

# Терапевт

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ЖУРНАЛ



9'2021

**КЛИНИЧЕСКИЙ ОПЫТ ДИАГНОСТИКИ, ЛЕЧЕНИЯ  
И ПРОФИЛАКТИКИ РАЗЛИЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

7. *Murphy, M.P.* How mitochondria produce reactive oxygen species / M.P. Murphy // *Biochem. J.* — 2009. — Vol. 417 (1). — P. 1–13.
8. *Trubitsyn, A.G.* Modifitsirovannyi variant mitokhondrialnoi teorii starenia [Modified version of the mitochondrial theory of aging] / A.G. Trubitsyn // *Uspekhi gerontologii [Advances in gerontology]*. — 2006. — Issue 18. — P. 21–28. (In Russ.)
9. *Timirkhanova G.A., Abdullina G.M., Kulagina I.G.* Vitamin s: klassicheskie predstavleniia i novye fakty o mekhaniz-makh biologicheskogo deistviia [Vitamin s: classical ideas and new facts about the mechanisms of biological action] // *Viatskii meditsinskii vestnik [Vyatka medical bulletin]*. — 2007. — No. 4. (In Russ.)
10. *Aliev S.A. et al.* Vlianie fizicheskikh nagruzok na sostoianie perekisnogo okisleniia lipidov i sistemy antioksidantnoi zashchity [Effect of physical activity on the state of lipid peroxidation and antioxidant defense systems] // *Nauchnyi almanakh [Scientific Almanac]*. — 2017. — No. 5–3. — P. 255–261. (In Russ.)
11. *Simonova N.V. et al.* Sravnitelnaia effektivnost sinteticheskogo i prirodnogo antioksidantov pri toksicheskom povrezhdenii pecheni chetyrekhkloristym uglerodom [Comparative efficacy of synthetic and natural antioxidants in toxic liver damage by carbon tetrachloride] // *Biulleten fiziologii i patologii dykhanii [Bulletin of physiology and pathology of respiration]*. — 2018. — No. 67. (In Russ.)
12. *Panarina O.V.* Osobennosti protsessov perekisnogo okisleniia lipidov i antioksidantnoi zashchity u zhenshchin reproduktivnogo vozrasta bolnykh sindromom polikistoznykh iaichnikov (obzor literatury) [Features of the processes of lipid peroxidation and antioxidant protection in women of reproductive age patients with polycystic ovary syndrome (literature review)] // *Acta Biomedica Scientifica*. — 2018. — Vol. 3. — No. 3. P. 12–18. (In Russ.)
13. *Andrianova E.V., Gorbunova D.V., Pakhomov M.A.* Biokhimicheskie mekhanizmy deistviia antioksidantov [Biochemical mechanisms of antioxidant action] // *Khimia v meditsine: opyt, problemy, perspektivy [Chemistry in medicine: experience, problems, prospects]*. — 2020. — P. 9–13. (In Russ.)

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Гизингер Оксана Анатольевна**, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры микробиологии и вирусологии Медицинского института Российского университета дружбы народов, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 8, OGizinger@gmail.com. 89193193604

ORCID 0000-0001-9302-0155.

Член экспертного совета ООО Лаборатория Гемотест

**Дадали В.А.**, д-р хим. наук, проф., Санкт-Петербургская государственная медицинская академия им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия.

#### **Финансирование.**

Исследование не имело спонсорской поддержки.

#### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Gizinger Oksana Anatolievna**, PhD in Biology, professor, professor of the Department of Microbiology and Virology, Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia, 8 Miklouho-Maclay str., Moscow, OGizinger@gmail.com; 89193193604; ORCID 0000-0001-9302-0155. Member of the Expert Council of ООО (LLC) Gemotest Laboratory

**V. A. Dadali**, PhD in Chemistry, professor, St. Petersburg State Medical Academy named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

#### **Funding.**

The study had no funding.

#### **Conflict of interest**

The author declares that there is no conflict of interest.

