenic obesity over a three-year period assessed using bioimpedance analysis.

**Methodology and research methods.** The baseline study included 1124 women and 476 men. The follow-up period was 3 years from the date of the respondent's first visit. The median age of the study population was 56.0 (47.0; 63.0) years. Persons over 65 years old accounted for 17.7% at the baseline stage of the survey and 31.0% at the prospective stage. To determine the components of osteosarcopenic obesity (fat percentage, bone mass), a fat mass analyzer BC-532 (manufactured by Tanita Corporation, Tokyo, Japan) was used. The muscle component was assessed using hand dynamometry, which was performed using a mechanical dynamometer

**Results.** Osteosarcopenic obesity (OSA, muscle weakness + excess body fat + insufficient bone mass) at baseline was equally common in men and women over 65 years of age (2.2% and 1.4%, respectively,  $p = 0.679$ ). Among persons under 65 years of age – 0.5% in women and 0% in men ( $p = 0.607$ ). At the prospective stage, there was an increase in the prevalence of AOM among the population over 65 years of age, due to the female population (24.1% and 1.4% in women and men, respectively,  $p < 0.001$ ). It should be noted that among people under 65 years of age, the proportion of women with AOM was 4.4%, while among men this pathology was still not detected ( $p < 0.001$ ). Overall, the prevalence of this multifactorial syndrome at baseline was 0.55% and increased 14.7-fold (to 8.1%,  $p < 0.001$ ) during the prospective follow-up phase.

**Conclusion.** Using bioimpedance analysis, over the studied period of time it was revealed that osteosarcopenic obesity at the baseline stage was equally common in men and women over 65 years of age (2.2% and 1.4%, respectively). At the prospective stage, there was an increase in the prevalence of AOM among the population over 65 years of age, due to the female population (24.1% and 1.4% in women and men, respectively). It should be noted that among people under 65 years of age, the proportion of women with AOM was 4.4%, while among men this pathology was not detected for the entire study period.

|                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Keywords:</b>                          | osteosarcopenic obesity; elderly; bioimpedance analysis; body composition; muscle weakness; bone mass; body fat content                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Funding:</b>                           | the study was supported by grant "Pathophysiological features of the formation of osteosarcopenic obesity in multifocal atherosclerosis as a marker of biological aging" No. 22-15-00305.                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Compliance with ethical standards:</b> | the study protocol was approved by the Local Ethics Committee of the Federal State Budgetary Institution "Research Institute for Complex Problems of Cardiovascular Diseases" (protocol No. 7 of 2015). Before inclusion in the study, patients signed an informed consent form.                                                                                                                   |
| <b>For citation:</b>                      | Tsygankova D.P., Krivoshapova K.E., Bazdyrev E.D., Kareeva A.I., Artamonova G.V., Barbarash O.L. Potential of bioimpedance analysis for diagnostics of osteosarcopenic obesity components. <i>Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine</i> . 2025;40(1):42–50. <a href="https://doi.org/10.29001/2073-8552-2025-40-1-42-50">https://doi.org/10.29001/2073-8552-2025-40-1-42-50</a> . |

## Введение

Последние десятилетия для мировой демографической ситуации стали характерными увеличение средней продолжительности жизни, закономерный рост доли лиц среднего и старшего возраста, а также снижение рождаемости [1]. Обращает на себя внимание тот факт, что доля населения 60 лет и старше увеличивается более быстрыми темпами, чем доля населения других возрастных групп. Например, в 2015 г. количество людей, состоящих в возрастной группе «60 лет и старше», составляло 913 млн (приблизительно 12,3% от общей численности всего населения мира), а в 2023 г. этот показатель достиг 1 млрд 144 млн (14,2% от общей численности всего населения мира) [1]. С каждым годом глобальный демографический дисбаланс усиливается. Согласно прогнозам экспертов, через 40 лет количество людей старше 60 лет превысит количество людей до 15 лет. Такие проявления глобального старения населения будут способствовать тому, что низкая рождаемость и увеличение продолжительности жизни во многих регионах будут вызывать сложности на рынке труда, проявляющиеся нехваткой трудовых ресурсов [1]. В конечном итоге все эти процессы приведут к существенной демографической нагрузке на общество, так как соотношение между его трудоспособными и нетрудоспособными членами изменится в сторону последних. Несомненно, это приведет к ухудшению экономической ситуации [1].

Сам по себе процесс старения характеризуется снижением компенсаторных возможностей организма. В настоящее время ученые проявляют значительный интерес к изменениям, происходящим в иммунной, сердечно-сосудистой, центральной нервной и эндокринной системах организма [1].

Концепция гериатрической науки предполагает, что старение является частью патофизиологии многих заболеваний [2]. Было высказано предположение, что мультиморбидность, часто наблюдаемая у пожилых людей, – это системное проявление поздней стадии старения, а не случайное совпадение несвязанных заболеваний [2]. В некоторых работах, анализирующих причины смертности среди населения, продемонстрировано, что успешное лечение и компенсация основных причин смерти (всех видов рака, сердечно-сосудистых заболеваний) статистически незначимо увеличивали продолжительность жизни. При этом при анализе населения с более высокой продолжительностью жизни было замечено отсроченное начало основных хронических заболеваний, что было связано с более благоприятными механизмами старения [2].

Известно, что даже при физиологическом старении имеются все факторы, способствующие развитию ожирения, саркопении и остеопорозу за счет увеличения жировой массы, снижения мышечной массы и силы, а также снижения костной массы [3]. Увеличение жировых отложений может проявляться в виде общего или висцерального ожирения или жира, инфильтрированного в кости и мышцы [4].

