

Соматический пул белка, мышечная масса и саркопения как критерии нутритивного статуса в педиатрии

М. Т. Шакурова¹, <http://orcid.org/0009-0006-7140-1639>, shakurova.mt@mail.ru

А. Ю. Вашура^{1, 2}, <http://orcid.org/0000-0002-4296-3345>, avashura@gmail.com

Т. А. Ковтун¹, <http://orcid.org/0000-0002-0303-6899>, kovtunfnkc@gmail.com

Т. Н. Сорвачева³, <http://orcid.org/0000-0001-5587-3560>, sorvacheva@mail.ru

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева Министерства здравоохранения Российской Федерации; 117198, Россия, Москва, ул. Саморы Машела, 1

² Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации; 117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, 1

³ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования Министерства здравоохранения Российской Федерации; 125993, Россия, Москва, ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1

Резюме

Введение. Нутритивный статус отражает взаимосвязь потребления и метаболизма пищевых веществ в виде объективных параметров тела, его биологических сред и компонентов.

Результаты. Представлен обзор литературы. Для оценки нутритивного статуса используются доступные антропометрические параметры, имеющие доказанное клиническое и прогностическое значение (масса тела, индекс массы тела и др.). Тем не менее эти показатели не отражают в полной мере компонентный состав тела, что критически важно при некоторых заболеваниях и состояниях. Более информативным показателем является соматический пул белка — запас/физиологический резерв аминокислот в организме, который обеспечивает пул скелетно-мышечной массы. Мышечная ткань является основным резервом аминокислот в организме, она становится донором необходимого белка для репарации и обеспечения повышенных нужд в острую фазу заболевания/лечения пациентов с гиперкатаболизмом при хронических заболеваниях, травмах, в онкопедиатрии и др. Важным критерием оценки нутритивного статуса является анализ риска саркопии. Саркопия (снижение мышечной массы) и динапения (снижение мышечной силы) приводят к увеличению риска заболеваний, смертности и ухудшению качества жизни. Саркопия может иметь место не только при гиперкатаболизме, но и у детей с ожирением, что увеличивает риски инсулинорезистентности и метаболического синдрома, при этомкратно потенцируется неблагоприятный прогноз. Это свидетельствует о необходимости применения различных методов оценки мышечной массы/силы, а также выявления риска развития саркопии для адекватной, дифференцированной в зависимости от этиологических факторов нутритивной поддержки и других факторов реабилитации. В коррекции саркопии важно учитывать ее этиопатогенез.

Заключение. Увеличение белка в суточном рационе является эффективным средством, чтобы замедлить или предотвратить мышечный катаболизм и саркопию, в том числе у детей с ожирением. Однако восстановление скелетно-мышечной массы и профилактика саркопии это не изолированное увеличение белка в рационе, а полноценное питание с достаточным содержанием легкоусвояемого белка и с поиском и возможным устранением причин саркопии и факторов, способствующих ее усугублению.

Ключевые слова: педиатрия, нутритивный статус, саркопия, оценка нутритивного статуса.

Для цитирования: Шакурова М. Т., Вашура А. Ю., Ковтун Т. А., Сорвачева Т. Н. Соматический пул белка, мышечная масса и саркопия как критерии нутритивного статуса в педиатрии. Лечащий Врач. 2023; 9 (26): 22-30. <https://doi.org/10.51793/OS.2023.26.9.003>

Конфликт интересов. Авторы статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Somatic protein pool, muscle mass and sarcopenia as criteria for nutritional status in pediatrics

Medina T. Shakurova¹, <http://orcid.org/0009-0006-7140-1639>, shakurova.mt@mail.ru

Andrey Yu. Vashura^{1, 2}, <http://orcid.org/0000-0002-4296-3345>, avashura@gmail.com

Tatiana A. Kovtun¹, <http://orcid.org/0000-0002-0303-6899>, kovtunfnkc@gmail.com

Tatyana N. Sorvacheva³, <http://orcid.org/0000-0001-5587-3560>, sorvacheva@mail.ru

¹ Federal State Budgetary Institution Dmitry Rogachev National Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology of the Ministry of Health of the Russian Federation; 1 Samora Mashela str., Moscow, 117198, Russia

² Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education N. I. Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation; 1 Ostrovityanova str., Moscow, 117997, Russia

³ Federal State Budgetary Educational Institution of Additional Professional Education Russian Medical Academy of Continuing Professional Education of the Ministry of Health of the Russian Federation; 2/1 b. 1 Barrikadnaya str., Moscow, 125993, Russia

Abstract

Background. Nutritional status reflects the relationship between consumption and metabolism of nutrients, in the form of objective parameters of the body, its biological media and components.

Results. A review of the literature is presented. To assess nutritional status, available anthropometric parameters that have proven clinical and prognostic significance (body weight, body mass index, etc.) are used. However, these indicators do not fully reflect the component composition of the body, which is critically important for some diseases and conditions. A more informative indicator is the somatic protein pool – the reserve/physiological reserve of amino acids in the body, which provides a pool of skeletal muscle mass. Muscle tissue is the main reserve of amino acids in the body; it becomes a donor of the necessary protein for repair and to meet increased needs in the acute phase of the disease/treatment of patients with hypercatabolism in chronic diseases, injuries, oncopediatrics, etc. An important criterion for assessing nutritional status is the analysis of the risk of sarcopenia. Sarcopenia (decreased muscle mass) and dynapenia (decreased muscle strength) lead to increased risk of disease, mortality, and poor quality of life. Sarcopenia can occur not only in hypercatabolism, but also in obese children, which increases the risks of insulin resistance and metabolic syndrome, while the unfavorable prognosis is greatly enhanced. This indicates the need to use various methods for assessing muscle mass/strength, as well as identifying the risk of developing sarcopenia for adequate differentiated nutritional support and other rehabilitation factors depending on the etiological factors. In the correction of sarcopenia, it is important to take into account its etiopathogenesis. Increasing protein in the daily diet is effective in slowing or preventing muscle catabolism and sarcopenia, including in obese children. However, restoration of skeletal muscle mass and prevention of sarcopenia is not an isolated increase in protein in the diet, but a nutritious diet with a sufficient content of easily digestible protein and the search and possible elimination of the causes of sarcopenia and factors contributing to its aggravation.

Keywords: pediatrics, nutritional status, sarcopenia, assessment of nutritional status.

For citation: Shakurova M. T., Vashura A. Yu., Kovtun T. A., Sorvacheva T. N. Somatic protein pool, muscle mass and sarcopenia as criteria for nutritional status in pediatrics. *Lechaschi Vrach.* 2023; 9 (26): 22-30. (In Russ.) <https://doi.org/10.51793/OS.2023.26.9.003>

Conflict of interests. Not declared.

