

FONCTIONNEMENT ELECTRIQUE DU COEUR ET ECG

MUSCLES STRIÉS ET LISSES

Petit cours assez léger, un des plus petits de la physio, plutôt cool à faire je trouve et qui est facilement résumé par le tableau récap à la fin (sur lequel le prof semble essentiellement se baser pour faire ses QCMs. Donc pas de prise de tête c'est surtout des propriétés à savoir plus que de la compréhension, donc apprenez-les et ça vous fera des point faciles à avoir si des QCMs tombent dessus. J'ai repris bien largement les fiches des années précédentes vu qu'ils s'agit de la même vidéo et qu'elles étaient juste excellentes, je vais pas changer une équipe qui gagne. Sur ce, on commence, courage !

Vous pouvez trouver la vidéo (7min15) dans la partie "D. Fonctionnement électrique du cœur et électrocardiogramme"(c'est la dernière)

On va comparer le fonctionnement des **cellules musculaires striées et lisses**. Les deux sont des cellules excitables. Les cellules du muscle strié squelettique permettent la mobilité du squelette tandis que celles du **muscle lisse** permettent la mobilité des viscères et des vaisseaux.

C striées → **SQUELETTE** (ex : bouger les membres)

C lisse → **VISCERES** (ex : la nourriture se déplace dans ton intestin grâce à des contractions) / **VAISSEAUX** (ex : pour réguler la TA, vasoconstriction/dilatation)

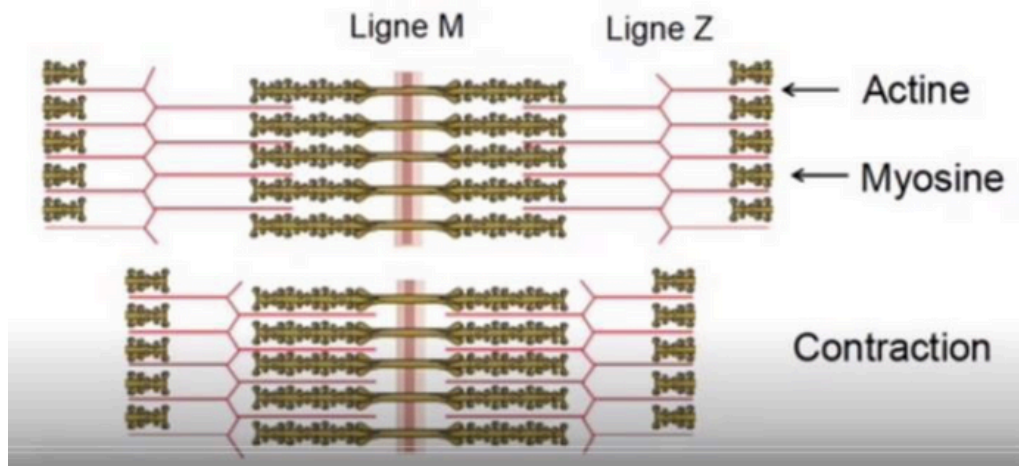
SCHÉMA FONCTIONNEL

MUSCLE STRIÉ

On dit que le muscle est **strié de par son architecture histologique**

On a un enchaînement de **lignes M** (au centre, M comme milieu) et de **lignes Z** (qui délimitent les sarcomères, vu en SVT au lycée sinon vous le reverrez en histo au S2).

Lorsque les filaments d'actine et les filaments de myosine coulissent les uns sur les autres, les **lignes Z** vont se rapprocher mutuellement et vont se rapprocher de la **ligne M**.



La dépolarisation de la membrane d'un myocyte entraîne sa contraction. (*Rappel : potentiel de repos environ = $-80mV$, on dépolarise donc on passe en positif*)

Et la contraction correspond en fait au glissement des myofilaments (*le prof dit myofibrilles, je pense que c'est une erreur/ un abus de langage*) les uns sur les autres avec la consommation d'ATP.

