

© Коллектив авторов, 2022
УДК 616-009.17-092-07-08:616.988-036.21-036.838
DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2022.17109>
ISSN – 2073-8137

САРКОПЕНИЯ: ОСОБЕННОСТИ ПАТОГЕНЕЗА, ДИАГНОСТИКИ, ЛЕЧЕНИЯ И РЕАБИЛИТАЦИИ У БОЛЬНЫХ COVID-19

Л. В. Заклякова¹, К. К. Закляков², Б. Н. Левитан¹,
А. М. Осадчук³, Б. А. Шамгунова¹, М. А. Вознюк¹

¹ Астраханский государственный медицинский университет,
Российская Федерация

² Александрo-Мариинская областная клиническая больница, Астрахань,
Российская Федерация

³ Российская медицинская академия непрерывного профессионального
образования, Москва, Российская Федерация

SARCOPENIA: FEATURES OF PATHOGENESIS, DIAGNOSIS, TREATMENT AND REHABILITATION IN COVID-19 PATIENTS

Zakliakova L. V.¹, Zakliakov K. K.², Levitan B. N.¹,
Osadchuk A. M.³, Shamgunova B. A.¹, Voznyuk M. A.¹

¹ Astrakhan State Medical University, Russian Federation

² Aleksandro-Mariinskaya Regional Clinical Hospital, Astrakhan, Russian Federation

³ Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow,
Russian Federation

Глобальной проблемой всех стран является старение населения в связи с удлинением срока жизни. С увеличением возраста растет количество возраст-ассоциированных заболеваний, включая саркопению. В течение двух лет пандемии COVID-19 особенно уязвимыми по числу заражений, тяжести протекания заболевания, количеству смертельных исходов являются люди пожилого и старческого возраста. Пандемия требует ограничительных мер по передвижению граждан вплоть до введения локдауна. Это влечет за собой снижение физической активности и быстрое прогрессирование саркопении, что ухудшает прогноз COVID-19 не только в острой стадии заболевания, но и в последующие месяцы (в связи с обострением сердечно-сосудистых заболеваний, болезней почек).

Ключевые слова: саркопения, COVID-19, патогенез, диагностика, лечение, реабилитация

A global problem in all countries is the aging of the population due to the lengthening of the life span. The number of age-related diseases, including sarcopenia, rises with increasing age. People of the elderly and senile age were especially vulnerable in terms of the number of infections, the severity of the course of the disease, the number of deaths, for 2 years of the COVID-19 pandemic. The pandemic requires restrictive measures on the movement of citizens up to the introduction of a lockdown. This entails a decrease in physical activity and a rapid progression of sarcopenia, which worsens the prognosis of COVID-19 in this category of citizens, not only in the acute stage of the disease, but also in the following months due to an exacerbation of cardiovascular diseases, kidney diseases.

Keywords: sarcopenia, COVID-19, pathophysiology, diagnosis, treatment, rehabilitation

Для цитирования: Заклякова Л. В., Закляков К. К., Левитан Б. Н., Осадчук А. М., Шамгунова Б. А., Вознюк М. А. САРКОПЕНИЯ: ОСОБЕННОСТИ ПАТОГЕНЕЗА, ДИАГНОСТИКИ, ЛЕЧЕНИЯ И РЕАБИЛИТАЦИИ У БОЛЬНЫХ COVID-19. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2022;17(4):450-455. DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2022.17109>

For citation: Zakliakova L.V., Zakliakov K. K., Levitan B. N., Osadchuk A. M., Shamgunova B. A., Voznyuk M. A. SARCOPENIA: FEATURES OF PATHOGENESIS, DIAGNOSIS, TREATMENT AND REHABILITATION IN COVID-19 PATIENTS. *Medical News of North Caucasus*. 2022;17(4):450-455. DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2022.17109> (In Russ.)

АПФ2 – ангиотензинпревращающий фермент 2
ИВЛ – искусственная вентиляция лёгких
ИЛ – интерлейкин
КТ – компьютерная томография
МРТ – магнитно-резонансная томография

УЗИ – ультразвуковое исследование
ФНО – фактор некроза опухоли
EWGSOP – Европейская рабочая группа по саркопении у пожилых людей (European Working Group on Sarcopenia in Older People)

Во вступительном слове генерального директора Всемирной организации здравоохранения на пресс-брифинге в Женеве 11 марта 2020 г. было объявлено, что в связи с быстрым темпом распространения новой коронавирусной инфекции SARS-CoV-2 по всем странам и континентам заболеванию присвоен статус пандемии [1]. Было также признано, что это первая пандемия, вызванная коронавирусом, которую не удастся взять под контроль, обозначены приоритеты для врачей, организаторов здравоохранения, руководителей государств – профилактика, готовность, общественное здоровье, политическое лидерство и, прежде всего, люди. Заболеванию было присвоено название COVID-19.