Нутритивный (НС), или пищевой, статус — это состояние питания и здоровья ребенка. НС отражает взаимосвязь потребления и метаболизма пищевых веществ в виде объективных параметров тела, его биологических сред и компонентов.

Для оценки нутритивного статуса у детей используют антропометрические показатели, данные фактического питания, биохимических параметров, а также анализ компонентного состава тела. НС отражает фактическое структурно-функциональное состояние организма (активной массы тела, жировых запасов, белков крови, мышц и др.), обусловленное предшествующим питанием и конституциональными, половыми, возрастными особенностями организма, а также изменениями в обмене веществ (катаболизм, гиперметаболизм) вследствие заболеваний и травм [1]. НС является определяющим показателем состояния здоровья человека, а в случае заболеваний, операций, истощающего лечения и травм — показателем его репаративного потенциала. Нутритивные нарушения являются прогностическим клиническим фактором, оказывающим непосредственное

влияние на смертность и количество госпитализаций [2]. Поэтому в клинике (как в стационарных, так и амбулаторных условиях) важной задачей является раннее выявление нутритивных нарушений или риска их развития для своевременной коррекции и мониторинга эффективности проводимой коррекции.

Оценка НС должна быть комплексной, основываться на антропометрических, инструментальных, лабораторных данных, результатах осмотра и опроса. Хотя существуют быстрые и легкодоступные параметры, отражающие НС и имеющие доказанное клиническое прогностическое значение, — прежде всего масса тела (относительно роста и возраста) и индекс массы тела (ИМТ) [3], тем не менее они не отражают в полной мере компонентный состав тела. Например, масса тела (и, соответственно, ИМТ) отражает в совокупности как жировую массу (избыток массы тела часто ассоциирован с ожирением), так и безжировую, в частности ее ключевую составляющую — скелетно-мышечную массу, имеющую критическое прогностическое значение. Однако при одновременном увеличении жировой массы и снижении безжировой

(потере соматического пула белка) ИМТ не дает в полной мере объективной оценки НС.

Особенно сложно выявить имеющийся белковый катаболизм по ИМТ у детей с нестабильным или тяжелым клиническим статусом, а также с ожирением. Нутритивная недостаточность может также маскироваться под показателем нормальной массы тела за счет отеков, роста солидной опухоли и накопления жировой массы [4]. В связи с этим масса тела и ИМТ не могут быть единственными достоверными показателями НС. Безусловно, основными скрининговыми методами оценки НС и его мониторинга в динамике остаются антропометрия (соматометрия) в силу своей доступности, неинвазивности и скорости выполнения [5]. В отдельных случаях необходимо проведение расширенной антропометрии с измерением окружностей плеча и мышц плеча, калиперометрии (измерение толщины кожной складки), динамометрии для выявления скрытых нутритивных нарушений и риска их развития [6]. Безусловно, более полную картину дают инструментальные методы анализа компонентного состава тела, позволяющие оценить удельный вес жировой массы (как подкожный, так и висцеральный пул), безжировую массу (и конкретно скелетно-мышечную), жидкость (вне- и внутриклеточную), состояние костной ткани (плотность и ее изменения) и т. д. Исследование компонентного состава тела необходимо для более точной оценки НС пациента и влияния проводимой нутритивной поддержки на состояние энергетических и пластических запасов организма. В настоящее время рекомендуются несколько видов инструментального исследования компонентного состава тела: биоимпедансный анализ (БИА), двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (ДРА) и магнитно-резонансная томография (МРТ). Универсального «золотого стандарта» в исследовании тканевого состава тела среди этих методов нет, особенно у детей с хроническими заболеваниями, однако, в комплексе с данными анамнеза, осмотра и антропометрии, каждый из данных методов позволяет существенно прояснить характеристику НС [5].

Дополнительными критериями оценки НС и его скрытых изменений (особенно величины висцерального пула белка), а также мониторинга адекватности и переносимости нутритивной поддержки являются лабораторные параметры. Величина соматического пула белка может непосредственно отражать белково-энергетическую недостаточность, указывать на гиперкатаболизм, дефицит или недостаточность обеспечения белковой потребности. Также белковый метаболизм тесно связан с углеводным и жировым, а при дефиците энергии (прежде всего за счет глюкозы) активизируется глюконеогенез, субстратом которого являются в том числе и аминокислоты. Соматический пул белка — это прогностический показатель, его прогрессирующее истощение или длительный дефицит ассоциированы с неблагоприятными исходами.

Соматический пул белка — это запас, а вернее физиологический резерв аминокислот в организме, который обеспечивает пул скелетно-мышечной массы (СММ). Необходимые для различных нужд аминокислоты (обеспечения глюконеогенеза, поддержания висцерального пула белков-транспортёров, иммуноглобулинов, ферментов, обеспечения активных репаративных процессов) изымаются из мышечной ткани,

особенно при отсутствии их пополнения алиментарным путем. СММ выступает донором необходимых организму (здесь и сейчас!) аминокислот точно так же, как скелет выполняет роль донатора необходимого количества кальция, если таковое в крови оказывается ниже текущих потребностей. Это критически важно для детей с хроническими истощающими заболеваниями, подвергающихся токсичным или истощающим методам лечения, после обширных хирургических вмешательств, тяжелых и длительных инфекций, обширных органических поражений, требующих огромного количества белка для репарации [7].

Учитывая, что от 50 до 75% всего белка организма находится в мышцах, уровень СММ является важным показателем физического развития, определяет прогностическую значимость состояния соматического (и висцерального) пула белка и клиническую значимость его определения в рутинной практике. Это важно как для прогноза эффективности терапии, так и способности больного перенести болезнь и ее лечение и восстановиться. Параметры, характеризующие СММ, можно разделить на морфологические (определяющие величину, массу и объем мышечной ткани — локальной или на уровне всего организма) и функциональные (определяющие функцию мышечной массы и ее состояние). Величина соматического пула белка является одной из ключевых составляющих нутритивного статуса организма и в этом плане объединяет массу мышечной ткани и ее функцию.

Наиболее распространенным антропометрическим методом оценки соматического пула белка является вычисление окружности мышц плеча (ОМП). По факту, ОМП является вторым (после ИМТ) ключевым показателем антропометрии для оценки нутритивного статуса, поскольку дает возможность косвенно оценить величину соматического пула белка, независимо от величины массы тела пациента [5]. Однако, как и все антропометрические параметры, ОМП крайне чувствительна к методике измерения — при малейшем ее нарушении показания могут существенно искажаться.

Для косвенной оценки пула белка используется безжировая (или тощая) масса тела, которая складывается из общей воды организма и сухой массы тела без жира, основным (по массе) компонентом которой является СММ. Безжировая масса тела — один из ключевых расчетных параметров БИА, который является недорогим, легковоспроизводимым и корректным методом как для амбулаторных, так и для стационарных пациентов разных возрастов [8].

