



Полиненасыщенные жирные кислоты в офтальмологии

Е.С. Беляева, Н.А. Саховская, М.А. Фролов, д.м.н., проф.,
Т.И. Гавриленко

Адрес для переписки: Елена Сергеевна Беляева, belyaeva_es@pfur.ru

Для цитирования: Беляева Е.С., Саховская Н.А., Фролов М.А., Гавриленко Т.И. Полиненасыщенные жирные кислоты в офтальмологии. Эффективная фармакотерапия. 2023; 19 (46): 34–36.

DOI 10.33978/2307-3586-2023-19-46-34-36

В жизнедеятельности организма немаловажную роль играют полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК). В связи с открытием модуляторной функции некоторых из них удалось выявить механизм участия этих веществ в жизнеобеспечении различных органов и систем, в частности органа зрения. Результаты проведенных исследований показали, что ПНЖК – неизменные незаменимые компоненты клеточных мембран, накапливаемые в них в виде различных сложных эфиров. Именно эссенциальные жирные кислоты в процессе клеточного метаболизма обуславливают поляризацию/деполяризацию клеточных мембран, их избирательную проницаемость для определенных ионов, веществ, а также гормональную информацию клетки.

Ключевые слова: полиненасыщенные жирные кислоты, альфа-линоленовая кислота, эйкозапентаеновая кислота, докозагексаеновая кислота, омега-3, омега-6

Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) – жирные кислоты, молекулы которых имеют в своем составе не менее двух двойных и/или тройных углерод-углеродных связей. ПНЖК играют важную роль в физиологии человека и животных.

Омега-3 ПНЖК относятся к семейству ненасыщенных жирных кислот, имеющих двойную углерод-углеродную связь в омега-3-позиции, то есть после третьего атома углерода, считая от метилового конца цепи жирной кислоты. Наиболее важными омега-3 ПНЖК являются альфа-лино-

леновая, эйкозапентаеновая и докозагексаеновая кислоты [1].

Продуктом, наиболее богатым омега-3, считается жирная и полужирная рыба. Наибольшая польза по насыщению организма человека омега-3 наблюдается при употреблении в пищу свежей рыбы. Жирные кислоты содержатся также в рыбных консервах и масле [2]. Растительными источниками с наибольшим содержанием омега-3 служат льняное семя, кунжут, грецкий орех. В меньших количествах омега-3 содержится в фасоли, цветной капусте, шпинате, брокколи [3].



Омега-6 ПНЖК представляют собой органические соединения, относящиеся к семейству ненасыщенных жирных кислот, имеющих двойную углерод-углеродную связь в омега-6-позиции, то есть между шестым и седьмым атомами углерода, считая от метилового конца цепи жирной кислоты.

К продуктам – источникам омега-6 в первую очередь относят растительные масла: пальмовое, соевое, рапсовое, подсолнечное, энотеры, борago, черной смородины, соевое, конопляное, кукурузное, хлопковое и сафлоровое. Кроме растительных масел омега-6 содержится в мясе птицы, яйце, подсолнечных и тыквенных семечках, авокадо, злаках, хлебе, орехах кешью, пекан и кокосовых.

Согласно Методическим рекомендациям Минздрава России 2.3.1.2432–08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», физиологическая потребность взрослых в омега-3 жирных кислотах составляет 0,8–1,6 г/сут (1–2% калорийности суточного рациона). Потребность организма в омега-6 индивидуальна для каждого человека и варьируется в пределах 4,5–8 г/сут (5–8% общей калорийности рациона). Оптимальное соотношение в суточном рационе омега-6 и омега-3 жирных кислот – 5–10:1. Физиологическая потребность в омега-3 жирных кислотах для детей составляет 1–2% калорийности суточного рациона [4].

ПНЖК в организме человека выполняют множество важных функций, таких как участие в формировании фосфолипидов биологических мембран всех органов и тканей (головного мозга, кардиомиоцитов, тромбоцитов и др.), синтез тканевых гормонов – эйкозаноидов: простагландинов, простагландинов (ПГ), лейкотриенов и тромбоксанов. Эти вещества участвуют в регуляции функций многих систем организма, особенно сердечно-сосудистой [5]. Функциональные свойства эйкозаноидов, синтезируемых из омега-3 ПНЖК и омега-6 ПНЖК, противоположны. Образующиеся из омега-3 ПНЖК эйкозаноиды оказывают вазодилатирующий (простагландин 3), антиагрегационный (тромбоксан 3) и противовоспалительный эффекты (лейкотриен 5-й серии). Синтезируемые из омега-6 ПНЖК простагландин 2 вызывает вазоконстрикцию, тромбоксан 2 активизирует процессы агрегации тромбоцитов, а лейкотриен 4 потенцирует процессы воспаления. Омега-3 ПНЖК нормализуют липидный спектр крови: снижают уровень триглицеридов на 25–30%, общего холестерина на 8–12%, липопротеинов очень низкой плотности (ЛПОНП) на 11–18%, липопротеинов низкой плотности на 10–15%, повышают уровень липопротеинов высокой плотности до 10%. Эти свойства обусловлены тем, что под воздействием омега-3 ПНЖК снижается синтез триглице-

В осуществлении нормальной зрительной функции важную роль играет арахидоновая кислота, которая в зависимости от нейромедиации, характера освещения, активности синтеза может образовывать две циклические ПНЖК с антагонистическими физиологическими эффектами – ПГЕ2 и ПГР2а. ПНЖК ответственны за гидратацию глазных тканей, регенеративные процессы в них. Установлено, что на фоне избыточного количества эндогенно постоянно образующихся ПНЖК нарушается метаболизм углеводов, жиров, угнетается регенерация

ридов в печени, повышается скорость удаления ЛПОНП печенью и периферическими тканями, экскреция продуктов катаболизма холестерина вместе с желчными кислотами [6, 7].