подавляющим большинством заболевших COVID-19 являются люди пожилого и старческого возраста, что обусловлено наличием у них неблагоприятного фона в виде возраст-ассоциированных заболеваний (ишемическая болезнь сердца, онкологические заболевания, хроническая болезнь почек, сахарный диабет, инсульт, когнитивные расстройства и т. д., однако самым распространённым из них является саркопения) [2]. Саркопения – это возрастная потеря мышечной массы, которая в настоящее время официально признана заболеванием, что имеет отражение с октября 2016 г. в МКБ-10: код M62.84 [3].

В соответствии с международным протоколом расширенной Европейской рабочей группы по саркопении у пожилых людей (European Working Group on Sarcopenia in Older People – EWGSOP) второго пересмотра основными проявлениями заболевания служат снижение мышечной массы и силы, а также физической работоспособности [4].

Для проникновения в клетки сосудов и мышц вирус SARS-CoV-2 использует рецепторы ангиотензинпревращающего фермента 2 (АПФ2), которые присутствуют в скелетной мускулатуре [5]. К повреждающим мышцу факторам при COVID-19 относятся АПФ2-зависимый механизм проникновения вируса внутрь мышечного волокна и клетки, степень вирусной нагрузки, цитокиновый шторм с участием фактора некроза опухоли- α (ФНО- α) и интерлейкинов (ИЛ): ИЛ-1 β , ИЛ-6, ИЛ-8, ИЛ-10, ИЛ-18, а также острая гипоксемия и лекарственная токсичность [5, 6]. Мутации вируса SARS-CoV-2 способствуют их повышенному сродству к АПФ2, что делает пандемию COVID-19 более пролонгированной. Это сопровождается принятием длительных ограничительных мер, включая самоизоляцию, что в первую очередь для лиц пожилого возраста создает условия для развития и прогрессирования саркопении [7, 8].

Особенности саркопении при COVID-19

Самым большим органом в организме являются скелетные мышцы, составляющие у взрослых людей ≥ 40 % веса. В юношеском возрасте объем мышечной массы нарастает, достигая максимального веса в 25 лет; в 50 лет он уже снижается на 10 %, а к 80 годам – на 30 %. В патогенезе возраст-ассоциированной (первичной) саркопении играют роль возрастное изменение гормонального фона (стероидная дисрегуляция), уменьшение двигательной активности и интенсивности метаболических процессов, алиментарные факторы (снижение аппетита, синдром «быстрого насыщения»), инсулинорезистентность, высокая активность провоспалительных цитокинов [9]. Доказано, что скелетные мышцы выполняют не только опорно-двигательную функцию, но и являются важнейшим секреторным органом с гормональной активностью, регулирующим массу скелетных мышц.

Первым выявленным регулятором мышечной массы был ИЛ-6, открытый в 1997 году. К настоящему времени доказана роль физических упражнений у человека в повышении продукции мышечных цитокинов – ИЛ-6, ИЛ-8, ИЛ-15 и их положительном влиянии на эндокринные органы, в связи с чем им было дано название – «миокины». Имеются данные, что миокины защищают от сердечно-сосудистых заболеваний и сахарного диабета II типа, предотвращая смерть [10, 11]. В исследованиях подчеркивается роль ИЛ-6 при мышечной работе в содействии инсулярному аппарату поджелудочной железы в усилении работы глюкозных транспортеров. Гиподинамия рассматривается в качестве риска развития сахарного диабета II типа. При этом значительное повышение продукции ИЛ-6 и увеличение его концентрации в крови при физических нагрузках обеспечивает нормализацию гомеостаза глюкозы, необходимой при интенсивной мышечной работе. В ответ на экспрессию ИЛ-6 в гепатоцитах активируются процессы гликогенолиза и увеличение продукции глюкозы, требующейся для работы мускулатуры. Парадоксальность ИЛ-6 состоит в том, что он может работать двояко: как провоспалительный агент (хронический стресс, развитие инсулинорезистентности) и как противовоспалительный (при мышечной работе), в связи с чем в некоторых классификациях он относится к провоспалительным цитокинам, в других – к противовоспалительным [12].

В мышцах открыты сотни секретируемых пептидов, что дает возможность понять взаимодействие работающей скелетной мускулатуры с печенью, поджелудочной железой, центральной нервной системой и жировой тканью. К семейству миокинов относится миостатин – фактор роста и дифференцировки 8, который наиболее распространен в скелетных мышцах. Имеющиеся в литературе данные указывают на его важную роль в патогенезе многих заболеваний, сопровождающихся нарушением функции мышц, в том числе при саркопении [13].

В настоящее время скелетная мышца признана эндокринным органом, вырабатывающим и высвобождающим миокины, обладающие гормоноподобным эффектом и оказывающие специфическое эндокринное воздействие на другие органы [14, 15]. Уже в первых экспериментальных и обзорных работах скелетные мышцы рассматривались также как иммуногенный орган, приводятся данные по их противовоспалительной и метаболической роли [16]. К 2021 г. открыто более 1000 миокинов, секретируемых мышцами, относящихся к различным семействам (цитокины, хемокины, факторы роста, простагландины и др.) [13, 17]. Часть миокинов способна продуцироваться адипоцитами, в связи с чем они получили название адипомиокины [17].

