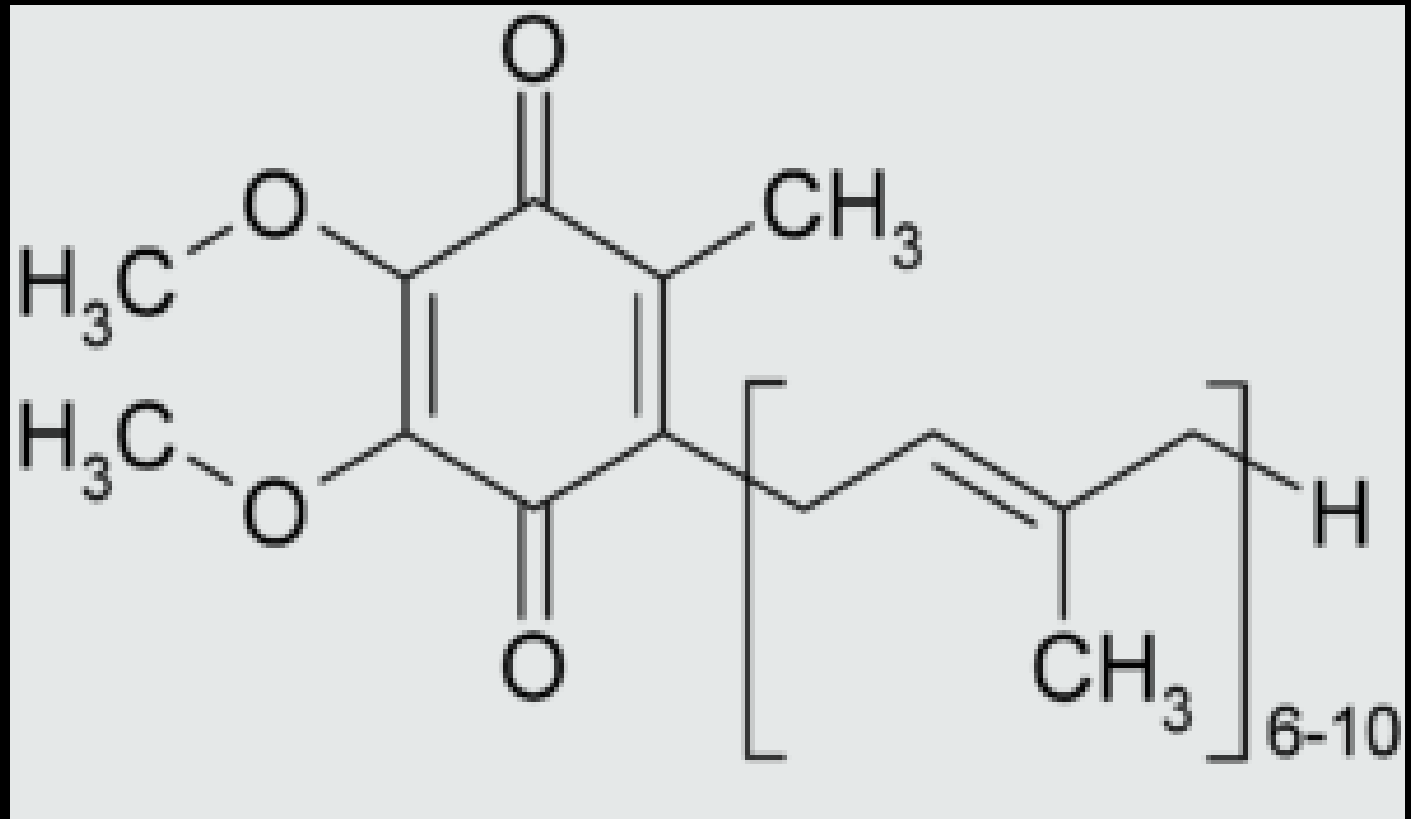


МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УО «Гродненский государственный медицинский университет»
Кафедра биологической химии



«КОЭНЗИМ Q В КОНТЕКСТЕ ПАТОЛОГИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ».