DOI 10.33920/MED-12-2109-05  
УДК 615.074

# РОЛЬ КОРОКО- И СРЕДНЕЦЕПОЧЕЧНЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В РЕАКЦИЯХ ГОМЕОСТАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

*О.А. Гизингер*

*Российский университет дружбы народов; Медицинский институт, Москва Россия*

**Резюме.** В статье проанализирована роль жирных кислот в процессах жизнеобеспечения организма. Для некоторых короко- и среднецепочечных жирных кислот показана способность инактивировать ряд микроорганизмов, в частности *Helicobacter pylori*. Приведены сведения о роли полиненасыщенных кислот  $\omega$ -6 семейства арахидоновой и до-козагексаеновой в структурном и функциональном развитии нервной системы. Изложенные в статье материалы расширяют представления о роли липидов в метаболических процессах и диктуют необходимость продолжения изучения липидов как основных энергетических субстратов; источников пластического материала; структурных компонентов мембран эритроцитов, нервной ткани, скелетной мускулатуры.

**Ключевые слова:** жирные кислоты, атеросклероз, холестерин.

## THE ROLE OF SHORT- AND MEDIUM-CHAIN FATTY ACIDS IN HOMEOSTATIC REGULATION REACTIONS

*O.A. Gizinger*

*Peoples' Friendship University of Russia; Medical Institute, Moscow, Russia*

**Abstract.** The article analyzes the role of fatty acids in the life support processes of the organism. For some short- and medium-chain fatty acids, the ability to inactivate a number of microorganisms, in particular *Helicobacter pylori*, has been shown. Information on the role of  $\omega$ -6 polyunsaturated acids of the arachidonic and docosahexaenoic family in the structural and functional development of the nervous system has been presented. The materials presented in the article expand the understanding of the role of lipids in metabolic processes and dictate the need to continue the study of lipids as the main energy substrates, sources of plastic material, structural components of erythrocyte membranes, nervous tissue, and skeletal muscles.

**Key words:** fatty acids, atherosclerosis, cholesterol

**For correspondence:**

*O.A. Gizinger, ORCID 0000-0001-9302-0155*

### **ЗНАЧЕНИЕ ЖИРОВ В ПРОЦЕССАХ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ОРГАНИЗМА**

Жиры входят в большую группу органических соединений под общим названием — липиды. К липидам относят жирные кислоты и их производные. Жирные кислоты бывают насыщенные, моновенасыщенные и полиненасыщенные, короткоцепочечные, среднецепочечные и длинноцепочечные. Насыщенные жирные кислоты (НЖК), наиболее представленные в пище, делятся на короткоцепочечные (до семи атомов углерода), среднецепочечные (8-12 атомов углерода) и длинноцепочечные (более двенадцати атомов углерода) среднецепочечные (8–10 атомов углерода) [1]. Насыщенные жирные кислоты с короткой длиной углеродной цепи практически не связываются с альбуминами в крови, не депонируются в тканях и не включаются в состав липопротеинов — они быстро окисляются с образованием кетоновых тел и энергии. Так же они выполняют ряд важных биологических функций, например, масляная кислота участвует в генетической регуляции, воспаления и иммунного ответа на уровне слизистой оболочки кишечника, а также обеспечивает клеточную дифференцировку и апоптоз. Насыщенные жирные кислоты с длинной углеродной цепью, напротив, включаются в состав липопротеинов, циркулируют в крови, запасаются в жировых депо и используются для синтеза других липоидных соединений в организме, например холестерина [2]. Для некоторых короко- и среднецепочечных жирных кислот показана способность инактивировать ряд микроорганизмов, в частности *Helicobacter pylori*, а также грибки и вирусы за счет разрыва липидного слоя их биомембран [3].

### **СИНТЕЗ КОРОТКОЦЕПОЧЕЧНЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ (КЦЖК)**

В современном понимании процессов в организме человека микрофлора уже выделена как важнейшая адаптационная система. Одной из важных функций лак-

то- и бифидобактерий является синтез КЦЖК — короткоцепочечных жирных кислот. И вся история с полезной микрофлорой, помимо их способности образовывать биопленки, во многом сводится к роли этих жизненно важных для человека метаболитов полезных бактерий — КЦЖК. Анаэробные полезные бактерии гидролизуют простые углеводы с образованием короткоцепочечных жирных кислот — уксусной, пропионовой и масляной — ацетата, пропионата, бутирата [4].

