

## КАРНИТИН: РОЛЬ В ОРГАНИЗМЕ И ВОЗМОЖНОСТИ ТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ РАЗНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ

**И. Хорошилов**, доктор медицинских наук  
Северо-Западный государственный медицинский университет  
им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург  
E-mail: ighor1@yandex.ru

*Рассматриваются возможности терапевтического применения L-карнитина (препарат Элькар®) при сердечно-сосудистых заболеваниях, болезнях печени и почек, бесплодии у мужчин, болезни Альцгеймера, истощении и ожирении, в спортивной медицине.*

**Ключевые слова:** терапия, карнитин, роль в организме, терапевтическое применение, недостаточность питания, ожирение, атеросклероз.

В последние 30 лет в медицине активно развивается новое, так называемое метаболическое направление. Появились научные данные, согласно которым причиной многих заболеваний является нарушение энергообеспечения клеток на уровне митохондрий. Такие болезни получили название митохондриальных. В их число входят как врожденные дефекты (например, синдромы Кернса–Сейра, MELAS, MERRF), так и приобретенная патология (кардиомиопатии, синдром Рейе и др.). Выдающийся шведский эндокринолог R. Luft (1990) предложил понятие «митохондриальная медицина». Им же в 1962 г. было описано и первое митохондриальное заболевание у молодой женщины [1].

Митохондрии являются главными «энергетическими станциями» живой клетки, а жиры — основным топливом. Жиры дают при окислении от 40 до 75% энергии клетки. Транспорт жиров внутрь митохондрий для их последующего окисления осуществляет особое витаминоподобное соединение — L-карнитин.

Открытие карнитина, а также его название (от лат. *carno* — мясо) связывают с именами российских ученых — В. Гулевица и Р. Кримберга (1905). Он образуется в организме человека в печени и почках из аминокислот лизина и метионина при участии витаминов группы В (В<sub>6</sub>, РР), С и железа. Обычно за 1 сут у взрослого человека синтезируется около 20 мг карнитина (10% от необходимого), в то время как потребности организма в нем составляют не менее 200 мг/сут. Остальное его количество (150–180 мг) должно поступать с пищей. В организме взрослого человека содержится примерно 20–25 г карнитина, больше всего (95%) — в мышечной ткани (у взрослых — около 20 г), печени (650 мг), сердце (220 мг), головном мозге (80 мг), почках (60 мг) и крови (30 мг).

Из пищевых продуктов наиболее богаты карнитином мясные продукты — баранина (210 мг на 100 г) и говядина (70 мг на 100 г). Намного меньше карнитина содержится в свинине (30 мг на 100 г) и курином мясе (8 мг на 100 г). В молоке и молочных продуктах, куриных яйцах, злаковых культурах (хлебе), фруктах и овощах содержание карнитина очень низкое (<3 мг на 100 г продукта).

Причинами возможного дефицита карнитина в организме могут быть нарушения его синтеза (ранний детский возраст, заболевания печени, почек и др.), недостаточное поступление с пищей (строго вегетарианское питание, голодание, полное парентеральное питание) или повышенные его расходы (физические и спортивные нагрузки, травмы, беременность, гемодиализ — ГД и др.).

Проявлениями карнитиновой недостаточности в организме могут быть мышечная слабость, саркопения (катаболизм мышц), кардиомиопатия, гипокоагуляция (снижение уровня протромбина в крови), гипогликемия, анемия, инсулинорезистентность (ИР), кетоацидоз или лактатацидоз, миоглобинурия.

Показаниями к дополнительному назначению L-карнитина в качестве лекарственного препарата у взрослых могут быть сердечно-сосудистые заболевания — ССЗ (атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, инфаркт миокарда — ИМ, кардиомиопатия), повышение уровня холестерина (ХС) в крови, онкологическая патология, другие болезни, сопровождающиеся потерей мышечной массы (кахексия, саркопения, ма-разм), патология печени (жировой гепатоз, гепатиты, циррозы), длительный ГД, полное парентеральное питание, болезнь Альцгеймера, бесплодие у мужчин. Кроме того, L-карнитин применяется в спортивной медицине, поскольку он не относится к запрещенным, допинговым средствам.

### СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Карнитин уже достаточно давно используется при лечении ССЗ. Известны возможности L-карнитина по окислению липидов плазмы крови и снижению выраженности дислипидемий. Показано, что прием 2 г карнитина в день в течение 4 мес способствует снижению уровня общего ХС в крови на 20% и увеличению содержания липопротеидов высокой плотности на 12% [2]. Назначение карнитина в острую фазу ИМ по 2 г в день в течение 4 нед способствует снижению частоты осложнений в 2 раза [3]. Показано, что L-карнитин уменьшает на 80% частоту фатальных аритмий, снижает летальность у больных с острым ИМ на 39%, а у пациентов с кардиогенным шоком — в 2,5 раза — с 59 до 22% [4]. При острой ишемии миокарда внутривенно вводится от 5 до 15 г карнитина в первые 24–48 ч. Применение L-карнитина сопровождается достоверным уменьшением интервала QT на ЭКГ у пациентов с острым коронарным синдромом [5]. Карнитин способствует уменьшению уровня провоспалительных цитокинов в крови, в частности интерлейкина (ИЛ)-6 и фактора некроза опухоли-α (ФНОα) у больных со стенозом одной из двух главных коронарных артерий [6]. Детям карнитин назначают при дистрофиях миокарда и метаболической кардиомиопатии [7].

### ОНКОЛОГИЧЕСКАЯ ПАТОЛОГИЯ

Карнитин может оказывать анаболическое действие на скелетные мышцы, препятствуя развитию и прогрессированию раковой кахексии [8, 9]. Обычно назначают от 2 до 4 г L-карнитина в день на 4–6 мес. Применение карнитина способствует уменьшению выработки провоспалительных цитокинов (ИЛ1β, ИЛ6, ФНОα). Кроме того, он подавляет вызванный раковой опухолью оксидативный стресс и восстанавливает уровень естественных антиоксидантов (глутатион пероксидазы), что также способствует снижению распада белков мышц [10]. Отмечают, что L-карнитин уменьшает проявления мышечной слабости, утомляемости и в целом существенно улучшает качество жизни онкологических пациентов, особенно получающих лучевую или химиотерапию [11–13].

### ХРОНИЧЕСКАЯ БОЛЕЗНЬ ПОЧЕК

Поскольку в обычных условиях L-карнитин образуется также и в почках, при их заболеваниях этот процесс безусловно нарушается. Кроме того, во время ГД теряется около 80% карнитина сыворотки крови, что приводит к мышечной слабости, судорогам мышц, сердечным аритмиям, рефрактерной к лечению препаратами железа анемии [14]. Дополнительное назначение L-карнитина таким больным позволяет ликвидировать его дефицит в организме и существенно уменьшить клинические проявления [15, 16]. Рекомендуется вводить внутривенно по 2 г карнитина после каждой процедуры ГД. Показано, что он способствует снижению уровня C-реактивного белка и липопротеидов низкой плотности у больных с заболеваниями почек, получающих ГД [17].

### ЗАБОЛЕВАНИЯ ПЕЧЕНИ (СТЕАТОЗ ПЕЧЕНИ, ГЕПАТИТЫ, ЦИРРОЗЫ)

Причинами отложения жира в клетках печени (стеатоз печени) могут быть переизбыток, избыточное потребление насыщенных жиров и простых углеводов, вызванная этими же причинами длительная гипергликемия, а также нарушение образования фосфолипидов и липопротеидов очень низкой плотности, выводящих жиры из печени, дефицит холина и метионина — так называемых алиментарных липотропных факторов. При этом вначале наблюдается жировая инфильтрация печеночной ткани, а затем уже и жировая дистрофия печени, отличительным признаком которой является нарушение протоплазматической структуры гепатоцитов. Поскольку в окислении жиров в митохондриях клеток печени обязательно участвует карнитин, его дефицит в организме также может способствовать развитию и прогрессированию стеатоза печени.

