

Université ammar thelidji de LAGHOUAT

Faculté de médecine

LE TISSU MUSCULAIRE

Cours destiné aux 1ere année de médecine

Dr.S.YAGOUBI

I –Introduction :

Le terme de tissu musculaire recouvre l'ensemble des cellules douées de propriétés contractiles et regroupées au sein de structures organisées, **les muscles**.

Les muscles sont constitués par des cellules spécialisées, **les fibres musculaires**.

Les fibres = cellules musculaires = **myocytes** se caractérisent par leurs :

- excitabilité
- contractilité
- et le développement des forces mécaniques.

Elles possèdent toutes une double composante :

- les myofibrilles d'**actine**.
- les myofibrilles de **myosine**.

C'est l'interaction **actine-myosine** qui confère les propriétés fonctionnelles à ce type de tissus.

Il existe trois grands types de tissus musculaires :

- Le tissu musculaire lisse.
- Le tissu musculaire strié squelettique.
- Le tissu musculaire strié myocardique.

Les myocytes diffèrent sur les plans :

- **Structural** (présence ou absence d'une striation des myofibrilles);
- **Fonctionnel** (myocytes volontaires ou involontaires).

II- Embryogenèse :

Les tissus musculaires dérivent tous du **mésoblaste embryonnaire**.

III- Classification :

1-selon leur structure :

Les myocytes diffèrent par la présence ou l'absence des striations des myofibrilles.

a- TM strié :

Les striations sont hétérogènes.

b- TM lisse :

Les striations sont homogènes.

2-selon le caractère fonctionnel :

En fonction de leur volonté sur leur activité mécanique :

a- Cellules musculaires volontaires.

b- Cellules musculaires involontaires.

Donc les muscles se classent en :

- Muscle strié volontaire (M. squelettique)
- Muscle strié involontaire (M. cardiaque)
- Muscle lisse involontaire (M. de la paroi des organes creux).

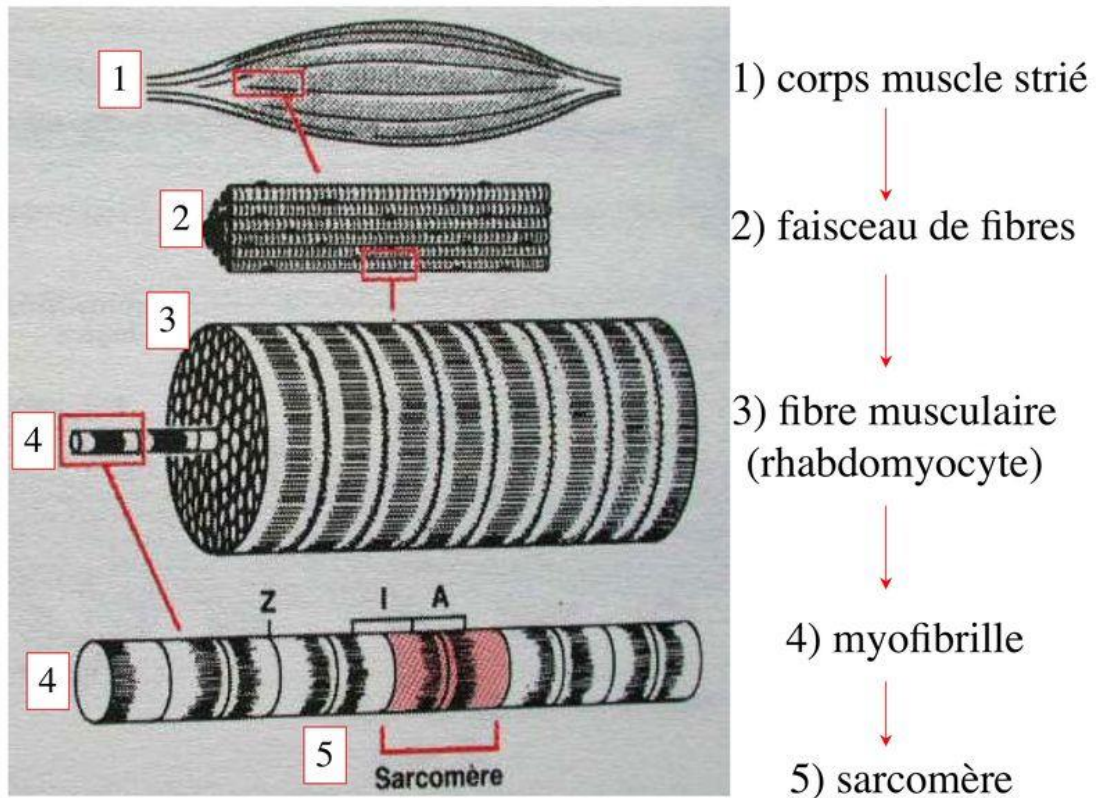
IV- le tissu musculaire strié :

1) structure générale :

Le tissu musculaire strié comprend 4 composantes que nous allons aborder successivement : musculaire, conjonctive, vasculaire et nerveuse.

