

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ	11
1 СИЛА	
ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ МИТОХОНДРИЙ В ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ ЧЕЛОВЕКА	13
Экскурс в науку о живой клетке	20
Эволюция эукариотической клетки	25
Митохондрии — источники Силы	30
Основа структуры митохондрий	34
Основы клеточного дыхания и окислительного фосфорилирования	36
Игра в «горячую картошку»: электрон-транспортная цепь (ЭТЦ)	39
АТФ-синтаза: соединение ЭТЦ и окислительного фосфорилирования	47
Митохондриальная ДНК: любопытный реликт древности	51
Экстремальный сигнал: плюс свободных радикалов	59
Мутации митохондрий: начало конца	64
Устаревшие теории старения	73
Митохондриальная теория старения	80
Превышая максимальную продолжительность жизни у млекопитающих	90
Дегенеративные болезни и последующий конец	92
Становится жарко: рассеивание протонного градиента	96

2 ТЕМНАЯ СТОРОНА СИЛЫ

НАРУШЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ДИСФУНКЦИЕЙ МИТОХОНДРИЙ	103
Кратко о биоэнергетике	104
Пища и кислород: ингредиенты для производства энергии	107
Синтез и «круговорот» АТФ (цикл АДФ-АТФ)	110
Роль митохондрий в заболеваниях сердечно-сосудистой системы	115
Роль митохондрий в функционировании нервной системы, головного мозга и в когнитивном здоровье	122
Роль митохондрий в дегенерации нейронов (нейродегенерации)	127
Депрессия	140
Синдром дефицита внимания и гиперактивности: митохондрии	142
Синдром хронической усталости, миалгический энцефаломиелит и фибромиалгия	147
Диабет II типа	149
Повреждение митохондрий при диабете II типа	150
Митохондриальный сахарный диабет	155
Индуцированные приемом лекарств повреждения митохондрий и соответствующие болезни	156
Митохондриальный синдром	161
Митохондриальный синдром как первичное заболевание	172
Лечение митохондриального синдрома	176
Возрастная тугоухость	180
Митохондрии, старение кожи и морщины	182
Митохондрии и бесплодие	185
Глазные болезни	191
Стволовым клеткам нужны здоровые митохондрии	194
Онкологические заболевания: осознание причин приближает к их устранению	195
Старение как болезнь	201

3 ВОПЛОЩЕНИЕ СИЛЫ

ПИТАНИЕ И ОБРАЗ ЖИЗНИ, ПОЗВОЛЯЮЩИЕ УЛУЧШИТЬ ЗДОРОВЬЕ МИТОХОНДРИЙ. . .	204
Как птицы это делают?	204
D-рибоза	211
Пирролохинолинхинон	223
Кофермент Q10	231
L-карнитин	245
Магний	251
Альфа-липоевая кислота	254
Креатин	257
Витамины группы B	261
Железо	267
Ресвератрол и птеростильбен	268
Кетогенная диета и ограничение калорий	271
Массаж и гидротерапия	281
Физическая активность и специальные упражнения	282
ИТОГИ.	290
БЛАГОДАРНОСТИ	292
ОБ АВТОРЕ	294
ГЛОССАРИЙ	295
БИБЛИОГРАФИЯ.	WWW.PITER.COM¹

¹ Библиографию можно скачать с сайта издательства: <https://clck.ru/HMFWT>.

синапсов (соединений) между нервными клетками, отвечающими в головном мозге за функционирование памяти. Что касается здоровья сердечно-сосудистой системы, то B_{14} снижает вред от синдрома реперфузии при ишемии, от инфаркта и от инсульта.

Является ли B_{14} последним новым витамином?

В 2003 году в журнале *Nature* появилось сенсационное заявление японских ученых, проводивших исследования на молекулярном уровне. Исследователи заявили о том, что пирролохинолинхинон — это ранее неизвестный витамин группы В. Витамины по определению являются такими органическими соединениями, которые не синтезируются у нас в организме и которые мы *должны* получать извне, потому что каждый из них абсолютно необходим для поддержания по крайней мере одной биохимической функции.

Первое и наиболее явное доказательство витаминной природы B_{14} появилось в результате опытов на животных. Ученые зафиксировали, что мыши, из рациона которых была исключена пища с пирролохинолинхиноном, демонстрировали падение репродуктивной функции и иммунитета. Также были зафиксированы замедление роста этих мышей, а их шкура стала тонкой и уязвимой. К тому же их потомство имело меньшие, по сравнению с потреблявшими B_{14} мышами, шансы на выживание. Главное же открытие заключалось в том, что у грызунов с дефицитом B_{14} недоставало 30–40 % митохондрий от нормального показателя. Оставшиеся же митохондрии являлись слишком маленькими и плохо справлялись со своими функциями. При этом мыши, получавшие корм с B_{14} , не демонстрировали вышеперечисленных симптомов и признаков.

