

УДК 547.395:613.22

Колупаева Е.А.

Белорусская медицинская академия последипломного образования, Минск, Беларусь

Kolupaeva E.A.

Belarusian Medical Academy of Post-Graduate Education, Minsk, Belarus

Полиненасыщенные жирные кислоты и развитие ребенка

Polyunsaturated fatty acids and baby development

Резюме.

В современной педиатрии большое внимание уделяется роли нутриентов, оказывающих влияние на развитие ребенка. Среди пищевых веществ особое место принадлежит длинноцепочечным полиненасыщенным жирным кислотам (ДЦПНЖК). Адекватное и сбалансированное поступление длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот семейства ω -3 (ω -3 ДЦПНЖК) важно на протяжении всей жизни. Они играют одну из ключевых ролей в организме человека напрямую влияя на состояние здоровья: регулируют липидный обмен, оказывают положительное влияние на развитие нервной системы в целом и когнитивные функции в частности, становление иммунитета и обладают противовоспалительной активностью. Приведены результаты современных экспериментальных и клинических исследований, анализ физиологических эффектов на молекулярном уровне и биологической роли ДЦПНЖК. Необходимость адекватного употребления ω -3 ДЦПНЖК в раннем дошкольном периоде и в начальной школе подтверждается многочисленными результатами клинических исследований.

Ключевые слова: дети, питание, длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты, докозагексаеновая кислота, эйкозапентаеновая кислота, арахидоновая кислота, когнитивные функции, иммунитет.

Abstract.

In modern pediatrics, much attention is paid to the role of nutrients that affect the development of the child. Among food substances, a special place belongs to long chain polyunsaturated fatty acids (LCPUFA). Adequate and balanced intake of long chain polyunsaturated fatty acids of the ω -3 family (ω -3 LCPUFA) is important throughout life. They play one of the key roles in the human body directly affecting the state of health: they regulate lipid metabolism, have a positive effect on the development of the nervous system as a whole and cognitive functions in particular, the formation of immunity and

have anti-inflammatory activity. The results of modern experimental and clinical studies, the analysis of physiological effects at the molecular level and the biological role of LCPUFA are presented. The need for adequate use of ω -3 LCPUFA in the early preschool period and in elementary school is confirmed by the numerous results of clinical studies.

Key words: children, nutrition, long chain polyunsaturated fatty acids, docosahexaenoic acid, eicosapentaenoic acid, arachidonic acid. cognitive functions, immunity.

Физическое и нервно-психическое развитие ребенка зависит от рационального сбалансированного питания. Особенно качество и количество продуктов питания важны в периоды интенсивного роста и развития детей: начиная с периода внутриутробного развития, периода новорожденности, раннего детского возраста. Эти периоды характеризуются наиболее быстрыми темпами роста и развития: к концу первого года жизни масса тела ребенка увеличивается примерно в три раза и рост – в полтора раза. Поэтому рацион питания детей должен включать в оптимальных количествах и сбалансированных соотношениях основные пищевые вещества, микронутриенты, минорные компоненты и биологически активные вещества пищи. Все это направлено на обеспечение адекватного развития ребенка, предупреждение развития различных алиментарно-зависимых состояний и заболеваний, а также инфекционных болезней [1,2].

Важную роль в питании детей играют жиры, которые выполняют в организме две основные функции: структурных компонентов биологических мембран клеток и энергетического материала. Жиры являются источниками жирорастворимых витаминов (А, D, Е и К) и эссенциальных жирных кислот. Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) в организме человека не вырабатываются, единственным их источником является пища.

Полиненасыщенные жирные кислоты, ряд из которых относится к незаменимым факторам питания, в последнее время признаны важнейшими микронутриентами, обеспечивающими нормальное развитие и поддержание баланса между физиологическими и патологическими процессами в организме [3, 4].

