



ЖИРОРАСТВОРИМЫЕ

ВИТАМИНЫ

СПРАВОЧНИК ПО ЖИРОРАСТВОРИМЫМ ВИТАМИНАМ



ВИТАМИНЫ РАБОТАЮТ СОВМЕСТНО

Мы знаем, что жирорастворимые витамины жизненно необходимы, но многие аспекты взаимодействия витаминов друг с другом остаются неясными. Например, многие врачи рекомендуют женщинам принимать витамин D вместе с кальцием для предупреждения развития остеопороза, но без витамина K прием кальция мало эффективен, кроме того, низкий уровень витамина K может привести к кальцификации артерий, а не костей. Одновременное развитие кальцификации артерий и остеопороза было названо «кальциевым парадоксом» и, как показывают исследования, часто наблюдается у женщин в постменопаузальном периоде.^{1,2} Было показано, что кроме витаминов D и K для поддержания костной ткани необходим витамин A, а витамин E способствует повышению содержания кальция в костях. Витамин E, бета-каротин и коэнзим Q10 (CoQ10) также являются мощными антиоксидантами и снижают риск развития перелома шейки бедра, обусловленного развитием остеопороза.

ВИТАМИН А (РЕТИНОЛ)

ВИТАМИН А ИГРАЕТ ВАЖНУЮ В ЦЕЛОМ РЯДЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ТАКИХ КАК ЗРЕНИЕ, РОСТ И ФОРМИРОВАНИЕ КОСТЕЙ, ПОДДЕРЖАНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЦЕЛОСТНОСТИ СЛИЗИСТЫХ ОБОЛОЧЕК И КОЖНОГО ПОКРОВА.

Дефицит витамина А может возникнуть в результате неправильного питания, чрезмерного употребления алкоголя и желудочно-кишечных расстройств, сопровождающихся диареей или мальабсорбцией жиров. Недостаточное содержание белка и цинка в рационе приводит к некорректному синтезу ретинола^{3,4,5}. Низкий уровень ретинола в сыворотке указывает на истощение депо витамина А в печени. Недостаточный уровень витамина А может приводить к обострению респираторных инфекций, кожным заболеваниям и бесплодию. Проявление тератогенных и токсических свойств ретинола ассоциировано с очень высокими дозами витамина, опасность таких токсичных проявлений особенно высока на ранних стадиях беременности.

ВИТАМИН А		
Наименование продукта	Количество продукта	Содержание витамина А, МЕ
Морковный сок	100 грамм	45133
Тыква	100 грамм	38129
Свежеприготовленная морковь	100 грамм	26571
Картофель	100 грамм	24554
Шпинат, замороженный	100 грамм	22916
Различные сорта мяса, печень	100 грамм	26088
Свежий картофель	100 грамм	20357
Капуста замороженная	100 грамм	19538
Морковь, свежая	100 грамм	18377

Биологическую активность жирорастворимых витаминов выражают в международных единицах (МЕ).
Рекомендуемые суточные дозы: 3000 МЕ (мужчины), 2300 МЕ (женщины).

Витамин А поступает в организм из продуктов животного происхождения в виде ретиноидов, а из продуктов растительного происхождения – в виде провитамина А или каротиноидов.