Но при выраженном истощении, нарушениях гидратации часто наблюдаются изменения водных сред организма (существенный дисбаланс объемов вне- и внутриклеточной жидкости и др.), в результате которых данный показатель состояния белкового обмена становится малоинформативным. С учетом этого некоторые авторы предлагают использовать «сухую массу тела без жира», которая рассчитывается как разница между безжировой массой и общей водой организма. Фактически данный показатель отражает массу сухого вещества клеток организма (за исключением жировой ткани), которая складывается преимущественно из белков скелетных мышц и внутренних органов.

Идеальным является прямое исследование СММ, однако это пока инструментально невозможно на живом организме. В настоящее время для оценки СММ использует-

ся широкий спектр различных методик. Компьютерная томография (КТ) и МРТ считаются золотыми стандартами оценки мышечной массы из-за их точности, особенно при оценке состояния мышц и их трофики [9]. Однако ряд факторов ограничивает использование методов визуализации в обычной клинической практике, включая высокую стоимость, ограниченный доступ к оборудованию, облучение и противопоказания для сканирования [8]. ДРА в настоящее время является наиболее широко используемым методом количественного определения мышечной массы, поскольку этот метод быстрый, простой, недорогой, более доступный, чем КТ/МРТ, и связан с минимальным облучением [9]. Несмотря на доказанную эффективность и определенную точность указанных методик, пока нет четких универсальных референсных показателей для педиатрической популяции, особенно для детей с хроническими, истощающими метаболическими заболеваниями [10]. К тому же ДРА, как и БИА, довольно чувствительна к состоянию гидратации пациента [11]. Тем не менее их рутинное применение позволяет с достаточной точностью выявлять дефицит СММ — соматического пула белка, особенно скрытый.

Что касается функциональной составляющей СММ, нужно учитывать, что ее функция не ограничивается только поддержанием позиции тела (баланса) и выполнением движения (как связанного непосредственно с локомоцией, так и с осуществлением иных опосредованных, но жизненно важных функций — приемом пищи, дыханием и пр.). СММ также является органом, критически важным для инсулин-ассоциированного клиренса глюкозы — де-факто для обеспечения контроля уровня гликемии посредством депонирования и утилизации избытка глюкозы в крови, которые организм регулирует через инсулин [12]. Кроме того, СММ продуцирует цитокины (миокины), фактически действуя как эндокринный орган, и выполняет функцию термогенеза. С одной стороны, снижение объема и (или) массы мышц (особенно в результате болезни или голодания) приводит к нарушению функций СММ. С другой стороны, в прогностическом плане целесообразна оценка (в скрининге или динамически) функции СММ. Показано, что величина СММ (особенно определяемая при измерении ОМП и другими косвенными показателями) и ее моторная функция не строго коррелируют друг с другом (по крайней мере у взрослых) [13].

Для определения моторной функции традиционно используется измерение силы мышц — динамометрия. Наиболее распространена кистевая динамометрия — измерение силы мышц-сгибателей пальцев кисти. Считается, что она является не только отражением силы рук, но и показателем развития мышц всего тела, функциональных возможностей организма и важным диагностическим критерием оценки общего состояния здоровья человека [14]. Также исследователи давно используют становую динамометрию и измерение силы разгибания и сгибания колена (в том числе с помощью специальных современных динамометров) [15]. Результаты кистевой динамометрии предлагается использовать в качестве прогностического индикатора кардиометаболического риска [16], для определения возбудимости центральной нервной системы [17], оценки риска развития недостаточности питания, осложнений после хирургических операций, переломов, риска госпитализаций, скорости восстановления

после перенесенных заболеваний, прогноза риска смерти и инвалидизации [18, 19], а также как интегральный показатель физического развития. Вследствие чего данное исследование широко используется при массовых обследованиях различных категорий населения.

Следует также упомянуть о методах оценки физической работоспособности, которые хотя и не оценивают мышечную силу и функцию как таковую, но давно зарекомендовали себя в качестве эффективных скрининговых интегральных методов, с успехом применяемых как во взрослой практике, так и в педиатрии. Для этого, например, используют тесты физического функционирования: измерение времени прохождения 8 футов (около 2,5 метра), времени подъема со стула и возвращения в сидячее положение 5 раз, баланса и устойчивости в стойке на двух ногах и других позициях [20]. Также для исследования работоспособности и функциональных резервов измеряют скорость ходьбы [21] и проводят широко известный тест 6-минутной ходьбы [22]. Для детей младшего возраста (2-12 лет) используют тест Бруинкса — Озерского на моторные навыки (BOT-2), способ оценки движения для детей (MABC-2), моторные шкалы развития (PDMS-2), тест общего моторного развития (TGMD-2) [23]. Параметры моторной функции или оценки физической работоспособности, в составе комплексного обследования детей в условиях стационара или в реабилитационных центрах, позволяют существенно детализировать оценку как эффективности проводимой коррекции (не только нутритивной), так и нарушений и их причин как таковых [24].

Безусловно, важным критерием оценки нутритивного статуса является анализ риска развития саркопении. Термин «саркопения», состоящий из греческих слов *sarco* (плоть) и *penia* (недостаток), впервые был использован Ирвином Розенбергом [25] для обозначения снижения мышечной массы (и ее функции) вследствие естественного процесса старения. Авторы начали связывать потерю мышечной массы не только со снижением мышечной (двигательной, локомоторной) функции, но и с увеличением риска заболеваний, ухудшением их течения и качества жизни. В процессе появления исследовательских работ и анализа клинических наблюдений определение уточнялось, равно как и сам термин. Так, например, Fearon с соавт. в 2011 году [26] предлагали термин «миопения», обозначающий клинически значимую потерю массы мышц и их функции и/или связанный с этим повышенный риск заболеваемости и смертности независимо от возраста.

Delmonico и соавт. [27] определяли этот процесс как синдром, который характеризуется прогрессирующей генерализованной потерей массы и силы скелетных мышц и сопровождается повышением риска таких неблагоприятных исходов, как инвалидность, ухудшение качества жизни и смертность. Поскольку мышечная масса (особенно определяемая косвенными методами оценки, например путем измерения ОМП и БИА) и мышечная сила не строго коррелируют друг с другом и степень этой (не)корреляции существенно зависит от различных патологических состояний, был предложен термин «динапения», отражающий именно снижение мышечной силы, которое, по мнению авторов, более тесно ассоциировано как с состоянием мышц (степенью их повреждения, нарушения трофики), так и с неблагоприятными клиниче-

скими прогнозами [28]. На данный момент авторы не пришли к единой терминологии и диагностическим критериям данного состояния.