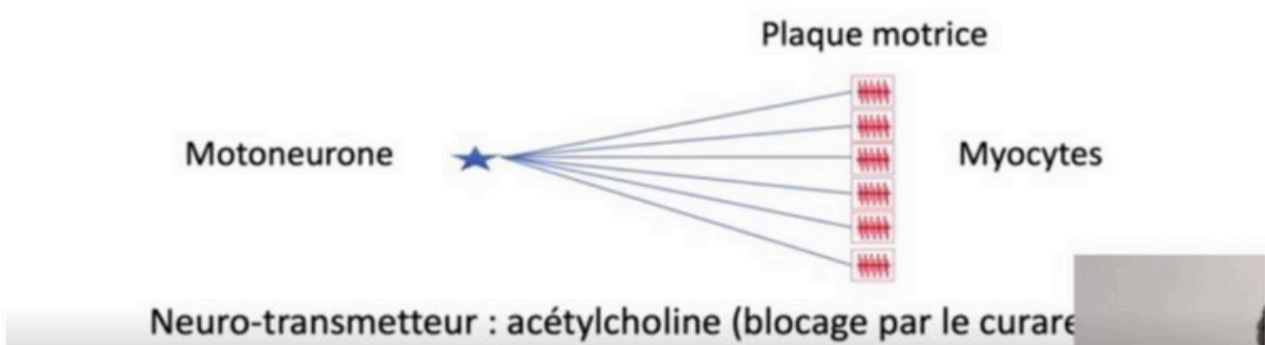
Tut'rappelles 💡

Rappels de SVT/teaser de l'histo pour mieux comprendre (*ce n'est pas dans le cours*) : le muscle strié squelettique a une structure en poupée russe (*les termes utilisés se ressemblent, faites attention à ne pas les confondre*). Du plus petit au plus grand/de l'intérieur vers l'extérieur, on a :

- Des **myofilaments** (d'actine et de myosine) qui coulissent les uns sur les autres en consommant de l'ATP → contraction à l'échelle moléculaire
- Des **myofibrilles** : les organites contractiles présents dans la cellule musculaire
- Des **fibres musculaires** = cellules musculaires = myocytes, ce sont des synonymes
- Des **faisceaux musculaires** = ensemble de fibres musculaires réunis par du tissu conjonctif

Les **muscles striés squelettiques** sont commandés par un **motoneurone**. Celui-ci se ramifie et va donner un prolongement sur chaque cellule musculaire striée au sein de ce qu'on appelle une **plaque motrice** (= \pm *synapse neuromusculaire*). Le neurotransmetteur entre le motoneurone et le myocyte est l'**acétylcholine**. Le site de fixation de l'acétylcholine est bloqué par les **curares** (*en gros on empêche la contraction des muscles striés squelettiques en donnant du curare au patient*).

Les myocytes innervés par un motoneurone forment une unité motrice.



L'ensemble des myocytes innervés par un même motoneurone forme une **unité motrice**.

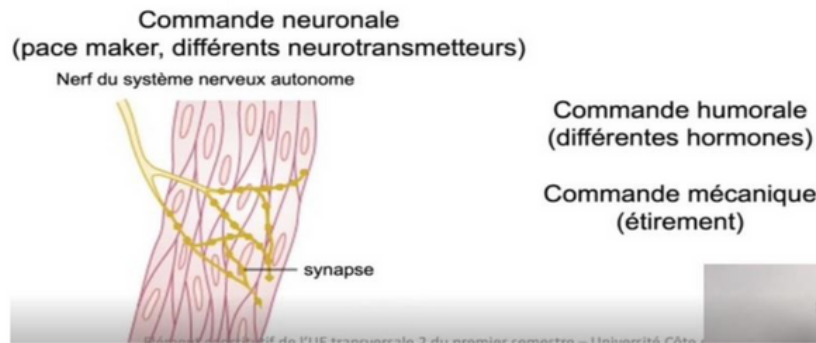
ATTENTION à ne pas confondre **PLAQUE** motrice et **UNITE** motrice !! ++

MUSCLE LISSE

Le **muscle lisse** est composé de filaments peu organisés de myosine et d'actine au sein de cellules en forme de fuseau qui comporte des corps denses (*en gros c'est des points d'ancrage pour nos filaments*).