БЕТА-КАРОТИН

КАРОТИНОИДЫ - ИСТОЧНИК ВИТАМИНА А, СОДЕРЖАЩИЙСЯ В РАСТЕНИЯХ

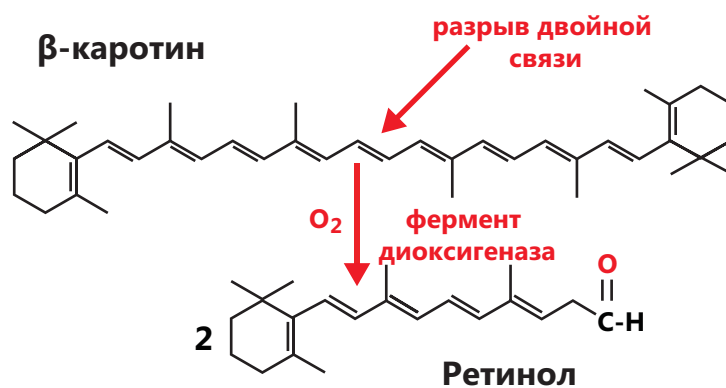
β -каротин является наиболее хорошо изученным каротиноидом и наиболее эффективно превращается в витамин А. Поглощение бета-каротина и превращение его в витамин А зависит от индивидуальных особенностей организма. Расщепление одной молекулы β -каротина в печени приводит к образованию 2 молекул витамина А (рисунок 1).

В организме концентрации этих двух соединений поддерживаются независимо друг от друга, так что, если уровень витамина А изначально низкий, то повышенное потребление β -каротина может не повлиять на увеличение содержания витамина А⁷. Концентрация каротиноидов в крови один из лучших биомаркеров потребления овощей и фруктов. Большое количество эпидемиологических данных свидетельствует о том, что более высокие концентрации β -каротина и других каротиноидов, получаемых с пищей, связаны с более низким риском развития ряда хронических заболеваний. У пациентов с низким уровнем витамина А повышается риск развития инфекций дыхательных путей и бесплодия¹⁰. Поскольку витамин А жирорастворимый, заболевания, влияющие на всасывание жиров, такие как кистозный фиброз, недостаточность поджелудочной железы или обширные операции на кишечнике, могут снизить всасывание витамина. Пациентам с низким уровнем витамина А рекомендуется исследовать профиль жирных кислот.

БЕТА-КАРОТИН		
Наименование продукта	Количество продукта	Содержание бета-каротина, МЕ
Морковный сок	1 чашка	21955
Тыква консервированная	1 чашка	17003
Свежеприготовленный картофель	1 картофелина	16803
Шпинат замороженный	1 чашка	13750
Морковь варенная	1 чашка	11971
Капуста листовая	1 чашка	11470
Репа	1 чашка	10593
Овощной микс	1 чашка	9242
Пирог тыквенный	1 ломтик	7366
Свекла	1 чашка	6610
Морковь свежая	1 морковь	72
Морковный сок	1 чашка	21955

Рекомендованная суточная доза 6000 МЕ/сутки.

РИСУНОК 1



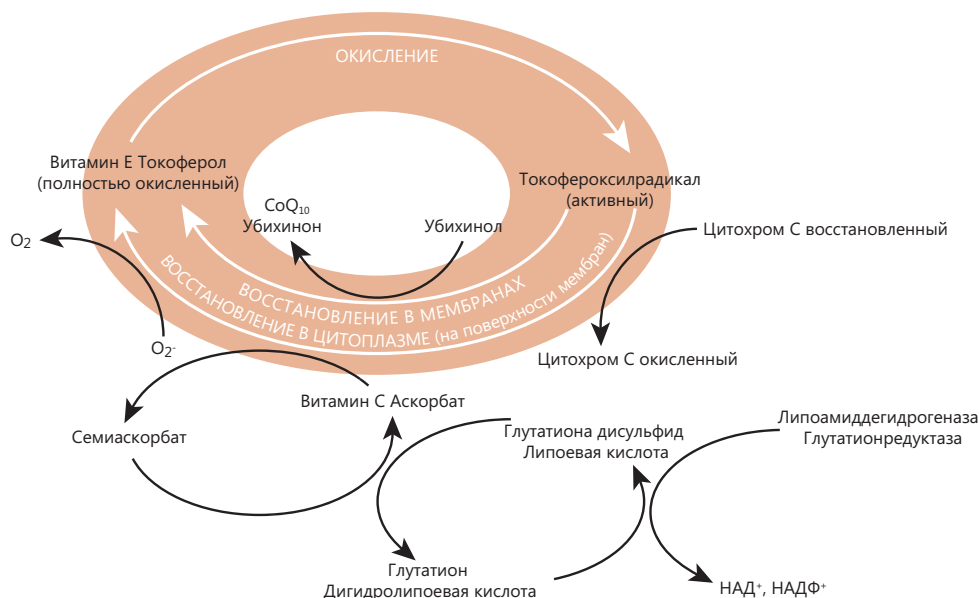
ВИТАМИН Е - ЖИРОРАСТВОРИМЫЙ ВИТАМИН С АНТИОКСИДАНТНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Витамин Е – группа жирорастворимых биологически активных веществ (токоферолы и токотриенолы), проявляющих антиоксидантные свойства. Витамин Е транспортируется в плазму клеток в составе липопротеинов и является важнейшей защитой мембраны клеток от свободных радикалов, предотвращая цепную реакцию перекисного окисления липидов (рисунок 2). Витамин Е защищает полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) в фосфолипидах клеточных мембран и липопротеины в плазме крови, вступая в реакцию с перекисными радикалами (ROO[•])¹¹.