Мышечная сила обычно снижается с возрастом [5], однако скорость и степень снижения существенно зависят в том числе и от состава тела. Так, ожирение и более высокий процент жира в организме способствуют снижению физической функции [6]. В то же время имеются данные о том, что адекватная масса скелетных мышц

может нивелировать влияние ожирения на физическую функцию [6].

Зачастую пожилые люди могут иметь нормальный вес и индекс массы тела; в то же время у них отмечается значительное истощение как мышечной силы, так и мышечной массы. У этих людей также может наблюдаться снижение минеральной плотности костной ткани, которое невозможно обнаружить только при оценке массы тела [7]. Заметное увеличение висцеральной жировой ткани может происходить независимо от изменений общей массы тела. Фактически лица с ожирением одновременно могут иметь сниженную мышечную массу и силу (остеосаркопеническое ожирение (ОСО)) [7]. Очевидно, что распространение в популяции частоты ОСО представляет собой потенциальную угрозу общественному здоровью. Изменения мышечной и костной ткани в сочетании с ожирением могут быть ассоциированы с худшими клиническими исходами, обусловленными каскадом метаболических нарушений, связанных с этими изменениями в составе тела [7, 8]. ОСО имеет двустороннюю связь с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Саркопения и ожирение провоцируют усиление хронического системного воспаления и резистентности к инсулину, которые тесно связаны с неблагоприятными метаболическими эффектами и приводят к развитию артериальной гипертензии, дислипидемии и гипергликемии, предрасполагающими к серьезным сердечно-сосудистым катастрофам. С другой стороны, у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями наблюдается хроническое воспаление и снижение физической активности, что способствует быстрой потере мышечной массы и началу саркопении [8].

По мнению ряда ученых, большинство критериев диагностики и инструментов для верификации ОСО больше подходят для научных исследований, чем для широкой клинической практики [9].

Кроме того, в большинстве исследований, изучающих состав тела с нарушением физической функции, в основном использовалась денситометрия, которая является «золотым стандартом» анализа состава тела на молекулярном уровне, обеспечивающим количественную оценку жировой и мышечной массы, содержания минеральных веществ в костях на уровне всего тела [9]. Это полезно при планировании лечения, оценке энергозатрат в состоянии покоя и при последующем наблюдении, поскольку позволяет с высокой точностью количественно оценить изменения в костно-мышечно-жировом статусе [9]. Благодаря преимуществам денситометрии в плане точности, простоты, доступности, низкой стоимости и низкого радиационного воздействия, его роль в диагностике саркопении трудно переоценить. Однако данный метод диагностики слишком дорог, требует много времени для рутинного скрининга в клинических условиях [9]. Биомедицинский анализ, напротив, является неинвазивной, портативной, относительно недорогой и быстрой альтернативой денситометрии для измерения состава тела, может использоваться в клинических целях для скрининга. Использование биомедицинской денситометрии может быть подходящей заменой денситометрии для выявления тенденций изменения мышечной массы в клинической практике, принимая во внимание его осуществимость [9].

Цель исследования: выявить распространность и динамику компонентов ОСО за трехлетний период, оцененных с помощью биомедицинского анализа.

## Материал и методы

Базой для выполнения настоящего исследования послужили данные выборочного исследования респондентов в возрасте 35–70 лет за период с 2015 по 2020 гг., постоянно проживающих на территории г. Кемерово и Кемеровского района. Для формирования выборки использовалась систематическая стратифицированная многоступенчатая случайная выборка, сформированная по территориальному принципу на базе лечебно-профилактических учреждений. Случайный отбор адресов домохозяйств был выполнен с помощью компьютерной программы, обладающей функцией генератора случайных чисел с использованием программы Excel. Через 3 года после первого визита с респондентами связывались с помощью телефонного звонка, их приглашали для повторного обследования и анкетирования.

Исследование выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинкской декларации, с соблюдением «Этических принципов проведения научных медицинских исследований с участием человека» в соответствии с «Правилами клинической практики в Российской Федерации». Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердеч-

но-сосудистых заболеваний» (протокол № 7 от 2015 г.). До включения в исследование пациенты подписывали информированное согласие установленной формы. Репрезентативность выборки обеспечивалась случайным отбором в 3 последовательных этапа по методу Киша.

В базовое исследование были включены 1 124 женщины и 476 мужчин. Период наблюдения составлял 3 года с момента первого визита респондента (базовое исследование). Медиана возраста обследованного населения составляла 56,0 (47,0; 63,0) лет. Лица старше 65 лет составляли 17,7% на базовом этапе обследования, 31,0% – на проспективном.

В процессе приглашения участников через 3 года (проспективный этап) отклик составил 84,1%. При этом 731 человек очно посетили центр и прошли всю запланированную программу обследований, 44 включенных в исследование умерли, 32 респондента переехали, 157 человек отказались от дальнейшего участия в исследовании.

