MEDICINLEKTIONER

medicinlektioner.se
youtube.com/medicinlektioner





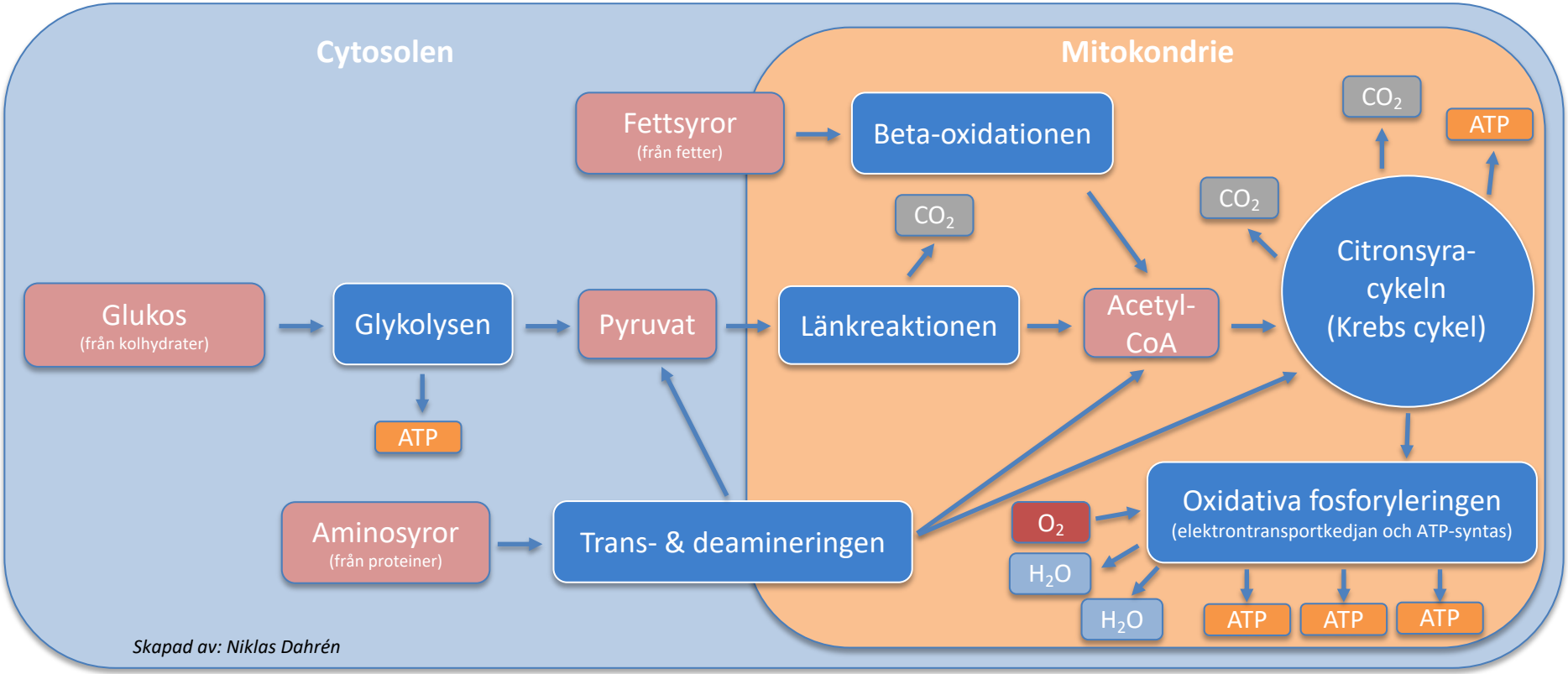
CELLANDNINGEN: OXIDATIVA FOSFORYLERINGEN – ELEKTRONTRANSPORTKEDJAN & ATP-SYNTAS

NIKLAS DAHRÉN





Översikt över cellandningen – den aeroba energiomsättningen



Skapad av: Niklas Dahrén

Cellandningen sker i tre steg:

	Glukos:	Fettsyror:	Aminosyror:	Syftet med steget:
Steg 1:	**Glykolysen (steg 1a) och länkreaktionen (steg 1b)**	**Beta-oxidationen**	**Transaminering och deaminering (och ev. länk-reaktionen)**	Glukos, fettsyror och vissa aminosyror bryts ned till acetyl-CoA (aminosyror kan även ge andra ämnen). I vissa reaktioner bildas ATP, i andra tas väten med energirika elektroner upp av koenzymet NAD^+ och bildar NADH. NADH transporterar sedan väten och elektroner till elektrontransportkedjan.
Steg 2:	**Citronsyracykeln (Krebs cykel)**	**Citronsyracykeln (Krebs cykel)**	**Citronsyracykeln (Krebs cykel)**	I citronsyracykeln oxideras acetyl-CoA till CO_2. NAD^+ och FAD tar upp väten med energirika elektroner och bildar NADH och $FADH_2$. Lite ATP (eller GTP) bildas direkt, medan NADH och $FADH_2$ transporterar elektroner och väten vidare till elektrontransportkedjan.
Steg 3:	**Oxidativa fosforyleringen** Elektrontransport-kedjan & ATP-syntas	**Oxidativa fosforyleringen** Elektrontransport-kedjan & ATP-syntas	**Oxidativa fosforyleringen** Elektrontransport-kedjan & ATP-syntas	NADH och $FADH_2$ avger elektroner till elektrontransportkedjan, där deras energi driver protonpumpar som pumpar protoner (vätejoner, H^+) över det inre mitokondriemembranet. Den resulterande elektrokemiska protongradienten får protonerna att flöda tillbaka genom ATP-syntas, vilket driver bildningen av stora mängder ATP.

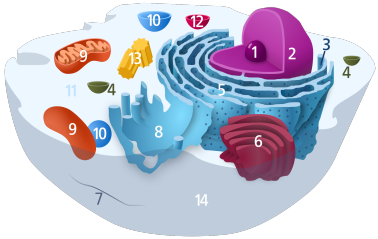
Oxidativa fosforyleringen sker i mitokondrierna

- ✓ **Mitokondrierna finns i cytosolen:** Mitokondrier är cellens ”kraftverk” eller ”batterifabriker” och finns utspridda i cellens cytosol (cellvätskan). Det finns fler i celler med högt energibehov, t.ex. muskelceller och celler i organ som levern och njurarna.

- ✓ **Citronsyracykeln sker i matrix:** Matrix är det inre vätskefyllda utrymmet i mitokondrien, där flera metaboliska processer sker, bl.a. citronsyracykeln och beta-oxidationen av fettsyror.

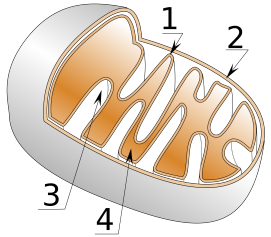
- ✓ **Oxidativa fosforyleringen sker i det inre membranet:**
  - En typisk mitokondrie har en dubbelmembranstruktur – ett yttre membran och ett inre membran. Utrymmet mellan dem kallas intermembranutrymmet.
  - Proteiner och andra komponenter som ingår i elektrontransportkedjan samt enzymet ATP-syntas, som tillsammans deltar i den oxidativa fosforyleringen, är inbäddade i det inre membranet.
  - Det inre membranet är starkt veckat, och dessa veckningar, kallade cristae, ökar membranets yta så att fler elektrontransportkedjor och ATP-syntas får plats. På så sätt kan fler reaktioner i oxidativa fosforyleringen ske samtidigt, vilket gör energiproduktionen mer effektiv.

- ✓ **Träning ger fler mitokondrier:** Uthållighetstränade personer har fler mitokondrier i sina muskelceller eftersom träningen stimulerar muskelcellerna att tillverka fler mitokondrier. Fler mitokondrier → större förmåga att producera ATP aerobt → större uthållighet.