Экспериментально дефицит витамина Е трудно воспроизвести у людей из-за сложной системы сдержек и противовесов в системе антиоксидантного каскада. Хотя симптомы легкой и умеренной недостаточности витамина Е едва различимы, многие клинические эффекты дефицита хорошо документированы. Как правило во время истощения витамина Е повышается концентрация маркеров перекисного окисления липидов, тем не менее, эти маркеры не всегда специфичны для дефицита витамина Е, так как изменения в потребление других антиоксидантов также могут изменить уровень этих маркеров. Так как пациенты с гипертриглицеридемией имеют повышенный уровень липопротеинов, концентрация витамина Е у них также имеет тенденцию к повышению, что приводит к завышению уровня витамина Е в общем статусе организма.

Насыщение эндотелиальных клеток витамином Е подавляет презентацию молекул межклеточной адгезии (ICAM-1) и васкулярной молекулы адгезии клеток (VCAM-1), что снижает адгезию (прикрепление) компонентов клеток крови к эндотелию. Витамин Е также стимулирует экспрессию цитозольной фосфолипазы А2 и циклооксигеназы-1, ферментов, задействованных в реакциях каскада арахидоновой кислоты. Повышенная экспрессия этих двух ферментов объясняет, почему витамин Е в дозозависимой форме усиливает высвобождение простаглицина, мощного сосудорасширяющего фактора и ингибитора агрегации тромбоцитов в организме человека^{12, 13}.

РИСУНОК 2



ВИТАМИН E			
Наименование продукта	Количество продукта	Альфа-токоферол, (мг)	Гамма-токоферол, (мг)
Оливковое масло	1 столовая ложка	1.9	0.1
Соевое масло	1 столовая ложка	1.2	10.8
Кукурузное масло	1 столовая ложка	1.9	8.2
Рапсовое масло	1 столовая ложка	2.4	4.2
Сафлоровое масло	1 столовая ложка	4.6	0.1
Подсолнечное масло	1 столовая ложка	5.6	0.7
Миндаль	100 гр	25.75	1.06
Орехи	100 гр	15.17	0
Арахис	100 гр	8.47	8.47
Шпинат, свежерубленный	Маленькая чашка	1.8	0
Морковь, свежерубленная	Маленькая чашка	0.4	0

Рекомендуемая суточная доза: 10 мг.

Всасывание витамина E из просвета кишечника зависит от секреции желчи и работы поджелудочной железы, эффективности поглощения клетками кишечника и секреции хиломикрон. Дефекты на любом из этих этапов могут привести к нарушениям всасывания витамина E. Синтетические аналоги витамина E в два раза менее активны, чем натуральный витамин. Около 70% диетически потребляемого витамина E - это гамма-токоферол. Во многом это связано с высоким потреблением сои и других растительных масел. Дополнительный прием альфа-токоферола приводит к значительному снижению уровня циркулирующего гамма-токоферола.