Для определения компонентов ОСО (доля жира, костная масса) использовался анализатор жировой массы BC-532 (Tanita Corporation, Токио, Япония). Референсные значения данных показателей представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1. Референсные значения костной массы по данным биоимпедансного анализа

Table 1. Reference values for bone mass according to bioimpedance analysis

| Пол     | Масса тела, кг | Костная масса, кг |   |
|---------|----------------|-------------------|---|
|         |                | менее 50          | 2 |
| Женщины | 50–75          | 2,5               |   |
|         | выше 75        | 3                 |   |
| Мужчины | менее 65       | 2                 |   |
|         | 65–95          | 2,5               |   |
|         | выше 95        | 3                 |   |

Таблица 2. Референсные значения содержания жира в организме по данным биоимпедансного анализа

Table 2. Reference values for body fat content according to bioimpedance analysis

| Возрастная группа | Пол     | Содержание жира в организме, % |          |            |            |
|-------------------|---------|--------------------------------|----------|------------|------------|
|                   |         | Недостаточное                  | Здоровое | Повышенное | Избыточное |
| 20–39 лет         | Женщины | 0–21                           | 22–32    | 33–38      | 38–45      |
|                   | Мужчины | 0–9                            | 9–20     | 20–35      | 25–45      |
| 40–59 лет         | Женщины | 0–23                           | 23–35    | 36–40      | 40–50      |
|                   | Мужчины | 0–11                           | 11–22    | 23–27      | 27–45      |
| 60–99 лет         | Женщины | 0–24                           | 24–37    | 37–42      | 43–50      |
|                   | Мужчины | 0–12                           | 13–23    | 23–30      | 30–45      |

Мышечный компонент оценивался с помощью кистевой динамометрии, которая проводилась с использованием механического динамометра. Для получения более точных результатов троекратно измерялась сила сжатия на правой и левой кисти; время отдыха между подходами составляло не менее 30 с. Для оценки результатов использовалось максимальное значение. Критерии низкой силы сжатия определялись в зависимости от пола и индекса массы тела в соответствии с клиническими рекомендациями «Старческая астения», разработанными в 2020 г. Общероссийской общественной организацией «Российская ассоциация геронтологов и гериатров»<sup>1</sup>.

Статистическая обработка результатов проводилась при помощи пакета программ STATISTICA 6.0 от 31.03.2010 № AXXR003E608729FAN10.

Количественные показатели представлены медианой (Ме) и межквартильным интервалом (Q1; Q3), категориальные показатели описаны относительными (в %) частотами.

Сравнение категориальных показателей в независимых группах осуществлялось с помощью  $\chi^2$ -критерия Пирсона, в динамике – по критерию Мак-Немара. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в исследовании принимался равным 0,05.

<sup>1</sup> Старческая астения: клинические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации. М.: 2020:88.

## Результаты

Несмотря на постоянно растущую проблему распространенности ожирения, на базовом этапе обследования были выявлены лица, имеющие недостаточное содержание жира в организме: среди населения до 65 лет – 3,2 и 0,7% у мужчин и женщин соответственно,  $p = 0,050$ , среди респондентов старше 65 лет – у 0,7 и 0% соответственно,  $p = 0,538$  (табл. 3). На проспективном этапе среди респондентов моложе 65 лет недостаточное содержание жира в организме было выявлено у 1,9% женщин и 0,5% мужчин ( $p = 0,256$ ), а среди лиц старше 65 лет – у 0,4 и 1,2% соответственно ( $p = 0,974$ ).

Было установлено, что за изучаемый период времени доля женщин до 65 лет, имеющих повышенное содержание жира в организме, уменьшилась на 7,2% ( $p = 0,006$ ; см. табл. 3) Доля женщин, имеющих избыточное содержание жира в организме, увеличилась на 7,3% ( $p = 0,015$ ).

Таблица 3. Динамика показателей процентного содержания жира в организме на базовом и проспективном этапах исследования (в %)

Table 3. Dynamics of body fat percentage indicators at the basic and prospective stages of the study (in %)

| Половозрастные группы | Содержание жира в организме, % |       |       |          |         |       |            |       |       |            |       |       |
|-----------------------|--------------------------------|-------|-------|----------|---------|-------|------------|-------|-------|------------|-------|-------|
|                       | Недостаточное                  |       |       | Здоровое |         |       | Повышенное |       |       | Избыточное |       |       |
|                       | Б                              | П     | $p$   | Б        | П       | $p$   | Б          | П     | $p$   | Б          | П     | $p$   |
| Женщины до 65 лет     | 3,2                            | 1,9   | 0,270 | 31,2     | 32,4    | 0,686 | 27,6       | 20,4  | 0,006 | 38,0       | 45,3  | 0,015 |
| Женщины старше 65 лет | 0,7                            | 0,4   | 0,755 | 27,2     | 17,2    | 0,017 | 31,3       | 29,3  | 0,674 | 40,8       | 53,1  | 0,017 |
| $p$                   | 0,158                          | 0,173 | –     | 0,391    | < 0,001 | –     | 0,847      | 0,007 | –     | 0,525      | 0,043 | –     |
| Мужчины до 65 лет     | 0,7                            | 0,5   | 0,838 | 26,8     | 17,7    | 0,017 | 29,8       | 27,9  | 0,651 | 42,6       | 53,9  | 0,013 |
| Мужчины старше 65 лет | 0                              | 1,2   | 0,773 | 21,7     | 16,0    | 0,424 | 32,6       | 37,0  | 0,616 | 45,6       | 45,7  | 0,998 |
| $p$                   | 0,671                          | 0,940 | –     | 0,466    | 0,741   | –     | 0,699      | 0,128 | –     | 0,703      | 0,204 | –     |

Примечание: Б – базовый этап исследования, П – проспективный этап исследования.

При изучении частоты выявления недостаточной костной массы в организме было установлено, что дефицит встречался значительно чаще у женщин, чем у мужчин вне зависимости от возраста (табл. 4). Так, не было за-

фиксировано статистически значимых различий между женщинами до 65 лет и старше ни на базовом, ни на проспективном этапах.