Показано, что дополнительное назначение L-карнитина пациентам с жировым гепатозом, гепатитами и циррозом печени способствует улучшению их клинического состояния, в частности уменьшает частоту проявления и тяжесть печеночной энцефалопатии и гепатаргии [18].

### КРИТИЧЕСКИЕ СОСТОЯНИЯ

При критических состояниях, вызванных тяжелыми заболеваниями, травмами или ожогами, которые, как правило, сопровождаются нарушениями питания и мышечным катаболизмом, запасы карнитина в организме быстро сокращаются, что ведет к увеличению образования кетонных тел, кето- и лактат-ацидозу, а в последующем — и к анемии. Назначение L-карнитина таким больным позволяет уменьшить митохондриальную дисфункцию и другие клинические проявления, вызванные его дефицитом: мышечную слабость, рабдомиолиз мышц, кардиомиопатию и сердечные аритмии, а также частоту внезапной смерти. Больным, находящимся в отделении реанимации и интенсивной терапии, рекомендуется назначать карнитин в дозе 0,5–1,0 г/сут, желательно — внутривенно [19]. Установлено улучшение выживаемости пациентов с септическим шоком, получавших дополнительно L-карнитин [20]. Показано его применение у тяжелых больных, находящихся в стадии кахексии [21].

### САХАРНЫЙ ДИАБЕТ И ИР

Сахарный диабет (СД) типов 1 и 2 сопровождается выраженным дефицитом карнитина. В частности, это проявляется повышением содержания жирных кислот и ХС в крови.

При СД рекомендуется назначать L-карнитин в дозе 1–2 г/сут [22]. Применение L-карнитина у больных СД может способствовать уменьшению кетоза и кетонемии, вызванных недостаточностью инсулина. Установлено, что при его назначении уменьшаются ИР [23], частота сердечно-сосудистых осложнений у больных диабетом [24].

### ОЖИРЕНИЕ

Применение L-карнитина у лиц с ожирением на фоне редуцированной по энергии диеты способствует более быстрому снижению жировой массы тела, в том числе висцерального жира [25]. Особые преимущества имеет назначение карнитина лицам с так называемым метаболическим синдромом (ожирение, гипергликемия, артериальная гипертензия, стеатоз печени) [26].

### ИСТОЩЕНИЕ

У истощенных лиц уменьшается мышечная масса (саркопения), чему могут способствовать как неполноценное по содержанию белка и энергии питание, так и другие факторы — мальабсорбция, гиперкатаболизм, потеря нутриентов вследствие диареи и т.п. Например, у больных целиакией, получающих строгую безглютеновую диету, также часто наблюдается дефицит карнитина [27].

Для восстановления потерянной массы тела, в том числе мышечной, пациентам с истощением и саркопенией, наряду с усиленным по белку и энергии питанием необходимо дополнительное назначение L-карнитина — от 1 до 3–4 г/сут [28].

### МУЖСКОЕ БЕСПЛОДИЕ

Существует взаимосвязь между активностью сперматозоидов и содержанием карнитина в организме, поскольку сперматозоиды получают энергию при окислении жиров в придатках яичек. Применение L-карнитина увеличивает число и активность сперматозоидов в мужской сперме. Поэтому карнитин уже давно используется в программах лечения мужского бесплодия, в частности при идиопатической азооспермии [29, 30]. Таким пациентам назначают по 3 г L-карнитина в день на 4–6 мес.

### БЕРЕМЕННОСТЬ И ПЕРИНАТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Во время даже нормально протекающей беременности содержание карнитина в организме матери всегда снижается. Это обусловлено как необходимостью мобилизации ресурсов для синтеза мышц плода, так и часто имеющейся у беременных анемией, когда вследствие дефицита железа в организме биосинтез L-карнитина нарушается [31–33].

