MEDICINLEKTIONER

medicinlektioner.se
youtube.com/medicinlektioner

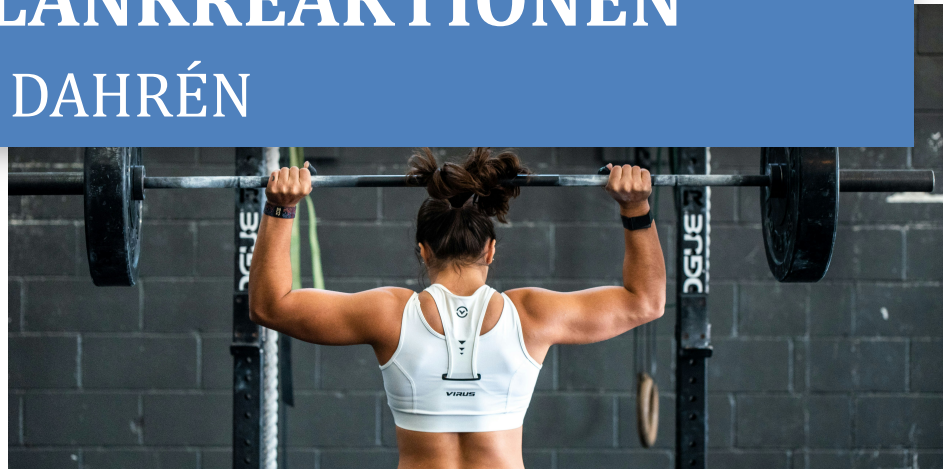




CELLANDNINGEN: GLYKOLYSEN OCH LÄNKREAKTIONEN

NIKLAS DAHRÉN





Cellandningen sker i tre steg:

Glukos:

Steg 1:
1a): Glykolysen
1b): Länkreaktionen

→ Steg 2:
Citronsyracykeln

→ Steg 3:
Oxidativa fosforyleringen
(elektrontransportkedjan & ATP-syntas)

Fettsyror:

Steg 1:
Beta-oxidationen

→ Steg 2:
Citronsyracykeln

→ Steg 3:
Oxidativa fosforyleringen
(elektrontransportkedjan & ATP-syntas)

Aminosyror:

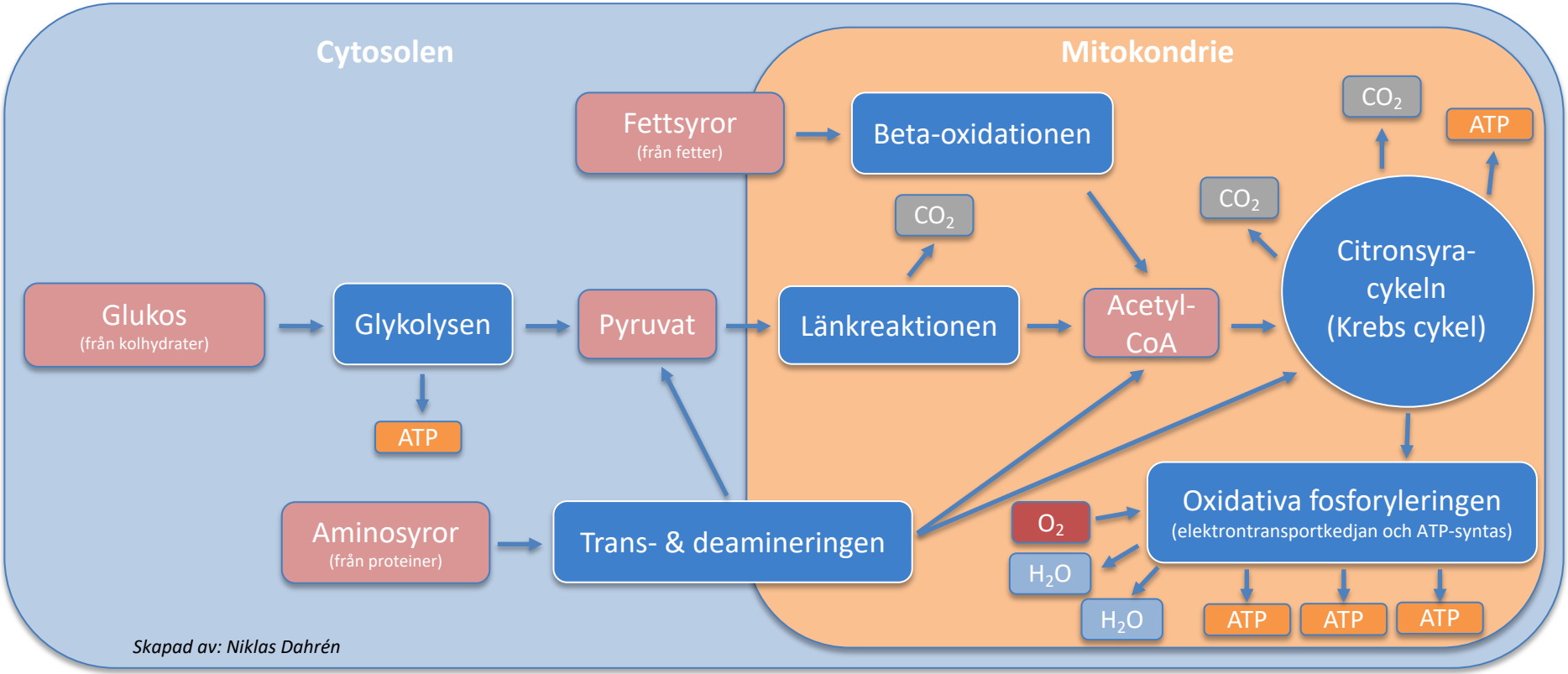
Steg 1:
Trans- & deamineringen
(och ev. länkreaktionen)

