

М. М. Алейникова

ВЛИЯНИЕ L-КАРНИТИНА НА МЕТАБОЛИЗМ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ: СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И МЕТА-АНАЛИЗ

*Научные руководители: канд. мед. наук, доц. Бандацкая М. И.,
канд. мед. наук, доц. Дронина А. М.*

Кафедра эпидемиологии,

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Резюме. *L-карнитин играет важную роль в метаболизме мышечной и жировой тканей. Тем не менее, молекулярный механизм его действия не до конца ясен. Проведено множество исследований, изучающих эффекты этого вещества, результаты которых противоречат. В своей работе мы попытались оценить влияние L-карнитина на VO_{2max} , мышечный гликоген и лактат плазмы крови у спортсменов, опираясь на результаты уже существующих исследований.*

Ключевые слова: *l-карнитин, физическая нагрузка, метаболизм, мышечная ткань.*

Resume: *L-Carnitine plays an essential metabolic role in muscle and fat metabolism, although the molecular mechanisms for this are less understood. Many research studies show contradictory results. In this study, we investigated the effect of L-carnitine supplementation on VO_{2max} , muscle glycogen and plasma lactic acid in sportsmen by using results of existing research.*

Keywords: *l-carnitine, exercise, muscles, metabolism.*

Актуальность. L-карнитин впервые был выделен российскими учеными В. С. Гулевичем и Р. З. Кримбергом в 1905 году. И только спустя полвека была выявлена его физиологическая роль – перенос жирных кислот в митохондрии для дальнейшего бета-окисления, а также регуляция соотношения ацетил-КоА/КоASH.

Во время низкоинтенсивной физической нагрузки основным источником энергии для организма являются жирные кислоты. Длинноцепочечные жирные кислоты не могут проникнуть через наружную мембрану митохондрии и напрямую участвовать в бета-окислении. Переносчиком для них служит L-карнитин (ферменты, участвующие в переносе - CPT1 и CPT2 (карнитинпальмитоилтрансферазы)).

При высокоинтенсивной нагрузке приоритетным источником энергии в первые секунды является креатинфосфат. Как только его запасы иссякают, организм переходит в режим гликолиза (т.е. основным источником энергии становятся углеводы), в ходе которого образуется пировиноградная кислота (ПВК). В дальнейшем ПВК проходит процесс окислительного декарбоксилирования с образованием ацетил-КоА, который является основным субстратом для цикла Кребса. Но избыток ацетил-КоА является ингибирующим фактором для пируватдегидрогеназного комплекса, а, следовательно, становится невозможным использовать данный механизм для дальнейшего получения энергии [10].

Теоретически, увеличение концентрации L-карнитина в мышечной ткани (а 95% l-карнитина сконцентрировано именно в скелетной мускулатуре) может повысить энергообеспечение за счет жирных кислот при низкоинтенсивных нагрузках, тем самым сохранить запас гликогена в мышцах, а также увеличить длительность про-

текания гликолиза при высокоинтенсивных нагрузках, что позволит отсрочить наступление усталости и будет способствовать улучшению спортивных показателей. Данная теоретическая основа нашла применение у производителей и продавцов спортивного питания, пропагандирующих L-карнитин как безопасный энергетик и высокоэффективное средство для жиросжигания. Тем не менее, не у всех спортсменов наблюдаются положительные эффекты при применении данного вещества. А с учетом того, что большинство исследований по воздействию L-карнитина на метаболизм мышечной ткани спонсируется крупными фармацевтическими компаниями и производителями спортивных добавок, можно усомниться в заявленных эффектах L-карнитина.

Цель: Анализ научных исследований по применению L-карнитина и оценки его влияния на метаболизм мышечной ткани при физических нагрузках, проведение мета-анализа.

Задачи:

1. Изучить литературу по данной тематике;
2. Провести систематический обзор литературы;
3. Определить критерии включения статей в выборку для мета-анализа;
4. Сделать выборку статей;
5. Выбрать показатели, для которых будет проводиться мета-анализ;
6. Выполнить мета-анализ.

Материалы и методы.

Дизайн нашей работы основан на рекомендациях PRISMA (preferred reporting items for systematic reviews and meta-analysis). Поиск работ производился по базе PubMed по ключевым словам «L-carnitine» и «exercise». В выборку включались рандомизированные контролируемые исследования, проведенные на здоровых людях старше 18 лет, при применении L-карнитина per os, опубликованные с период с 1973 по 2016 год на русском или английском языке. По тем же критериям изучались все статьи, представленные в списках литературы отобранных работ. Мета-анализ производился с помощью компьютерной программы Comprehensive Meta Analysis (с использованием модели фиксированных эффектов).