У ребенка синтез карнитина в организме в первые 10 лет жизни недостаточен. У новорожденных это может привести к таким заболеваниям, как изовалериановая, пропионовая, метилмалоновая ацидемия и глутаровая ацидурия [34–36]. Особенно важно дополнительное назначение L-карнитина детям с задержкой внутриутробного развития, низкой массой тела при рождении, а также с наследственными митохондриальными заболеваниями — синдромами Кернса–Сейра, MELAS, MERRF, DIDMOAD, Барта и др. [37]. Дефицит карнитина выявлен и при других формах наследственной патологии — синдромах Марфана, Элерса–Данло и др. [38, 39]. Детям L-карнитин назначают в суточной дозе 20–100 мг/кг при таких заболеваниях и состояниях, как гипербилирубинемия новорожденных, аутизм, эпилепсия, энурез, аллергия, бронхиальная астма и т.п. [37].

### БОЛЕЗНЬ АЛЬЦГЕЙМЕРА И СТАРЧЕСКОЕ СЛАБОУМИЕ

С возрастом содержание L-ацетилкарнитина в головном мозге уменьшается [40], что ведет к нарушениям памяти и умственных способностей [41]. При болезни Альцгеймера отмечается и нарушение утилизации ацетилхолина. Назначение L-ацетилкарнитина в дозе от 0,5 до 2,0 г/сут способствует улучшению умственных функций мозга, в том числе памяти [42]. Отмечено антидепрессивное действие ацетилкарнитина [43]. Получены положительные результаты при назначении L-ацетилкарнитина в дозе 20 мг/кг/сут на 3 мес при синдроме Дауна [44]. Подобные эффекты установлены при назначении ацетилкарнитина по 0,5–1,5 г 2 раза в сутки детям от 5 до 12 лет с синдромом дефицита внимания и гиперактивности [45].

### СПОРТИВНЫЕ НАГРУЗКИ

L-карнитин уже давно используется в спортивной медицине. Он не относится к запрещенным, так называемым допинговым средствам [46]. Известно, что итальянские велосипедисты, принимавшие L-карнитин, показывали более высокие результаты на треке, а итальянская сборная по футболу, по сообщениям местной прессы, именно благодаря в том числе и L-карнитину стала в 1982 г. чемпионом мира по футболу [47].

Убедительно показано, что L-карнитин позволяет предупредить развитие перегрузки сердечно-сосудистой системы и синдрома «перетренированности» у спортсменов, ускоряет восстановление после спортивных состязаний, в частности уменьшает уровень лактата крови [48]. Спортсменам рекомендуется принимать по 2 г L-карнитина от 2 до 3–4 раз в сутки, увеличивая его прием во время соревнований [49].

У юных спортсменов L-карнитин оказывает стрессопротективное и кардиопротективное действие [50]. Он является также мягким иммуномодулятором и иммунокорректором [51].

В литературе нет данных о побочных или токсических эффектах L-карнитина, назначаемого в обычных терапевтических дозах. Не описаны и аллергические реакции при его применении. В числе возможных побочных эффектов упоминают диарею и специфический «рыбный» запах изо рта при его передозировках. Дефицит L-карнитина, проявляющийся мышечной болью и снижением физической работоспособности, может развиваться при приеме его D-стереоизомера (D-карнитин) в дозе 5 г/сут [52].

В последнее время опубликованы работы, в которых утверждается, что L-карнитин и холин могут ускорять развитие атеросклероза сосудов, увеличивая риск ССЗ [53–55]. Авторы проводили экспериментальные исследования, в которых ряд кишечных бактерий, в частности *Acinetobacter baumannii*, синтезировали в кишечнике подопытных животных (лабораторных мышей) триметиламин (ТМА) из холина (фосфатидилхолина) или L-карнитина. Затем в печени уже из ТМА образовывался триметиламинооксид (ТМАО), дающий проатерогенный эффект. Однако в других работах этот механизм развития атеросклероза опровергается [56]. Для этого, во-первых, необходимо наличие тяжелого и весьма специфического изменения микробиоценоза кишечника с преобладанием бактерий *A. baumannii* или *Desulfovibrio desulfuricans*. Во-вторых, в рыбе содержится много ТМАО, но употребление рыбы и особенно рыбьего жира в составе, например, средиземноморской диеты не является фактором риска развития ССЗ, а наоборот, как показывает практический опыт, препятствует их развитию. В-третьих, сам

L-карнитин, снижая ИР и выраженность ожирения, является скорее антиатерогенным, чем проатерогенным фактором [57]. Так что данный гипотетический механизм возникновения атеросклероза является очень спорным и маловероятным.

