

Devoir surveillé – Produire le mouvement : la cellule musculaire et l'origine de l'ATP

Structure de la cellule musculaire striée (myofibrilles, sarcomère, actine-myosine), mécanisme de la contraction, rôle du calcium, respiration et fermentation, sources d'ATP (programme de Terminale spécialité SVT)

Durée : 180 min – Sans document – Sur 20 points · Terminale

Nom : _____

Date : _____

Note : _____ / 20

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

Exercice 1 – La fibre musculaire, une cellule qui se raccourcit (5 pts)

- a) Une myofibrille d'une fibre du quadriceps mesure 2,8 cm au repos ; ses sarcomères y mesurent 2,24 μm , avec une bande A de 1,54 μm . Calculer le nombre de sarcomères placés en série dans cette myofibrille.
- b) Lors d'une contraction, chaque sarcomère mesure 1,98 μm . Calculer le raccourcissement de la myofibrille, en centimètres puis en pourcentage de sa longueur de repos.
- c) Calculer la longueur totale des bandes I d'un sarcomère au repos puis pendant la contraction.
- d) Un élève affirme : « la bande A garde la même longueur, donc la myosine ne participe pas à la contraction ». Expliquer l'erreur.
- e) Expliquer, à l'échelle moléculaire, comment le sarcomère se raccourcit sans qu'aucun filament ne raccourcisse.

Exercice 2 – Le calcium, déclencheur de la contraction (5 pts)

- a) On injecte dans une fibre isolée de l'aequorine, protéine qui émet de la lumière en présence d'ions Ca^{2+} , puis on stimule la fibre à $t = 0$. La luminescence apparaît à 2 ms, est maximale à 8 ms et disparaît vers 45 ms ; la tension de la fibre apparaît à 6 ms, est maximale à 52 ms et revient à zéro vers 150 ms. Décrire la chronologie des deux phénomènes.
- b) Montrer que ces résultats sont compatibles avec un rôle déclencheur du Ca^{2+} , et préciser leur limite.
- c) Préciser l'origine des ions Ca^{2+} détectés et l'événement qui provoque leur libération.
- d) Expliquer le rôle des ions Ca^{2+} à l'échelle des myofilaments.
- e) Expliquer pourquoi le relâchement de la fibre nécessite, lui aussi, de l'ATP.

Exercice 3 – Respiration ou fermentation ? Cellules musculaires en culture

(5 pts)

- a) 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 $nmol \cdot min^{-1}$ pour 10^6 cellules :

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

Identifier, en justifiant, la voie métabolique dominante dans chaque condition.

- b) Écrire les équations-bilans des deux voies.
 c) Montrer que la totalité du glucose consommé en normoxie est expliquée par les deux voies.
 d) Calculer la quantité d'ATP régénérée par minute dans chaque condition (36 ATP par glucose respiré, 2 par glucose fermenté) et comparer.
 e) Expliquer pourquoi les cellules en hypoxie produisent du lactate et consomment davantage de glucose.

Exercice 4 – Fibres lentes, fibres rapides et entraînement

(5 pts)

- a) Caractéristiques de deux types de fibres du muscle vaste externe :

Caractéristique	Type I	Type II
Volume occupé par les mitochondries (% du volume de la fibre)	7,2	2,6
Myoglobine	abondante	rare
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

Identifier, en justifiant, 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) Dans ce muscle, les fibres de type I représentent 24 % des fibres chez un sprinteur et 81 % chez un marathonien. Relier ces compositions aux disciplines pratiquées.
 d) Après 10 semaines d'entraînement en endurance, le volume mitochondrial des fibres augmente de 35 %. Prévoir et expliquer l'effet sur la lactatémie mesurée à une même vitesse de course.
 e) Expliquer en quoi l'abondance de myoglobine favorise la voie dominante des fibres de type I.

Bon courage !