

Accompagnement BTS diététique

Atelier : Le métabolisme énergétique de la contraction musculaire (annales 2013)

#Ecole5.3

#OneTeamOneDream

#TeamWaouw



2. Le métabolisme énergétique de la contraction musculaire (16,5 points)

Les cellules musculaires striées ont un métabolisme énergétique très actif du fait de leur sollicitation quotidienne. Elles ont notamment la capacité de stocker le glucose afin de garantir un apport en substrats énergétiques lors d'un effort.

2.1. *Nommer cette forme de stockage du glucose dans les muscles striés et décrire succinctement sa structure biochimique.*

2. Le métabolisme énergétique de la contraction musculaire (16,5 points)

2.1. Nommer cette forme de stockage du glucose dans les muscles striés et décrire succinctement sa structure biochimique

La forme moléculaire de stockage du glucose est le glycogène. C'est un polymère de glucose, il est formé d'une chaîne principale d'unités glucose unies entre elles par des liaisons alpha 1-4 et présentant des ramifications alpha 1-6. C'est une molécule très dense et donc de haut poids moléculaire.

Dans les cellules musculaires, le glucose est oxydé en deux molécules de pyruvate. A partir de cet intermédiaire métabolique, on observe deux voies possibles : un métabolisme aérobie ou un métabolisme anaérobie lactique.

2.2. *Nommer et localiser dans la cellule la voie métabolique conduisant à l'oxydation d'une molécule de glucose en deux molécules de pyruvate.*

2.3. *Ecrire l'équation de la réaction conduisant à la production d'acide lactique à partir du pyruvate (formules, enzyme et coenzyme attendus).*

Quel est l'intérêt biochimique de cette réaction lors du métabolisme anaérobie du glucose ? Combien de molécules d'ATP sont produites à cette occasion ?

2.2. Nommer et localiser dans la cellule la voie métabolique conduisant à l'oxydation d'une molécule de glucose en deux molécules de pyruvate

La voie conduisant à l'oxydation d'une molécule de glucose en 2 molécules de pyruvate est la glycolyse, elle a une localisation cytosolique (ou cytoplasmique).

2.3. Écrire l'équation de la réaction conduisant à la production d'acide lactique à partir du pyruvate (formules, enzyme et coenzyme attendus). Quel est l'intérêt biochimique de cette réaction lors du métabolisme anaérobie du glucose ? Combien de molécules d'ATP sont produites à cette occasion ?

Équation conduisant à la production d'acide lactique à partir du pyruvate :



L'intérêt métabolique de cette réaction est la réoxydation des NADH,H⁺ permettant la régénération des NAD⁺ indispensables à la continuité de la glycolyse en anaérobie. À cette occasion 2 molécules d'ATP sont produites.

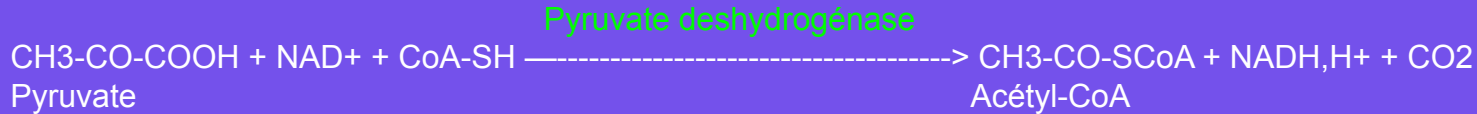
Dans le métabolisme aérobie, le pyruvate est transformé en un produit qui sera ensuite totalement oxydé dans le cycle de Krebs.

2.4. *Nommer ce produit et écrire la réaction correspondant à sa production à partir du pyruvate (enzyme et coenzyme attendus).*

2.5. *Etablir le bilan chimique de son oxydation complète par le cycle de Krebs.*

2.4. Nommer ce produit et écrire la réaction correspondant à sa production à partir du pyruvate (enzyme et coenzyme attendus).

Le produit obtenu à partir du pyruvate en aérobie est l'acétyl-coenzyme A



2.5. Établir le bilan chimique de son oxydation complète par le cycle de Krebs.

Bilan de l'oxydation complète de l'acétyl-CoA par le cycle de Krebs :



En aérobiose, les coenzymes réduits formés au cours des voies métaboliques rejoignent la chaîne respiratoire mitochondriale afin de synthétiser de l'ATP.