A) composante musculaire :

Le corps du muscle strié est relié au squelette par les tendons. Il est formé de faisceaux de fibres musculaire (**1 fibre musculaire = 1 cellule musculaire**). Chaque cellule musculaire striée, encore appelée **rhabdomyocyte**, contient dans son cytoplasme des **myofibrilles**. Chaque myofibrille est formée par l'alignement d'unités contractiles élémentaires nommées **sarcomères**.

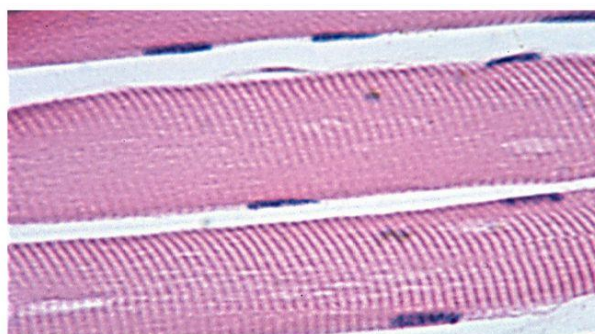


La cellule musculaire striée à la forme d'un **fuseau** d'environ 50 microns de diamètre et pouvant atteindre 50 cm de long.

Les rhabdomyocytes possèdent **plusieurs centaines de noyaux** situés en périphérie de la cellule, **contre la membrane plasmique** encore appelée **sarcolemme**.

Au sein du cytoplasme, les myofibrilles confèrent un aspect strié aux muscles squelettiques du fait de **l'alignement des sarcomères** c'est-à-dire les unités élémentaires constituant les myofibrilles

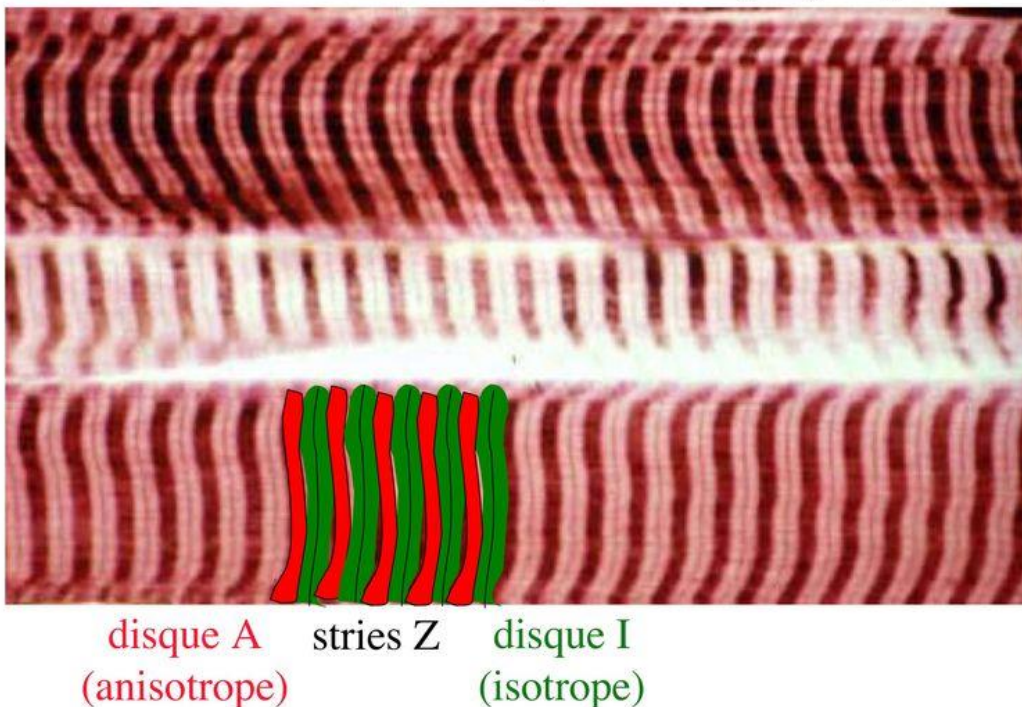
fibres musculaires (rhabdomyocytes)



En coupe longitudinale après coloration standard, cette striation est observable en microscopie optique et correspond à l'alternance de bandes sombres et de bandes claires.

