Kroppens indre kraftverk: Energien og kroppens styringssystem bak hormonene

Oddveig Myhre, NMD, MS, MA (USA),
Naturterapeut (Norge)

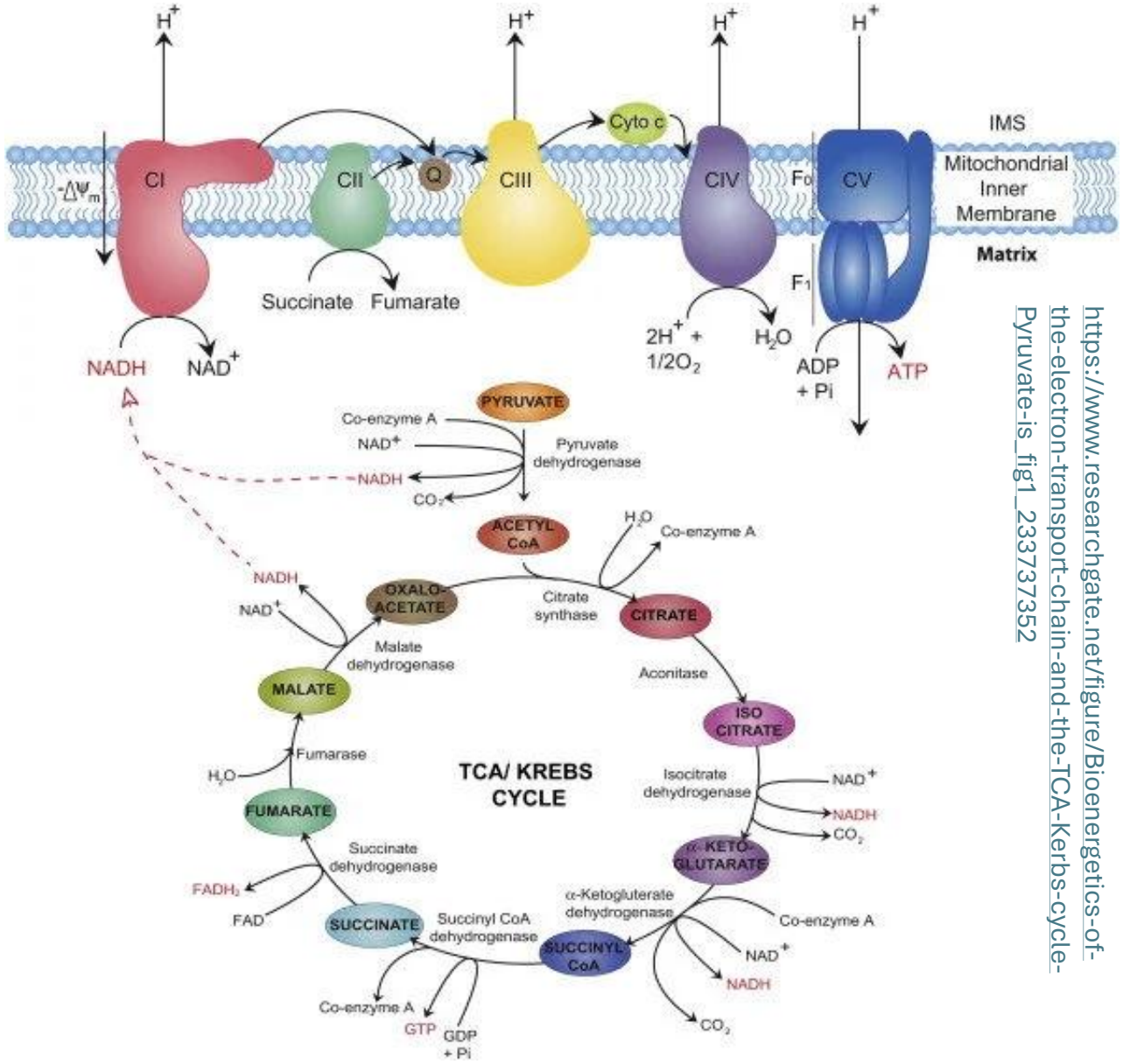
Rektor og hovedlærer
Institutt for Naturopatisk Medisin

Kroppens indre kraftverk – hva er det?

- **Mitokondriene** (mt) våre
- De **produserer energien** som kroppen trenger for å leve
- Kommer fra **maten vi spiser**
- Blir omdannet gjennom en kjemisk prosess som kalles **celleånding**
  - Mat og oksygen blir «brent» i en kontrollert prosess
- Energien vi får ut er i hovedsak i form av **ATP**
- Mitokondrier **finnes i alle celler**, bortsett fra erytrocytter (RBC), og bare noen få i øyets linse og hornhinne



Energien blir produsert i TCA og i ETC



https://www.researchgate.net/figure/Bioenergetics-of-the-electron-transport-chain-and-the-TCA-Kerbs-cycle-Pyruvate-is_fig1_233737352

