

Значение омега-3 полиненасыщенных жирных кислот для детей

К.м.н. С.В. Николаева¹, д.м.н. Д.В. Усенко¹, Е.К. Шушакова¹, О.А. Савватеева²,
член-корр. РАН А.В. Горелов^{1,2}

¹ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора, Москва

²ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва

РЕЗЮМЕ

Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), к которым относятся омега-3 жирные кислоты (омега-3 ПНЖК), незаменимы для нормального функционирования организма. Важность значения омега-3 ПНЖК для человеческого организма обусловлена тем, что они являются ключевыми структурными компонентами всех клеточных мембран, составляя основу их фосфолипидного слоя и влияя на их текучесть. Это позволяет поддерживать адекватное функционирование в активном состоянии встроенных в мембрану ферментов, правильную конформацию клеточных рецепторов и, как следствие, реализовывать биологические эффекты омега-3 ПНЖК: иммунорегулирующий, гипохолестеринемический, гипотриглицеридемический, антиатерогенный, антитромбогенный, вазодилатирующий (гипотензивный), противовоспалительный, антиаритмический, кардиопротективный. Основными источниками омега-3 ПНЖК являются льняное масло и жир холодноводных рыб, но ввиду специфичности источников питания наблюдается недостаточное потребление омега-3 ПНЖК с продуктами питания. Перспективным считается использование дополнительной дотации омега-3 ПНЖК.

Ключевые слова: иммунитет, ненасыщенные жирные кислоты, омега-3 жирные кислоты, развитие ребенка, рыбий жир.

Для цитирования: Николаева С.В., Усенко Д.В., Шушакова Е.К. и др. Значение омега-3 полиненасыщенных жирных кислот для детей. РМЖ. 2020;2:28–32.

ABSTRACT

Omega-3 polyunsaturated fatty acids value for children

S.V. Nikolaieva¹, D.V. Usenko¹, E.K. Shushakova¹, O.A. Savvateieva², A.V. Gorelov^{1,2}

¹Central Research Institute of Epidemiology of the Federal Service on Customers' Rights Protection and Human Well-being Surveillance, Moscow

²Sechenov University, Moscow

Polyunsaturated fatty acids (PUFAs), which include omega-3 fatty acids (omega-3 PUFAs) are essential for the normal functioning of the body. The importance of omega-3 PUFAs for the human body is because they are the key structural components of all cell membranes, forming the basis of their phospholipid layer and affecting their flow property. This allows to maintain adequate functioning of enzymes embedded in the membrane in the active state, the correct conformation of cell receptors and, as a result, to implement the biological effects of omega-3 PUFAs: immunoregulatory, hypocholesterolemic, hypotriglyceridemic, antiatherogenic, anti-thrombotic, vasodilating (hypotensive), anti-inflammatory, antiarrhythmic, cardioprotective. The main sources of omega-3 PUFAs are flaxseed oil and cold-water fish oil. However, due to the specificity of nutrition sources, there is insufficient consumption of omega-3 PUFAs with food. The use of the additional omega-3 PUFAs is considered promising.

Keywords: immunity, unsaturated fatty acids, omega-3 fatty acids, child development, fish oil.

For citation: Nikolaieva S.V., Usenko D.V., Shushakova E.K. et al. Omega-3 polyunsaturated fatty acids value for children. RMJ. 2020;2:28–32.

ВВЕДЕНИЕ

Ненасыщенные жирные кислоты — это жирные кислоты, содержащие одну (и более) двойную связь между углеродными атомами. Они делятся на мононенасыщенные (моноеновые, от epic — двойная связь), содержащие одну двойную связь (олеиновая кислота, эруковая кислота и др.), и полиненасыщенные (полиеновые), содержащие в своей молекуле две и более двойных связей (линолевая кислота, альфа-линоленовая кислота (АЛК), арахидоновая кислота, эйкозапентаеновая кислота (ЭПК), докозагексаеновая кислота (ДГК) и др.) [1]. Кислоты различаются по своим физико-химическим свойствам, физиологическим эффектам, пищевым источникам и значению в питании.

Всего существует 11 разных видов омега-3 полиненасыщенных жирных кислот (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 [2], процент конвертации в человеческом организме АЛК в ЭПК и ДГК весьма низкий. Абсолютно незаменимыми для нормального функционирования организма являются ЭПК и ДГК, относящиеся к семейству омега-3.