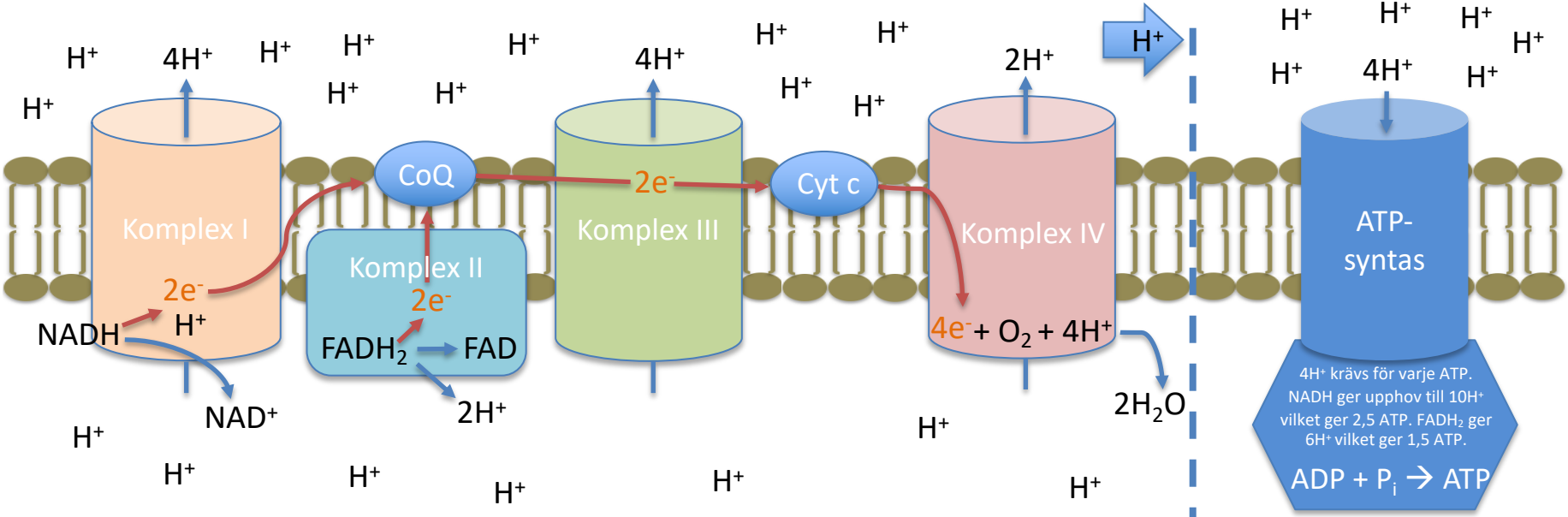
Bildkälla: Av Kelvinsong - Eget arbete, CC0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=22952603