Таблица 4. Динамика частоты выявления недостаточной костной массы в организме на базовом и проспективном этапах исследования (в %)

Table 4. Dynamics of the frequency of detection of insufficient bone mass in the body at the basic and prospective stages of the study (in %)

| Половозрастные группы | Недостаточное |                    | $p$   |
|-----------------------|---------------|--------------------|-------|
|                       | Базовый этап  | Проспективный этап |       |
| Женщины до 65 лет     | 95,7          | 96,1               | 0,741 |
| Женщины старше 65 лет | 98,0          | 96,1               | 0,302 |
| $p$                   | 0,197         | 1,0                | –     |
| Мужчины до 65 лет     | 1,8           | 1,9                | 0,969 |
| Мужчины старше 65 лет | 4,3           | 6,2                | 0,654 |
| $p$                   | 0,283         | 0,157              | –     |

Было выявлено, что за изучаемый период времени среди женщин до 65 лет в 11,4 раза увеличилась частота выявления сниженной мышечной силы ( $p < 0,0001$ ; табл. 5), а среди женщин старше 65 лет – в 18,5 раза ( $p < 0,0001$ ). Кроме того, во время проведения проспективного этапа исследования была установлена статистически значимая разница между лицами женского пола разных возрастных групп: выявление сниженной мышечной силы в 2,8 раза чаще регистрировалось в более

старшем возрасте ( $p < 0,0001$ ). Аналогичная ситуация наблюдалась и среди мужчин: у лиц старше 65 лет на проспективном этапе исследования в 3,5 раза чаще наблюдалось данное состояние ( $p = 0,030$ ).

ОСО (мышечная слабость + избыточное содержание жира в организме + недостаточная костная масса) на базовом этапе встречалось одинаково часто у мужчин и женщин старше 65 лет (2,2 и 1,4% соответственно,  $p = 0,679$ ); среди лиц моложе 65 лет – в 0,5% случаев

**Таблица 5.** Динамика частоты выявления сниженной мышечной силы в организме на базовом и проспективном этапах исследования (в %)

**Table 5.** Dynamics of the frequency of detection of reduced muscle strength in the body at the basic and prospective stages of the study (in %)

| Половозрастные группы | Недостаточное |                    | <i>p</i> |
|-----------------------|---------------|--------------------|----------|
|                       | Базовый этап  | Проспективный этап |          |
| Женщины до 65 лет     | 0,8           | 9,1                | < 0,0001 |
| Женщины старше 65 лет | 1,4           | 25,9               | < 0,0001 |
| <i>p</i>              | 0,520         | < 0,0001           | —        |
| Мужчины до 65 лет     | 1,1           | 2,8                | 0,161    |
| Мужчины старше 65 лет | 4,3           | 9,8                | 0,320    |
| <i>p</i>              | 0,103         | 0,030              | —        |

у женщин и в 0% у мужчин ( $p = 0,607$ ). На проспективном этапе наблюдалось увеличение распространенности ОСО среди населения старше 65 лет за счет женской популяции (24,1 и 1,4% у женщин и мужчин соответственно,  $p < 0,001$ ; рис. 1). Следует отметить, что среди лиц моложе 65 лет доля женщин с ОСО составляла 4,4%, в то время как среди мужчин по-прежнему не было выявлено данной патологии ( $p < 0,001$ ). В целом распространенность данного мультифакториального синдрома на базовом этапе составляла 0,55% и увеличилась в 14,7

раза (до 8,1%,  $p < 0,001$ ) во время проспективного этапа наблюдения.

### Обсуждение

Настоящее исследование продемонстрировало возможности биоимпедансного анализа для диагностики компонентов ОСО. Очевидные преимущества выявления повышенного содержания жира в организме и остеопении с использованием данного метода диагностики заключаются в простоте, доступности, отсутствии луче-

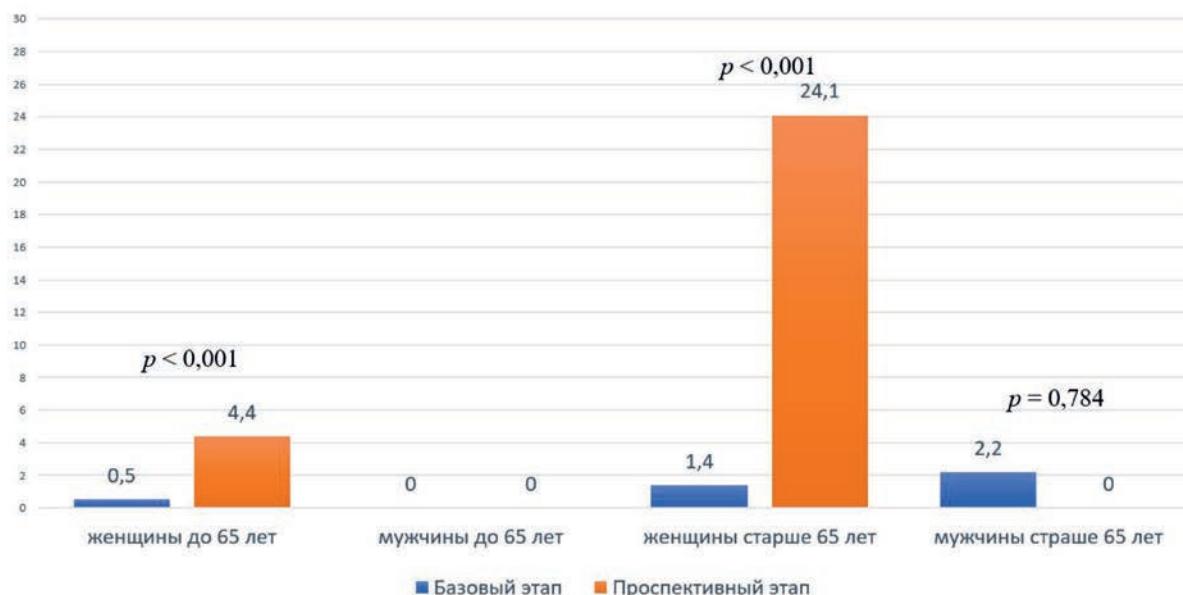


Рис. 1. Динамика распространенности остеосаркопенического ожирения в период 2015–2021 гг. среди обследованного населения (в %)  
Fig. 1. Dynamics of the prevalence of osteosarcopenic obesity in the period 2015–2021 among the surveyed population (in %)