Важная роль омега-3 ПНЖК для человеческого организма обусловлена тем, что они являются ключевыми

структурными компонентами всех клеточных мембран, составляя основу их фосфолипидного слоя. Встраивание омега-3 ПНЖК в состав фосфолипидов мембранных клеток уменьшает текучесть биомембран, что позволяет поддерживать адекватное функционирование в активном состоянии встроенных в мембрану ферментов, дает возможность поддерживать правильную конформацию клеточных рецепторов и, как следствие, реализовывать разнообразные биологические эффекты омега-3 ПНЖК: гипохолестеринемический, гипотриглицеридемический, антиатерогенный, антитромбогенный, вазодилатирующий (гипотензивный), противовоспалительный, антиаритмический, кардиопротективный [3–7].

Для педиатрической практики важны следующие функции омега-3 ПНЖК [8]:

- ♦ поддерживают здоровое развитие головного мозга и нервной системы, способствуют развитию когнитивных функций: памяти, логического мышления, концентрации внимания;
- ♦ оптимизируют иммунные функции организма;
- ♦ способствуют нормальному функционированию сердечно-сосудистой системы;
- ♦ поддерживают здоровье суставов;
- ♦ улучшают настроение, уменьшают чувство тревоги;
- ♦ необходимы для здоровья волос и кожи, закладки и развития зубов;
- ♦ ДГК содержится в большом количестве в сетчатке глаза и является ключевым структурным элементом мембран клеток, что делает ее незаменимой для нормального функционирования органа зрения.

Роль омега-3 полиненасыщенных жирных кислот в иммунных процессах

Известно, что омега-3 ПНЖК входят в состав мембран всех иммунокомпетентных клеток и способны влиять на текучесть клеточных мембран, строение иммунологических синапсов, рецепторную активность, что определяет их иммунорегуляторные свойства. Прежде всего, изменение активности актинового цитоскелета клетки сопровождается снижением фагоцитоза микроорганизмов макрофагами и антигенпредставляющими клетками (АПК), образованием фаголизосом и уменьшением активности макрофагов. Кроме того, во время клеточных взаимодействий происходит ингибирование кластеризации поверхностных белков, которые участвуют в многочисленных процессах, таких как созревание и миграция дендритных клеток, пролиферация Т-клеток, а также активация Т-хелперов Th17 через снижение связывания антигенов главного комплекса гистосовместимости II класса на АПК и Т-клетках. Омега-3 ПНЖК также уменьшают клеточно-опосредованную цитотоксичность и активность НК-клеток, не влияя на Th2 и дифференцировку Т-регуляторных клеток (Treg). Омега-3 ПНЖК способны также влиять на активацию В-клеток. Кроме того, омега-3 ПНЖК способны индуцировать продукцию эйкозаноидов и резолвинов, которые синтезируются в простагландины, лейкотриены и тромбоксаны (двумя основными классами ферментов: циклооксигеназами (продуцируют простагландины — PG) и липоксигеназами (продуцируют лейкотриены и липоксигены)), участвующие в противовоспалительных реакциях. Омега-3 ПНЖК снижают синтез провоспалительных эйкозаноидов, полученных из арахидоновой кислоты (PGE2, PGI2, PGF2 α ,

