

2. LES FORCES SONT EXERCEES PAR LA CONTRACTION DES MUSCLES

La fibre musculaire : une cellule différenciée

Une fibre musculaire squelettique est constituée d'un ensemble de cellules dont les cytoplasmes sont confondus, ou syncytium. Le cytoplasme, ou sarcoplasme, contient de nombreux filaments protéiques de natures différentes, organisés de façon répétitive, ce qui se traduit à l'échelle du microscope optique sous forme d'une striation transversale. L'unité de constitution de cette structure répétitive forme un sarcomère, limité par deux stries Z.

Les filaments protéiques sont regroupés en paquets entourés de réticulum allant d'une strie Z à la suivante. Au niveau des stries Z circule un réseau de tubules transverses provenant de l'invagination de la membrane. L'ensemble tubule transverse et réticulum constitue le système T.

Transmission du message nerveux à la fibre musculaire

L'information est véhiculée le long des fibres motrices a sous forme d'une succession de potentiels d'action. Au niveau présynaptique, il y a libération d'acétylcholine qui vient se fixer sur des récepteurs postsynaptiques. La combinaison médiateur-récepteur entraîne une dépolarisation locale ou Potentiel de Plaque Motrice (PPM) qui a toujours une amplitude suffisante pour provoquer la formation d'un potentiel d'action.

Cette synapse particulière réalise donc un codage 1 pour 1 (un potentiel d'action sur la fibre motrice pour un potentiel d'action sur la fibre musculaire qu'il innerve). Ainsi le codage réalisé au niveau du système nerveux central est directement répercuté, sans modification, au niveau du système d'exécution.

Le potentiel d'action musculaire libère du Ca^{2+}

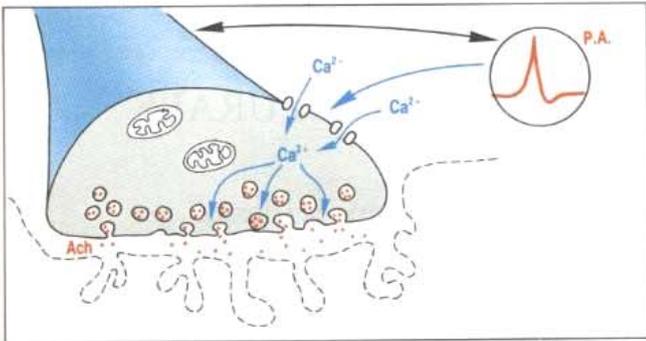
Le potentiel d'action musculaire, propagé de façon régénérative le long de la membrane de la fibre, est conduit de façon électrique le long des tubules transverses. Ces courants électriques activent un récepteur localisé sur la membrane du tubule T qui, à son tour, active un récepteur situé sur la membrane du réticulum. Ce dernier récepteur, activable artificiellement par la ryanodine, laisse alors diffuser le Ca^{2+} depuis le réticulum vers le sarcoplasme. Le Ca^{2+} se fixe sur la troponine qui se dégage des filaments d'actine, et entraîne avec elle les filaments de tropomyosine. Ceci libère l'ensemble des sites de fixation de la myosine sur les molécules d'actine. Les têtes de myosine se fixent alors sur les molécules d'actine en face desquelles elles se trouvent.

L'hydrolyse de l'ATP permet le mouvement relatif des filaments

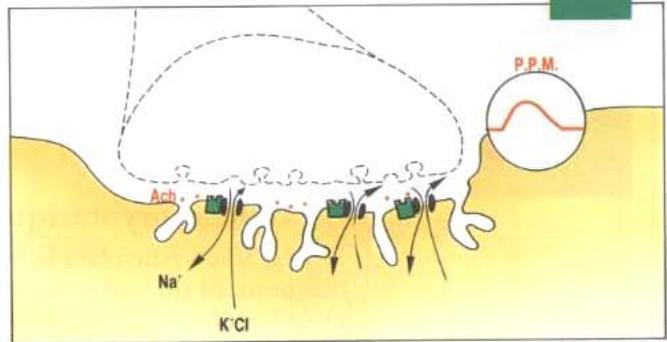
La combinaison d'une tête de myosine avec une molécule d'actine constitue un site ATPasique capable de récupérer l'énergie d'hydrolyse de l'ATP pour permettre un mouvement de la tête de myosine. Ce mouvement élémentaire provoque un glissement des filaments les uns par rapport aux autres ou, si la résistance au mouvement est trop importante, le développement d'une force. Lorsque la membrane n'est plus excitée, une pompe à Ca^{2+} , située dans la membrane du réticulum, réincorpore cet ion dans la cavité du réticulum.