Саркопения: «Вопросы диагностики саркопении при COVID-19»

Согласно рекомендациям EWGSOP-2 скрининговая диагностика саркопении начинается с опросника SARC-F. Оцениваются 5 пунктов:

- 1) сила: затруднения при поднятии и переносе груза весом 4,5 кг (оценка: нет – 0 баллов, редко – 1 балл, часто – 2 балла);
- 2) ходьба: затруднения при ходьбе по комнате (оценка: нет – 0 баллов, редко – 1 балл, часто – 2 балла);
- 3) вставание с кровати: затруднения при вставании с кровати (оценка: нет – 0 баллов, редко – 1 балл, часто – 2 балла);
- 4) подъём по лестнице: затруднения при подъёме по лестнице на 1 пролёт (оценка: нет – 0 баллов, редко – 1 балл, часто – 2 балла);

5) падения: количество падений в год (оценка: нет – 1 балл, 1–3 раза – 1 балл, 4 раза и больше – 2 балла).

Интерпретация опросника состоит в следующем: 4 и более положительных ответов – наличие саркопении [4].

Для диагностики саркопении основополагающим принципом является точность измерения массы скелетных мышц с использованием двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии, КТ или МРТ. Однако эти методы являются сложными для применения в повседневной клинической практике, особенно в условиях пандемии COVID-19 [18]. Впервые УЗИ мышц было описано J. Z. Heckmatt с соавт. в 1980 году и уже через 2 года разработана и опубликована визуальная оценка мышечной патологии [19]. Исследования, проведенные в разных возрастных группах, у людей разных национальностей продемонстрировали достоверность результатов по определению общей мышечной массы с использованием ультразвуковых уравнений [20–23]. Сообщается о возможности УЗИ в режиме реального времени выявить объем мышц и морфологические изменения (атрофия, фиброз, жировая инфильтрация, воспаление). Точность измерения может достигать 0,1 мм [23]. Внедрение в клиническую практику УЗИ мышечной массы построено на стандартизованных протоколах, последнее обновление которых опубликовано в 2018 году [24]. Достоверность УЗИ для диагностики саркопении и обоснование его использования в широкой практике представлены в ряде систематических обзоров с использованием метаанализа из баз данных PubMed, Cochrane [25–27]. Преимуществами УЗИ в условиях пандемии COVID-19 у больных с затруднением передвижения по разным причинам являются снижение стоимости обследования, отсутствие радиационного воздействия, скорость получения результата, мобильность аппарата и невысокая цена по сравнению с аппаратами для КТ и МРТ. С 2020 года в России все чаще проводятся УЗИ легких при COVID-19, анализ полученных данных демонстрирует точность, сопоставимую с КТ при поражении легких. Метод особенно ценен у больных в критическом состоянии в реанимационном отделении [28, 29]. В то же время работ по УЗИ для выявления прогрессирующей саркопении (как одного из предикторов смерти) при COVID-19 опубликовано не было.

Профилактика, лечение и реабилитация саркопении при COVID-19

Наиболее неблагоприятный прогноз при COVID-19 наблюдается у больных пожилого и старческого возраста с возраст-ассоциированной и вторичной саркопенией (связанной с полиморбидностью). Поэтому необходимо с помощью валидизированных инструментов проводить скрининг недостаточности питания всем больным (особенно реанимационного профиля). Индекс массы тела ниже 18,5 кг/м² свидетельствует о недостаточности питания [30].

В связи с этим лечение пациентов с тяжелым и крайне тяжелым течением COVID-19 в условиях отделений реанимации и интенсивной терапии должно включать нутритивную поддержку. Целью нутритивной поддержки является необходимость скорейшего восстановления дыхательной мускулатуры и отключения больных от ИВЛ в связи с негативным влиянием на дыхательную мускулатуру (снижение массы диафрагмы до 40–43 % и ее силы на 58–63 %; жизненной емкости легких на 35–37 %) [31, 32]. Для предотвращения летального исхода, связанного с развитием кахексии, снижения качества жизни вплоть до утраты

способности к самообслуживанию после выписки из стационара пациентам, находящимся на ИВЛ, требуется обеспечение адекватной нутритивной поддержки. Суточная энергетическая ценность пищи должна составлять 30 ккал/кг массы тела; при этом необходимо обеспечить потребление белка до 1,5–2 г на кг массы тела в зависимости от степени нутритивной недостаточности. Больным на ИВЛ показано раннее зондовое питание [33–35].

Недостаточность питания складывается из трех величин: белково-энергетической, витаминной и микронутриентной. Одним из пусковых звеньев развития и прогрессирования саркопении в старческом возрасте (даже в сравнении с людьми пожилого возраста) является более тяжелая степень дефицита витамина D, наблюдаемая у 77,5 % больных. Имеются рекомендации по использованию при COVID-19 витамина D в суточной дозе 800–1000 МЕ [36–38]. В рационе пациентов необходимо также обеспечить адекватное потребление витаминов А, В₆, В₁₂, С, Е и микронутриентов (омега-3 жирные кислоты, селен, цинк) [39].