Кофермент Q — это группа бензохинонов, содержащих хиноидную группу (отсюда обозначение Q) и содержащих несколько изопрениловых групп (10 в случае кофермента **Q10**, характерного для человека). Представляет собой природное **витаминоподобное** вещество.



ФАКТ

Убихинон, убидекаренон, также известен как кофермент Q10 (КоQ), соenzyme Q, убихинол (восстановленная форма убихинона).

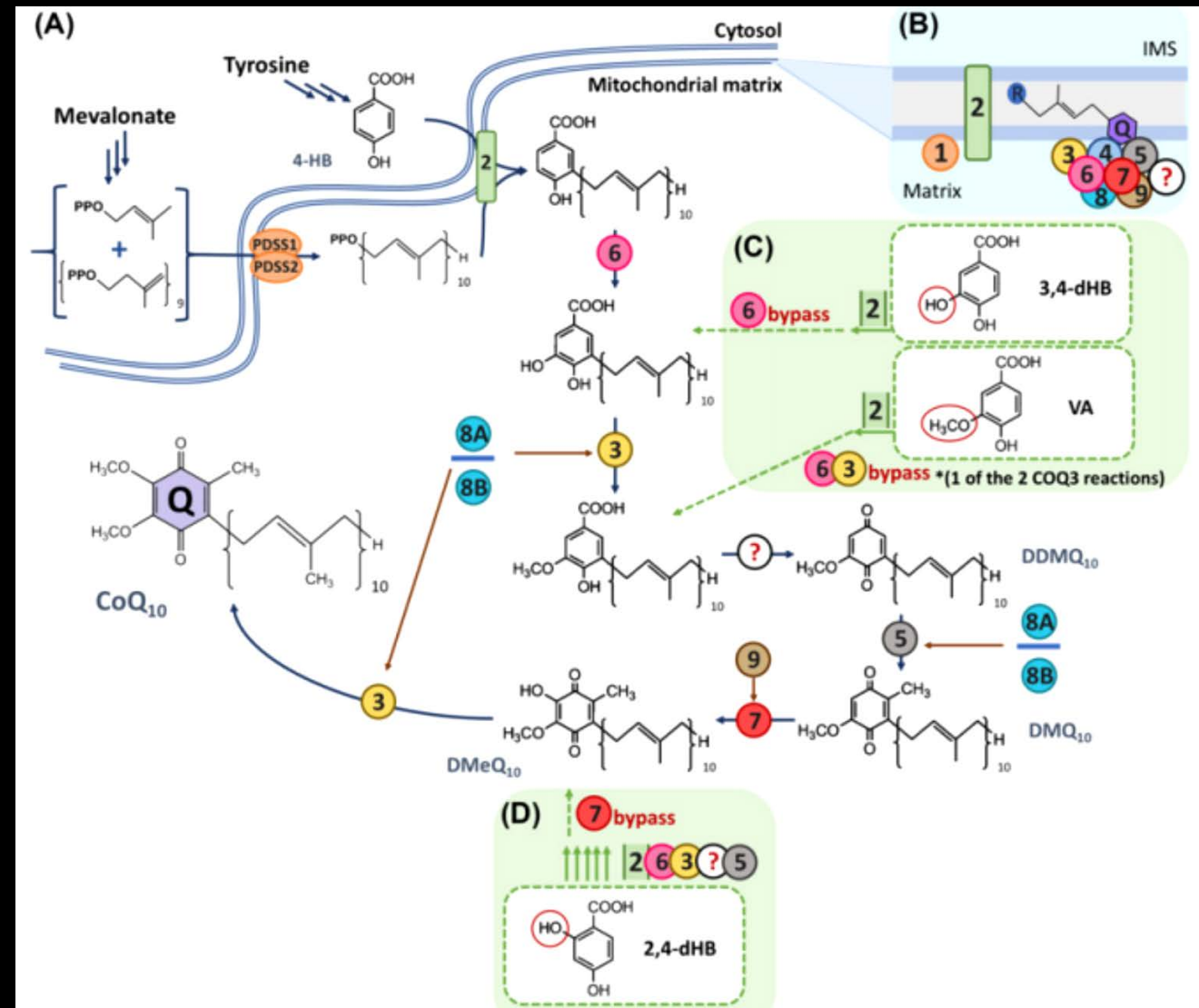
Исследование убихинона принесло **Нобелевскую премию по биохимии** в 1978 году британскому ученому Питеру Митчеллу, который определил, как именно КоQ работает в клетке.