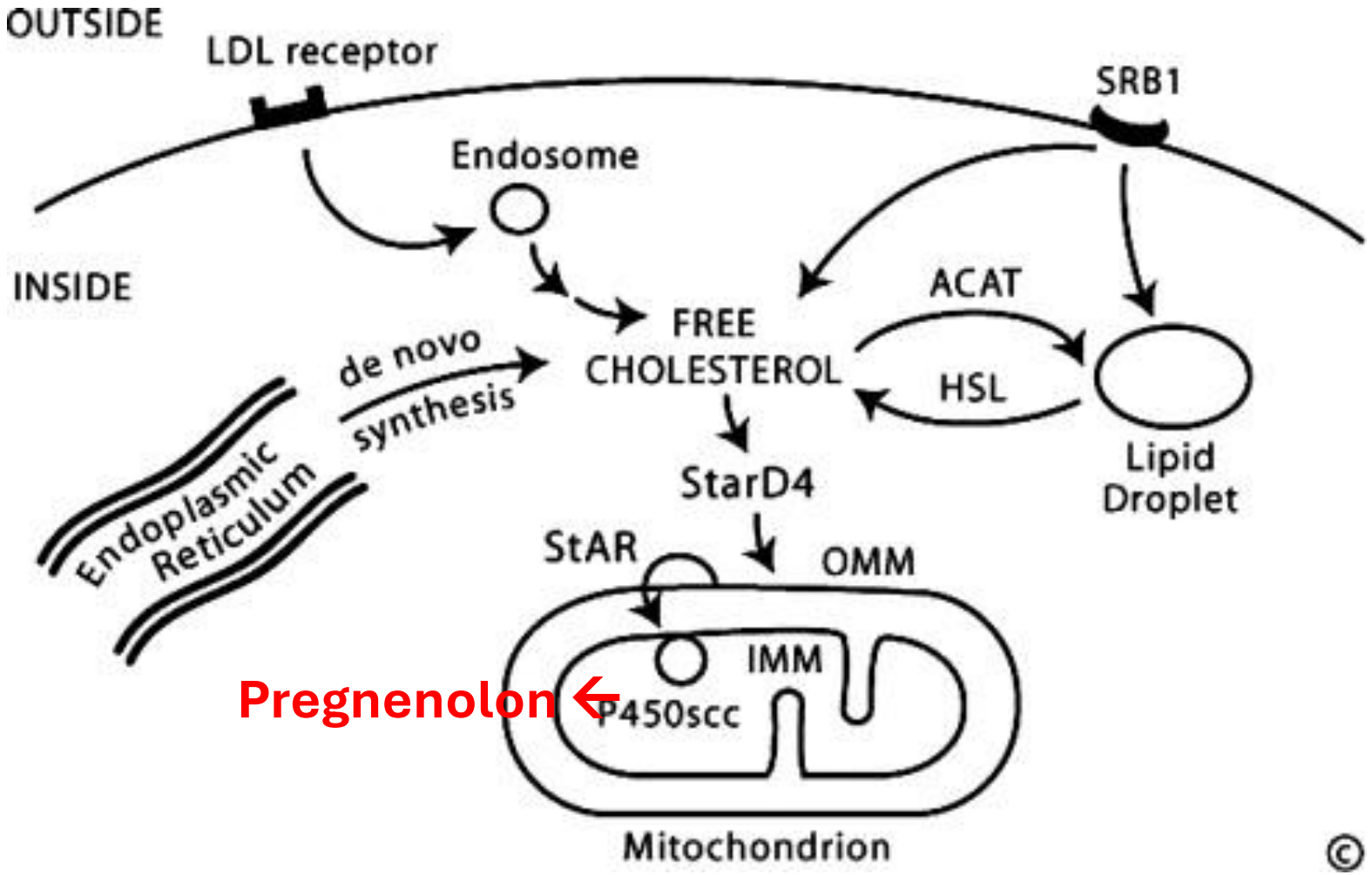
Hva vet vi i dag om mitokondrier?

- Eget DNA; mtDNA, styrer proteinsyntesen og kroppens struktur
- Kommer kun fra mor! All kroppslig energi er derfor bokstavelig talt «feminin energi».
- Hver eggcelle inneholder ca. 100 000 mitokondrier (sædceller inneholder ca. 200)
- Mt har *direkte fysiske broer* og kobler seg til cellekjernene for å levere energi i et lukket, eksklusivt system – «strømkabel» Juni-26, https://www.eurekalert.org/news-releases/1131722
- «Reduktivt stress» i mt**:** Elektron-opphopning som skader cellen og utgjør en ny nøkkel til å forstå metabolske sykdommer. Dr. Vamsi Mootha, Sept-26 https://www.youtube.com/watch?v=zb5QQvNtC4s
- Jordas magnetfelt påvirker hvordan cellene i bananfluer eldes via mitokondrien, Sept-26. https://scitechdaily.com/could-earths-magnetic-field-be-secretly-influencing-how-we-age/

Hva har mitokondrier med hormoner å gjøre?

- Mitokondriene er ***fødestedet for alle steroidhormoner*** i kroppen!
- Kolesterol blir omdannet til det første kjønnshormonet ***pregnenolon*** kun på innsiden av mitokondrienes membran via enzymet CYP11A1
  - https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23628605/
- Pregnenolon omdannes videre til kjønnshormoner i inne i cellene hovedsakelig i det glatte ER
- Kortisol og aldosteron må tilbake inn i mitokondriene for å bli ferdigdannet der