→ Steg 2:
Citronsyracykeln

→ Steg 3:
Oxidativa fosforyleringen
(elektrontransportkedjan & ATP-syntas)

OBS: Transaminering och deaminering räknas vanligtvis inte som en del av cellandningen, utan till aminosyrametabolismen. Pedagogiskt kan de ändå betraktas som det första steget när proteiner används som energikälla i cellandningen, eftersom de gör det möjligt för aminosyrornas kolskelett att gå vidare in i cellandningens reaktionsvägar.

Översikt över cellandningen – den aeroba energiomsättningen

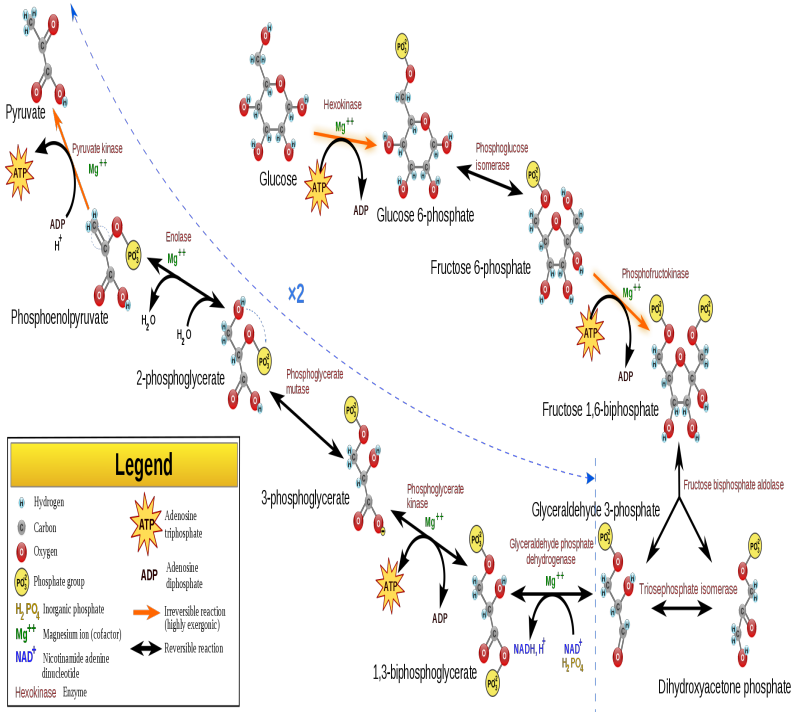


Skapad av: Niklas Dahrén

Vad menas med glykolysen?