В амбулаторных условиях при ограничительных мерах распространения эпидемии необходимо соблюдать еще два важнейших условия: уменьшение энергетической ценности питания (1500–2000 ккал/сут) и ежедневное выполнение максимально переносимого уровня физической нагрузки. У пациентов с COVID-19 оценка питания, консультирование и лечение должны проводиться при первоначальной оценке, на протяжении всего течения заболевания и после клинической ремиссии в процессе реабилитации, что требует координированной работы врачей различных специальностей [40].

Пандемия COVID-19 вынуждает правительства различных стран вводить ограничительные меры вплоть до самоизоляции. Такие вынужденные меры увеличивают риск прогрессирования саркопении, особенно у пожилых пациентов. Предупреждение прогрессирования заболевания с возможным переходом в кахексию – одна из основных задач профилактического лечения различных категорий пациентов с саркопенией. Это тем более важно в связи с тем, что переход саркопении в кахексию делает жизненный прогноз неблагоприятным [41].

Последствия COVID-19 отчетливо документируются по влиянию на поражение скелетной мускулатуры у пожилых больных и у лиц молодого возраста при госпитализации в отделения интенсивной терапии и реанимации в связи с тяжестью состояния, особенно в случаях использования ИВЛ. Истощение мышц при COVID-19 свидетельствует о плохом прогнозе заболевания [42, 43]. Так, у больных в реанимационном отделении с проведением ИВЛ в течение 7 суток происходит потеря мышечной массы прямой мышцы бедра на 17,7 % [44]. При этом низкая сила хвата кисти и сила четырехглавой мышцы бедра являются независимыми предикторами смерти [45, 46].

Высокий уровень заболеваемости и смертности в связи с пандемией COVID-19 ложится тяжелым бременем на экономику и систему здравоохранения всех стран. Поэтому в нормативных документах отечественных и международных медицинских организаций, включая Всемирную организацию здравоохранения, уделяется значительное внимание совершенствованию не только диагностики и лечения, но и реабилитации больных, особенно пожилого возраста [47–49]. Показано, что у больных COVID-19 с разными вариантами течения (острый COVID-19, продолжающийся симптоматический COVID-19, синдром после COVID-19 – постковидный синдром) физиче-

ская активность приводит к улучшению состояния мышечной и иммунной систем [50, 51]. Физические упражнения уменьшают такие последствия изоляции, как стресс, невротические состояния, которые еще больше снижают иммунитет и увеличивают риск прогрессирования неинфекционных заболеваний (сердечно-сосудистых, желудочно-кишечного тракта, печени, сахарного диабета и др.) [52–54]. В связи с этим на всех этапах лечения больных COVID-19, включая отделения реанимации и интенсивной терапии, общетерапевтические отделения специализированных госпиталей, поликлиники по месту жительства, врачи должны владеть диагностикой саркопении, методами ее профилактики и реабилитации.

В настоящее время одной из самых распространенных форм физической активности, положительно влияющей на мышечную активность, а также на качество жизни пациента, которую можно выполнять индивидуально, является скандинавская ходьба. Особенно популярна она у лиц старшего возраста. Имеются данные о высокой эффективности скандинавской ходьбы при проведении реабилитации после перенесенной инфекции COVID-19, особенно с позиции профилактики саркопении [38].

Заключение

Пандемия COVID-19 унесла миллионы жизней во всём мире. При этом у большого числа выздоровевших пациентов наблюдается постковидный синдром,

при котором наблюдаются общая и мышечная слабость длительностью от нескольких месяцев до 5 лет. С учетом большей подверженности заболеванию лиц пожилого и старческого возраста, поражение мышечной системы носит смешанный характер – прогрессирование первичной (возраст-ассоциированной) и вторичной саркопении (за счет сопутствующих заболеваний и перенесённого COVID-19). Наиболее склонными к развитию и прогрессированию саркопении являются больные, находившиеся в критическом состоянии, потребовавшем лечения в отделениях реанимации и интенсивной терапии с ИВЛ, приводящей к быстрому истощению мышц.

В связи с вышеизложенным ранняя нутритивная поддержка, мобилизация больных (не позже 48 часов), повышение физической активности до максимально переносимой (исходя из состояния больного и сопутствующих заболеваний) являются обязательными. Прогрессирование саркопении можно замедлить и приостановить, тогда как развитие кахексии является предиктором смерти. По данной проблеме необходима координация организаторов здравоохранения, анестезиологов-реаниматологов, инфекционистов, терапевтов, врачей лучевой диагностики, врачей общей практики, реабилитологов, физиотерапевтов, диетологов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература/Referens

