Devoir surveillé – ATP : origine de l'énergie de la contraction

Hydrolyse de l'ATP et régénération par la phosphocréatine ; glycolyse, cycle de Krebs et chaîne respiratoire localisés dans la cellule ; fermentation lactique ; rendement des deux voies ; part de chaque voie selon l'effort, fibres, entraînement, oxygénation et récupération ; un produit dopant, les stéroïdes anabolisants.

Durée : 120 min – Calculatrice interdite – Sur 20 points · Spe-svt Terminale

Nom : _____ Date : _____ Note : _____ / 20

Les réponses doivent être rédigées et justifiées. Soigne l'orthographe et la présentation.

Exercice 1 – Mobiliser ses connaissances : le sprint final d'une étape ★★ *(6 pts)*

Après quatre heures de course, une cycliste lance un sprint de 15 secondes pour gagner l'étape. Répondre en phrases rédigées ; le schéma est attendu à la question 2.

a) Expliquer pourquoi les fibres de ses muscles doivent régénérer l'ATP en permanence, et comment elles le régénèrent dans les toutes premières secondes du sprint.

b) Réaliser un schéma d'une cellule musculaire qui localise la glycolyse, le cycle de Krebs et la chaîne respiratoire, en indiquant pour chaque étape ce qui entre et ce qui sort (glucose, pyruvate, CO_2, O_2, H_2O, composés réduits, ATP).

c) Pendant le sprint, des fibres pourtant bien oxygénées produisent du lactate. Expliquer pourquoi, puis expliquer pourquoi cette voie ne peut pas être maintenue longtemps.

d) Une coéquipière envisage de prendre des stéroïdes anabolisants. Expliquer leur effet sur le muscle et citer trois risques pour sa santé.

Exercice 2 – Des cellules musculaires privées de dioxygène ★★★ *(6 pts)*

Des cellules musculaires en culture sont placées en normoxie (21 % de O_2) ou en hypoxie (1 % de O_2). On mesure leurs échanges, en $\text{nmol}\cdot\text{min}^{-1}$ pour un million de cellules. On retient 36 ATP par glucose respiré et 2 par glucose fermenté.

Condition	Glucose consommé	O_2 consommé	Lactate produit
Normoxie	7,5	42,0	1,0
Hypoxie	28,9	2,4	57,0

a) Identifier, en justifiant, la voie de régénération de l'ATP dominante dans chaque condition, et écrire l'équation-bilan de chacune des deux voies.

b) Montrer que la totalité du glucose consommé en normoxie est expliquée par les deux voies.

c) Calculer la quantité d'ATP régénérée par minute dans chaque condition, puis comparer les deux conditions.

d) Expliquer pourquoi les cellules en hypoxie produisent du lactate et consomment davantage de glucose.

Exercice 3 – Fibres lentes, fibres rapides et entraînement ★★★ *(8 pts)*

Document 1 — Deux types de fibres du muscle vaste externe de la cuisse (données simplifiées).

Caractéristique	Type I	Type II
Activité de la citrate synthase, enzyme du cycle de Krebs (u.a.)	46	13
Activité de la lactate déshydrogénase, qui réduit le pyruvate en lactate (u.a.)	110	370
Durée avant fatigue lors de stimulations répétées	plus de 1 h	environ 90 s

Document 2 — Dix semaines d'entraînement en endurance (données simplifiées). Le volume occupé par les mitochondries dans les fibres augmente de 35 %. À 15 km/h, la lactatémie d'un coureur passe de 4,8 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ avant l'entraînement à 2,4 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ après.

a) Identifier, en justifiant à l'aide de calculs simples, la voie de régénération de l'ATP dominante dans chaque type de fibre.

b) Expliquer la différence de résistance à la fatigue entre les deux types de fibres.

c) Calculer la variation de la lactatémie à 15 km/h, puis expliquer cette variation à l'aide du document 2.

d) Un coureur affirme : « mes fibres rapides ne respirent pas, elles ne font que fermenter ». Corriger cette affirmation.

Bon courage !

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).