Результаты и их обсуждение.

По ключевым словам было найдено 427 исследований. При изучении названий и рефератов работ были исключены 411 работ (т.к. не соответствовали тематике настоящей работы). Оставшиеся 16 работ были изучены более подробно. 11 из них были исключены из исследования, т.к. не соответствовали критериям включения (исследования на животных, пациентах с патологиями, испытания эффекта L-карнитина совместно с другими веществами и т.д.). Итого для исследования было отобрано 5 [1-5] работ. При изучении полных текстов данных работ, в выборку были добавлены дополнительно 4 [6-9] работы из списков литературы. В результате в анализе участвует 9 работ (Рисунок 1).

Суммарно по девяти исследованиям зарегистрировано 189 участников, из ко-

торых 96 были отнесены к опытной группе (принимали L-карнитин) и 93 участника – к контрольной группе (плацебо). Выборка в исследованиях составляла от 14 до 34 человек. Результаты исследований были опубликованы в период с 1993 по 2013 годы. А сами испытания были проведены в Англии, Иране, США, Швейцарии, Дании, Турции и Бразилии. Вариабельность дозировки L-карнитина в опытной группе составила от 2 до 6 грамм в сутки, испытуемые принимали препарат на протяжении от 1 до 36 недель.

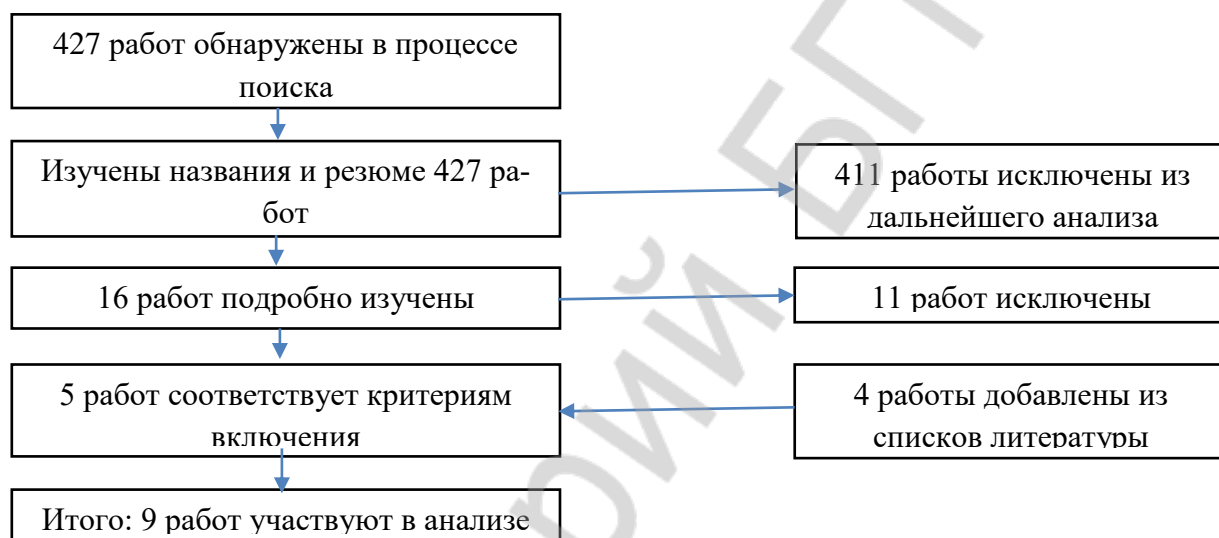


Рисунок 1 – Процесс отбора работ для анализа

При проведении мета-анализа эффект L-карнитина оценивался по влиянию его на 3 параметра:

1. Максимальное потребление кислорода (VO_{2max}) – интегральный показатель аэробной производительности организма, по которому можно судить о работоспособности человека;

2. Содержание гликогена в мышечной ткани – при удлинении периода использования жирных кислот в качестве источника энергии (при низкоинтенсивных нагрузках) запасы гликогена сохраняются и могут быть в дальнейшем использованы для получения АТФ (т.о. тормозится наступление усталости);

3. Лактат плазмы крови – при высокоинтенсивных нагрузках, организм получает энергию через анаэробный гликолиз, в результате чего образуется лактат (молочная кислота). Увеличение его концентрации приводит к снижению скорости гликолиза, угнетению ферментов, регулирующих сократительную деятельность мышц. Т.к. лактат легко диффундирует через клеточные мембраны по градиенту концентрации, по уровню его в плазме крови можно судить и о концентрации его в мышечной ткани.