Очень показательным названием одной из статей на эту тему, автором которой явился J. Ferguson (2013): «Бактерии-мясоеды. Поедающая стейки бактерия вызывает атеросклероз?» [58]. Странно, что некоторые авторы у нас в стране, не проверив данную гипотезу, посчитали ее доказанным фактом, опубликовав статью в ведущем гастроэнтерологическом журнале, рецензируемом ВАК [59].

В клинической практике в России широко используется лекарственный препарат L-карнитина Элькар® (международное непатентованное наименование – левокарнитин), выпускаемый отечественной компанией «ПИК-ФАРМА» в виде раствора для приема внутрь 300 мг/мл и раствора для внутривенного и внутримышечного введения 100 мг/мл. Недавно появилась удобная пероральная форма препарата в виде шипучих гранул для приготовления раствора в пакетиках по 5 г, содержащих 900 мг L-карнитина.

Итак, L-карнитин является природным метаболическим соединением, оказывающим специфическое и весьма широкое по терапевтическому эффекту действие при различных заболеваниях. Описаны такие его эффекты, как анаболический, энерготропный, антиоксидантный, антигипоксический, мембраностабилизирующий, кардио- и нейропротективный, антидепрессивный, стрессопротективный, противовоспалительный, эритропоэтический, иммуномодулирующий. Дополнительное назначение L-карнитина при многих терапевтических, онкологических, неврологических заболеваниях, а также в практике спортивной медицины открывает новые возможности направленной коррекции метаболических нарушений и повышения спортивных результатов.

### Литература

- Luft R., Ikkos D., Palmieri G. et al. A case of severe hypermetabolism of nonthyroid origin with a defect in the maintenance of mitochondrial respiratory control: a correlated clinical, biochemical and morphological study // J. Clin. Invest. – 1962; 41: 1776–804.
- Pola P., Tondi P., dal Lago A. et al. Statistical evaluation of long-term L-carnitine therapy in hyperlipoproteinemias // Drugs Exp. Clin. Res. – 1983; 9: 925–34.
- Dinicolantonio J., Niaz A., McCarty M. et al. L-carnitine for the treatment of acute myocardial infarction // Rev. Cardiovasc. Med. – 2014; 15 (1): 52–62.
- Семиголовский Н.Ю., Верцинский Е.К., Азанов Б.А. и др. Положительные инотропные свойства L-карнитина при синдроме малого выброса у больных острым инфарктом миокарда // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2013; 3: 43–6.
- Глезер М.Г., Киселева А.Е., Асташкин Е.И. Влияние L-карнитина на ЧСС и QT у пациентов с острым коронарным синдромом // Сердце. – 2015; 14: 78–84.
- Lee B., Lin J., Lin Y. et al. Antiinflammatory effects of L-carnitine supplementation (1000 mg/d) in coronary artery disease patients // Nutrition. – 2015; 31 (3): 475–9.
- Леонтьева И.В. Нарушение клеточной энергетики при патологии миокарда. Применение L-карнитина / М.: Медпрактика-М, 2009; 52 с.
- Silverio R., Laviano A., Fanelli F. et al. L-carnitine and cancer cachexia: clinical and experimental aspects // J. Cachexia, sarcopenia, muscle. – 2011; 2 (1): 37–44.
- Madeddu C., Dessi M., Panzone F. et al. Randomized phase III Clinical trial of a combined treatment with carnitine + celecoxib ± megestrol acetate for patients with cancer-related anorexia/cachexia syndrome // Clin. Nutr. – 2012; 31 (2): 176–82.