### **ФУНКЦИИ КЖК (КОРОТКОЦЕПОЧЕЧНЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ)**

КЖК быстро всасываются в кровь и являются основным источником энергии для клеток слизистой толстого кишечника. Они стимулируют рост и обновление клеток слизистой, образование слизи, кровоток в слизистой, увеличивают всасывание воды и солей, регулируют кислотно-щелочной баланс, поддерживают микробное равновесие. КЖК — главный источник дыхательного субстрата и ацетил-коэнзима А, необходимых для метаболизма в клетках слизистой, для синтеза липидов и строительства клеточных мембран, для сохранения целостности клеток слизистой и регенерации клеток тканей [5].

Основные функции КЖК (влияние на слизистую кишечника):

1. Главный источник энергии для слизистой кишечника
2. Стимуляция пролиферации и дифференциации клеток слизистой
3. Стимуляция кровотока в слизистой
4. Стимуляция образования слизи
5. Стимуляция всасывания хлорида натрия, калия, магния и воды
6. Снижение рН в толстой кишке
7. Поддержание целостности слизистой.

### **СРЕДНЕЦЕПОЧЕЧНЫЕ ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ**

Среднецепочечные жирные кислоты (СЖК) присутствуют в сливочном мас-

ле, в пальмовом и кокосовом маслах. В жире козьего молока содержится 36 % коротко- и среднецепочечных жирных кислот, в коровьем — 21 %. Это особый класс жирных кислот. 1 грамм СЖК соответствует, примерно 8,3 калориям, в то время как 1 грамм длинноцепочечных жирных кислот содержит порядка 9 калорий. Они легче всасываются, перевариваются и используются в качестве источника энергии, чем обычные жиры и масла, и этим больше похожи на углеводы. Коротко- и среднецепочечные жирные кислоты всасываются напрямую в кровь через капилляры кишечного тракта и проходят через воротную вену, как и другие питательные вещества [6]. Среднецепочечные жирные кислоты почти немедленно расщепляются ферментами в слюне и желудочном соке, так что поджелудочной железе даже не потребуются жироперерабатывающие ферменты. СЖК не нуждаются в желчи для усвоения — они всасываются из кишечника без предварительной обработки сразу в венозную сеть [7]. Таким образом СЖК требуют меньшего количества энергии и ферментов, чтобы расщепить их для усвоения. Они всасываются и усваиваются быстро и с минимальными усилиями. СЖК быстрее попадают в печень, где быстрее становятся доступны для использования другими тканями и практически не откладываются в виде жира в жировой ткани [8]. Среднецепочечные жирные кислоты предпочтительнее для преобразования в кетоновые тела, которые могут использоваться в качестве источника энергии вместо глюкозы, аминокислот или жирных кислот большинством тканей организма, в том числе и клетками мозга. То есть СЖК вместо того, чтобы храниться в виде жира, быстрее усваиваются организмом и быстрее метаболизируются (сжигаются) в качестве топлива, по сути МСТ масла сжигаются в организме подобно углеводам [9]. Как пишет Lyle McDonald, журнал *UltimateDiet<sup>2.0</sup>*: «По некоторым данным, среднецепочечные жирные кислоты способствуют сохранению бел-

ка, и это особенно верно на начальной стадии низкокалорийной и низкоуглеводной диеты...» [10] СЖК сжигаются так быстро, что его калории превращаются в тепловую энергию тела в процессе термогенеза и имея более низкую калорийность, чем другие жиры, они не хранятся в виде жира и влияют на ускорение обмена веществ, и позволяет сжигать больше калорий [11].

Имеются свидетельства, о положительном влиянии СЖК на контроле за аппетитом [11]. Так в одном 14-дневном исследовании, 6 здоровых мужчин-добровольцев имели неограниченный доступ к одной из трех диет: с низким содержанием СЖК, со средним содержанием СЖК, и высоким содержанием СЖК. На диете с высоким содержанием СЖК, калорийность потребления была значительно ниже, что позволило ученым сделать вывод, что частичная замена прочих жиров на диете, в пользу преобладания СЖК жиров, может сократить избыточное потребление калорий, и как следствие увеличение веса [12]. В сыворотке крови взрослого населения Приарктического и Арктического регионов Европейского Севера России определены показатели углеводного обмена, уровень насыщенных жирных кислот, рассчитан индекс массы тела (ИМТ). Обследовано 370 человек в возрасте от 22 до 35 лет. С помощью корреляционного и дисперсионного анализа установлена зависимость параметров углеводного обмена от концентрации коротко-, средне- и длинноцепочечных насыщенных жирных кислот в крови, отмечены ее особенности у жителей Приарктического и Арктического регионов. Доказано, что у жителей Приарктического региона основным фактором повышения уровня глюкозы в крови является ИМТ в сочетании с уровнями в крови декановой, ундециловой (C11:0) короткоцепочечных, тридекановой (C13:0), миристиновой, пентадекановой среднецепочечных и пальмитиновой (C16:0), маргариновой, арахидиновой, гентайкозановой (C21:0) длинноцепочеч-

