CORRECTION DÉTAILLÉE

Contraction musculaire, ATP et régénération de l’ATP : cycle actine-myosine et voies métaboliques

Terminale spécialité · 45 min

Les séries de résultats de ces exercices sont construites pour l'activité et ne proviennent pas d'une étude réelle.

Exercice 1 : correction

1. En A (Ca^{2+} présent), la fibre se raccourcit de 18 % et sa raideur est de 40. En C (Ca^{2+} absent, ATP présent), il n’y a aucun raccourcissement et la raideur est faible (10) : la fibre est relâchée. Le Ca^{2+} est donc nécessaire au déclenchement de la contraction. Il dégage les sites de liaison de l’actine et permet la formation des ponts d’union. L’ATP seul ne suffit pas.
2. En B, sans ATP, il n’y a aucun raccourcissement mais la raideur est maximale (100). Les têtes de myosine se sont attachées à l’actine, mais sans nouvelle molécule d’ATP elles ne peuvent pas se détacher ni se réarmer : le cycle est bloqué. L’ATP est donc nécessaire au **détachement** de la myosine et au réarmement de la tête, et pas seulement à un hypothétique « mouvement ». Sans lui, la fibre est rigide.
3. En D, l’ATP est présent mais son hydrolyse par la myosine est inhibée : pas de raccourcissement et raideur faible. Les têtes ne sont pas armées, donc ne se fixent pas efficacement et ne produisent pas de coup de force. La présence d’ATP ne suffit pas : il faut que la myosine l’hydrolyse pour que le cycle fonctionne.
4. Après la mort, la production d’ATP cesse. Comme en B, les ponts restent attachés, ce qui rend le muscle rigide. Limite : une fibre perméabilisée placée dans une solution contrôlée n’est pas un muscle entier dans un organisme (pas de commande nerveuse, pas de circulation), et la durée de 10 s ne dit rien sur d’autres durées.

Critères de réussite : comparaisons par paires avec valeurs citées, distinction claire entre détachement, armement et fixation, et une limite précise.

Exercice 2 : correction

1. Créatine phosphate consommée : 20,0 − 9,0 = 11,0 mmol/kg. Lactate produit : 8,0 − 1,0 = 7,0 mmol/kg. Variation d’ATP : 4,6 − 5,0 = −0,4 mmol/kg.

2. ATP régénéré par la créatine phosphate : 11,0 mmol/kg. Par la fermentation lactique : 7,0 mmol/kg (1 ATP par lactate). Par la respiration : 0,4 × 5 = 2,0 mmol/kg. Total régénéré : 11,0 + 7,0 + 2,0 = 20,0 mmol/kg. L'ATP consommé est égal à l'ATP régénéré plus la baisse du stock : 20,0 + 0,4 = 20,4 mmol/kg en 10 s, soit 2,04 mmol/kg/s.
3. Parts : 11,0/20,0 = 55 %, 7,0/20,0 = 35 %, 2,0/20,0 = 10 %. Ces valeurs coïncident avec la ligne « 10 s » du Document 1. Débits : 1,1 mmol/kg/s pour la créatine phosphate, 0,7 pour la fermentation et 0,2 pour la respiration.
4. Durée : 5,0 / 2,04 ≈ 2,5 s. Le stock d'ATP seul serait épuisé en environ 2,5 s. Pourtant il ne baisse que de 0,4 mmol/kg, soit 8 % (0,4/5,0). L'ATP est donc régénéré presque aussi vite qu'il est consommé : sa concentration reste quasi constante grâce aux voies de régénération.

Critères de réussite : unités présentes, différence faite entre ATP consommé et ATP du stock, cohérence entre les deux documents vérifiée.

Exercice 3 : correction

1. La créatine phosphate passe de 55 % à 2 %, la fermentation lactique augmente jusqu'à 50 % à 30 s puis diminue jusqu'à 13 %, la respiration passe de 10 % à 85 %. La voie dominante est la créatine phosphate à 10 s et la respiration à 300 s.
2. Fermentation : 90/2 = 45 mmol de glucose. Respiration : 90/30 = 3 mmol de glucose. Rapport : 45/3 = 15. La fermentation utilise 15 fois plus de glucose pour la même quantité d'ATP : elle ne peut pas être la voie unique d'un effort long.
3. À 10 s, le besoin est de 2,04 mmol/kg/s. La créatine phosphate fournit 1,1 mmol/kg/s et la respiration seulement 0,2 : la première a un débit environ 5,5 fois supérieur, ce qui compense son stock limité. Au rythme de 1,1 mmol/kg/s, les 9,0 mmol restantes durent environ 8 s : la part de cette voie s'effondre ensuite. À 300 s, le besoin par seconde est plus faible et la durée plus longue : le rendement élevé de la respiration et l'économie de glucose la rendent dominante.
4. L'affirmation est abusive. Une part de 13 % de fermentation coexiste avec 85 % de respiration, donc avec du dioxygène utilisé : le lactate n'est pas la preuve d'un manque de dioxygène. Les documents ne mesurent ni la fatigue ni un effet du lactate : au mieux il y a corrélation, pas causalité démontrée. Les données sont simplifiées, moyennes, et ne valent pas pour tout individu ni toute situation (entraînement, type de fibres). Elles ne permettent aucune recommandation personnelle.

Critères de réussite : calculs justes avec unités, utilisation conjointe de débit, durée et rendement, distinction nette entre corrélation et causalité, et mention des limites des données.

Page de la ressource : https://svtlab.fr/ressources/contraction-musculaire-atp-terminale/

Sources du cadre pédagogique :

Programme et ressources Éduscol : https://eduscol.education.gouv.fr/5835/programmes-et-ressources-en-sciences-de-la-vie-et-de-la-terre-voie-gt