

LE FONCTIONNEMENT DU MUSCLE STRIÉ SQUELETTIQUE. (RESUMÉ)

⇒ LES PROPRIÉTÉS DU MUSCLE.

Le muscle possède **3 propriétés** qui sont :

✍ **L'excitabilité** (*c'est la propriété de répondre par sa réponse naturelle à toute excitation efficace*).

✍ **La contractilité** (*c'est la faculté du muscle à se raccourcir*).

✍ **L'élasticité** (*Propriété de se laisser allonger par traction et de revenir à sa position première*).

⇒ DETERMINER ET INTERPRETER LES DIFFERENTS ASPECTS DE LA CONTRACTION MUSCULAIRE.

La contraction musculaire revêt **4 aspects** : les **aspects mécaniques**, les **aspects électriques**, les **aspects thermiques** et les **aspects biochimiques**.

❖ **Les aspects mécaniques** : Le dispositif expérimental permettant d'enregistrer les réponses du muscle est le **myographe** et l'enregistrement obtenu est le **myogramme**.

⇒ Suite à une excitation isolée et efficace on obtient une **secousse musculaire isolée**, qui se compose de plusieurs phases :

- Un **temps de latence** (*qui correspond au temps mis par l'influx nerveux pour passer du nerf au muscle*)

- Une **phase de contraction** (*qui correspond à la période au cours de laquelle le muscle se raccourcit*.)

- Une **phase de relâchement** (*qui correspond à la période au cours de laquelle le muscle reprend ses dimensions initiales*.)

⇒ Suite à plusieurs excitations successives d'intensité croissante, la réponse du muscle obéit au **phénomène de sommation**.

⇒ En fonction du moment de l'excitation, on obtient :

✍ Soit un **tétanos parfait** (***fusions complètes des secousses** qui se traduit par un plateau rectiligne*), les différentes stimulations sont portées pendant la phase de contraction des secousses précédentes.

✍ Soit un **tétanos imparfait** (***fusions incomplètes des secousses** qui se traduit par une courbe en dents de scie*), les différentes stimulations sont portées pendant la phase de relâchement des secousses précédentes.

⇒ L'influence de la **fatigue musculaire** sur la réponse du muscle, se traduit par une courbe caractéristique : la courbe de la fatigue musculaire présente (***une amplitude faible, une durée de contraction et de relâchement plus longue***.)

❖ **Les aspects électriques** : comme la fibre nerveuse, la fibre musculaire possède un **PM** $\approx$ - 90mV et un **PA** ou Electromyogramme (EMG) qui se situe entièrement pendant la phase de latence du myogramme : on dit de ce fait que **les phénomènes électriques précèdent les phénomènes mécaniques**.

❖ **Les aspects thermiques** : un muscle en contraction dégage de la chaleur qui se répartit en :

- **Chaleur initiale** : elle se produit pendant la phase de contraction et se subdivise en ♦ *chaleur de contraction* et ♦ *chaleur de relâchement*.

- **Chaleur retardée** : elle est de faible amplitude et de longue durée et se dégage après la

contraction, elle correspond à la restauration des composés phosphorisés.

❖ **Les aspects biochimiques** : pendant la contraction on note :

- Une **augmentation** ↗ de la **consommation d'O₂** (dioxygène) et du **Glucose** (ces molécules sont des principales molécules qui interviennent dans la production d'énergie nécessaire au fonctionnement du muscle)

- Une **diminution** ↘ du **glycogène musculaire** (La diminution de la quantité de glycogène est due à la décomposition de celui-ci en molécules de glucose pour la production d'énergie grâce au phénomène de la **glycogénolyse** (dégradation du glycogène en glucose).

- L'**augmentation** ↗ de la quantité de **CO₂ rejeté** et l'**accumulation** de l'**acide lactique** (montrent que le muscle produit des déchets due à l'utilisation du glucose et du dioxygène au cours de son activité)

- Une **utilisation** de l'**ATP** (La quantité d'ATP reste constante avant et après la contraction musculaire parce qu'elle est régénérée ou renouvelée.)

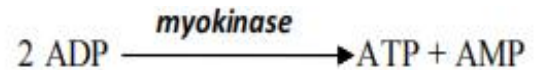
Malgré son utilisation pendant la contraction, la quantité de l'**ATP** reste constante ce qui s'explique par une **restauration** ou une **régénération** de la quantité utilisée. Cette restauration se fait selon **2 types de voies métaboliques** :

✍ **Les voies rapides** (La voie de la **myokinase** et La voie de la **phosphocréatinekinase**).

