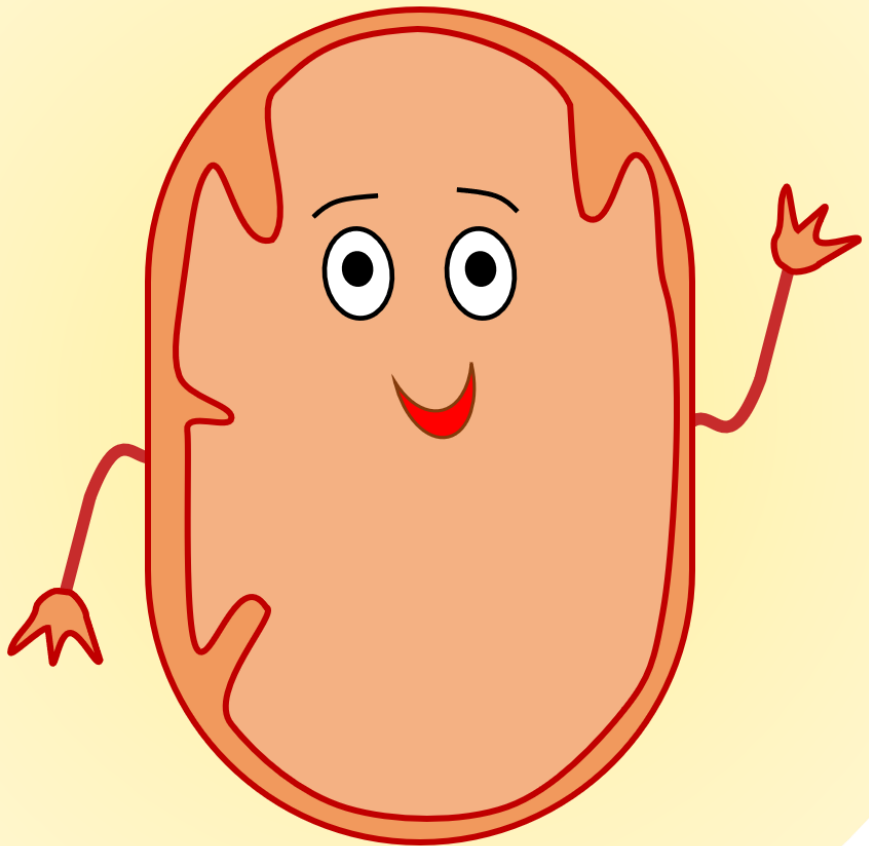


# Тайная жизнь митохондрий



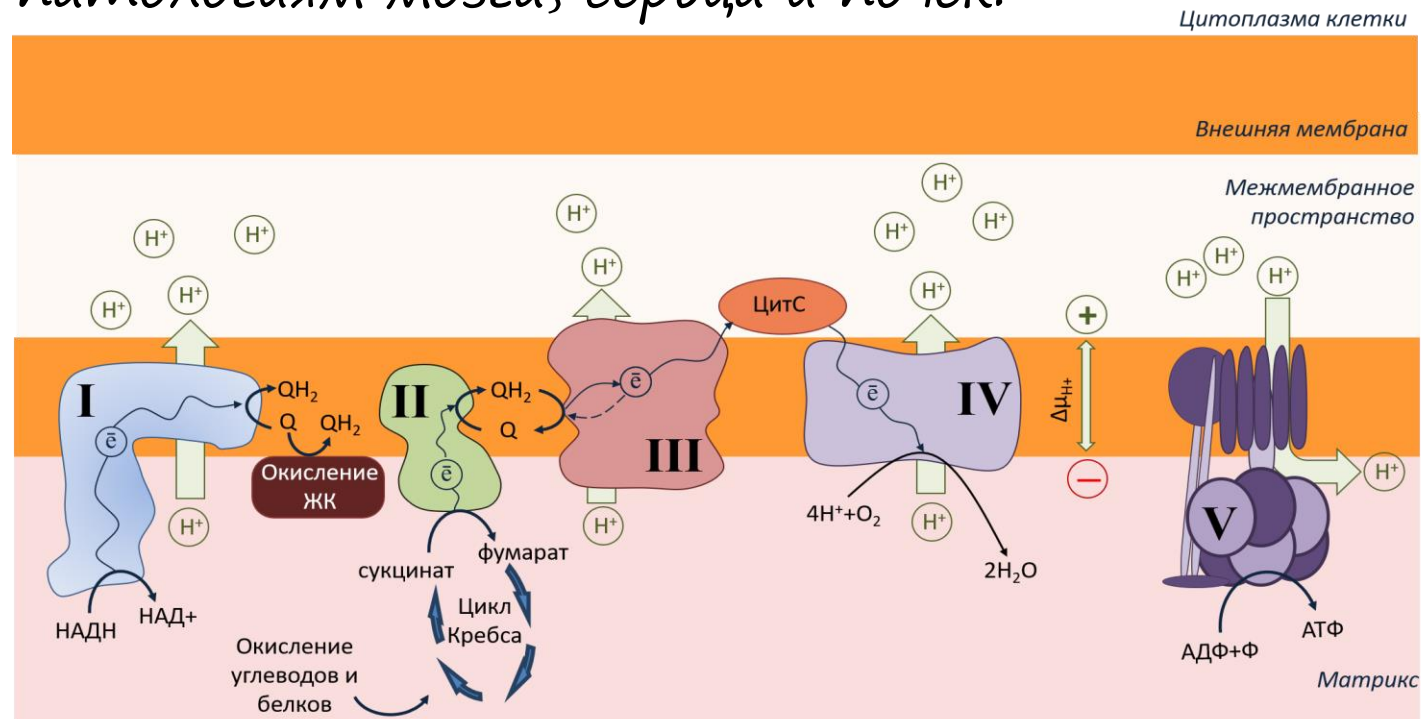
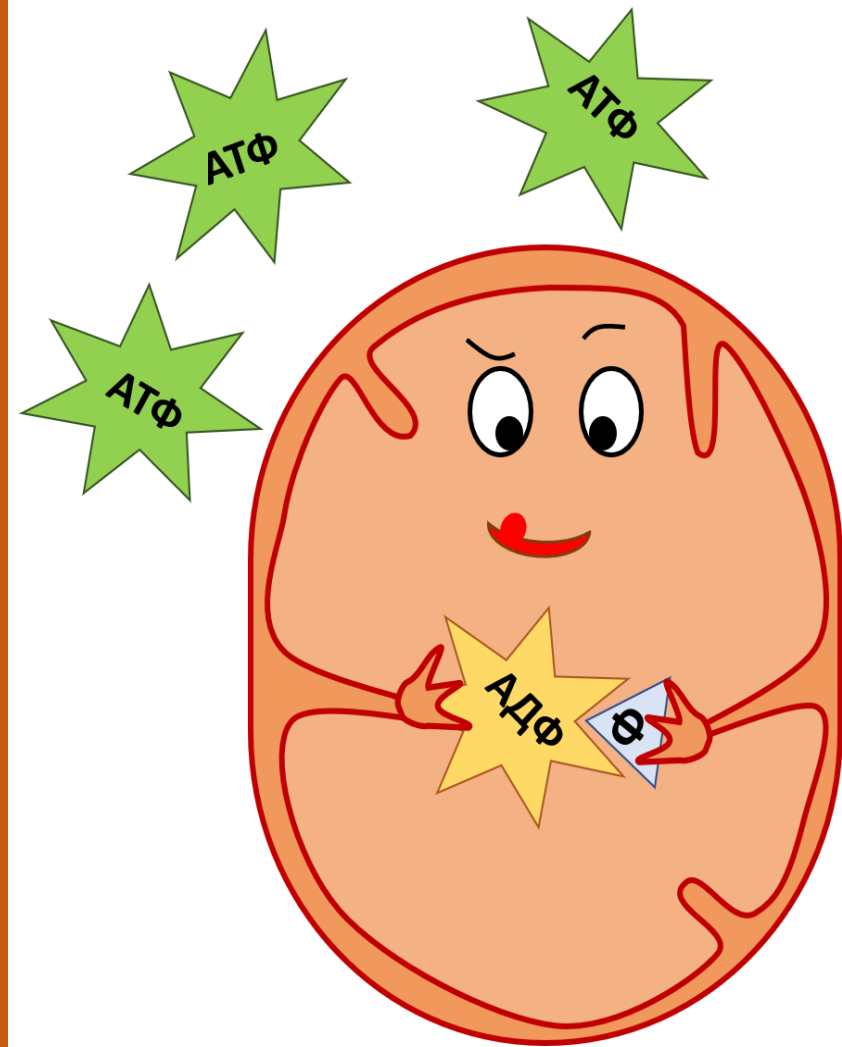
Всем привет!