ных жирных кислот (10–15 %), а также комплекс факторов ИМТхполхС16:0 и полхС13:0 (5,0–8,6 %). У представителей Арктического региона наибольшее влияние на снижение уровня глюкозы оказывали в отдельности концентрации каприловой, пеларгоновой, ундециловой короткоцепочечных (15–21 %), затем тридекановой среднецепочечной (11,0 %) и пальмитиновой, маргариновой, стеариновой (С18:0), генэйко-зановой, бегеновой (С22:0), лигноцериновой длинноцепочечных жирных кислот (6,0–11,0 %), а наименьшее — комплекс полхС18:0 (8 %) [13]

**В качестве дополнительных полезных свойств СЖК выделяются:**

- профилактика атеросклероза, ввиду антикоагулянтного эффекта
- снижения уровня холестерина в сыворотке крови
- снижение уровня холестерина в печени и других тканях СЖК выступает в качестве антиоксиданта и позволяет снизить потребность в витамине Е
- СЖК имеют небольшой гипогликемический эффект (снижение глюкозы в крови)
- СЖК оказались полезными в лечении ряда медицинских расстройств, которые связаны с нарушением или повреждением обмена жиров
- в присутствии СЖК, усиливается поглощение кальция и магния, улучшается усвоение аминокислот (особенно у детей раннего возраста).

Таким образом, СЖК может быть полезным дополнением к диете людей, страдающих от любой формы недоедания или истощения тканей. А так же не только при низкоуглеводной диете, но и в период активного набора веса. В связи с этим, СЖК часто используют в качестве парентеральных добавок для внутривенного питания после операций или во время восстановления после тяжелых травм, ожогов и инфекций. Длинноцепочечные

жирные кислоты разделяют на насыщенные и ненасыщенные. Ненасыщенные кислоты бывают мононенасыщенные и полиненасыщенные жирные кислоты (ДПНЖК).

Ненасыщенные жирные кислоты различаются по положению двойной связи — 3, 6 и 9 атом углерода от конца молекулы жирной кислоты. Это особенность и дала название Омега-3, омега-6 и омега-9 ненасыщенные жирные кислоты [14].

Печень играет ключевую роль в метаболизме жирных кислот, однако если омега-9 она может синтезировать в достаточном для жизнедеятельности организма количестве, то омега-6 и омега-3 печень не синтезирует. Эти жирные кислоты называются незаменимыми или эссенциальными жирными кислотами (ЭЖК) и должны поступать с пищей — с растительными жирами и жирами холодноводных рыб. Чрезвычайно важная биологическая роль омега-6 и омега-3 ПНЖК определяется двумя их главными функциями — структурной и метаболической. Первая заключается в том, что ПНЖК являются ключевыми структурными компонентами фосфолипидов, встроенных как в клеточные, так и во внутриклеточные мембраны [15]. Это влияет на функции всех без исключения клеток организма. Наряду с недостатком эссенциальных жирных кислот (ЭЖК) и изменением соотношения омега-6 и омега-3 ПНЖК, которое может иметь место при хроническом голодании или жестких диетах нарушение метаболизма ПНЖК наблюдают при кистозном фиброзе, гепато-ренальном синдроме, полисистемной дегенерации нейронов, болезни Крона, циррозе печени и других заболеваниях. При приеме пищи с высоким содержанием ЭЖК уровень холестерина в топлазме крови, особенно в липопротеидах низкой плотности, уменьшается, снижая риск развития атеросклероза, ишемической болезни сердца, инфарктов и инсультов [16].