1. WHO Director-General's opening remarks at the media briefing for Geneva-based journalists 11.03.2020. Available at: www.who.int/ru/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020. Accessed March 11, 2020.
2. Lim W. S., Liang C. K., Assantachai P., Auyeung T. W., Kang L. [et al.]. COVID-19 and older people in Asia: Asian Working Group for Sarcopenia calls to actions. *Geriatr. Gerontol. Int.* 2020;20(6):547-558. <https://doi.org/10.1111/ggi.13939>
3. Anker S. D., Morley J. E., von Haehling S. Welcome to the ICD-10 code for sarcopenia. *J. Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2016;7:512-514. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12147>
4. Cruz-Jentoft A. J., Bahat G., Bauer J., Boirie Y., Bruyère O. [et al.]. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing.* 2019;48:16-31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>
5. Муркамилов И. Т., Айтбаев К. А., Кудайбергенова И. О., Фомин В. В., Муркамилова Ж. А., Юсупов Ф. А. Поражение мышечной системы при COVID-19. *Архивъ внутренней медицины.* 2021;11(2):146-153. [Murkamiyov I. T., Ajtbaev K. A., Kudajbergenova I. O., Fomin V. V., Murkamiyova Zh. A., Yusupov F. A. Damage of the muscle system in Covid-19. *Arhiv vnutrennej mediciny. – The Russian Archives of Internal Medicine.* 2021;11(2):146-153. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2021-11-2-146-153>
6. Сабиров И. С., Абдувахатов Б. З., Мамедова М. С., Сабирова А. И. Геронтологические аспекты клинико-патогенетических особенностей новой коронавирусной инфекции (COVID-19). *Научное наследие.* 2021;61:46-53. [Sabirov I. S., Abduvahatov B. Z., Mamedova M. S., Sabirova A. I. Gerontological aspects of the clinical and pathogenetic features of the new coronavirus infection COVID-19. *Nauchnoe nasledie. – Scientific heritage.* 2021;61:46-53. (In Russ.)].
7. Antony P., Vijayan R. Molecular dynamics simulation study of the interaction between human angiotensin converting enzyme 2 and spike protein receptor binding domain of the SARS-CoV-2 B.1.617 variant. *Biomolecules.* 2021;11:1244-1254. <https://doi.org/10.3390/biom11081244>
8. Ou J., Zhou Z., Dai R., Zhang J., Zhao S. [et al.]. V367F mutation in SARS-CoV-2 Spike RBD emerging during the early transmission phase enhances viral infectivity through increased human ACE2 receptor binding affinity. *J. Virol.* 2021;95(16): e00617-21. <https://doi.org/10.1128/JVI.00617-21>

9. Trouwborst I., Verreijen A., Memelink R., Massanet P., Boirie Y. [et al.]. Exercise and nutrition strategies to counteract sarcopenic obesity. *Nutrients.* 2018;10(5):605. <https://doi.org/10.3390/nu10050605>
10. Simpson R. J., Kunz H., Agha N., Graff R. Exercise and the regulation of immune functions. *Prog. Mol. Biol. Transl. Sci.* 2015;135:355-380.
11. Nielsen T. L., Vissing J., Krag T. O. Antimyoastatin treatment in health and disease: the story of great expectations and limited success. *Cells.* 2021;10:533. <https://doi.org/10.3390/cells1003053>
12. Щербяков В. И., Скосырева Г. А., Рябиченко Т. И. Роль миокинов в регуляции энергетического обмена. *Бюллетень сибирской медицины.* 2012;3:173-178. [Shcherbakov V. I., Skosyryeva G. A., Ryabichenko T. I. Role of myokines in regulation of apowerex change. *Byulleten' sibirskoy mediciny. – Bulletin of Siberian Medicine.* 2012;3:173-178. (In Russ.)].
13. Кукес В. Г., Газданова А. А., Фуралев В. А., Маринин В. Ф., Перков А. В. [и др.]. Современное представление о биологической роли и клиническом значении миостатина – главного регулятора роста и дифференцировки мышц. *Медицинский вестник Северного Кавказа.* 2021;16(3):327-332. [Kukes V. G., Gazdanova A. A., Furalyov V. A., Marinin V. F., Perkov A. V. [et al.]. Modern conception of myostatin biological role and clinical significance as the main regulator of muscle growth and differentiation. *Meditsinskii vestnik Severnogo Kavkaza. – Medical News of North Caucasus.* 2021;16(3):327-332. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2021.16079>
14. Iizuka K., Machida T., Hirafuji M. Skeletal muscle is an endocrine organ. *J. Pharmacol. Sci.* 2014;125:125-131. <https://doi.org/10.1254/jphs.14R02CP>
15. Gomarasca M., Banfi G., Lombardi G. Myokines: the endocrine coupling of skeletal muscle and bone. *Adv. Clin. Chem.* 2020;94:155-218. <https://doi.org/10.1016/bs.acc.2019.07.010>
16. Nishikawa H., Fukunishi S., Asai A., Yokohama K., Nishiguchi S., Higuchi K. Pathophysiology and mechanisms of primary sarcopenia (Review). *Int. J. Mol. Med.* 2021;48(2):156. <https://doi.org/10.3892/ijmm.2021.4989>
17. Васюкова О. В., Касьянова Ю. В., Окорок П. Л., Безлепкина О. Б. Миокины и адипомиокины: медиаторы воспаления или уникальные молекулы таргетной терапии ожирения? *Проблемы Эндокринологии.* 2021;(67)4:36-45. [Vasyukova O. V., Kas'yanova Yu. V., Okorokov P. L., Bezlepkin O. B. Myokines and adipomyokines: inflammatory mediators or unique molecules of targeted therapy for obesity? *Problemy Endokrinolo-*