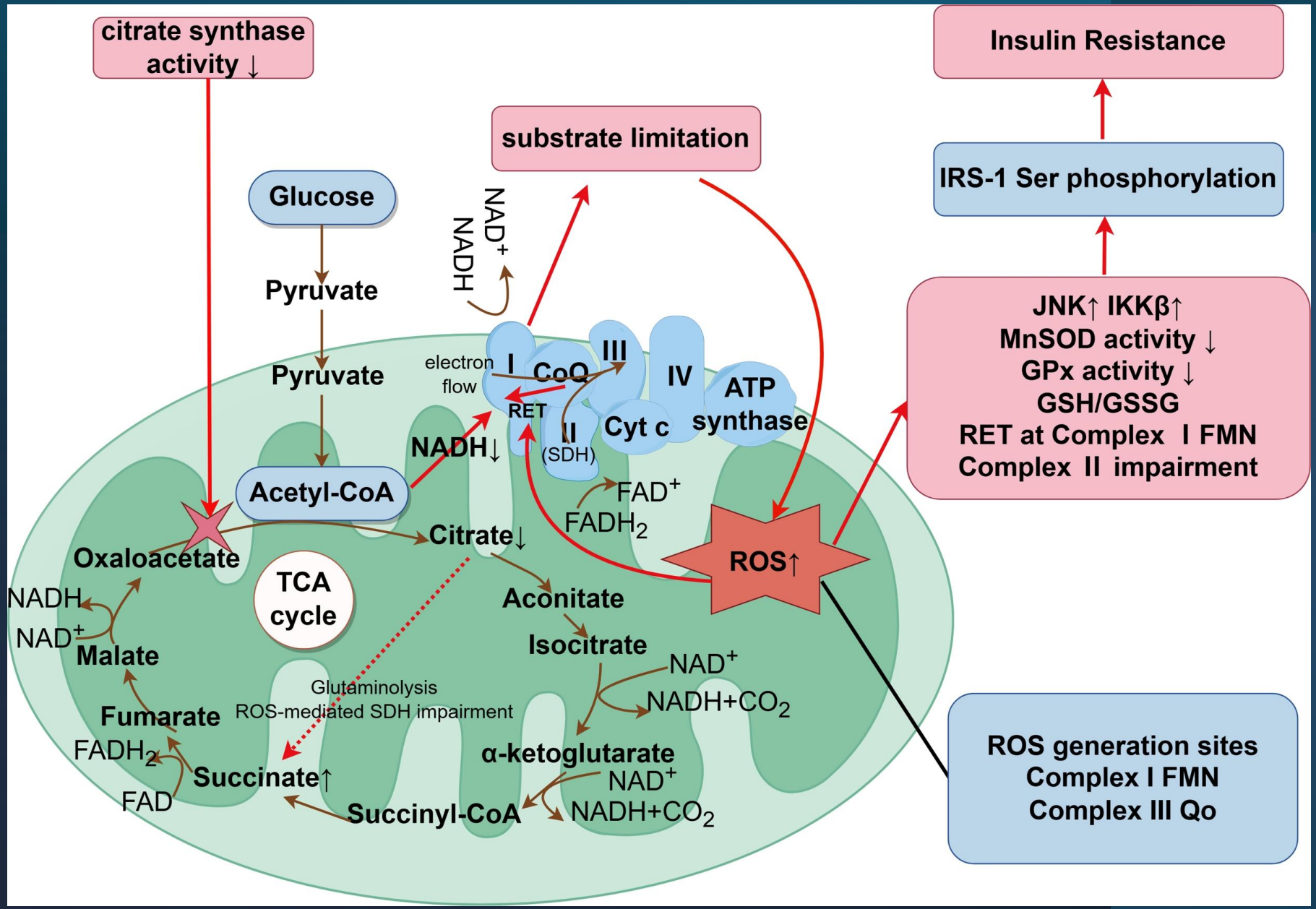
Fra LDL kolesterol til pregnenolon



INSTITUTT FOR NATUROPATISK MEDISIN

Mitokondrier og insulin

- Bukspyttkjertelens betaceller er avhengig av velfungerende mitokondrier for å kunne skille ut insulin i blodet https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10530730/
- Karbohydrater → øker ATP på bekostning av ADP på innsiden av cellene
- Kaliumkanaler lukkes → kalsium strømmer inn i cellene → SIGNAL at insulin skal slippes ut i blodbanen https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10530730/
- Mitokondrier som er skadet, produserer for lite ATP og for mange ROS fører til utviklingen av insulinresistens https://journals.bioscientifica.com/ec/article/4/1/R1/35091/Mitochondrial-dysfunction-and-insulin-resistance


citrate synthase activity ↓
Insulin Resistance
substrate limitation
IRS-1 Ser phosphorylation
Glucose
NAD+
NADH
Pyruvate
Pyruvate
JNK↑ IKKβ↑
MnSOD activity ↓
GPx activity ↓
GSH/GSSG
RET at Complex I FMN
Complex II impairment
electron flow
I
CoQ
III
IV
ATP synthase
RET
II (SDH)
Cyt c
NADH↓
Acetyl-CoA
FAD+
FADH2
Citrate↓
ROS↑
Oxaloacetate
TCA cycle
Aconitate
NADH
NAD+
Malate
Isocitrate
NAD+
NADH+CO2
Glutaminolysis
ROS-mediated SDH impairment
Fumarate
FADH2
α-ketoglutarate
Succinate↑
NAD+
FAD
Succinyl-CoA
NADH+CO2
ROS generation sites
Complex I FMN
Complex III Qo

Mitokondrier og kortisol

- Kortisol lages i mitokondriene i binyrecellene
- Svikt i mt fører til redusert kortisol produksjon https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9862368/
- Mitokondrier har egne reseptorer for kortisol: «antenner» som regulerer stress
- Kortsiktig stress (lav/moderat kortisol) → stimulerer mt til å produsere ATP https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4738951/
- Kronisk stress (langvarig/høyt kortisol) → mt slutter å fungere optimalt, energiproduksjonen faller drastisk og mt mister evnen til å reparere seg selv
- https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969996121000504
- Kortisol kan «låse» mitokondrier, kan lamme transporten av mitokondrier i nerveceller og bremse mitofagi
- Kortisolresistens → øker inflammasjonen i mt og skader mtDNA https://www.cannelevate.com.au/article/stress-mitochondria-cellular-energy-impact-explained/

Mitokondria og tyroideahormoner

- Stoffskiftehormonet T3 fungerer som gasspedalen for mitokondriene https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11522957/
- T3 binder seg til reseptorer i selve mitokondriene (p43) → øker produksjonen av ATP https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21914860/
- Suboptimal mitokondriefunksjon fører til at celler ikke responderer til T3 → lavt stoffskiftesymptomer, men NORMALE blodprøver https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11522957/

Mitokondria og miljøgifter

- Tungmetaller
  - Blokkerer energikjeden (ETC)
  - Tømmer cellene for glutation
- Sprøytemidler og insektsmidler
  - Glyfosat – hemmer mitokondriamembraner og transporten av viktige proteiner.
  - Binder mangan → MnSOD
- Plaststoffer og hormonforstyrrende stoffer (BPA, ftalater, PFAS)
  - Blokkerer fettforbrenningsevnen til mitokondriene
- Muggsoppgifter/Mykotoksiner
  - Ødelegger mitokondriemembranene → prematur celledød