1. *Inre membran*
2. *Yttre membran*
3. *Intermembranområde*
4. *Matrix*



Källa: CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=516859

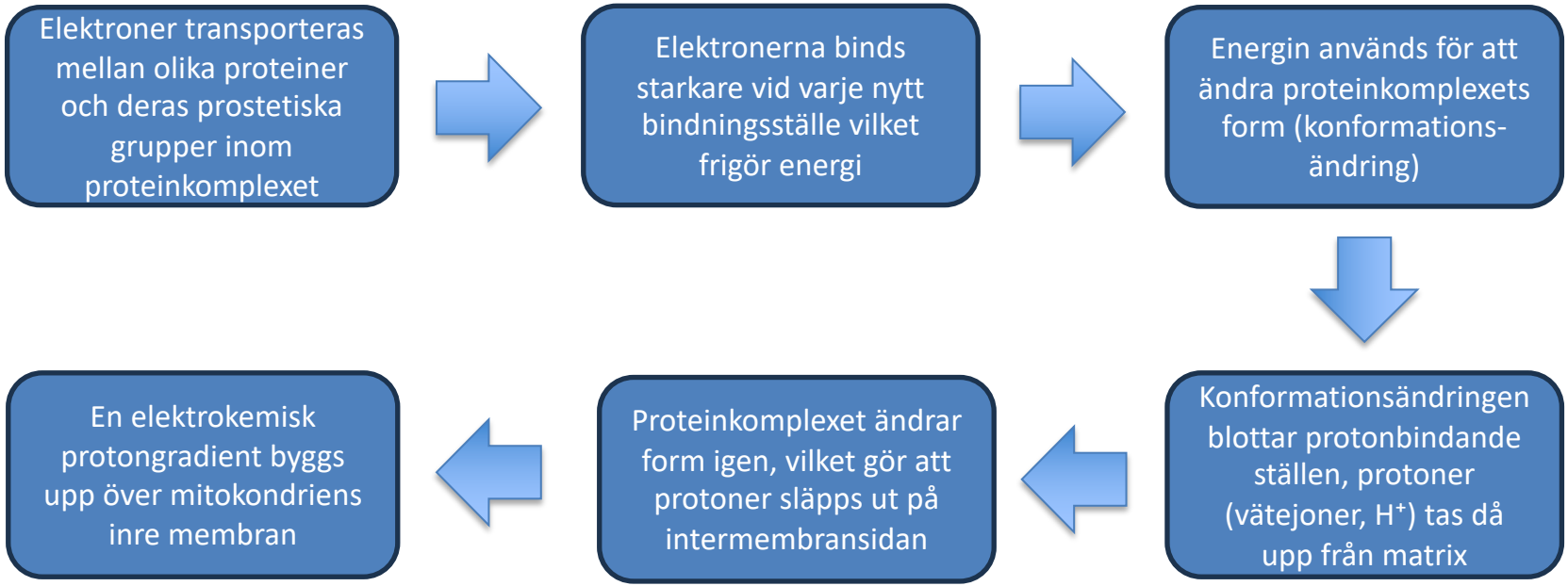
Översikt över oxidativa fosforyleringen



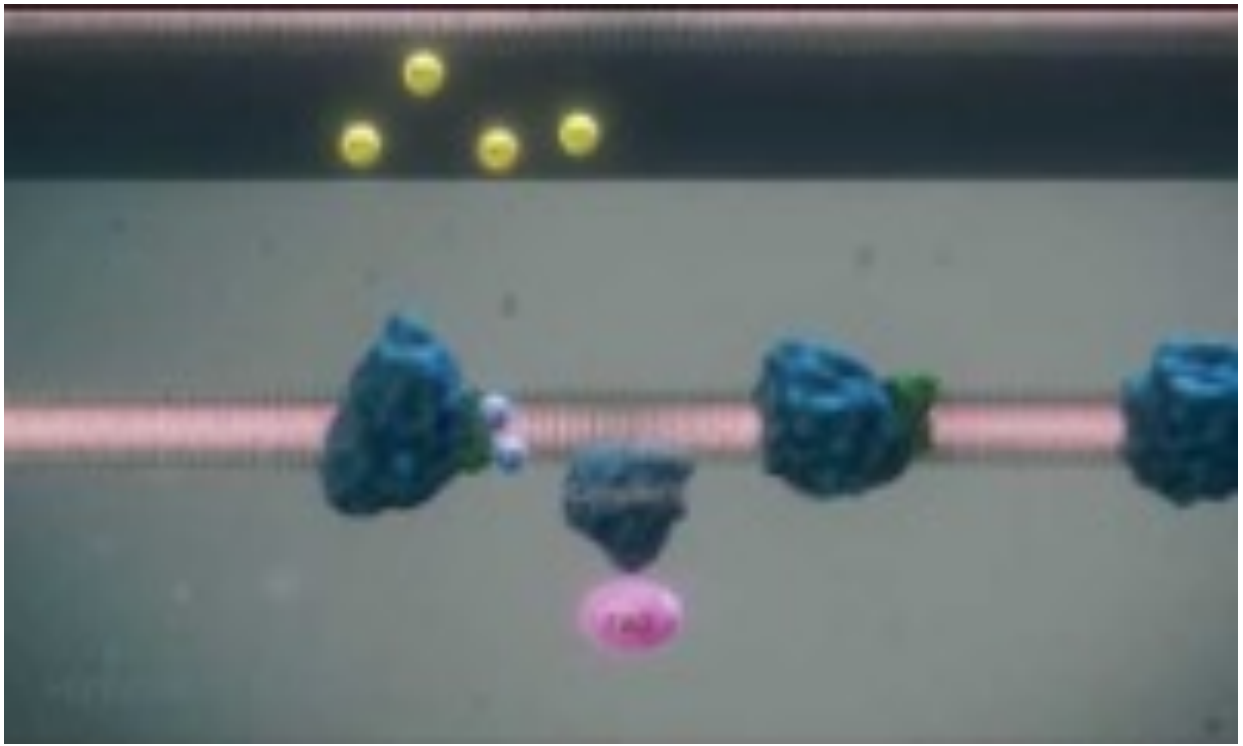
Elektrontransportkedjan (andningskedjan): Elektrontransportkedjan består av fyra stora proteinkomplex (I–IV) och två rörliga elektronbärare (CoQ och Cyt c). NADH och $FADH_2$ avger elektroner till komplex I respektive II. Elektronerna transporteras genom komplexen och de rörliga bärarna tills de når syre i komplex IV, där vatten bildas. Energin som frigörs under elektrontransporten används av komplex I, III och IV för att pumpa protoner (vätejoner, H^+) över det inre mitokondriemembranet och skapa en elektrokemisk protongradient.