ВИТАМИН D

ВИТАМИН D - РЕГУЛЯТОР УРОВНЯ КАЛЬЦИЯ И ФОСФОРА В КРОВИ

Существует две основные формы витамина D: холекальциферол (D₃) и эргокальциферол (D₂). Витамин D₃ образуется при превращении 7-дегидроксихолестерола в 25-гидроксивитамин D₃ под влиянием ультрафиолетового излучения Солнца. Почки, под действием ПТГ (паратиреоидного гормона), продуцируют 1,25-гидроксивитамин D₃ из циркулирующего в крови 25-гидроксивитамина D₃. Эргокальциферол производится в коммерческих масштабах, добавляется в продукты питания или продается в виде добавок. Витамин D₂ поглощается в кишечнике и проходит такой же путь что и витамин D₃. 1,25-дигидроксивитамин D₃ позитивно регулирует продукцию остеокальцина, который, усиливая резорбцию костной ткани и активируя всасывание кальция и фосфора в кишечнике и поглощение в почечных канальцах, отвечает за повышение их уровня в крови.

Низкие уровни витамина D связаны с повышением риска развития переломов костей, депрессии, сердечно-сосудистых заболеваний, рака и смертности от различных причин. Исследования показали удивительно высокий уровень недостаточности витамина D у взрослых и детей. Исследователи Гарвардской Школы Общественного Здравоохранения и Департамента по питанию рассчитали оптимальным уровень 25-гидроксивитамина D для поддержания здоровья - 36-40 нг/мл (90-100 нмоль/л), хотя многие врачи рекомендуют поддерживать уровень в 50 нг/мл¹⁴.

ВИТАМИН D		
Наименование продукта	Количество продукта	Содержание витамина D, МЕ
Горбуша, консервы	100 гр	623
Сардины, консервы	100 гр	272
Скумбрия, консервированная	100 гр	251
Масло печени трески	1 столовая ложка	1360
Коровье молоко, обогащенное витаминами	100 гр	43.21