L'ATP : plaque tournante du métabolisme énergétique

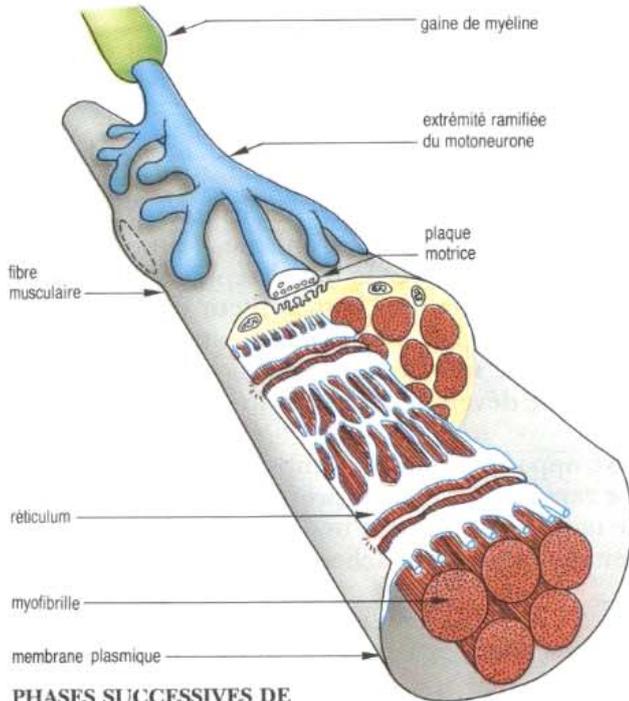
Bien que la contraction musculaire consomme de l'énergie sous forme d'hydrolyse de l'ATP, la concentration en cette molécule ne varie pas au cours d'une contraction. L'ATP est en effet automatiquement régénéré après sa consommation, à partir d'une molécule plus « riche en énergie » : la phosphocréatine. Dès le début d'un exercice musculaire, mais aussi après celui-ci, divers processus métaboliques reconstituent le stock de phosphocréatine à partir de métabolites intermédiaires ou des réserves musculaires en glycogène.



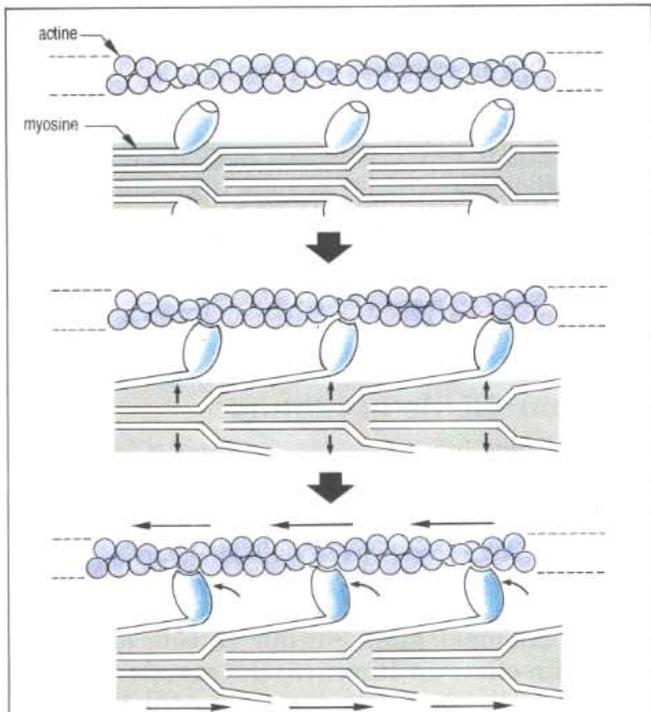
1 - Le potentiel d'action, sur la fibre motrice, provoque l'ouverture d'un canal. Ce dernier provoque à son tour la libération de l'acétylcholine au niveau de la transmission synaptique.



