

Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты и витамины А, D, Е при повышенных умственных и физических нагрузках у школьников

Л.С. Старостина^{1,2}, <https://orcid.org/0000-0002-4320-0454>, starostina-ls@yandex.ru

¹ Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2

² Клинический институт детского здоровья имени Н.Ф. Филатова; 119435, Россия, Москва, Большая Пироговская ул., д. 19, стр. 1

Резюме

В современных условиях жизни с ее стремительным ритмом, развитием новых технологий, дефицитом времени возрастают нагрузки на человека, как физические, так и умственные. В последнее время все чаще отмечаются жалобы пациентов на повышенную утомляемость: даже после отпуска и (или) сна человек не чувствует себя отдохнувшим. И все чаще такие проявления встречаются не только у взрослых. Дети также становятся менее стрессоустойчивыми, более раздражительными вследствие переизбытка информации, подверженными частым инфекциям. Как помочь растущему поколению справиться с возрастающими нагрузками? Безусловно, все знают о необходимости приема витаминов, но не всегда можно сделать правильный выбор. В настоящее время существует много как однокомпонентных витаминных препаратов, так и витаминно-минеральных комплексов. Некоторые предпочитают употреблять витамины не промышленного производства, а в виде натуральных продуктов – фруктов, овощей, ягод. Но, к сожалению, такой рацион не включает в себя группу жирорастворимых витаминов – А, D, Е, К. Кроме того, далеко не все понимают значимость употребления в пищу жирных кислот. Данная статья посвящена вопросам целесообразности дополнительного приема жирорастворимых витаминов, полиненасыщенных жирных кислот (омега-3), их роли в организме и симптомам дефицита. Установлено, что при дефиците полиненасыщенных жирных кислот в раннем периоде жизни у детей к старшему возрасту могут развиваться сердечно-сосудистые нарушения, появиться проблемы, связанные с высоким содержанием холестерина, ухудшением зрения, падением иммунитета, трудностями в обучении, нарушениями нервной системы. Особое внимание уделено биологически активной добавке омега-3 полиненасыщенных жирных кислот в комбинации с витаминами (А, Е, D₂), усиливающими положительные эффекты. Кроме этого, добавка не вызывает негативных эмоций, поскольку обладает фруктовым вкусом.

Ключевые слова: дети, профилактика, витамины, когнитивные функции, питание, гармоничное развитие

Для цитирования: Старостина Л.С. Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты и витамины А, D, Е при повышенных умственных и физических нагрузках у школьников. *Медицинский совет.* 2021;(17):48–54. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2021-17-48-54>.

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Omega-3 polyunsaturated fatty acids and vitamins A, D, E with increased mental and physical stress in schoolchildren

Lada S. Starostina^{1,2}, <https://orcid.org/0000-0002-4320-0454>, starostina-ls@yandex.ru

¹ Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Bldg. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia

² Filatov Clinical Institute of Children's Health; 19, Bldg. 1, Bolshaya Pirogovskaya St., Moscow, 119435, Russia

Abstract

Under current conditions of life with its intense rhythm, launch of new technologies, lack of time, both physical and mental workloads on a person increase. In these days, doctors more often report patients' complaints of undue tiredness: they don't feel rested even after a holiday and/or sleep. Today we tend to detect such manifestations not only in adults. Children also become less stress-resistant, more irritable due to an overabundance of information, and are prone to frequent infections. How can we help the growing generation cope with the increasing workloads? There's no question, everyone knows about the need to use vitamins, but the right choice is not always possible. There are currently many single-component vitamin supplements and vitamin-mineral complexes. Some people prefer not to use industrially produced vitamins, but those contained in the natural products – fruits, vegetables, berries. But unfortunately, such a diet does not include the group of fat-soluble vitamins – А, D, Е, К. In addition, far from everyone understands the importance of eating fatty acids. This article is devoted to the feasibility of additional intake of fat-soluble vitamins, polyunsaturated fatty acids (omega-3), their role in the body and deficiency symptoms. It has been established that the polyunsaturated fatty acid deficiency in the early period of life may trigger the development of cardiovascular disorders, problems associated with high cholesterol content, visual impairment, a drop of immunity, learning difficulties,

and nervous system disorders in children in later years. Particular attention is paid to the omega-3 polyunsaturated fatty acid supplement combined with vitamins (A, E, D₃), which enhance the positive effects. In addition, it does not cause negative emotions since it has a fruity taste.

Keywords: children, prevention, vitamins, cognitive functions, nutrition, harmonious development

For citation: Starostina L.S. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and vitamins A, D, E with increased mental and physical stress in schoolchildren. *Meditsinskiy sovet = Medical Council*. 2021;(17):48–54. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2021-17-48-54>.

Conflict of interest: the author declares no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Детский возраст – это период наиболее интенсивного роста, активных обменных процессов, время познания и развития. Именно в этот период детский организм нуждается в сбалансированном питании, необходимом количестве как витаминов, так и минеральных веществ. Казалось бы, в настоящее время ребенок полностью обеспечен свежими овощами, фруктами, ягодами, есть в изобилии не только отечественные, но и экзотические продукты. Тем не менее установлено, что более чем у 80% населения России обнаруживается дефицит витамина С, примерно у половины снижены уровни витаминов А, В₁, В₂, у трети детей выявлен дефицит железа и кальция, у 70–80% – йода. По данным многочисленных исследований, которые были проведены совместно с Институтом питания, за последние годы обеспеченность населения России витаминами существенно ухудшилась. В этих же исследованиях отмечается, что у детей дефицит витаминов круглогодичный, т. е. без улучшения в летние месяцы, а также имеет характер полигиповитаминоза [1–8].

