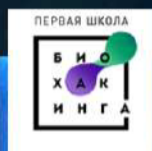


Гайд Первой Школы Биохакинга

Восстановление митохондрий



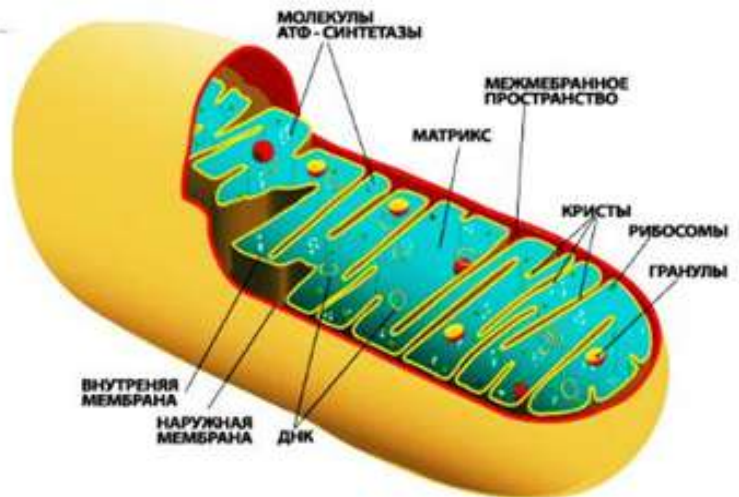
Митохондрии

Митохондрии – энергетические органоиды.

Они могут быть овальными, палочковидными, нитевидными. Снаружи митохондрии ограничены внешней (наружной) мембраной. Внутренняя мембрана образует многочисленные складки – кристы. Между кристами находится матрикс-вязкая белковая масса.

Функции:

- 1) Игруют роль энергетических станций клеток. В них протекают процессы окислительного фосфорилирования.
- 2) Хранят наследственный материал в виде митохондриальной ДНК
- 3) Участие в синтезе стероидных гормонов, некоторых аминокислот

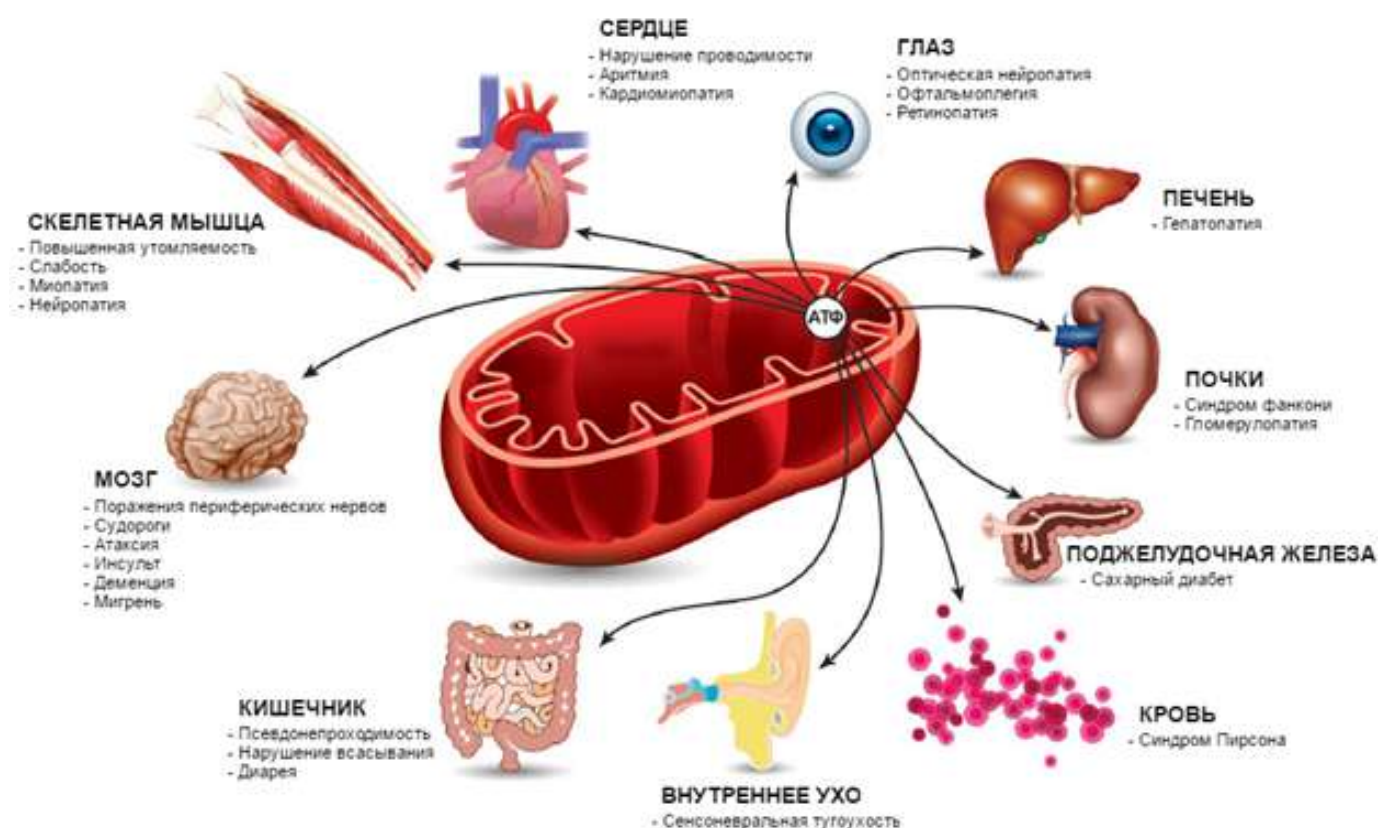


Функция митохондрий – синтезировать энергию в виде АТФ, они неравномерно распределены в организме.