Вместе с тем доказать, что химическое соединение является витамином, очень непросто. К счастью, японские ученые неожиданно сделали еще одно открытие, напрямую указывающее на то, что V_{14} — это витамин. Это произошло во время исследования, призванного выяснить, связано ли *биполярное расстройство* (маниакально-депрессивный психоз) с нарушениями митохондриального транспорта кальция. Ученые искали гены, отвечающие за синтез белков, контролирующих этот транспорт. Поиск завершился не столь удачно, как планировали исследователи, однако они обнаружили, что V_{14} принимает участие в активации фермента, играющего ключевую роль в синтезе коллагена (белка, составляющего основу соединительной ткани организма — кожи, костей, хрящей, сухожилий и т. д.). При дефиците V_{14} у животных наблюдалась дисфункциональность соединительной ткани и разрушение кожного покрова. Аналогичный V_{14} -зависимый фермент найден и у людей.

Однако данные самых последних исследований вновь поставили под вопрос квалификацию V_{14} как витамина. Тем не менее научная работа продолжается, и эта проблема еще требует своего решения.

Грани V_{14}

Исследования говорят, что V_{14} , помимо всего прочего: а) обладает противовоспалительными свойствами; б) является эффективным нейропротектором, снижающим ущерб для головного мозга при индуцированном у крыс инсульте и защищающем клетки головного мозга от эксайтотоксичной сверхстимуляции и в) стимулирует синтез фактора роста нервов (NGF, ключевого секретируемого белка, поддерживающего жизнеспособность нейронов и дающего импульс их развитию и активности).

Отсюда следует, что от V_{14} зависит и наша когнитивная функция. Как мы уже говорили, головной мозг использует огромное количество энергии и очень нуждается в митохондриях. Согласно результатам двойного слепого клинического исследования, проведенного на случайной выборке испытуемых и включавшего в себя использование плацебо, пероральный прием 20 мг V_{14} ежедневно позволяет улучшить краткосрочную память и внимательность, а также способность сосредоточиваться, выделять фигуру на фоне и обрабатывать информацию.

Эти эффекты многократно усиливались при приеме пищевых добавок с коферментом Q10, что неудивительно, ведь комплекс I передает свои электроны именно этому компоненту ЭТЦ. Соответственно, если V_{14} стимулирует появление новых митохондрий, что приводит к увеличению числа единиц ЭТЦ, повышение концентрации кофермента Q10 является просто необходимым для того, чтобы обеспечить беспрепятственный перенос электронов в каждом ЭТЦ каждой митохондрии.

Темный шоколад

В табл. 3.2 указано, что порошок какао характеризуется высокой концентрацией V_{14} . Возможно, это одна из причин многочисленных полезных свойств темного шоколада. Конечно, он обладает огромным количеством других замечательных компонентов (таких как флавонолы, теобромин и эпикатехин¹), однако V_{14} — одно из главных его достоинств.

¹ *Флавоноиды (растительные пигменты)* — физиологически активные элементы, которые оказывают огромное влияние на активность ферментов; *теобромин*, представляющий собой специфические кристаллы, имеющие достаточно горький привкус, снижает вероятность и риск возникновения ССЗ; *эпикатехин* — натуральный блокатор миостатина (белка, который подавляет рост и дифференцировку мышечной ткани).

Таблица 3.2. Содержание V_{14} в продуктах

Вид пищи	V_{14} (мкг на кг)
Фрукты	
Киви	27
Папайя	27
Апельсины	7
Яблоко	6
Овощи	
Петрушка	34
Томаты	9
Зеленый чай	30
Зеленый перец	28
Морковь	17
Капуста	16
Сельдерей	6
Бобовые	
Тофу	24
Бобы	18
Соя	9
Ферментированные продукты	
Какао-порошок	800
Натто (ферментированная соя)	61

Вид пищи	V_{14} (мкг на кг)
Продукты животного происхождения	
Грудное молоко	140–180
Яичный желток	7
Яичный белок	4
Коровье молоко	3

Результаты исследований показывают, что шоколад положительно влияет на состояние сердечно-сосудистой и нервной систем (включая головной мозг), повышает выносливость и иные физические характеристики организма и даже способствует снижению веса. Очевидно, все это становится возможным благодаря стимулированному V_{14} биогенезу митохондрий. Конечно, науке еще предстоит прояснить, в какой степени V_{14} влияет на полезные свойства шоколада, однако уже сейчас можно утверждать, что умеренное потребление этого продукта — прекрасный способ укрепить здоровье. Что касается меня, то я склонен злоупотреблять этим видом терапии. Угостите меня шоколадом, и я сделаю все, о чем вы меня попросите.