вой нагрузки и противопоказаний. Эти положительные моменты позволяют проводить крупные эпидемиологические исследования и выявлять закономерности и особенности проявления данных состояний у лиц более молодого возраста, что в дальнейшем будет способствовать разработке эффективных мер профилактики и при необходимости лечебной коррекции.

Как отечественными, так и зарубежными учеными уже неоднократно была подтверждена точность и воспроизводимость данного метода для диагностики компонентов ОСО, но, несмотря на это, единого мнения в настоящее время учеными не сформировано [10]. Анализ соста-

ва тела с помощью биоимпедансного анализа является хорошо изученным, доступным, быстрым, простым в эксплуатации и неинвазивным методом. Высокая корреляция ( $r = 0,89$ ) между массой скелетных мышц, измеренной с помощью денситометрии и биоимпедансом, подтверждена данными ранее выполненных исследований [10]. Распространенность саркопении статистически значимо не различалась и варьировала от 40,8% (по данным биоимпедансного анализа) до 39,4% (по данным денситометрии) [10].

За последние десятилетия исследователи в области гериатрии и геронтологии приложили достаточно усилий

для разработки и внедрения профилактических вмешательств против этого состояния. Выполнению такой задачи препятствует отсутствие уникального, стандартизированного и универсально согласованного определения и диагностического подхода [11].

В настоящее время в структуру возраст-ассоциированных состояний входят различные варианты нарушений костно-мышечного статуса, к которым отнесены: остеопенический синдром, саркопения, остеосаркопения, саркопеническое ожирение и ОСО. К сожалению, не для всех указанных вариантов разработаны официальные рекомендации по их диагностике.

Так, под ОСО понимают мультифакториальный синдром, включающий в себя три патологических состояния: снижение костной массы и костной функции, которое проявляется в виде остеопении и / или остеопороза; снижение силы и массы мышц, проявляющееся в виде саркопении; увеличение объема жировой ткани или его перераспределение, инфильтрация мышечных и костных структур жировой тканью [12]. В настоящее время нет рекомендаций по диагностике данного варианта нарушения костно-мышечного статуса, но предлагается диагностировать данный вариант как сочетающий в себе диагностированную мышечную слабость, избыточное содержание жира в организме и недостаточную костную массу.

Саркопеническое ожирение – многофакторное, прогрессирующее и часто бессимптомное состояние, которое характеризуется снижением массы и функции скелетных мышц наряду с чрезмерным накоплением жировой ткани, то есть это сочетание саркопении и ожирения [13]. С учетом различных критериев диагностики саркопении, нормативных значений в настоящее время не сформировано единого подхода к верификации саркопенического ожирения, предлагается ориентироваться на диагностику отдельных его составляющих.

Саркопения является одним из распространенных гериатрических синдромов, отрицательно влияющих на функциональные возможности пожилых людей. Диагноз саркопении требует подтверждения снижения мышечной массы и снижения мышечной силы или физической функции. Для оценки мышечной массы анализ биоэлектрического импеданса и двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия были описаны как имеющие одинаковую простоту для оценки мышечной массы с точки зрения применимости. Биоимпеданс легче выполнять, он более доступен, недорог и не требует специально обученного персонала, его можно использовать в качестве основного инструмента для оценки мышечной массы в условиях первичной медико-санитарной помощи [9]. Саркопения недавно была включена в Международную классификацию болезней (МКБ-10) как состояние, которое следует диагностировать у пожилых людей [14], но выявление этого распространенного состояния не является ни рутинным, ни стандартизованным [15]. Эта область важна и требует дальнейшего изучения ввиду распространенности, обратимости и прогностического значения [16].

Остеопенический синдром характеризуется прогрессирующим уменьшением костной массы, снижением костной плотности вследствие нарушения ее микроархи-

тектоники и включает в себя остеопению и остеопороз. Остеопороз – метаболическое заболевание скелета, сопровождающееся снижением плотности костной ткани, нарушением микроархитектоники кости. Остеопения же расценивается как состояние, при котором наблюдается снижение плотности костной ткани, но не достигающее степени остеопороза. Диагностика остеопенического синдрома (остеопения / остеопороз) осуществляется согласно критериям ВОЗ (2008) для женщин в постменопаузе и мужчин старше 50 лет<sup>2</sup>.

Конечно, имеются литературные данные и о недостатках диагностики данных состояний с помощью биоимпедансного анализа. Так, у гериатрических стационарных пациентов подходы на основе биоимпедансного анализа привели к сильно различающимся данным по группам пациентов с саркопенией по сравнению с подходом на основе денситометрии [17]. Также известными противопоказаниями для использования биоимпедансного анализа являются наличие язв на нижних конечностях и наличие кардиостимулятора. Кроме того, необходимо помнить, что данный анализ чувствителен к гидратации субъектов [18]. Несмотря на выявленные ограничения, данный метод представляет интерес для научной и практической работы и требует дальнейшего изучения для получения более точных критериев диагностики и последующей разработки мероприятий по популяционной профилактике.