Сегодня мы заглянем внутрь клеток и узнаем, чем тайно занимаются митохондрии и как мы можем это использовать.

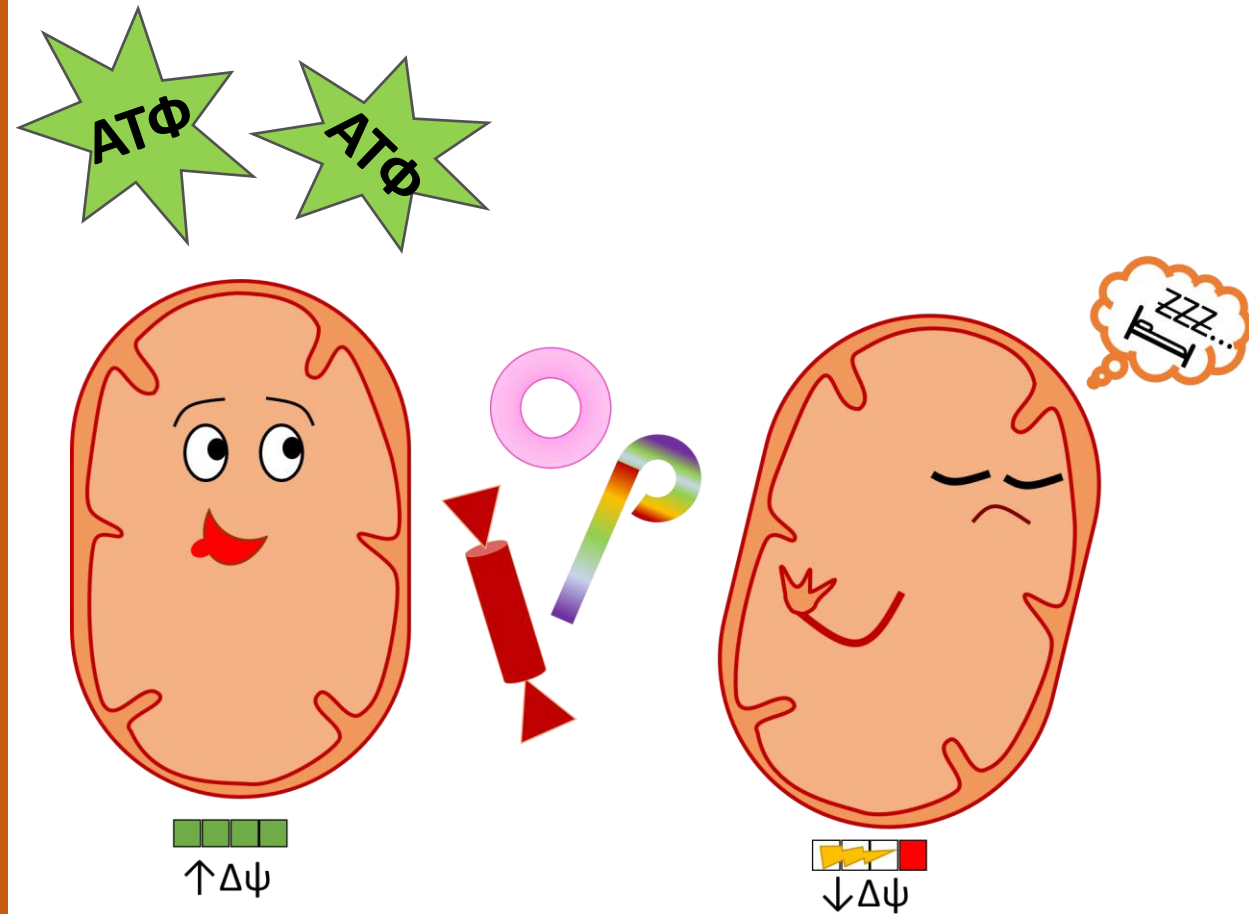
Эвелина Никельшпарг

# Митохондрии – энергетические станции клетки

Митохондрии производят энергию в виде молекулы АТФ – универсальной энергетической валюты всего живого. Это происходит на особых структурах внутренней мембраны митохондрии – электрон-транспортной цепи (ЭТЦ), которая использует продукты окисления углеводов, жиров и белков в присутствии кислорода. Нарушение этой важной функции приводит к огромному количеству заболеваний. В первую очередь, к патологиям мозга, сердца и почек.