лейкотриен (LT) B4), тем самым способствуя уменьшению эндотелиальной проницаемости и хемотаксиса лейкоцитов, а также продукции эйкозаноидов PGE3 и LT5. Важно отметить, что эйкозаноиды, происходящие из омега-3 ПНЖК, препятствуют действию провоспалительных эйкозаноидов или имеют аналогичное, но намного менее сильное действие. Липоксигены являются производными от арахидоновой кислоты (относящейся к семейству омега-6 ПНЖК), а резолвины — производными от ЭПК и ДГК. Эти молекулы участвуют в разрешении воспаления путем уменьшения хемотаксиса и активации нейтрофилов, увеличении апоптоза нейтрофилов, а также стимулировании альтернативной активации макрофагов. Резолвины оказывают выраженное терапевтическое действие в отношении некоторых бактериальных и вирусных инфекций: вируса гриппа А, периодонтита, вызванного *Porphyromonas gingivalis*, вируса простого герпеса. ЭПК и ДГК могут влиять на взаимодействие микроорганизмов и клеток: после включения в клеточные мембраны эти кислоты ингибируют образование кластеров Toll-подобных рецепторов (TLR), связываются со своими микробными компонентами и ингибируют сигнальные пути, ведущие к активации ядерного фактора каппа В (NF- κ B). В определенной степени влияние омега-3 ПНЖК на врожденный и адаптивный иммунитет реализуется через модификацию кишечной микробиоты путем перекисного окисления омега-3 ПНЖК бактериальной каталазой и ферментов супероксиддисмутазы, что приводит к выработке токсичных для микроорганизмов антибактериальных субстанций, демонстрируя прямую антибактериальную активность. В исследованиях продемонстрирована прямая антимикробная активность минимальных концентраций омега-3 ПНЖК на рост некоторых патогенных бактерий [9–13]. Еще одним механизмом возможного влияния омега-3 ПНЖК на иммунный ответ является изменение экспрессии генов, которое, по-видимому, связано с их влиянием на факторы транскрипции PPARs (peroxisome proliferator-activated receptors — рецепторы, активируемые пероксисомными пролифераторами). Активация PPARs может ингибировать активность макрофагов и продукцию фактора некроза опухоли, интерлейкинов IL-1 и IL-6, а также активность NO-синтазы [14]. Все вышеперечисленные механизмы омега-3 ПНЖК определяют их способность влиять на иммунный ответ. Клинические исследования влияния омега-3 ПНЖК на иммунитет показали, что включение в рацион дошкольников рыбьего жира, содержащего преимущественно омега-3 ПНЖК, способствует снижению частоты заболеваемости ОРВИ, а также повышению концентрации иммуноглобулинов IgA, IgM, IgG в крови [15].

Участие омега-3 полиненасыщенных жирных кислот в развитии нервной системы

Адекватное поступление омега-3 ПНЖК актуально для всех возрастов, но наиболее важно для детей в ранний период развития, так как омега-3 ПНЖК (в частности, ДГК) встраиваются в мембраны клеток коры головного мозга, повышают активность связанных с мембраной ферментов и мембранных рецепторов, влияют на электрофизиологические свойства мембран. Соответственно, омега-3 ПНЖК участвуют в таких процессах, как нейрогенез, синаптоге-

нез, миграция нейронов, миелинизация нервных волокон, обеспечивают нормальное развитие сенсорных, моторных, поведенческих функций.

Развитие нервной системы и когнитивные способности улучшаются благодаря ранней дотации омега-3 ПНЖК с грудным молоком или обогащенными смесями. У девочек, рожденных ранее 33 нед. гестации, дополнительный прием ДГК улучшал показатели индекса психического развития Бейли (Bayley Scales of Infant Development), который позволяет оценить когнитивные функции, психомоторное развитие, моторные навыки, эмоции, разговорную речь, поведение и др. через 18 мес. [16]. У детей в возрасте 2,5 года, получавших дополнительно омега-3 ПНЖК в раннем младенческом возрасте, выявлена лучшая координация глаз и рук по шкале умственного развития Гриффитса [17]. C.L. Jensen et al. выявили значительные различия в психомоторном развитии и длительности внимания у детей в возрасте 30 мес. и 5 лет, которые получали с молоком матери большее количество ДГК [18, 19]. У детей, получавших материнское молоко, содержащее более высокий уровень омега-3 ПНЖК, реже отмечались отрицательные аффективные состояния, связанные с риском интернализованных расстройств, в старшем возрасте [20]. Дефицит омега-3 ПНЖК способствует развитию синдрома дефицита внимания и гиперактивности [21, 22], а увеличение потребления омега-3 ПНЖК позитивно влияет на успеваемость в школе [23].

Результаты проведенных исследований показали, что дети, рожденные от матерей, которые получали во время беременности омега-3 ПНЖК, в возрасте 4 мес. демонстрировали лучшие показатели остроты зрения [24]. Причем эти показатели, как установили C.L. Jensen et al., могут сохраняться на срок до 4 лет [25]. В подростковом возрасте потребление омега-3 ПНЖК связано с увеличением среднего артериального калибра сетчатки, что является полезным структурным изменением и связано с более низким риском сердечно-сосудистых и цереброваскулярных заболеваний в старшем возрасте [26].