К эссенциальным полиненасыщенным жирным кислотам относятся α -линоленовая кислота (ω -3) и линолевая кислота (ω -6). В результате сложного метаболического процесса в организме синтезируются из α -линоленовой кислоты эйкозапентаеновая ω -3 (ЭПК) и докозагексаеновая ω -3 (ДГК) жирные кислоты, а из линолевой — арахидоновая ω -6 (АК). ω -6 и ω -3 длинноцепочечные ПНЖК (ДЦПНЖК) – структурные и функциональные компоненты клеточных мембран. ДЦПНЖК являются предшественниками эйкозаноидов, которые

регулируют гормональную и иммунную активность организма, обеспечивают нормальное развитие и адаптацию организма человека к неблагоприятным факторам окружающей среды [3].

Чрезвычайно важная биологическая роль ω -3 и ω -6 ДЦПНЖК определяется двумя их главными функциями — структурной и метаболической. Одна из них заключается в том, что ДЦПНЖК являются ключевыми структурными компонентами фосфолипидов, встроенных как в клеточные, так и во внутриклеточные мембраны. Это определяет их свойства, в частности, текучесть, что в свою очередь влияет на функции всех без исключения клеток организма. Метаболическая роль ω -3 и ω -6 ДЦПНЖК лишь в небольшой степени определяется их энергетической функцией как пищевого субстрата, а в наибольшей связана с разнообразием биологически активных веществ, которые образуются в процессе их метаболизма. ω -6 ДЦПНЖК являются предшественниками эйкозаноидов, сигнальных гормонов с разнообразной биологической активностью, молекул с про- и противовоспалительной, антитромботической, вазоконстрикторной и вазодилатационной активностью [3,5]. Арахидоновая ω -6 кислота имеется во всех клеточных мембранах, является важной составляющей большинства периферических тканей и в больших количествах присутствует в нервных клетках.

В процессе эволюции человека соотношение ω -6 и ω -3 ПНЖК в пищевом рационе составляло примерно 1:1. Физиологическое состояние клетки оптимально при соотношении 3:1 между ω -6 и ω -3 ПНЖК. В настоящее время у жителей европейских стран данное отношение увеличилось до 10:1 и даже до 20:1. Установлено, что ω -6 ПНЖК повышают уровень провоспалительных молекул в организме, в то время как ω -3 ПНЖК вызывают повышение противовоспалительных молекул в организме. Поэтому пищевой рацион современных жителей западных стран можно рассматривать как диету, вероятно, способствующую развитию и поддержанию ряда воспалительных реакций в организме [12].

Организм человека не способен осуществлять конверсию ω -6 ПНЖК в ω -3 и наоборот [6].

Эссенциальные ω -3 жирные кислоты обладают целым рядом положительных свойств:

- способствуют наиболее эффективной работе головного мозга;
- значительно снижают свёртываемость крови;
- способствуют нормализации артериального давления;
- уменьшают нагрузку на сердечно-сосудистую систему;
- помогают сжигать насыщенные жиры в организме, тем самым, способствуя похудению;
- подавляют выделение гормонов стресса в организме;
- участвуют в выработке простагландинов – веществ, обладающих особыми противовоспалительными свойствами (помогают избавиться от отёков и болей).

ω -3 ДЦПНЖК – α -линоленовая (АЛК), эйкозапентаеновая (ЭПК) и докозагексаеновая (ДГК) кислоты играют очень важное значение в организме человека: регулируют липидный обмен, оказывают противовоспалительное и кардиопротекторное действие, способствуют пролонгации беременности и улучшают когнитивные способности человека [8,9,10]. Основной функцией ДЦПНЖК является участие в формировании фосфолипидов клеточных мембран и синтез эйкозаноидов (биологически активных веществ – тканевых гормонов): простагландинов, простагландинов, лейкотриенов и тромбоксанов [8,11].