# Как попасть в митохондрию?



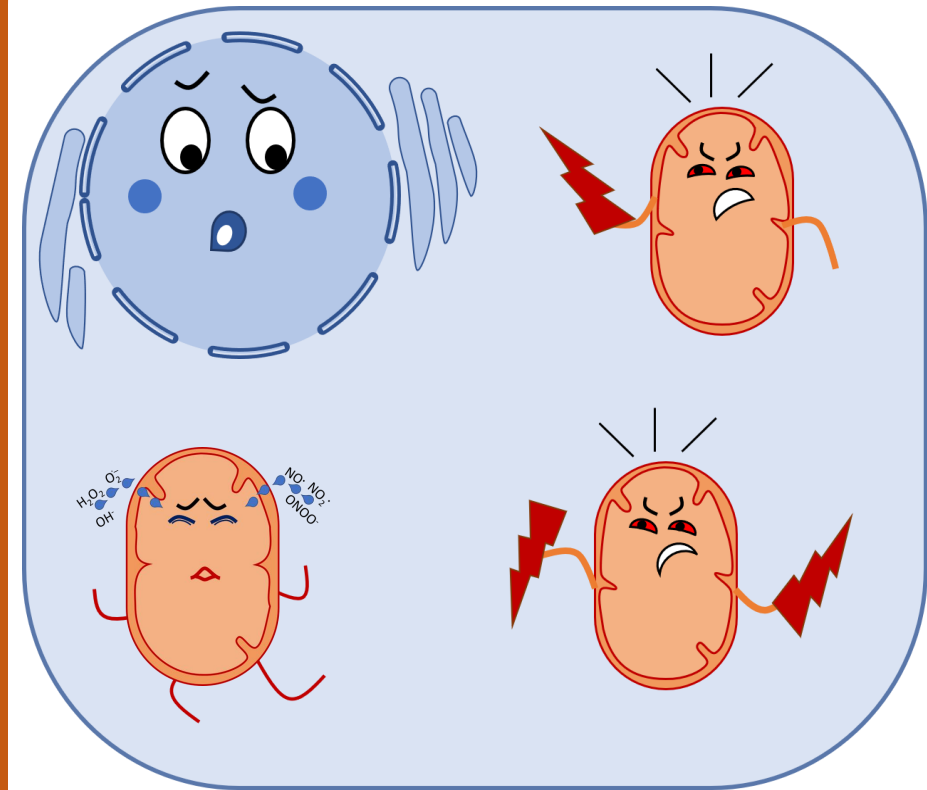
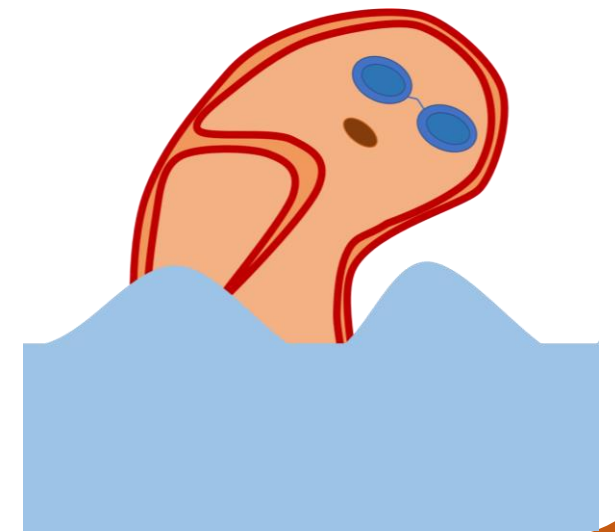
Митохондрии с низким потенциалом производят меньше АТФ, и попасть в них сложнее.

ЭТЦ митохондрий формирует мембранный потенциал ( $\Delta\psi$ ): в матриксе митохондрий накапливается отрицательный заряд. Это позволяет многим веществам из цитоплазмы клетки проникать внутрь митохондрии. Жирорастворимые положительно заряженные молекулы (липофильные катионы) особенно легко могут проникнуть в митохондрию, поэтому лекарства на их основе можно адресно доставлять в митохондрии. Примеры таких соединений – SkQ и MitoQ.

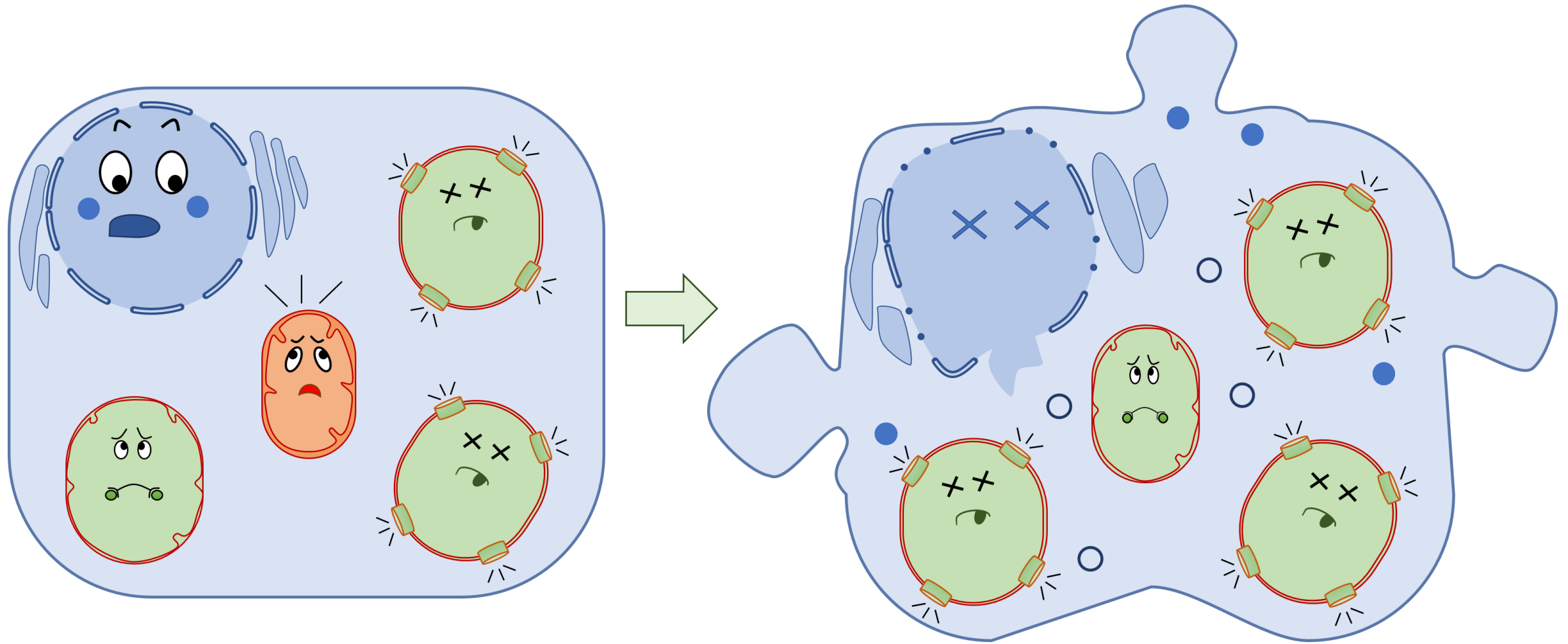
## Чего боится митохондрия?