Mitokondrier og næringsstoffer

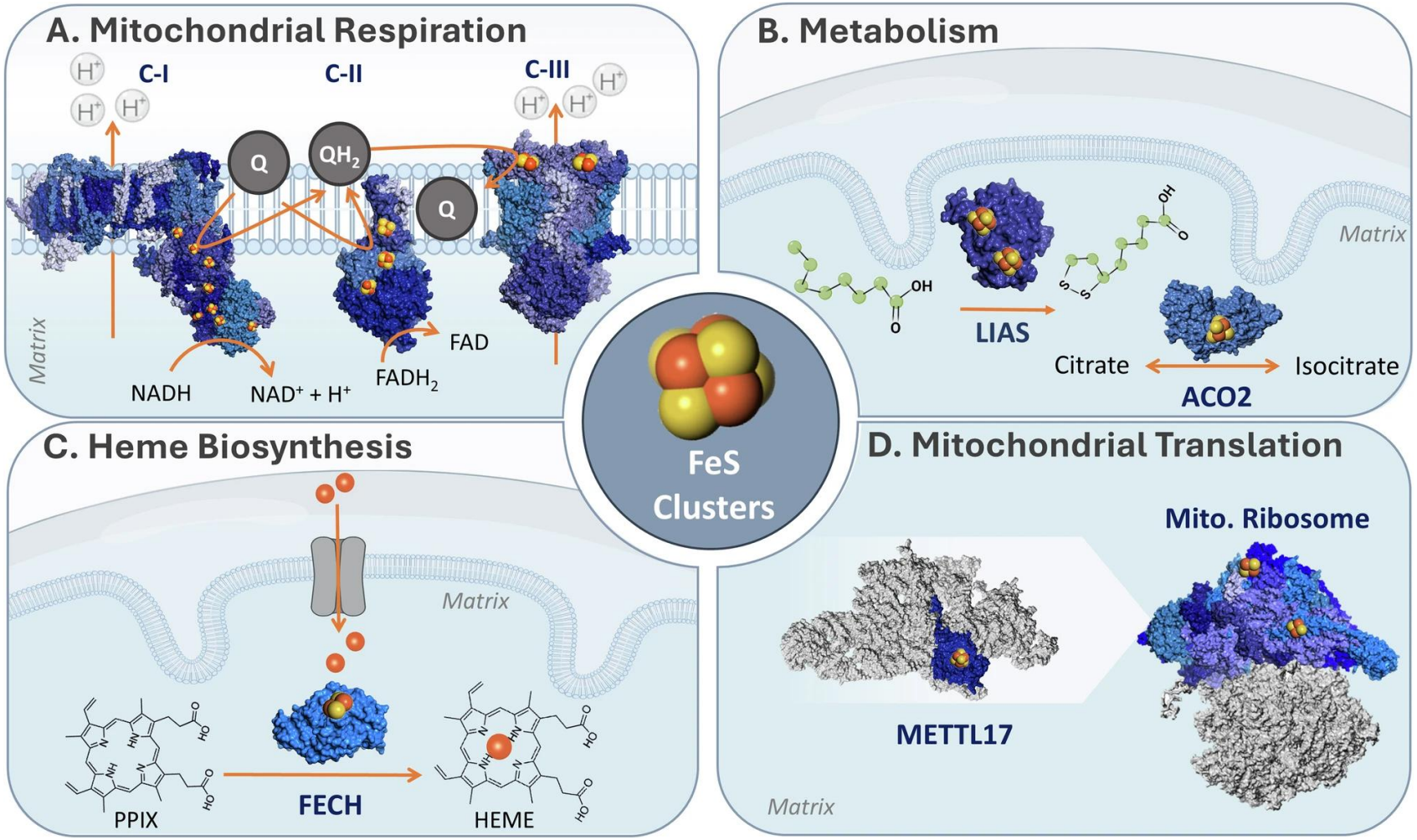


- Makronæringsstoffene er drivstoffet
  - Karbohydrater, fett og proteiner
- Mikronæringsstoffer er kofaktorer
  - Vitaminer, mineraler, sporstoffer og Q10

Mitokondrier og jern

- Inne i ETC flyttes elektroner fra et kompleks til et annet
- Kompleks I, II og III er laget av jern-svovel-klynger (Fe-S) og hemgrupper
- Uten jern faller energiproduksjonen
- **Obs!** Fritt jern er ekstremt reaktivt og giftig → massiv økning av ROS (Fenton-reaksjonen) som ødelegger mt
- Mitokondrier har et sikkerhetssystem:
  - Mitokondrielt ferritin (FtMt): «jernhvelv» – protein inne i mitokondriene som oppbevarer overflødig jern
  - Kalsium og magnesium balanserer elektronporten

Mitokondria og jern



https://www.nature.com/articles/s44324-024-00045-y

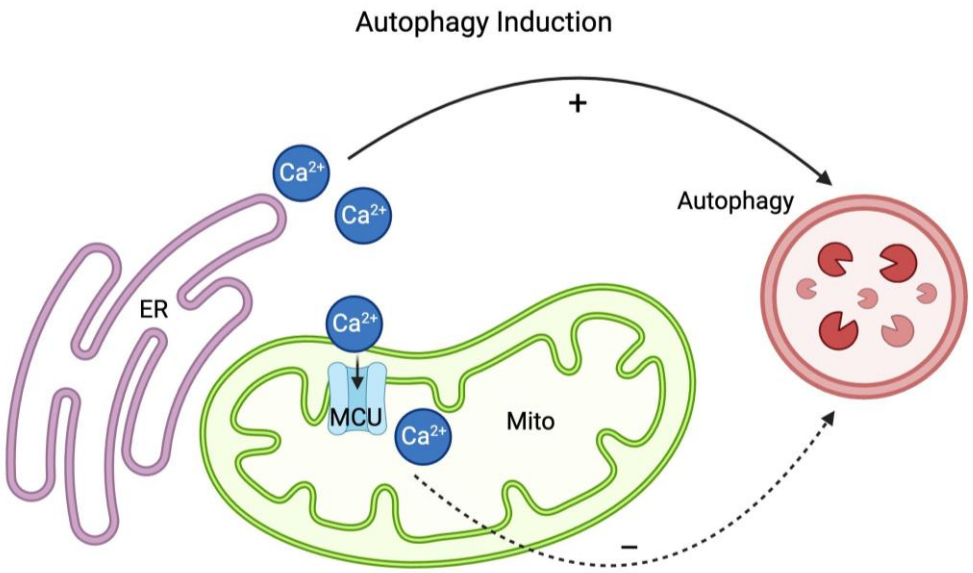
Norges Naturmedisinske Fagkongress, 16.oktober, 2026.
@INM; Oddveig Myhre, NMD, MS, MA