Особый интерес вызывают роль длинноцепочечных ω -3 жирных кислот эйкозапентаеновой (ЭПК) и докозагексаеновой (ДГК). ДГК и ЭПК имеют очень важное значение при формировании нервной, гормональной и иммунной систем. Они обладают кардиопротективными, гиполипидемическими и антиаритмическими эффектами. Кроме того, ЭПК и ДГК оказывают влияние на метаболизм липидов, сосудистый тонус и свертывание крови. Благодаря их противовоспалительным эффектам, они оказывают благоприятное влияние на течение воспалительного процесса при ряде системных заболеваний соединительной ткани, в том числе при ревматоидном артрите [12].

ω -3 ДЦПНЖК подавляют выработку провоспалительных цитокинов, что уменьшает интенсивность воспалительного процесса путем снижения продукции простагландинов, тромбоксанов и лейкотриенов [8,13]. Они оказывают существенное влияние на систему гемостаза: способствуют снижению вязкости крови, торможению процесса тромбообразования, а также потенцируют деструкцию холестериновых бляшек кровеносных сосудов и препятствуют развитию аритмии [14].

Докозагексаеновая кислота (ДГК) составляет небольшую часть от общего количества жирных кислот, содержащихся в тканях, за исключением структур мозга и сетчатки глаза. ДГК в отличие от АК подавляет выработку простагландина E_2 ($PG E_2$), а также продукцию провоспалительных цитокинов: интерлейкинов (IL) 6, 8, 12, фактора некроза опухоли (TNF) α . То есть, ДГК обладает мощным противовоспалительным действием.

ЭПК и ДГК дают начало медиаторам противовоспалительного действия и воспаления, которые называются резолвины, протектины и марезины. Именно эти медиаторы препятствуют переходу острого воспаления в хроническое, что является одним из основных эффектов ω -3 ПНЖК [10]. Механизм противовоспалительного действия ω -3 ДЦПНЖК заключается во влиянии на клеточные мембраны с изменением состава и свойств фосфолипидов, разрушении липидных рафтов и снижении экспрессии генов провоспалительных цитокинов [8,13].

Механизмы профилактического влияния ДЦПНЖК на развитие заболеваний сердечно-сосудистой системы заключаются в следующем. Встраиваясь в клеточную мембрану ω -3 ДЦПНЖК меняют конфигурацию натриевых каналов. Трансмембранное действие ДЦПНЖК

проявляется удлинением абсолютного рефрактерного периода и укорочением относительного рефрактерного периода миокарда, аналогичным при действии антиаритмических лекарственных средств III класса. ДЦПНЖК имеют выраженное влияние на функцию эндотелия: приводят к уменьшению его проницаемости; уменьшению сосудистых реакций на ангиотензин II, норадреналин; увеличению эндотелий-зависимой дилатации сосудов; повышению продукции оксида азота (NO). Включение ω -3 ДЦПНЖК (1 г/сут) в комплексную терапию пациентов с нестабильной стенокардией приводит к снижению желудочковой аритмической активности, а также вызывает повышение общего резерва нейрогуморальной регуляции [8,13].

Установлено, что ω -3 жирные кислоты играют очень важную роль в функционировании центральной нервной системы на протяжении всей жизни человека [8,12,14, 15,16]. Влияние ω -3 и ω -6 жирных кислот на развитие и функцию нервной ткани происходит благодаря их вовлечению в многочисленные процессы, в том числе генную транскрипцию регуляции эффектов в процессе клеточной передачи сигналов и проницаемость мембран. Достаточная обеспеченность организма ребенка ω -3 ДЦПНЖК является условием для интеллектуального развития [14]. ω -3 ДЦПНЖК поглощаются мембранами нейронов, обеспечивают передачу импульсов между ними и улучшают функционирование рецепторов, расположенных на мембранах нейронов. Они играют важную роль в нейрогенезе, нейротрансмиссии, защите от окислительного стресса и нейропротекции. Именно поэтому ω -3 и ω -6 ПНЖК крайне необходимы для развития мозга плода и в раннем детском возрасте. Проведенными исследованиями показано, что снижение содержания ДГК в рационе питания сочетается с нарушениями когнитивных способностей и поведения у детей, особенно если недостаточное потребление ПНЖК приходится на ранний возраст ребенка, когда мозг развивается наиболее интенсивно [14]. Результаты проведенных рандомизированных и эпидемиологических исследований, а также клинические наблюдения свидетельствуют, что коррекция рациона питания с дополнительным содержанием ДГК женщинами во время беременности и лактации, а также детьми в раннем возрасте играет важную роль в развитии нервной системы ребенка.