ПРОБЛЕМА ДЕФИЦИТА ВИТАМИНОВ

В разные годы проводились исследования обеспеченности витаминами населения дошкольного и школьного возрастов в различных регионах России (Екатеринбурге, Казани, Уфе, Норильске, а также Брянской, Тульской областях и других регионах), и все они свидетельствуют о широком распространении гиповитаминозных состояний, обусловленных недостаточным потреблением одновременно нескольких витаминов [9–11].

Такие известные изолированные и клинически выраженные гиповитаминозы, как цинга, бери-бери, пеллагра и др., в настоящее время встречаются достаточно редко. Однако и сегодня распространены такие гиповитаминозы, как макроцитарная (пернициозная) гиперхромная анемия (дефицит витамина В₁₂), геморрагическая болезнь новорожденных (дефицит витамина К), рахит (дефицит витамина D) [10, 12–14].

К сожалению, даже в современных условиях в практике многих врачей разных специальностей встречаются гиповитаминозные состояния, когда в организме снижены запасы не одного, а нескольких витаминов, что

приводит к развитию микросимптомов витаминной недостаточности. Но еще чаще встречается доклиническая стадия дефицита, когда обеспеченность витаминами находится на нижнем уровне нормы – субнормальная (биохимическая форма витаминной недостаточности), что проявляется нарушениями метаболических реакций, в которых тот или иной витамин принимает участие. Например, довольно распространены жалобы родителей на повышенную утомляемость или возбудимость ребенка, плаксивость, снижение аппетита, нарушения сна и т. д. Не каждый врач, а тем более родитель, в первую очередь подумает о дефиците витаминов. Ребенок будет направлен на стандартные (в соответствии с жалобами) инструментальные и лабораторные обследования. В ряде случаев при обследовании уже как проявление дефицита нескольких витаминов выявляется снижение в крови уровня гемоглобина и эритроцитов, также при физикальном осмотре – изменения кожных покровов и слизистых оболочек, снижение остроты зрения, нарушения функционирования желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) [15].

В последние годы все чаще появляются данные о том, что поли- и олигогиповитаминозы могут вызывать снижение умственных способностей, задержку нервно-психического и интеллектуального развития детей. В опубликованных исследованиях отмечено влияние регулярного приема витаминов на когнитивные функции и настроение [10, 12, 13, 15]. В исследованиях, проведенных в течение последних лет, была установлена связь между дефицитом витамина D и снижением способности к обучению, запоминанию и алекситимией (затруднением в описании собственных эмоций и эмоций других людей) [13, 15–18].

РОЛЬ ВИТАМИНОВ В ОРГАНИЗМЕ

Витамины относятся к незаменимым пищевым веществам. Они необходимы для нормального обмена веществ, роста и развития организма, защиты от вредных факторов внешней среды, надежного обеспечения всех жизненных функций. Организм человека не синтезирует витамины и должен получать их в готовом виде в тех количествах, которые соответствуют физиологической потребности. Не являясь строительной и энергетической основой, витамины служат катализатором био-

химических реакций. Они выступают как коферменты различных энзимов, участвующих в регуляции углеводного, белкового, жирового и минерального обменов. Даже в очень малых дозах витамины проявляют высокую биологическую активность, поддерживают рост и регенерацию тканей, репродуктивную функцию, нормальную работоспособность всех органов и тканей, обеспечивают иммунную реактивность организма. Отсутствие или недостаток витаминов обуславливает нарушение этих процессов и приводит к развитию различных патологий [19].

Часть витаминов, жирорастворимые (группы А, D, Е, К) и некоторые водорастворимые (группы В и С), поступают в организм человека извне. Другая часть (например, витамин К, некоторые витамины группы В) синтезируются собственной нормальной микрофлорой толстой кишки, а затем всасываются в кровь. В организме человека из родственных по химическому составу органических веществ синтезируются некоторые витамины: А – из каротина, D – из стероидов в коже под влиянием ультрафиолетовых лучей. Но количество синтезированных витаминов не может обеспечить все наши потребности.

Кроме того, многие из водорастворимых витаминов (за исключением витамина В₁₂) не имеют депо в организме, поэтому при отсутствии должного восполнения возникает их недостаток, а затем и дефицит. В отличие от водорастворимых, жирорастворимые витамины (в частности А и D) способны накапливаться в тканях организма [5, 12, 20].

Основные функции витаминов хорошо известны. Стоит обратить внимание, что витамины взаимодействуют с другими микроэлементами.

Функции основных жирорастворимых витаминов:

- Витамин А (ретинол) регулирует нормальный рост организма, участвует в образовании зрительных пигментов и обеспечивает адаптацию глаз к свету различной интенсивности. При недостаточности ретинола развиваются гемералопия («куриная слепота») – снижение остроты зрения в сумерках) и ксерофтальмия (сухость глаз). Участвуя в обмене фосфора, образовании холестерина, ретинол противодействует токсичности витамина D.

- Витамин D (кальциферол) регулирует обмен кальция и фосфора, обеспечивая процессы костеобразования. Синтезируется в коже при участии ультрафиолета солнечных лучей.

- Витамин Е (токоферол) – важнейший антиоксидант, защищает липиды клеточных мембран от окисления (повреждения свободными радикалами) [12, 16–18, 21–23].

Из витаминоподобных веществ наиболее изучена роль омега-3 полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК).

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ВИТАМИННОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ И ЕЕ ДИАГНОСТИКА

Причины столь массовой поливитаминовой недостаточности можно условно разделить на внешние и внутренние.

Внешние причины гиповитаминозов: недостаточное содержание витаминов в пище – несбалансированный рацион питания, неучтенная потребность в том или ином витамине, а также социальные причины: урбанизация, религиозные запреты, употребление рафинированной пищи.

Внутренние причины гиповитаминозов: физиологическая повышенная потребность в витаминах при активном росте, физическом и (или) умственном труде и т. д., тяжелые и (или) инфекционные заболевания, нарушения всасывания витаминов по разным причинам, в т. ч. вследствие генетических дефектов некоторых ферментативных систем и др. [5, 15, 22, 24].

