

Tables des matières

1. Introduction au tissu musculaire	4
1.a.Définitions : cellule musculaire	4
1.b.Structures spécifiques.....	4
1.c.Origine embryonnaire	4
1.d.Les types de tissu musculaire	4
1.d.1. Le tissu musculaire strié squelettique:.....	4
1.d.2. Le tissu musculaire strié cardiaque:.....	4
1.d.3. Le tissu musculaire lisse:.....	5
2. Le tissu musculaire squelettique et les fibres musculaires striées	5
2.a. LA STRUCTURE DU MUSCLE (LES FIBRES MUSCULAIRES STRIÉES)	5
2.b.Les enveloppes conjonctives du muscles.....	5
2.b.1. Fonctions de la structure de la cellule striée squelettique	6
2.c. Cellule musculaire - Organisation des myofibrilles - Sarcomère.....	6
2.c.1.Organisation des myofibrilles.....	6
2.d.Structure moléculaire du filament d'actine	7
2.e.Structure moléculaire du filament de myosine	7
2.f.Protéines associées aux myofilaments.....	7
2.f.1.Structure de la cellule striée squelettique.....	8
3. La contraction musculaire	8
3.a.Relation entre le réticulum sarcoplasmique, les tubules transverses et les myofibrilles du muscle squelettique	9
3.a.1. Relations entre les éléments d'une triade.....	9
3.b. La théorie de la contraction par glissement des filaments	9
3.d.Séquence des événements qui produisent le glissement.....	10
3.e.Régulation de la contraction	10
3.f. Innervation des fibres musculaires	10
3.g.Structure de la jonction neuromusculaire	11
3.h. Libération du calcium après dépolarisation	11
3.i. Etapes de la contraction musculaire	12
3.j.Innervation sensorielle des muscles	12
3.k. Métabolisme énergétique	12
4. Le tissu musculaire cardiaque	12
4.a.Morphologie de la cellule musculaire striée cardiaque.....	12
4.b.Jonctions entre les cardiomyocytes	13
4.c.Ultrastructure des stries scalariformes	13
4.d.Tubules « T » et réticulum sarcoplasmique.....	13
4.e.Libération du calcium après dépolarisation dans le muscle cardiaque.....	13
4.f.Activité spontanée : les cellules pacemaker	14
5. Muscles lisses	14
5.a.Morphologie du muscle lisse	14
5.b.Fibres contractiles du muscle lisse.....	14
5.c.Mécanisme de la contraction musculaire	15
5.d.Résumé des caractéristiques des cellules musculaires	16
Type de question:	17
Type A Concernant la structure de la cellule musculaire striée.....	17
Type A Concernant la structure de la cellule musculaire striée.....	17
Quel(s) est/sont le(s) composant(s) moléculaire(s) des jonctions serrées ?	17

Cellule et tissus

- Biologie des tissus

- LE TISSU MUSCULAIRE

Muscles

1 Introduction au tissu musculaire

- Définitions
- Structures spécifiques
- Origine embryonnaire
- Les types de tissu musculaire

2 Le tissu musculaire squelettique et les fibres musculaires striées

- Les enveloppes conjonctives du muscle
- Structure de la cellule striée squelettique
- Organisation des myofibrilles– Sarcomère
- Structure moléculaire du filament d'actine
- Structure moléculaire du filament de myosine
- Protéines associées aux myofilaments

3 La contraction musculaire

- Les enveloppes conjonctives du muscle
- Structure de la cellule striée squelettique
- Organisation des myofibrilles– Sarcomère
- Structure moléculaire du filament d'actine
- Structure moléculaire du filament de myosine
- Protéines associées aux myofilaments
- Séquence des événements qui produisent le glissement
- Régulation de la contraction
- Innervation des fibres musculaires
- Structure de la jonction neuromusculaire
- Libération du calcium après dépolarisation
- Etapes de la contraction musculaire
- Innervation sensorielle des muscles
- Métabolisme énergétique

4. Le tissu musculaire cardiaque

- Morphologie de la cellule musculaire striée cardiaque
- Jonctions entre les cardiomyocytes
- Ultrastructure des stries scalariformes
- Tubules « T » et réticulum sarcoplasmique
- Libération du calcium après dépolarisation dans le muscle cardiaque
- Activité spontanée : les cellules pacemaker

5. Les muscles lisses

- Morphologie du muscle lisse
- Fibres contractiles du muscle lisse
- Mécanisme de la contraction musculaire
- Résumé des caractéristiques des cellules musculaires

1. Introduction au tissu musculaire
 - 1.a.Définitions
 - 1.b.Structures spécifiques
 - 1.c.Origine embryonnaire
 - 1.d.Les types de tissu musculaire
2. Le tissu musculaire squelettique et les fibres musculaires striées
 - 2.a.Les enveloppes conjonctives du muscle
 - 2.b.Structure de la cellule striée squelettique
 - 2.c.Organisation des myofibrilles– Sarcomère
 - 2.d.Structure moléculaire du filament d'actine
 - 2.e.Structure moléculaire du filament de myosine
 - 2.f.Protéines associées aux myofilaments
3. La contraction musculaire
 - 3.a.Relation entre le réticulum sarcoplasmique, les tubules transverses et les myofibrilles du muscle squelettique
 - 3.b.Jonction de tubule transverse et du RS
 - 3.c.La théorie de la contraction par glissement des filaments
 - 3.d.Séquence des événements qui produisent le glissement
 - 3.e.Régulation de la contraction
 - 3.f.Innervation des fibres musculaires
 - 3.g.Structure de la jonction neuromusculaire
 - 3.h.Libération du calcium après dépolarisation
 - 3.i.Etapes de la contraction musculaire
 - 3.j.Innervation sensorielle des muscles
 - 3.k. Métabolisme énergétique
- 4. Le tissu musculaire cardiaque**
 - 4.a.Morphologie de la cellule musculaire striée cardiaque
 - 4.b.Jonctions entre les cardiomyocytes
 - 4.c.Ultrastructure des stries scalariformes
 - 4.d.Tubules « T » et réticulum sarcoplasmique
 - 4.e.Libération du calcium après dépolarisation dans le muscle cardiaque
 - 4.f.Activité spontanée : les cellules pacemaker
- 5. Muscles lisses**
 - 5.a.Morphologie du muscle lisse
 - 5.b.Fibres contractiles du muscle lisse
 - 5.c.Mécanisme de la contraction musculaire
 - 5.d.Résumé des caractéristiques des cellules musculaires

1. Introduction au tissu musculaire

1.a.Définitions : cellule musculaire

Le tissu musculaire est constitué par des cellules différenciées (les cellules musculaires ou fibre musculaires ou myocytes) contenant des « **unités contractiles** » (les **myofibrilles**).

La structure biologique de ces **unités contractiles** génère les forces nécessaires pour la contraction cellulaire qui est responsable des **mouvements de certains organes** et du corps dans son ensemble.

Unité contractile - partie du cytosquelette (protéine) myofibrilles est capable de se raccourcir- générant des forces capables de faire bouger tous les segments de notre corps (mvt volume et contenu des organes du corps-)

1.b.Structures spécifiques

Les cellules musculaires possèdent 5 propriétés essentielles qui sont : contracter.