✍ **Les voies lentes** (La voie **aérobie** ou **oxydation respiratoire** et La voie **anaérobie** ou **fermentation**).

❖ **Les 2 voies métaboliques rapides ou voies directes** :

- La **voie de la myokinase** (deux molécules de d'ADP produisent de l'ATP sous l'action de la myokinase) dont l'équation globale est la suivante :

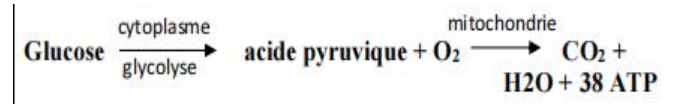


- La **voie de la phosphocréatinekinase** (Une molécule d'ADP et de la phosphocréatine) dont l'équation globale est la suivante :



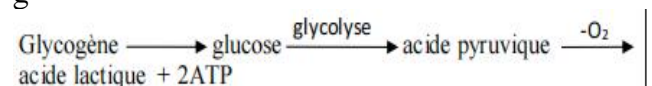
❖ **Les 2 voies métaboliques lentes ou voies indirectes** :

- La **voie aérobie** (En présence d'une quantité suffisante d'oxygène) ou **oxydation respiratoire**, qui débute dans le **hyaloplasme** et se termine dans la **mitochondrie** (**le cycle de Krebs**) ; son équation globale est la suivante :



NB : La production d'ATP est élevée (**38 ATP**) car la dégradation du glucose est **totale**.

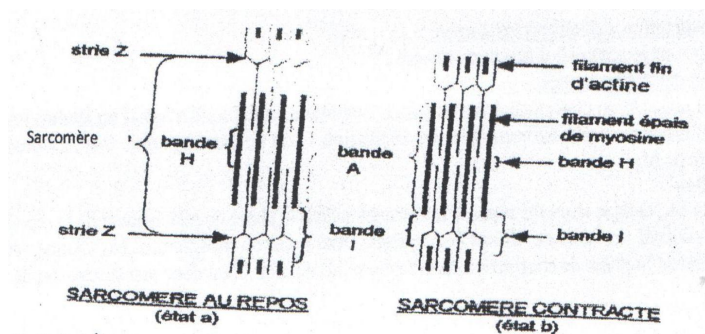
- La **voie anaérobie** (En absence ou insuffisance d'oxygène) ou **fermentation** qui se déroule uniquement dans le **hyaloplasme** ; son équation globale est la suivante :



NB : Production d'une faible quantité d'ATP (**2ATP**), car la dégradation du glucose est **partielle**.

⇒ DECRIRE LA STRUCTURE DU MUSCLE, L'ULTRA STRUCTURES DE LA FIBRE MUSCULAIRE.

- ✍ Le muscle **strié squelettique** est composé de fibre musculaire elle-même constitue de myofibrilles. Chaque myofibrille est une succession de sarcomère.
- ✍ Le **sarcomère** est l'unité contractile de la fibrille musculaire, il est limité par 2 stries **Z** consécutives.
- ✍ Le sarcomère est formé de deux types de protéines contractiles : les **filaments fins d'actine*** et les **filaments épais de myosine***.



⇒ LE PASSAGE DU SARCOMERE AU REPOS OU RELACHE AU SARCOMERE EN ACTIVITE OU CONTRACTE SE CARACTERISE PAR :

- Le raccourcissement de la zone H (*la partie du sarcomère constituée uniquement de filament de myosine*)
- La diminution du sarcomère (*rapprochement des stries Z*)
- La réduction de la longueur de la bande claire ou bande I (*c'est la région qui est constituée uniquement de filaments fins d'actine*)
- La constance de la longueur de la bande sombre ou bande A (*c'est la région qui contient à la fois des filaments d'actine et des filaments de myosine.*)

- La longueur de l'actine et de la myosine ne change pas.

⇒ EXPLIQUER MECANISME DE LA CONTRACTION MUSCULAIRE.

Pendant la contraction, il y a glissement des myofilaments fins d'actine par rapport aux myofilaments épais de myosine ;

↳ **Au repos** : dans une myofibrille au repos, la tropomyosine cache le site d'attachement actine-myosine.