Как уже упоминалось, обычно наблюдается дефицит сразу нескольких витаминов и микроэлементов, что усложняет клиническую картину и затрудняет диагностику. Предполагается, что субклинический дефицит витаминов лежит в основе многих хронических недомоганий, дисфункций, склонностей к инфекциям, так как витамины играют значительную роль в обеспечении адекватного иммунного ответа, функционировании систем метаболизма, а также формировании антиоксидантного потенциала организма, что имеет большое значение для поддержания устойчивости к вредным факторам внешней среды [24].

АСТЕНИЧЕСКИЕ СОСТОЯНИЯ У ДЕТЕЙ

Ранее уже было отмечено, что дефицит витаминов может приводить к снижению обучаемости, повышенной утомляемости, раздражительности, что впоследствии может стать одним из факторов неуспеваемости школьника. Повышенная утомляемость и истощаемость у детей нередко выступают как основной признак астенических состояний.

Терапия астенических состояний является непростой задачей и требует совместного наблюдения таких специалистов, как педиатр, невролог, психиатр, психолог. Лечение астении должно быть направлено в первую очередь на выявление и устранение основных причин и провоцирующих факторов и носить комплексный характер. Огромное значение имеют нормализация режима дня, полноценный сон, достаточные физические нагрузки (прогулки, гимнастика), нормализация питания, отказ от вредных привычек [1].

Конечно, любой врач будет рекомендовать детям с астеническим синдромом щадящий режим (т. е. избегать переутомления), в то же время желательно развивать их стрессоустойчивость и умение обеспечивать себе психологический комфорт. Для скорейшей нормализации состояния пациентам с астенией, помимо нормализации образа жизни, назначается медикаментозная терапия. Лечение астенического синдрома должно быть комплексным и включать, кроме лечения основного заболевания и устранения причины, приведшей к астении, назначение препаратов различных фармакотерапевтических групп: витаминов, минеральных комплексов, растительных адаптогенов, метаболических, ноотропных препаратов, средств, улучшающих микроциркуляцию [1].

ЧТО ТАКОЕ ОМЕГА-3 ПОЛИНЕНАСЫЩЕННЫЕ ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ

Омега-3 ПНЖК получили свое название вследствие значительного количества ненасыщенных С=C связей в химическом строении этой разновидности жирных кислот. Так как ненасыщенные связи начинают встречаться с позиции 3, отсчитывая от конца молекулы (т. е. от последнего атома – омеги), то весь класс химических соединений и называется «омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты» [25]. Они делятся на мононенасыщенные, содержащие одну двойную связь (олеиновая кислота, эруковая кислота и др.), и полиненасыщенные, содержащие в своей молекуле две и более двойные связи (линолевая кислота, α -линоленовая кислота (АЛК), арахидоновая кислота, эйкозапентаеновая кислота (ЭПК), докозагексаеновая кислота (ДГК) и др.) [26, 27]. Кислоты различаются не только по своим физико-химическим свойствам, физиологическим эффектам, но и по пищевым источникам и значению в питании. Всего существует 11 видов омега-3 ПНЖК, самые распространенные из них – ЭПК, ДГК и АЛК. Главные источники ЭПК и ДГК – рыба жирных сортов, а АЛК присутствует в основном в продуктах растительного происхождения (лен, кунжут, семена чиа). Важно отметить, что АЛК не может заменить ЭПК и особенно ДГК в рационе [28], доля конвертации в человеческом организме АЛК в ЭПК и ДГК весьма низкая. Абсолютно незаменимыми для нормального функционирования организма являются ЭПК и ДГК.

Незаменимые жирные кислоты были открыты в 1929 г. биохимиками Н.М. Evans и G.O. Burr. Уже почти столетие известно, что омега-3 ПНЖК необходимы для нормального роста, однако их важность для здоровья человека в целом была осознана сравнительно недавно.

Установлено, что омега-3 ПНЖК:

- это важнейшие элементы для структурного и функционального развития нервной системы и зрения ребенка, так как являются ключевыми компонентами всех клеточных мембран, составляя основу их фосфолипидного слоя. Содержащаяся в омега-3 ПНЖК ДГК является преобладающей в составе серого вещества коры головного мозга человека, а также содержится в большом количестве в сетчатке глаз [24];
- поддерживают полноценное развитие головного мозга, когнитивных функций (памяти, логического мышления, концентрации внимания), сенсорных, моторных, поведенческих функций благодаря тому, что участвуют в процессах нейро-, синаптогенеза, миграции нейронов, миелинизации нервных волокон;
- влияют на укрепление иммунных функций организма;
- способствуют нормальному функционированию сердечно-сосудистой системы [29, 30];
- поддерживают здоровье суставов, зубов, кожи, волос и улучшают настроение, уменьшая чувство тревоги [31].

При дефиците ПНЖК в раннем периоде жизни у детей к старшему возрасту могут развиваться сердечно-сосудистые нарушения, появиться проблемы, связанные с высоким содержанием холестерина, ухудшением зрения, падением иммунитета, трудностями в обучении, нарушениями нервной системы [32].

СИНДРОМ ДЕФИЦИТА ВНИМАНИЯ И ГИПЕРАКТИВНОСТИ

Повышенная утомляемость может быть также следствием синдрома гиперактивности (синдром дефицита внимания и гиперактивности – СДВГ). СДВГ – это неврологическое поведенческое расстройство развития, которое характеризуется невнимательностью, гиперактивностью и импульсивностью у детей. Проведенные исследования показали, что СДВГ у детей связан с более низким уровнем омега-3 ПНЖК в крови по сравнению с их здоровыми сверстниками, а добавка к рациону омега-3 ПНЖК может значительно уменьшить симптомы СДВГ – снизить проявления гиперактивности, импульсивности, беспокойства и агрессии. Одним из наиболее эффективных натуральных средств для лечения СДВГ является рыбий жир [33–37].