1. **la Contractilité** = La capacité à se contracter- changer la longueur
2. **l'Excitabilité** = La **perception d'un stimulus** chimique et la capacité à y **répondre**.
spécifique en fonction de la taille et de la qté de stimulus
3. **l'Elasticité** = La possibilité de **s'étirer et de reprendre sa taille au repos**.
4. **l'Extensibilité** = La faculté d'étirement au-delà de la longueur de repos.
5. **la Plasticité** = L'adaptation relative au type d'effort selon l'entraînement suivi.

1.c.Origine embryonnaire

1.d.Les types de tissu musculaire

Il existe trois grands types de tissus musculaires en fonction des cellules constitutives et selon leurs caractéristiques morphologiques et fonctionnelles:

- strié squelettique
- strié cardiaque
- lisse

1.d.1. Le tissu musculaire strié squelettique:

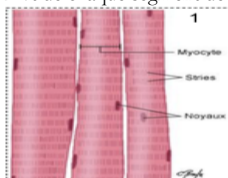
Il contrôle la posture et les mouvements du corps.

Le tissu est composé par de très long faisceaux de cellules cylindriques, multinucléées présentant une striation transversale et disposées parallèlement les une aux autres. Segment et parallèle, non attaché. **Noyau plusieurs** et localisés en périphérie : raison : comme le cytoplasme est tellement rempli de myofibrilles, repousse les organelles et le noyau en périphérie.

Présence de ligne claire (myofilaments fins d'actine) et de ligne foncée (myofilaments épais de myosine) (strié) - dépendant de la structure du myofibrille à l'intérieur de la cellule.

Cette contraction est due à l'action conjuguée de myofilaments fins d'actine et de myofilaments épais de myosine.

Leur contraction est rapide, puissante et généralement sous le **contrôle de la volonté** (SNC). Lors du mvt de chaque segment de notre corps - sous le contrôle d'un neurone moteur localisé dans la moelle épinière ou l'encéphale.



1.d.2. Le tissu musculaire strié cardiaque:

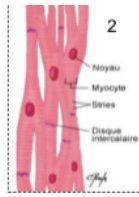
Les cellules possèdent aussi une striation transversale, il est fait de cellules mononucléées

allongées, ramifiées, disposées parallèlement les une aux autres. **Attacher les unes aux autres-particularité**

La contraction est **involontaire** (SNA) et soumise à un automatisme rythmique. Contraction puissante

Présence de ligne claire (myofilaments fins d'actine) et de ligne foncé (myofilaments épais de myosine) (strié) - dépendant de la structure du myofibrille à l'intérieur de la cellule

Noyau au milieu du cytoplasme, intérieur de la cellule : raison....

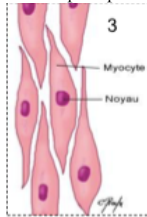


1.d.3. Le tissu musculaire lisse:

Il est fait de groupes de cellules fusiformes qui ne présentent pas de striation transversale en microscopie optique.

La contraction est lente et associée à des fonctions végétatives, involontaires (SNA).

Cellule plus petite et moins longue- pas de strie avec présence de myofibrille mais localisation différente



2. Le tissu musculaire squelettique et les fibres musculaires striées

2.a. LA STRUCTURE DU MUSCLE (LES FIBRES MUSCULAIRES STRIÉES)

Le tissu musculaire strié squelettique

Muscles squelettique et forme par plusieurs faisceaux de fibre musculaire

Chaque faisceau est formé par plusieurs fibres musculaires

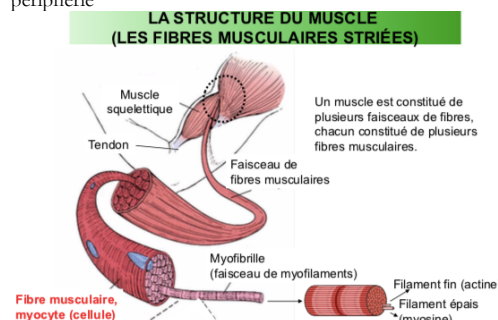
Fibres musculaires sont les cellules musculaires (myocytes)

Intérieur de la fibre musculaire – rempli de faisceau de myofilament : filament fin (d'actine) et filament épais (myosine)

unités contractiles - les **myofibrilles**

Chaque **myofibrille** est composée de deux fibres : filament fin (d'actine) et filament épais (myosine)

Noyau plusieurs et localisé en périphérie : raison : comme le cytoplasme est tellement rempli de myofibrilles, repousse les organelles et le noyau en périphérie



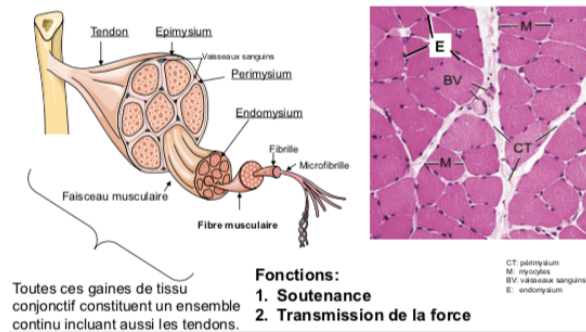
2.b. Les enveloppes conjonctives du muscles

Système complexe de tissu conjonctif qui entoure les faisceaux musculaires- enveloppe

Les différents faisceaux musculaires constitués de tissu conjonctif- lie avec les contractions du muscles avec les segments du corps en mouvement (os ou peau)- liaison du tissu musculaire à l'os pour nous permettre de bouger- se mouvoir

Tendon : prendre contact avec os

- **Épimysium** : Enveloppe externe
 - o **tissu conjonctif dense**
- **Périmysium** : Enveloppe autour de chaque faisceau de fibre musculaire :
 - o **tissu conjonctif lâche**- on retrouve à leur périphérie - accolé à des capillaires et des vaisseaux lymphatiques
- **Endomysium** : Enveloppe autour de la fibre musculaire-
 - o une **lame basal** et **fibre de réticuline**



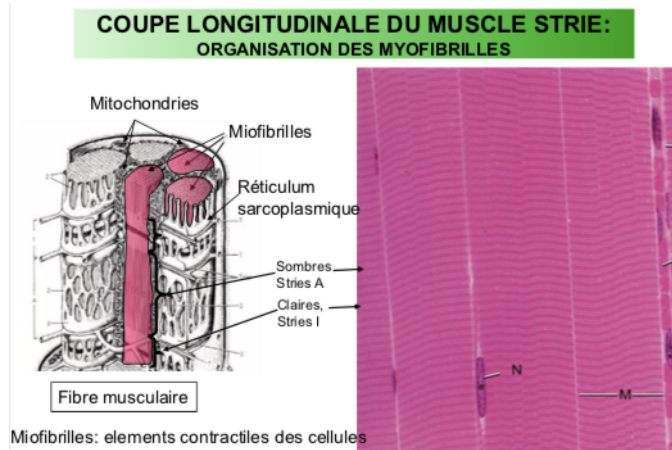
2.b.1. Fonctions de la structure de la cellule striée squelettique

Fonctions:

1. **Soutenance**
2. **Transmission de la force** de contraction - qui est créer par la contraction des muscles

2.c. Cellule musculaire - Organisation des myofibrilles - Sarcomère

Fibre musculaire est la cellule musculaire



Miofibrilles: éléments contractiles des cellules

Tout le cytoplasme est rempli par des faisceaux de myofibrille

Coupe longitudinale:

Alternance dans le muscle de bande I claire et de bande A sombre

- Présence de ligne claire (myofilaments fins d'actine) et de ligne foncé (myofilaments épais de myosine) (strié)
- dépendant de la structure du myofibrille à l'intérieur de la cellule

2.c.1.Organisation des myofibrilles

Bande A - strié A : intérieur de la bande A , alternance de filament actine et myosine

Bande encore moins foncé = Ligne H, à l'intérieur bande H plus foncé = Ligne M

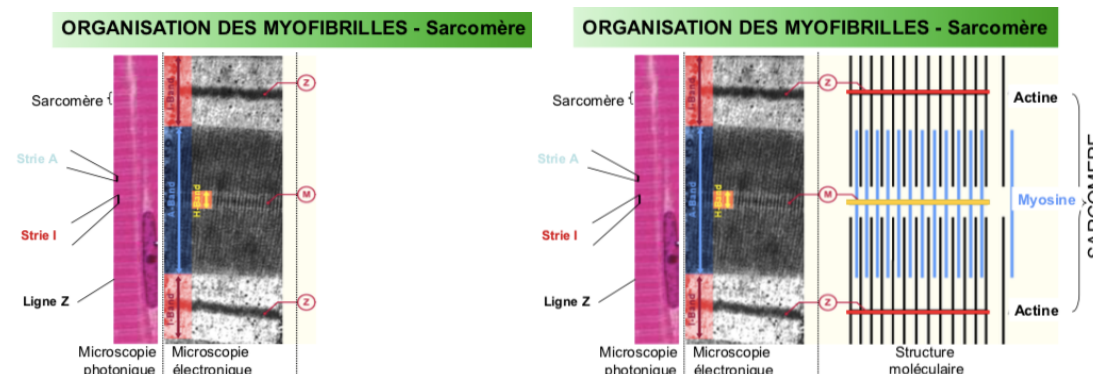
Ligne H

Ligne M

Bande I - strié I : intérieur de la bande I = filament d'actine, bande encore plus foncé = Ligne Z

Ligne Z : positionné au milieu de la bande I, rattache les filaments d'actine

Ligne Z est des protéines qui retient la structure



La structure est formée de filament : sarcomère

- filament d'actine (Bande I) : sont rattachés ensemble par la ligne Z,
 - o Ligne Z est des protéines qui retiennent la structure d'actine parallèle les unes des autres
- filament de myosine (Bande A) sont rattachés ensemble par la ligne M, bande A plus foncée par l'alternance de filament d'actine et de myosine
 - o Ligne M est des protéines qui retiennent la structure d'actine parallèle les unes des autres

Disposition : les filaments sont parallèles

Les filaments d'actine sont disposés entre les filaments de myosine

Sarcomère est la **plus petite structure responsable de la contraction**

Dans chaque sarcomère qu'il y a des mouvements de filament d'actine sur le filament de myosine

Raccourcissement de la structure du sarcomère

2.d. Structure moléculaire du filament d'actine

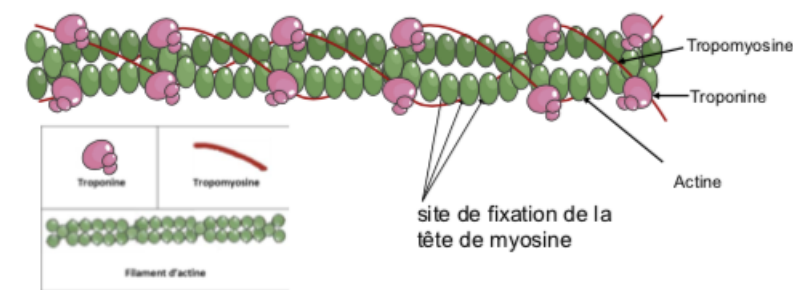
Les protéines associées aux myofilaments d'actine : **actine, tropomyosine, troponine**,

- **Alpha-actinin** (ligne Z) : ancrage de filament mince

Un **filament mince** est constitué de deux **filaments d'actine** torsadés qui sont recouverts par une protéine fibrillaire, la **tropomyosine** (deux filaments, un pour chaque chaîne d'actine). Ces filaments sont fixés en position sur le filament d'actine par un **complexe de trois protéines**, la **troponine**.

Troponine forme des 3 sous-unités est **responsable d'attacher** la tropomyosine sur l'actine

complexe de trois protéines : **actine, tropomyosine, troponine**



2.e. Structure moléculaire du filament de myosine

Les protéines associées aux myofilaments de myosine

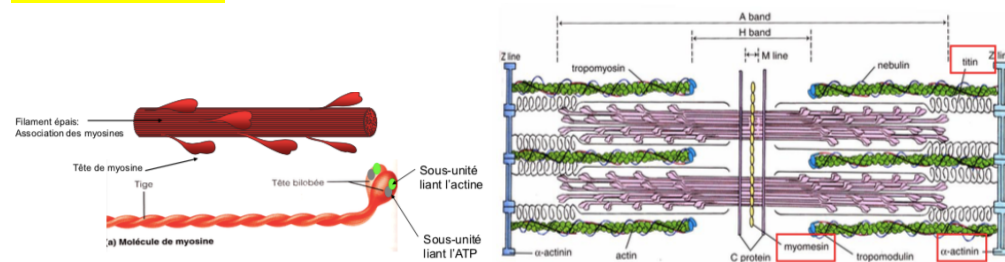
- **Myomesin** (ligne M) : ancrage de filament épais

La molécule de **myosine** (**myosine II**) est constituée de **deux chaînes lourdes** et **4 chaînes légères**. Filament épais - Formé par plusieurs myosine : deux myosine torsadées

Les deux chaînes lourdes sont composées d'une **tige** (ou queue) qui est torsadée avec la partie homologe de l'autre chaîne lourde.

A **une extrémité**, les deux chaînes lourdes se terminent par une partie dilatée qui forme une **tête bilobée**. Sur chaque lobe (2 parties), chaque site capable de : un site **lier l'actine** et un site **lier ATP**

Sur chaque tête, il y a deux chaînes légères, l'une pour la fixation à l'actine, l'autre pour la fixation à l'ATP. ATP est l'énergie nécessaire pour activer la contraction



2.f. Protéines associées aux myofilaments

Les protéines associées aux myofilaments sont

- **Titine** : ancrage sur la ligne Z, va jusqu'à la ligne M, donne une certaine rigidité au filament de myosine
- **Myomesin** (ligne M) : ancrage de filament épais

- **Alpha-actinin** (ligne Z) : ancrage de filament mince

Les filaments d'actine (mince) se place parallèle les uns des autres par une **protéine (Alpha-actinine)** sur la **ligne Z**.
Le filament d'actine est **entre chaque protéine (Alpha-actinine)** au niveau de la ligne Z.

- **Titine** : ancrage sur la ligne Z, va jusqu'à la ligne M, donner une certain rigidité au filament de myosine

Les filaments de myosine (épais) se place parallèle les uns des autres par une **protéine (Myomesin)** sur la **ligne M**.