В экспериментах на животных показано, что омега-3 ПНЖК замедляют рост атеросклеротической бляшки. Кроме того, результаты клинических исследований свидетельствуют о том, что при соблюдении диеты с достаточным количеством омега-3 ПНЖК замедляется прогрессирование ангиографически подтвержденного атеросклероза коронарных артерий. Необходимо отметить, что при достаточном содержании в рационе омега-3 ПНЖК конкурентно замещают арахидоновую кислоту в фосфолипидах клеточных мембран. Это в свою очередь обуславливает положительные эффекты омега-3 ПНЖК – антиаритмический и антитромботический [8, 9].

В осуществлении нормальной зрительной функции важную роль играет арахидоновая кислота, которая в зависимости от нейромедиации, характера освещения, активности синтеза может образовывать две циклические ПНЖК с антагонистическими физиологическими эффектами – ПГЕ2 и ПГР2а. Образование ПГР2а в сетчатке, мало влияя на ее чувствительность к центральной медиации, изменяет мембранный потенциал клетки и угнетает сосудистую проницаемость. ПГЕ, наоборот, резко повышает проницаемость, опосредует образование и функцию нейромедиаторов для клеток сетчатки, тем самым повышая их способность поглощать ионы кальция, ак-



тивируя актин, выводя из клетки ионы натрия, вызывает деполяризацию клеточных мембран, снижает потребность клетки в кислороде, повышает утилизацию глюкозы и расход аскорбиновой кислоты [10].

Ферментные системы во всех тканях глаза обеспечивают выделение из фосфолипидов клеточной мембраны ПНЖК, их циклизацию, образование ПГ определенных групп и быстрое освобождение тканей от избыточного количества этих исключительно высокоактивных в биологическом отношении веществ (фосфолипазы, ПГ-синтазы, ПГ-дегидрогеназы, ПГ-редуктазы и т.д.). Нормальная работа клеточных органелл, особенно митохондрий, находится в прямой зависимости

от наличия ПНЖК и соотношения между их видами. В противном случае митохондрии разрушаются, деформируются, их функция нарушается. ПНЖК ответственны за гидратацию глазных тканей, регенеративные процессы в них. Установлено, что на фоне избыточного количества эндогенно постоянно образующихся ПНЖК нарушается метаболизм углеводов, жиров, угнетается регенерация [11].

Изучение роли ПНЖК в отношении тканей и функций органа зрения расширяет понимание этиопатогенеза многих глазных патологий и позволяет разработать новые принципы фармако-терапевтического воздействия при различных офтальмологических заболеваниях. ●

Литература

1. Jeffrey B.G., Weisinger H.S., Neuringer M., Mitchell D.C. The role of docosahexaenoic acid in retinal function. *Lipids*. 2001; 36 (9): 859–871.
2. Rosenberg I.H. Fish – food to calm the heart. *N. Engl. J. Med.* 2002; 346 (15): 1102–1103.
3. Cohen Z., Norman H.A., Heimer Y.M. Microalgae as a source of ω -3 fatty acids. *World Rev. Nutr. Diet.* 1995; 77: 1–31.
4. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009.
5. von Schacky C., Angerer P., Kothny W., et al. The effect of dietary omega-3 fatty acids on coronary atherosclerosis. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Ann. Intern. Med.* 1999; 130 (7): 554–562.
6. San Giovanni J.P., Chew E.Y. The role of omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in health and disease of the retina. *Prog. Retin. Eye Res.* 2005; 24: 87–138.
7. Simopoulos A.P. Human requirement for omega-3 polyunsaturated fatty acids. *Poultry Science*. 2000; 79: 961–970.
8. Harris W.S. Omega-3 fatty acids and serum lipoproteins: human studies. *Am. J. Clin. Nutr.* 1997; 65 (5 Suppl.): 1645–1654.
9. Erkkilä A.T., Lichtenstein A.H., Mozaffarian D., Herrington D.M. Fish intake is associated with a reduced progression of coronary artery atherosclerosis in postmenopausal women with coronary artery disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 2004; 80 (3): 626–632.
10. Reiffel J.A., McDonald A. Antiarrhythmic effects of omega-3 fatty acids. *Am. J. Cardiol.* 2006; 98 (4A): 50–60.
11. Мехтиханов С.Д., Ажгихин И.С., Гандель В.Г. и др. Биологически активные вещества гидробионтов – новый источник лекарств / под ред. О.Г. Саканделидзе, Р.Е. Кипиани. Кишинев: Штиинца, 1979; 17–25.

Polyunsaturated Fatty Acids in Ophthalmology

E.S. Belyaeva, N.A. Sakhovskaya, M.A. Frolov, PhD, Prof., T.I. Gavrilenko

Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia

Contact person: Elena S. Belyaeva, belyaeva_es@pfur.ru

Polyunsaturated fatty acids (PUFAs) play an important role in the life of the body, and in connection with the discovery of the modulatory function of some of them, it was possible to identify the mechanism of participation of these substances in the life support of various organs and systems, in particular the organ of vision. Studies have shown that PUFAs are unchanged essential components of cell membranes and accumulate in them in the form of various esters. It is essential fatty acids in the process of cellular metabolism that determine the polarization-depolarization of cell membranes, their selective permeability to certain ions, substances, as well as hormonal information of the cell.

Keywords: polyunsaturated fatty acids, alpha-linolenic acid, eicosapentaenoic acid, docosahexaenoic acid, omega-3, omega-6