- ▲ В наибольшем количестве представлены в мышечной ткани, особенно в красных мышечных волокнах и миокарде (ими и обусловлен цвет мышцы), в белых они также присутствуют, но в меньшем количестве.
- ▲ Также в огромном количестве имеются в нейронах, где происходит крайне интенсивный энергометаболизм.
- ▲ В клетках печени и многих других органах.
- ▲ Эритроциты и сперматозоиды не имеют митохондрий.

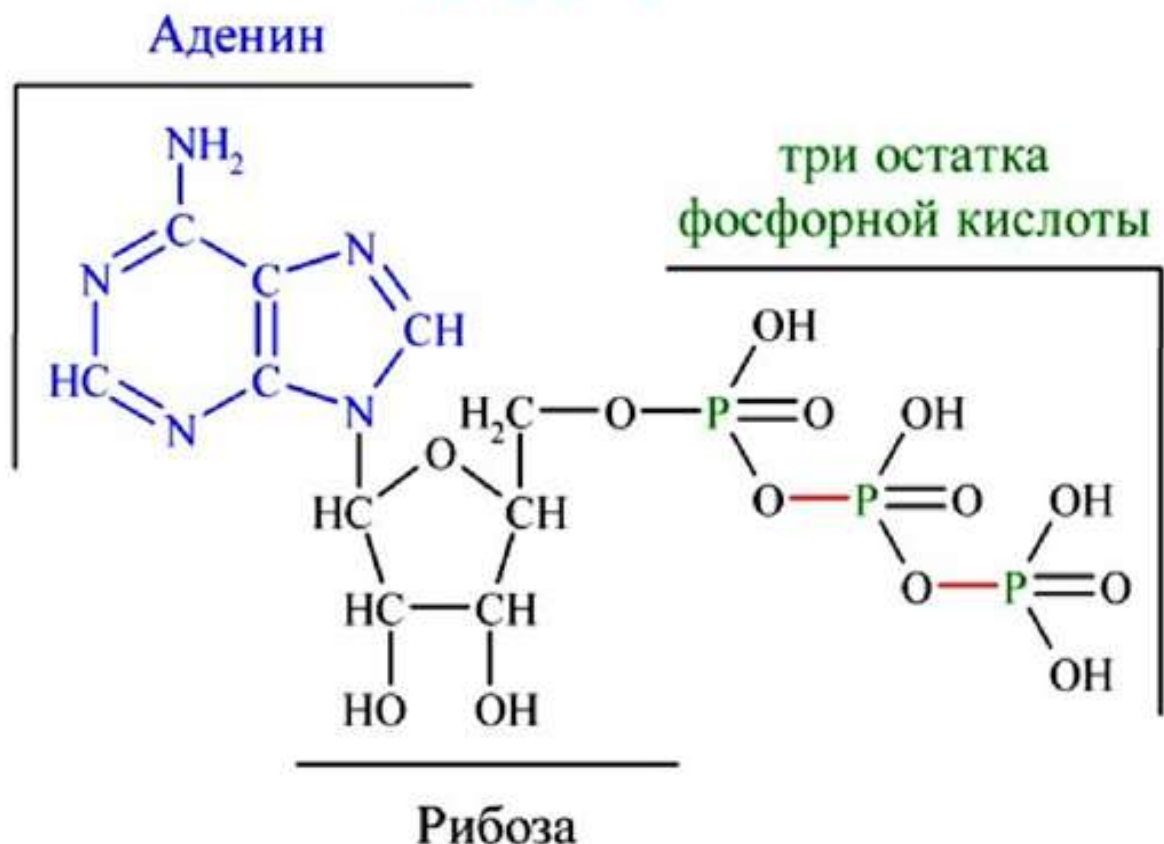
ЧТО ПРОИСХОДИТ ВНУТРИ?

- ▲ Реализация цикла трикарбоновых кислот (цикл Кребса).
- ▲ Перенос электронов в электронно-транспортной цепи – непосредственно тканевое дыхание.
- ▲ Синтез АТФ, энергометаболизм.
- ▲ Образование и утилизация свободных радикалов, баланс оксидативного стресса и антиоксидантных систем.