Кофермент Q10

Кофермент Q10 (CoQ10) — это витаминоподобная молекула, представляющая собой антиоксидант, стабилизатор мембраны и критически важный компонент цепи переноса электронов. Кроме того, он регулирует экспрессию генов и апоптоз, является ключевым кофактором разъединяющих белков и пор

переходной проницаемости, а также обладает противовоспалительным и нейропротекторным эффектом. Наконец, CoQ10 является модулятором окислительно-восстановительных процессов.

Кофермент Q10 присутствует практически в каждой клетке тела. Подобно витаминам, он критически необходим для жизни. Так как наш организм его самостоятельно синтезирует, с технической точки зрения он не является витамином. Для производства CoQ10 клетке необходима аминокислота тирозин, по крайней мере восемь разных витаминов и несколько микроэлементов. Дефицит любого из этих компонентов нарушает способность клетки синтезировать кофермент Q10.

По мере нашего старения CoQ10 приобретает все большее сходство с витамином, так как, начиная с рубежа 20–30 лет, наш организм вырабатывает его все в меньшем и меньшем количестве. Многие ученые видят в этом своеобразный закон природы: так как к 30 годам мы оставляем позади самые благоприятные для репродукции годы и воспитываем детей для продолжения нашего пути на планете, где властвует неумолимое время, снижение концентрации кофермента Q10 — это естественная подготовка к уходу из жизни (без митохондрий и окислительного фосфорилирования она невозможна).

Несмотря на то что в обычной пище действительно находится небольшое количество CoQ10 (ежедневно в организм попадает буквально несколько миллиграммов), этого слишком мало, и с возрастом растет потребность в регулярном приеме соответствующих добавок. Усвоение организмом этой жирорастворимой молекулы большого размера сопряжено с трудностями, которые осложняют терапевтическое использование кофермента Q10. Результаты исследований показывают, что

препараты на масляной основе (как правило, речь идет о гелевых нанокапсулах) усваиваются гораздо лучше, не говоря уже о водных липосомальных эмульсиях и начальных эмульсиях (преэмульсиях). *Убихинол* (восстановленная форма кофермента Q10) усваивается организмом гораздо лучше, чем *убихинон* (полностью окисленная форма CoQ10), а в *солюбилизированном* (растворенном) состоянии его усвоение происходит еще легче.

Специалисты хорошо знают, что кофермент Q10 представляет собой антиоксидант, причем это его качество обусловлено функцией, которую он выполняет в ЭТЦ, участвуя в окислительно-восстановительных реакциях. Забирая электрон из комплекса I или комплекса II, кофермент Q10 восстанавливается. Поэтому CoQ10, возможно, является одним из самых важных для здоровья митохондрий БАВов. Если в комплексе I формируется основная часть свободных радикалов, то именно там необходимо обеспечить свободное течение электронов и предотвратить возникновение заторов. Этот факт подтверждается не только данными исследований, но и клиническими испытаниями, — прием кофермента Q10 значительно улучшает состояние пациентов с самыми разными (практически любыми) заболеваниями, резко поднимая биоэнергетический уровень и зачищая главный источник прорыва свободных радикалов.

Более того, CoQ10 может находить свободным радикалам (или, если быть точным, их электронам) полезное для организма применение, возвращая электроны в ЭТЦ, где они вновь включатся в работу по производству энергии (еще более важен тот факт, что усмирение супероксидов позволяет защитить мтДНК, митохондриальные мембраны, пептиды и ферменты).

Несмотря на то что 80 % кофермента Q10 находится в митохондриях, он также присутствует в микросомах, аппарате Гольджи и плазматических мембранах, что указывает на его значимость как эндогенного антиоксиданта, тормозящего развитие цепных реакций в липидной фазе. Даже в митохондриях до трети CoQ10 связываются с белками мембраны, чтобы выполнять функцию антиоксиданта. Стоит отметить, что в митохондриальных мембранах долгоживущих млекопитающих в сравнении с короткоживущими млекопитающими находится больше кофермента Q10.

Хроническая сердечная недостаточность и кофермент Q10

Как при хронической сердечной недостаточности (ХСН), так и при дилатационной кардиомиопатии сердечная мышца столь слаба, что не может сокращаться и эффективно перекачивать кровь, что приводит к ее застою (особенно в легких и ногах). Застой же крови запускает цепную реакцию, так как нарушение нормального кровотока в легких препятствует полноценному насыщению ее кислородом, а без кислорода (являющегося конечным пунктом приема электронов в ЭТЦ) цепь переноса электронов начинает барахлить и становится очагом формирования слишком большого количества свободных радикалов. Так возникает порочный круг, о котором вы уже устали читать.