- gii. – *Endocrinology Problems*. 2021;(67)4:36-45. (In Russ.)). <https://doi.org/10.14341/probl12779>
18. Масенко В. Л., Кокков А. Н., Григорьева И. И., Кривошапова К. Е. Лучевые методы диагностики саркопении. *Исследования и практика в медицине*. 2019;(6)4:127-137. [Masenko V. L., Kokov A. N., Grigor'eva I. I., Krivosheparova K. E. Radiology methods of the sarcopenia diagnosis. *Issledovaniya i praktika v medicine. – Research and practice in medicine*. 2019;(6)4:127-137. (In Russ.)].
 19. Закревский А. И., Федорова А. А., Пасечник И. Н., Кутепов Д. Е. Саркопения: как её диагностировать? *Клиническое питание и метаболизм*. 2021;(2)1:13-22. [Zakrevskij A. I., Fyodorova A. A., Pasechnik I. N., Kutevov D. E. Sarcopenia: how to diagnose it? *Klinicheskoe pitaniye i metabolism*. 2021;(2)1:13-22. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17816/clinutr71107>
 20. Abe T., Loenneke J. P., Young K. C., Thiebaud R. S. Validity of ultrasound prediction equations for total and regional muscularity in middle-aged and older men and women. *Ultrasound Med. Biol.* 2015;41:557-564. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2014.09.007>
 21. Midorikawa T., Ohta M., Hikihara Y., Torii S., Sakamoto S. Prediction and validation of total and regional skeletal muscle volume using B-mode ultrasonography in Japanese prepubertal children. *Br. J. Nutr.* 2015;114(8):1209-1217. <https://doi.org/10.1017/S0007114515002585>
 22. Watanabe Y., Yamada Y., Fukumoto Y., Ishihara T., Yokoyama K. [et al.]. Echo intensity obtained from ultrasonography images reflecting muscle strength in elderly men. *Clin. Interv. Aging*. 2013;8:993-998. <https://doi.org/10.2147/CIA.S47263>
 23. Ticinesi A., Meschi T., Narici M. V., Lauretani F., Maggio M. [et al.]. Muscle ultrasound and sarcopenia in older individuals: a clinical perspective. *J. Am. Med. Dir. Assoc.* 2017;18(4):290-300. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2016.11.013>
 24. Perikias S., Baudry S., Bauer J., Beckwée D., De Cock A. M. [et al.]. Application of ultrasound for muscle assessment in sarcopenia: towards standardized measurements. *Eur. Geriatr. Med.* 2018;9(6):739-757. <https://doi.org/10.1007/s41999-018-0104-9>
 25. Leigh M., de Sire A., Colangelo M., Zagaria D., Grassi F. A. [et al.]. Sarcopenia diagnosis: reliability of the ultrasound assessment of the tibialis anterior muscle as an alternative evaluation tool. *Diagnostics (Basel)*. 2021;11:2158. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11112158>
 26. Nijholt W., Scafoglieri A., Jager-Wittenaar H., Hobbelen J. S. M., Schans C. P. [et al.]. The reliability and validity of ultrasound to quantify muscles in older adults: a systematic review. *J. Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2017;8:702-712. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12210>
 27. Zhou Z., Yu T., Du R., Fan G., Liu Y. [et al.]. Clinical course and risk factors for mortality of adult in patients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. *Lancet*. 2020;395(10229):1054-1062. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30566-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30566-3)
 28. Ляхин Р. Е., Жирнова Е. А., Щеголев А. В., Йованикич О., Железняк И. С. [и др.]. Ультразвук легких у пациентов с пневмонией, вызванной COVID-19: сравнение с данными компьютерной томографии. Обсервационное проспективное клиническое исследование. *Вестник интенсивной терапии им. А. И. Салтанова*. 2021;2:82-93. [Lakhin R. E., Zhirnova E. A., Shchegolev A. V., Iovaniich O., Zhelezniak I. S. [et al.]. Lung ultrasound COVID-19 pneumonia: comparison with computed tomography. An observation prospective clinical trial. *Vestnik intensivnoy terapiy A. I. Saltanova. – Annals of Critical Care*. 2021;2:82-93. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2019-8-4-418-422>
 29. Петриков С. С., Попова И. А., Абучина В. М., Муслимов Р. Ш., Хамидова Л. Т. [и др.]. Диагностические возможности ультразвуковой диагностики изменений лёгких по сравнению с компьютерной томографией при COVID-19. *Сеченовский вестник*. 2020;11(2):5-19. [Petrikov S. S., Popova I. A., Abuchina V. M., Muslimov R. Sh., Khamidova L. T. [et al.]. Diagnostic value of lung ultrasound versus chest CT in COVID-19. *Sechenovskiy vestnik. – Sechenov Medical Journal*. 2020;11(2):5-19. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2020.11.2.5-18>
 30. Fedele D., de Francesco A., Riso S., Collo A. Obesity, malnutrition, and trace element deficiency in the coronavirus disease (COVID-19) pandemic: an overview. *Nutrition*. 2021;81:111016-111034. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2020.111016>
 31. Кобеляцкий Ю. Ю. Обзор международных рекомендаций по нутритивной поддержке у больных с COVID-19, находящихся в отделении интенсивной терапии. *Медицина невідкладних станів*. 2020;16(2):21-30. [Kobelyackij Yu. Yu. Review of the international guidelines for nutritional support in patients with COVID-19 in the intensive care unit. *Medicina nevidkladnih staniv. – Emergency Medicine*. 2020;16(2):21-30. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.22141/2224-0586.16.2.2020.203137>
 32. Murthy S., Gomersall C. D., Fowler R. A. Care for critically ill patients with COVID-19. *JAMA*. 2020;323(15):1499-1500. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.3633>
 33. World Health Organization. Clinical management of COVID-19: living guidance. Available at: https://doi.org/apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/338871/WHO-2019-nCoV-clinical-web_annex-2021. Accessed January 25, 2021.
 34. Гречко А. В., Евдокимов Е. А., Котенко О. Н., Крылов К. Ю., Крюков Е. В. [и др.]. Нутритивная поддержка пациентов с коронавирусной инфекцией COVID-19. *Клиническое питание и метаболизм*. 2020;1(2):56-91. [Grechko A. V., Evdokimov E. A., Kotenko O. N., Krylov K., Kryukov E. [et al.]. Nutritional support for patients with COVID-19 coronavirus infection. *Klinicheskoe pitaniye i metabolism*. 2020;1(2):56-91. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.36425/clinnutrit42278>
 35. González-Salazar L. E., Guevara-Cruz M., Hernández-Gómez K. G., Zúñiga A. E. S. Nutritional management of the critically ill inpatient with COVID-19. *Nutr. Hosp.* 2020;34(3):622-630. <https://doi.org/10.20960/nh.03180>
 36. Siuka D., Pfeifer M., Pinter B. Vitamin D supplementation during the COVID-19 pandemic. *Mayo Clin. Proc.* 2020;95(8):1804-1805. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2020.05.036>
 37. Brenner H. Vitamin D supplementation to prevent COVID-19 infections and deaths-accumulating evidence from epidemiological and intervention studies calls for immediate action. *Nutrients*. 2021;13(2):411. <https://doi.org/10.3390/nu13020411>
 38. Micielska K., Flis M., Kortas J. A., Rodziewicz-Flis E., Antosiewicz J. [et al.]. Nordic walking rather than high intensity interval training reduced myostatin concentration more effectively in elderly subjects and the range of this drop was modified by metabolites of vitamin D. *Nutrients*. 2021;13(12):4393. <https://doi.org/10.3390/nu13124393>
 39. Hawrylkowicz V., Lietz-Kijak D., Kaźmierczak-Siedlecka K., Solek-Pastuszka J., Stachowska L. [et al.]. Patient nutrition and probiotic therapy in COVID-19: what do we know in 2021? *Nutrients*. 2021;13(10):3385-3403. <https://doi.org/10.3390/nu13103385>
 40. Crispo A., Bimonte S., Porciello G., Forte C. A. Strategies to evaluate outcomes in long-COVID-19 and post-COVID-19 survivors. *Infect. Agent. Cancer*. 2021;16(1):62-82. <https://doi.org/10.1186/s13027-021-00401-3>
 41. Хорошилов И. Е. Саркопения у больных: возможности диагностики и перспективы лечения. *Лечащий врач*. 2017;8:36-41. [Horoshilov I. E. Sarcopenia: diagnostic methods and treatment prospects. *Lechashchij vrach. – Attending physician*. 2017;8:36-41. (In Russ.)].
 42. Ali A. M., Kunugi H. Approaches to nutritional screening in patients with Coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2021;18(5):2772. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052772>
 43. Umbrello M., Guglielmetti L., Formenti P., Antonucci E., Cereghini S. [et al.]. Qualitative and quantitative muscle ultrasound changes in patients with COVID-19-related ARDS. *Nutrition*. 2021;91-92:111449. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2021.111449>
 44. Puthuchery Z. A., Rawal J., Mc Phail M., Connolly B., Ratnayake G. Acute skeletal muscle wasting in critical illness. *JAMA*. 2013;310(15):1591-600. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.278481>
 45. Chan J., Lu Y.-C., Yao M., Kosik R. O. Correlation between hand grip strength and regional muscle mass in older Asian adults: an observational study. *BMC Geriatr.* 2022;22(1):206. <https://doi.org/10.1186/s12877-022-02898-8>
 46. Willemke N., Aldo S., Harriët J. W., Hobbelen J. S. M., Schans C. P. The reliability and validity of ultrasound to