Важно, что исследователи уже с середины 2000-х годов перестали рассматривать саркопению исключительно в рамках неизбежных тканевых изменений в процессе старения. Значительная часть исследователей рассматривают ее как результат (конечный или промежуточный) патологических процессов в различном возрасте, связанных с заболеванием и/или травмой. Согласно приведенному выше определению саркопении (миопении) Fearon и соавт. [29], она рассматривается независимо от возраста. По данным литературы в настоящее время рассматривают два вида саркопении в зависимости от причины:

- первичная, развивающаяся с возрастом;
- вторичная, связанная с ограничением физической активности (постельный режим, ограниченная подвижность, пребывание в условиях невесомости), нарушением питания (нарушение поступления и усвоения белка и энергии с пищей) и тяжелыми заболеваниями (терминальные стадии болезней, воспалительные, эндокринные, онкологические и другие) [9, 30–32].

При первичной саркопении во время старения снижается метаболизм белка, и реакции на анаболические стимулы во время еды притупляются. Предполагается, что эта так называемая анаболическая резистентность служит основным фактором, способствующим потере мышечной массы у взрослых и пожилых людей, чему также способствуют бездействие или обездвиженность, хроническое воспаление и окислительный стресс. Состояние окислительного стресса запускает патогенез мышечной атрофии при хронических заболеваниях, когда высвобождение воспалительных цитокинов приводит к снижению чувствительности мышц к анаболическому действию лейцина [33].

Вторичная саркопения может быть отражением негативных процессов функционирования организма больного и снижения его репаративного потенциала в целом из-за дефицита соматического пула белка как ключевого компонента этого потенциала. Предполагается, что саркопения является результатом множественных факторов, действующих в совокупности и в разных сочетаниях в каждом отдельном случае, при этом невозможно определить общую основную причину [34]. Однако процессы и их направленность при обоих видах саркопении общие [33]. В рутинной практике (особенно в онкологии) нередко саркопению связывают с кахексией, однако это разные состояния, которые могут быть связаны друг с другом или нет [35]. Чаще кахексия как раз и является одним из ключевых факторов развития саркопении [36].

Среди причин саркопении рассматривают:

- генетические — ассоциированные с гормоном роста, экспрессией рецепторов к нему, изменениями синтеза инсулин-подобного фактора роста, (дис)балансом синтеза миостатинов. Это частично объясняет, почему саркопения и миостатоз у некоторых людей с возрастом развиваются быстрее и обширнее, чем у других [37];
- общий воспалительный синдром, ведущий к увеличению катаболизма белка (а при его длительном сохранении и продолжающемся воспалении — к кахексии), синтезу провоспа-

лительных цитокинов, увеличению образования активных свободных радикалов (дополнительному повреждению клеток и тканей). Исследователи отмечают роль воспалительных факторов в разных возрастных популяциях в развитии саркопении/миопении [38]. Определенный интерес вызывают работы по изучению связи повреждения моторных нейронов и (или) эфферентных волокон (как в процессе старения, так и в результате патологического воздействия в детском и молодом возрасте) с мышечной дистрофией и динапенией [39].

В качестве еще одной из причин, конечно же, рассматривается алиментарная, выражающаяся в дефиците поступления нутриентов (причем не только и не столько белка, сколько всех необходимых нутриентов, особенно длительном). Чаще нутритивный дисбаланс входит в общий этиопатогенетический комплекс. Однако алиментарный фактор является существенным и даже критическим на этапе коррекции саркопении у детей.

Отмечают связь выраженных нарушений состава микробиоты человека с риском прогрессирования саркопении [40]. Состав микробиоты кишечника может изменяться при воспалительных и хронических заболеваниях, патогенные виды микроорганизмов выделяют эндотоксины, повреждающие мышечную ткань, и способствуют развитию саркопении [41]. Анализируя соотношение видов бактерий в кишечнике у пациентов с саркопенией, van Tongeren с соавт. [42] наблюдали тенденцию роста патогенной микробиоты — *Ruminococcus* (12,7%), *Atopobium* (4,3%), *Enterobacteriaceae* (0,3%) и снижение здоровой микробиоты за счет *Faecalibacterium* (0,7%), *Lactobacillus* (0,01%), *Bacteroides*/превотелла (9,4%), эубактерии/кlostридии (13,2%). Микробиота пациентов с саркопенией характеризуется уменьшением видового разнообразия за счет *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Faecalibacterium* и *Actinobacteria* и усиления колонизации оппортунистическими видами *Proteobacteria*, стафилококком, стрептококком, энтерококком [40]. Единого мнения по поводу взаимосвязи кишечной микробиоты и прогрессирования саркопении в настоящее время нет. Все эти изменения, как патофизиологические, так и клинические, свойственные саркопении, миопении и динапении, наблюдаются и в педиатрии. Помимо негативных прогнозов, данные нарушения свидетельствуют о рисках замедления темпов как физического, так и умственного развития [43].

Как во взрослой, так и в педиатрической популяции саркопению рассматривают как результат взаимодействия множества патологических (возможно, не связанных друг с другом) причин. Саркопения отражает истощение физиологических резервов (прежде всего белка), общую метаболическую декомпенсацию и, в конечном итоге, нутритивную недостаточность. Ряд авторов называют такое состояние словом frailty [44], что означает «хрупкость», «слабость», «непрочность». Саркопения очень часто встречается в онкологии и сопровождается противоопухолевым лечением, нередко сохраняясь даже после его успешного завершения и являясь одним из ключевых индикаторов репаративного потенциала [45]. Отмечают прогностическую связь саркопении у онкологических пациентов с неблагоприятными прогнозами. В работе Дикова с соавт. представлен обзор исследований о негативном прогностическом значении саркопении у пациентов с опухолями желудочно-кишечного тракта, возникшей как

на этапе манифестации основного заболевания, так и в процессе лечения [32].

На данный момент в литературе упоминания о саркопении в педиатрической популяции связаны с еще одним патологическим состоянием — саркопеническим ожирением, которое детально описано в недавнем обзоре А.Н. Завьяловой с соавт. [46]. Термин «саркопеническое ожирение», как и «саркопения», тоже пришел из геронтологии. Ввел его в медицинскую практику Baumgartner [47], описавший в конце 1990-х годов характерные изменения мышечной ткани у пожилых людей. По факту саркопеническое ожирение следует понимать как сосуществование у одного человека двух противоположных состояний — ожирения и истощения [48]. В этом плане понятие «истощение» вполне применимо к детям с ожирением и имеет место в клинической практике (например, известный эффект глюкокортикостероидов, именуемый экзогенным гиперкортицизмом). Саркопеническое ожирение — избыточное накопление жировой ткани, сочетающееся с потерей мышечной массы и силы. Каждое из этих состояний дает свой неблагоприятный эффект и деструктивный вклад, при этом общий негативный эффект существенно потенцируется. Кроме того, одно состояние может быть дополнительным ускорителем неблагоприятных последствий другого. Например, установлено, что саркопения является фактором риска инсулинорезистентности и более высокого риска метаболического синдрома у детей и подростков [49].