## Выводы

1. С помощью биоимпедансного анализа за изучаемый период времени было выявлено, что у женщин вне зависимости от возраста наблюдалось увеличение доли лиц с избыточным содержанием жира в организме. Так, доля женщин до 65 лет с избыточным содержанием жира в организме увеличилась на 7,3%, а старше 65 лет – на 12,3%. Среди мужчин статистически значимые различия определялись только среди лиц моложе 65 лет: на 11,3% увеличилась доля лиц, имеющих избыточным содержанием жира в организме.

2. Был выявлен крайне высокий процент недостаточной костной массы в организме женщин вне зависимости от возраста. Так, до 95,7% лиц женского пола до 65 лет и до 98,0% старше 65 лет имели данное состояние.

3. За изучаемый период времени среди женщин до 65 лет в 11,4 раза увеличилась частота выявления сниженной мышечной силы, а среди женщин старше 65 лет – в 18,5 раза. Среди мужчин статистически значимых изменений за изучаемый период времени не было.

4. ОСО на базовом этапе встречалось одинаково часто у мужчин и женщин старше 65 лет (2,2 и 1,4% соответственно). На проспективном этапе наблюдалось увеличение распространенности ОСО среди населения старше 65 лет за счет женской популяции (24,1 и 1,4% у женщин и мужчин соответственно). Следует отметить, что среди лиц моложе 65 лет доля женщин с ОСО составляла 4,4%, в то время как среди мужчин не было выявлено данной патологии за весь изучаемый период времени.

<sup>2</sup> Мельниченко Г.А., Белая Ж.Е., Рожинская Л.Я., Торопцова Н.В., Алексеева Л.И., Бирюкова Е.В. и др. Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике остеопороза. Проблемы Эндокринологии. 2017;63(6):392–426. DOI: 10.14341/probl2017636392-426.

## Литература / References

- Khavinson V., Popovich I., Mikhailova O. Towards realization of longer life. *Acta Biomed.* 2020;91(3):e2020054. <https://doi.org/10.23750/abm.v91i3.10079>
- Campisi J., Kapahi P., Lithgow G.J., Melov S., Newman J.C., Verdin E. From discoveries in ageing research to therapeutics for healthy ageing. *Nature.* 2019;571(7764):183–192. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1365-2>
- Bauer J.M., Cruz-Jentoft A.J., Fielding R.A., Kanis J.A., Reginster J.Y., Bruyère O. et al. Is there enough evidence for osteosarcopenic obesity as a distinct entity? A critical literature review. *Calciif. Tissue Int.* 2019;105(2):109–124. <https://doi.org/10.1007/s00223-019-00561-w>
- Терентьева Н.А., Галимова Н.А., Баздырев Е.Д., Кривошапова К.Е., Цыганкова Д.П., Иванов С.В. и др. Факторы риска неблагоприятного прогноза у пациентов с ишемической болезнью сердца и возраст-ассоциированными синдромами при плановом коронарном шунтировании. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2022;11(4):13–24. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2022-11-4-13-24>
- Terentyeva N.A., Galimova N.A., Bazdyrev E.D., Krivoshapova K.E., Tsygankova D.P., Ivanov S.V. et al. Risk factors for unfavorable prognosis in patients with coronary artery disease and age-related disorders undergoing coronary artery bypass grafting. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2022;11(4):13–24. (In Russ.). <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2022-11-4-13-24>
- Metti A.L., Best J.R., Shaaban C.E., Ganguli M., Rosano C. Longitudinal changes in physical function and physical activity in older adults. *Age Ageing.* 2018;47:558–564. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy025>
- Bea J.W., Going S.B., Wertheim B.C., Bassford T.L., LaCroix A.Z., Wright N.C. et al. Body composition and physical function in the Women's Health Initiative Observational Study. *Prev. Med. Rep.* 2018;11:15–22. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2018.05.007>
- Ormsbee M.J., Prado C.M., Illich J.Z., Purcell S., Siervo M., Folsom A. et al. Osteosarcopenic obesity: the role of bone, muscle, and fat on health. *J. Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2014;5:183–192. <https://doi.org/10.1007/s13539-014-0146-x>
- Xia L.F., Li J.B., Tian G.S., Jiang W.R., Li Y.S., Lin C.Y. et al. Effect of sarcopenia on 10-year risk of atherosclerotic cardiovascular disease in patients with type 2 diabetes mellitus. *Diabetes Metab. Syndr. Obes.* 2024;17:1621–1634. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S450225>
- Yilmaz O., Bahat G. Suggestions for assessment of muscle mass in primary care setting. *Aging Male.* 2017;20(3):168–169. <https://doi.org/10.1080/13685538.2017.1311856>
- Cheng K.Y., Chow S.K., Hung V.W., Wong C.H., Wong R.M., Tsang C.S. et al. Diagnosis of sarcopenia by evaluating skeletal muscle mass by adjusted bioimpedance analysis validated with dual-energy X-ray absorptiometry. *J. Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2021;12(6):2163–2173. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12825>
- Calvani R., Marini F., Cesari M., Tosato M., Anker S.D., von Haehling S. et al.; SPRINTT consortium. Biomarkers for physical frailty and sarcopenia: state of the science and future developments. *J. Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2015;6(4):278–286. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12051>
- Кривошапова К.Е., Масенко В.Л., Баздырев Е.Д., Барбараши О.Л. Остеосаркопеническое ожирение у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Спорные и нерешенные вопросы. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2021;20(6):2787. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2021-2787>
- Krivoshapova K.E., Masenko V.L., Bazdyrev E.D., Barbarash O.L. Osteosarcopenic obesity in cardiovascular patients. Controversial and open issues. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2021;20(6):2787. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2021-2787>
- Бернс С.А., Шептулина А.Ф., Мамутова Э.М., Киселев А.Р., Драпкина О.М. Саркопеническое ожирение: эпидемиология, патогенез и особенности диагностики. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2023;22(6):3576. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2023-3576>
- Berns S.A., Sheptulina A.F., Mamutova E.M., Kiselev A.R., Drapkina O.M. Sarcopenic obesity: epidemiology, pathogenesis and diagnostic criteria. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2023;22(6):3576. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2023-3576>
- Anker S.D., Morley J.E., von Haehling S. Welcome to the ICD-10 code for sarcopenia. *J. Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2016;7(5):512–514. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12147>
- Theou O., Squires E., Mallory K., Lee J.S., Fay S., Goldstein J. et al. What do we know about frailty in the acute care setting? A scoping review. *BMC Geriatr.* 2018;18(1):139. <https://doi.org/10.1186/s12877-018-0823-2>
- Fougère B., Morley J.E. Rapid screening for frailty and sarcopenia in daily clinical practice. *J. Nutr. Health Aging.* 2018;22:1023. <https://doi.org/10.1007/s12603-018-1057-x>
- Reiss J., Iglseder B., Kreutzer M., Weilbuchner I., Treschnitzer W., Kässmann H., Pirich C., Reiter R. Case finding for sarcopenia in geriatric inpatients: performance of bioimpedance analysis in comparison to dual X-ray absorptiometry. *BMC Geriatr.* 2016;16:52. <https://doi.org/10.1186/s12877-016-0228-z>
- Перевощикова Н.К., Селиверстов И.А., Дракина С.А., Черных Н.С. Биоимпедансный анализ в клинической практике. *Мать и дитя в Кузбассе.* 2021;1(386):11–20. <https://doi.org/10.24412/2686-7338-2021-3-11-20>
- Perevoshchikova N.K., Seliverstov I.A., Drakina S.A., Chernykh N.S. Bioimpedance analysis in clinical practice. *Mother and child in Kuzbass.* 2021;1(386):11–20. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2686-7338-2021-3-11-20>