ФАКТ

Нобелевская премия по химии (1978 г.) за **открытие хемоосмотического механизма синтеза АТФ**, автор идеи механизма транспорта протонов под названием Q-цикл.

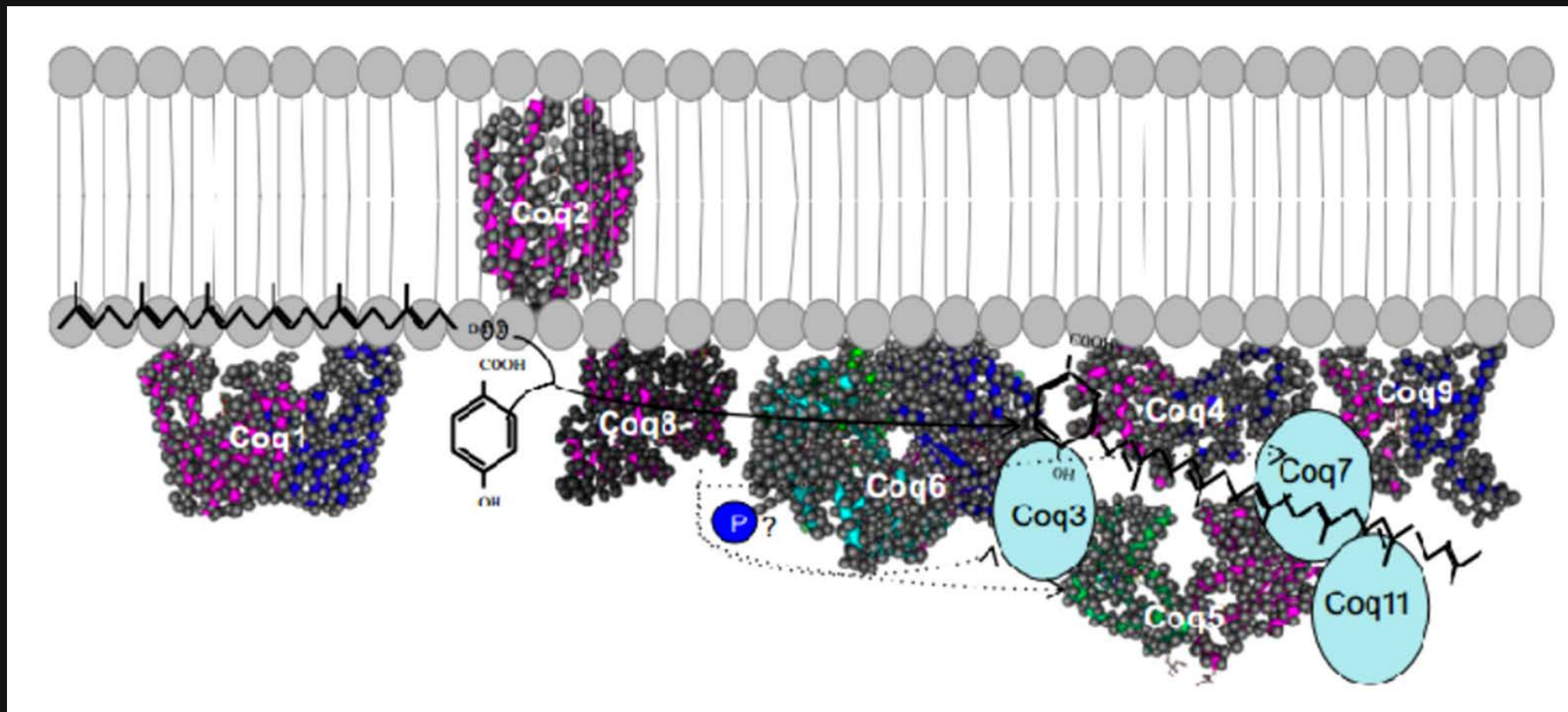
Синтез КоQ происходит **в митохондриях** на специальном ферментативном комплексе. У людей бензохиноновое кольцо синтезируется из **тирозина или фенилаланина**, тогда как полипренильная боковая цепь образуется из ацетил-КоА через **мевалонатный путь**.