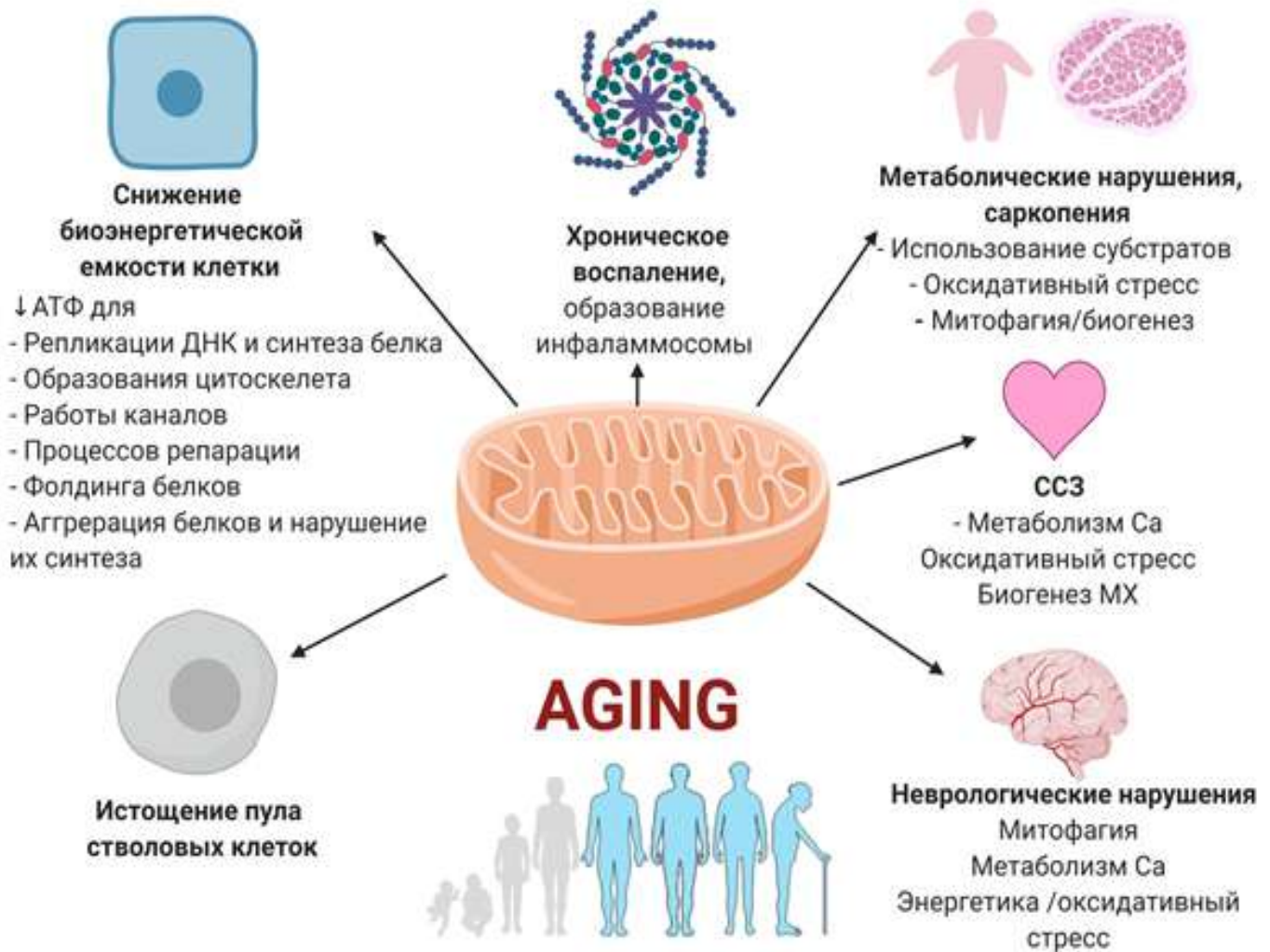
ЧТО ТАКОЕ АТФ (АДЕНОЗИНТРИФОСФАТ)?

АТФ



- ▲ Аденин+рибоза+3 молекулы фосфорной кислоты.
- ▲ АТФ является универсальной энергетической «валютой» для всех клеток, это чистый источник энергии в живом организме в физико-химическом смысле.
- ▲ Задача работы митохондрии в том, чтобы максимально эффективно синтезировать это вещество для собственных нужд и для клетки в целом.
- ▲ При неэффективном энергометаболизме митохондрия может перераспределять потоки АТФ для собственного выживания взамен клетки.
- ▲ Источником образования АТФ могут быть жиры, углеводы.

МИТОХОНДРИАЛЬНАЯ ДИСФУНКЦИЯ



- ▲ Гормезис – умеренная доза стрессоров (веществ), под влиянием которой происходит эффективная тренировка организма, поддержание баланса.
- ▲ Митогормезис – тот же самый процесс, только в контексте митохондрий и свободно-радикального окисления.
- ▲ Митохондриальный оксидативный стресс – чрезмерное неконтролируемое воздействие свободных радикалов с повреждением митохондрий.
- ▲ Митохондриальная дисфункция – неспецифический типовой многофакторный процесс, связанный с нарушением выработки энергии митохондриями.

Оксидативный стресс – что это?

Нарушение обмена веществ и энергии, накопление активных агентов, повреждающих или инициирующих повреждение клеток, приводящее к развитию разнообразных патологических состояний.

ДЫХАНИЕ БЫВАЕТ

- ▲ Легочное – газообмен между альвеолярным воздухом и кровью (т.е. воздух попадает в альвеолы, где имеется капиллярная сеть и этот кислород садится на эритроциты и расходуется по всему организму).
- ▲ Тканевое – газообмен между кровью и клетками тканей (у большинства проблема именно в тканевом дыхании, потому что мы живем в крупных городах и поэтому кислорода в воздухе меньше, чем в лесу).

Для того, чтобы кислород «сел» на эритроциты и перешел на капилляр, должен присутствовать сурфактант, который образуется на стенках легочных альвеол из жиров и липидов.

Если этой «жирной» прослойки мало, или она нарушенной структуры, то кислород не будет полноценно передаваться на эритроциты (не будет «садиться и доезжать» до клеток и тканей), и если он не достигает клеток, ткани недополучают кислород. Вследствие этого возникает гипоксия (недостаточное поступление кислорода в ткани).

За один час в норме человек потребляет 15-20 л. кислорода, если у него не было бронхо-легочных или воспалительных заболеваний, и объем легких не уменьшился. В норме мы дышим примерно 14-18 дыханий в минуту, спортсмены делают меньше, потому что они натренированы.

Кислород, который добирается до клеток, начинает участвовать в образовании энергии внутри клеток (а именно, внутри митохондрий). В данном случае приобретает значение источник энергии: углеводы или жирные кислоты.

Если кислород вступает в реакцию с углеводами (глюкоза), образуется 36 молекул АТФ.