Известно, что входя в состав клеточных мембран, ω -3 ПНЖК являются важными структурными компонентами. Фосфолипиды клеточных мембран влияют на такие их свойства как текучесть, гибкость, проницаемость и активность мембран-связанных ферментов [8]. В дополнение к эндогенному метаболизму потребление жирных кислот может модифицировать состав и молекулярную структуру клеточных мембран. Увеличение в составе пищевого рациона ω -3 ПНЖК приводит к повышению их содержания в эритроцитах, иммунных клетках и других типах клеток организма человека [9].

Дефицит поступления с продуктами питания ω -3 ПНЖК или дисбаланс между ω -3 и ω -6

ПНЖК ассоциированы с многочисленными поведенческими отклонениями особенно у детей, в том числе и психическими расстройствами. Проведенные многочисленные клинические исследования показали связь между нарушениями нервно-психического развития детей и дисбалансом ω -6 и ω -3 ПНЖК. Нейрокогнитивные нарушения, такие как синдром дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ), дислексия, диспраксия и аутизм, часто связаны с недостатком ω -3 ПНЖК [12].

Синдром дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ) наиболее распространенное нейрокогнитивное расстройство у детей. СДВГ – одна из актуальных медико-социальных проблем, истоки которой начинаются с раннего детского возраста. Симптомы данного заболевания включают не только гиперактивность, но и недостаток концентрации внимания и самоконтроля ребенка. Целый ряд фундаментальных и клинических исследований выявил корреляцию между дефицитом ω -3 ДЦПНЖК и риском развития СДВГ [8,14,15,16,17].

По данным Polancuk G. и соавторов [18] в мире СДВГ диагностируется у 5 – 8 % всех школьников и продолжается более чем у 70% из них в их взрослой жизни. Нарушения СДВГ сопровождаются дислексией (нарушения чтения и письма), диспраксией (координация и нарушения развития, когда проблематичны мотивационная координация и действия), поведенческие нарушения и нарушенное социальное поведение, у пациентов отмечаются боязнь и нарушения в виде тиков. Основными симптомами СДВГ являются невнимательность (патологически повышенная отвлекаемость, низкая концентрация), гиперактивность и импульсивность. Дети с СДВГ отличаются беспокойством, у них имеются проблемы с выполнением заданий, требующих длительной саморегуляции, они часто слабо организованы функционально и страдают из-за заниженной самооценки. Эти дети имеют различные проблемы в школе и сложности в разрешении рутинных вопросов. Все это может привести к проблемам в семье и оказывает негативное влияние на их отношения со сверстниками и учителями.

Этиология и патогенетические механизмы развития СДВГ могут быть самыми разнообразными. В настоящее время считают, что именно изменения метаболизма ПНЖК ведут к нарушению фосфолипидного метаболизма, что, в свою очередь, связано с некоторыми нарушениями развития центральной нервной системы [14,15,16,17].

В ряде рандомизированных контролируемых исследованиях представлены данные об отставании в развитии ментальной активности (согласно детским шкалам IQ) и визуальной функции (т.е. визуальная активность и стереоактивность) у младенцев из-за недостатка поступления с пищей ДГК. В этом периоде быстрого роста мозг младенца очень чувствителен к недостатку нутриентов. Адекватное поступление ω -3 ПНЖК, особенно ДГК, необходимо для становления ментального здоровья [12].