Рекомендованная суточная доза: 400 МЕ

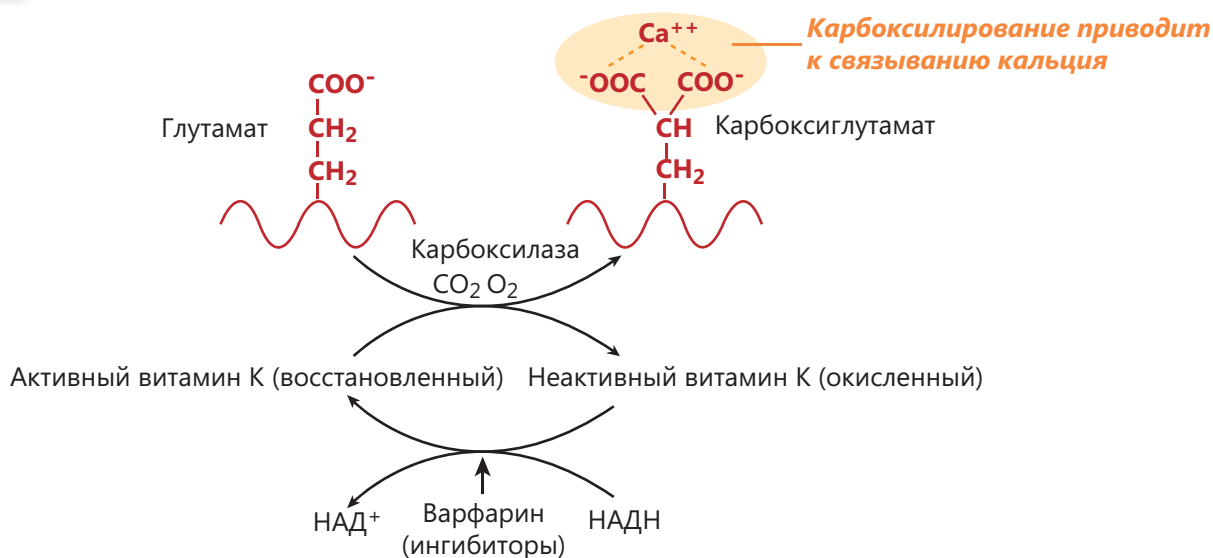
ВИТАМИН К

ОСНОВНОЙ ФУНКЦИЕЙ ВИТАМИНА К ЯВЛЯЕТСЯ СПЕЦИФИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ БЕЛКОВ

Витамин К функционирует как кофактор карбоксилирования (добавление COO^-) кальций-связывающих белков. Витамин К участвует в превращение остатков глутаминовой кислоты в остатки гамма-карбоксилглутаминовой кислоты (сокращенно Gla-радикалы). Gla-радикалы, благодаря двум свободным карбоксильным группам, участвуют в связывании кальция и играют важную роль в биологической активности белков (Рисунок 3).

РИСУНОК 3

Участие Витамина К в карбоксилировании белков



В настоящее время обнаружены 14 человеческих Gla-белков, играющих ключевые роли в регулировании таких физиологических процессов как:

1. Синтез компонентов коагуляционной системы (протромбин (фактор II), проконвертин (фактор VII), фактор Кристмаса (IX), фактор Стюарта (X), белок С, белок S);
2. Синтез белков костной ткани (остеокальцин);
3. Синтез сосудистого белка, который разрушает и выводит кристаллы кальция, осевшие на стенках сосудов.

ВИТАМИН К ₁	
Наименование продукта	мкг
Капуста 1/2 чашки	440
Шпинат	380
Зеленый салат	315
Брокколи	180
Брюссельская капуста	177
Капуста	145
Салата	122
Говядина, 100 г.	104
Яйца крутые, 1 шт.	25

Рекомендованная суточная доза: 120 мкг/д (мужчины), 90 мкг/д (женщины)

Витамин К₂ (менахинон, менатетренон) синтезируется бактериями в толстой кишке. В организме запасается очень малое количество витамина К, которого хватает лишь, чтобы обеспечить потребности организма в течение нескольких дней. Часто диеты содержат ограниченное количество витамина К. Правильный метаболизм витамина К особенно важен для пожилых людей и людей с желудочно-кишечными заболеваниями из-за недостаточно полноценной диеты и проблем с усвоением витаминов из пищи. Метаболизм витамина К часто осложняется лекарственной терапией, в частности, приемом антикоагулянтов. Понижение уровня витамина К связано с повышением риска развития сердечно-сосудистых заболеваний¹⁶. Симптомами дефицита этого витамина являются простые гематомы, носовые кровотечения, желудочно-кишечные кровотечения, меноррагии (чрезмерная потеря крови во время менструации) и гематурии (появлению крови в моче). Случаев передозировки витамина К зафиксировано не было.

Витамин К является ценным диагностическим, а также терапевтическим параметром при остеопорозе. Масштабные эпидемиологические исследования показали, что повышенный уровень витамина К ассоциирован с низким риском переломов костей¹⁵. Остеокальцин является витамин К-зависимый Са²⁺-связывающим белком и продуцируется исключительно зрелыми и активными остеобластами и должен предварительно подвергнуться карбоксилированию для полноценного функционирования. Правильное карбоксилирование регулируется несколькими факторами, включая витамин А, витамин D и кальций¹⁵. Дефицит витамина К может привести к нарушениям в карбоксилировании остеокальцина, что способствует увеличению уровня некарбоксилированного остеокальцина (ucOC) в крови и моче, где он может быть измерен. Дополнительный прием витамина К снижает уровень циркулирующего некарбоксилированного остеокальцина. Существующие рекомендации по приему витамина К ориентированы на насыщение коагуляционной системы, и не являются достаточными для карбоксилирования остеокальцина или других белков^{17, 18}.