Disposition : les filaments sont parallèles

Les filaments d'actine sont disposés entre les filaments de myosine,

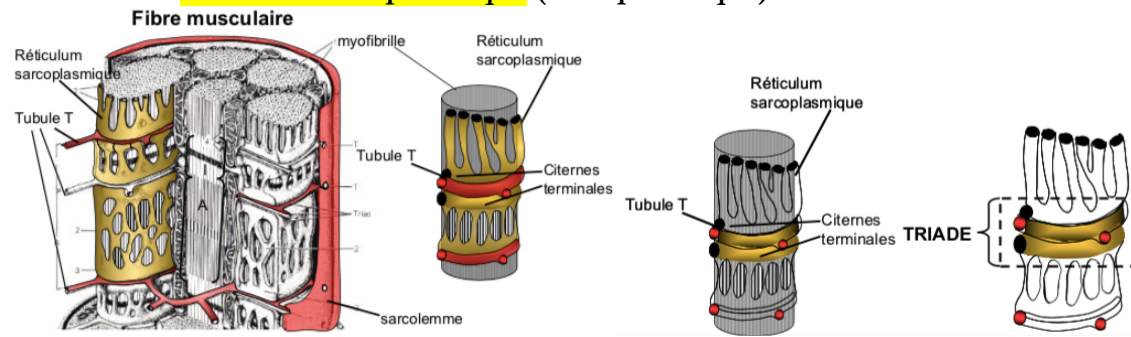
se chevauchement actine et myosine ne va pas jusqu'à la bande H ou a la ligne M : raison....

2.f.1. Structure de la cellule striée squelettique

Les fibres (cellules) musculaires squelettiques contiennent **deux séries de tubules intracellulaires** qui participent à la **régulation de la contraction** musculaire:

1. Les tubules transverses

2. Le réticulum endoplasmique (sarcoplasmique)



Sarcolème : Autour de la cellule, membrane plasmique

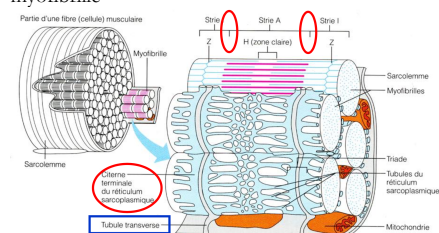
Tubule transverse : Présence de trou sur la membrane plasmique, **invagination de la membrane** pour former des tubules qui seront localisé autour de chaque faisceau (comme une ceinture), alternance de ces tubules avec un distance précise localiser sur périphérie des bandes (entre foncé et moins foncé) bande I limite Bande A

Le tubule T en intérieur est en contact avec l'extérieur

Citerne terminale : canaux transversal : de chaque cote du tubule T- ceinture -forme un espace est allongé le tubule T(un tubule T et 2 citerne), fait partie du Réticulum sarcoplasmique

TRIADE : Ensemble de structure importante 2 citerne terminale et 1 tubule T: interphase bande A et bande I- relation structurelle et fonctionnelle = Gestion de la contraction

Réticulum sarcoplasmique : disposition longitudinale aux faisceaux, suit la longueur de la cellule, localiser autour de chaque faisceau de myofibrille



3. La contraction musculaire

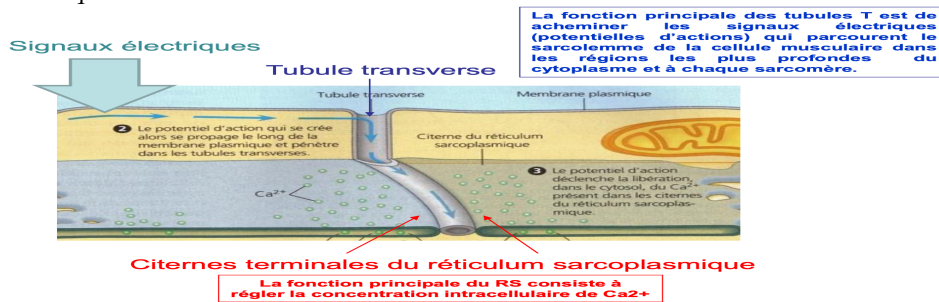
Relation entre le réticulum sarcoplasmique, les tubules transverses et les myofibrilles du muscle squelettique

TRIADE : Ensemble de structure importante 2 citerne terminale et 1 tubule T: interphase bande A et bande I- relation structurelle et fonctionnelle = Gestion de la contraction

Mitochondrie : la présence de mitochondrie important pour apporter énergie nécessaire à la contraction = apporte énergie ATP, repousser en périphérie comme le noyau

3.a.Relation entre le réticulum sarcoplasmique, les tubules transverses et les myofibrilles du muscle squelettique

Relation entre le réticulum sarcoplasmique, les tubules transverses et les myofibrilles du muscle squelettique



Signaux électriques – lors arriver d'un signal électrique pour activé la contraction (cerveau ou moelle épinière) arriver sur la membrane plasmique de fibre musculaire (jonction neuro-musculaire)
Le signal doit être transporté à l'intérieur de la cellule où se trouve le sarcomère- action du tubule T

Tubule transverse : est contact avec la membrane plasmique

La fonction principale des **tubules T** est de acheminer les signaux électriques (potentielles d'actions) qui parcourent le sarcolemme de la cellule musculaire dans les régions les plus profondes du cytoplasme et à chaque sarcomère – vers la triade apport le signal électrique au citerne terminale

Action du signal : Donner information au réticulum sarcoplasmique de relâcher du calcium

Signal électrique va donner un message de relâcher le calcium, ce calcium qui est à l'intérieur du réticulum sarcoplasmique pour aller vers le myofibrille

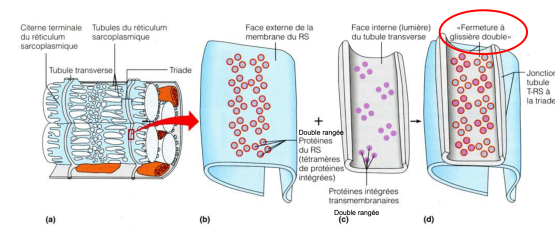
Citernes terminales du réticulum sarcoplasmique

La fonction principale du **RS** consiste à régler la concentration intracellulaire de Ca^{2+} ou intracytoplasmique du calcium

3.a.1. Relations entre les éléments d'une triade

Junction de tubule transverse et du RS

En ce qui concerne la transmission des signaux menant à la contraction, le rôle des tubules T et celui du RS son intimement liés.



protéine intégrée transmembranaires : passe des deux cote de la membrane

les deux ranger de protéine sur la surface du réticulum sont en contact avec les protéine sur le tubule T- ce qui forme une fermeture a glissière double : interaction fonctionnelle

Les **protéines du tubule T**

→ servent à **détecter le « voltage membranaire »** (signaux électriques ou les potentielles d'actions)

Les **protéines du RS**

→ sont **des récepteurs/canaux** qui **régissent la libération de calcium** depuis les citernes du RS

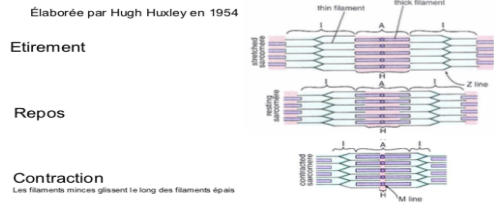
3.b. La théorie de la contraction par glissement des filaments

Les myofibrilles restent toujours de la même longueur

Théorie de contraction par glissement des filaments

- **Glissement des filaments fin d'actine** dans le bande A- entre les filaments de myosine

