

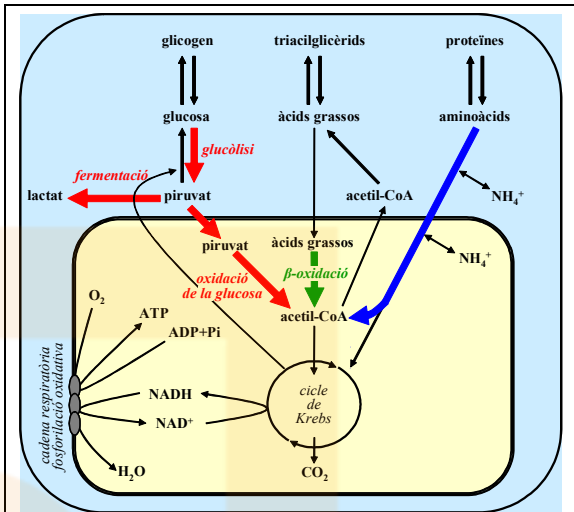
32: Obtenció d'energia: oxidació i fermentació

Bloc 5: Metabolisme

Altres vies que generen potencial REDOX i AcCoA

- El cicle de Krebs oxida completament molècules d'acetil CoA (AcCoA) fins a CO₂, tot obtenint energia (en forma de potencial REDOX i d'enllaç fosfat), veure cap.31.
- Aquestes molècules d'AcCoA procedeixen principalmembnt de l'oxidació de:
 - glucosa
 - àcids grassos (β-oxidació)
 - alguns aminoàcids

Aquestes vies, a més, també generen energia de potencial redox, la qual és transportada (mitjançant els transportadors NADH/NAD⁺ i FADH₂/FAD) fins a la cadena respiratòria/fosforilació oxidativa, on és transformada en energia d'enllaç fosfat (ATP).

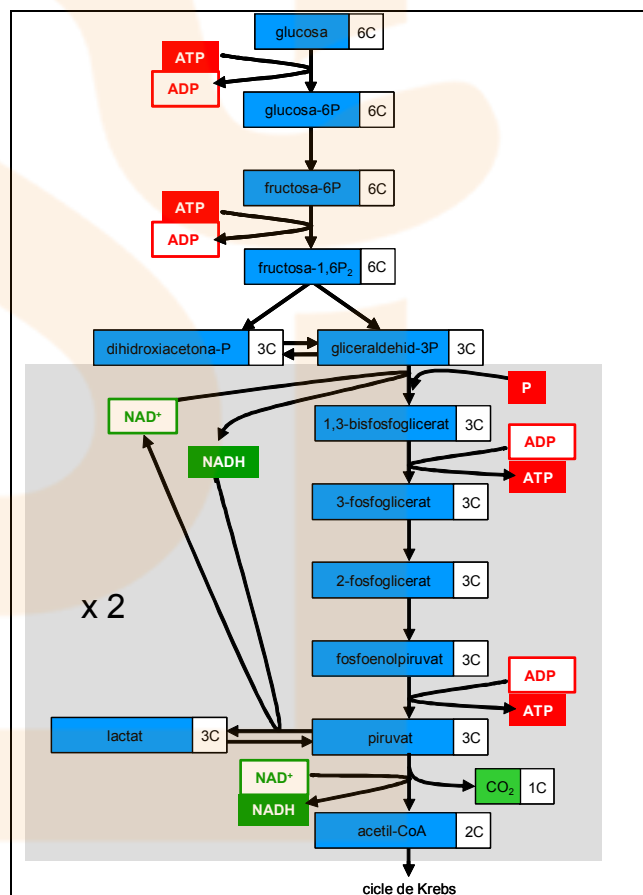


F1. Localització cel·lular de les vies de degradació de la glucosa, dels àcids grassos i dels aminoàcids

L'oxidació de la glucosa

- Al citosol, la glucosa (captada de la circulació sanguínea o procedent de la degradació del glicogen de la pròpia cèl·lula) (F2):
 - s'activa fosforilant-se dues vegades, consumint dues molècules d'ATP
 - es trenca en dues molècules de 3 carbonis cadascuna i que s'interconverteixen l'una en l'altra (de forma que a la figura 2, de totes les molècules situades a la zona gris n'hi ha dues per cada molècula de glucosa)
 - cadascuna es degrada fins a piruvat, produint dues molècules d'ATP i una d'NADPH (que a la cadena respiratòria es transformarà en 2 o 3 ATP, cap.31)
- **oxidació de la glucosa:** Si hi ha oxigen, el piruvat podrà entrar al mitocondri (F1) i transformar-se en acetil-CoA tot perdent 1 carboni en forma de CO₂ i generant una altra molècula d'NADH a partir d'NAD⁺. La molècula d'AcCoA entrarà al cicle de Krebs oxidant-se i produint 12 ATP (cap 31). D'aquesta forma, l'oxidació d'una molècula de glucosa generarà de forma neta: 2ATP i 4NADH, i 2AcCoA, és a dir:

$$2 + (4 \times 2 - 3) + (2 \times 12) \approx 36-38 \text{ ATP}$$



F2. Esquema de l'oxidació de la glucosa. A la zona ombrejada en gris el nombre de molècules és el doble que el nombre de molècules de glucosa. Als requadres en blanc s'indica el nombre d'àtoms de carboni de cada molècula. P indica fosfat inorgànic.

- **glucòlisi:** En absència d'oxigen, com que el cicle de Krebs no funciona (cap 31), l'acetil CoA no es degrada i s'acumula, per la qual cosa el piruvat ha de passar a lactat per tal de recuperar l'NAD⁺ necessari per a la transformació del gliceraldehid 3P (F2). Per tant, la degradació d'una molècula de glucosa només genera 2 d'ATP. Es tracta de la **fermentació làctica** de la glucosa. L'acceptor final d'electrons pot ser una altra molècula, donant lloc a altres tipus de fermentacions (cap.31).

L'oxidació dels àcids grassos

- Els àcids grassos (generalment de 16-18 carbonis) (captats de la circulació sanguínea o procedents de la degradació dels triacilglicerols de la pròpia cèl·lula) (**F3**):
 - s'activen unint-se a una molècula d'acetilCoA, consumint dues molècules d'ATP (un ATP que es transforma en AMP + PPi)
 - entren al mitocondri a través d'un sistema complex de transport (carnitina)
 - s'oxiden, reduint una molècula d'FADH a FADH₂ (la qual a la cadena respiratòria /fosforilació oxidativa genera 2 ATP)
 - es tornen a oxidar, reduint una molècula d'NAD⁺ a NADH (la qual a la cadena respiratòria/fosforilació oxidativa genera 3 ATP)
 - es trenquen, donant lloc a una molècula d'acetil CoA (la qual al cicle de Krebs s'oxida fins a dues de CO₂ generant 12 ATP) i una molècula d'un àcid gras de dos carbonis menys, la qual torna a començar el procés.
 - així, un àcid gras de 16 carbonis després de la setena volta a la β-oxidació haurà produït 8 molècules d'acetil CoA, 7 d'FADH₂ i 7 d'NADH). És a dir:

$$-2 + (7 \times 2) + (7 \times 3) + (8 \times 12) \approx 129 \text{ ATP}$$

- La quantitat d'energia que s'obté oxidant un àcid gras (un greix en general) és molt major ($129/16 =$ uns 8 ATP/carboni) que oxidant un sucre ($38/6 =$ uns 6 ATP/carboni). Això és degut a que els carbonis dels greixos estan més reduïts (CH₂) que els dels sucres (CHOH) i, per tant, es poden oxidar més, transformant-se en més quantitat d'energia. A més, els sucres (molt hidròfils) es magatzemen amb molta quantitat d'aigua mentre que els greixos (molt hidròfobs) es magatzemen sense aigua (cap 33), de forma que per unitat de pes la quantitat d'energia d'un lípid és aproximadament el doble (9 kcal/g) que la d'un sucre (4,6 kcal/g).
- La β-oxidació, com l'oxidació de la glucosa, són processos **aeròbics**: com que en absència d'oxigen el cicle de Krebs no funciona (cap 31), ni l'acetil CoA ni l'FADH₂ ni l'NADH es podran reciclar i, per tant, les quantitats de CoA, FAD i NAD⁺, imprescindibles per al funcionament de la β-oxidació, es faran deficitàries. **Sense oxigen no es poden oxidar greixos** (Cap.34).

L'oxidació d'aminoàcids

- Alguns aminoàcids, després de cedir el seu nitrogen poden transformar-se en acetil CoA, el qual al cicle de Krebs pot oxidar-se fins a CO₂ generant 12 molècules d'ATP. Com s'explica al capítol 33, l'acetil CoA també pot transformar-se en àcids grassos (*lipogènesi*) i aquests en triacilglicerols (*esterificació*), de forma que l'energia dels aminoàcids també pot magatzemar-se en forma de greixos
- Tanmateix, la majoria d'aminoàcids es poden transformar en intermediaris del cicle de Krebs i, per tant, també en glucosa (*gluconeogènesi*) i aquesta en glicogen (*glicogènesi*) de forma que l'energia dels aminoàcids també pot transformar-se i magatzemar-se en glúcids.