Уровень производства АТФ и величина мембранного потенциала митохондрий тонко регулируется. Если мембранный потенциал слишком высок, а синтез АТФ (который использует этот потенциал) тормозится, возникает опасность окислительного стресса. Особенно часто окислительный стресс развивается при восстановлении кровотока после тромбоза. Это увеличивает зону поражения при инфаркте и инсульте.

Бороться с увеличением мембранного потенциала и окислительным стрессом можно с помощью: белков-разобщителей, мягких химических разобщителей, антиоксидантов, увеличения пула НАД<sup>+</sup>. Но лучше всего не бороться, а предотвратить, просто занимаясь спортом.

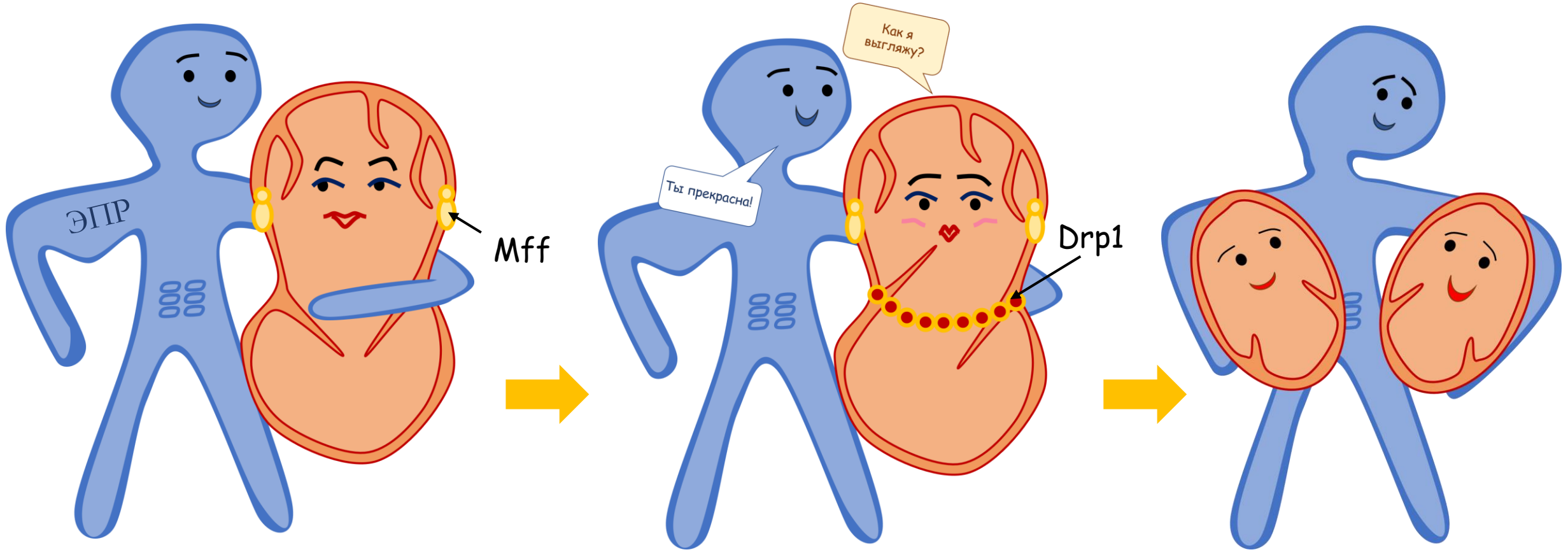


# Как митохондрии управляют судьбой клетки?



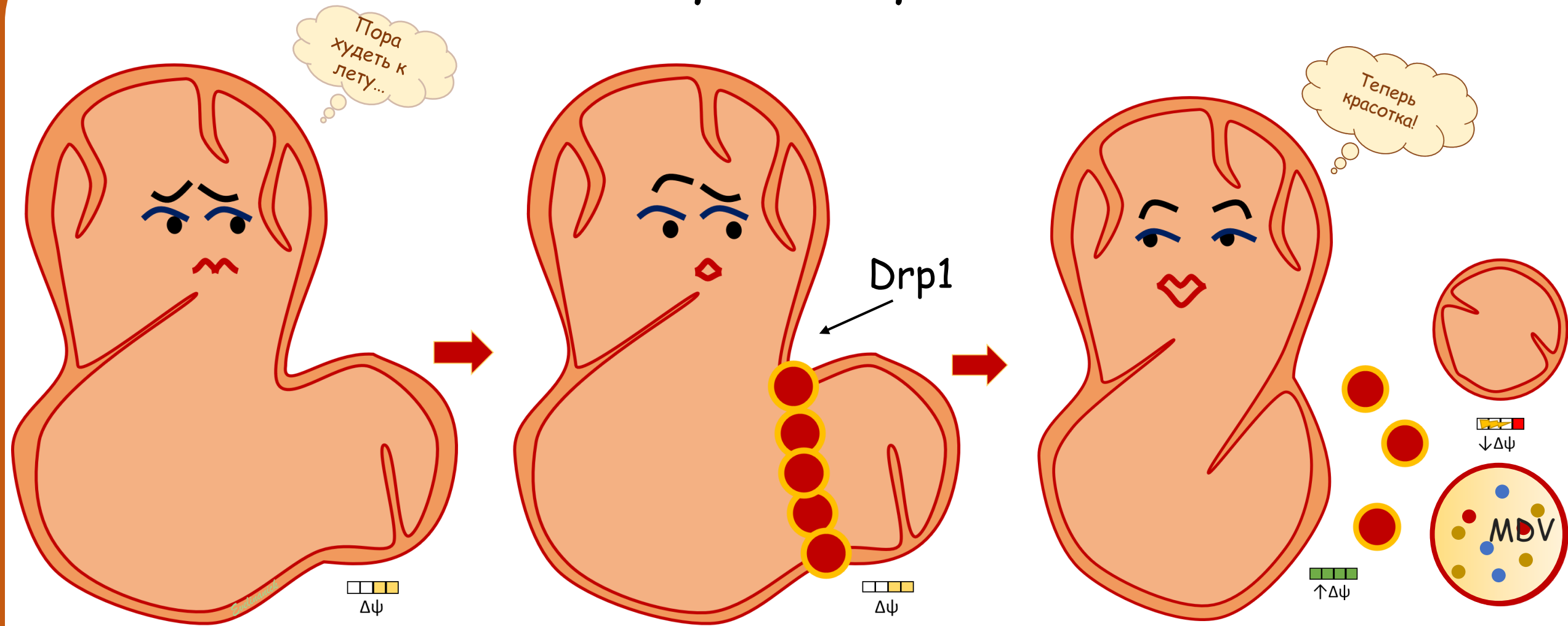
Митохондрии при определенных стрессовых условиях могут вызвать клеточную гибель – апоптоз. Это важный процесс в жизни наших клеток. Он избавляет нас от старых или поврежденных клеток.