- ✓ **Vad menas med glykolysen?:**
  - Glykolysen är det allra första steget i cellandningen när kroppen vill utvinna energi från kolhydrater.
  - Under glykolysen bryts glukos, en monosackarid med sex kol, stegvis ner till två pyruvatjoner (oftast skrivs bara "pyruvat") med tre kol vardera.
  - I processen frigörs energi, som tas tillvara dels direkt som ATP, och dels indirekt när koenzymet NAD^+ tar upp väten med energirika elektroner (hydridjoner, H^-). Dessa elektroner används senare i oxidativ fosforylering för att bilda mer ATP.
  - Glukos kan komma från blodet (blodsocker) eller bildas genom nedbrytning av glykogen, en polysackarid lagrad i lever och muskler.

- ✓ **Var sker glykolysen?:** Glykolysen sker i cytosolen (cellvätskan) inuti cellerna.

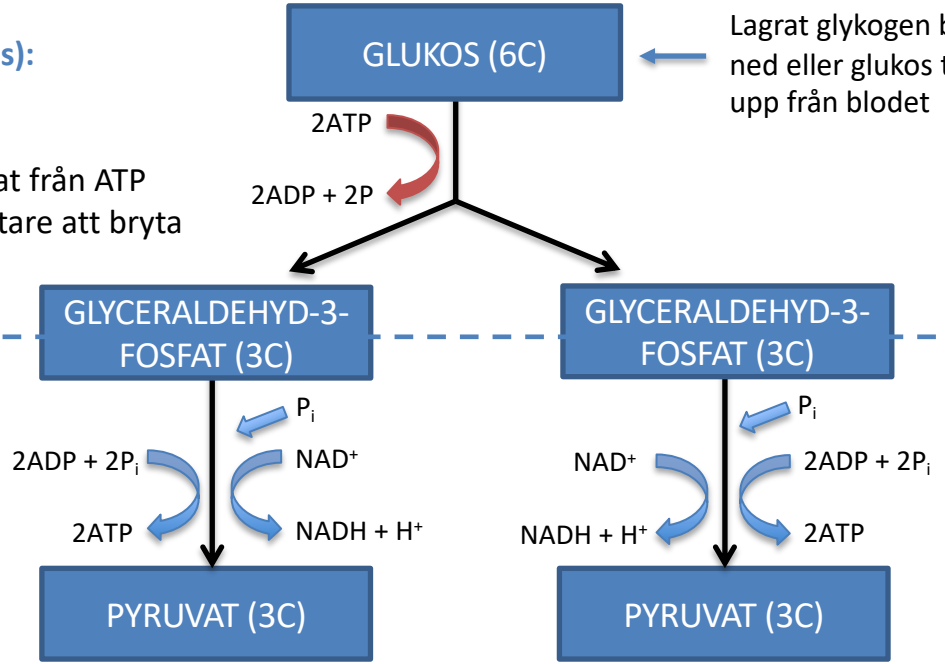


Bildkälla: By This W3C-unspecified vector image was created with Inkscape . - Own work, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7724574

Översikt över glykolysen

Glykolysen fas 1 - Energikrävande fas (förberedelsefas):

- 1 glukos → 2 glyceraldehyd-3-fosfat
- 2 ATP förbrukas
- Kommentar: Glukos fosforyleras två gånger (fosfat från ATP kopplas på), vilket gör molekylen mer reaktiv, lättare att bryta ned och förhindrar att den lämnar cellen.