# Элькар®

левокарнитин

## ФОРМА ВЫПУСКА:

✓ раствор для приема внутрь **300 мг/мл**

• 100 мл • 50 мл • 25 мл

✓ раствор для внутривенного и внутримышечного введения **100 мг/мл**

## Источник дополнительной энергии



- Оптимизирует образование АТФ в условиях гипоксии-ишемии
- Обладает антиоксидантным, цитопротективным, мембраностабилизирующим свойствами
- Повышает эффективность терапии заболеваний, сопровождающихся энергодефицитом, тканевой гипоксией, оксидативным стрессом



Per. №: ЛСП-002224/08

Per. № ЛСП - 006143/10

10. Gramignano G., Lusso M., Madeddu C. et al. Efficacy of L-carnitine administration on fatigue, nutritional status, oxidative stress, and related quality of life in 12 advanced cancer patients undergoing anticancer therapy // *Nutrition*. – 2006; 22: 136–45.
11. Graziano F., Bisonni R., Catalano V. et al. Potential role of levocarnitine supplementation for the treatment of chemotherapy-induced fatigue in non-aemic cancer patients // *Br. J. Cancer*. – 2002; 86: 1854–7.
12. Cruciani R., Dvorkin E., Homel P. et al. L-carnitine supplementation for the treatment of fatigue and depressed mood in cancer patients with carnitine deficiency: a preliminary analysis // *Ann. NY Acad. Sci.* – 2004; 1033: 168–76.
13. Cruciani R., Dvorkin E., Homel P. et al. Safety, tolerability and symptom outcomes associated with L-carnitine supplementation in patients with cancer, fatigue, and carnitine deficiency: a phase I/II study // *J. Pain Symptom Manage.* – 2006; 32: 551–9.
14. Higuchi T., Abe M., Yamazaki T. et al. Effects of levocarnitine on brachial-ankle pulse wave velocity in hemodialysis patients: a randomized controlled trial // *Nutrients*. – 2014; 6 (12): 5992–6004.
15. Fukuda S., Koyama H., Kondo K. et al. Effects of nutritional supplementation on fatigue, and autonomic and immune dysfunction in patients with end-stage renal disease: a randomized, double-blind, placebo-controlled, multicenter trial // *PLoS One*. – 2015; 10: e0119578.
16. Guarneri G. Carnitine in maintenance hemodialysis patients // *J. Ren. Nutr.* – 2015; 25 (2): 169–75.
17. Chen Y., Abbate M., Tang L. et al. L-Carnitine supplementation for adults with end-stage kidney disease requiring maintenance hemodialysis: a systematic review and meta-analysis // *Am. J. Clin. Nutr.* – 2014; 99 (2): 408–22.
18. Vidot H., Carey S., Allman-Farinelli M. et al. Systematic review: the treatment of muscle cramps in patients with cirrhosis // *Aliment. Pharmacol. Ther.* – 2014; 40 (3): 221–32.
19. Bonafé L., Berger M., Que Y. et al. Carnitine deficiency in chronic critical illness // *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care*. – 2014; 17 (2): 200–9.
20. Puskarič M., Finkel M., Karnovsky A. et al. Pharmacometabolomics of L-carnitine treatment response phenotypes in patients with septic shock // *Ann. Am. Thorac. Soc.* – 2015; 12 (1): 46–56.
21. von Haehling S., Anker S. Treatment of cachexia: An overview of recent developments // *Int. J. Cardiol.* – 2015; 184: 736–42.
22. Derosa G., Cicero A., Gaddi A. et al. The effect of L-carnitine on plasma lipoprotein(a) levels in hypercholesterolemic patients with type 2 diabetes mellitus // *Clin. Ther.* – 2003; 25: 1429–39.