# Как митохондрии размножаются?



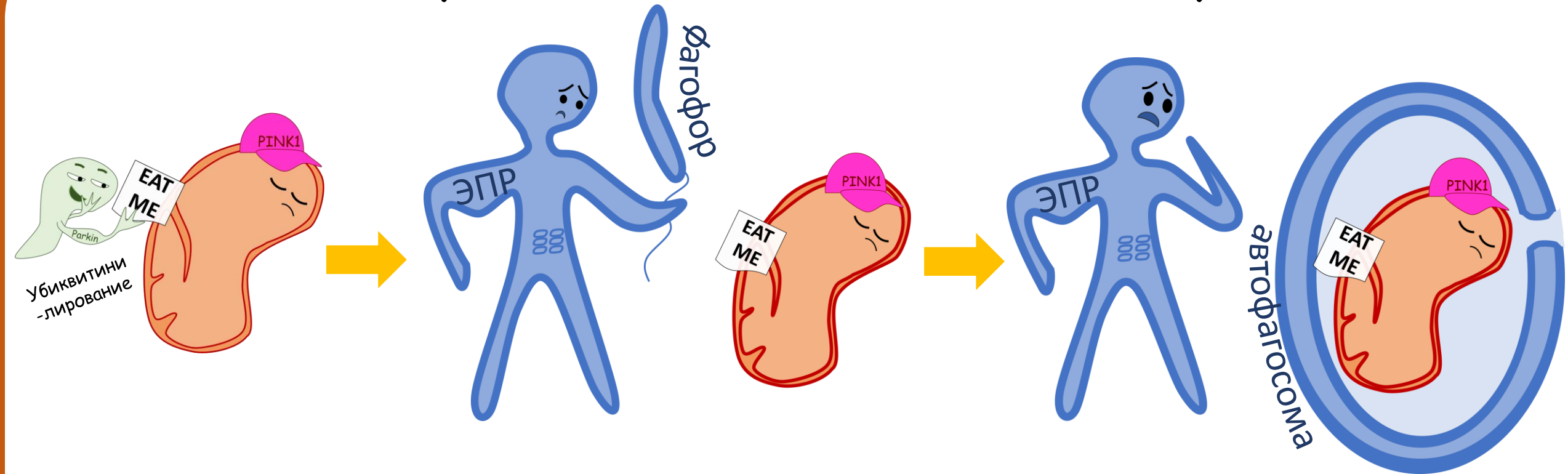
Митохондрии могут делиться независимо от деления клетки. Этот процесс называется биогенез. В нём принимают участие эндоплазматический ретикулум (ЭПР) и белки MFF и Drp1. Вещества, стимулирующие биогенез, испытываются как миметики упражнений и лекарства от митохондриальных заболеваний.

# Как митохондрии оздоравливаются?



Митохондрии умеют отщеплять от себя поврежденные участки по тому же принципу, что и деление пополам. Это улучшает качество митохондрий. Таким же способом могут отщепляться митохондриальные сигнальные везикулы MDV.

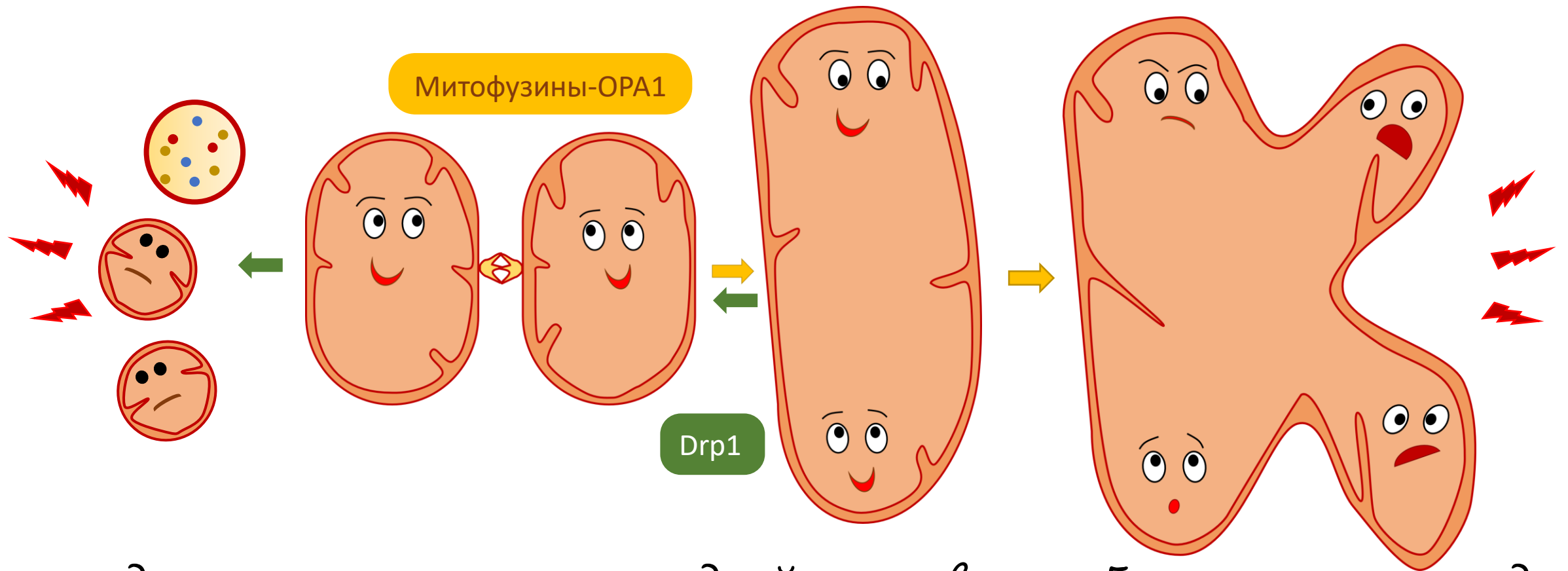
# Куда пропадают «плохие» митохондрии?