Glykolysen fas 2 - Energiproducerande fas:

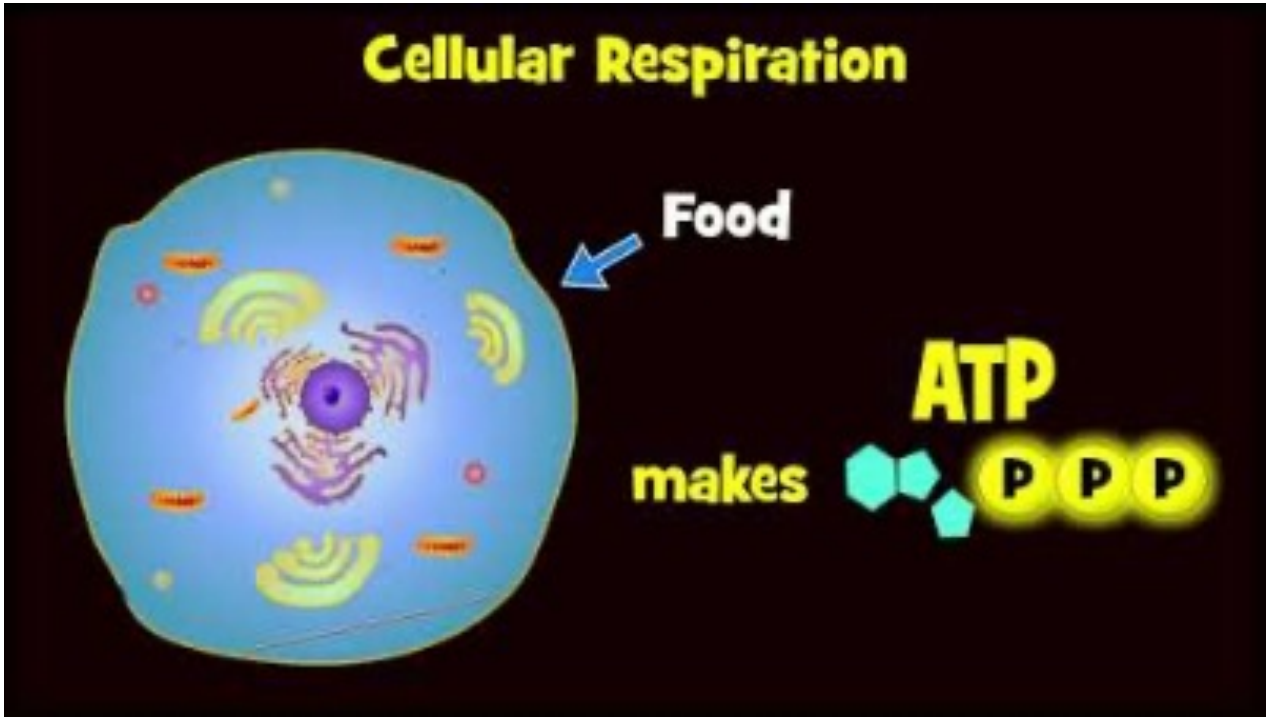
- 2 glyceraldehyd-3-fosfat → 2 pyruvat
- 4 ATP och 2 NADH produceras
- Kommentar: Fosfatgrupper och väten med energirika elektroner (hydridjoner, H^-) frigörs och används för att bilda ATP respektive NADH.

Glykolysens nettoreaktion:

Glukos + $2ADP + 2P_i + 2NAD^+$ → $2Pyruvat + 2NADH + 2H^+ + 2ATP$

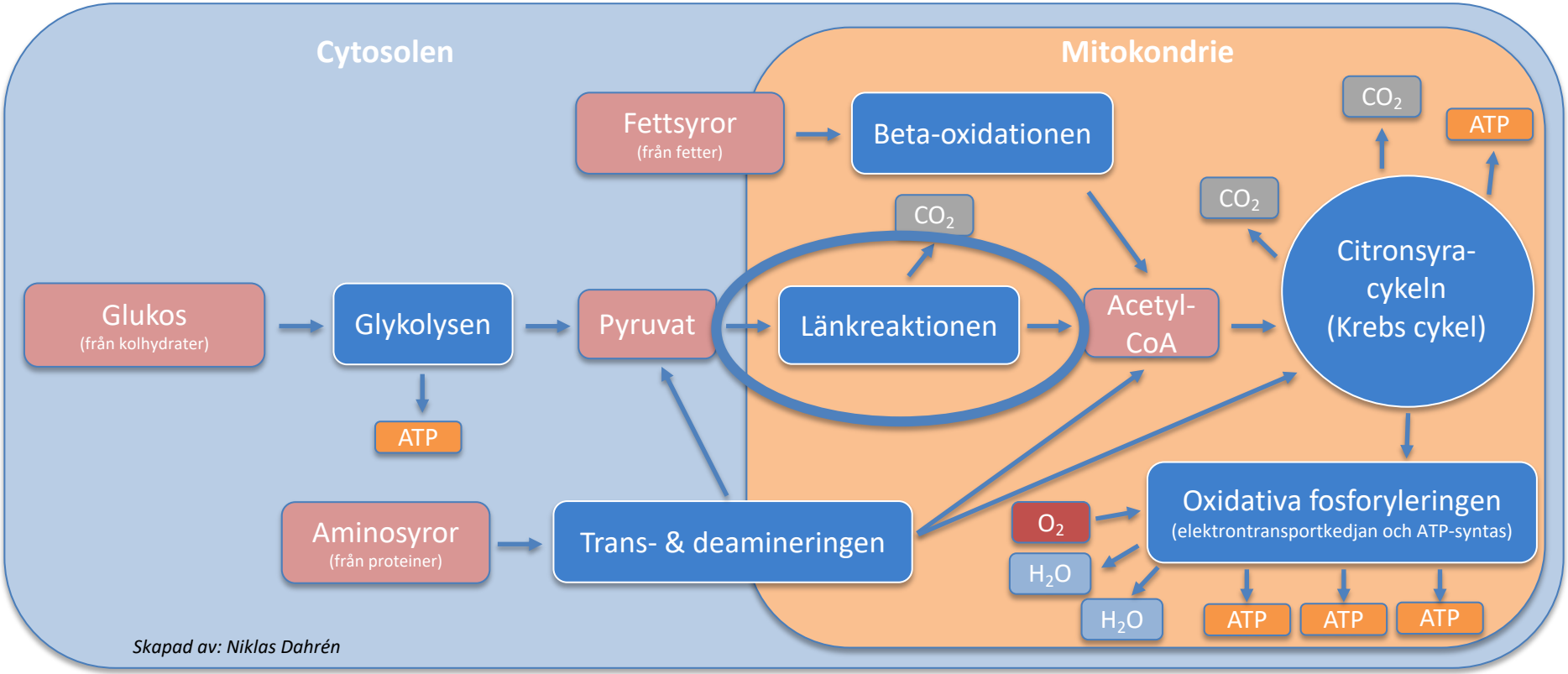
ATP kan bildas direkt genom substratnivåfosforylering: Det mesta ATP i cellandningen bildas i oxidativ fosforylering i mitokondrierna, men i glykolysen bildas också lite ATP direkt i en enzymstyrd reaktion (substratnivåfosforylering). Här överförs fosfatgrupper (P_i) från en fosfatbärande intermediär i glukosnedbrytningen till ADP, vilket bildar ATP.

Animation över glykolysen
(youtube-video)



Källa: https://www.youtube.com/watch?v=7V2kRH0K8QU

Länkreaktionen kopplar samman glykolysen med citronsyracykeln

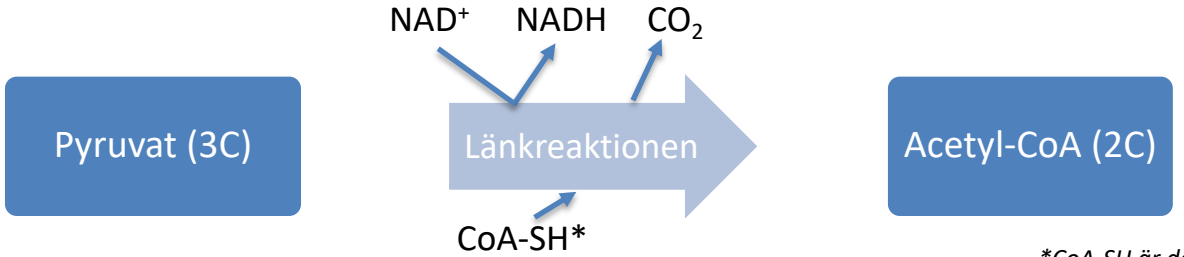


Skapad av: Niklas Dahrén

Länkreaktionen (pyruvatoxidationen)