↳ **En activité** : Le mécanisme de la contraction musculaire s'effectue en **trois phases** :

① la phase d'attachement, ② la phase de pivotement (ou de glissement) et ③ la phase de détachement (ou de relaxation)

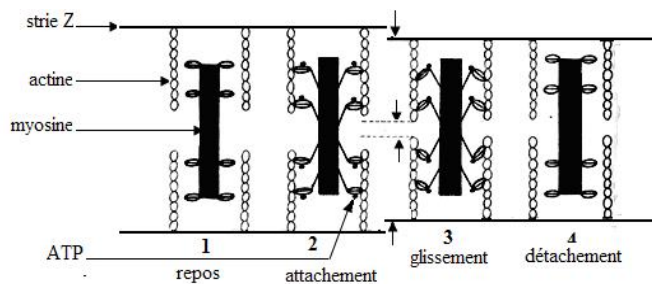
♣ **La phase d'attachement** : l'excitation de la fibre musculaire ⇒ *la libération de Ca^{2+} par le réticulum sarcoplasmique ; ces ions Ca^{2+} se fixent sur les troponines qui se déforment et repoussent les tropomyosines ⇒ *la libération des sites d'attachement, accompagnée de la fixation de molécules d'ATP sur les têtes de myosine qui se déforment à leur tour et s'attachent à l'actine : c'est la formation des **ponts acto-myosine**.

♣ **La phase de pivotement** : En présence d'ions Mg^{2+} , la myosine activée par l'actine, hydrolyse l'ATP et libère du phosphate inorganique (Pi). Ce Pi libéré se fixe sur les têtes de myosine qui se déforment à nouveau en pivotant. L'actine, entraînée dans ce mouvement, glisse le long de la myosine ⇒ *le raccourcissement du sarcomère ⇒ *c'est la phase de contraction

♣ **La phase de détachement** : La fixation de nouvelles molécules d'ATP sur les têtes de

myosine s'accompagne de la réabsorption active des ions Ca^{2+} par le réticulum sarcoplasmique $\Rightarrow$ *le détachement.

Le retour à l'état initial des myofilaments d'actine et de myosine n'est possible que grâce à la contraction des fibres antagonistes : *c'est la relaxation.



SCHEMA DU MECANISME DE LA CONTRACTION

1-état au repos (*la tropomyosine cache le site d'attachement actine myosine*)

2-attachement (*2 conditions sont nécessaire : – Ca^{2+} se fixe sur la troponine – ATP se fixe sur la tête de myosine*)

3-Glissement (*la myosine activée par l'actine hydrolyse l'ATP ; « Pi » se fixe sur la myosine qui bascule entraînant l'actine.*)

4-détachement (*– Ca^{2+} réabsorbé activement par le réticulum – nécessité d'une nouvelle molécule d'ATP*)

BON A SAVOIR

Chez l'homme, les muscles occupent **entre 45 et 50% de la masse corporelle totale**. Il existe trois types de muscles :

- les **muscles striés squelettiques** qui sont rattachés aux os, permettant les mouvements et qui sont sous le contrôle du système nerveux central.
- les **muscles lisses** et le **muscle cardiaque** qui sont sous le contrôle du système nerveux végétatif (orthosympathique ou parasympathique).

Les muscles striés squelettiques sont les organes actifs des mouvements : **ce sont les effecteurs**. Ils sont capables de se contracter sous l'effet d'une stimulation, c'est à dire transformer une énergie chimique en une énergie mécanique.

EXERCICE

Les définitions ci-dessous se rapportent au muscle strié squelettique

1 : Structure organique contractile formée de fibrilles et qui assure les mouvements.

2 : Enregistrement d'une activité mécanique.

3 : Réaction du muscle à une excitation efficace.

4 : Contraction musculaire soutenue.

5 : Unité fonctionnelle du muscle.

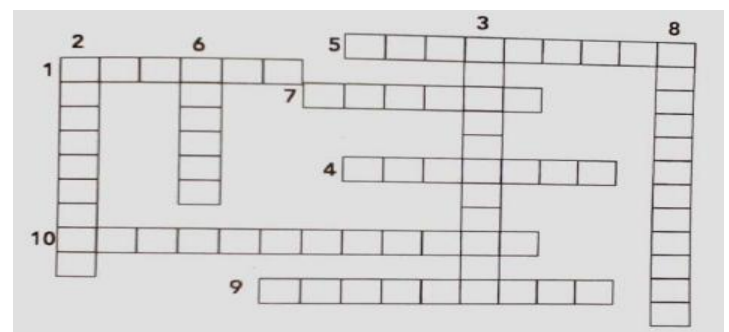
6 : Qualificatif donné à la bande constituée uniquement de filaments d'actine.

7 : Protéine constitutive de la fibre musculaire.

8 : Propriété du muscle.

9 : Enzyme qui intervient lors de la régénération rapide de l'ATP.

10. Siège des oxydations respiratoires



Remplis les grilles ci-dessus par les mots par les mots correspondants aux définitions en te référant aux chiffres