Кофермент Q10 — это один из самых эффективных природных средств против хронической сердечной недостаточности благодаря ряду своих свойств. Медицинская литература изобилует результатами исследований, показывающих, как CoQ10 оживляет сердце, хотя дозы этого вещества, как правило, принимаемые испытуемыми в рамках данных иссле-

дований (особенно наиболее раннего из них), не позволяли сделать достоверные выводы (к тому же первые варианты пищевых добавок с CoQ10 трудно усваивались организмом). В процессе недавних современных исследований использовались более высокие дозы достаточно легко усваиваемых добавок и получены убедительные доказательства того, что кофермент Q10 — это одно из самых эффективных веществ, позволяющих бороться с ХСН.

Гипертония

Способность кофермента Q10 понижать кровяное давление хорошо известна с начала 70-х гг. прошлого века. Здесь работают различные механизмы. Во-первых, как антиоксидант он нейтрализует пероксинитриты (разновидность свободных радикалов). Пероксинитриты являются сильными окислителями. Благодаря своим свойствам они способны вызывать повреждения широкого спектра молекул в клетке, в том числе ДНК и белков.

Образование пероксинитритов происходит в результате взаимодействия супероксид-иона и молекулы оксида азота. Она является одним из мощных сосудорасширяющих средств и снижает «липкость» тромбоцитов, что ведет к понижению кровяного давления. Именно поэтому многие врачи рассматривают оксид азота (существование и его действие) как сигнальную молекулу в кровеносной системе и основывают на этом свои стратегии по использованию лекарственных препаратов для лечения сердечно-сосудистых заболеваний, связанных с нарушениями давления. К сожалению, так как в природе нет ничего абсолютно хорошего или плохого, переизбыток оксида азота ведет к увеличению числа пероксинитритов, которые могут

повредить кровеносные сосуды (атаке подвергаются как эндотелиальные клетки, которые выстилают кровеносные сосуды, так и гладкомышечные клетки, окружающие их). К счастью, в здоровом организме свыше 90 % циркулирующего в крови CoQ10 находится в форме убихинола (то есть обладает высоким антиоксидантным потенциалом), что позволяет снизить наносимый пероксинитритами ущерб и максимально эффективно использовать оксид азота в интересах сердечно-сосудистой системы.

Во-вторых, кофермент Q10 предотвращает окисление липопротеидов низкой плотности (плохого холестерина), который, подвергаясь воздействию кислорода, становится причиной образования артериальных бляшек и уплотнения сосудов, то есть *атеросклероза*. Если же ЛПНП не окисляется, то он не причиняет организму вреда, что бы ни утверждали некоторые сторонники конвенциональной медицины.

В-третьих, так как расслабление мышц требует больше АТФ, нежели их сокращение (вспомним наш разговор о трупном окоченении), гладким мышцам стенок кровеносных сосудов требуется много энергии, которую и обеспечивает CoQ10. Без достаточного количества АТФ эти мышцы начинают сжиматься, тем самым повышая давление. Прием добавок с коферментом Q10 и, соответственно, повышение эффективности работы митохондрий позволяет им расслабляться, что нормализует давление. Я специально пишу не «понижает», а «нормализует», потому что результаты клинических испытаний доказывают: CoQ10 может понизить высокое, но, как правило, не понижает нормальное или низкое давление. Однако в некоторых случаях прием добавок с коферментом Q10 без дополнительных лекарственных препаратов приводит к слишком сильному снижению

давления, и вероятность такого побочного эффекта все же следует иметь в виду. Следует отметить, что хотя большинство людей, принимающих добавки с CoQ10, со временем могут снизить дозировки своих лекарств (а в некоторых случаях даже отказаться от них), всегда следует консультироваться по этому поводу со специалистом.

Результаты недавних исследований показывают, что CoQ10 может косвенно влиять на функционирование кровеносных сосудов путем регуляции концентрации сахара в крови. При повышенном уровне сахара усиливается окислительный стресс, что, как мы отметили выше, повреждает кровеносные сосуды и уплотняет их стенки.

Защита сердца при хирургических операциях на нем

Есть три типа хирургических вмешательств, которые восстанавливают кровоснабжение сердца. Я думаю, вы помните, что после восстановления притока крови в зону ишемии может возникнуть синдром реперфузии — когда мощный поток насыщенной кислородом крови достигает областей сердца, на протяжении долгого времени страдавших от гипоксии, клетки не справляются с таким напором, вследствие чего начинается активное формирование свободных радикалов (супероксидов).

Синдром ишемии-реперфузии — один из основных побочных эффектов срочных хирургических операций на сердце. Будучи сильным антиоксидантом, кофермент Q10 снижает вред, причиняемый сердцу супероксидами, повышая эффективность работы кардиохирурга и ускоряя процесс выздоровления пациента в послеоперационный период.