ФАСТ

Усвоение экзогенного убихинона аналогично всем остальным жирорастворимым веществам (**всасывание происходит в тонком кишечнике в составе мицелл**).

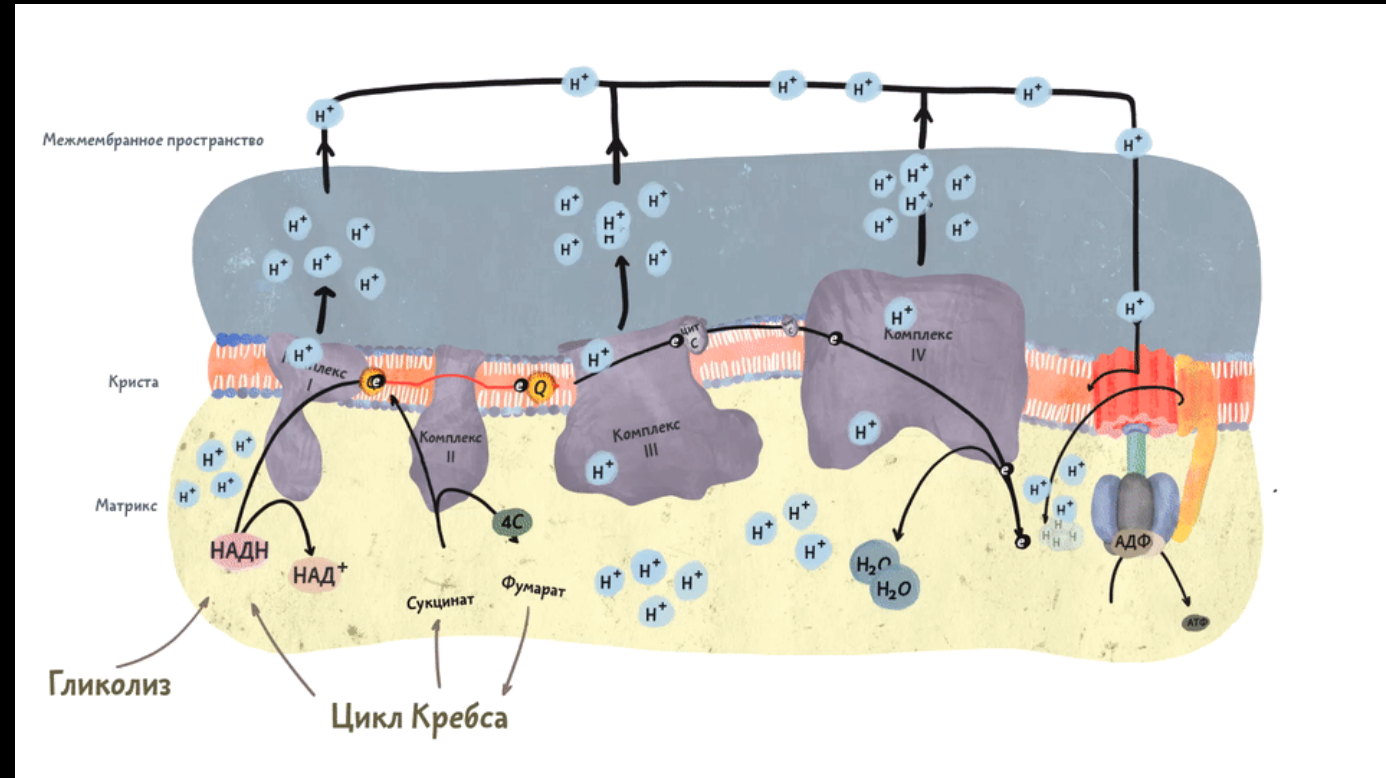
Мультиферментный комплекс для синтеза КоQ