Эффект от применения добавок с жирными кислотами может быть достигнут

при профилактике и лечении около 60 различных заболеваний, среди которых:

- сердечно-сосудистые заболевания, включая повышенный уровень холестерина и повышенное артериальное давление; атеросклероз;
- аллергические и воспалительные состояния, включая псориаз и экзему;
- аутоиммунные заболевания
- аллергия;
- болезнь Альцгеймера;
- тонзиллит;
- артриты, остеохондроз;
- фиброзно-кистозная дегенерация.

Для снижения холестерина и профилактики сердечно-сосудистых заболеваний возможно применение в качестве биологически активной добавки к пище комплекса Новая жизнь (Произведено в США. № 77.99.32.003. E.000530.01.15 от 20.01.2015, spz 03 ru,ua,kz). Новая Жизнь — это концентрированный продукт, содержащий в большом количестве полиненасыщенные жирные кислоты класса омега 3. Состав комплекса- рыбный жир (в том числе омега-3 ПНЖК), эйкозапентаеновая кислота, докозагексаеновая кислота, D-альфа токоферол. Для повышения полезных свойств комплекса в состав добавлен витамин E (d-альфа-токоферол), обладающий антиоксидантными свойствами. Сочетание омега 3 жирных кислот и витамина E в продукте положительно влияет на состояние кожных покровов, влияет на основные метаболические и регуляторные

пути в организме. Полиненасыщенные жирные кислоты класса омега 3 участвуют в процессах нормализации уровня холестерина в крови, поэтому снижают риск развития атеросклероза. Важно соотношение  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 жирных кислот в рационе: рекомендуемые пропорции лежат в пределах от 1:1 до 4:1. Однако исследования показывают, что в рационе современного человека в 10–30 раз больше  $\omega$ -6 жирных кислот, чем  $\omega$ -3. Таким образом функциями жиров в организме является участие в процессах энергообмена, обеспечение синтеза клеточных мембран.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метаболическая роль омега-6 и омега-3 ПНЖК лишь в малой степени определяется их энергетической функцией как пищевого субстрата, а в наибольшей — связана с разнообразием биологически активных веществ, образующихся в процессе их метаболизма. Так, омега-6 и омега-3 ПНЖК являются предшественниками эйкозаноидов — клеточных гормонов с разнообразной биологической активностью. Эти соединения регулируют важные функции организма, такие как артериальное давление, сокращение отдельных мышц, температура тела, агрегация тромбоцитов, воспаление, аллергические реакции и другие не менее важные для жизнедеятельности организма процессы.

**Благодарность** Автор благодарит д.б.н. Шаповалову Л.М. за материалы, представленные в статье, советы и замечания, высказанные в ходе подготовки материалов

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ишутина Наталья Александровна Роль жирных кислот в эмбриональном развитии (обзор литературы) // Бюл. физ. и пат. дых.. 2018. № 69. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-zhirnyh-kislot-v-embriionalnom-razvitii-obzor-literatury> (дата обращения: 27.06.2021).
2. Гладышев М.И. Незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты и их пищевые источники для человека // Journal of Siberian Federal University. Biology. 2012. No5. С.352–386. URL: <http://elibrary.sfu-kras.ru/handle/2311/9554>
3. Bobinski R., Mikulska M. The ins and outs of maternal-fetal fatty acid metabolism // Acta Biochim. Pol. 2015. Vol.62, No3. P.499–507. doi: 10.18388/abp.2015\_1067