ATP-syntas: Den elektrokemiska protongradienten får H^+ att flöda tillbaka till matrix genom ATP-syntas vilket sätter enzymet i rörelse och driver syntesen av ATP.

Översikt över hur proteinpumparna (proteinkomplex I, III och IV) fungerar

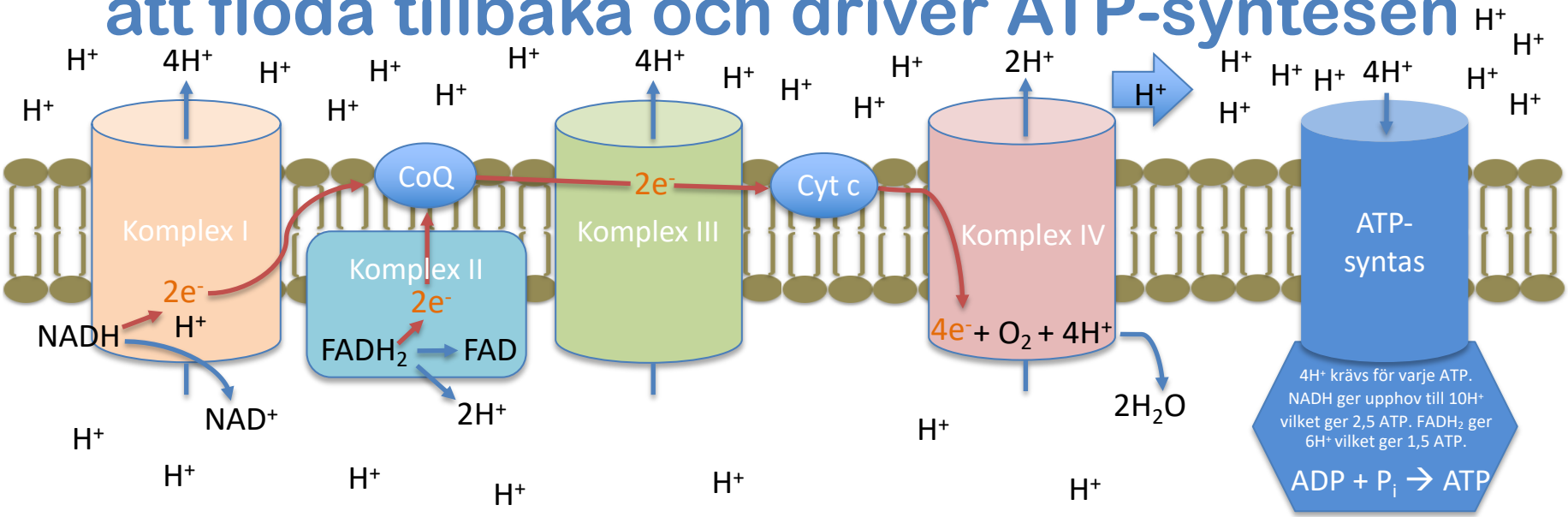


Animation över oxidativa fosforyleringen
(youtube-video)



Källa: https://www.youtube.com/watch?v=9fevi7Stp2k

Elektrokemiska protongradienten får protoner att flöda tillbaka och driver ATP-syntesen



- ✓ **Elektrokemisk protongradient:** Elektrontransportkedjan skapar en elektrokemisk protongradient där intermembranutrymmet är mer positivt och har högre koncentration av protoner (vätejoner, H^+) än matrix. Detta ger både en elektrisk och kemisk drivkraft för protonerna att flöda tillbaka till matrix.