Ces cellules sont reliées entre elles par des jonctions lâches qu'on appelle **gap junction**, qui permettent le passage de substances et la continuité de la dépolarisation membranaire.

Les cellules musculaires lisses ne sont **pas toutes innervées par un neurone**. Les neurones peuvent être des neurones **pace maker** et **différents neurotransmetteurs** permettent de transmettre l'information entre les neurones et les cellules musculaires lisses. De manière particulière, ces cellules lisses obéissent à une **commande humorale**, à **différentes hormones** et réagissent également à l'**étirement (commande mécanique)**.



3 commandes :

- **neuronale** → neurotransmetteur, neurone pace maker (des neurones qui créent SPONTANÉMENT un influx nerveux)
- **humorale** → différentes hormones
- **mécanique** → étirement

COMMANDE HUMORALE

MUSCLE STRIÉ SQUELETTIQUE

- Durée du potentiel d'action musculaire dépend du type de muscle : **10 ms** (*muscle oculaire précis*) à **100 ms** (*muscle postural*).
- Durée des potentiels d'action des motoneurones : **1 ms** (bien inférieur à celle des potentiels d'action musculaires) + **absence de période réfractaire** après le potentiel d'action du myocyte strié.

Tut'concentres !

Bien retenir que le PA d'un motoneurone est **plus court** que celui des myocytes + **absence de période réfractaire**, ça tombe beaucoup !!

→ **Conséquences fonctionnelles :**

Un centre nerveux qui stimule un motoneurone et qui déclenche le fonctionnement d'une unité motrice va permettre à la membrane du myocyte de rester en permanence dépolarisée.

Ainsi la contraction va pouvoir se maintenir sans relaxation.
En effet, une des particularités du MSS est qu'il **PEUT se téтанiser** ++++

C'est une **propriété que l'on ne retrouve PAS au niveau du muscle cardiaque** (ça tombe pas mal) +++

Muscle cardiaque = un muscle strié différent de la norme (*notamment avec son ABSENCE de téтанisation*)

HEUREUSEMENT car pas de relaxation = pas de diastole = pas de remplissage des ventricules.

Cela peut survenir volontairement : dans le fonctionnement normal du muscle.
Mais cela peut être involontaire dans le cas de pathologies. +++

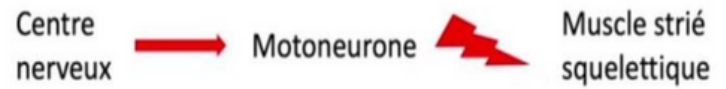
→ Contraction **VOLONTAIRE** :

La contraction musculaire volontaire peut être :

- o **Maximale** : recrutement de toutes les unités motrices d'une masse musculaire sans relaxation (effort le plus important possible mais sur une plus petite durée)
- o **Soutenue** : recrutement successif d'unités motrices d'une même masse musculaire, permettant l'absence d'épuisement des cellules (effort un peu moins important mais sur une durée plus longue)

→ **Tétanisation :**

De manière pathologique, lorsqu'un motoneurone est envahi par la toxine du tétanos, il se met à émettre des potentiels d'actions à une haute fréquence. Les muscles qui sont innervés par ce motoneurone se contractent de manière permanente : c'est ce qu'on appelle la tétanisation (ce qui peut conduire à la détresse vitale (*oui parce que si ça touche le diaphragme ou autre muscle de la respiration, là c'est plus compliqué*))

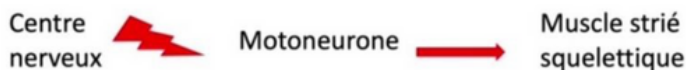


Tétanos : émission à haute fréquence de potentiels d'action par les motoneurones sous l'effet de la toxine tétanique.