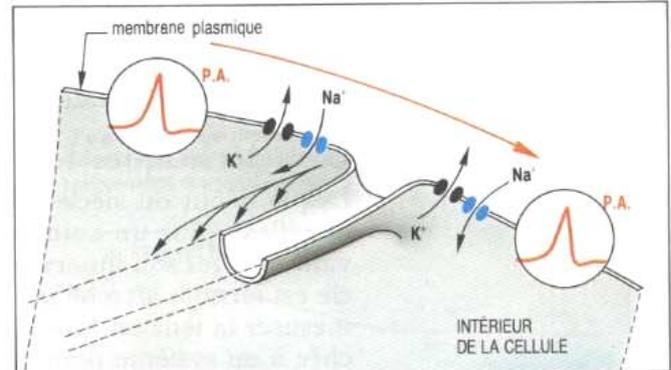
2 - L'acétylcholine se fixe sur un récepteur postsynaptique, ce qui entraîne l'ouverture de canaux non spécifiques. Les courants qui apparaissent dépolarisent la membrane. C'est le potentiel de plaque motrice sur lequel se greffe un potentiel d'action.



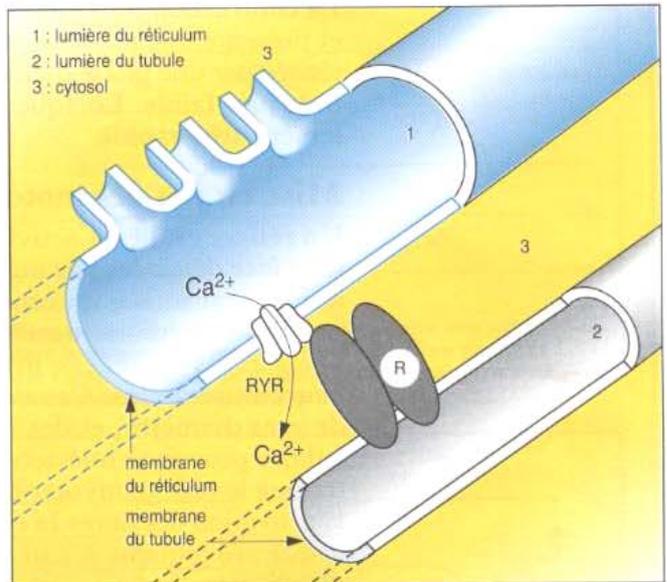
PHASES SUCCESSIVES DE L'ACTIVATION DE LA FIBRE MUSCULAIRE.



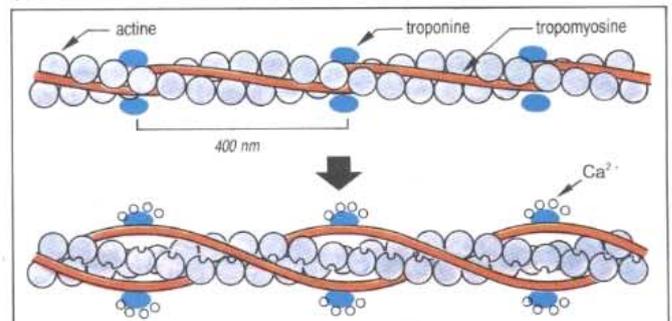
6 - Les têtes de myosine se fixent alors sur l'actine, et permettent le glissement des filaments les uns par rapport aux autres. L'énergie nécessaire à ce déplacement provient de l'hydrolyse de l'ATP.



3 - Le potentiel d'action est propagé de façon régénérative le long de la membrane, puis de façon électrique au niveau des tubules transverses.



4 - À ce niveau, les courants provoquent l'activation d'une phospholipase C (PLC) qui convertit le phospho-inositol (PI) en diacylglycérol (DAG) et en inositol-triphosphate (IP3), lequel provoque l'ouverture d'un canal Ca^{2+} , et le passage de cet ion du réticulum dans le hyaloplasme.



5 - Le calcium se fixe sur la troponine, ce qui dégage les filaments de tropomyosine des sites de fixation de l'actine.