Ожирение определяется как избыточное увеличение массы тела за счет чрезмерного накопления жировой ткани. А вместе с избыточным накоплением жировой ткани параллельно может развиваться и саркопения как тканевый дисбаланс в виде уменьшения безжировой массы тела и увеличения жировой. При этом выявить имеющиеся нутритивные нарушения сложно: дефицит безжирового компонента компенсируется увеличением жировой ткани, что внешне показывает «нормальную» массу тела и ИМТ. Соответственно, у детей с ожирением (и по ИМТ, и по данным осмотра) может отмечаться скрытая саркопения. К группам риска по развитию саркопенического ожирения в педиатрической популяции можно отнести детей с мышечными дистрофиями (особенно врожденными), маломобильных пациентов, получающих гормональную терапию (особенно и наиболее часто — глюкокортикостероиды), имеющих распространенный воспалительный процесс и вызванный им гиперкатаболизм, больных с эндокринными нарушениями, а также детей с опухолями центральной нервной системы [50].

Саркопеническое ожирение — серьезное патологическое состояние в педиатрии, неблагоприятная прогностическая роль которого обусловлена тремя причинами:

- 1) описанным выше потенцированием неблагоприятных прогнозов;
- 2) сложностью выявления/диагностики (только антропометрии с ИМТ и определением величины стандартного отклонения или перцентиля этого параметра от нормы здесь недостаточно);
- 3) сложностью коррекции, что связано с разными подходами к диетологической коррекции ожирения и истощения (а точнее саркопении). Но самое главное, они понимаются когнитивно в разных концептуальных (не совсем верных!) ключах: одного ребенка — откормить, другого — ограничить

в калориях. Такое понимание никоим образом не влияет конструктивно на возможности коррекции саркопенического ожирения в педиатрии.

Для диагностики саркопенического ожирения, помимо инструментальных методов анализа состава тела, может быть использована оценка мышечной силы (кистевая динамометрия), а также сбор анамнеза и осмотр ребенка (качественный опрос и осмотр в исполнении грамотного специалиста — надежный диагностический инструмент).

Подходы к коррекции саркопении/дефицита соматического пула белка

Поскольку саркопения и дефицит соматического пула белка имеют неблагоприятную значимость, важной задачей является своевременная коррекция. Подходы не универсальны и зависят от ряда факторов: сочетается ли саркопения с ожирением (имеется ли у пациента саркопеническое ожирение), патогенез саркопении (этиопатогенетическая причина), возраст.

Профилактика и лечение саркопенического ожирения предусматривают, с одной стороны, коррекцию питания — переход к адекватному по пищевой и энергетической ценности рациону с достаточной долей белка и микронутриентов, а с другой стороны — регулярную анаэробную и аэробную физическую нагрузку. Рацион не должен быть дефицитным, ребенок должен получать все необходимые ему нутриенты в полном объеме. Это принципиально, поскольку часто низкокалорийная диета воспринимается как голодание, что может стать дополнительным фактором развития саркопенического ожирения. Важным аспектом является и адекватное пищевое поведение. Необходимо помнить, что на первом году жизни во время введения прикорма следует познакомить ребенка со всеми основными группами продуктов и вкусами, в раннем возрасте формировать режим приема пищи, а также привычку делать пищевой выбор в пользу натуральных продуктов с высокой биологической ценностью. В питании ребенка грудного и раннего возраста целесообразно использовать продукты промышленного выпуска, которые являются не только безопасными по химическим и биологическим показателям, но и удобны в применении. Примером таких продуктов являются продукты для питания детей раннего возраста, выпускаемые под брендом «ФрутоНяня».

Анаэробная нагрузка на практике предусматривает кратковременную интенсивную физическую нагрузку с частотой 2-3 раза в неделю. При этом должны быть задействованы крупные мышцы. Возможно использование тренажеров, утяжелителей или веса собственного тела. Физические упражнения, особенно анаэробная нагрузка, могут улучшить качество мышц. В исследовании у пожилых людей, регулярно выполняющих анаэробные физические упражнения, состояние скелетных мышц существенно не отличалось от молодых [51].

Необходимо учитывать этиопатогенез саркопении. У пациентов, в силу различных причин ведущих малоподвижный образ жизни, часто развивается саркопения, которая может сопровождаться остеопенией [52]. Крайне важными для таких пациентов, помимо адекватного нутритивного сопровождения, являются лечебная физкультура и массаж, которые позволяют улучшить трофику мышечной ткани и профилактировать сарко-/динапению (и неблагоприятные их последствия).

Представляет сложность проблема коррекции саркопении при кахексии, когда имеет место истощающий гиперкатаболизм на фоне системного воспалительного ответа, например, в онкопедиатрии. Важно понимать, что, пока протекают провоспалительные процессы и организм перевел свой метаболизм в сторону гиперкатаболизма, справиться с саркопенией почти невозможно [36]. В качестве средства профилактики, а в дальнейшем и коррекции саркопении может быть использована нутритивная поддержка. Потребление белка с пищей является наиболее важным фактором поддержания массы скелетных мышц, что доказано как в условиях эксперимента, так и у пациентов с нутритивной недостаточностью [53]. Адекватное потребление белка предотвращает потерю мышечной массы у больных с саркопеническим ожирением при диете, направленной на снижение веса. Увеличение белка в суточном рационе является наиболее эффективным средством, чтобы замедлить или предотвратить мышечный катаболизм. Однако в фазе гиперкатаболизма, особенно в критических условиях и при дефиците энергии, организм будет использовать белок прежде всего в энергетических целях. Поэтому восстановление СММ и профилактика саркопении — это не изолированное увеличение белка в рационе, а полноценное (по всем нутриентам) питание с относительно высоким содержанием легкоусвояемого белка [43].

Заключение

Оценка нутритивного статуса требует комплексного подхода и не ограничивается только анализом антропометрических показателей (вес, ИМТ) и состояния фактического питания. Соматический пул белка, важный параметр нутритивного статуса, — это прежде всего (функционально и морфологически) пул СММ, а масса и сила мышц имеют доказанное прогностическое влияние на риски возникновения и течение заболевания, эффективность лечения и качество жизни. Безусловного внимания заслуживает новый взгляд на саркопению в педиатрической практике. Ведь впервые она была описана как возрастная потеря мышечной массы у пожилых людей. В настоящее время саркопения рассматривается как результат множественных факторов, действующих в совокупности и в разных сочетаниях.

В педиатрической практике эта тема не имеет долгой истории исследований. Однако в ряде работ уже показано, что саркопения встречается у педиатрических пациентов, а дефицит соматического пула белка имеет неблагоприятные последствия, усугубляющие прогнозы основного заболевания.