La **bande sombre** est nommée **disque A** car elle est **anisotrope** en microscopie à contraste de phase c'est-à-dire d'aspect inhomogène. La **bande claire** est nommée **bande I** car elle est **isotrope** c'est-à-dire homogène. Chaque bande claire est traversée d'une ligne transversale qu'on nomme **strie Z**.

fibres musculaires (rhabdomyocytes)



Entre les myofibrilles, le cytoplasme restant est nommé **sarcoplasme** et contient les organites et molécules suivantes :

- des **mitochondries volumineuses** alignées en file le long des myofibrilles et qui leur fournissent l'ATP nécessaire à la fonction contractile
- des **grains de glycogène** permettant le stockage du glucose.
- des **molécules de myoglobine** qui donnent leur coloration rouge au muscle et dont la fonction est de fixer l'oxygène et de le transmettre aux mitochondries.

- des **protéines du cytosquelette** (filaments intermédiaires de **desmine** et microtubules) assurant la cohésion des faisceaux de myofibrilles.

- d'autres protéines telles que la **créatine** et la **créatine phospho-kinase (CPK)** qui permet le catabolisme de la créatine en créatinine (la créatininémie est corrélée à la masse musculaire ; par ailleurs, la clearance de la créatinine est reflet de la fonction rénale)

- des **poches de réticulum endoplasmique lisse** encore appelé **réticulum sarcoplasmique** qui forment un réseau participant au système dit sarcotubulaire ou système T.

La richesse relative en glycogène, mitochondries et myoglobine permet de distinguer les fibres de type I (dites rouges) des fibres de type II (dites blanches).

Les **fibres rouges** sont riches en mitochondries et myoglobine mais pauvres en glycogène. Elles ont un fonctionnement aérobie et sont abondantes dans les muscles posturaux. Leur fatigabilité est faible et leur contraction lente.

Les **fibres blanches** sont riches en glycogène mais pauvres en mitochondries et myoglobine. Elles ont un fonctionnement anaérobie et sont abondantes dans les muscles phasiques. Leur fatigabilité est élevée et leur contraction rapide.

Fibres de type I (rouges)

- * Mitochondries +++
- * Myoglobine +++
- * Glycogène +/_
- * Fonctionnement aérobie
- * Muscles posturaux
- * Fatigabilité faible
- * Contraction lente

Fibres de type II (blanches)

- * Mitochondries +/-
- * Myoglobine +/-
- * Glycogène +++
- * Fonctionnement anaérobie
- * Muscles phasiques
- * Fatigabilité élevée
- * Contraction rapide

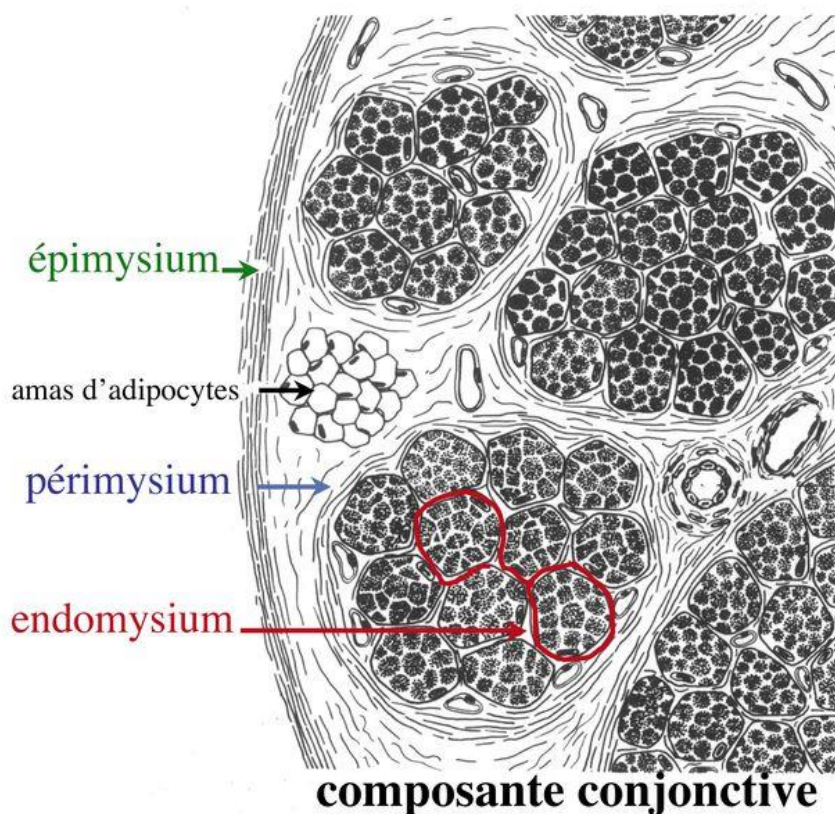
Les cellules satellites :

Les cellules satellites sont des **cellules souches musculaires** permettant : la croissance, le renouvellement et la régénérescence du tissu musculaire.