Коэнзим Q₁₀ (CoQ₁₀)

CoQ₁₀ НЕОБХОДИМ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ В КЛЕТКЕ

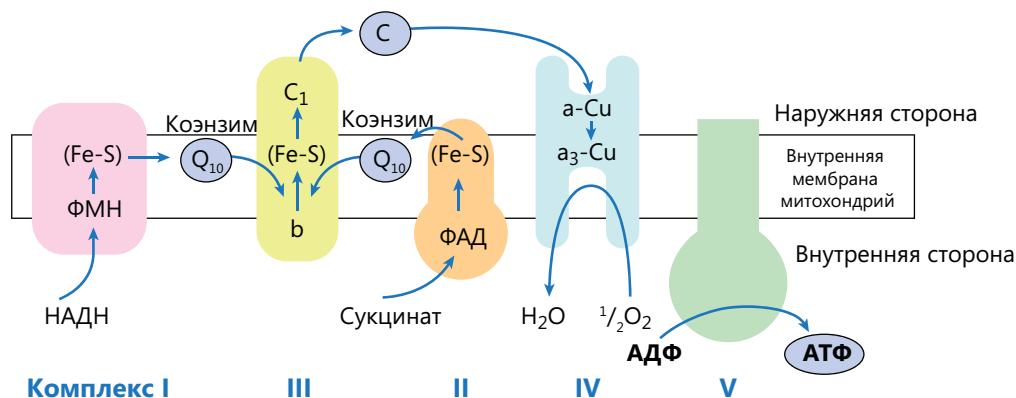
Основной функцией коэнзима Q₁₀ является перенос электронов через внутреннюю мембрану митохондрий. Коэнзим Q₁₀ принимает участие в реакциях окислительного фосфорилирования, обеспечивая организм основным источником метаболической энергии в форме АТФ. Непосредственным источником электронов является сукцинат, но возможно использование и других субстратов, таких как пируват, ацил-КоА, альфа-кетоглутарат. Коэнзим Q₁₀ раз за разом переносит электроны от одного комплекса к другому, обеспечивая тем самым бесконечный цикл окисления и восстановления (Рисунок 4). Оптимальное функционирование этого механизма имеет решающее значение для синтеза энергии. Электроны переносятся по одному, но на выходе образуют пары, чтобы сформировать АТФ и H₂O. Если коэнзим Q₁₀ работает недостаточно эффективно, то электроны не могут образовывать пары, а образование одиночных электронов приводит к формированию супероксидных радикалов.

Вторая важная функция коэнзима Q₁₀ – антиоксидантная. Терапевтические подходы, направленные на лечение митохондриальных дисфункций и окислительного повреждения, основаны на использовании коэнзима Q₁₀ и весьма перспективны¹⁹.

Синтез коэнзима Q₁₀ зависит от наличия гидроксиметилглутарата. Статины блокируют превращение гидроксиметилглутарата в холестерол и коэнзим Q₁₀. Исследования показали, что коэнзим Q₁₀ ингибирует окисление липопротеидов низкой плотности и препятствует развитию атеросклероза, причем этот эффект усиливается при совместном применении коэнзима Q₁₀ и витамина E^{20,21}.

РИСУНОК 4

Дыхательная цепь митохондрий



КОЭНЗИМ Q₁₀

Наименование продукта	Количество продукта	Содержание коэнзима Q ₁₀ , мг
Говядина жаренная	100 мг	3.1
Сельдь маринованная	100 мг	2.7
Соевое масло	1 столовая ложка	1.3
Цыпленок жаренный	100 мг	1.6
Радужная форель, приготовленная на пару	100 мг	1.1
Арахис обжаренный	100 мг	2.8
Кунжут жаренный	100 мг	2.5
Фисташки жаренные	100 мг	2.1
Брокколи, варенная	½ чашки, нарезанная	0.5
Цветная капуста, варенная	½ чашки, нарезанная	0.4