ОМЕГА-3 ПОЛИНЕНАСЫЩЕННЫЕ ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ И РАЦИОН

Современный взгляд на питание детей раннего возраста подразумевает исключительно грудное вскармливание в течение первых 6 мес. жизни ребенка. Материнское молоко, как правило, является единственным источником питательных веществ, включая витамины и микроэлементы, причем в доступной для организма форме, и обеспечивает ребенка необходимым количеством энергии. Поскольку омега-3 ПНЖК не синтезируются человеческим организмом и попадают в него только с пищей, они обязательно должны присутствовать в ежедневном рационе. Дети до 1 года получают омега-3 ПНЖК с материнским молоком, в котором всегда присутствуют омега-3 ПНЖК, причем их количество зависит от диеты матери. Для детей старше 1 года адекватное поступление омега-3 ПНЖК возможно из детских смесей или специализированных продуктов питания. Отлучение от груди приводит к резкому переходу от адекватного потребления жиров во время грудного вскармливания к значительному снижению их потребления. Для детей старшего возраста и взрослых основными пищевыми

Таблица 1. Основные источники незаменимых омега-3 ПНЖК

Продукты	Омега-3 ПНЖК, г / 100 г	ДГК, г / 100 г	ЭПК, г / 100 г
Сардина	2,5	1,6	0,9
Дикий лосось	1,6	0,7	0,9
Дикая форель	0,6	0,5	0,1
Тушка трески	0,3	0,2	0,1
Креветки	0,5	0,2	0,3
Рыбий жир из печени трески	18,5	9,5	9,0

источниками омега-3 ПНЖК являются льняное масло и жир холодноводных рыб (табл. 1) [27]. Высококонцентрированным источником омега-3 ПНЖК является печень рыбы, которая используется для производства. Так, рыбий жир, изготовленный из печени трески, содержит 18,5 г омега-3 ПНЖК в 100 г продукта, в то время как рыбный жир, произведенный из тушки рыбы, — всего 0,3 г. Также следует учитывать место обитания рыб, способ производства и очистки.

Ввиду специфичности источников питания в мире наблюдается недостаточное потребление продуктов, содержащих омега-3 ПНЖК [28, 29], вследствие чего возникает дефицит этих кислот. Жители России постоянно испытывают дефицит омега-3 ПНЖК в рационе питания. Выявлена крайне высокая распространенность дефицита омега-3 ПНЖК во всех возрастных группах, при этом наиболее тяжелый дефицит отмечен у детей и подростков в возрасте до 18 лет. 47,4% подростков имеют метаболические и гипоксические нарушения, обусловленные дефицитом омега-3 ПНЖК, и находятся в группе риска по возникновению заболеваний, связанных с нарушением обмена веществ и репродуктивных нарушений (бесплодие, прерывание беременности, пороки развития плода) [30].

Перспективным считается использование дополнительной дотации омега-3 ПНЖК. С этой целью разработана биологически активная добавка к пище — «Рыбий жир Меллер» (Норвегия), который представляет собой комбинацию омега-3 ПНЖК и витаминов (А, Е и D), усиливающих положительные эффекты омега-3 ПНЖК. Витамин D необходим для укрепления иммунитета и здорового развития костной и мышечной системы, витамины А и Е повышают сопротивляемость инфекциям, улучшают состояние кожи, зрения и способствуют усвоению друг друга. «Рыбий жир Меллер» (5 мл) содержит омега-3 ПНЖК (ДГК — 600 мг и ЭПК — 400 мг), витамина D — 10 мкг (400 МЕ), витамина А — 250 мкг, витамина Е — 3 мг. «Рыбий жир Меллер» можно принимать детям в возрасте от 4 лет и старше в качестве дополнительного источника омега-3 ПНЖК и витаминов, необходимых для растущего организма. Для производства «Рыбьего жира Меллер» используется печень дикой арктической трески из Норвегии. Этот регион известен своими чистыми холодными водами с минимальным уровнем загрязнения и большим количеством планктона. Современные технологии производства и очистки обеспечивают высокое качество и приятный вкус.