B - Composante conjonctive :

Les fibres musculaires striées (c'est-à-dire les cellules musculaires) sont groupées en faisceaux et sont réunies et entourées par un tissu conjonctif formant plusieurs tuniques. **L'épimysium** revêt le muscle dans son entier, le **pérимыsium** entoure chaque faisceau et **l'endomysium** est le nom donné au tissu conjonctif entourant chaque fibre musculaire.

On trouve également des amas d'adipocytes au sein du pérимыsium.



C- Vascularisation :

Des vaisseaux sanguins (artérioles et veinules) circulent dans les cloisons conjonctives du péricardium et forment un réseau capillaire artérioveineux au niveau de l'endomysium. Ce réseau entoure chaque fibre musculaire.

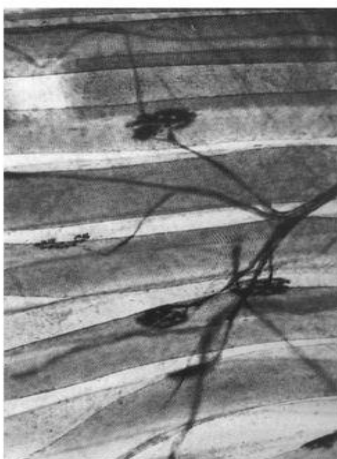
D - Innervation :

a- Innervation motrice :

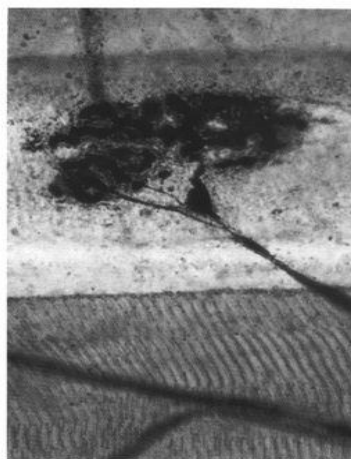
Chaque cellule musculaire est innervée par une fibre nerveuse motrice issue d'un **motoneurone alpha**. Le corps cellulaire de chaque motoneurone alpha est localisé dans la **corne antérieure de la moelle épinière** et envoie un axone dont **chacune des terminaisons fait synapse au niveau d'une jonction neuromusculaire, encore appelée plaque motrice**. Chaque motoneurone commande ainsi plusieurs fibres musculaires via l'arborisation axonale terminale.

L'ensemble des fibres musculaires sous contrôle d'un motoneurone constitue une **unité motrice**. Le neurotransmetteur des jonctions neuromusculaires est l'**acétylcholine** et les récepteurs de l'acétylcholine sont localisés sur la membrane plasmique des fibres musculaires. Dans la fente synaptique, l'acétylcholine en

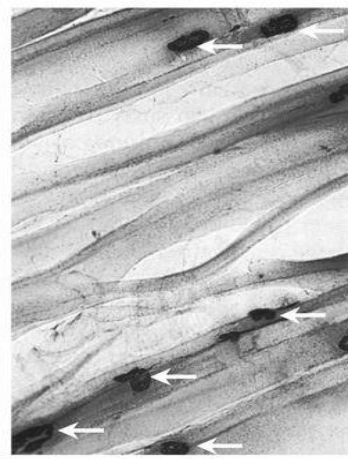
composante nerveuse motrice



terminaisons axonales
d'un motoneurone alpha
(unité motrice)



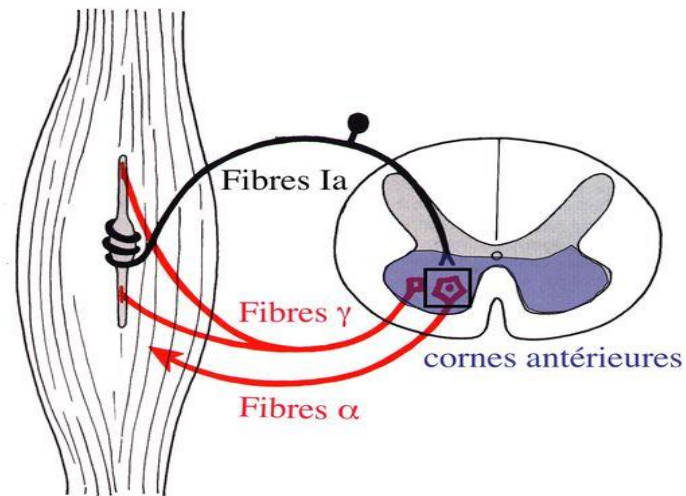
terminaison axonale
+ plaque motrice



plaques motrices

excès est dégradé par l'**acétylcholinestérase**.