В настоящее время не разработаны стандарты и методические подходы к диагностике и лечению саркопении у детей, в том числе с ожирением. Необходимо дальнейшее изучение данной проблемы, причем работы в этом направлении активно проводятся, в том числе отечественной медицинской наукой. Лечащему педиатру важно учитывать состояние СММ (функцию и объем) его пациентов путем анализа хотя бы минимальной антропометрической оценки, тщательного сбора анамнеза, опроса и внимательного осмотра. А в плане коррекции и профилактики необходимо учитывать, что дети с ожирением могут иметь саркопению, поэтому рекомендуемая диета не должна носить ограничительный характер, а, наоборот, адекватно обеспечивать потребность пациента во всех необходимых нутриентах. Не следует также рекомен-

довать ребенку с саркопенией повышенную дозу белка: дефицит соматического пула белка и саркопения не купируются исключительно увеличением легкоусвояемого белка в рационе или нутритивной поддержке. Необходимо полноценное обеспечение всеми необходимыми пищевыми веществами. Также при коррекции саркопении следует учитывать ее этиопатогенетическую причину и устранять причины и факторы, способствующие ее развитию и усугублению. ■

Вклад авторов:

Авторы внесли равный вклад на всех этапах работы и написания статьи.

Contribution of authors:

All authors contributed equally to this work and writing of the article at all stages.

Литература/References

1. *Хорошилов И. Е., Панов П. Б.* Клиническая нутрициология: учеб. пособие. Под ред. А. В. Шаброва. СПб: ЭЛБИ-СПб, 2009. 284 с.
[Khoroshilov I. Ye., Panov P. B. Clinical nutritionology: textbook. Allowance. Pod red. A. V. Shabrova. SPb: ELBI-SPb, 2009. p 284 (In Russ.)]
2. *Гудков Р. А., Дмитриев А. В., Федина Н. В.* Нарушения нутритивного статуса и коморбидность у детей. Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2016; 1: 56–62.
[Gudkov R. A., Dmitriev A. V., Fedina N. V. Nutritional status disorders and comorbidities in children. Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya Medicina. 2016; 1: 56–62. (In Russ.)]
3. *Butte N. E., Garza C., de Onis M.* Evaluation of the feasibility of international growth standards for school-aged children and adolescents. Food Nutr Bull. 2006; 27: 4: Suppl 2: 169–174.
4. *Полевиченко Е. В.* Нутритивные аспекты лечения злокачественных новообразований у детей. Российский медицинский журнал. Онкология. 2009; 22 (17): 1512–1516.
[Polevichenko E. V. Nutritivnye aspekty lecheniya zlokachestvennykh novoobrazovaniy u detey. Rossiiskii meditsinskii zhurnal. Onkologiya. 2009; 22 (17): 1512–1516. (In Russ.)]
5. *Mehta N. M., Corkins M. R., Lyman B., Malone A., Goday P. S., Carney L., et al.* Defining pediatric malnutrition: a paradigm shift toward etiology-related definitions. JPEN. 2013; 37 (4): 460–481.
6. *Klanjssek P., Pajnikihar M., Marcun Varda N., Povalej Brzan P.* Screening and assessment tools for early detection of malnutrition in hospitalised children: a systematic review of validation studies. BMJ Open. 2019; 9 (5): e025444.
7. *Myatt M., Khara T., Collins S.* A review of methods to detect cases of severely malnourished children in the community for their admission into community-based therapeutic care programs. Food Nutr Bull. 2006; 27 (3): Suppl: S7–S23.
8. *Chien M. Y., Huang T. Y., Wu Y. T.* Prevalence of Sarcopenia Estimated Using a Bioelectrical Impedance Analysis Prediction Equation in Community-Dwelling Elderly People in Taiwan. J Am Geriatr Soc. 2008; 56: 1710–1715. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2008.01854.
9. *Cruz-Jentoft A. J., Baeyens J. P., Bauer J. M., et al.* European Working Group on Sarcopenia in Older People. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. Age and Ageing. 2010; 39 (4): 412–423. DOI: 10.1093/ageing/afq034.
10. *Buckinx F., Landi F., Cesari M., Fielding R. A., Visser M., Engelke K., et al.* Pitfalls in the Measurement of Muscle Mass: A Need for a Reference Standard. J Cachexia Sarcopenia Muscle. 2018; 9: 269–278. DOI: 10.1002/jcsm.12268.
11. *Gilligan L. A., Towbin A. J., Dillman J. R., Somasundaram E., Trout A. T.* Quantification of Skeletal Muscle Mass: Sarcopenia as a Marker of Overall