Влияние на VO_{2max} являлось объектом исследования в 6 работах. Мета-анализ указывает на достоверное увеличение значение VO_{2max} у спортсменов, при-

нимавших L-карнитин (отношение шансов: 2,4; 95% ДИ: 1,4; 4,4; $p < 0.05$) (Рисунок 2).

Содержание гликогена в мышечной ткани исследовалось в 3 работах. Мета-анализ указывает на то, что при приеме препарата запасы гликогена в мышцах сохраняются более длительное время (отношение шансов: 6,4; 95% ДИ: 1,9; 20,7; $p < 0.05$) (Рисунок 3).

Также мета-анализ показал достоверное снижение концентрации лактата в плазме крови у спортсменов опытной группы (отношение шансов: 3,2; 95% ДИ: 1,3; 8,3; $p < 0.05$). Изучались данные из 3 работ (Рисунок 4).

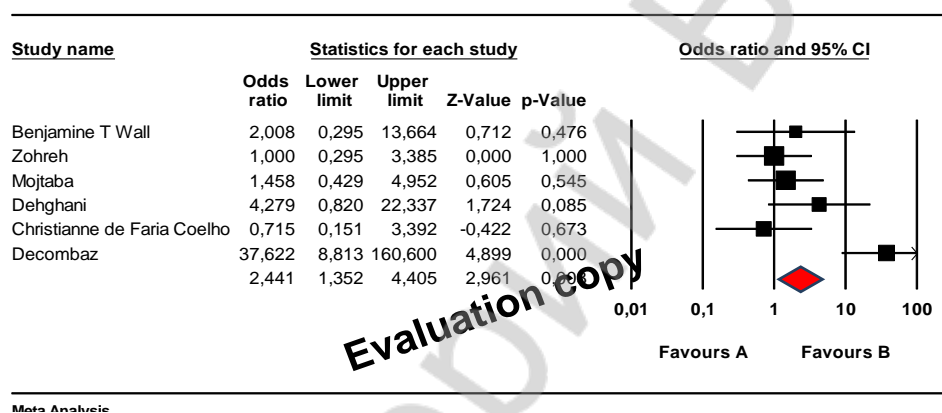


Рисунок 2 – Мета-анализ результатов исследований по влиянию L-карнитина на $VO_2\max$

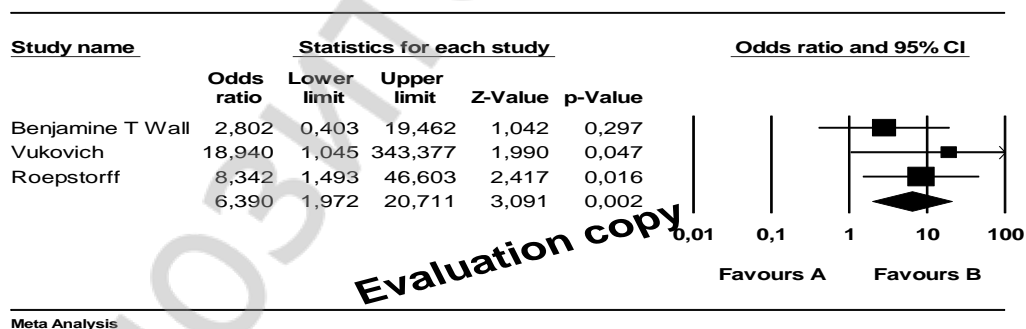


Рисунок 3 – Мета-анализ результатов исследований по влиянию L-карнитина на мышечный гликоген