23. Molfino A., Cascino A., Conte C. et al. Caloric restriction and L-carnitine administration improves insulin sensitivity in patients with impaired glucose metabolism // *JPEN*. – 2010; 34: 295–9.
24. Dambrova M., Liepinš E. Risks and benefits of carnitine supplementation in diabetes // *Exp. Clin. Endocrinol. Diabetes*. – 2015; 123 (2): 95–100.
25. Rauschert S., Uhl O., Koletzko B. et al. Metabolomic biomarkers for obesity in humans: a short review // *Ann. Nutr. Metab.* – 2014; 64 (3–4): 314–24.
26. Zhang J., Wu Z., Cai Y. et al. L-carnitine ameliorated fasting-induced fatigue, hunger, and metabolic abnormalities in patients with metabolic syndrome: a randomized controlled study // *Nutrition*. – 2014; 26 (13): 110.
27. Bene J., Komlosi K., Gasztonyi B. et al. Plasma carnitine ester profile in adult celiac disease patients maintained on long-term gluten free diet // *World J. Gastroenterol.* – 2005; 11: 6671–5.
28. Хорошилов И.Е. Кахексия и истощение: патогенез, диагностика и лечение // *Клиническое питание*. – 2007; 3: 51–4.
29. Costa M., Canale D., Filicori M. et al. L-carnitine in idiopathic asthenozoospermia: a multicenter study. Italian Study Group on Carnitine and Male Infertility // *Andrologia*. – 1994; 26: 155–9.
30. Shang X., Wang L., Mo D. Effect and safety of L-carnitine in the treatment of idiopathic oligoasthenozoospermia: a systemic review // *Zhonghua Nan Ke Xue*. – 2015; 21 (1): 65–73.
31. Копелевич В.М. Чудо карнитина / М.: Генезис, 2003; 80 с.
32. Хорошилов И.Е., Панов П.Б. Клиническая нутрициология: уч. пособие. Под ред. А.В.Шаброва / СПб: ЭЛБИ-СПб, 2009; 284 с.
33. Кепка А., Chojnowska S., Okungbowa O. et al. The role of carnitine in the perinatal period // *Dev. Period. Med.* – 2014; 18 (4): 417–25.
34. De Sousa C., Chalmers R., Stacey T. et al. The response to L-carnitine and glycine therapy in isovaleric academia // *Eur. J. Pediatr.* – 1986; 144: 451–6.
35. Roe C., Bohan T. L-carnitine therapy in propionicacidaemia // *Lancet*. – 1982; 1: 1411–2.
36. Seccombe D., James L., Booth F. L-carnitine treatment in glutaric aciduria type 1 // *Neurology*. – 1986; 36: 264–7.
37. Брин И.Л., Неудахин Е.В., Дунайкин М.Л. Карнитин в педиатрии: исследование и клиническая практика / М.: Медпрактика-М, 2015; 112 с.
38. Сухоруков В.С. Лечение и профилактика энергодифицитных состояний с применением препарата Элькар / М., 2007; 16 с.
39. Николаева Е.А., Харабадзе М.Н., Золкина И.В. и др. Недостаточность карнитина у детей с наследственными болезнями обмена веществ и митохондриальными заболеваниями: особенности патогенеза и эффективность лечения // *Педиатрия*. – 2013; 3: 42–8.
40. Bowman B. Acetyl-L-carnitine and Alzheimer's disease // *Nutr. Rev.* – 1992; 50: 142–4.
41. Calvani M., Carta A., Caruso G. et al. Action of acetyl-L-carnitine in neurodegeneration and Alzheimer's disease // *Ann. NY Acad. Sci.* – 1992; 663: 483–6.
42. Salvioli G., Neri M. L-acetylcarnitine treatment of mental decline in the elderly // *Drugs Exp. Clin. Res.* – 1994; 20: 169–76.
43. Wang S., Han C., Lee S. et al. A review of current evidence for acetyl-L-carnitine in the treatment of depression // *J. Psychiatr. Res.* – 2014; 53: 30–7.
44. De Falco F., D'Angelo E., Grimaldi G. et al. Effect of acetyl-L-carnitine in Down's syndrome // *Clin. Ter.* – 1994; 144: 123–7 [Italian].