Известно, что ДГК является главным структурным компонентом фосфолипидов, которые входят в структуру клеточных мембран в фоторецепторах сетчатки и, следовательно, влияют на развитие зрения. Нормальное развитие зрения и когнитивной функции зависят от уровня ДГК в синапсах и фоторецепторах [12]. Дети, получавшие от матерей ДГК в течение беременности, имели существенно лучшее развитие зрительной активности в возрасте 4-6 месяцев [12].

ЭПК и ДГК входят в состав всех иммунокомпетентных клеток, обеспечивая определенную направленность иммунного ответа. Известно, что определяющую роль в модуляции функции иммунной системы за счет их пластической и метаболической функции играют полиненасыщенные жирные кислоты, относящиеся к ω -3 и ω -6 ДЦПНЖК [3,16].

Соотношение ДЦПНЖК в мембранах иммунокомпетентных клеток может влиять на их взаимодействие и характер иммунного ответа. Свойство мембран клеток, определяемое как текучесть, зависит от состава фосфолипидов и является важнейшим фактором, который определяет активность фагоцитоза. Это обеспечивается особыми физико-химическими свойствами ДЦПНЖК.

Текущее состояние биомембран, придаваемое им ДЦПНЖК, позволяет поддерживать определенное микроокружение встроенных в мембрану ферментов, в том числе клеточных насосов, создает оптимальные условия для функционирования их активных центров, дает возможность поддерживать правильную конформацию клеточных рецепторов и, соответственно, обеспечивает правильное распознавание ими лигандов и антигенов. В итоге жирнокислотный состав мембраны влияет на активность белков, которые служат переносчиками металлов, рецепторами, сигнальными молекулами, энзимами. При активизации иммунные клетки высвобождают содержащиеся в них жирные кислоты, которые в дальнейшем перерабатываются и подвергаются метаболизму. Кроме того состав жирных кислот биомембран влияет на их электрофизиологические свойства [3].

Еще одним механизмом возможного влияния ω -3 ДЦПНЖК на иммунный ответ является изменение экспрессии генов. Изменения экспрессии генов, индуцированные ω -3 жирными кислотами, являются, по-видимому, результатом влияния жирных кислот на факторы транскрипции, известные как PPARs (peroxisome proliferator-activated receptors). Активация PPAR может ингибировать активность макрофагов и продукцию TNF α , IL 1 и IL 6, а также активность NO-синтазы [3,19].

Достаточное содержание в рационе питания ДЦПНЖК обеспечивает хороший иммунный ответ и у детей старшего возраста, и на протяжении всей жизни человека. В настоящее время большое внимание уделяется изучению влияния рационов питания с различным жирнокислотным составом на иммунный статус и резистентность организма к

различным заболеваниями. Проведенные исследования свидетельствуют, что аллергические и аутоиммунные заболевания, а также атеросклероз, онкологические и другие, тесным образом связаны с иммунным статусом человека, в частности с избыточной воспалительной реакцией клеток иммунной системы. В последние годы многочисленными исследованиями доказано, что повышенное потребление ПНЖК уменьшает риск развития злокачественных опухолей, ослабляет инсулинорезистентность, снижает тяжесть сердечно-сосудистой патологии [20].

Как уже говорилось выше, ни одна клетка в организме человека не способна синтезировать ДГК и ЭПК, поэтому они должны ежедневно поступать с пищей. Основными источниками ω -3 ПНЖК являются жирные сорта рыб (лосось, скумбрия, сельдь, палтус, форель, сардины и др.) и некоторые морепродукты, а также льняное масло. ПНЖК ω -6 содержатся практически во всех растительных маслах (пальмовое, соевое, рапсовое, подсолнечное и др.) и в орехах. Физиологическая потребность в ω -6 и ω -3 жирных кислотах для детей составляет 4–9% для ω -6 и 0,8–1,0% для ω -3 от калорийности суточного рациона [1].