## Информация о вкладе авторов

Цыганкова Д.П., Кривошапова К.Е. предложили концепцию исследования и разработали его протокол, организовали сбор данных, анализировали и интерпретировали данные, написали первую версию рукописи.

Кареева А.И. провела анкетирование и обследование респондентов и участвовала в обсуждении результатов.

Цыганкова Д.П., Кривошапова К.Е., Баздырев Е.Д. сформировали выборку пациентов.

Цыганкова Д.П., Кривошапова К.Е. вместе с Баздыревым Е.Д., Артамоновой Г.В., Барбараши О.Л. внесли вклад в доработку исходного варианта рукописи.

Все авторы дали окончательное согласие на подачу рукописи и согласились нести ответственность за все аспекты работы, ручаясь за их точность и безупречность.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Сведения об авторах

**Цыганкова Дарья Павловна**, д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник, лаборатория эпидемиологии сердечно-сосудистых заболеваний, НИИ КПССЗ Минздрава России, Кемерово, Россия, <http://orcid.org/0000-0001-6136-0518>.

E-mail: [dariapavlovna2014@mail.ru](mailto:dariapavlovna2014@mail.ru).

ometry. *J. Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2021;12(6):2163–2173. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12825>

11. Calvani R., Marini F., Cesari M., Tosato M., Anker S.D., von Haehling S. et al.; SPRINTT consortium. Biomarkers for physical frailty and sarcopenia: state of the science and future developments. *J. Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2015;6(4):278–286. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12051>

12. Кривошапова К.Е., Масенко В.Л., Баздырев Е.Д., Барбараши О.Л. Остеосаркопеническое ожирение у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Спорные и нерешенные вопросы. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2021;20(6):2787. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2021-2787>

Krivoshapova K.E., Masenko V.L., Bazdyrev E.D., Barbarash O.L. Osteosarcopenic obesity in cardiovascular patients. Controversial and open issues. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2021;20(6):2787. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2021-2787>

13. Бернс С.А., Шептулина А.Ф., Мамутова Э.М., Киселев А.Р., Драпкина О.М. Саркопеническое ожирение: эпидемиология, патогенез и особенности диагностики. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2023;22(6):3576. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2023-3576>

Berns S.A., Sheptulina A.F., Mamutova E.M., Kiselev A.R., Drapkina O.M. Sarcopenic obesity: epidemiology, pathogenesis and diagnostic criteria. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2023;22(6):3576. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2023-3576>

14. Anker S.D., Morley J.E., von Haehling S. Welcome to the ICD-10 code for sarcopenia. *J. Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2016;7(5):512–514. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12147>

15. Theou O., Squires E., Mallory K., Lee J.S., Fay S., Goldstein J. et al. What do we know about frailty in the acute care setting? A scoping review. *BMC Geriatr.* 2018;18(1):139. <https://doi.org/10.1186/s12877-018-0823-2>

16. Fougère B., Morley J.E. Rapid screening for frailty and sarcopenia in daily clinical practice. *J. Nutr. Health Aging.* 2018;22:1023. <https://doi.org/10.1007/s12603-018-1057-x>

17. Reiss J., Iglseder B., Kreutzer M., Weilbuchner I., Treschnitzer W., Kässmann H., Pirich C., Reiter R. Case finding for sarcopenia in geriatric inpatients: performance of bioimpedance analysis in comparison to dual X-ray absorptiometry. *BMC Geriatr.* 2016;16:52. <https://doi.org/10.1186/s12877-016-0228-z>

18. Перевощикова Н.К., Селиверстов И.А., Дракина С.А., Черных Н.С. Биоимпедансный анализ в клинической практике. *Мать и дитя в Кузбассе.* 2021;1(386):11–20. <https://doi.org/10.24412/2686-7338-2021-3-11-20>

Perevoshchikova N.K., Seliverstov I.A., Drakina S.A., Chernykh N.S. Bioimpedance analysis in clinical practice. *Mother and child in Kuzbass.* 2021;1(386):11–20. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2686-7338-2021-3-11-20>

## Information on author contributions

Tsygankova D.P. Krivoshapova K.E. proposed study concept and developed its protocol, organized data collection.