Расщепление одной молекулы жирной кислоты с помощью кислорода (в митохондриях) – 131 молекула АТФ!, но это только в том случае, если мы углеводы не переедаем.

ФОРМУЛА АЭРОБНОГО РАСЩЕПЛЕНИЯ (ДЫХАНИЕ):

$C_6H_{12}O_6$ (глюкоза) + $6O_2$ (кислород) \rightarrow $6CO_2$ (углерод) + $6H_2O$ (вода) + 36 АТФ (энергия)

Когда не хватает кислорода - это называется анаэробное расщепление (гликолиз). Организм переходит на анаэробный гликолиз – расщепляет углеводы без кислорода, что приводит к накоплению молочной кислоты и к развитию ацидоза (лактоацидоз). Т.е., когда не хватает кислорода - мы «закис-

ляемся» на уровне клетки. В нас очень много кислот, и сколько бы мы не старались есть зелень, фрукты, овощи чтобы добиться защелачивания организма, этого не происходит.

Если есть гипоксия (недостаток кислорода) по причинам того, что эритроциты были неправильного размера, не совсем красные (мало гемоглобина в эритроците), была скрытая [анемия](#) или запасы железа были истощены, или уже явная анемия, в этом случае не «доедет» кислород и вместо энергии мы получаем всего лишь 2 молекулы АТФ (в нас мало энергии, мы устаем, мы не трудоспособны и т.д).

Анаэробный гликолиз – 2 молекулы АТФ (без участия митохондрий), но с образованием большого количества лактата в клетке и снижения pH.

Это значит, что если у вас есть глюкоза, но нет кислорода, то образуется всего 2 молекулы АТФ!

Расщепление глюкозы с помощью кислорода – 36 молекул АТФ (в митохондриях). Расщепление одной молекулы жирной кислоты с помощью кислорода (в митохондриях) – 131 молекула АТФ!!!

Любая митохондриальная коррекция нуждается в регулярных дозированных физических нагрузках.

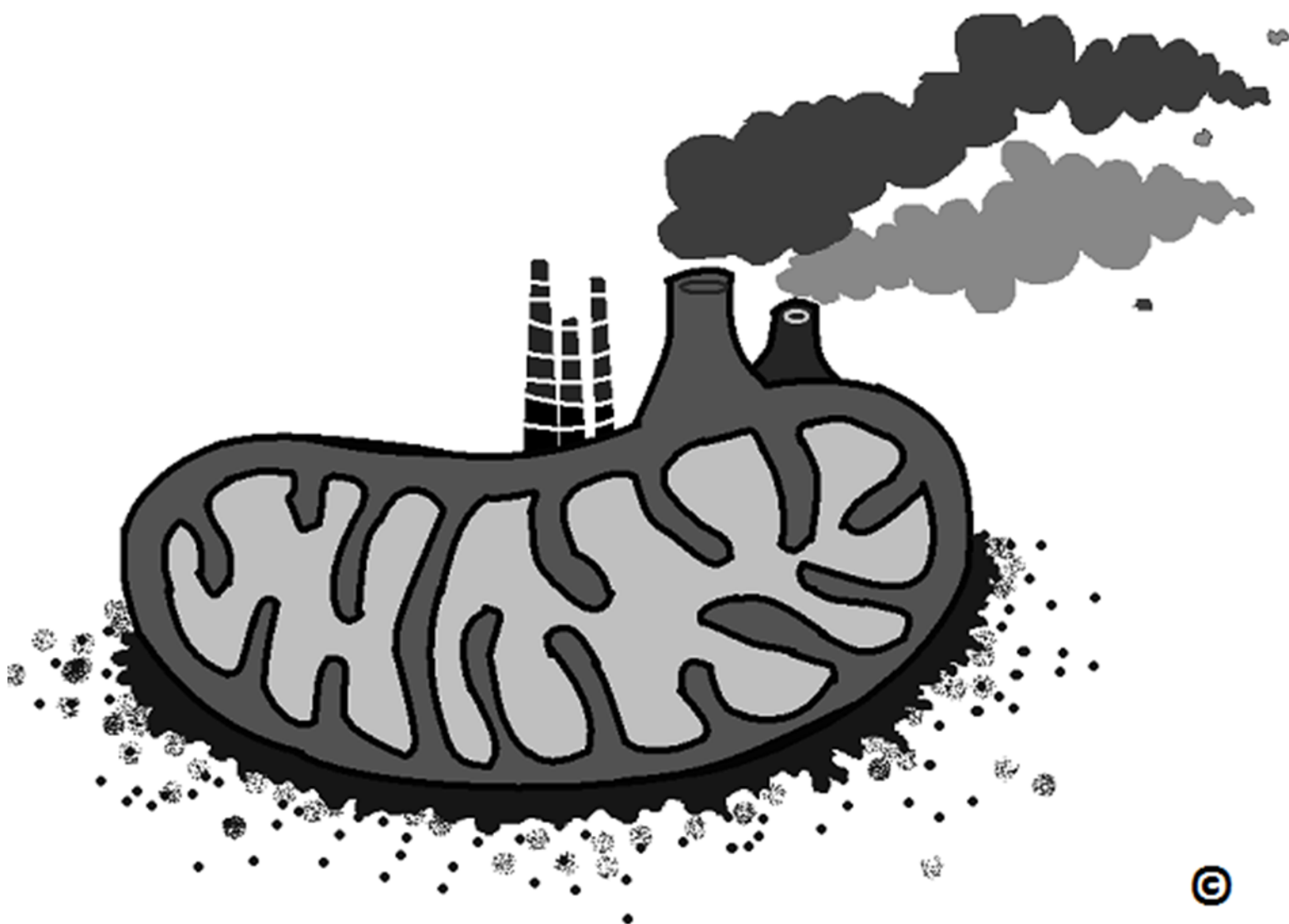
Количество митохондрий в клетке прямо пропорционально запросу организма на получение энергии (нагрузкам). При избытке поступаемых энергосубстратов (пища) и отсутствии нагрузок синтез митохондрий приостанавливается, пропадает необходимость в эффективной энергогенерации.