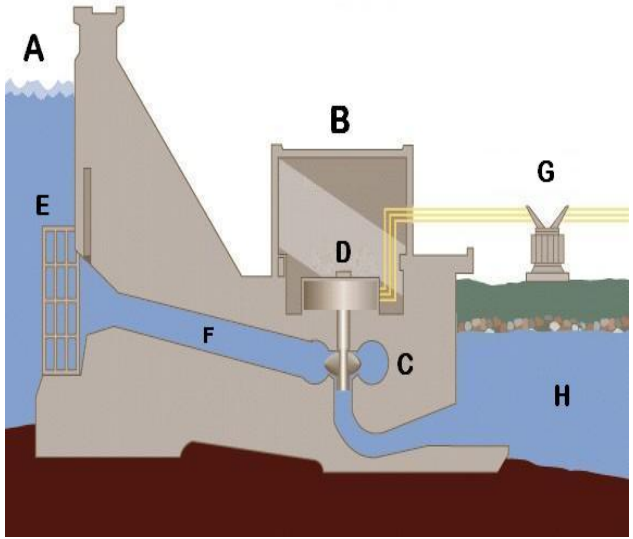
- ✓ **ATP-syntas använder gradienten för att bilda ATP:** Protoner (H^+) kan endast flöda tillbaka till matrix genom ATP-syntas, som fungerar som en protonkanal, eftersom membranet är impermeabelt på andra ställen. När protonerna passerar roterar enzymets centrala del, och rotationsenergin (mekanisk rörelseenergi) används av ATP-syntas för att syntetisera ATP.

ATP-syntas fungerar som ett vattenkraftverk

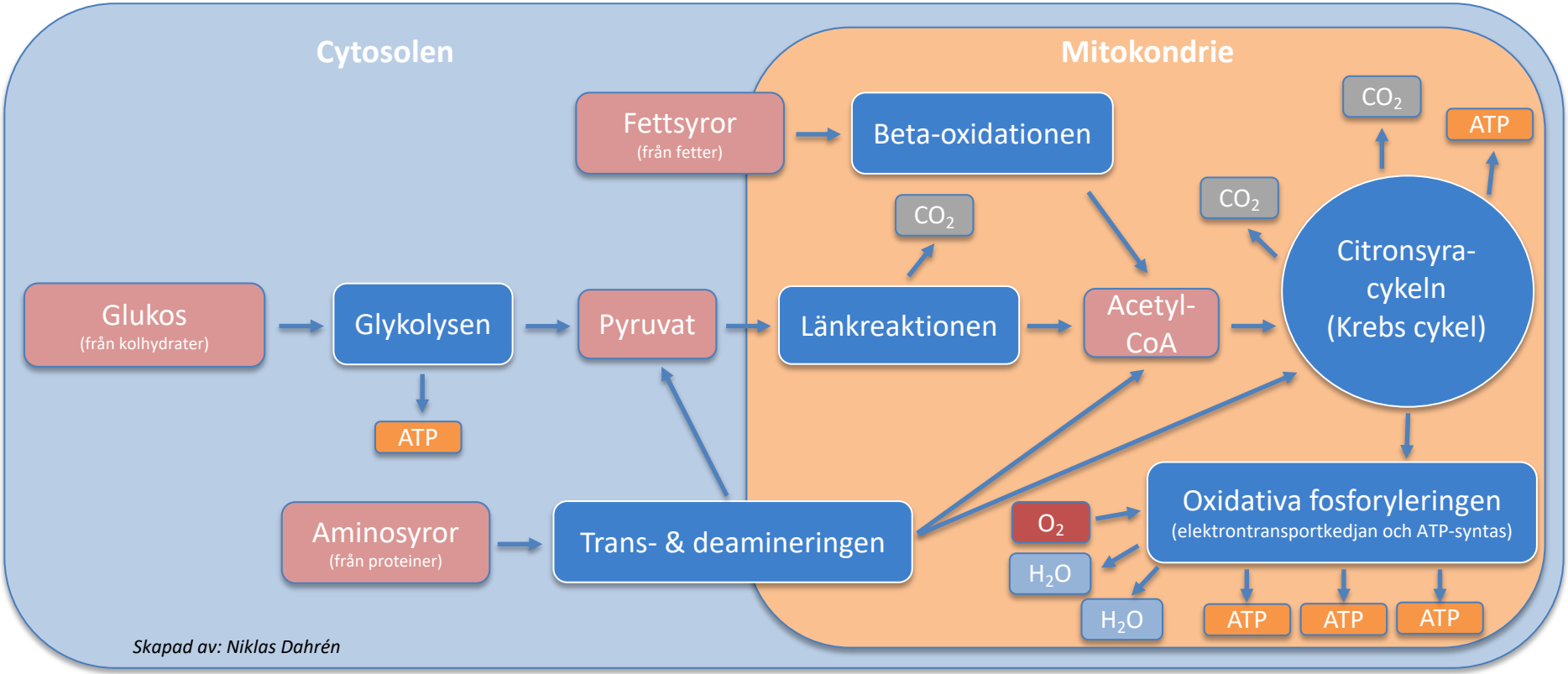
- ✓ **Ett vattenkraftverk fungerar så här:** Vatten från en högre nivå rinner ner genom en turbin. Vattnets rörelseenergi får turbinen att rotera, och turbinens rotation driver en generator som omvandlar rörelseenergin till elektricitet.