В проведенных исследованиях, включавших детей с СДВГ, было показано, что прием омега-3 ПНЖК может улучшать поведение, что особенно важно, так как количество детей с такими поведенческими расстройствами постоянно увеличивается. И несмотря на то что данная патология не является инвалидизирующей, она существенно снижает способность ребенка к обучению в коллективе [38]. Дополнение рациона омега-3 ПНЖК способствует компенсации поведенческих проблем и трудностей обучения [28, 38–40]. Существование взаимосвязи дефицита омега-3 ПНЖК и риска СДВГ на сегодняшний день подтверждено клиническими и экспериментальными данными [41].

ВСЕ НОВОЕ – ЭТО ХОРОШО ЗАБЫТОЕ СТАРОЕ

Низкий уровень омега-3 ПНЖК связан с проблемами сна у детей, обструктивным апноэ сна у взрослых, снижением уровня гормона мелатонина, который помогает заснуть. Исследования, проведенные с участием детей и взрослых, показали, что прием добавок омега-3 ПНЖК увеличивает продолжительность и качество сна [40, 42].

Рекомендации НИИ питания РФ предусматривают ежедневное употребление в пищу 0,8–1,6 г омега-3 жирных кислот. В большом количестве они содержатся в жирной рыбе (лосось, тунец и макрель). Однако их основным источником является печень трески.

Другими источниками омега-3 служат рапсовое масло, брокколи, мускусная дыня, фасоль, шпинат, листья винограда, китайская капуста, цветная капуста и грецкие орехи. Льняное масло содержит α -линоленовую кислоту – это самый мощный растительный источник α -линоленовой кислоты, которую организм может использовать для выработки ЭПК и ДГК. Эти кислоты входят в состав рыбьего жира, они жизненно важны для функционирования мозга и могут не только замедлить снижение познавательной способности, но и помочь предотвратить атрофию головного мозга у пожилых людей.

Хорошо известный в советском детстве рыбий жир востребован и сегодня. Но на современном фармацевтическом рынке представлен рыбий жир, прием которо-

го не вызывает негативных эмоций, поскольку он обладает фруктовым вкусом. Разработанная биологически активная добавка к пище, рыбий жир Меллер (Норвегия), представляет собой комбинацию омега-3 ПНЖК и витаминов (А, Е, D₃), усиливающих положительные эффекты. Витамин D₃ необходим для укрепления иммунитета и здорового развития костной и мышечной систем, витамины А и Е повышают сопротивляемость инфекциям, улучшают состояние кожи, зрения. В рекомендованной для разового приема дозе рыбьего жира Меллер (5 мл) содержатся: омега-3 ПНЖК (ДКГ – 600 мг и ЭПК – 400 мг), витамин D – 10 мкг (400 МЕ), витамин А – 250 мкг, витамин Е – 3 мг. Принимать его рекомендовано детям в возрасте 4 лет и старше в качестве дополнительного источника омега-3 ПНЖК и витаминов, необходимых для растущего организма как в дошкольном, так и в школьном возрастах при активных умственных и физических нагрузках. Для производства рыбьего жира Меллер используется только печень дикой арктической трески из Норвегии. Этот регион известен своими чистыми холодными водами с содержанием большо-

го количества планктона. Современные технологии производства и очистки обеспечивают высокое качество продукта¹.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, усилия педиатра должны быть направлены на профилактику витаминodefицитных состояний у детей, своевременно начатая витаминотерапия помогает предотвратить их развитие и последствия. Нужно помнить, что прием омега-3 жирных кислот в сочетании с жирорастворимыми витаминами А, D, Е необходим детям не только с уже имеющимися отклонениями в здоровье, но и здоровым, особенно в период интенсивных нагрузок. Оптимальным вариантом будет прием жидкой формы рыбьего жира Меллер в качестве биологически активной добавки к пище.



Поступила / Received 06.09.2021
Поступила после рецензирования / Revised 27.09.2021
Принята в печать / Accepted 28.09.2021

¹ Рыбий жир Меллер: официальный сайт. Режим доступа: <http://molleromega-3.ru>.