Функции убихинона.

Компонент ЦПЭ.

Является участником так называемых **митохондриальных респираторных суперкомплексов**. Суперкомплекс **I – III – IV** является наиболее интересным, поскольку он содержит все окислительно-восстановительные ферменты, необходимые для потока электронов **из НАДН в конечный акцептор электронов – кислород**.



Одна из ключевых ролей - снабжение кардиомиоцитов энергией.

Функции убихинона.

Антиоксидант.

Предотвращает как инициацию, так и распространение перекисного окисления липидов и, косвенно, регенерирует другие антиоксиданты, такие как α -токоферол.



ФАСТ

В отличие от других антиоксидантов **регенерируется организмом.**

Функции убихинона.

Окислительно-восстановительная активность КоQ позволяет ему служить **акцептором электронов** в синтезе пиримидинов и при окислении субстратов холина, диметилглицина, саркозина, глицерол-3-фосфата, пролина, а также ацил-КоА при бета-окислении.



ФАСТ

Анализ на КоQ? При обследовании пациентов с гипертонической болезнью, хронической сердечной недостаточностью, нейродегенеративными нарушениями, миопатией и при наблюдении пациентов, получающих препараты коэнзима Q10.

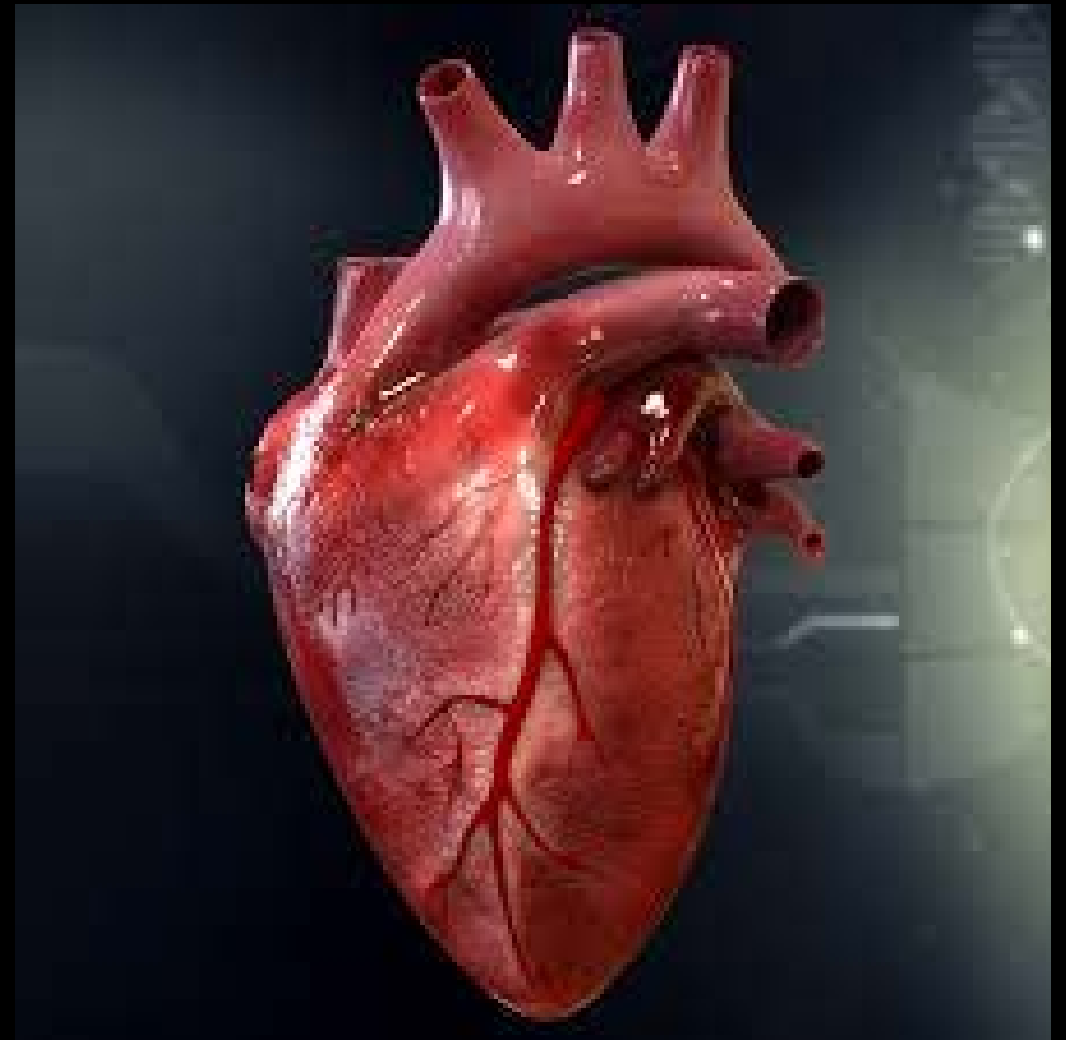
Функции убихинона.

