

ENERGIE ET MUSCULE

La contraction musculaire

Dans une cellule musculaire, la conversion d'énergie chimique en énergie mécanique se fait grâce à des interactions moléculaires entre myosine, actine et ATP. Ces interactions génèrent le glissement des myofilaments d'actine et de myosine, donc la contraction. L'hydrolyse de l'ATP par la myosine liée à l'actine est une réaction chimique qui libère de l'énergie, ce qui rend possible le glissement relatif des myofilaments donc la production d'énergie mécanique. On parle de couplage chimio-mécanique.

C'est le glissement des filaments d'actine et de myosine qui rapproche les 2 stries Z et raccourcit le sarcomère. Ce glissement s'effectue par une succession de cycles au cours desquels les têtes de myosine s'attachent aux filaments d'actine, pivotent et exercent une traction sur ceux-ci.

La suite des événements peut, en première approximation, être découpée en quatre étapes :

1. Au repos, la myosine est couplée à de l'ADP et du phosphate inorganique (Pi). Après démasquage des sites de liaison de la myosine portés par l'actine en présence de calcium, les têtes de myosine vont se lier à l'actine.
2. Le départ du phosphate inorganique, puis de l'ADP, va stabiliser la liaison actine-myosine et entraîner un changement de conformation de la myosine. Myosine et actine étant liées, ce changement de conformation va entraîner un mouvement relatif entre filaments fins et filaments épais. La configuration obtenue, stable en absence d'ATP.
3. La liaison d'une molécule d'ATP sur la tête de myosine entraîne la dissociation de la liaison actine-myosine.
4. Enfin l'hydrolyse de cet ATP en ADP + Pi entraîne un changement de conformation de la myosine : l'angle formé par la tête et la queue de myosine revient à sa valeur initiale. Au final, la tête de myosine s'est donc déplacée vers l'extrémité du filament d'actine.

La Glycolyse et L'énergie

Les réactions de respiration faisant suite à la glycolyse se déroulent dans les mitochondries, petits organites à double membrane dispersés dans le cytoplasme. La glycolyse consiste en une série de réactions anaérobies se déroulant dans le cytoplasme. Elle consiste en l'oxydation du glucose qui donne finalement deux molécules d'acide pyruvique, ainsi que deux molécules d'ATP et deux molécules de transporteurs réduits.

Au cours de la fermentation, anaérobie, l'acide pyruvique est dégradé en une autre molécule organique, telle que l'éthanol (fermentation alcoolique) ou l'acide lactique (fermentation lactique). L'acide pyruvique pénètre dans la mitochondrie, où il subit une série de décarboxylations (réactions conduisant à la libération de CO_2) et de déshydrogénations. Les six molécules de carbone initialement présentes dans le glucose se retrouvent finalement dans des molécules de CO_2 : il y a minéralisation du carbone organique.

Au cours de la respiration, la dégradation d'une molécule de glucose en CO_2 conduit à la formation de 38 ATP : 2 proviennent de la glycolyse (voir plus haut) et 36 proviennent de la réoxydation des transporteurs dans la mitochondrie.

Le Métabolisme cellulaire

Le métabolisme s'exprime, au niveau cellulaire, par un ensemble de réactions chimiques. L'ensemble des réactions d'une voie métabolique peut s'expliquer par un mécanisme d'oxydoréduction. Dans une réaction d'oxydoréduction, les électrons perdus pendant l'oxydation sont utilisés pour la réduction : ces réactions s'effectuent toujours en couple.

On peut décrire deux voies métaboliques principales :

- Les fermentations se déroulent dans le cytosol, et sont le plus souvent anaérobies : elles se déroulent sans avoir besoin de dioxygène. Elles comportent un petit nombre de réactions: ce sont des voies métaboliques courtes. Elles sont donc rapides mais la dégradation du substrat (par oxydation) reste incomplète. Leurs résidus organiques sont divers (par exemple : éthanol, ou acide lactique) et intimement liés à l'équipement enzymatique de la cellule considérée.
- La respiration, au contraire, est une voie métabolique longue dont le siège est dans les mitochondries. Bien que plus lente que les fermentations, elle aboutit à une oxydation complète du substrat organique en CO_2 et H_2O : on dit que ce substrat est minéralisé (en effet le CO_2 n'est pas une molécule organique). Le grand nombre de réactions mises en jeu explique une plus grande production d'ATP que les fermentations. Enfin, il est à noter qu'elle nécessite un apport de dioxygène O_2 .

Le Muscle Strie

Les muscles sont des organes chargés de convertir l'énergie chimique en énergie mécanique. Les muscles striés ont une structure remarquablement organisée basée sur la répétition d'un motif structural, appelé sarcomère, composé de deux sortes de filaments : les filaments fins et les filaments épais.

Les filaments fins sont constitués de plusieurs types de molécules, l'actine, la tropomyosine et la troponine. L'actine monomérique (ou actine G). Les filaments d'actine sont composés de deux chaînes linéaires qui s'enroulent l'une autour de l'autre pour former une double hélice. La tropomyosine est une protéine allongée homodimérique ou hétérodimérique.

Les filaments épais sont essentiellement constitués d'une espèce moléculaire, la myosine II. Plusieurs centaines de molécules de myosines II s'assemblent pour former un filament épais. Les parties caudales de ces molécules sont rassemblées parallèlement.

La contraction musculaire correspond à un raccourcissement des sarcomères dû au glissement relatif des filaments d'actine et de myosine : les deux disques Z délimitant un sarcomère se rapprochent l'un de l'autre. Ce phénomène se produisant simultanément pour tous les sarcomères de la cellule, il en résulte un raccourcissement global de la cellule musculaire. Ainsi, l'évènement déclenchant de la contraction musculaire est une augmentation de la concentration intracellulaire en calcium.