4. *Cetin I., Alvino G., Cardellicchio M.* Long chainfatty acids and dietary fats in fetal nutrition // *J. Physiol.* 2009. Vol.587 (Pt 14). P.3441–3451. doi:10.1113/jphysiol.2009.173062
5. *Demmelmair H., Koletzko B.* Importance of fattyacids in the perinatal period // *World Rev. Nutr. Diet.* 2015. Vol.112. P.31–47.
6. *Enke U., Jaudszus A., Schleussner E., Seyfarth L., Jahreis G., Kuhnt K.* Fatty acid distribution of cord and ma-ternal blood in human pregnancy: special focus on individ-ual trans fatty acids and conjugated linoleic acids // *LipidsHealth Dis.* 2011. Vol.10. P.247–252.
7. *Hurley M.S., Flux C., Salter A.M., Brameld J.M.* Effect of fatty acids on skeletal muscle cell differentiationin vitro // *Br.J. Nutr.* 2006. Vol.95, No3. P.623–630.
8. *Jensen C.L.* Effects of n-3 fatty acids during preg-nancy and lactation // *Am.J. Clin. Nutr.* 2006. Vol.83, No6 (Suppl.). P.1452–1457.
9. *Legrand P., Rioux V.* The complex and importantcellular and metabolic functions of saturated fatty acids // *Lipids.* 2010. Vol.45, No10. P.941–946.
10. *McCann J. C., Ames B.N.* Is docosahexaebic acid,an  $\omega$ -3 long-chain polyunsaturated fatty acid required fordevelopment of normal brain function? An overview of ev-idence from cognitive and behavioral tests in humans andanimals // *Am.J. Clin. Nutr.* 2005. Vol.82, No2. P.281–295
11. *Tachibana S., Sato K., Cho Y., Chiba T., SchneiderW.J., Akiba Y.* Octanoate reduces very low-density lipopro-tein secretion by decreasing the synthesis of apolipoproteinB in primary cultures of chicken hepatocytes // *Biochim.Biophys. Acta.* 2005. Vol.1737, No1. P.36–43
12. *Vadyanoy V., Bluestone G. L., Lonqmuir K. J.* Sur-face properties of two rabbit lung lamellar body prepara-tions with markedly fatty acids profiles // *Biochim.Biophys. Acta.* 1990. Vol.1047, No3. P.284–289.
13. *Бичкаев А.А., Бичкаева Ф.А., Волкова Н.И., Третьякова Т.В., Власова О.С., Нестерова Е.В., Шенгоф Б.А., Баранова Н.Ф.* Соотношение в крови насыщенных жирных кис-лот и метаболитов углеводного обмена у 22–35-летних жителей Арктики // *Журнал ме-дико-биологических исследований.* 2017. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sootnoshenie-v-krovi-nasyschennyh-zhirnyh-kislot-i-metabolitov-uglevodnogo-obmena-u-22-35-letnih-zhiteley-arktiki> (дата обращения: 27.06.2021).
14. *Титов В.Н.* Среднепочечные жирные кислоты: содержание в пище, физиология, особен-ности метаболизма и применение в клинике // *Вопр. питания.* 2012. Т. 81, No 6. С. 27–36.
15. *Добродеева Л.К., Бичкаева Ф.А., Типисова Е.В., Поскотинова Л.В., Губкина З.Д.* Экологическая зависимость физиологических функций человека. Архангельск, 2006. 299 с.
16. *Hoeks J., Mensink M., Hesselink M. K., Ekroos K., Schrauwen P.* Long- and Medium-Chain Fatty Acids Induce Insulin Resistance to a Similar Extent in Humans Despite Marked Differences in Muscle Fat Accumulation // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2012. Vol. 97, No 1. P. 208–216.

### REFERENCES

1. *Ishutina Nataliya Aleksandrovna* Rol zhirnykh kislot v embrionalnom razvitii (obzor literatury) [The role of fatty acids in embryonic development (literature review)] // *Biul. fiz. i pat. dykh.* [Bulletin of physiology and breath pathology]. 2018. № 69. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-zhirnyh-kislot-v-embrionalnom-razvitii-obzor-literatury> (date of access: 27.06.2021). (In Russ.)
2. *Gladyshev M. I.* Nezamenimye polinenasyshchennye zhirnye kisloty i ikh pishchevye istochniki dlia cheloveka [Essential polyunsaturated fatty acids and their food sources for humans] // *Journal of Siberian Federal University. Biology* 4. 2012. No. 5. P. 352–386. URL: <http://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/9554>. (In Russ.)
3. *Bobinski R., Mikulska M.* The ins and outs of maternal-fetal fatty acid metabolism // *Acta Biochim. Pol.* 2015. Vol.62, No<sup>3</sup>. P. 499–507. doi: 10.18388/abp.2015\_1067
4. *Cetin I., Alvino G., Cardellicchio M.* Long chainfatty acids and dietary fats in fetal nutrition // *J. Physiol.* 2009. Vol. 587 (Pt 14). P. 3441–3451. doi:10.1113/jphysiol.2009.173062
5. *Demmelmair H., Koletzko B.* Importance of fattyacids in the perinatal period // *World Rev. Nutr. Diet.* 2015. Vol. 112. P. 31–47.