Последние данные указывают на то, что КоQ влияет на **экспрессию генов**, которые кодируют белки, участвующие в передаче сигналов, метаболизме и транспортной функции клеток человека.



Сердечная недостаточность часто характеризуется потерей сократительной функции **из-за истощения энергии в митохондриях, которая была связана с низким уровнем эндогенного КоQ.** Дефицит убихинона в миокарде был продемонстрирован в образцах биопсии от пациентов с кардиомиопатией*.

***Кардиомиопатия** – группа заболеваний, в основе развития которых лежат дистрофические и склеротические процессы в сердечных клетках (кардиомиоцитах).



FAST

По мере старения способность организма вырабатывать КоQ снижается; **оптимальное производство происходит в середине двадцати лет**, с последующим непрерывным снижением.

Артериальная гипертензия связана с **увеличением окислительного стресса**, что проявляется в увеличении продукции супероксидных радикалов в кровеносных сосудах; они, в свою очередь, реагируют с эндотелиальным оксидом азота, тем самым снижая способность эндотелия расслаблять гладкую мускулатуру сосудов.



ФАСТ

При использовании **60 мг КоQ** два раза в день в течение восьми недель снижалось систолическое АД на **16 мм рт. ст** и диастолическое АД на **9 мм рт.**

Повышение употребления КоQ приводит к **повышению устойчивости ЛПНП к перекисному окисления липидов.**

Исследование!