Mitokondrier og magnesium

- Mitokondrier har høyeste konsentrasjon av magnesium
- ATP er ikke aktiv før det er i formen Mg-ATP - «batteri uten poler»
- Produksjon av nye mitokondrier aktiveres direkte av magnesium
- Mg beskytter mot oksidativt stress og kalsiumoverbelastning (mitokondrier dør pga. begge)
- Mg regulerer Krebssyklusen og balanserer kalsium
- Mg glysinat/bisglysinat – best effekt på hormoner

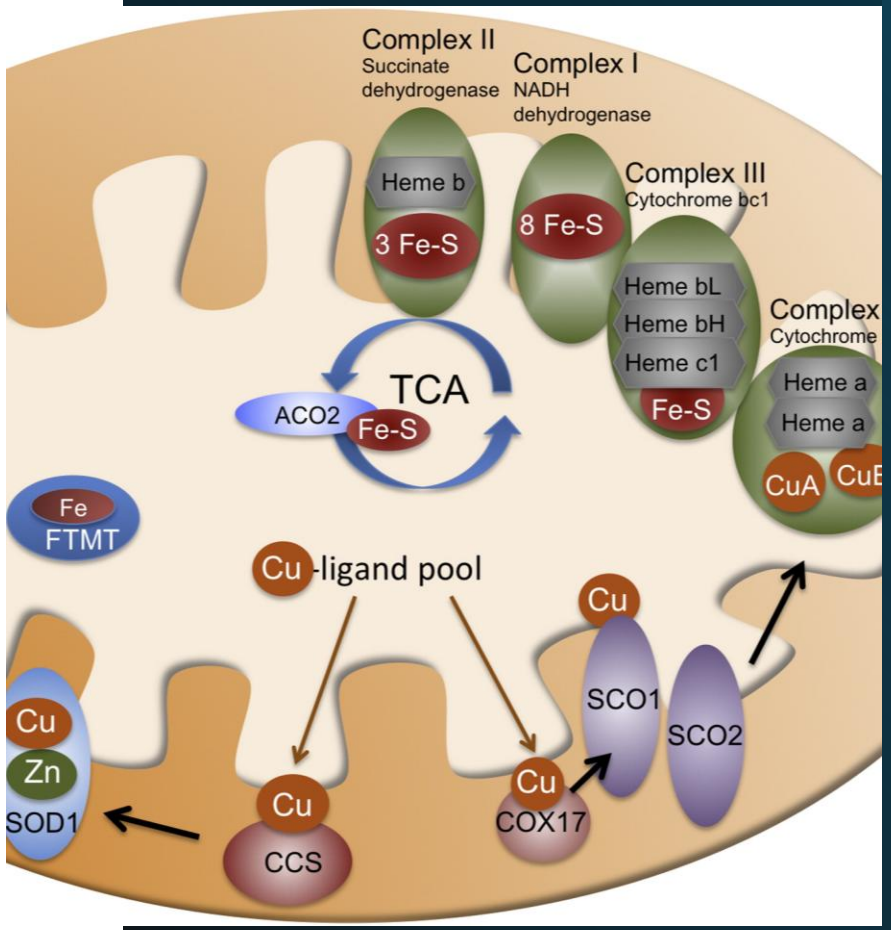
Mitokondria og kalsium

- Direkte aktivator for tre nøkkelenzymer i TCA syklusen
- Øker ATP produksjonen
- Hårfin grense!
  - Høye nivåer av Ca ødelegger mt
- Mg sørger for nok «strøm» til å kvitte seg med Ca før det gjør skade
- Ca et viktig signal for mitofagi
  https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590279224000026?via%3Dihub



Mitokondrier og kobber

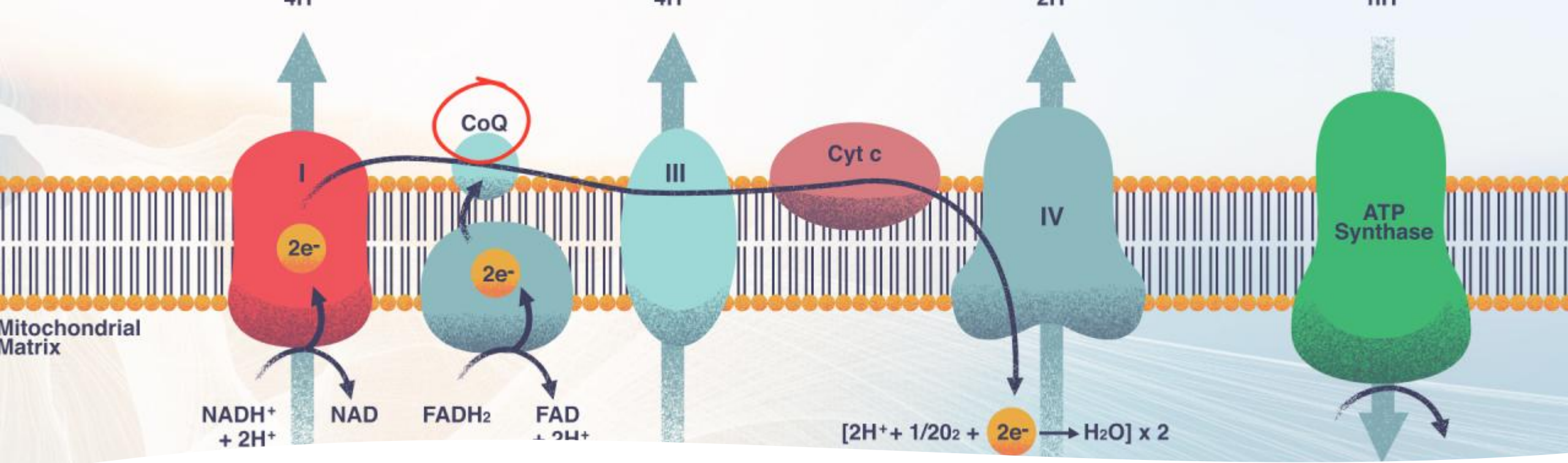
- «Mållinjen» i kroppens energiproduksjon
- Jern samler opp elektroner,
- Magnesium “låser opp” energimolekyler…
- …mens kobber omsetter oksygenet vi puster inn til rent vann og energi
- Kobber er “hjertet i Kompleks IV” av ETC: Cytokrom –c-oksidase (COX)