Жиры являются основным источником энергии. Именно из них больше всего образуется молекул АТФ.

Без кислорода мы не можем получить достаточное количество молекул АТФ.

▲ Это значит, что необходимо профилактировать гипоксию, лечить железодефицитную анемию и достаточно активно двигаться.

Достаточное количество хороших митохондрий - это не вечный дар. Если не профилактировать, то с годами их будет становиться всё меньше (чем меньше митохондрий, тем меньше молекул АТФ, т.е энергии).



Многие митохондрии стареют и становятся опасными для нашего организма. Они начинают в избытке продуцировать свободные радикалы, разрушающие клетки.

Самый лучший способ улучшить качество митохондрий - это интервальное питание 8/16. Пока вы в «голодном окне», у вас нет сил и энергии, но в этот момент происходит слияние митохондрий для синтеза энергии и контроль из качества. Старые митохондрии в этот момент (голодное окно 16 и более часов) уничтожаются, а когда поступает питание, митохондрии снова начинают делиться, но уже здоровые и новенькие.

▲ Вывод: чтобы иметь здоровые митохондрии и вовремя уничтожать старые, продуцирующие свободные радикалы, нужно максимально больше часов делать перерывы между приемами пищи, чтобы митохондрии могли контролировать качество своих сородичей и давать нам больше энергии для жизни!

Помните, что важно не только качество митохондрий, но и их количество.

▲ Если вы лежите целый день на диване и энергия вам нужна, только чтобы открыть холодильник и переключать каналы на пульте телевизора, то друзья митохондрии дадут вам ровно столько энергии, чтобы нажать на кнопку пульта.

А если мы хотим больше энергии, то нужно это дать понять митохондриям. И лучший способ взбодрить и приумножить свои митохондрии - это физическая активность.

Вывод: сначала нам нужно дать понять митохондриям, что нам нужна энергия, а потом они всё сделают!



Корректируем питание

в сторону уменьшения углеводов и увеличения жиров (**LCHF** - **Low Carb High Fat** - мало углеводов, много жира), а также полное исключение сахара и скрытых сахаров.



СТОИТ ОТКАЗАТЬСЯ ОТ УПОТРЕБЛЕНИЯ:

▲ Рафинированных и сладких продуктов — выпечки из белой муки, фастфуда, макарон, кексов, чипсов, тортов, пирожных; продуктов со скрытым сахаром (кетчупы и соусы, сладкие йогурты, завтраки быстрого приготовления, злаковые батончики, соленый фастфуд); алкоголя; заменителей сахара - меда, агавы, кленового сиропа и других заменителей сахара.

ОТДАВАЙТЕ ПРЕДПОЧТЕНИЕ ПРОДУКТАМ С НИЗКИМ ГЛИКЕМИЧЕСКИМ ИНДЕКСОМ:

▲ Увеличьте продукты, богатые полифенолами (химические соединения, которые находятся в растениях и обладают антиоксидантным и другим уникальным действием). Они берегут клетки от окисления и укрепляют митохондрии. Содержатся во всех овощах, листовых, в ягодах, гранатах, какао бобах. Митохондрии участвуют во всех этих реакциях.

▲ Количество [сладких фруктов](#) и тем более сухофруктов в рационе следует сократить или убрать их вовсе!

Фруктоза снижает чувствительность к инсулину, тормозит работу печени, в которой расщепляется. Даже если анализы в норме, но симптомы [инсулинорезистентности](#) присутствуют, сократите употребление кислых фруктов до 1-2 раз в неделю (в идеале убрать).

ВКЛЮЧИТЕ В РАЦИОН ПОБОЛЬШЕ ЗЕЛЕННЫХ ОВОЩЕЙ

Польза:

- восстановление повреждений ДНК;
- [детоксикация организма](#);
- снижение риска возникновения рака;
- обеспечение пищеварительными ферментами;

- восстановление энергии и повышение жизненного тонуса;
- укрепление иммунитета;
- снижение кровяного давления, поддержание общего здоровья;
- обеспечение организма питательными веществами;
- баланс pH организма.

*Восполняем дефицит витаминов
и минералов*



Митохондрии содержат ферменты, для правильной работы которых необходимы кофакторы (предшественники, участвующие в образовании или усвоение веществ) — это витамины и микроэлементы.

Вот основные нутрицевтики, необходимые для правильного функционирования митохондриальных ферментов:

[N-ацетилцистеин \(НАС\)](#) - Мощный антиоксидант, помогающий нейтрализовать пагубное воздействие свободных радикалов, практически универсальный донатор фаз детоксикации печени. **От 600 мг**

[L-карнитин](#) – «митохондриальный челнок», который переносит жирные кислоты в митохондрии. Играет важную роль в производстве нейромедиаторов. **От 1000 мг**

[Коэнзим Q10 или убихинол](#) - Участвует в образовании АТФ в митохондриях, влияет на производство клеточной энергии. **200-400 мг**

[PQQ](#) - увеличивает количество митохондрий, стимулирует их рост, нормализует энергетический потенциал, выполняет роль антиоксиданта и в несколько раз усиливает действие Q10. **10-20 мг**