La membrane des myocytes reste dépolarisée, la contraction se maintient : surveillance en réanimation.

→ **Contraction tonico-clonique :**

Lorsque les centres nerveux en amont des motoneurones sont le siège d'un fonctionnement anarchique, l'émission de potentiel à haute fréquence va donner des influx nerveux qui vont stimuler les muscles striés squelettiques de manière séquentielle avec des phases toniques puis des phases de résolution de ce tonus aboutissant à ce qu'on appelle les phases tonico-clonique. C'est le cas de l'épilepsie.



Epilepsie tonico-clonique : émission à haute fréquence de potentiels d'action par les centres nerveux (phase tonique) puis diminution de fréquence (phase clonique), puis résolution spontanée.

DONC on résume (essayez de bien petits schémas juste au-dessus) :

Contraction involontaire :

1) **Provient du motoneurone → TETANOS**

2) **Provient des centres nerveux → ÉPILEPSIE TONICO-CLONIQUE**

MUSCLE LISSE

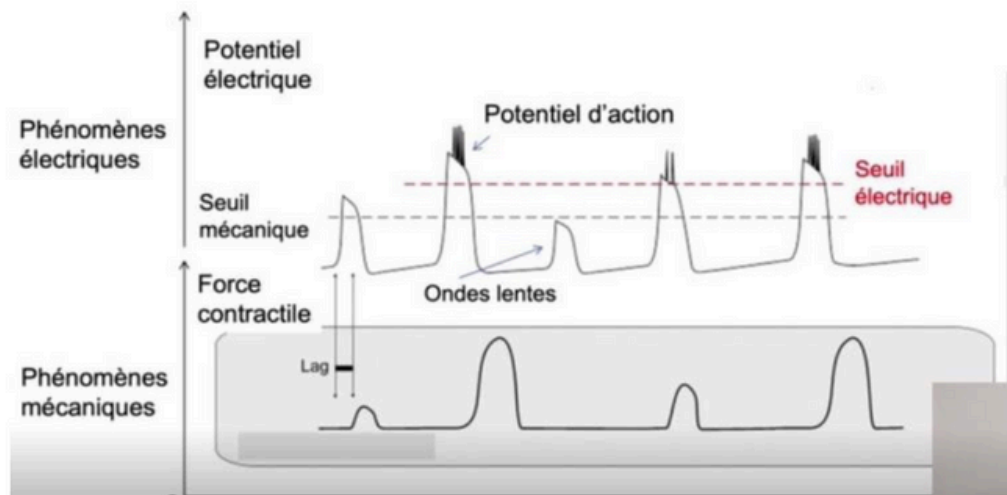
En ce qui concerne les muscles lisses, les phénomènes électriques et les phénomènes mécaniques sont reliés de manière particulière.

En effet, les potentiels électriques peuvent déclencher des phénomènes mécaniques d'intensité variable.

Ainsi,

- Lorsqu'un certain seuil mécanique pour les phénomènes électriques est atteint, il y a une petite contraction.
- Lorsque le seuil électrique du potentiel d'action est atteint, il y a une force contractile qui est plus grande.

Lorsqu'il y a un phénomène électrique d'intensité inférieure au seuil mécanique, il n'y a pas du tout de phénomènes moteurs et de contractions (*ce phénomène de seuil, vous le reverrez mieux sur les cours potentiel d'action neuronal : même si là on est au niveau du muscle, le principe reste presque le même*)