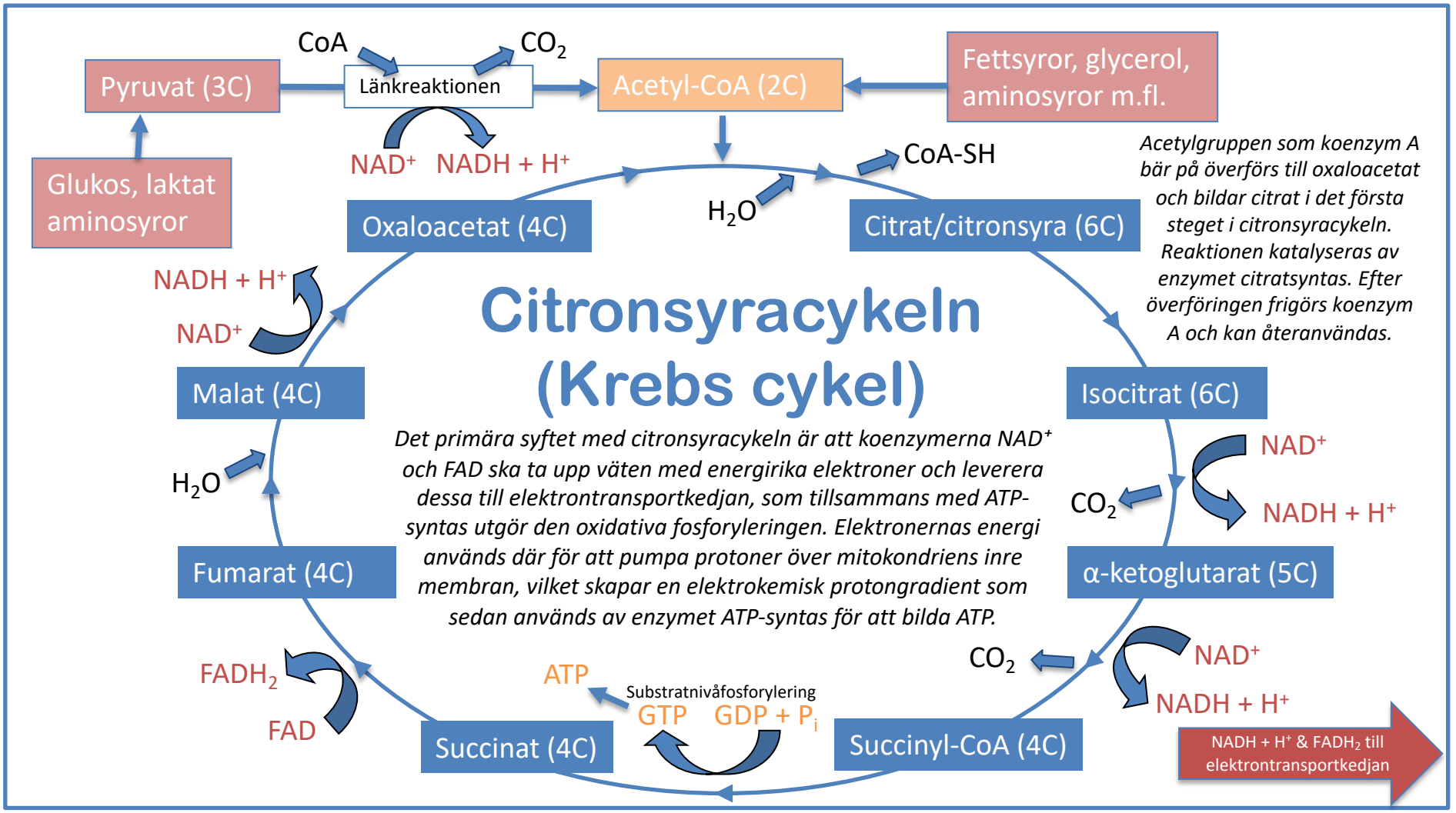
- ✓ **Vad menas med länkreaktionen?:**
  - Länkreaktionen kopplar samman glykolysen med citronsyracykeln: Efter glykolysen finns pyruvat i cytosolen. Det transporteras in i mitokondriens matrix (inre utrymme) via ett transportprotein och omvandlas där i flera delreaktioner till acetyl-CoA, den form som kan gå in i citronsyracykeln. Dessa delreaktioner kallas tillsammans för länkreaktionen.
  - PDC – enzymkomplexet som katalyserar länkreaktionen: I mitokondriens matrix omvandlas pyruvat till acetyl-CoA i en serie sammanlänkade reaktioner som katalyseras av pyruvatdehydrogenaskomplexet (PDC), ett stort enzymkomplex.
  - PDC behöver hjälp av koenzymer: För att länkreaktionen ska fungera effektivt samarbetar PDC med flera koenzymer, bland annat NAD^+ och koenzym A (CoA). CoA har en tiolgrupp (SH) och skrivs därför ofta CoA-SH.