- quantify muscles in older adults: a systematic review. *J. Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2017;(8):702-712. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12210>
47. МЗ РФ Временные методические рекомендации. Медицинская реабилитация при новой коронавирусной инфекции (COVID-19) (версия 2). 30.07.2020. [Temporary guidelines Ministry of Health of the Russian Federation. Medical rehabilitation at a new coronavirus infection (COVID-19) (version 2). 30.07.2020. [In Russ.].
48. МЗ РФ Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19) (версия 13.1). 17.11.2021. [The prevention, diagnosis and treatment of the new coronavirus infection (COVID-19). Temporary guidelines Ministry of Health of the Russian Federation (version 13.1). 17.11.2021. [In Russ.].
49. Postigo-Martin P., Cantarero-Villanueva I., Lista-Paz A., Castro-Martín E., Arroyo-Morales M., Seco-Calvo J. COVID-19 rehabilitation prospective surveillance model for use by physiotherapists. *J. Clin. Med.* 2021;10(8):1691. <https://doi.org/10.3390/jcm10081691>
50. COVID-19 rapid guideline: managing the long-term effects of COVID-19. *National Institute for Health and Care Excellence: Clinical Guidelines*. London. NICE. 2020. <https://doi.org/10.1093/gerona/61.1.72.10.1136/bmj.n136>
51. Furtado G. E., Letieri R.V., Caldo-Silva A., Sardão V. A., Teixeira A. M. Sustaining efficient immune functions with regular physical exercise in the COVID-19 era and beyond. *Eur. J. Clin. Invest.* 2021;51(5):13485-13495. <https://doi.org/10.1093/gerona/61.1.72.10.1111/eci.13485>
52. Damiot A., Pinto A. J., Turner J. E., Gualano B. Immunological implications of physical inactivity among older adults during the COVID-19. *Gerontology*. 2020;66(5):431-438. <https://doi.org/10.1159/000509216>
53. Filgueira T. O., Castoldi A., Santos L. E. R., de Amorim G. J., de Sousa M. S. [et al.]. The relevance of a physical active lifestyle and physical fitness on immune defense: mitigating disease burden, with focus on COVID-19. *Consequences Souto Front. Immunol.* 2021;12:587146. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.587146>
54. Ranasinghe C., Ozemek C., Arena R. Exercise and well-being during COVID 19 – time to boost your immunity. *Expert. Rev. Anti. Infect. Ther.* 2020;18(12):1195-1200. <https://doi.org/10.1080/14787210.2020.1794818>