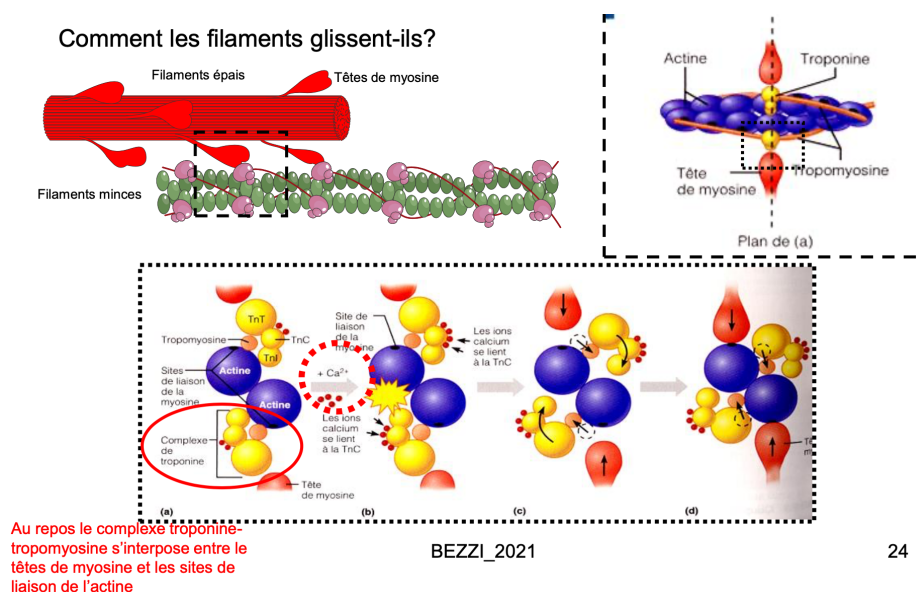
- Espace de la ligne H et ligne M est important parce que cela est l'espace qui utilise les filaments d'actine pour la contraction, lors de la contraction bande H devient plus courte
- Ce qui provoque que visuellement les sarcomères sont plus petit : distance entre deux ligne Z est plus petites
- Lors de contraction raccourcissement des bandes
 - o Bandes H
 - o Bandes I
 - o Distance entre les deux lignes Z



3.d.Séquence des événements qui produisent le glissement

Mécanisme par lequel le glissement de filament d'actine se fait sur les filaments myosines.

Entre la tête de myosine et les filaments d'actine : Pour chaque tête de myosine il y a une interaction avec le filament d'actine



24

- Au repos-avant la contraction la tête de myosine ne sont pas attaché à l'actine
- Entre la tête de myosine et l'actine on retrouve un complexe troponine- tropomyosine
- le complexe troponine- tropomyosine s'interpose entre le têtes de myosine et les sites de liaison de l'actine
- Calcium est relâché et disponible. Le calcium se lie à la tête de troponine (sous unité)
 - Il y a un changement de conformation de la tête de troponine et déplace la tropomyosine
 - Liaison de la tête de myosine sur le site de l'actine

3.e.Régulation de la contraction

Le raccourcissement du sarcomère lors de la contraction musculaire se produit grâce au glissement de filaments épais et minces les uns sur les autres.

Pendant la contraction chaque tête de myosine s'attache et se détache plusieurs fois agissant comme un minuscule crémaillière pour trier le filaments mince d'actine vers le centre du sarcomère

Des que la tête est attachée, elle pivote pour tire le filament vers la bande H : tête pivote plusieurs fois, jusqu'à ce que le calcium soit relâché dans le cytoplasme

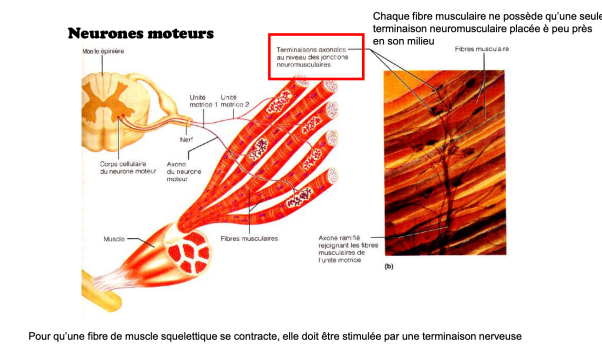
Arrêt de pivotement des tête de myosine, se fait quand le calcium dans le cytoplasme est repris dans les réticulum sarcoplasmique

3.f. Innervation des fibres musculaires

innervation des fibres musculaires

pour avoir la contraction , il faut un signal électrique qui se propage dans les membrane plasmique
le signal électrique vient du neuro-moteur qui sont localise soit dans la moelle épinière ou cerveau

ce neuro-moteur vont émettre des prolongement – afférence quand arrive au muscle se ramifit et mise ne contact avec chaque fibre musculaire
avant de prendre contact avec la fibre musculaire , il existe plusieurs ramification



Pour qu'une fibre de muscle squelettique se contracte, elle doit être stimulée par une terminaison nerveuse

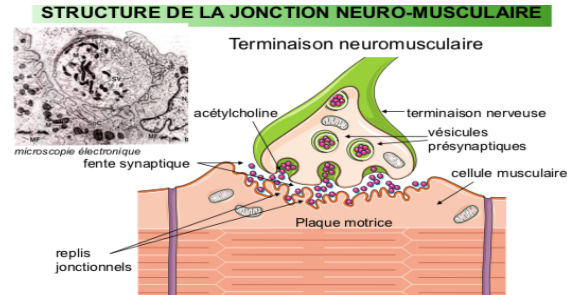
Chaque fibre musculaire ne possède qu'une seule terminaison neuromusculaire placée un peu près en son milieu – pour chaque fibre musculaire, existe qu'un neurone

Le neurone prend contact avec plusieurs fibre musculaire

Pour qu'une **fibre de muscle squelettique se contracte**, elle **doit être stimulée par une terminaison nerveuse**

3.g. Structure de la jonction neuromusculaire

La terminaison neuro-musculaire- soit le contact entre la fibre nerveuse et la fibre musculaire



Quand la terminaison prend contact avec le **membrane plasmique de la fibre musculaire**,

- on retrouve une zone comme **une poche (plaque motrice)** qui accueille la terminaison nerveuse

- Entre la membrane plasmique et la terminaison nerveuse, il y a la **fente synaptique**

- n'est pas lisse, formation de **replis jonctionnels**, ce qui est rempli par des récepteurs pour le neuro-transmetteur (**acétylcholine**) qui est relâché par la fibre nerveuse

- sur la terminaison nerveuse, il y a beaucoup de **vésicule présynaptique**.

ces vésicules qui son rempli par le neuro-transmetteur qui est l'acétylcholine

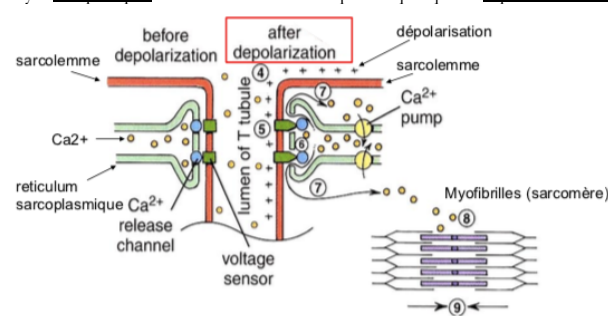
Comprendre la propagation de l'information