[Магний](#) ([цитрат](#), [глицинат](#), [малат](#), [таурат](#) и пр.) - Участвует бо-

лее чем в 300 метаболических процессах. Важный участник энергетического обмена. Его дефицит лежит в основе гипоксии, что приводит к гибели клеток. От **400 мг**

Омега-3 жирные кислоты, лецитин - являются структурными компонентами клеточных мембран. Обеспечивают их пластичность, проницаемость и защиту. От **1500 мг**

Йод – необходим для щитовидной железы, здоровья молочных желез, нормальной кислотности, имеет противоотечный эффект. Йодсодержащий гормон Т3 является основным «ключом зажигания» энергетических процессов в нашем организме. В условиях йоддефицита метаболизм клетки замедляется. От **200 мкг**

Селен - антиоксидант, уменьшает воспаление, играет важную роль в обмене веществ, участвуя в превращении неактивного Т4 в активный Т3. Необходим в тандеме с йодом. **100-200 мкг**

Сера - нужна для детоксикации: связывает и выводит из организма многие токсины, обеспечивая реакцию сульфатации во второй фазе детоксикации печени. От **500 мг**

Витамин D – один из ключевых игроков для иммунитета, экспрессии генов, обладающий свойствами гормона, и отвечающий за реализацию более чем 2000 различных эффектов в организме. От **5000-10000 ед**

Комплексы поддержки печени курсами (с расторопшей, на-
пример).

Рибофлавин предотвращает гипоксию, насыщая ткани и кровь кислородом; Рибофлавин участвует в работе цикла Кребса, входит в состав флавинадениндинуклеотида (FAD), который является кофактором альфакетоглутаратдегидрогеназного комплекса и сукцинатдегидрогеназы .

Витамин В3 – ниацин – изначальная форма этого кофермента, обладает выраженным сосудистым действием. Ниацинамид – следующая ступень трансформации, уже не имеет выраженных сосудистых реакций, является предшественником кофактора дыхательной цепи.

Ниацин входит в состав никотинамидадениндинуклеотида (NAD), который является коферментом трех дегидрогеназ цикла: изоцитратдегидрогеназы , альфа-кетоглутаратдегидрогеназы и малатдегидрогеназы .

Тиамин (витамин В1) входит в состав тиаминдифосфата , который является коферментом альфа-кетоглутаратдегидрогеназы .

Пантотеновая кислота входит в состав кофермента А , который является кофактором, связывающим «активные» ацильные остатки, например, в ацетил-СоА или сукцинил-СоА .

МСТ среднецепочечные жирные кислоты

Не требуют наличия транспортеров в отличие от длинноцепочечных ЖК. Более энергоемки, чем короткоцепочечные ЖК. Липофильны и быстро проникают через ЖКТ и гемато-энцефалический барьер, что обеспечивает быстрый эффект, поэтому являются мощным суперфудом.

Янтарная кислота – ключевой метаболит цикла Кребса. Повышает уровень энергообразования. Снижает уровень гипоксии. Мягкая коррекция митохондриальной дисфункции. Можно принимать и другие кислоты: цитрат (лимон, цитрусовые), малат (яблочная кислота).

Также с необходим прием [лецитина](#) (поддерживает печень и текучесть желчи); [пищеварительные ферменты](#) курсами и [бетаин](#) (бетаин-пепсин или ацидин-пепсин), если снижена кислотность желудочного сока).

[Мультикомплексы](#) с богатым составом хорошо подойдут для каждодневного приема.

[Витамины группы В](#): В1, В2, В3, В5, В6

Микроэлементы: [магний](#), [медь](#), [цинк](#), [железо](#)

[Ресвератрол антиоксидант](#) - курсами по 2 мес.

[Аминокислоты](#)

Антикофакторы: тяжелые металлы – блокируют превращения в цикле Кребса и дыхательной цепи митохондрий, останавливая образование энергии, так как некоторые ферменты являются металлопротеинами, то есть зависимы от присутствия нормальных микроэлементов, в то время как их место занимают тяжелые металлы (ртуть, свинец, алюминий, кадмий, мышьяк и др)

Устраняем дефицит железа

Железо – жизненно необходимый элемент, переносит кислород к тканям. Без правильного насыщения кислородом клетки начинают умирать.

Железо также является ключевым компонентом белков и ферментов и участвует в выработке энергии, работе иммунной системы, обмене веществ и эндокринной функции. Именно поэтому железодефицитная анемия и митохондриальное здоровье несовместимы.

Соблюдаем интервальное голодание

Голодание помогает активировать митохондрии.

Объясняется это тем, что в длительном промежутке между приемами пищи организм вынужден получать энергию из запасов жира, для чего клетки используют свои митохондрии как единственный механизм, способный создавать энергию из жира.