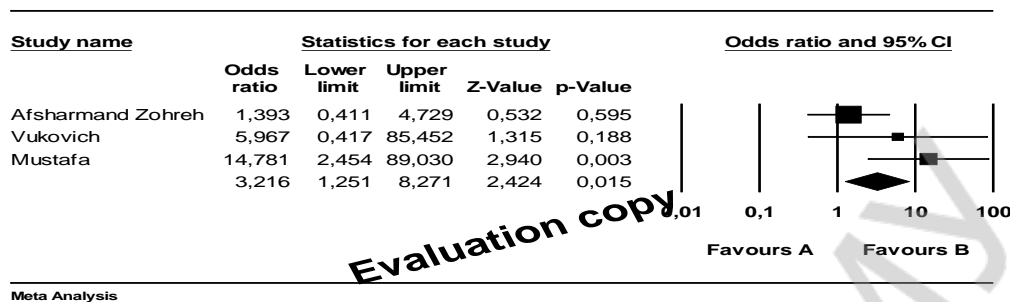


Рисунок 4 – Мета-анализ результатов исследований по влиянию L-карнитина на лактат плазмы крови

Таким образом, доказывается эффективность L-карнитина в отношении 3 параметров: этот препарат действительно может использоваться в спортивной практике для увеличения спортивных показателей и замедления наступления усталости.

Выводы:

1. Большинство исследований, посвященных L-карнитину, были проведены в период 1985-2000 гг., что указывает на устаревшие данные.
2. Большинство исследований имеют низкий и средний уровень доверия (малая выборка, малая продолжительности исследования, малые дозы препарата).
3. Более ранние исследования доказывают эффективность L-карнитина, в то время как более поздние не указывают на влияние L-карнитина на метаболизм мышечной ткани.
4. L-карнитин эффективен в отношении увеличения VO_{2max} , сохранении мышечного гликогена и снижения концентрации лактата в плазме крови.

M. M. Aleinikova

EFFECTS OF L-CARNITINE ON MUSCLE METABOLISM DURING EXERCISE: SYSTEMATIC REVIEW AND METE-ANALYSIS

Tutors: Associate professor M. I. Bandatskaya,

associate professor A. M. Dronina

Department of Epidemiology,

Belorussian State Medical University, Minsk

Литература

1. Fat metabolism and aerobic capacity does not affect by acute L-carnitine L-tartrate supplementation/ Eizadi Mojtaba et al. // J. Appl. Environ. Biol. Sci., 1(12)695-699, 2011.
2. The effect of L-carnitine supplementation on 1500 m running performance / Karahan Mustafa et al.// Ovidius University Annals, Series Physical Education and Sport\$ Science, movement and health., Issue 2 suppl. 2010 p.504-507.
3. Malonyl-coa and carnitine in regulation of fat oxidation in human skeletal muscle during exercise / Carsten Roepstorff et al. //Am J Physiol Endocrinol Metab 288: E133–E142, 2005.

70-я Международная научно-практическая конференция студентов и молодых учёных
"Актуальные проблемы современной медицины и фармации - 2016"

4. Effect of L-Carnitine on Sub maximal Exercise Metabolism after Depletion of Muscle Glycogen / Decombaz, J. et al. // 1993, Medicine Science Sports Exercise Vol. 25. No: 6, 733-740.
5. Chronic Carnitine Ingestion Does not Affect Carbohydrate Metabolism Determinatives and Aerobic Capacity / Afsharmand Zohreh et al. // J. Basic. Appl. Sci. Res., 1(10)1647-1650, 2011.
6. Chronic oral ingestion of L-carnitine and carbohydrate increases muscle carnitine content and alters muscle fuel metabolism during exercise in humans / Benjamin T. Wall, Francis B. Stephens, Dumitru Constantin-Teodosiu et al. // J Physiol 589.4 (2011) pp 963–973 963.
7. Carnitine supplementation: effect on muscle carnitine and glycogen content during exercise / Vukovich M et al. // Med Sci Sports Exerc 26, 1122–1129, 1994.
8. Effects of L-Carnitine L-Tartrate Acute Consumption on Lipid Metabolism, Maximum oxygen consumption (VO₂ max), and distance run Following Aerobic Exhaustive Exercise on Treadmill in Elite Athletes Wrestling / Dehghani, Mostafa, et al. // The AYER 2 (2015): 189-105.
9. The supplementation of L-carnitine does not promote alterations in the resting metabolic rate and in the use of energetic substrates in physically active individuals / Faria Coelho Cd et al. // Arq Bras Endocrinol Metabol. 2010 Feb;54(1):37-44.
10. Биохимия: Учеб. для ин-тов физ.культ./Под ред. В.В. Меньшикова, Н.И.Волкова, - М.: Физкультура и спорт, 1986. -386 с.