Kareeva A.I. conducted a questionnaire and survey of respondents and participated in the discussion of the results

Tsygankova D.P., Krivoshapova K.E., Bazdyrev E.D. formed a sample of patients.

Tsygankova D.P., Krivoshapova K.E. analyzed and interpreted the data, wrote the first version of the manuscript, together with Bazdyrev E.D., Artamonova G.V., Barbarash O.L. contributed to the revision of the original manuscript.

All authors gave final consent to submit the manuscript and agreed to be responsible for all aspects of the work, vouching for its accuracy and integrity.

**Conflict of interest:** the authors do not declare a conflict of interest.

## Information about the authors

**Darya P. Tsygankova**, Dr. Sci. (Med.), Leading Research Scientist, Laboratory of Epidemiology of Cardiovascular Diseases, Research Institute of Complex Problems of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, <http://orcid.org/0000-0001-6136-0518>.

E-mail: [dariapavlovna2014@mail.ru](mailto:dariapavlovna2014@mail.ru).

**Баздырев Евгений Дмитриевич**, д-р мед. наук, заведующий лабораторией эпидемиологии сердечно-сосудистых заболеваний, НИИ КПССЗ Минздрава России, Кемерово, Россия, <http://orcid.org/0000-0002-3023-6239>.

E-mail: [bazded@kemcardio.ru](mailto:bazded@kemcardio.ru).

**Кривошапова Кристина Евгеньевна**, канд. мед. наук, научный сотрудник, лаборатория коморбидности сердечно-сосудистых заболеваний, НИИ КПССЗ Минздрава России, Кемерово, Россия, <http://orcid.org/0000-0003-2384-5682>.

E-mail: [cigadp@kemcardio.ru](mailto:cigadp@kemcardio.ru).

**Кареева Анастасия Ильясовна**, младший научный сотрудник, лаборатория лучевых методов диагностики, НИИ КПССЗ Минздрава России, Кемерово, Россия, <http://orcid.org/0000-0002-6004-4852>.

E-mail: [cigadp@kemcardio.ru](mailto:cigadp@kemcardio.ru).

**Артамонова Галина Владимировна**, д-р мед. наук, профессор, заведующий отделом оптимизации медицинской помощи при сердечно-сосудистых заболеваниях, заместитель директора по науке, НИИ КПССЗ Минздрава России, Кемерово, Россия, <http://orcid.org/0000-0003-2279-3307>.

E-mail: [cigadp@kemcardio.ru](mailto:cigadp@kemcardio.ru).

**Барбара什 Ольга Леонидовна**, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, директор НИИ КПССЗ, Кемерово, Россия, <http://orcid.org/0000-0002-4642-3610>.

E-mail: [palina@cardio.kem.ru](mailto:palina@cardio.kem.ru).

**Цыганкова Дарья Павловна**,  
e-mail: [darjapavlovna2014@mail.ru](mailto:darjapavlovna2014@mail.ru).

Поступила 02.05.2024;  
рецензия получен-а 15.10.2024;  
принята к публикации 04.12.2024.

**Evgeniy D. Bazdyrev**, Dr. Sci. (Med.), Head of the Laboratory of Epidemiology of Cardiovascular Diseases, Research Institute of Complex Problems of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, <http://orcid.org/0000-0002-3023-6239>.

E-mail: [bazded@kemcardio.ru](mailto:bazded@kemcardio.ru).

**Kristina E. Krivoshapova**, Cand. Sci. (Med.), Research Scientist, Laboratory of Pathophysiology of Multifocal Atherosclerosis, Research Institute of Complex Problems of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, <http://orcid.org/0000-0003-2384-5682>.

E-mail: [cigadp@kemcardio.ru](mailto:cigadp@kemcardio.ru).

**Anastasia I. Kareeva**, Junior Research Scientist, Laboratory of Radiation Diagnostic Methods, Scientific Research Institute of Complex Problems of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, <http://orcid.org/0000-0002-6004-4852>.

E-mail: [cigadp@kemcardio.ru](mailto:cigadp@kemcardio.ru).

**Galina V. Artamonova**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department for Optimization of Medical Care for Cardiovascular Diseases, Deputy Director of the Scientific Research Institute of the CPSIS for Science, Research Institute of Complex Problems of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, <http://orcid.org/0000-0003-2279-3307>.

E-mail: [cigadp@kemcardio.ru](mailto:cigadp@kemcardio.ru).

**Olga L. Barbarash**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the Research Institute of Complex Problems of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, <http://orcid.org/0000-0002-4642-3610>.

E-mail: [palina@cardio.kem.ru](mailto:palina@cardio.kem.ru).

**Darya P. Tsygankova**, e-mail: [darjapavlovna2014@mail.ru](mailto:darjapavlovna2014@mail.ru).

Received 02.05.2024;  
review received 15.10.2024;  
accepted for publication 04.12.2024.