composante nerveuse sensitive



Fuseau neuromusculaire (boucle gamma)

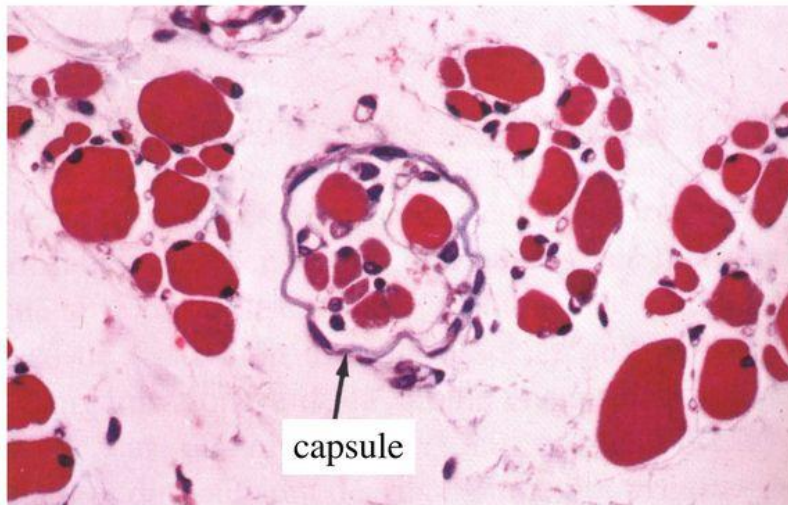
b-

b- Innervation sensitive :

Le muscle strié est également innervé par des fibres nerveuses sensibles qui font synapse au niveau de deux structures équipées de mécanorécepteurs : les **fuseaux neuromusculaires** et les **organes neurotendineux**. Les fuseaux neuro-musculaires sont des **structures encapsulées** localisées au sein de l'endomysium et formées de fibres musculaires spécialisées dites **intrafusales** et de fibres sensibles (des **fibres 1-a**) sensibles à l'étirement des fibres musculaires intrafusales.

A l'état basal, le maintien d'un état d'étirement normal des fibres intrafusales est assuré par des fibres nerveuses motrices spécialisées, les **fibres gamma**. Lorsqu'un étirement mécanique du muscle se produit, la stimulation des fibres 1-a entraîne la stimulation des motoneurons alpha de la corne antérieure, stimulation qui est responsable de la contraction des fibres musculaires intra et extrafusales, ce qui permet de Stopper l'étirement.

composante nerveuse sensitive



Fuseau neuromusculaire

V. LE TISSU MUSCULAIRE LISSE

Les muscles lisses sont très largement répartis. Ils sont présents dans la paroi de la plupart des viscères creux (intestin, vessie et utérus par exemple). Ils forment aussi, une partie de la paroi des vaisseaux sanguins et des canaux excréteurs des glandes.

Contrairement à la cellule musculaire striée, Les cellules musculaires lisses se caractérisent par :

- des contractions lentes et soutenues, ou rythmiques, qui ne sont pas sous le contrôle de la volonté.
- Il n'existe pas de striations en microscopie photoniques.
- Une faible population de cellules est innervée.

1- structure générale :

a- Microscopie optique

La cellule musculaire lisse est fusiforme avec un corps cellulaire renflé et deux extrémités effilées.

Sa longueur varie de 15 (au niveau des petits vaisseaux sanguins) à 500 μm (au niveau de l'utérus). Chaque cellule possède un **noyau central** de forme **elliptique** situé dans un fuseau sarcoplasmique axial dépourvu de

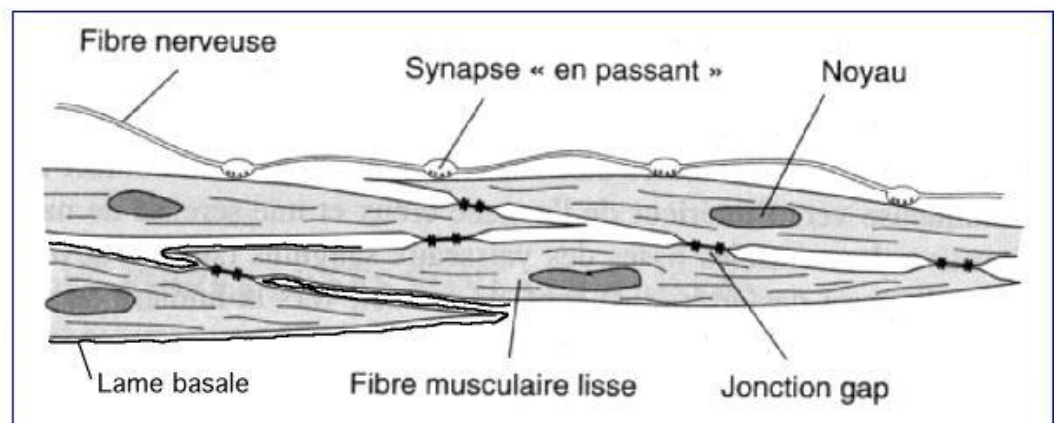
myofibrilles et où se trouvent les organites de la cellule notamment de nombreuses mitochondries.