- Health in Children and Adults. *Pediatr Radiol.* 2020; 50: 455-464.
DOI: 10.1007/s00247-019-04562-7.
12. Meyer C., Dostou J. M., Welle S.L., Gerich J. E. Role of human liver, kidney, and skeletal muscle in postprandial glucose homeostasis. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 2002; 282: E419-E427.
13. Visser M., Goodpaster B. H., Kritchevsky S. B., Newman A. B., Nevitt M., Rubin S. M., et al. Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2005; 60: 324-333.
14. Турушева А. В. Сравнение результатов измерений, полученных с использованием динамометра ДК-50 и динамометра Jamar® plus. Российский семейный врач. 2018; 22 (1): 12-17.
[Turusheva A. V. Comparison of measurement results obtained using a DK-50 dynamometer and a Jamar® plus dynamometer. *Rossiyskiy semeynyy vrach.* 2018; 22 (1): 12-17 (In Russ.)]
15. Guralnik J. M., Simonsick E. M., Ferrucci L., Glynn R. J., Berkman L. F., Blazer D. G., Scherr P. A., Wallace R. B. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *The Journal of Gerontology.* 1994; 49 (2): M85-94. DOI: 10.1093/geronj/49.2.m85.
16. Peterson M. D., Gordon P. M., Smeding S., Visich P. Grip Strength Is Associated with Longitudinal Health Maintenance and Improvement in Adolescents. *J Pediatr.* 2018; 202: 226-230. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2018.07.020>.
17. Скоморох С. Е. Кистевая динамометрия как метод определения возбудимости ЦНС. Проблемы развития физической культуры и спорта в новом тысячелетии. 2015; (1): 242-244.
[Skomorokh S. Ye. Carpal dynamometry as a method for determining the excitability of the central nervous system. *Problemy razvitiya fizicheskoy kul'tury i sporta v novom tysyacheletii.* 2015; (1): 242-244 (In Russ.)]
18. Norman K., Stobaus N., Gonzalez M. C., Schulzke J.-G., Pirlich M. Hand grip strength: outcome predictor and marker of nutritional status. *Clin Nutr.* 2011; 30 (2): 135-142.
19. Leong D. T., Koon R., Sumathy L.-J., Patricio A., Alvaro O., Andres S., et al. Prognostic value of grip strength: Findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *Lancet.* 2015; 386 (9990): 266-273.
20. Peel N. M., Kuys S. S., Klein K. Gait speed as a measure in geriatric assessment in clinical settings: a systematic review. *The Journal of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences.* 2013; 68 (1): 39-46. DOI: 10.1093/gerona/gls174.
21. Griffiths A., Toovey R., Morgan P. E., Spittle A. J. Psychometric properties of gross motor assessment tools for 141 children: a systematic review. *BMJ Open.* 2018; 8 (10): e021734. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-021734.
22. American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 9th ed. Baltimore, Wolters Kluwer, Lippincott Williams & Wilkins; 2014: p. 482. ISBN: 978-1-60913-605-5.
23. Dara N., Sayyari A. A., Imanzadeh F. Hepatic encephalopathy: early diagnosis in pediatric patients with cirrhosis. *Iranian Journal of Child Neurology.* 2014; 8 (1): 1-11.
24. Вашура А. Ю., Рябова А. А., Лукина С. С., Касаткин В. Н., Карелин А. Ф. Влияние нутритивных изменений на состояние моторной функции у детей с опухолями ЦНС и ОЛЛ в ремиссии. Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация. 2019; 1 (3): 18-26. DOI: 10.36425/2658-6843-2019-3-18-26.
[Vashura A. Yu., Ryabova A. A., Lukina S. S., Kasatkin V. N., Karelin A. F. The influence of nutritional changes on the motor skills in children with tumors of central nervous system and acute lymphoblastic leukemia in remission. 2019; 1 (3): 18-26. DOI: 10.36425/2658-6843-2019-3-18-26 (In Russ.)]
25. Rosenberg I. H. Sarcopenia: origins and clinical relevance. *The Journal of Nutrition.* 1997; 127 (5): 990S-991S.
26. Fearon K., Evans W. J., Anker S. D. Myopenia – a new universal term for muscle wasting. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2011; 2: 1-3.
27. Delmonico M. J., Harris T. B., Lee J. S., et al. Alternative definitions of sarcopenia, lower extremity performance, and functional impairment with aging in older men and women // *Journal of the American Geriatrics Society.* 2007; 55 (5): 769-774.
28. Rossi A. P., Bianchi L., Volpato, et al. Dynapenic abdominal obesity as predictor of worsening disability, hospitalization, and mortality in older adults: results from the InCHIANTI Study. *J Gerontol Med Sci.* 2017; 72: 1098-1104.
29. Fearon K., Evans W. J., Anker S. D. Myopenia – a new universal term for muscle wasting. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2011; 2: 1-3.
30. Мокрышева Н. Г., Крупинова Ю. А., Володичева В. Л., Мирная С. С., Мельниченко Г. А. Саркопения глазами эндокринолога. Ожирение и метаболизм. 2018; 15(3): 21-27.
[Mokrysheva N. G., Krupinova Yu. A., Volodicheva V. L., Mirnaya S. S., Mel'nichenko G. A. Sarcopenia through the eyes of an endocrinologist. *Ozhirenie i metabolism.* 2018; 15 (3): 21-27. (In Russ.)] DOI: 10.14341/OMET9792
31. Geng J., Deng L., Qiu S., Bian H., Cai B., Jin K., et al. Dietary inflammatory potential and risk of sarcopenia: data from national health and nutrition examination surveys. *Aging* 2020; 13 (2): 1913-1928. DOI: 10.18632/aging.202141.
32. Дикова Т. С., Зацепина А. Ю., Федоринов Д. С., Лядов В. К. Саркопения, саркопеническое ожирение, миостеатоз как факторы неблагоприятного прогноза при опухолях желудочно-кишечного тракта: обзор литературы. Современная онкология. 2021; 23 (1): 141-147. DOI: 10.26442/18151434.2021.200715.
[Dikova T. S., Zatsepina A. Yu., Fedorinov D. S., Lyadov V. K. Sarcopenia, sarcopenic obesity, myosteatos as unfavorable prognosis factors for tumors of the gastrointestinal tract: a review of the literature. *Sovremennaya onkologiya.* 2021; 23 (1): 141-147. DOI: 10.26442/18151434.2021.200715. (In Russ.)]
33. Lang T., Streeper T., Cawthon P., et al. Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. *Osteoporos International.* 2010; 21 (4): 543-559. <https://doi.org/10.1007/s00198-009-1059-y>.
34. Kim K. M., Jang H. C., Lim S. Differences Among Skeletal Muscle Mass Indices Derived From Height-, Weight-, and Body Mass Index-Adjusted Models in Assessing Sarcopenia. *Korean J Intern Med.* 2016; 31: 643-650. DOI: 10.3904/kjim.2016.015.
35. Chumlea W. C., Cesari M., Evans W. J., Ferrucci L., Fielding R. A., Pahor M., Studenski S., Vellas B. Sarcopenia: designing phase IIB trials. *J Nutr Health Aging.* 2011; 15: 450-455.
36. Muscaritoli M., Anker S. D., Argiles J., Aversa Z., Bauer J. M., Biolo G., Boirie Y., Bosaeus I., Cederholm T., Costelli P., et al. Consensus definition of sarcopenia, cachexia and pre-cachexia: joint document elaborated by Special Interest Groups (SIG) "cachexia-anorexia in chronic wasting diseases" and "nutrition in geriatrics". *Clin Nutr.* 2010; 29: 154-159.
37. Di Iorio A., Abate M., Di Renzo D., Russolillo A., Battaglini C., Ripari P., Saggini R., Paganelli R., Abate G. Sarcopenia: age-related skeletal muscle changes from determinants to physical disability. *Int J Immunopathol Pharmacol.* 2006; 19: 703-719.
38. Neels J. G., Olefsky J. M. Inflamed fat: what starts the fire? *J Clin Invest.* 2006; 116: 33-35.
39. Luff A. R. Age-associated changes in the innervation of muscle fibers and changes in the mechanical properties of motor units. *Ann N Y Acad Sci.* 1998; 854: 92-101.
40. Николайчук А. В., Соколова А. В., Драгунов Д. О., Тихомирова М. А., Дуванов И. А. Изменение микробиоты кишечника и риск прогрессирования саркопии. Лечебное дело. 2020; 1: 18-22.
[Nikolaychuk A. V., Sokolova A. V., Dragunov D. O., Tikhomirova M. A., Duvanov I. A. Changes in intestinal microbiota and the risk of progression of sarcopenia. *Lechebnoye delo.* 2020; 1: 18-22 (In Russ.)]