2.6. Sur le document 7 :

2.6.1. Compléter le titre et les légendes 1 à 8 (substrats et produits formés au cours de ce mécanisme).

2.6.2. Identifier la structure X et préciser le rôle des éléments F0 et F1.

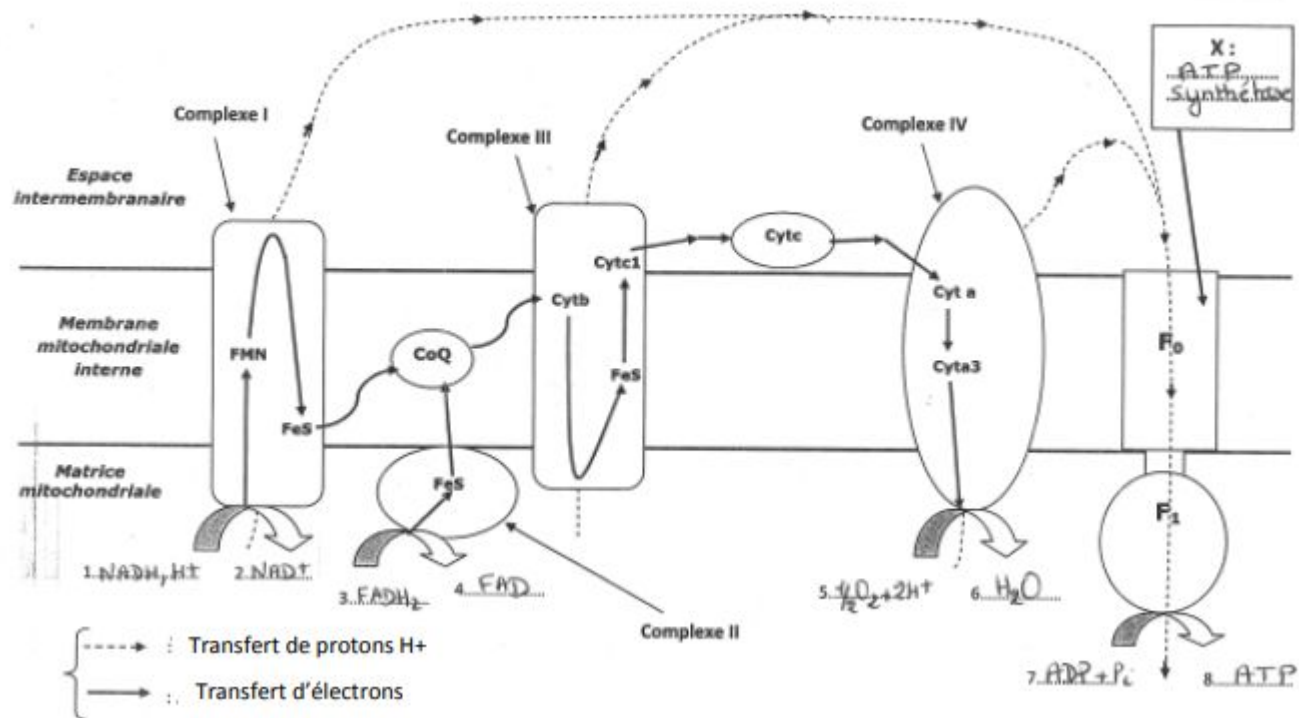
2.6.3. Compléter la légende indiquant à quel transfert ou mouvement correspondent les flèches pleines et en pointillé. Expliquer brièvement ces phénomènes et leur intérêt pour la cellule.

Le document 7 est à rendre avec la copie.

2.7. A l'aide des réponses fournies, établir, en le justifiant, le bilan énergétique de la dégradation d'une molécule de glucose en condition aérobie. Comparer ce bilan avec celui établi à la question 2.3. Conclure.

Document 7 (à rendre avec la copie)

Titre : CHAÎNE RESPIRATOIRE MITOCHONDRIALE



2.6.2. Identifier la structure X et préciser le rôle des éléments F0 et F1.

La structure X est l'ATP synthase (ou synthétase ou sphère pédonculée). F0 est le canal à protons et F1 est la sous-unité catalytique (ou enzymatique).

2.6.3. Compléter la légende indiquant à quel transfert ou mouvement correspondent les flèches pleines en pointillé. Expliquer brièvement ces phénomènes et leur intérêt pour la cellule.

Les flèches pleines correspondent au transfert de protons et les flèches pointillées au transfert d'électrons.

Explication

Les électrons issus de la réoxydation des coenzymes réduits parcourent la chaîne respiratoire jusqu'à l'accepteur final qui est l'oxygène donnant naissance à une molécule d'eau. Le déplacement des électrons génère une énergie électrochimique qui permet la translocation des protons H^+ de la matrice vers l'espace intermembranaire. Il se crée alors un gradient de protons générant une force protomotrice qui éjecte les protons vers la matrice à travers l'ATP synthétase (se comportant comme un canal à protons) et l'énergie restituée est utilisée pour la synthèse d'ATP par phosphorylation oxydative.

2.7. À l'aide des réponses fournies, établir, en le justifiant, le bilan énergétique de la dégradation d'une molécule de glucose en condition aérobie. Comparer ce bilan avec celui établi à la question 2.3. Conclure

Bilan énergétique de la dégradation d'une molécule de glucose en aérobie

- Glycolyse : glucose \rightarrow 2 pyruvates + 2 ATP + 2 NADH,H⁺
- Décarboxylation oxydative : 2 pyruvates \rightarrow 2 acétyl-CoA + 2 NADH,H⁺
- Cycle de Krebs : 2 acétyl-CoA \rightarrow 6 NADH,H⁺ + 2 FADH₂ + 2 GTP

Sachant que la réoxydation de NADH,H⁺ et de FADH₂ produisent respectivement 3 et 2 ATP et qu'un GTP produit 1 ATP par phosphorylation directe, le bilan se décompose comme suit :

- Glycolyse : 2 + 6 (2 x 3) = 8 ATP
- Décarboxylation du pyruvate : 2 x 3 = 6 ATP
- 2 tours de cycle de Krebs : 18 (6 x 3) + 4 (2 x 2) + 2 (2 x 1) = 24 ATP
- Soit un bilan énergétique total de : 8 + 6 + 24 = 38 ATP/Glucose

Conclusion Le rendement en anaérobie est bien inférieur (2 ATP) à celui en aérobie (38 ATP). L'aérobiose est une voie plus énergétique nécessitant un apport en oxygène et constitue une adaptation métabolique à l'activité physique.



Le rapport de stage