Список литературы

1. Пивоварова А.М. Астенические состояния у детей и подростков. Профилактика и лечение. *Практика педиатра*. 2012;(6):56–61. Режим доступа: <https://medi.ru/info/8641>.
2. Прахин Е.И., Одинцова М.В., Акимова Н.С. Сравнительная характеристика использования поливитаминно-микроэлементных комплексов в профилактической педиатрии. *Вопросы детской диетологии*. 2005;3(5):27–32. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9509535&>.
3. Вржесинская О.А., Коденцова В.М., Переверзева О.Г., Леоненко С.Н. Обеспеченность витаминами детей, посещающих дошкольные образовательные учреждения в разных регионах (Московская область, г. Екатеринбург). *Педиатр*. 2017;8(5):49–53. <https://doi.org/10.17816/PED8549-53>.
4. Лундина Г.В., Репецкая М.Н., Торопова Е.А., Головина В.В. Современные аспекты питания детей раннего возраста. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2018;(8):41–44. Режим доступа: <http://www.gastrossr.org/index.php/en/2018/e08-156/423-08-156-2018-cg>.
5. Захарова И.Н., Сугян Н.Г., Дмитриева Ю.А. Дефицит микронутриентов у детей дошкольного возраста. *Вопросы современной педиатрии*. 2014;13(4):63–69. <https://doi.org/10.15690/vsp.v13i4.1086>.
6. Шарманов Т.Ш., Салханова А.Б., Датхабаева Г.К. Сравнительная характеристика фактического питания детей в возрасте 9–10 лет. *Вопросы питания*. 2018;87(6):28–41. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10064>.
7. Мартинчик А.Н., Батулин А.К., Кешабянц Э.Э., Фатьянова Л.Н., Семенова Я.А., Базарова Л.Б., Устинова Ю.В. Анализ фактического питания детей и подростков в России в возрасте от 3 до 19 лет. *Вопросы питания*. 2017;86(4):50–60. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2017-00059>.
8. Поляшова А.С. Влияние отдельных нутриентов на развитие умственных способностей и сохранение остроты зрения у детей дошкольного и школьного возраста. *Вопросы современной педиатрии*. 2012;11(4):153–157. <https://doi.org/10.15690/vsp.v11i4.376>.
9. Студеникин В.М. (ред.). *Витамины в нейропедиатрии как антистрессорные факторы*. М.; 2006. 32 с.
10. Студеникин В.М., Спиричев В.Б., Самсонова Т.В., Маркеева В.Д., Анисимова Т.Г., Шукин С.А., Карпунина Т.Г. Влияние дополнительной витаминизации на заболеваемость и когнитивные функции у детей. *Вопросы детской диетологии*. 2009;7(3):32–37. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12907949>.
11. Алексеева А.А. Применение витаминов в педиатрической практике. *Педиатрическая фармакология*. 2009;6(1):75–80. Режим доступа: <https://www.pedpharma.ru/jour/article/view/1049>.
12. Benton D. Micronutrient status, cognition and behavioral problems in childhood. *Eur J Nutr*. 2008;47(3 Suppl):38–50. <https://doi.org/10.1007/s00394-008-3004-9>.
13. Яйленко А.А. Роль макро- и микронутриентов в профилактике и коррекции когнитивных расстройств у детей. *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. 2020;19(1):216–226. Режим доступа: <https://sgma.info/ru/issues-archive/2020.html?download=758:2020-1>.
14. Новиков П.В. Нутригеномика и нутригеномика – новые направления в нутрициологии в постгеномный период. *Вопросы детской диетологии*. 2012;10(1):44–52. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17753670>.
15. Старостина Л.С. Роль обеспеченности детей витаминами и минеральными веществами с позиции педиатра. *РМЖ. Мать и дитя*. 2020;3(4):319–324. <https://doi.org/10.32364/2618-8430-2020-3-4-319-325>.
16. Баранов А.А., Тутельян В.А., Мошетова Л.К. *Национальная программа «Недостаточность витамина D у детей и подростков Российской Федерации: современные подходы к коррекции»*. М.: ПедиатрЪ; 2018. 96 с.
17. Батышева Т.Т., Квасова О.В., Климов Ю.А., Платонова А.Н., Быкова О.В., Саржина М.Н. и др. *Коррекция когнитивных нарушений у детей и подростков: методические рекомендации № 31*. М.; 2016. 24 с. Режим доступа: <http://www.npcdp.ru/files/science/korrekcija-kognitivnyh-narusheniy-u-detey-i-podrostkov.pdf>.
18. Баранов А.А., Захарова И.Н., Громова О.А., Боровик Т.Э., Ладодо К.С., Шабалов Н.П. и др. *Национальная программа по оптимизации обеспеченности витаминами и минеральными веществами детей России (и использованию витаминных и витаминно-минеральных комплексов и обогащенных продуктов в педиатрической практике)*. М.: ПедиатрЪ; 2017. 152 с.
19. Захарова И.Н., Сугян Н.Г., Дмитриева Ю.А. Дефицит микронутриентов у детей дошкольного возраста. *Вопросы современной педиатрии*. 2014;13(4):63–69. <https://doi.org/10.15690/vsp.v13i4.1086>.
20. Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Сокольников А.А. Витаминизация пищевых продуктов массового потребления: история и перспективы. *Вопросы питания*. 2012;10(5):31–44. Режим доступа: https://www.voprosy-pitaniya.ru/jarticles_diet/147.html?SSr=40013352a51455ce8f627c_55ce4871.
21. Брбов В.Г., Громова О.А. *Витамины, макро- и микроэлементы*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2008. 960 с. Режим доступа: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970408148.html>.
22. Коровина Н.А., Захарова И.Н., Заплатников И.Л., Обычная Е.Г. Витамины и микроэлементы в практике врача-педиатра. *РМЖ*. 2004;12(1):48–55. Режим доступа: https://www.rmj.ru/articles/pediatriya/Vitaminy_i_mikroelementy_v_praktike_vracha-pediatra/.
23. Косенко И.М. Микронутриенты и здоровье детей. *Вопросы современной педиатрии*. 2011;10(6):179–185. Режим доступа: https://vsp.spr-journal.ru/jour/article/view/798?locale=ru_RU.
24. Макарова С.Г., Вишнева Е.А. Длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты классов ω-3 и ω-6 как эссенциальный нутриент в разные периоды детства. *Педиатрическая фармакология*. 2013;10(4):80–88. <https://doi.org/10.15690/pf.v10i4.758>.
25. Громова О.А., Торшин И.Ю., Егорова Е.Ю. Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты и когнитивное развитие детей. *Вопросы современной*