Tut'explication

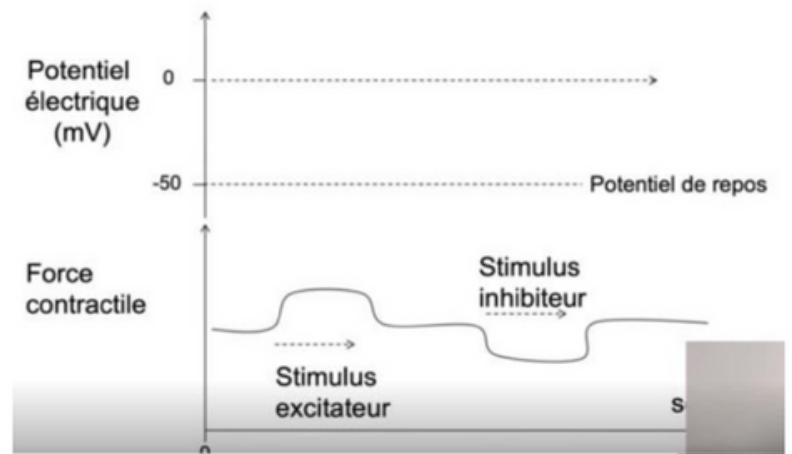
→ Si, par exemple (valeurs indicatives), on a un seuil mécanique à +10mV et un seuil électrique à +40mV.

→ Avec un influx électrique de +5 mV, il ne se passera rien.

→ Avec un influx électrique de +20 mV, on observera une petite contraction.

→ Avec un influx électrique de +40 mV ou plus, on aura une dépolarisation totale de la MP due à l'atteinte du PA et ainsi on verra une contraction plus puissante, plus importante du ML.

Cependant, il n'est **pas obligatoire pour le muscle lisse d'être stimulé par un influx nerveux +++** (*rappel on l'a vu avant*). En effet, en l'absence de l'émission de potentiel électrique, on peut observer des phénomènes contractiles en fonction de la présence de stimulus excitateur et à ce moment le muscle se contracte ou un stimulus inhibiteur et il se relâchera donc.



COMPARAISON MUSCLE STRIÉ / LISSE ++

- La **diminution de longueur des muscles striés est faible par rapport à celle des muscles lisses** qui peuvent se rétracter énormément en raison de l'absence de structure striée (avec les corps denses).
- La contraction des **muscles striés** est **unitaire, rapide** et peut être **prolongée**. La contraction des **muscles lisses** peut être **permanente** grâce aux sphincters qui assurent l'oblitération de compartiments dans le tube digestif (ou tractus urinaire) par exemple. Elle est **globale** parce que les cellules sont reliées entre elles par les gap junctions, et lente.
- La commande des **muscles striés** est toujours effectuée par l'**acétylcholine** via la **plaque motrice**. En revanche, celle des muscles lisses est très variable.
- Les potentiels d'action des **muscles striés** varient de **10 à 100ms** et sont nécessaires à la contraction (**absence de période réfractaire**).

A l'inverse, pour les **muscles lisses** les **PA sont de durée variable**. Ils ne sont pas obligatoirement déclenchés par un phénomène moteur (il existe d'autres stimuli) et il n'y a **PAS de période réfractaire**.

(le tableau à la suite résume tout)

	Muscle strié	Muscle lisse
Diminution de longueur	30%	80%
Contraction	Prolongée Unitaire Rapide	Permanente (sphincter) Globale Lente
Commandes	Acétylcholine (plaque motrice)	Pace maker Etirement Hormones Neurotransmetteurs
Potentiel d'action	10 à 100 ms Obligatoire Pas de période réfractaire	Durée variable Pas obligatoire Pas de période réfractaire

(Super tableau récap fait par le prof, je vous conseille fortement de l'apprendre, d'après les annales il semble surtout se baser là-dessus pour les QCM)

CONCLUSION

→ Les **muscles striés** sont strictement commandés par un **motoneurone**. Ils fonctionnent de manière **unitaire**.