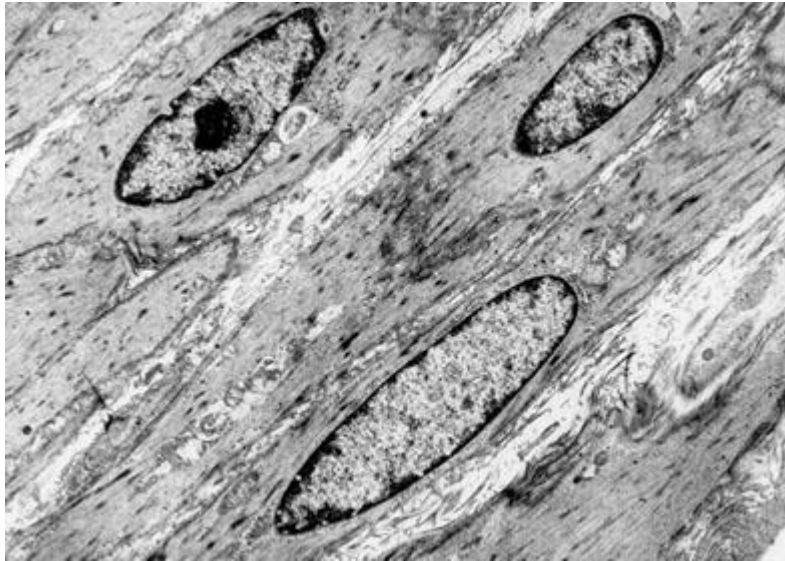
Chaque cellule est entourée du sarcolemme formé de la membrane sarcoplasmique et de la lame basale et contient des myofilaments orientés selon le grand axe de la cellule.

b - Microscopie électronique :

La cellule musculaire lisse ne présente pas de myofilaments hautement organisés comme dans la cellule musculaire striée mais elle possède un ensemble de faisceaux irréguliers de **protéines contractiles** (**myofilaments** fins et épais) qui s'entrecroisent dans le sarcoplasme et s'insèrent sur des points d'ancrage (**corps denses**) situés soit au niveau de la membrane plasmique, où ils sont comparables à des systèmes de jonctions adhérentes, soit au sein du sarcoplasme. Les cellules musculaires lisses communiquent entre elles par des **jonctions communicantes** (appelées aussi nexus) qui permettent notamment la diffusion de l'excitation entre les cellules. Le sarcolemme est le siège de nombreuses **invaginations** qui forment des structures semblables aux vésicules d'endocytose qui seraient l'équivalent des triades du système T des cellules musculaires striées

MUSCLE LISSE : SCHEMA GENERAL SIMPLIFIE





Coupe longitudinale de cellules musculaires lisses : noyaux en position centrale, myofilaments)

2 - Structure moléculaire :

2-1- myofilaments fins :

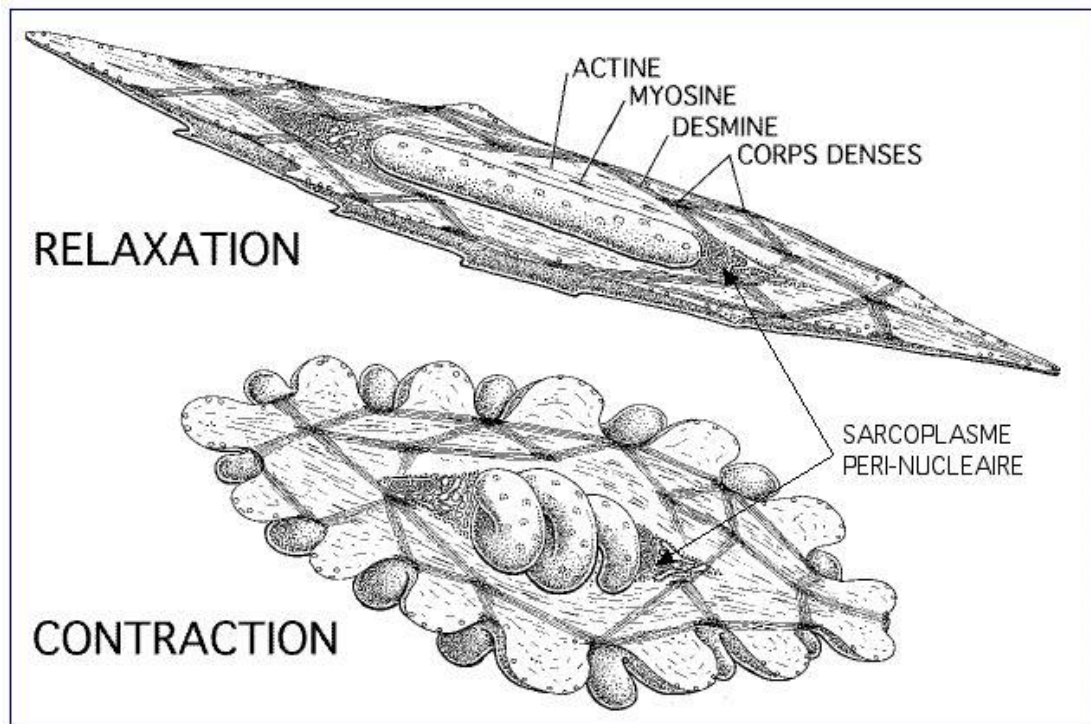
Ce sont des filaments d'actine (isoforme spécifique du muscle lisse) qui s'insèrent au niveau des corps denses du sarcolemme.