45. Arnold L., Amato A., Bozzolo H. et al. Acetyl-L-carnitine (ALC) in attention-deficit/hyperactivity disorder: a multisite, Placebo-controlled pilot trial // *J. Child Adolesc. Psychopharmacol.* – 2007; 17: 791–802.
46. Раджабадиев Р.М., Коростелева М.М., Евстратова В.С. и др. L-карнитин: свойства и перспективы применения в спортивной практике // *Вопросы питания*. – 2015; 84: 4–11.
47. Лекарства и БАД в спорте: практическое руководство для спортивных врачей, тренеров и спортсменов. Под ред. П.Д. Сейфуллы, З.Г. Орджоникидзе / М.: Литера, 2003; 320 с.
48. Парастаев С.А., Топольский А.В., Хван Д.Е. и др. О результатах применения L-карнитина (препарат Элькар) у спортсменов высокой квалификации // *Спортивная медицина: наука и практика*. – 2012; 2: 21–8.
49. Dragan G., Vasiliiu D., Georgescu E. et al. Studies concerning chronic and acute effects of L-carnitine on some biological parameters in elite athletes // *Physiologie*. – 1987; 24: 2–28.
50. Балькова Л.А., Ивянский С.А., Щекина Н.В. и др. Итоги и перспективы метаболической коррекции стресс-опосредованных нарушений в детском спорте препаратом Элькар // *Спортивная медицина: наука и практика*. – 2014; 1: 1–8.
51. Балькова Л.А., Ивянский С.А., Урзеева А.Н. и др. Элькар в детской спортивной практике // *Рос. вестн. перинатол. и педиат.* – 2013; 5: 102–8.
52. Katz D., Friedman R. *Nutrition in clinical practice*. 2<sup>nd</sup> ed. / Philadelphia etc.: Lippincott Williams and Wilkins, 2008; 570 p.
53. Wang Z., Klipfell E., Benneth B. et al. Gut flora metabolism of phosphatidylcholine promotes cardiovascular disease // *Nature*. – 2011; 472: 57–63.
54. Koeth R., Wang Z., Levison B. et al. Intestinal microbiota metabolism of L-carnitine, a nutrient in red meat, promotes atherosclerosis // *Nat. Med.* – 2013; 19 (5): 576–85.
55. Tang W., Hazen S. The contributory role of gut microbiota in cardiovascular disease // *J Clin. Invest.* – 2014; 124 (10): 4204–11.
56. Ussher J., Lopaschuk G., Arduini A. Gut microbiota metabolism of L-carnitine and cardiovascular risk // *Atherosclerosis*. – 2013; 231 (2): 456–61.
57. Johri A., Heyland D., Héту M. et al. Carnitine therapy for the treatment of metabolic syndrome and cardiovascular disease: evidence and controversies // *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* – 2014; 24 (8): 808–14.
58. Ferguson J. Meat-loving microbes: do steak-eating bacteria promote atherosclerosis? // *Circ. Cardiovasc. Genet.* – 2013; 6: 308–9.
59. Кашух Е.А., Ивашкин В.Т. Пробиотики, метаболизм и функциональное состояние сердечно-сосудистой системы // *Рос. журн. гастроэнтерол., гепатол., колопроктол.* – 2016; 1: 8–14.

**CARNITINE: A ROLE IN THE HUMAN ORGANISM AND THE POSSIBILITIES OF THERAPEUTIC USE IN VARIOUS DISEASES**

*I. Khoroshilov, MD*

*I.I. Mechnikov North-Western State Medical University, Saint Petersburg*

*The paper discusses the possibilities of therapeutic use of L-carnitine (Elkar®) in cardiovascular, liver and kidney diseases, male infertility, Alzheimer's disease, cachexia, and obesity, in sports medicine.*

**Key words:** carnitine, role in the body, therapeutic use, malnutrition, obesity, atherosclerosis.