У 50 здоровых мужчин (средний возраст 30 лет, средний индекс массы тела 24 кг/м²), которым ежедневно добавляли 150 мг КоQ в течение двух недель, наблюдалось **снижение уровня холестерина примерно на 13%.**



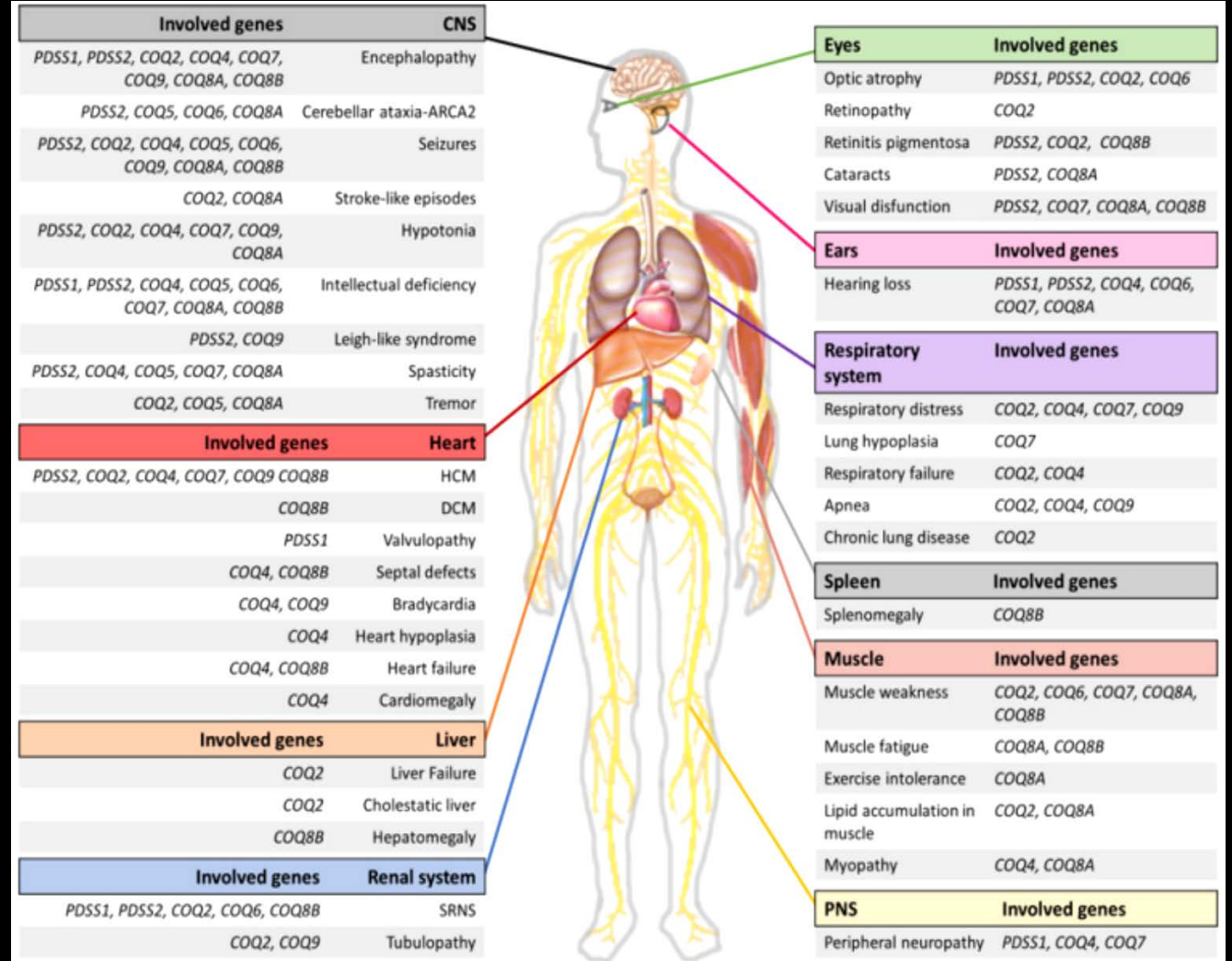
ФАСТ

КоQ обладает прямым **антиатерогенным действием**, что также было продемонстрировано у мышей с дефицитом аполипопротеинов, получавших рацион с высоким содержанием жира.