«Плохие» митохондрии с низким потенциалом активизируются белком PINK1. Он, в свою очередь, активирован белком Parkin, который навешивает на такую митохондрию метку смерти – убиквитин. Митохондрия с меткой получает от ЭПР особую структуру – фагофор, который разрастается, образуя автофагосому, и поглощает ненужную митохондрию. Таким образом, «плохая» митохондрия съедается клеткой. Этот процесс называется митофагия.

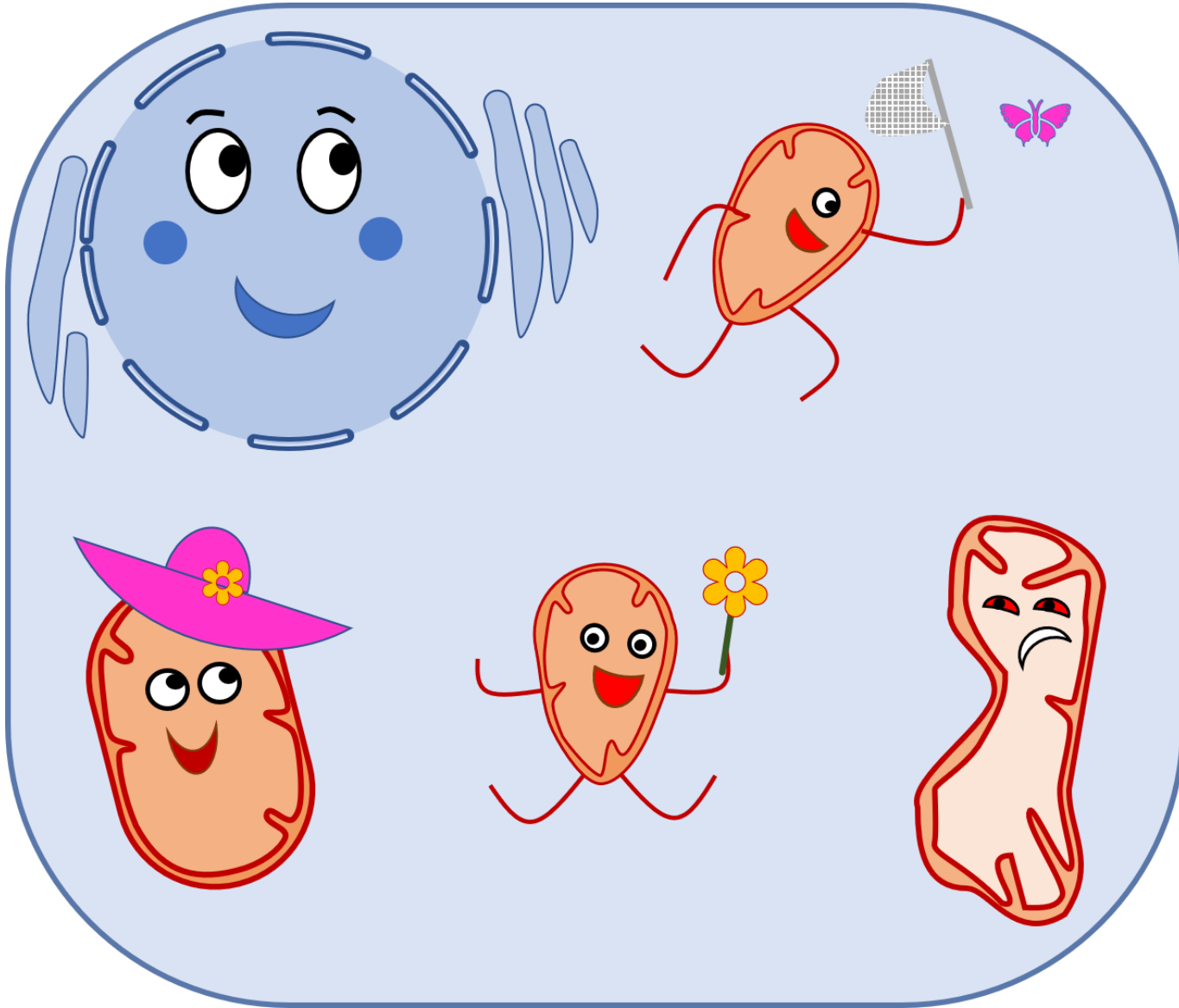


# Баланс деления и слияния митохондрий



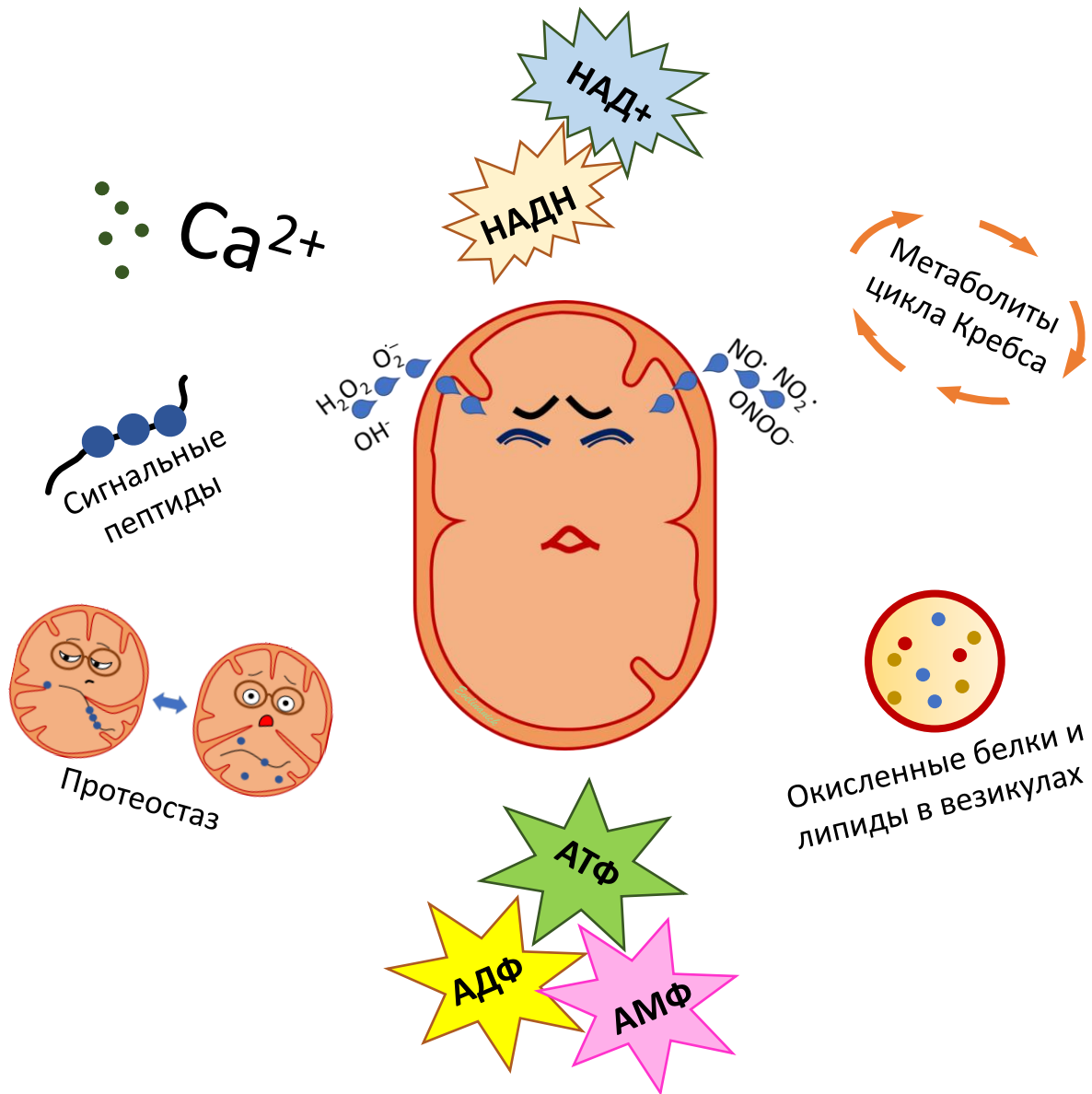
Баланс деления-слияния митохондрий очень важен. Большие митохондрии более эффективны, чем маленькие, но