The Original
MÖLLER'S
рыбий жир из Норвегии



**Высокое содержание Омега-3
жирных кислот и витамина Д***

**ДЕТЯМ НРАВИТСЯ ВКУС,
РОДИТЕЛЯМ КАЧЕСТВО!**



* 60% от адекватного уровня потребления.

1. Г.А. Каркашадзе. Л.С. Педиатрическая фармакология /2017/ ТОМ 14/ № 1. 2. Connor W, Am J Clin Nutr 2000;71(suppl):1715-55. 3. Danielle Swanson, Robert Block, Shaker A. Mousa, Adv. Nutr. 3:1-7, 2012. 4. Michael F Hollick. Am J Clin Nutr 2004;80 (suppl):1678S- 88S. 5. M.B. Raeder et al. / Journal of Affective Disorders 101 (2007) 245-249

Организация, принимающая претензии потребителей в РФ: ООО «Дельта Медикал» 123001, г. Москва, Трёхпрудный пер., д. 4 стр. 1, тел. +7(495) 981 53 54,

delta-medical.ru

Адрес производителя: Оркля Хелс А/С, Норвегия Peter Mollers vei 13, 0585, Oslo

Orkla **Delta Medical**

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНАЯ ДОБАВКА НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ЛЕКАРСТВЕННЫМ СРЕДСТВОМ



Рис. 1. Положительные эффекты омега-3 ПНЖК

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, омега-3 ПНЖК являются важнейшим эссенциальным компонентом, участвующим в жизнедеятельности организма (рис. 1) и необходимым для полноценного развития ребенка и укрепления иммунитета. Многочисленные исследования говорят о недостаточном потреблении ПНЖК в различных возрастных группах. Соответственно, необходима коррекция обеспеченности ими детей за счет обогащения продуктов питания или дополнительного введения препаратов, содержащих ПНЖК семейства омега-3.

Благодарность

Авторы и редакция благодарят компанию АО «Дельта Медикел Промоушнз АГ» за предоставление полных текстов иностранных статей, требовавшихся для подготовки данной публикации.

Литература

1. Детское питание: Руководство для врачей. Под ред. В.А. Тутельяна, И.Я. Коня. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Медицинское информационное агентство; 2013. [Baby food: a guide for doctors. Edited By V.A. Tutelyan, I. Ya. Kon. M.: Medical information Agency; 2013 (in Russ.).]
2. 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 Suppl):1467S–1476S. DOI: 10.1093/ajcn/83.6.1467S.
3. Shimokawa H. Beneficial effects of eicosapentaenoic acid on endothelial vasodilator functions in animals and humans. In: Hamazaki T., Okuyama H., eds. *Fatty Acids and Lipids — New Findings, World Review of Nutrition and Diets.* 2001;88:100–108.
4. 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. [Makarova S.G., Vishneva E.A. Long-Chain Polyunsaturated ω -3 and ω -6 Fatty Acids as Essential Nutrients in Different Periods of Childhood. *Pediatric pharmacology.* 2013;10(4):80–88 (in Russ.).]
5. Innis S.M. Dietary (n-3) fatty acids and brain development. *J. Nutr.* 2007;137(4):855–859.
6. Громова О.А., Торшин И.Ю., Калачева А.Г. и др. Перспективы использования стандартизированных форм омега-3 полиненасыщенных жирных кислот в неврологии. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2012;112(1):101–105. [Gromova O.A., Torshin I. Yu., Kalacheva A.G. et al. The perspective lines of using standardized forms of omega-3 polyunsaturated fatty acids in neurology. *Journal of Neurology and Psychiatry named after S.S. Korsakov.* 2012;112(1):101–105 (in Russ.).]
7. Громова О.А., Торшин И.Ю., Егорова Е.Ю. Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты и когнитивное развитие детей. *Вопросы современной педиатрии.* 2011;1:66–72. [Gromova O.A., Torshin I. Yu., Yegorova Ye.Yu. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and cognitive development of children. *Questions of modern pediatrics.* 2011;1:66–72 (in Russ.).]
8. Swanson D., Block R., Mousa S.A. Omega-3 Fatty Acids EPA and DHA: Health Benefits Throughout Life. *American Society for Nutrition. Adv. Nutr.* 2012;3:1–7. DOI: 10.3945/an.111.000893.