- ✓ **Vilka reaktioner sker?:** Först avges en kolatom från pyruvat som koldioxid (dekarboxylering). Den kvarvarande molekylen oxideras (oxidation) när koenzymet NAD^+ tar upp en väteatom med två elektroner (hydridjon, H^-) och bildar NADH. Slutligen kopplas den kvarvarande tvåkolsenheten, acetylgruppen, till koenzym A (CoA-SH*), vilket bildar acetyl-CoA.

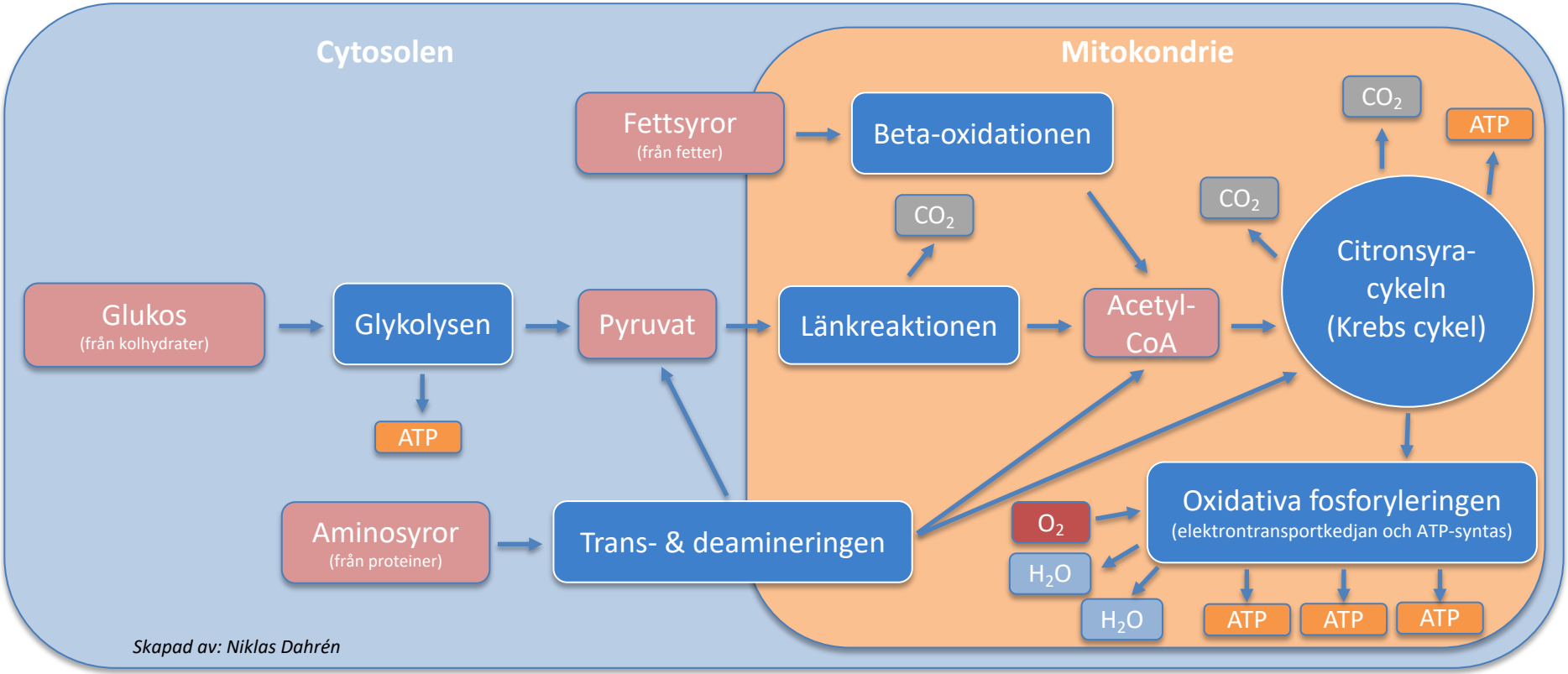


Pyruvat + CoA-SH + NAD^+ → Acetyl-CoA + NADH + CO_2

**CoA-SH är den fria formen av koenzym A (CoA) med en reaktiv tiolgrupp (-SH) som binder acetylgruppen under bildningen av acetyl-CoA.*


Pyruvat (3C)
CoA
Länkreaktionen
CO_2
Acetyl-CoA (2C)
Fettsyror, glycerol, aminosyror m.fl.
Glukos, laktat aminosyror
NAD^+ $NADH + H^+$
Oxaloacetat (4C)
H_2O
Citrat/citronsyra (6C)
CoA-SH
Citronsyracykeln (Krebs cykel)
Det primära syftet med citronsyracykeln är att koenzymerna NAD^+ och FAD ska ta upp väten med energirika elektroner och leverera dessa till elektrontransportkedjan, som tillsammans med ATP-syntas utgör den oxidativa fosforyleringen. Elektronernas energi används där för att pumpa protoner över mitokondriens inre membran, vilket skapar en elektrokemisk protongradient som sedan används av enzymet ATP-syntas för att bilda ATP.