гиперслияние нарушает их регуляцию и увеличивает выбросы АФК. При нарушении деления снижается качество митохондрий. А при отсутствии своевременной утилизации «плохих» митохондрий и их везикул возникает риск заболеваний (в первую очередь неврологических).

# Все ли митохондрии одинаковы?



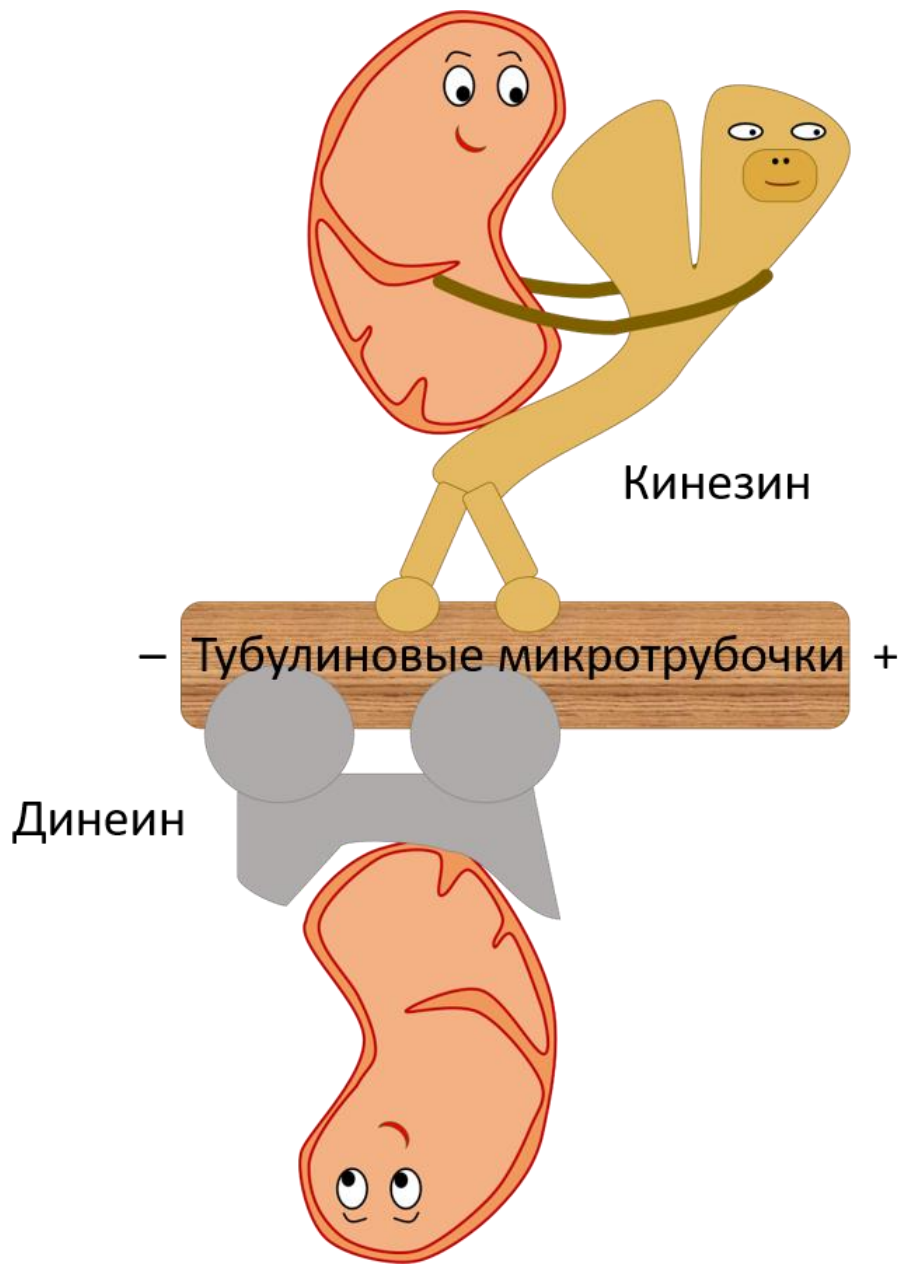
Хотя все митохондрии достаются нам от матери, все же генетически они могут быть очень разными. Это явление называется гетероплазмия. Это очень затрудняет диагностику и лечение митохондриальных заболеваний. Редактировать митохондриальный геном гораздо сложнее, чем ядерный. Зато набирает популярность донорство митохондрий.