9. Svahn S.L., Ulleryd M.A., Grahne L. et al. Dietary Omega-3 Fatty Acids Increase Survival and Decrease Bacterial Load in Mice Subjected to Staphylococcus aureus-Induced Sepsis. *Infect Immun.* 2016;84(4):1205–1213. DOI: 10.1128/IAI.01391-15.
10. Gutiérrez S., Svahn S.L., Johansson M.E. Effects of Omega-3 Fatty Acids on Immune Cells. *Int J Mol Sci.* 2019;20(20):5028. DOI: 10.3390/ijms20205028.
11. Husson M.O., Ley D., Portal C. et al. Modulation of host defence against bacterial and viral infections by omega-3 polyunsaturated fatty acids. *J Infect.* 2016;73(6):523–535. PMID:27746159.
12. Russel F.D., Burgin-Maunders C.S. Distinguishing health benefits of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids. *Mar Drugs.* 2012;10(11):2535–2559.
13. Oh S.F., Vickery T.W., Serhan C.N. Chiral Lipidomics of E-Series Resolvins: Aspirin and the Biosynthesis of Novel Mediators. *Biochim Biophys.* 2011;181(11):737–747.
14. Field C., Van Aerde J., Robinson L. et al. Effect of providing a formula supplemented with long-chain polyunsaturated fatty acids on immunity in full-term neonates. *Br J Nutrition.* 2008;99:91–99.
15. Коростелева М.М. Изучение влияния рыбьего жира — источника ω -3 полиненасыщенных жирных кислот на острую заболеваемость дошкольников: Материалы ежегодной конференции молодых ученых НИИ питания РАМН, 14 мая 2009 г. *Вопросы детской диетологии.* 2009;7(4):61–62. [Korosteleva M.M. Study of the effect of fish oil — a source of ω -3 polyunsaturated fatty acids on the acute incidence of preschool children. Materials of the annual conference of young scientists of the research Institute of nutrition of the Russian Academy of Sciences (may 14, 2009). *Issues of children's dietetics.* 2009;7(4):61–62 (in Russ.).]
16. Makrides M., Gibson R.A., McPhee A.J. et al. Neurodevelopmental outcomes of preterm infants fed high-dose docosahexaenoic acid: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2009;301(2):175–182. DOI: 10.1001/jama.2008.945.
17. Dunstan J.A., Simmer K., Dixon G. et al. Cognitive assessment of children at age 2 (1/2) years after maternal fish oil supplementation in pregnancy: a randomised controlled trial. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2008;93: F45–F50.
18. Jensen C.L., Voigt R.G., Prager T.C. et al. Effects of maternal docosahexaenoic acid intake on visual function and neurodevelopment in breastfed term infants. *Am J Clin Nutr.* 2005;82:125–132.
19. Jensen C.L., Voigt R.G., Llorente A.M. et al. Effects of early maternal docosahexaenoic acid intake on neuropsychological status and visual acuity at five years of age of breastfed term infants. *J Pediatr.* 2010;157:900–905.
20. Hahn-Holbrook J., Fish A., Glynn L.M. Human Milk Omega-3 Fatty Acid Composition is Associated with Infant Temperament. *Nutrients.* 2019;11(2): pii: E2964. DOI: 10.3390/nu11122964.
21. 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.
22. Spahis S., Vanasse M., Belanger S.A. et al. 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.
23. Lehner A., Staub K., Aldakak L. et al. Fish consumption is associated with school performance in children in a non-linear way: Results from the German cohort study KiGGs. *Evol Med Public Health.* 2019;2020(1):2–11. DOI: 10.1093/emph/eoz038. eCollection 2020.
24. Smithers L.G., Gibson R.A., Makrides M. Maternal supplementation with docosahexaenoic acid during pregnancy does not affect early visual development in the infant: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr.* 2011;93:1293–1299.
25. Jensen C.L., Voigt R.G., Llorente A.M. et al. Effects of early maternal docosahexaenoic acid intake on neuropsychological status and visual acuity at five years of age of breastfed term infants. *J Pediatr.* 2010;157(6):900–905. DOI: 10.1016/j.jpeds.2010.06.006.

Полный список литературы Вы можете найти на сайте <http://www.rmj.ru>