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Adams J, Pepping J. Vitamin K in the treatment and prevention of osteoporosis and arterial calcification. *Am J Health Syst Pharm.* Aug 1 2005;62(15):1574-1581.
- Jie KS, Bots ML, Vermeer C, Witteman JC, Grobbee DE. Vitamin K intake and osteocalcin levels in women with and without aortic atherosclerosis: a population-based study. *Atherosclerosis.* Jul 1995;116(1):117-123.
- Tursi A. Gastrointestinal motility disturbances in celiac disease. *J Clin Gastroenterol.* Sep 2004;38(8):642-645.
- Kiehne K, Gunther R, Folsch UR. Malnutrition, steatorrhea and pancreatic head tumour. *Eur J Gastroenterol Hepatol.* Jul 2004;16(7):711-713.
- Leo MA, Lieber CS. Alcohol, vitamin A, and beta-carotene: adverse interactions, including hepatotoxicity and carcinogenicity. *Am J Clin Nutr.* Jun 1999;69(6):1071-1085.
- Olson JA, Kobayashi S. Antioxidants in health and disease: overview. *Proc Soc Exp Biol Med.* 1992;200(2):245-247.
- Nierenberg DW, Dain BJ, Mott LA, Baron JA, Greenberg ER. Effects of 4 y of oral supplementation with beta-carotene on serum concentrations of retinol, tocopherol, and five carotenoids. *Am J Clin Nutr.* 1997;66(2):315-319.
- Aktuna D, Buchinger W, Langsteiger W. Beta-carotene, vitamin A and carrier proteins in thyroid diseases. *Acta Med Austriaca.* 1993;20(1-2):17-20
- Goswami UC, Choudhury S. The status of retinoids in women suffering from hyper- and hypothyroidism: interrelationship between vitamin A, beta-carotene and thyroid hormones. *Int J Vitam Nutr Res.* 1999 Mar;69(2):132-5.
- Chandra RK. Increased bacterial binding to respiratory epithelial cells in vitamin A deficiency. *Brit Med J* 1988;297:834-35.
- Packer, I. Oxygen radicals in biological systems, *Methods in enzymology.* Academic Press. 233. 1994
- Szczeklik, A. Serum lipoproteins, lipid peroxides and prostacyclin biosynthesis in patients with coronary heart disease. *Prostaglandins.* 22:5, 795-807. 1981.
- Tran, K., Chan, A. C. R,R,R-alpha-tocopherol potentiates prostacyclin release in human endothelial cells. Evidence for structural specificity of the tocopherol molecule. *Biochim Biophys Acta.* 1043:2, 189-97.1990.
- Bischoff-Ferrari, H. A. Estimation of optimal serum concentrations of 25-hydroxyvitamin D for multiple health outcomes. *Am J Clin Nutr.* 84:1,18-28, 2006.
- Feskanich D, Weber P, Willett WC, Rockett H, Booth SL, Colditz GA. Vitamin K intake and hip fractures in women: a prospective study. *Am J Clin Nutr.* Jan 1999;69(1):74-79.
- Beulens JW, Bots ML, Atsma F, et al. High dietary menaquinone intake is associated with reduced coronary calcification. *Atherosclerosis.* Jul 19 2008.
- Seyama Y, Wachi H. Atherosclerosis and matrix dystrophy. *J Atheroscler Thromb.* 2004;11(5):236-245.
- Erkkila AT, Booth SL. Vitamin K intake and atherosclerosis. *Curr Opin Lipidol.* Feb 2008;19(1):39-42.
- Chaturvedi RK, Beal MF. Mitochondrial approaches for neuroprotection. *Ann N Y Acad Sci.* 2008 Dec;1147:395-412.
- Witting PK, Pettersson K, Letters J, Stocker R. Anti-atherogenic effect of coenzyme Q10 in apolipoprotein E gene knockout mice. *Free Radic Biol Med.* 2000; 29(3-4):295-305. (PubMed)
- Thomas SR, Leichtweis SB, Pettersson K, et al. Dietary cosupplementation with vitamin E and coenzyme Q(10) inhibits atherosclerosis in apolipoprotein E gene knockout mice. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2001;21(4):585-593.



117485, Москва, ул. Бутлерова, д. 12 • +7 (495) 643-79-43 • +7 (495) 335-19-35 • www.chromolab.ru