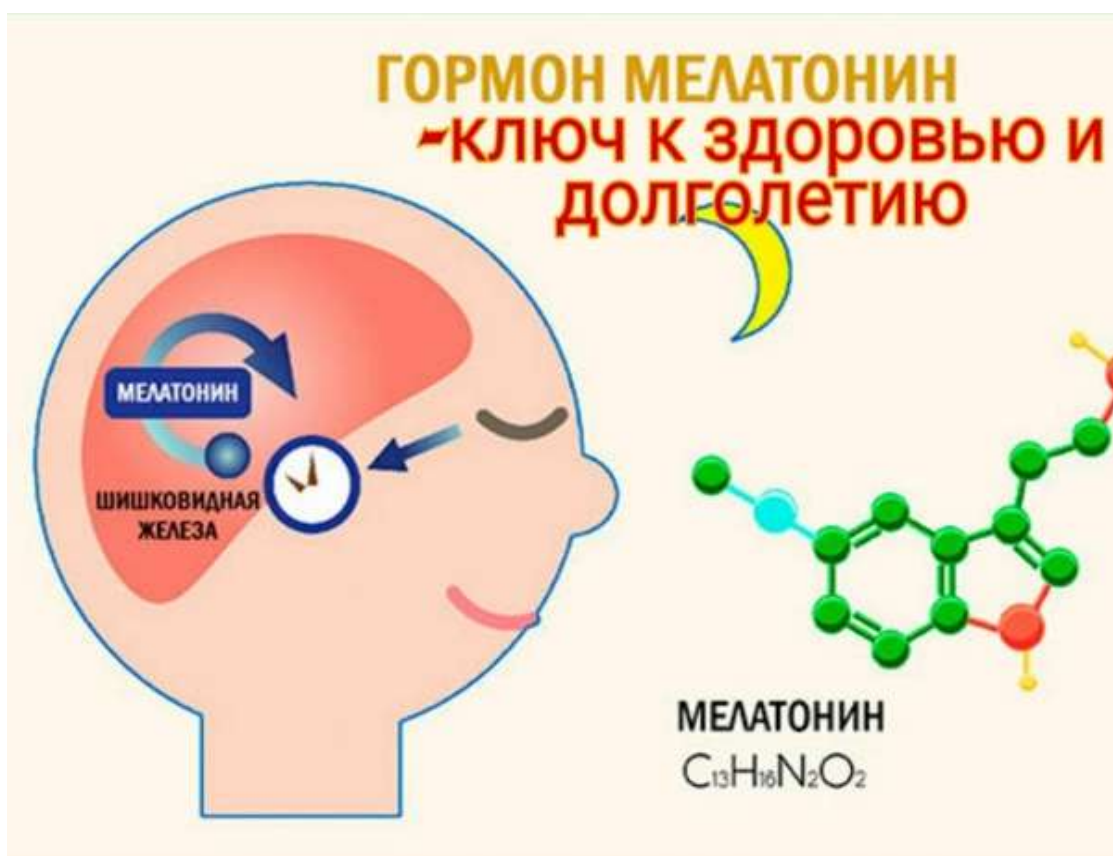
Старайтесь, чтобы “голодный” промежуток был не менее 12 часов, а оптимально 16. Например, вы поужинали в 19.00, а позавтракали в 7 утра, создавая 12-часовой период голодания. Или поужинали в 19.00, а утром поели в 11.00 интервальный голод составит 16 часов. Если вы новичок, 12-часовое воздержание от пищи будет хорошим началом. Также, когда вы не едите в течение 12-16 часов, организм начинает потреблять энергию из жировых запасов, что поможет тем, у кого есть цель сбросить вес.

▲ **Интервальное голодание (или питание) имеет ряд противопоказаний. Например людям с высокой степенью истощения надпочечников не рекомендуется длительный голод (16 часов). В этом случае подойдет интервал по принципу 12/12 или 10/14 максимум (12 часовое окно для приема пищи и 12 часов голода и соответственно 10 часовое окно для еды и 14 часов голода).**

Настраиваем циркадные ритмы

▲ Полноценный сон - важнейший инструмент в работе со стрессом, жизненно необходимый для здорового митохондриального обмена. Постоянные нарушения циркадианного ритма не остаются без последствий. Ложитесь спать до 23.00. Шторы блэк аут, за полтора часа до сна убираем все гаджеты и минимизирует свет от экранов.

▲ С 22.00- 23.00 до 2.00 - именно в это время активно вырабатывается мелатонин, ответственный не только за циркадные ритмы, но и являющийся мощным антиоксидантом. Также мелатонин способствует правильной выработке гормонов. Основной физиологический эффект мелатонина – это торможение секреции гонадотропинов.



▲ Так же мелатонин - это гормон счастья и молодости. Защищает нас от негативного влияния [стресса](#), старения и сохраняет молодость. Чем выше его уровень, тем дольше мы не стареем. Низкий же уровень мелатонина ухудшает память, снижает иммунитет.

▲ [Мелатонин](#) способствует повышению уровня лептина (чувство сытости) и снижает уровень грелина (чувство голода), влияет на синтез кортизола, гормона роста (соматотропного).

Аэробные нагрузки



Они улучшают качество работы митохондрий. Ведь для того, чтобы производить АТФ (аденозинтрифосфорную кислоту), всем клеткам необходим кислород.

Старайтесь ежедневно двигаться. Важно делать это на свежем воздухе - для того, чтобы активировать митохондрии, поднять энергетический потенциал и улучшить [процесс жиросжигания](#), для которого тоже нужен кислород.

Это могут быть прогулки быстрым шагом в парке или лесу (10000 шагов и более). Необходимо набирать темп до появления легкой испарины, затем придерживаться его. Через пару недель-месяца подобных прогулок можно вводить [силовые тренировки](#). Начинать работать можно с собственным весом, выполняя статичные упражнения («планка» и др.), затем перейти к упражнениям с утяжелителями.

*Боремся с гипоксией,
выполняя дыхательные упражнения*



В моменты гипоксии (когда мало кислорода/мало углекислого газа) нарушается газовое соотношение, клетки не вырабатывают должное количество энергии. Именно кислород соединяется с глюкозой/кетонами и синтезируется АТФ. В отсутствии кислорода в клетке происходят повреждения, которые приводят к перерождению клетки. На самочувствии это отражается хронической усталостью и снижением уровня энергии.

Нарушение газового обмена наблюдается при стрессе и неправильном (поверхностном) дыхании, когда мы дышим грудью. При этом задействуется только 1/3 легких. При диафрагмальном дыхании (дышим животом) - 2/3 легких.