41. Завьялова А. Н., Хавкин А. И., Новикова В. П. Причины и варианты профилактики саркопении у детей. Рос. вестн. перинатол. и педиатр 2022; 67 (2): 34–42. DOI: 10.21508/1027-4065-2022-67-2-34-4. [Zav'yalova A. N., Khavkin A. I., Novikova V. P. Causes and options for the prevention of sarcopenia in children. Ros. vestn. perinatol. i pediatri. 2022; 67 (2): 34–42. DOI: 10.21508/1027-4065-2022-67-2-34-4 (In Russ.)]
42. Van Tongeren S. P., Slaets J. P. J., Harmsen H. J. M., Welling G. W. Fecal microbiota composition and frailty. Applied and Environmental Microbiology. 2005; 71 (10): 6438–6442.
43. Orsso C. E., Tibaes J. R. B., Oliveira C. L. P., Rubin D. A., Field C. J., Heymsfield S. B., et al. Low muscle mass and strength in pediatrics patients: Why should we care? Clinical Nutrition. 2019; 38 (5): 2002–2015. DOI: 10.1016/j.clnu.2019.04.012.
44. Bauer J. M., Sieber C. C. Sarcopenia and frailty: a clinician's controversial point of view. Exp Gerontol. 2008; 43: 674–678.
45. Ramoukdjian F., Bouillet T., Lévy V., et al. Prevalence and predictive value of pre-therapeutic sarcopenia in cancer patients: A systematic review. Clin Nutr. 2018; 37 (4): 1101–1113.
46. Завьялова А. Н., Трошкина М. Е., Шербак Л. А., Новикова В. П. Саркопеническое ожирение у детей. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2023; 209 (1): 134–141. DOI: 10.31146/1682-8658-ecg-209-1-134-141. [Zav'yalova A. N., Troshkina M. Ye., Shcherbak L. A., Novikova V. P. Sarcopenic obesity in children. Eksperimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya. 2023; 209 (1): 134–141. DOI: 10.31146/1682-8658-ecg-209-1-134-141 (In Russ.)]
47. Baumgartner R. N. Body composition in healthy aging. Ann N Y Acad Sci. 2000; 904: 437–448.
48. Roubenoff R. Excess baggage: sarcopenia, obesity, and cancer outcomes. Lancet Oncol. 2008; 9 (7): 605–607. DOI: 10.1016/S1470-2045(08)70160-8.
49. Benson A. C., Torode M. E., Singh M. A. Muscular Strength and Cardiorespiratory Fitness is Associated With Higher Insulin Sensitivity in Children and Adolescents. Int J Pediatr Obes. 2006. 1: 222–231. DOI: 10.1080/17477160600962864.
50. Ooi P. H., Thompson-Hodgetts S., Pritchard-Wiart L., Gilmour S. M., Mager D. R. Pediatric Sarcopenia: A Paradigm in the Overall Definition of Malnutrition in Children? JPEN J Parenter Enteral Nutr. 2020; 44 (3): 407–418. <https://doi.org/10.1002/jpen.1681>.
51. Melov S., Tarnopolsky M. A., Beckman K., et al. Resistance exercise reverses aging in human skeletal muscle. PLoS ONE. 2007; 2 (5): e465. DOI: 10.1371/journal.pone.0000465.
52. Ostojic K., Paget S., Kyriagis M., Morrow A. Acute and Chronic Pain in Children and Adolescents With Cerebral Palsy: Prevalence, Interference, and Management. Arch Phys Med Rehabil. 2020; 101 (2): 213–219. DOI: 10.1016/j.apmr.2019.08.475.
53. Ostojic K., Paget S., Kyriagis M., Morrow A. Acute and Chronic Pain in Children and Adolescents With Cerebral Palsy: Prevalence, Interference, and Management. Arch Phys Med Rehabil. 2020; 101 (2): 213–219. DOI: 10.1016/j.apmr.2019.08.475.

Сведения об авторах:

Шакурова Медина Тауфиковна, лаборант-исследователь отдела научных основ питания и нутритивно-метаболической терапии Федерального государственного бюджетного учреждения Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева Министерства здравоохранения Российской Федерации; 117198, Россия, Москва, ул. Саморы Машела, 1; shakurova.mt@mail.ru

Вашура Андрей Юрьевич, к.м.н., диетолог, заведующий отделом научных основ питания и нутритивно-метаболической тера-

пии Федерального государственного бюджетного учреждения Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева Министерства здравоохранения Российской Федерации; 117198, Россия, Москва, ул. Саморы Машела, 1; доцент кафедры паллиативной педиатрии факультета дополнительного профессионального образования Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации; 117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, 1; avashura@gmail.com

Ковтун Татьяна Анатольевна, к.м.н., педиатр, старший научный сотрудник отдела научных основ питания и нутритивно-метаболической терапии Федерального государственного бюджетного учреждения Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева Министерства здравоохранения Российской Федерации; 117198, Россия, Москва, ул. Саморы Машела, 1; kovtunfnkc@gmail.com

Сорвачева Татьяна Николаевна, д.м.н., профессор, заведующая кафедрой диетологии и нутрициологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования Министерства здравоохранения Российской Федерации; 125993, Россия, Москва, ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1; sorvacheva@mail.ru

Information about the authors:

Medina T. Shakurova, laboratory assistant-researcher of the Department of Scientific Fundamentals of Nutrition and Nutritional-Metabolic Therapy at the Federal State Budgetary Institution Dmitry Rogachev National Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology of the Ministry of Health of the Russian Federation; 1 Samora Mashela str., Moscow, 117198, Russia; shakurova.mt@mail.ru

Andrey Yu. Vasura, Cand. of Sci. (Med.), nutritionist, Head of the Department of Scientific Fundamentals of Nutrition and Nutritional-Metabolic Therapy at the Federal State Budgetary Institution Dmitry Rogachev National Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology of the Ministry of Health of the Russian Federation; 1 Samora Mashela str., Moscow, 117198, Russia; Associate Professor of the Department of Palliative Pediatrics of the Faculty of Additional Professional Education at the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education N. I. Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation; 1 Ostrovityanova str., Moscow, 117997, Russia; avashura@gmail.com

Tatiana A. Kovtun, Cand. of Sci. (Med.), pediatrician, senior researcher at the Department of Scientific Fundamentals of Nutrition and Nutritional-Metabolic Therapy at the Federal State Budgetary Institution Dmitry Rogachev National Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology of the Ministry of Health of the Russian Federation; 1 Samora Mashela str., Moscow, 117198, Russia; kovtunfnkc@gmail.com

Tatyana N. Sorvacheva, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Dietetics and Nutritionology at the Federal State Budgetary Educational Institution of Additional Professional Education Russian Medical Academy of Continuing Professional Education of the Ministry of Health of the Russian Federation; 2/1 b. 1 Barrikadnaya str., Moscow, 125993, Russia; sorvacheva@mail.ru

Поступила/Received 20.08.2023

Поступила после рецензирования/Revised 11.09.2023

Принята в печать/Accepted 15.09.2023