Таким образом, ПНЖК обладают очень важными свойствами, обеспечивая оптимальное и полноценное развитие здорового ребенка:

- Улучшают функции нервной системы, чем способствуют концентрации внимания, улучшают память, зрение, предупреждают развитие нервных и психических расстройств.
- Способствуют синтезу особых веществ, которые подавляют воспалительные процессы.
- Способствуют укреплению иммунитета.
- Нормализуют жировой обмен и артериальное давление, помогают сохранять эластичными сосуды и почти на 75% предупреждают отложение «вредного» холестерина на внутренних стенках артерий, а значит являются важным продуктом в профилактике атеросклероза.
- Являются незаменимыми в комплексном уходе за состоянием кожи, ногтей и волос, способствуют качественному обновлению клеток кожи, увлажнению кожи «изнутри», уменьшают сухость, шелушение и покраснение.
- Обладают антиагрегантными свойствами, препятствуют слипанию тромбоцитов и предотвращают образование тромбов, которые являются причиной возникновения инсультов и инфарктов.

В качестве дополнительного источника ДЦПНЖК детям рекомендуется Смарт Омега беби лимон (Schonen, Швейцария), который относится к биологически активным добавкам к пище. Препарат представляет собой высокоочищенный комплекс ω -3 ПНЖК и витаминов А, D₃, Е для правильного формирования и функционирования нервной системы, органов зрения, а также других органов и систем у детей.

Смарт Омега представляет собой рыбный жир из мышечной ткани рыб. Именно в мышечных волокнах рыб концентрируются ω -3 ПНЖК.

Смарт Омега беби лимон показан к применению для гармоничного физического развития ребенка, оптимального формирования психомоторных и когнитивных функций детям с 6 месяцев жизни.

Благодаря своему уникальному составу Смарт Омега беби лимон:

- способствует формированию и полноценному развитию тканей мозга и стимулирует умственное развитие ребенка;
- закладывает основу хорошего зрения;
- устраняет симптомы синдрома дефицита внимания (гиперактивность, импульсивность и невозможность сосредоточиться, беспокойство и нарушение сна);
- укрепляет иммунитет ребенка, полезен для часто болеющих детей;
- улучшает структуру костной системы;
- способствует улучшению состояния здоровья при многих острых и хронических заболеваниях (бронхолегочных, сердечно-сосудистых и других).

Выпускается во флаконах по 100 мл.

Назначают Смарт Омега беби лимон детям в возрасте от 6 месяцев до 3-х лет по 2,5-5 мл в сутки во время еды, с 3-х до 7 лет – по 5-10 мл в сутки, старше 7 лет – по 10 мл в сутки. Длительность курса лечения – 30 дней, при необходимости курс может быть увеличен до 1,5 – 2 месяцев. В течение года можно назначать повторные курсы Смарт Омега беби лимон.

Таким образом, адекватное и сбалансированное поступление нутриентов, в том числе ω -3 и ω -6 ДЦПНЖК важно на протяжении всей жизни, влияет на состояние здоровья: способствует правильному физическому и нервно-психическому развитию ребенка, восстановлению и укреплению здоровья.

Участие автора: сбор материала, обработка, написание текста, редактирование — Е.А.Колупаева.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Borovik T.E., Gribakin S.G., Skvortsova V.A., Semenova N.N., Stepanova T.N., Zvonkova N.G. Long-chain polyunsaturated fatty acids and their role in baby food // Questions of modern pediatrics. - 2012. - Т.11, No. 4. - S.21-28.
2. Baby food / Ed. V.A. Tutelian, I. Ya. Koni. - М.: MIA, 2009. - S. 71–88.