Mitokondrier og mangan

- Når mt lager energi oppstår det frie radikaler (superoksider)
- MnSOD – mt primære antioksidantenzym
- Mn aktiverer viktige enzymer i produksjonen av energi
- ***Sporstoffmengder!*** For mye Mn er skadelig for mt!





Mitokondria og Q10

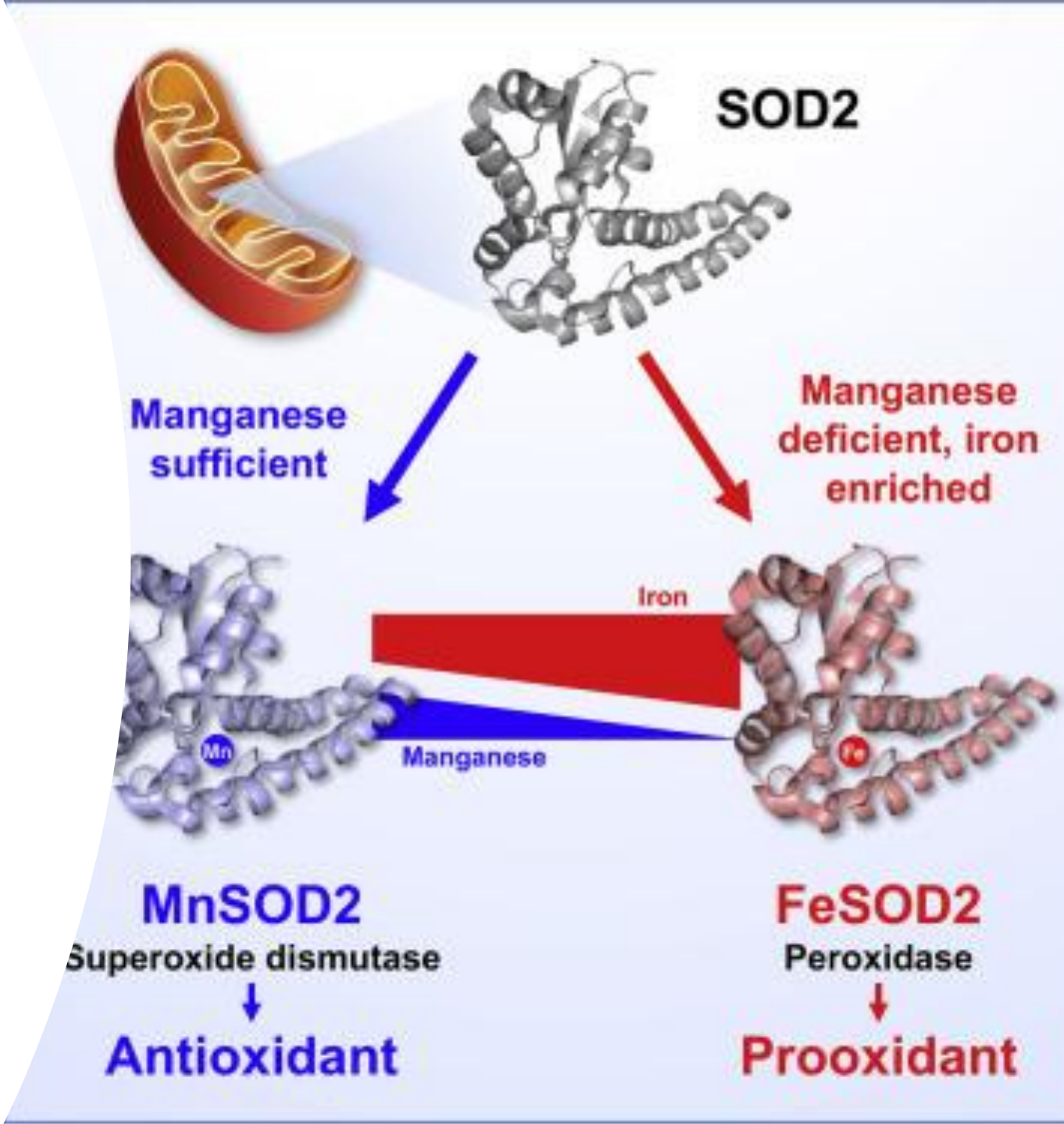
- Koenzym Q10 → mt essensielle energitransportør og interne antioksidant
  - Prosorb teknologi eller Liposomale (smak!)
- Det bevegelige bindeleddet i «strømnettet»
- Mangel på Q10 stopper ETC
- Statiner blokkerer kroppens egen produksjon av Q10
- Produksjonen faller med alder .....