1. potentiel d'action (signaux électriques)
2. libération acétylcholine : Lors arrive du signal électrique, relâchement des vésicules, relâchement du neuro-transmetteur (acétylcholine)
3. dépolarisation : acétylcholine s'attache au récepteur sur membrane plasmique de la fibre musculaire, formation d'un autre signal électrique sur la membrane de la cellule musculaire
4. signal électrique est chemine au niveau du tubule T, arrive a la triade.- changement de la conformation des proteine et relachement de calcium
5. contraction : troponine changeemnt de conformation, tropomyosine libere le site- attachement de le tete de myosine sur l'actine

3.h. Libération du calcium après dépolarisation

Pour terminer la contraction,

il y a **des pompes** sur le Réticulum sarcoplasmique qui va **reprendre la calcium vers l'intérieur** du RS, besoin d'énergie - ATP



A Gauche: avant dépolarisation

Ligne rouge= membrane plasmique- proteine insérer sur le tubule T = senseur de voltage

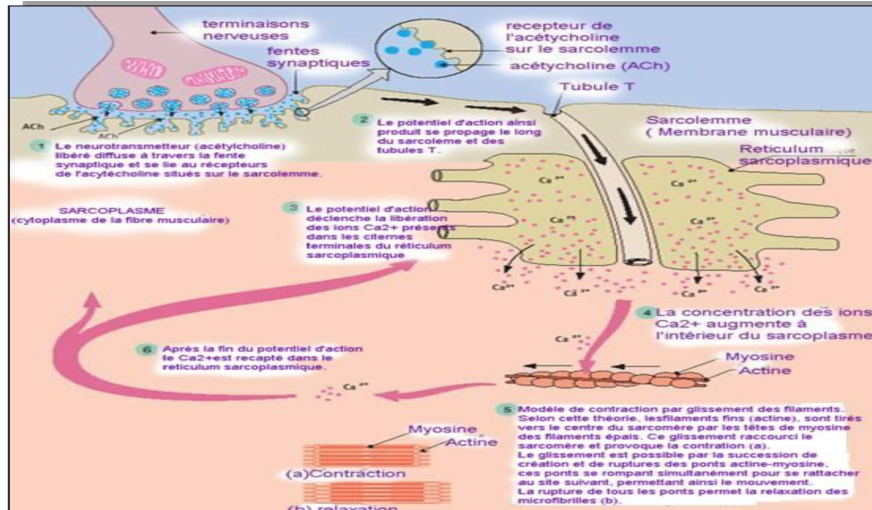
Vert = le Reticulum sarcoplasmique (RS)- contient le calcium et sur il y a des portéines qui sont des canaux a calcium

A droite après dépolarisation

Entre +++ Calcium arrive

Quand arrive a triade, changement de conformation des protéines -senseur de voltage et ouverture du canal de calcium- calcium va vers la troponine

3.i. Etapes de la contraction musculaire



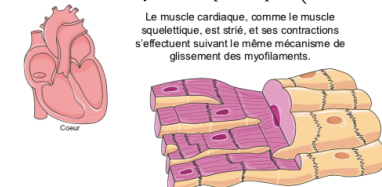
3.j. Innervation sensorielle des muscles

3.k. Métabolisme énergétique

4. Le tissu musculaire cardiaque

Le muscle cardiaque, comme le muscle squelettique, est strié, et ses contractions s'effectuent suivant le même mécanisme de glissement des myofilaments.

Mais tandis que les fibres musculaires squelettiques sont longues, cylindriques et multi-nucléées, les fibres **musculaires cardiaques sont courtes, épaisses**, ramifiées et anastomosées - **attacher les** une des autres avec un système spécifique (se réunissant entre elles en réseau par leur sommet).



Le muscle cardiaque, comme le muscle squelettique, est strié, et ses contractions s'effectuent suivant le même mécanisme de glissement des myofilaments.

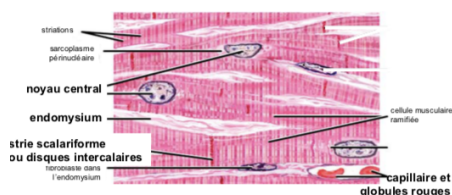
4.a. Morphologie de la cellule musculaire striée cardiaque

Présence d'un peu de tissu conjonctif comme **endomysium**

Observation des noyaux centrés

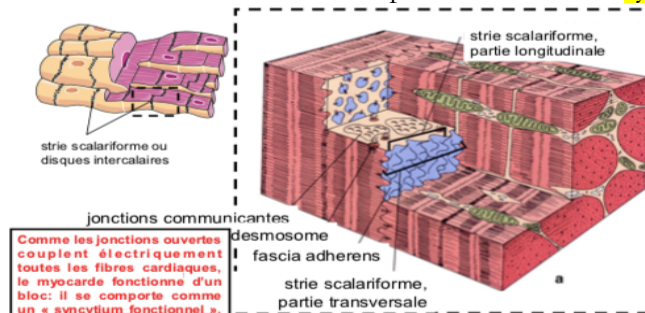
Ligne plus foncée qui sert d'attache des cellules entre eux montre **la jonction** : **strie scalariforme** ou **disque intercalaire**

MORPHOLOGIE DE LA CELLULE MUSCULAIRE STRIÉE CARDIAQUE



4.b. Jonctions entre les cardiomyocytes

Comme les jonctions ouvertes couplent électriquement toutes les fibres cardiaques, le myocarde fonctionne d'un bloc: il se comporte comme un « **syncytium fonctionnel** »



4.c. Ultrastructure des stries scalariformes

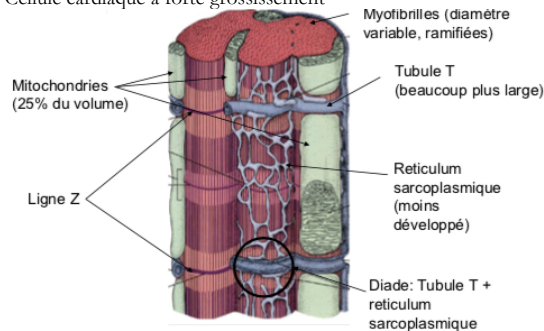
Ligne plus foncée qui sert d'**attache des cellules entre eux** par une **strie scalariforme** ou **disque intercalaire**

Comme une forme de marche avec une partie **horizontale** et une partie **transversale** avec divers structures sur chaque partie de la **strie scalariforme** ou **disque intercalaire**: **cohésion des cellules est très importante pour la contraction de coeur de type pompe** musculaire partie **horizontale** retrouver les **jonctions serrées** (gap junction-communicante) et des **desmosomes** (répond besoin physiologique ou les cellules d'un tissu doit fonction tous ensemble)

partie **transversale** retrouver avec un **fascia adherens** (jonction adhérente)

4.d. Tubules « T » et réticulum sarcoplasmique

Cellule cardiaque a forte grossissement



Les **grandes différences** entre les muscles strié squelettique et cardiaque

- le cytoplasme : autour des faisceaux de myofibrille, présence de beaucoup de **mitochondrie 25% du volume** (contraire squelettique) pour l'énergie des cellules doit être tout le temps disponible, parce que le cœur doit toujours fonctionné tout le temps