- педиатрии. 2011;10(1):66–72. Режим доступа: https://vsp.spr-journal.ru/jour/article/view/541?locale=ru_RU.
26. Тутельян В.А., Конь И.Я. (ред.). *Детское питание*. 3-е изд. М.: Медицинское информационное агентство; 2013. 744 с.
 27. Николаева С.В., Усенко Д.В., Шушакова Е.К., Савватеева О.А., Горелов А.В. Значение омега-3 полиненасыщенных жирных кислот для детей. *ПМЖ*. 2020;(2):28–32. Режим доступа: https://www.rmj.ru/articles/pediatriya/Znachenie_omega-3_polinenasyshchennyh_ghirnyh_kislot_dlya_detey/.
 28. Arterburn L.M., Hall E.B., Oken H. Distribution, interconversion, and dose response of n-3 fatty acids in humans. *Am J Clin Nutr*. 2006;83(6):1467S–1476S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/83.6.1467S>.
 29. Koletzko B., Agostoni C., Carlson S.E., Clandinin T., Hornstra G., Neuringer M. et al. Long chain polyunsaturated fatty acids (lc-pufa) and perinatal development. *Acta Paediatr*. 2001;90(4):460–464. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2001.tb00452.x>.
 30. McCann J.C., Ames B.N. Is Docosahexaenoic acid, an n-3 long-chain polyunsaturated fatty acid, required for development of normal brain function? An overview of evidence from cognitive and behavioral tests in humans and animals. *Am J Clin Nutr*. 2005;82(2):281–295. <https://doi.org/10.1093/ajcn.82.2.281>.
 31. Swanson D., Block R., Mousa S.A. Omega-3 fatty acids epa and dha: health benefits throughout life. *Adv Nutr*. 2012;3(1):1–7. <https://doi.org/10.3945/an.111.000893>.
 32. Kirby A., Woodward A., Jackson S., Wang Y., Crawford M.A. A double-blind, placebo-controlled study investigating the effects of omega-3 supplementation in children aged 8–10 years from a mainstream school population. *Res Dev Disabil*. 2010;31(3):718–730. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2010.01.014>.
 33. Bloch M.H., Qawasmi A. Omega-3 fatty acid supplementation for the treatment of children with attention-deficit/hyperactivity disorder symptomatology: systematic review and meta-analysis. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 2011;50(10):991–1000. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2011.06.008>.
 34. McNamara R.K., Able J., Jandacek R., Rider T., Tso P., Eliassen J.C. et al. Docosahexaenoic acid supplementation increases prefrontal cortex activation during sustained attention in healthy boys: a placebo-controlled, dose-ranging, functional magnetic resonance imaging study. *Am J Clin Nutr*. 2010;91(4):1060–1067. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.28549>.
 35. Colter A.L., Cutler C., Meckling K.A. Fatty acid status and behavioural symptoms of attention deficit hyperactivity disorder in adolescents: a case-control study. *Nutr J*. 2008;7(1):8–10. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-7-8>.
 36. Young G.S., Maharaj N.J., Conquer J.A. Blood phospholipid fatty acid analysis of adults with and without attention deficit/hyperactivity disorder. *Lipids*. 2004;39(2):117–123. <https://doi.org/10.1007/s11745-004-1209-3>.
 37. Spahis S., Vanasse M., Bélanger S.A., Ghadirian P., Grenier E., Levy E. Lipid profile, fatty acid composition and pro- and anti-oxidant status in pediatric patients with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*. 2008;79(1–2):47–53. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2008.07.005>.
 38. Innis S.M. Dietary (n-3) Fatty acids and brain development. *J Nutr*. 2007;137(4):855–859. <https://doi.org/10.1093/jn/137.4.855>.
 39. Rader R., McCauley L., Callen E.C. Current strategies in the diagnosis and treatment of childhood attention-deficit/hyperactivity disorder. *Am Fam Physician*. 2009;79(8):657–665. Available at: <https://www.aafp.org/afp/2009/0415/p657.html>.
 40. Быкова О.В., Климов Ю.А., Тихонов С.В., Дарына С.В. Дефицит полиненасыщенных жирных кислот и детская психоневрологическая заболеваемость. *Медицинский совет*. 2020;(18):173–178. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2020-18-173-178>.
 41. Montgomery P., Burton J.R., Sewell R.P., Spreckelsen T.F., Richardson A.J. Fatty acids and sleep in UK children: subjective and pilot objective sleep results from the DOLAB study – a randomized controlled trial. *J Sleep Res*. 2014;23(4):364–388. <https://doi.org/10.1111/jsr.12135>.
 42. Ladesich J.B., Pottala J.V., Romaker A., Harris W.S. Membrane level of omega-3 docosahexaenoic acid is associated with severity of obstructive sleep apnea. *J Clin Sleep Med*. 2011;7(4):391–396. <https://doi.org/10.5664/JCSM.1198>.