Mitokondria og antioksidanter

- Omdannelsen av mat til energi fører til økte mengder av ROS
- Glutation - mt kan ikke produsere GSH selv: må tilføres
  - Prosorb eller liposomal → høyt opptak av ferdigdannet GSH
  - NAC → stimulerer til egenproduksjon av GSH
- Vitamin C:
  - Liposomal eller ProtoSorb C
  - Nødvendig for ETC
  - Obs! Store doser før eller etter trening HEMMER dannelsen av nye mitokondrier
- Vitamin E: beskytter mt membraner

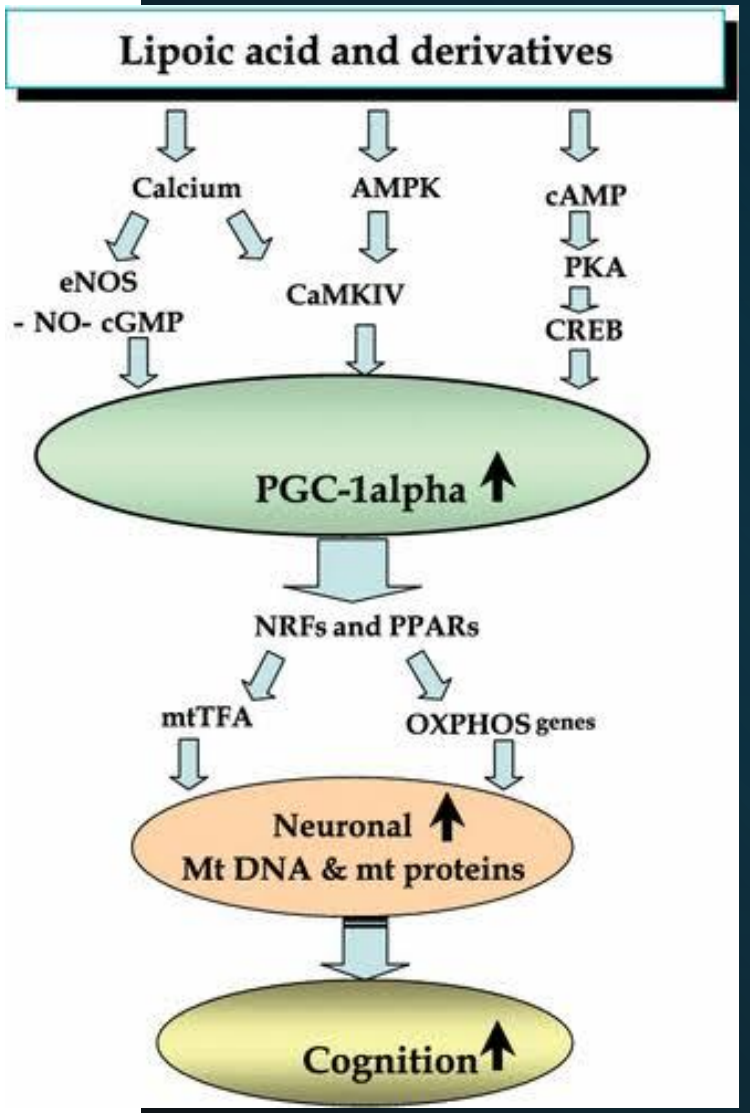
SOD2 (MnSOD)

- Mitokondrienes *indre* vaktbikkje
- Mangan helt nødvendig for funksjon
- Livsnødvendig for mt funksjon
- Regulerer antioksidantresponsen, mitofagi og apopotose av mt
- SOD2 styres av Nrf-2 proteinet



Mitokondria og alfa-liponsyre

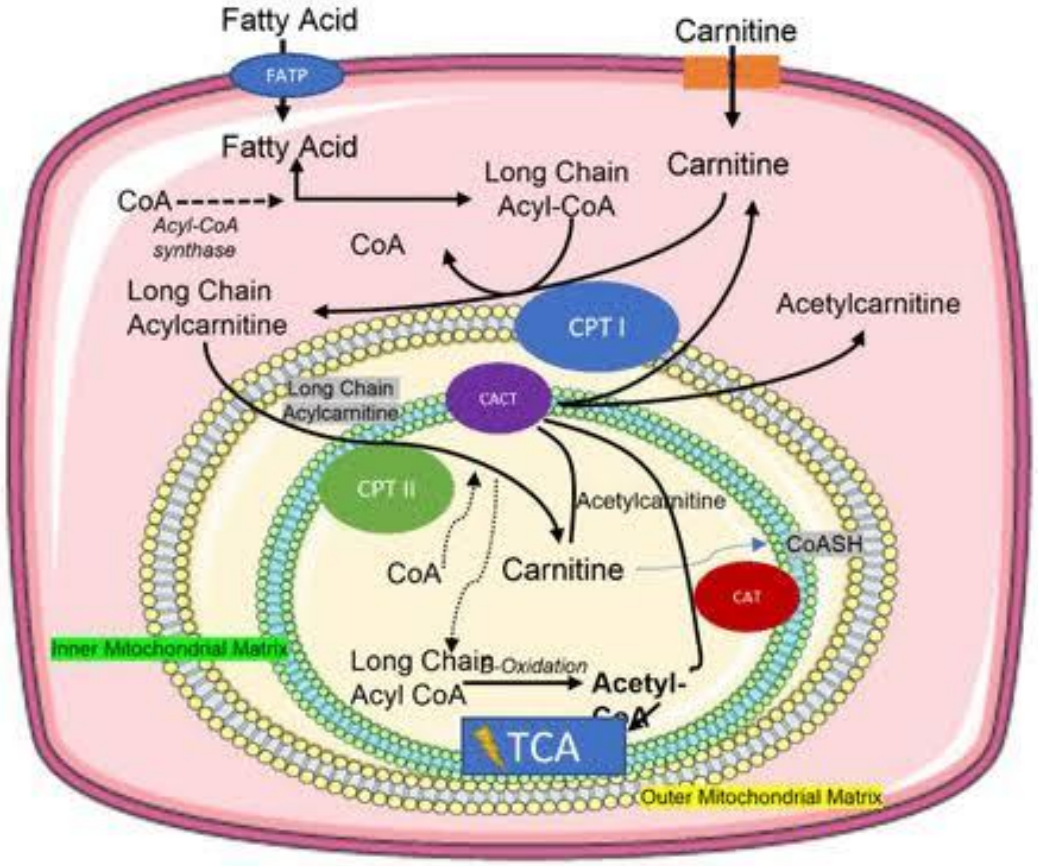
- "Tennpluggen" i energiproduksjonen
- "Generalen" som resirkulerer andre antioksidanter (GSH, vit C, E)
- ALA produksjonen faller med alderen
  - R-ALA – naturlige formen
- Sammen med acetyl-l-carnitine;
- Reverserte aldring i mitokondrier
- Økte-ATP produksjonen
- Stimulerte dannelsen av mitokondrier