La mitochondrie sont grande et développer au sein du muscle cardiaque qui pousse et déforme les myofibrilles qui sont ramifiée et avec diamètre variable (moins rond et ordonnée que le m. squelettique) en plus on retrouver des substance de réservoir énergétiques dans le tissu : des gouttellettes lipidiques (gras) et du glycogène (sucre)

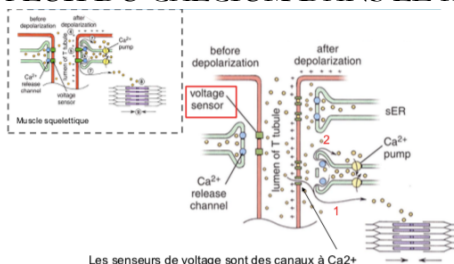
- le **réticulum sarcoplasmique** : autour de fibre de myofibrille sont **moins développé**

- **Tubule T** : seulement la diade avec **réticulum sarcoplasmique** et tubule T
tubule T est très développé (grande et large) et localisé au **niveau de la ligne Z**

4.e. Libération du calcium après dépolarisation dans le muscle cardiaque

Grandes différences au niveau physiologique dans le mécanisme de relâchement du calcium

FLUX DU CALCIUM DANS LE MUSCLE CARDIAQUE



Avant dépolarisation : but du tubule T est de cheminer le signal électrique jusqu'au myofibrille

Le réticulum sarcoplasmique : est plus distante de la membrane plasmique, l'activation du RE est l'arrivée du calcium (le calcium arrive de l'espace extracellulaire par les canaux capteur de voltage vers l'espace extracellulaire ce qui déclenche RE a sécréter le Ca^{2+})

Différence au niveau du capteur de voltage localiser sur le Tubule T (le tubule T est une invagination de la membrane plasmique) : change de conformation lors arriver du signal électrique pour ouvrir les canaux de capteur de voltage (capteur de voltage est un canaux calcium dépendant du voltage de la membrane - de signal électrique) le calcium va induire l'entrée de calcium

Lors du relâchement du calcium en plus grande qte par le RE, il y aura contraction musculaire

Donc 2 étapes de de calcium pour induite la contraction

4.f. Activité spontanée : les cellules pacemaker

Partie des cellules cardiaque qui sont les pacemaker qui transmette le signal électrique nécessaire pour la dépolarisation donc la contraction
Donc le système nerveux - SNA peut contrôler la puissance et rythme du cœur, en contraction

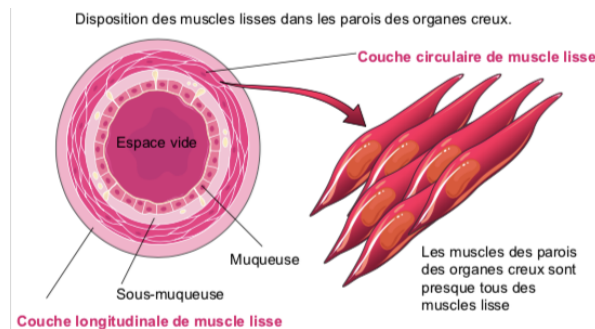
Dans le muscle cardiaque pas de jonction neuro-musculaire
neuro-moteur de la moelle ou cerveau ne peut pas contrôler rythme cardiaque

5. Muscles lisses

Disposition des muscles lisses dans les parois des organes creux.

Donc le système nerveux - SNA peut contrôler la contraction du muscle lisse

Dans le muscle lisse pas de jonction neuro-musculaire
neuro-moteur de la moelle ou cerveau ne peut pas contrôler du muscle lisse



Autour de chaque cellule on retrouve l'endomysium

Les muscles des parois des organes creux (caves- espace vide en son centre) sont presque tous des muscles lisses

Epithélium qui va tapisser l'espace vide par des tuniques muqueuses

Et puis 2 couches de tissu musculaire lisse

- Couche musculaire lisse longitudinale : externe, la contraction modifie la longueur de l'organe

- Couche musculaire lisse circulaire : interne, la contraction modifie le diamètre (sa contenance- volume) de l'organe

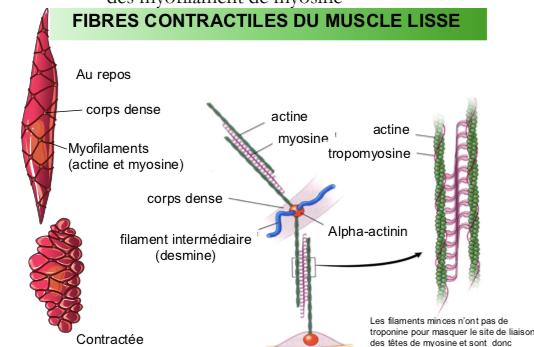
Pour les mouvements de péristaltisme la contraction de ces 2 couches sont très importante

5.a. Morphologie du muscle lisse

5.b. Fibres contractiles du muscle lisse

Les muscles lisses contiennent des myofibrilles avec une variante de structure des myofilaments entre eux (pas de sarcomère dans le muscle lisse)

- des myofilaments d'actine et
- des myofilaments de myosine



La structure des myofibrilles

La structure des myofilaments

Les myofilaments d'actine avec la présence de tropomyosine (sans troponine et ces 3 sous unité)

Les myofilaments de myosine ont plus de tête (sont moins épais que m strié)

Leur structure au sein de la cellule

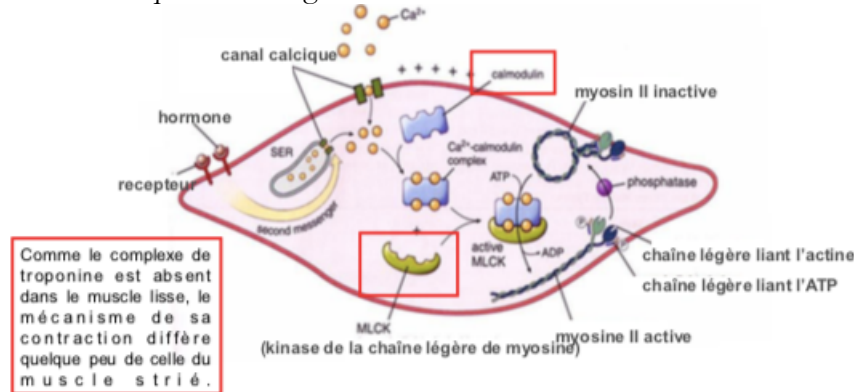
Les myofilaments d'actine sont attachés sur la membrane plasmique a leur extrémité par la protéine **alpha-actinin**

sur le **corps dense (complexe protéique)** et au **filament intermédiaire (desmine)** permet d'avoir une structure plus rigide- attaché au cytosquelette de la cellule

Les myofilaments de myosine ont plus de tête et **lors de la contraction les têtes pivotent**

5.c.Mécanisme de la contraction musculaire

Comme pour les autres cellules musculaires, c'est le glissement de filaments épais de myosine sur les filaments fins d'actine stimulé par une augmentation de la concentration intracytoplasmique de calcium qui est à l'origine de la contraction.



Comme le complexe de troponine est absent dans le muscle lisse, le mécanisme de sa contraction diffère quelque peu de celle du muscle strié.