Acetylgruppen som koenzym A bär på överförs till oxaloacetat och bildar citrat i det första steget i citronsyracykeln. Reaktionen katalyseras av enzymet citratsyntas. Efter överföringen frigörs koenzym A och kan återanvändas.
$NADH + H^+$
NAD^+
Malat (4C)
H_2O
Isocitrat (6C)
NAD^+
CO_2
$NADH + H^+$
Fumarat (4C)
α-ketoglutarat (5C)
$FADH_2$
FAD
ATP
Substratnivåfosforylering
GTP $GDP + P_i$
CO_2
NAD^+
$NADH + H^+$
Succinat (4C)
Succinyl-CoA (4C)
$NADH + H^+$ & $FADH_2$ till elektrontransportkedjan

Översikt över cellandningen – den aeroba energiomsättningen



Skapad av: Niklas Dahrén

Repetera:

Begrepp:

- Glukos
- Glykolysen
- Glyceraldehyd-3-fosfat
- Pyruvat
- Substratnivåfosforylering
- ATP
- Koenzymer
- NAD^+, NADH
- Länkreaktionen
- Acetyl-CoA
- Koenzym A (CoA)
- Pyruvat-dehydrogenaskomplexet (PDC)
- Dekarboxylering
- Oxidation

Fakta:

- Redogör översiktligt för vad som sker under glykolysen inklusive den energikrävande och energiproducerande fasen.
- Ange nettoreaktionen för glykolysen.
- Förklara varför fosforyleringar sker under den energikrävande fasen i glykolysen.
- Förklara vilken roll koenzymet NAD^+ har i glykolysen.
- Redogör för länkreaktionen, vilka reaktioner som sker och varför koenzym A (CoA) behöver kopplas på.

MEDICINLEKTIONER

medicinlektioner.se
youtube.com/medicinlektioner





Lär dig mer medicin och biologi på:

medicinlektioner.se

youtube.com/medicinlektioner