Le neuromédiateur (= neurotransmetteur) est l'**acétylcholine** : il permet une **mobilité volontaire** du squelette ! (*Vous décidez quand vous voulez de contracter vos muscles*)

→ Les muscles lisses sont commandés par différents stimuli. Ils fonctionnent en réseau : **Mobilité viscérale et vasculaire (involontaire)** (*Les muscles lisses vont avoir des actions au niveau des viscères pour leur bon fonctionnement, ex : sécrétion d'acide gastrique ou au niveau des vaisseaux, ex : vasodilatation/constriction*)

PETIT QCM POUR LA FIN DU COURS (ANNALES 2019 PR. FAVRE) : REPONSES PAGE SUIVANTE

Sachant que les potentiels d'action des muscles striés squelettiques sont plus longs que ceux des motoneurones, l'absence de période réfractaire dans les muscles striés squelettiques peut conduire à certains phénomènes. Quelle(s) est (sont) la (les) proposition(s) exacte(s) ?

- A) L'absence de période réfractaire dans les muscles striés squelettiques permet leur téτανisation
- B) L'absence de période réfractaire dans les muscles striés squelettiques permet leur contraction soutenue
- C) L'absence de période réfractaire dans les muscles striés squelettiques permet leur augmentation de température
- D) L'absence de période réfractaire dans les muscles striés squelettiques permet leur sensibilité au curare
- E) ABCDE fausses

- A) Vrai : La preuve, le cœur a une période réfractaire et ne peut donc pas tétaniser contrairement aux MSS
- B) Vrai : item dans la même idée que le A, la contraction peut être très importante puisque la fréquence de PA peut augmenter très nettement sans être annulé par une période réfractaire
- C) Faux : item un peu litigieux...on pourrait penser que oui en raisonnant ainsi : pas de période réfractaire → contraction soutenue → température qui augmente
- D) Faux : item perturbateur comme le prof aime bien en faire
- E) Faux

Premières dédis qui arrivent tard, je commençais à culpabiliser de ne rien vous donner à lire avant le cours (on sait que vous lisez les dédis avant le cours on est tous pareils)

Déjà énorme dédis à mes parents, qui me répètent que je dois mon succès à personne d'autre que moi même, alors que je leur dois tout. Merci pour les appels pendant que je faisais cuire mes pâtes, merci pour les courses déposées en coup de vent sur le pas de la porte, merci de m'avoir raconté vos journées comme si tout était normal et de m'avoir rappelé que la vie continuait en dehors de mon appart.

dédis à mon frère qui brainstorm depuis 10 ans sur comment me mettre un air K.O. en bonne et due forme (force c'est pas pour demain)

dédis à la force mentale de Maxime et Nico, qui me voyaient débarquer à pas d'heure chez eux, sans toquer, pour m'écouter dire n'importe quoi parce que les journées de révision me montaient à la tête, rire pour rien, voler une guitare, squatter la terrasse interdite d'accès du resto d'en face ou aller se baigner sur la prom en plein novembre. Vraiment heureusement que vous étiez là à domicile pour décompresser (je pense qu'on devrait être actionnaires majoritaires du kfc de st jean tellement on l'a squatté en pl)

dédis à mes incroyables cotuts, Youngmin et Cédric qui poste ses fiches avant même que le prof n'ai fait son cours tellement cet homme est efficace (va falloir choisir entre moi et Favre cédric) avec ses épaules on dirait Goliath là

dédis à Marie Lou qui a eu la vision sur les couleurs de ce cours, et qui marque son territoire mine de rien en ayant choisi les mêmes couleurs que ses ongles (bordel je crois que j'ai la pression hydrostatique supérieure à la pression oncotique quand je la vois)

dédis à mes fans qui prennent le seum en lisant la dernière dédis

et enfin dédis à moi petit à 6 ans, qui rêvait d'être la ou je suis, qui n'a jamais changé de rêve malgré les doutes, la peur de ne pas réussir et la pression qu'il se mettait lui même. S'il te plaît une fois de temps en temps relève la tête, et prends le temps de savourer tout ce que t'as déjà accompli