References

1. Pivovarova A.M. Asthenic conditions in children and adolescents. Prevention and treatment. *Praktika pediatria = Pediatrician Practice*. 2012;(6):56–61. (In Russ.) Available at: <https://medi.ru/info/8641>.
2. Prakhin E.I., Odintsovo M.V., Akimov N.S. Comparative characteristics of the use of multivitamins of trace element complexes in preventive pediatrics. *Voprosy detskoy dietologii = Pediatric Nutrition*. 2005;3(5):27–32. (In Russ.) Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9509535&>.
3. Vrzhesinskaya O.A., Kodentsova V.M., Pereverzeva O.G., Leonenko S.N. Providing vitamins to children attending preschool educational institutions in various regions (Moscow region, Ekaterinburg). *Pediatr = Pediatrician (St Petersburg)*. 2017;8(5):49–53. (In Russ.) <https://doi.org/10.17816/PED8549-53>.
4. Lundina G.V., Repetskaya M.N., Toropova E.A., Golovina V.V. Modern aspects of early childhood nutrition. *Ekspierimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya = Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2018;(8):41–44. (In Russ.) Available at: <http://www.gastrossr.org/index.php/en/2018e/e08-156/423-08-156-2018-cg>.
5. Zakharova I.N., Sugyan N.G., Dmitrieva Yu.A. Micronutrient deficiency in preschool children. *Voprosy sovremennoy pediatrii = Current Pediatrics*. 2014;13(4):63–69. (In Russ.) <https://doi.org/10.15690/vsp.v13i4.1086>.
6. Sharmanov T.Sh., Salkhanova A.B., Dathabaeva G.K. Comparative characteristics of the actual nutrition of children aged 9–10 years. *Voprosy pitaniya = Problems of Nutrition*. 2018;87(6):28–41. (In Russ.) <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2018-10064>.
7. Martinchik A.N., Baturin A.K., Keshabyants E.E., Fatyanova L.N., Semenova Ya.A., Bazarova L.B., Ustinova Yu.V. Analysis of the actual nutrition of children and adolescents in Russia aged 3 to 19 years. *Voprosy pitaniya = Problems of Nutrition*. 2017;86(4):50–60. (In Russ.) <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2017-00059>.
8. Polyashova A.S. The influence of individual nutrients on the development of mental abilities and the preservation of visual acuity in children of preschool and school age. *Voprosy sovremennoy pediatrii = Current Pediatrics*. 2012;11(4):153–157. (In Russ.) <https://doi.org/10.15690/vsp.v11i4.376>.
9. Studenikin V.M. (ed.). *Vitamins in neuropsychiatry as antistress factors*. Moscow; 2006. 32 p. (In Russ.).
10. Studenikin V.M., Spirichev V.B., Samsonova T.V., Markeeva V.D., Anisimova T.G., Shchukin S.A., Karpunina T.G. Influence of supplementary vitamins donation on morbidity and cognitive functions in children. *Voprosy detskoy dietologii = Pediatric Nutrition*. 2009;7(3):32–37. (In Russ.) Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12907949>.
11. Alekseeva A.A. Application of vitamins in pediatric practice. *Pediatricheskaya farmakologiya = Pediatric Pharmacology*. 2009;6(1):75–80. (In Russ.) Available at: <https://www.pedpharma.ru/jour/article/view/1049>.
12. Benton D. Micronutrient status, cognition and behavioral problems in childhood. *Eur J Nutr*. 2008;47(3 Suppl.):38–50. <https://doi.org/10.1007/s00394-008-3004-9>.
13. Yaylenko A.A. Role of macro- and micronutrients in the prevention and correction of cognitive disorders in children. *Vestnik Smolenskoj gosudarstvennoy meditsinskoj akademii = Bulletin of the Smolensk State Medical Academy*. 2020;19(1):216–226. (In Russ.) Available at: <https://sgma.info/ru/issues-archive/2020.html?download=758:2020-1>.
14. Novikov P.V. Nutrigenetics and nutrigenomics – new directions in nutrigenetics in the postgenomic period. *Voprosy detskoy dietologii = Pediatric Nutrition*. 2012;10(1):44–52. (In Russ.) Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17753670>.
15. Starostina L.S. Vitamin and mineral supply in children: a pediatrician's view. *RMZh. Mat' i ditya = RMJ. Mother and Child*. 2020;3(4):319–324. (In Russ.) <https://doi.org/10.32364/2618-8430-2020-3-4-319-325>.
16. Baranov A.A., Tutelyan V.A., Moshetova L.K. *National program "vitamin D deficiency in children and adolescents of the Russian Federation: modern approaches to correction"*. Moscow: Pediatr; 2018. 96 p. (In Russ.).
17. Batysheva T.T., Kvasova O.V., Klimov Yu.A., Platonova A.N., Bykova O.V., Sarzhina M.N. et al. *Correction of cognitive impairments in children and adolescents: guidelines No. 31*. Moscow; 2016. 24 p. (In Russ.) Available at: <http://www.npcdp.ru/files/science/korrekcija-kognitivnyh-narusheniy-udetey-i-podrostkov.pdf>.
18. Baranov A.A., Zakharova I.N., Gromova O.A., Borovik T.E., Ladodo K.S., Shabalov N.P. et al. *National program to optimize the supply of vitamins and minerals for children in Russia (and the use of vitamin and vitamin-mineral complexes and fortified foods in pediatric practice)*. Moscow: Pediatr; 2017. 152 p. (In Russ.).
19. Zakharova I.N., Sugyan N.G., Dmitrieva Yu.A. Micronutrient deficiency in preschool children. *Voprosy sovremennoy pediatrii = Current Pediatrics*. 2014;13(4):63–69. (In Russ.) <https://doi.org/10.15690/vsp.v13i4.1086>.
20. Kodentsova V.M., Vrzhesinskaya O.A., Sokol'nikov A.A. Food fortification: the history and perspectives. *Voprosy pitaniya = Problems of Nutrition*. 2012;10(5):31–44. (In Russ.) Available at: https://www.voprosy-pitaniya.ru/jarticles_diet/147.html?SSr=40013352a51455ce88f627c_55ce4871.
21. Rebrov V.G., Gromova O.A. *Vitamins, macro- and microelements*. Moscow: GEOTAR-Media; 2008. 960 p. (In Russ.) Available at: <https://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970408148.html>.
22. Korovina N.A., Zakharova I.N., Zaplatnikov I.L., Obynochnaya E.G. Vitamins and microelements in the practice of a pediatrician. *RMZh = RMJ*. 2004;12(1):48–55. (In Russ.) Available at: https://www.rmj.ru/articles/pediatriya/Vitamins_i_mikroelementy_v_praktike_vracha-pediatra/.