- ✓ **ATP-syntas kan liknas vid ett vattenkraftverk:** Precis som ett vattenkraftverk använder vattenflödet för att generera elektricitet, använder ATP-syntas protonflödet för att generera ATP.

  - Det inre membranet är dammen: Tänk dig mitokondriens inre membran som en damm och protonerna (H^+) som vatten som vill strömma neråt.
  - Den första delen (F_0-subenheten) fungerar som turbinen: När protonerna passerar igenom den del av ATP-syntaset som sitter i det inre mitokondriemembranet (F_0-subenheten), så börjar den delen att rotera (ungefär som en turbin).
  - Den andra delen (F_1-subenheten) fungerar som generatorn: Rotationens rörelseenergi överförs till den andra delen av ATP-syntaset (F_1-subenheten) som också börjar rotera. Rotationen (mekanisk energi) gör att ADP och P_i kan sättas ihop till ATP-molekyler (kemisk energi).



Översikt över cellandningen – den aeroba energiomsättningen



Skapad av: Niklas Dahrén

Repetera:

Begrepp:

- Oxidativa fosforyleringen
- Elektrontransportkedjan
- ATP-syntas
- ATP-syntes
- Oxidation
- Koenzymer
- Prostetisk grupp
- NAD^+, NADH, FAD, $FADH_2$,
- Mitokondrie
- Komplex I, II, III, IV
- Matrix
- Cristae
- Intermembranområde
- Rörlig elektronbärare
- CoQ (koenzym Q, ubikinon)
- Cytokrom c
- Protonpumpar
- Elektrokemisk protongradient

Fakta:

- Redogör översiktligt för den oxidativa fosforyleringen och dess två huvuddelar: elektrontransportkedjan och ATP-syntas.
- Redogör för elektrontransportkedjans beståndsdelar inklusive vilka proteinkomplex (inte fullständiga namn) och rörliga elektronbärare som ingår.
- Förklara hur elektrontransportkedjan används för att pumpa protoner och skapa en elektrokemisk protongradient som sedan driver ATP-syntesen.
- Redogör för hur vatten bildas i slutet av elektrontransportkedjan.
- Förklara hur den elektrokemiska protongradienten driver protonerna (H^+) tillbaka genom ATP-syntas och hur ATP-syntaset använder protonflödet för att bilda ATP.

MEDICINLEKTIONER

medicinlektioner.se
youtube.com/medicinlektioner





Lär dig mer medicin och biologi på:

medicinlektioner.se

youtube.com/medicinlektioner