2-2- Myofilaments épais

Les myofilaments épais sont composés de myosine qui est d'un type différent de celui des cellules musculaires striées. Ces filaments sont instables et ne se formeraient que lorsque la fibre subit une excitation.

3- Contraction musculaire :

La contraction du tissu musculaire lisse est sous le contrôle du système ortho et parasympathique. Il n'existe pas de jonction neuromusculaire bien individualisée. Le neurotransmetteur est libéré à partir des renflements le long de l'axone qui contiennent des vésicules synaptiques. La contraction est différente de celle du muscle strié. Les protéines contractiles sont disposées en un réseau à l'intérieur de la cellule et la contraction produit un raccourcissement de la cellule qui prend une forme globulaire. En phase de contraction maximale, le noyau est souvent replié sur lui-même,



La contraction du muscle lisse est aussi dépendante des ions Ca^{++} mais le contrôle des mouvements calciques est différent du muscle strié ; les ions Ca^{++} libérés du réticulum endoplasmique au moment de l'excitation de la membrane cellulaire, se lient à une protéine appelée calmoduline. Le complexe ainsi formé active une enzyme située sur la chaîne légère de la myosine qui peut ainsi se lier à l'actine. Les deux protéines peuvent ensuite interagir d'une manière identique à ce qui se passe dans le muscle strié.

4 - Variétés de cellules musculaires ;

a- Myocytes viscéraux :

Les cellules musculaires lisses qui forment les parois des organes creux (tube digestif, voies excrétrices urinaires, utérus) sont identiques à la cellule décrite ci-dessus. Il peut cependant exister des variations en fonction des localisations : les myocytes de la vessie ne comportent que de très rares jonctions communicantes. Celles-ci apparaissent en fin de grossesse dans les myocytes utérins.

b- Myocytes des parois vasculaires :

Les cellules musculaires que l'on trouve dans la paroi des vaisseaux sont sensiblement différentes notamment par leurs protéines du cytosquelette (vimentine / desmine). Sur le plan morphologique, ce sont des cellules aux extrémités trapues qui présentent des prolongements destinés à leur insertion sur les lames élastiques des

parois artérielles.

c- myofibroblastes :

Intermédiaires entre cellules musculaires lisses et fibroblastes, ont un rôle dans les phénomènes de cicatrisation et de réparation tissulaire.

d-cellules myoépithéliales :

Ce sont des cellules aplaties entourant les acinus et les canaux excréteurs des glandes exocrines. Contenant des protéines contractiles et des filaments intermédiaires de desmine. Autour des acini, elles ont une forme étoilée et forment un réseau contractile qui enserre les cellules sécrétrices ; autour des canaux, elles sont fusiformes et entourent les cellules excrétrices comme les cercles d'un tonneau.