▲ УПРАЖНЕНИЕ 1. ДЫХАНИЕ ЖИВОТОМ

Проверьте, как вы дышите: положите одну руку на грудь, другую — на живот, сделайте вдох. Если у вас при этом поднимается рука на грудной клетке, а рука на животе практически не меняет своего положения, вы дышите поверхностно, организм недостаточно снабжается кислородом. Попробуйте подышать животом — на вдохе он должен надуваться как шарик, на выдохе — сдуваться. Дыхание животом (диафрагмальное) задействует парасимпатическую нервную систему, помогает успокоиться, устранить гипоксию. Когда в дыхание “включается” диафрагма, пользу получают также внутренние органы (массаж) и лимфатическая система.

▲ УПРАЖНЕНИЕ 2. КОНТРОЛЬНАЯ ПАУЗА

С этого упражнения старайтесь начинать каждое утро. Делайте его хотя бы 5-10 раз в день.

1. Встаньте с кровати, дышите как обычно.
2. Потом сядьте в кресло или на стул.
3. Выпрямите спину, макушка должна стремиться вверх.
4. Поднимите плечи, сбросьте вниз, чтобы снять напряжение.
5. После этого подышите как обычно: вдох-выдох, вдох-выдох.
6. На выдохе сделайте контрольную паузу — задержите дыхание и при этом зажмите нос пальцами.
7. Как только сильно захочется сделать вдох — отпустите нос и вдохните. Сначала у вас может получаться задержать дыхание на 10-15 секунд, но для нормализации газового баланса оптимально дойти до 45-60 секунд. Так вы поднимите концентрацию углекислого газа, и гемоглобин будет отдавать кислород клеткам в разы лучше.

▲ УПРАЖНЕНИЕ 3. УМЕНЬШЕННОЕ ДЫХАНИЕ

Подышите носом как обычно, но подставьте под нос пальцы — вы почувствуете на выдохе мощный поток воздуха. А теперь постарайтесь выдохнуть с меньшей силой. Нужно чтобы при дыхании происходил некоторый дефицит кислорода, то есть вы должны вдохнуть не 500 мл кислорода, а где-то 150. Короткий спокойный вдох диафрагмой и выдох. Оптимально делать упражнение лежа, в течение 1-3 минут.

▲ УПРАЖНЕНИЕ 4. ВДОХ И ВЫДОХ ПО ШАГАМ

Во время неспешной прогулки на свежем воздухе для восстановления концентрации углекислого газа попробуйте сокращать вдох и удлинять выдох по шагам. Например, делаете вдох на 4 шага и на 4 шага – выдох, и так ходите неделю, потом выходите на новый ритм: вдох на 3 шага и выдох на 10 шагов. Оптимально довести до ритма: вдох на 2 шага, выдох на 20-30 шагов. Если начинает кружиться голова или появляется состояние эйфории, значит, вы на верном пути – клетки начинают получать свой кислород! В этом случае можете попробовать практики гипервентиляции, т.е. подышать очень быстро, как собачка. Это позволит оперативно восстановить газовый обмен. Если почувствуете неприятные ощущения, просто возвращайтесь к своему обычному дыханию.

Поддерживаем лимфатическую систему

Если у вас случаются отеки, это свидетельствует о застое лимфы, который приводит к общей [интоксикации](#). Чтобы улучшить работу лимфатической системы:

1. Начинайте утро с 300-500 мл воды, и не забывайте пить в течение дня.
2. Старайтесь принимать ежедневно контрастный душ (попеременно холодный и горячий), начиная со стоп и далее двигаясь по лимфатическим линиям вверх.

3. Выполняйте по 50-100 прыжков на месте каждое утро, как встали с кровати.



Снижаем токсическую нагрузку

▲ Большинство из нас ежедневно подвергаются воздействию тысяч токсинов, которые нарушают множество биологических реакций: преобразуют безвредные вещества в более опасные; вызывают повреждение ДНК и/или мутацию генов; влияют на процесс восстановления ДНК; вызывают окислительный стресс, хроническое воспаление, подавляют иммунную систему, нарушают работу митохондрий.

СИМПТОМЫ ИНТОКСИКАЦИИ

▲ Вялость, слабость, тяжелый сон; отсутствие бодрости при пробуждении, быстрая утомляемость, снижение работоспособности, ухудшение памяти и остроты восприятия; возможны тяжелые и тупые боли в голове во время напряжения,

работы; повышенная потливость; снижение аппетита; слабая половая активность. сыпь и затрудненное дыхание; запоры; аутоиммунные заболевания; депрессия.

▲ Старайтесь употреблять в пищу натуральные, «чистые» продукты без химических добавок, транс-жиров, усилителей вкуса и консервантов (чем меньше наименований в составе продукта, тем лучше); пить больше чистой воды, ограничить употребление пластика.

Проводить [детокс программы](#) (детокс - это не смузи или соки, или очистительные клизмы!).

▲ Подробнее о митохондриальном здоровье можно узнать на интенсиве «[Митохондриальное здоровье как основа долголетия](#)».

▲ Ждем Вас на экспресс-курсе [«Профилактика сердечно-сосудистых заболеваний»](#) и на онлайн-курсе [«Биохакинг: сборник для начинающих»](#)

▲ Добавляйтесь в [телеграм-канал Первой Школы Биохакинга](#)

Авторы



*Ирина Баранова,
Кандидат медицинских наук, биохакер,
терапевт, врач интегративной медицины*



@baranova_irina



*Татьяна Смольянинова,
Интегративный нутрициолог,
консультант по здоровому
питанию, детокс-коуч*



@baranova.stories