3. Makarova S.G., Vishneva E.A. Long-chain polyunsaturated fatty acids of classes ω -3 and ω -6 as an essential nutrient in different periods of childhood // *Pediatric Pharmacology*. - 2013. - T. 10, No. 4. - S.80-88.
4. Shilina N. M., Kon I. Ya. Modern views on the physiological and metabolic functions of polyunsaturated fatty acids // *Issues of children's nutrition*. - 2004. - T. 2, No. 6. - S. 25-30.
5. Russel F. D., Burgin-Maunders C. S. Distinguishing health benefits of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids // *Mar Drugs*, 2012, Nov 13; 10 (11): 2535–59.
6. Uauy R., Dangour A.D. (2006) Nutrition in brain development and aging: role of essential fatty acids. *Nutr. Rev.* 64 (5 Pt 2): S24-33.
7. Stillwell Wassall S.R. (2003) Docosahexaenoic acid: membrane properties of a unique fatty acid/ *Chem. Phys. Lipids* 126 (1): 1-27.
8. Shikh E.V., Makhova A.A. Long-chain polyunsaturated fatty acids of the ω -3 family in the prevention of diseases in adults and children: a view of a clinical pharmacologist // *Nutrition Issues*. - 2019.- T.88, No. 2. - S.91-100.
9. Tyutyunnik V.L., Kan N.E., Lomova N.A., Klimantsev I.V. The contribution of Omega-3 to micronutrient support during pregnancy // *breast cancer. Mother and child*. - 2017. - No. 15. - S. 1087-1091.
10. Shikh E.V., Makhova A.A. Endemicity of the territory according to micronutrient deficiency as a criterion for the formation of the composition of the basic vitamin-mineral complex for the periconceptional period // *Akush. and gin.* - 2018. - No. 10. - P. 25–32.
11. Caron J.P., Gandy J.C., Brown J.L., Sordillo L.M. Omega-3 fatty acids and docosahexaenoic acid oxymetabolites modulate the inflammatory response of equine recombinant interleukin 1 β -stimulated equine synoviocytes // *Prostaglandins Other Lipid Mediat.* 2019. Vol. 142. P. 1–8. doi: 10.1016/j.prostaglandins. 2019.02.007
12. Kolupaeva E.A, Belyaeva L.M. A modern view of fish oil // *Medical News*. - 2013. - No. 10. - P.40 - 42.
13. Davidson M.H. Omega-3 fatty acids: new insights into the pharmacology and biology of docosahexaenoic acid, docosapentaenoic acid, and eicosapentaenoic acid // *Curr. Opin. Lipidol.* 2013. Vol. 24, N 6. P. 467–474.
14. Gromova O.A., Torshin I.Yu., Egorova E.Yu. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and cognitive development of children // *Questions of modern pediatrics*. - 2011. - T. 10, No. 1. - S. 66-72.
15. Borovik T.E., Gribakin S.G., Zvonkova N.G., Skvortsova V.A., Stepanova T.N., Shmakova S.G. Nutrition and brain development: the role of long chain polyunsaturated fatty acids // *Pediatrics* / 2012 / Volume 91 / No 2. P.67-73.

16. Makarova S.G., Vishneva E.A. Modern views on the effect of long chain polyunsaturated fatty acids on the development of the nervous system in children // Issues of modern pediatrics. - 2015. - Т. 14, No. 1. - S.55-63.
17. Gromova O.A., Torshin I.Yu., Egorova E.Yu. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and the cognitive development of children // Vopr. lie. pediatrics. 2011.V. 10, No. 1. P. 44–49.
18. Polancyk G., de Lima M., Horta B et al. (2007) The worldwide prevalence of ADHD: a systematic review and metaregression analysis. Am.J. Psychiatry 164 (6): 942-948.
19. 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.
20. Tarukhin E.O. Atherosclerosis and fatty acids: an important relationship and a new direction of therapy // Russian Journal of Cardiology. - 2011. - Т. 91, No. 5. - S. 77-80.

Автор:

Колупаева Елена Александровна – Белорусская медицинская академия последипломного образования, доцент кафедры педиатрии, к.м.н.

г.Минск, ул. Шишкина, 24, м.т.+375 33 387 9398; e-mail: kafedrapediatrii@mail.ru.