Поступила 11.02.2022

Сведения об авторах:

Заклякова Людмила Владимировна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры факультетской терапии и профессиональных болезней с курсом последипломного образования; тел.: 89086215352; e-mail: zaklagma@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4033-1619>

Закляков Константин Константинович, кандидат медицинских наук, заведующий отделением анестезиологии и реанимации № 1 службы анестезиологии-реанимации; тел.: 8-927-575-83-83; e-mail: dr_zaklyakov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3256-5172>

Левитан Болеслав Наумович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой факультетской терапии и профессиональных болезней с курсом последипломного образования; тел.: 89086169185; e-mail: boleev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6725-8290>

Осадчук Алексей Михайлович, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры гастроэнтерологии; тел.: 89276060940; e-mail: a.m.osadchuk2020@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8488-9235>

Шамгунова Белла Амановна, доктор медицинских наук, доцент кафедры госпитальной терапии; тел.: 89170917895; e-mail: bshamgunova@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-1671-1811>

Вознюк Максим Алексеевич, ассистент кафедры факультетской терапии и профессиональных болезней с курсом последипломного образования; тел.: 89648832300; e-mail: tayson91@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5902-6796>

© Коллектив авторов, 2022

УДК 612.018:001.89

DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2022.17110>

ISSN – 2073-8137

АДИПОНЕКТИН КАК ОСНОВНОЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ АДИПОКИНОВ: РОЛЬ В ПАТОЛОГИИ, ВОЗМОЖНОСТИ ТЭС-ТЕРАПИИ

С. А. Занин, Е. А. Чабанец, А. Х. Каде, П. П. Поляков, А. И. Трофименко, Е. С. Занина

Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар,
Российская Федерация

ADIPONECTIN AS THE MAIN REPRESENTATIVE OF ADIPOKINES: ROLE IN PATHOLOGY, POSSIBILITIES OF TES-THERAPY

Zanin S. A., Chabanets E. A., Kade A. Kh., Polyakov P. P., Trofimenko A. I., Zanina E. S.

Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

Формирование метаболического синдрома тесно связано с андронидным ожирением и развивающейся дисфункцией жировой ткани, одним из проявлений которых является нарушение продукции и функций адипонектина. В нашем обзоре речь пойдет об участии адипонектина в патогенезе ожирения и метаболического синдрома и о возможности коррекции гипoadипонектинемии при помощи транскраниальной электростимуляции, воздействующей на эндорфинергическую защитную систему головного мозга и обладающей другими плейотропными эффектами.

Ключевые слова: адипонектин, адипокины, воспаление, метаболический синдром, инсулинорезистентность, ТЭС-терапия