Дефицит КоQ может быть вызван **мутациями в генах**, кодирующих ферменты его биосинтеза — так называемый **первичный дефицит**.

К настоящему времени в литературе описано **около 200 пациентов** с первичным недостатком КоQ.

По оценкам, во всем мире **1 из 50 000** человек страдает от первичной недостаточности убихинона.



В большинстве случаев дефицит обусловлен такими факторами, как старение или воздействие таких препаратов, как статины (**вторичный дефицит**).

Результаты исследований в настоящее время показывают, что применение КоQ улучшает симптомы и выживаемость у пациентов с **хронической сердечной недостаточностью**, уменьшает количество и тяжесть осложнений **после операций на сердце** и помогает **снизить высокое кровяное давление**.



ФАСТ

Ни в одном из исследований не сообщалось о побочных эффектах КоQ.

Литература

1. Tsui, H. S. **2019** Ubiquinone Biosynthetic Complexes in Prokaryotes and Eukaryotes.
2. Awad, A. M. **2018** Coenzyme Q10 deficiencies Pathways in yeast and humans.
3. Alcázar-Fabra, M. **2018** Clinical syndromes associated with Coenzyme Q 10 deficiency.
4. Wang Y. **2016** Understanding Ubiquinone.
5. Acosta, **2016** Coenzyme Q biosynthesis in health and disease.
6. CoQ₁₀ Function and Role in Heart Failure and Ischemic Heart Disease. **2015** [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25974695>– Дата доступа: 31.04.2019.
7. Coenzyme Q10 and cardiovascular disease: an overview. **2015** [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://bjcardio.co.uk/2015/10/coenzyme-q10-and-cardiovascular-disease-an-overview>– Дата доступа: 7.05.2019.
8. Coenzyme Q10 in the Treatment of Mitochondrial Disease. **2015** [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2326409817707771>– Дата доступа: 3.05.2019.
9. Garrido-Maraver, J. **2014** Clinical applications of coenzyme Q10.
10. Rahman, S. **2012** Diagnosis and treatment of coenzyme Q10 deficiency.
11. Замедление процессов старения: в фокусе коэнзим Q10. **2012** [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://healthyway.com.ua/ru/q10/> Дата доступа: 7.05.2019.
12. Coenzyme Q10: The essential nutrient. **2011** [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3178961/>– Дата доступа: 7.05.2019.

Спасибо...



Продукт	Содержание кофермента Q, мг (на 100 г продукта)
Красное пальмовое масло	5,4
Говядина жареная	3,1
Сельдь маринованная	2,7
Цыпленок жареный	1,6
Соевое масло	8.7
Радужная форель, на пару	1,1
Арахис	2,8
Кунжут	1,8-2,3
Фисташки	2,1
Брокколи варёная	0,5
Цветная капуста варёная	0,4
Апельсин	0,2
Клубника	0,1
Яйцо варёное	0,1

Способы улучшения биодоступности кофермента Q10

Кофермент Q10 является жирорастворимым соединением с большим размером молекулы.

Эффективность всасывания зависит от:

- Степени эмульгирования желчью кофермента Q10;
- Размеров образующихся мицелл (не более 0,5 мкм);
- Площади поверхности активного всасывания в кишечнике;
- Присутствия других жиров в пище.

Способ для улучшения биодоступности:

- ✓ Уменьшение размеров частиц
- ✓ Заключение в капсулы с маслом
- ✓ Повышение растворимости в воде

Референсные значения: 0,4 - 1,6 мг/л.

Причины повышения уровня коэнзима Q10:

- лечение препаратами коэнзима Q10;
- заболевания гепатобилиарной системы
 - вирусные гепатиты,
 - желчнокаменная болезнь.

Причины понижения уровня коэнзима Q10:

- гипертоническая болезнь;
- хроническая сердечная недостаточность;
- атеросклероз;
- митохондриальные энцефаломиопатии;
- болезнь Паркинсона.