# На каком языке говорят митохондрии?



Митохондрии – полуавтономные органеллы, но при этом с клеточным ядром у них очень тесная связь. Для общения с клетками они используют особый «язык»: концентрацию ионов, АФК, соотношения энергетических молекул и другие сигналы. Это позволяет митохондриями сообщать о своем состоянии клеткам, чтобы получить нужное количество субстратов и строительных белков. И при этом самим тонко подстраиваться под нужды клеток в энергии и метаболитах.

# Могут ли митохондрии передвигаться?



Митохондрии не сидят в клетках неподвижно. Они могут перемещаться внутри одной клетки по тубулиновым микротрубочкам в разные стороны за счет белков кинезина и динеина.

А еще митохондрии могут путешествовать между клетками по нанотрубкам, через межклеточные контакты или в экстраклеточных везикулах. Эти свойства пытаются использовать при лечении тканей и органов с нарушенной работой митохондрий.

# Как улучшить свои митохондрии?

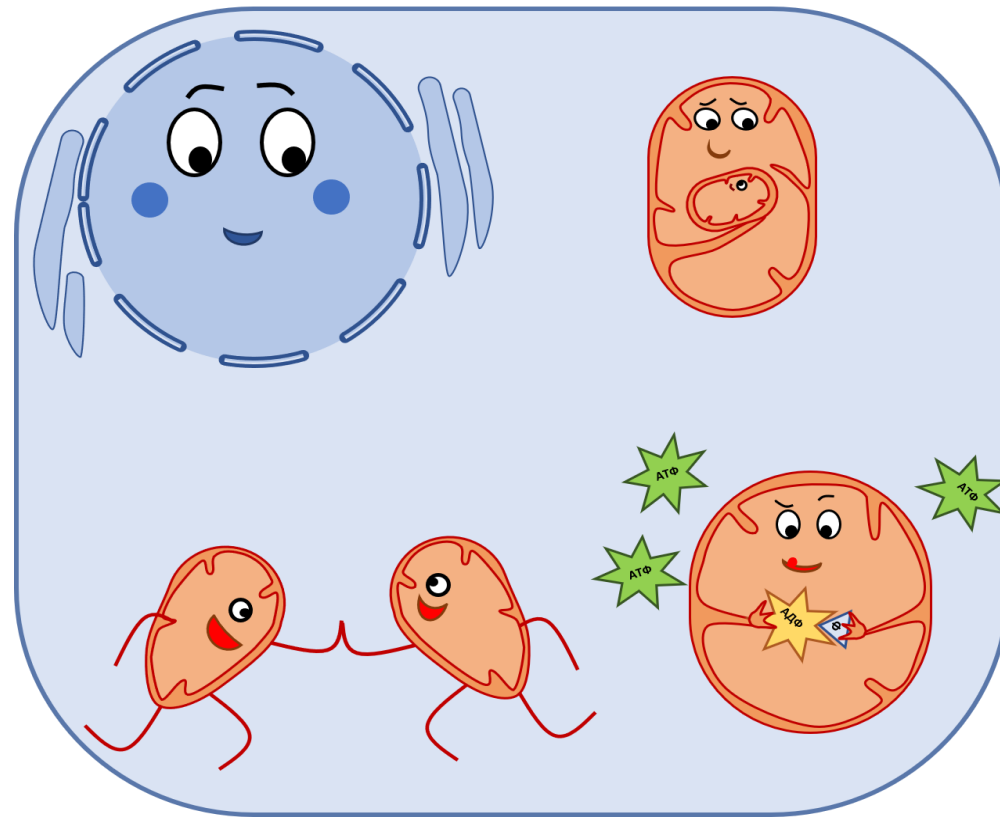
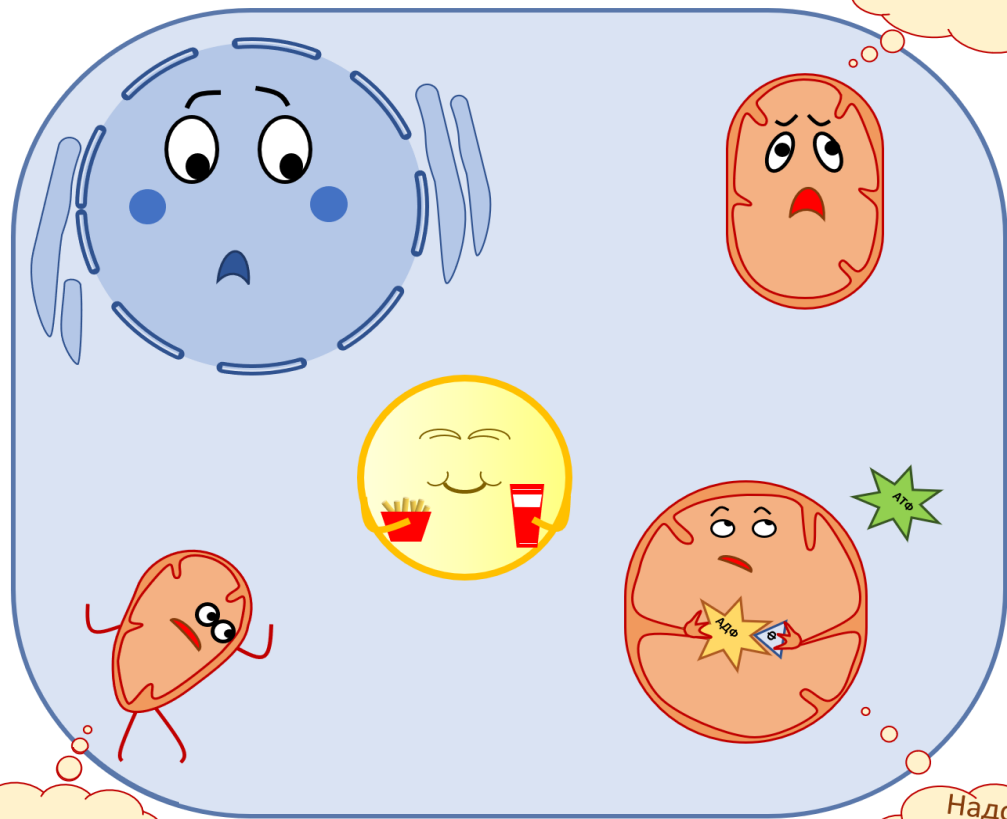
Отказ от вредных привычек

Интервальное голодание

Следить за источником жиров

Переключение субстратов (углевод-жир)

Умеренные физические нагрузки



А где все?

Надоела эта работа..

Вредные привычки

Гиподинамия

Высокожировая диета

Нарушение сна

Пусть ваши митохондрии будут здоровы и счастливы!