https://www.alzdiscovery.org/cognitive-vitality/ratings/alpha-lipoic-acid

Mitokondria og l-karnitin

- «Portvakt» og drivstoffleverandør → slipper fettsyrer inn i mitokondriene
- L-karnitin: for hjerte- og skjelettmuskler
- Acetyl-l-karnitin (ALCAR): økt biotilgjengelighet, går lettere inn i nervesystemet
- ALCAR opprettholder mt struktur og reduserer aldersrelatert fall i energiproduksjonen pga. ROS
- Ser og til å øke mens sædkvalitet
  https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10531648/



https://iv.iiarjournals.org/content/37/4/1399/tab-figures-data

Mitokondria og pyrroloquinoline quinone (PQQ)



- Stimulerer cellene til å bygge helt nye mitokondrier
  - Slår på PGC-1α → hovedbryteren for mt produksjonen
- Vi kan ikke produsere PQQ selv
- Finnes i små mengder i soyabønner/natto, kiwi, grønn paprika, grønn te
- Kraftig antioksidant
- Synergistisk effekt med Q10

Mitokondria og ECGC (Grønn te)

- Grønn te – EGCG – beskytter mitokondrier
- Ligner på PQQ i at den stimulerer PGC-1α
- Stimulerer mitofagi
- Mild pro-oksidant → *mitohormese* → økning av SOD2 og glutation
- Grønn te «trener» mitokondriene til å beskytte seg selv bedre



Næringsstoffer som må være i balanse

Næringsstoff	For lite	For mye
Tyrosin	Kan ikke lage T3 og T4	Blokkerer energikompleksene i TCA
Jern (Fe)	Svikt i energiproduksjonen	Trigger Fenton-reaksjonen → ROS som ødelegger mitokondrienes membraner og mtDNA
Kobber (Cu)	Uten kobber svikter den elektriske spennening i ETC – ATP dannes ikke	Likt jern → ROS; cuproptose (Mitokondrie proteinene klumper seg sammen)
Sink (Zn)	Mitokondrier mister sitt antioksidant-forsvar, brytes ned egenproduserte frie radikaler	Hemmer kompleks I og II i ETC, samt hindrer opptaket av kobber
Kalsium (Ca)	Mitokondrie enzymer blir understimulert, energiproduksjonen går for tregt	Porer i membranen (mPTP) åpnes → mitokondriene svulmer opp, sprekker og det trigger apoptose
Karbohydrater og fett	Mangler drivstoff for å lage energi	Overbelaster ETC → ROS → mito-dysfunksjon

Mitokondria – søvn

- Søvn er reparasjonstid for mitokondriene
- Mest mitofagi skjer mens vi sover
  https://www.science.org/content/blog-post/it-all-comes-down-mitochondria
- Ved søvnmangel → øker ROS → mt blir skade
  →ATP produksjonen faller → hjernetåke, utmattelse, lavere stresstoleranse
- Melatonin er antioksidant for mitokondrier
- 95% av kroppens melatonin produserer inni mitokondriene



Urter, hormoner og mitokondrier

- **Ashwaganda:** beskytter mt for stress, viktig for normal funksjon av HPA-aksen, kortisol-stoffskifte regulering
- **Rosenrot:** stimulerer syntesen av ATP, beskytter kjønnshormonene
- **Cordyceps:** øker oksygenopptaket og booster ATP-produksjonen, støtter libido og vitalitet
- **Schisandra**: beskytter mt-membranen og støtter leverens avgiftning. Regulerer binyrene.
- **Løvetannrot:** funksjonelle mt isolert fra løvetannrot, forskning for bruk av urten til kreftbehandling, renser hormoner, estrobolomet, og påvirker insulin
- **Maca:** øker ATP, antioksidant, overgangsalder, PMS/syklus, libido, sædkvalitet hos menn, testosteron

Faste – mitofagi

- Gamle mt overlever ikke fasting
- Fasten fjerner søppelet og når du spiser igjen trigges ny mitokondriell biogenese; nye og effektive mitokondrier dannes
- Faste 24-48 timer – mer effektiv enn korte spisevinduer
  https://faseb.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1096/fasebj.30.1_supplement.1015.1



Mitokondrier og rødlys

- Cytokrom c-oksidase – enzym i ETC – aktiveres av rødt lys (600-700 nm) og nær-infrarødt lys (ca. 800-1100 nm)
- Frigjør nitromonoksid (NO)→ øker opptak av oksygen og fører til
  → økt ATP produksjon
- Rødlysterapi ser ut til å gjøre følgende:
  - Forbedre nevrologisk og kognitiv helse
  - Føre til bedre syn
  - Redusere inflammasjon og smerte
  - Kortere muskelrestitusjon
  - Bedre hud



Spørsmålet er da ....

- Hvor mye av hormonproblemer skyldes redusert funksjon av mitokondriene?



Takker Solaray for samarbeidet!



Takk for oppmerksomheten!

- Oddveig Myhre, NMD, MS, MA (USA)
- Naturterapeut (Norge)
- Optimalhelse Senter Skien: www.velkommentiloss.no
- Institutt for Naturopatisk Medisin: www.naturopatiskmedisin.no
- oddveig@velkommentiloss.no
- Tlf: 95480238