6. *Enke U., Jaudszus A., Schleussner E., Seyfarth L., Jahreis G., Kuhnt K.* Fatty acid distribution of cord and maternal blood in human pregnancy: special focus on individual trans fatty acids and conjugated linoleic acids // *Lipids Health Dis.* 2011. Vol. 10. P. 247–252.
7. *Hurley M. S., Flux C., Salter A. M., Brameld J. M.* Effect of fatty acids on skeletal muscle cell differentiation in vitro // *Br. J. Nutr.* 2006. Vol. 95, No. 3. P. 623–630.
8. *Jensen C. L.* Effects of n-3 fatty acids during pregnancy and lactation // *Am. J. Clin. Nutr.* 2006. Vol. 83, No. 6 (Suppl.). P. 1452–1457.
9. *Legrand P., Rioux V.* The complex and important cellular and metabolic functions of saturated fatty acids // *Lipids.* 2010. Vol. 45, No. 10. P. 941–946.
10. *McCann J. C., Ames B. N.* Is docosahexaenoic acid, an  $\omega$ -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. Vol. 82, No. 2. P. 281–295.
11. *Tachibana S., Sato K., Cho Y., Chiba T., Schneider W. J., Akiba Y.* Octanoate reduces very low-density lipoprotein secretion by decreasing the synthesis of apolipoprotein B in primary cultures of chicken hepatocytes // *Biochim. Biophys. Acta.* 2005. Vol. 1737, No. 1. P. 36–43.
12. *Vadyanoy V., Bluestone G. L., Lonquair K. J.* Surface properties of two rabbit lung lamellar body preparations with markedly fatty acids profiles // *Biochim. Biophys. Acta.* 1990. Vol. 1047, No. 3. P. 284–289.
13. *Bichkaev A. A., Bichkaeva F. A., Volkova N. I., Tretiakova T. V., Vlasova O. S., Nesterova E. V., Shengof B. A., Baranova N. F.* Sootnoshenie v krovi nasyschennykh zhirnykh kislot i metabolitov uglevodnogo obmena u 22–35-letnikh zhitelei Arktiki [The ratio of saturated fatty acids and metabolites of carbohydrate metabolism in the blood in 22–35-year-old residents of the Arctic] // *Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovaniy* [Journal of Biomedical Research]. 2017. No. 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sootnoshenie-v-krovi-nasyschennykh-zhirnykh-kislot-i-metabolitov-uglevodnogo-obmena-u-22-35-letnih-zhiteley-arktiki> (date of access: 27.06.2021). (In Russ.)
14. *Titov V. N.* Srednetsepochechnye zhirnye kisloty: sodержanie v pishche, fiziologiya, osobennosti metabolizma i primeneniye v klinike [Medium-chain fatty acids: content in food, physiology, metabolic features and clinical use] // *Vopr. pitaniya* [Issues of nutrition]. 2012. Vol. 81, No. 6. P. 27–36. (In Russ.)
15. *Dobrodeeva L. K., Bichkaeva F. A., Tipisova E. V., Poskotinova L. V., Gubkina Z. D.* Ekologicheskaya zavisimost fiziologicheskikh funktsii cheloveka [Ecological dependence of human physiological functions]. Arkhangelsk, 2006. 299 p. (In Russ.)
16. *Hoeks J., Mensink M., Hesselink M. K., Ekroos K., Schrauwen P.* Long- and Medium-Chain Fatty Acids Induce Insulin Resistance to a Similar Extent in Humans Despite Marked Differences in Muscle Fat Accumulation // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2012. Vol. 97, No. 1. P. 208–216.

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

**О. А. Гизингер**, д-р биол. наук, проф., кафедра микробиологии и вирусологии, Медицинский институт, Российский университет дружбы народов; Москва, Россия.

#### Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

### INFORMATION ABOUT AUTHOR

**O.A. Gizinger**, PhD in Biology, professor, Department of Microbiology and Virology, Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

#### Conflict of interest

The author declares that there is no conflict of interest.