23. Kosenko I.M. Micronutrients and children's health. *Voprosy sovremennoy pediatrii = Current Pediatrics*. 2011;10(6):179–185. (In Russ.) Available at: https://vsp.spr-journal.ru/jour/article/view/798?locale=ru_RU.
24. Makarova S.G., Vishneva E.A. Long-chain polyunsaturated ω -3 and ω -6 fatty acids as essential nutrients in different periods of childhood. *Pediatricheskaya farmakologiya = Pediatric Pharmacology*. 2013;10(4):80–88. (In Russ.) <https://doi.org/10.15690/pf.v10i4.758>.
25. Gromova O.A., Torshin I.Yu., Egorova E.Yu. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and cognitive development of children. *Voprosy sovremennoy pediatrii = Current Pediatrics*. 2011;10(1):66–72. (In Russ.) Available at: https://vsp.spr-journal.ru/jour/article/view/541?locale=ru_RU.
26. Tutelyan V.A., Kon' I.Ya. (eds.). *Baby food*. Moscow: Meditsinskoye informatsionnoye agentstvo; 2013. 744 p. (In Russ.).
27. Nikolaieva S.V., Usenko D.V., Shushakova E.K., Savvateeva O.A., Gorelov A.V. Omega-3 polyunsaturated fatty acids value for children. *RMZh = RMI*. 2020;2(2):28–32. (In Russ.) Available at: https://www.rmj.ru/articles/pediatriya/Znachenie_omega-3_polinenasyschennyh_ghirnyh_kislot_dlya_detey/.
28. Arterburn L.M., Hall E.B., Oken H. distribution, interconversion, and dose response of n-3 fatty acids in humans. *Am J Clin Nutr*. 2006;83(6):1467S–1476S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/83.6.1467S>.
29. Koletzko B., Agostoni C., Carlson S.E., Clandinin T., Hornstra G., Neuringer M. et al. Long chain polyunsaturated fatty acids (LC-PUFA) and perinatal development. *Acta Paediatr*. 2001;90(4):460–464. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2001.tb00452.x>.
30. McCann J.C., Ames B.N. Is docosahexaenoic acid, an n-3 long-chain polyunsaturated fatty acid, required for development of normal brain function? An overview of evidence from cognitive and behavioral tests in humans and animals. *Am J Clin Nutr*. 2005;82(2):281–295. <https://doi.org/10.1093/ajcn.82.2.281>.
31. Swanson D., Block R., Mousa S.A. Omega-3 fatty acids EPA and DHA: health benefits throughout life. *Adv Nutr*. 2012;3(1):1–7. <https://doi.org/10.3945/an.111.000893>.
32. Kirby A., Woodward A., Jackson S., Wang Y., Crawford M.A. A double-blind, placebo-controlled study investigating the effects of omega-3 supplementation in children aged 8–10 years from a mainstream school population. *Res Dev Disabil*. 2010;31(3):718–730. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2010.01.014>.
33. Bloch M. H., Qawasmi A. Omega-3 fatty acid supplementation for the treatment of children with attention-deficit/hyperactivity disorder symptomatology: systematic review and meta-analysis. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 2011;50(10):991–1000. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2011.06.008>.
34. McNamara R.K., Able J., Jandacek R., Rider T., Tso P., Eliassen J.C. et al. Docosahexaenoic acid supplementation increases prefrontal cortex activation during sustained attention in healthy boys: a placebo-controlled, dose-ranging, functional magnetic resonance imaging study. *Am J Clin Nutr*. 2010;91(4):1060–1067. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.28549>.
35. Colter A.L., Cutler C., Meckling K.A. Fatty acid status and behavioural symptoms of attention deficit hyperactivity disorder in adolescents: a case-control study. *Nutr J*. 2008;7(1):8–10. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-7-8>.
36. Young G.S., Maharaj N.J., Conquer J.A. Blood phospholipid fatty acid analysis of adults with and without attention deficit/hyperactivity disorder. *Lipids*. 2004;39(2):117–123. <https://doi.org/10.1007/s11745-004-1209-3>.
37. Spahis S., Vanasse M., Bélanger S.A., Ghadirian P., Grenier E., Levy E. Lipid profile, fatty acid composition and pro- and anti-oxidant status in pediatric patients with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*. 2008;79(1–2):47–53. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2008.07.005>.
38. Innis S.M. Dietary (n-3) Fatty Acids and Brain Development. *J Nutr*. 2007;137(4):855–859. <https://doi.org/10.1093/jn/137.4.855>.
39. Rader R., McCauley L., Callen E.C. Current strategies in the diagnosis and treatment of childhood attention-deficit/hyperactivity disorder. *Am Fam Physician*. 2009;79(8):657–665. Available at: <https://www.aafp.org/afp/2009/0415/p657.html>.
40. Bykova O.V., Klimov Yu.A., Tikhonov S.V., Darina S.V. Polyunsaturated fatty acid deficiency and pediatric neuropsychiatric morbidity. *Meditsinskiy sovet = Medical Council*. 2020;18(1):173–178. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2020-18-173-178>.
41. Montgomery P., Burton J.R., Sewell R.P., Spreckelsen T.F., Richardson A.J. Fatty acids and sleep in UK children: subjective and pilot objective sleep results from the DOLAB study – a randomized controlled trial. *J Sleep Res*. 2014;23(4):364–388. <https://doi.org/10.1111/jsr.12135>.
42. Ladesich J.B., Pottala J.V., Romaker A., Harris W.S. Membrane level of omega-3 docosahexaenoic acid is associated with severity of obstructive sleep apnea. *J Clin Sleep Med*. 2011;7(4):391–396. <https://doi.org/10.5664/JCSM.1198>.

Информация об авторе:

Старостина Лада Сергеевна, к.м.н., педиатр, пульмонолог, неонатолог Университетской детской клинической больницы, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; доцент кафедры детских болезней, Клинический институт детского здоровья имени Н.Ф. Филатова; 119435, Россия, Москва, Большая Пироговская ул., д. 19, стр. 1; starostina-ls@yandex.ru

Information about the author:

Lada S. Starostina, Cand. Sci. (Med.), Pediatrician, Pulmonologist, Neonatologist, University Children's Clinical Hospital, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Bldg. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia; Associate Professor, Department of Children's Diseases, Filatov Clinical Institute of Children's Health; 19, Bldg. 1, Bolshaya Pirogovskaya St., Moscow, 119435, Russia; starostina-ls@yandex.ru