La contraction est plus lent que le muscle strié mais cela ne diminue pas sa puissance

1. augmentation de calcium intracellulaire
2. calcium de lie a la calmoduline
3. complexe calmodulin Ca^{2+} active un kinase
4. la kinase transfère un groupe phosphate de ATP à la myosine
5. la myosine qui a reçu le groupe phosphate peut bouger l'actine, mvt tete myosine

Les stimulations pour la déclencher la contraction du muscle lisse : par plusieurs substances différentes qui peut induire la contraction (**1. augmentation de calcium intracellulaire**)

- Récepteur- neurotransmetteur (SNA)
- Hormone (ex : lors accouchements)
- Calcium

En fonction du type de récepteur ou hormone qui stimule - le système de messenger à l'intérieur de la cellule va vers le réticulum sarcoplasmique. Le calcium sera donc libérer dans la cellule pas le RE et par l'entre des canaux a calcium.

Donc 2 étapes de calcium pour induite la contraction

1. Calcium qui entre depuis l'extérieur par le canal a calcium (**1. augmentation de calcium intracellulaire**)
2. RE stimule par le second message libère du calcium

Variante est que le calcium doit se fixe sur la protéine calmoduline du cytoplasme et devient : **complexe calmodulin Ca^{2+}** (**2. calcium de lie a la calmoduline**)

Par la suite l'enzyme : kinase de la chaine léger de myosine - **MLCK** se fixe au **complexe calmodulin Ca^{2+}** (**3. complexe calmodulin Ca^{2+} active un kinase**)

avec un ATP, transfère sur le myosine et ressort ADP- de **l'arriver de l'ATP les tête de myosine peut commencer a pivoter**, engendre le raccourcissement de la cellule (**4. la kinase transfère un groupe phosphate de ATP à la myosine**)

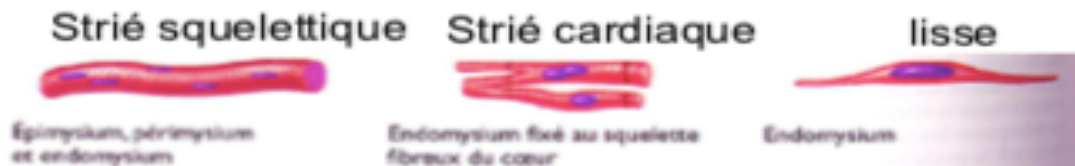
(**5. la myosine qui a reçu le groupe phosphate peut bouger l'actine, mvt tete myosine**)

Tout les enzymes qui sont des kinase sont capable de catalyser le transfert d'une groupe phosphate de l'ATP a la myosine (la kinase réalise la phosphorylation ou dephosphorylation)

5.d.Résumé des caractéristiques des cellules musculaires

Tableau récapitulatif.

	Muscle squelettique	Muscle cardiaque	Muscle lisse
Origine	Mésoderme	Mésoderme	Mésoderme
Forme de la cellule	Cylindrique	Ramifiée	Fusiforme
Stries	Oui	Oui	Non
Nombre de noyau par cellule	Nombreux	1-2	1
Localisation du noyau	périphérique	centrale	centrale
Présence de tubules T	Oui, dans des triades	Oui, dans des diades	Non
Positionnement des tubules T	A l'interface des stries A et I	Au niveau de la ligne Z	



CARACTERISTIQUE DES CELLULES MUSCULAIRES RECAPITULATIF (2)

Cellules musculaire	squelettique	cardiaque	lisse
Taille	grande, allongée Ø : 10-100 µm	courte, étroite Ø : 10-15 µm long: 80-100 µm	courte, fusiforme Ø : 0.2 – 2 µm long: 20 – 200 µm
Enveloppe conjonctive	epimysium, périmysium, endomysium	endomysium	endomysium
Striation	présente	présente	absente
Noyau	multiples, périphérie	unique, central	unique, central
Tubules T	Présents à la jonction A-I Triades avec sER	Présents à la bande Z Diades avec sER	absent
Jonctions intercellulaires	Aucunes	Stries scalariformes: - fascia adherens, - desmosomes - jonctions communicantes	Jonctions serrés Jonctions communicantes
Différenciations cellulaires	sER et tubules T très développés jonction neuromusculaire	Stries scalariformes Pas de jonction neuromusculaire	corps denses Pas de jonction neuromusculaire

CARACTERISTIQUE DES CELLULES MUSCULAIRES RECAPITULATIF (3)

Cellules musculaire	squelettique	cardiaque	lisse
Innervation	volontaire – SNC moteur	involontaire - SNA	involontaire - SNA
Type contraction	Tout ou rien	tout ou rien, rythmique	gradué, rythmique
Régulation de la contraction	Ca ²⁺ et troponin C, déplace la tropomyosine et expose le site de liaison,	Ca ²⁺ et troponin C, déplace la tropomyosine et expose le site de liaison,	Phosphorylation par MLCK en présence du complexe calcium – calmoduline
Mitose	non	non	Présente
Réponse à la demande	Hypertrophie	Hypertrophie	Hypertrophie et hyperplasie
Régénérescence	Limitée	Aucune	présente

Type de question:

Type A Concernant la structure de la cellule musculaire striée

squelettique, laquelle des propositions suivantes est **fausse** ?

- A) Le sarcolemme présente de fines invaginations tubulaires
- B) Le sarcoplasme contient des myofibrilles [SEP]
- C) Elle est courte et ramifiée [SEP]
- D) Elle est innervée par un neurone [SEP]
- E) Elle est entourée par du tissu conjonctif [SEP]

Type A Concernant la structure de la cellule musculaire striée

squelettique, laquelle des propositions suivantes est **fausse** ?

- A) Le sarcolemme présente de fines invaginations tubulaires
- B) Le sarcoplasme contient des myofibrilles [SEP]
- C) Elle est courte et ramifiée [SEP]**
- D) Elle est innervée par un neurone [SEP]
- E) Elle est entourée par du tissu conjonctif [SEP]

Type K prime

Quel(s) est/sont le(s) composant(s) moléculaire(s) des jonctions serrées ?

- A) Kératine [SEP]
- B) Desmocollines [SEP]
- C) Occludine [SEP]

D) Claudine [L]
[SEP]

Type Kprime

Quel(s) est/sont le(s) composant(s) moléculaire(s) des jonctions serrées ?

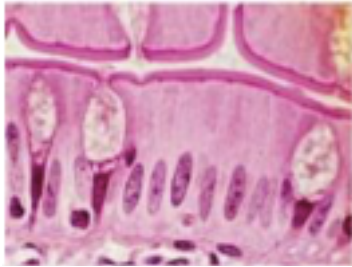
A) Kératine [L]
[SEP]

B) Desmocollines [L]
[SEP]

**C) Occludine [L]
[SEP]**

**D) Claudine [L]
[SEP]**

Type Kprime



Concernant l'épithélium représenté sur l'image ci-dessous (image également projetée), quelle(s) est/sont la(les) proposition(s) correcte(s) ?

- A) C'est un épithélium pluristratifié
- B) Il contient des cellules à sécrétions muqueuses
- C) C'est un épithélium prismatic
- D) Il contient des microvillosités

Tissus Muscles

Cellule et tissus – Tissus - Muscles 39

<https://rumble.com/v7gysmi-cellule-et-tissus-tissus-muscles-39.html>