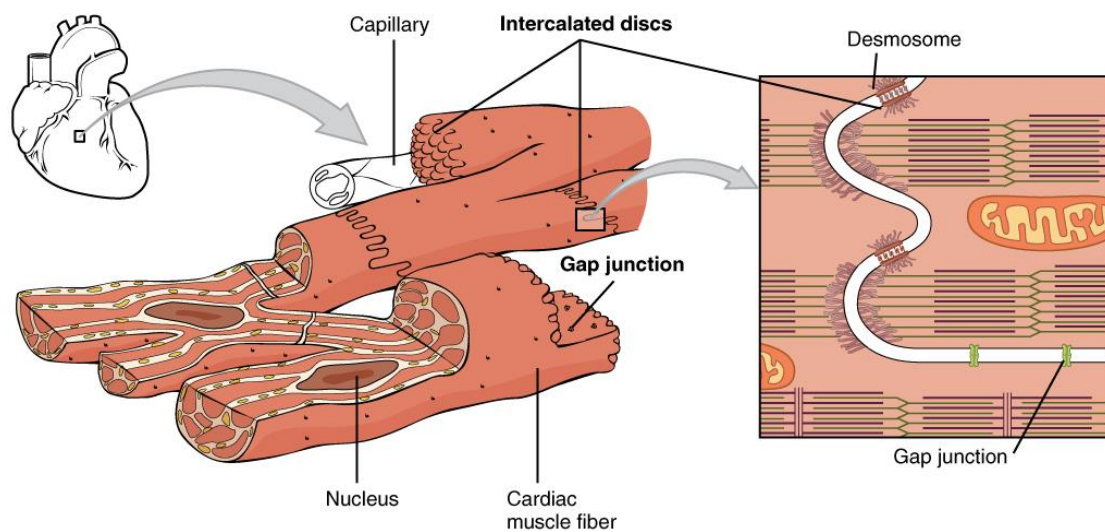
VI- Tissu myocardique

I- Généralités :

Le tissu myocardique est formé de cellules musculaires striées myocardiques, les cardiomyocytes qui, à la différence des cellules musculaires striées squelettiques, présentent la caractéristique essentielle de se **contracter spontanément de façon rythmique en l'absence de commande nerveuse**. Ainsi, au cours du développement embryonnaire, les contractions du tissu myocardique précèdent son innervation. De même, in vitro, les cardiomyocytes présentent une activité contractile spontanée et rythmique. Toutefois, l'activité contractile spontanée du tissu myocardique subit l'influence de **l'innervation parasympathique** qui ralentit le rythme cardiaque (neurotransmetteur : l'acétylcholine) et de **l'innervation sympathique** qui accélère le rythme cardiaque (neurotransmetteur : la noradrénaline).

Au plan morphologique, les cardiomyocytes se différencient des cellules musculaires striées squelettiques par les caractéristiques suivantes :

- elles sont **cylindriques et courtes**.
- elles contiennent un **noyau unique, allongé, localisé au centre de la cellule** ;
- leurs extrémités présentent une **bifurcation en queue de poisson**.
- elles établissent des contacts intercellulaires visualisables en microscopie optique sous forme de **stries dites scalariformes**.



- * cellules cylindriques
- * noyau central
- * extrémités ramifiées
- * stries scalariformes (flèches)

II- Composants cellulaires :

1- sarcomère et sarcoplasme : l'ultrastructure, la composition moléculaire et le fonctionnement des sarcomères est similaire à celui des muscles striés squelettiques. Par ailleurs, dans les cardiomyocytes, les myofibrilles sont absentes de la zone centrale péri-nucléaire. Dans cette zone, les myofibrilles font place à de nombreuses mitochondries et grains de glycogène.

2- sarcolemme : le sarcolemme des cardiomyocytes se différencie de celui des rhabdomyocytes par l'absence de plaques motrices et de jonctions neuro-musculaires et par l'existence de multiples systèmes de

jonctions intercellulaires. Ces systèmes de jonctions intercellulaires permettent la transmission des forces contractiles et la diffusion de l'excitation musculaire d'une cellule à l'autre. Ils sont localisés au niveau des stries scalariformes et sont constitués de 3 éléments :

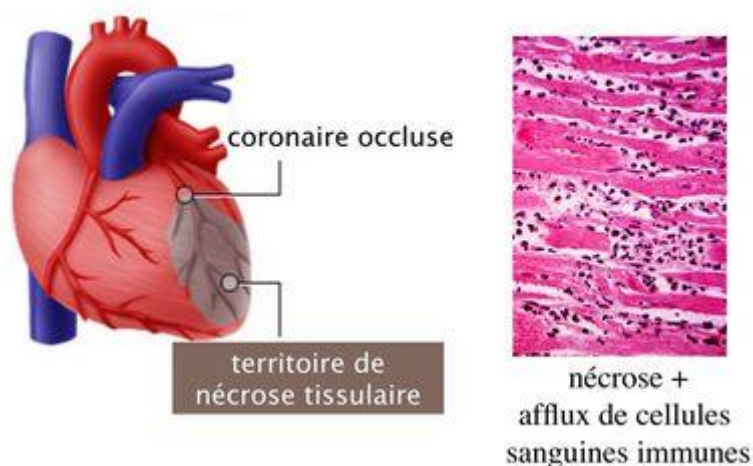
- des desmosomes.
- une zonula adherens.
- des jonctions communicantes.

III- Pathologie du muscle myocardique :

1- l'infarctus du myocarde :

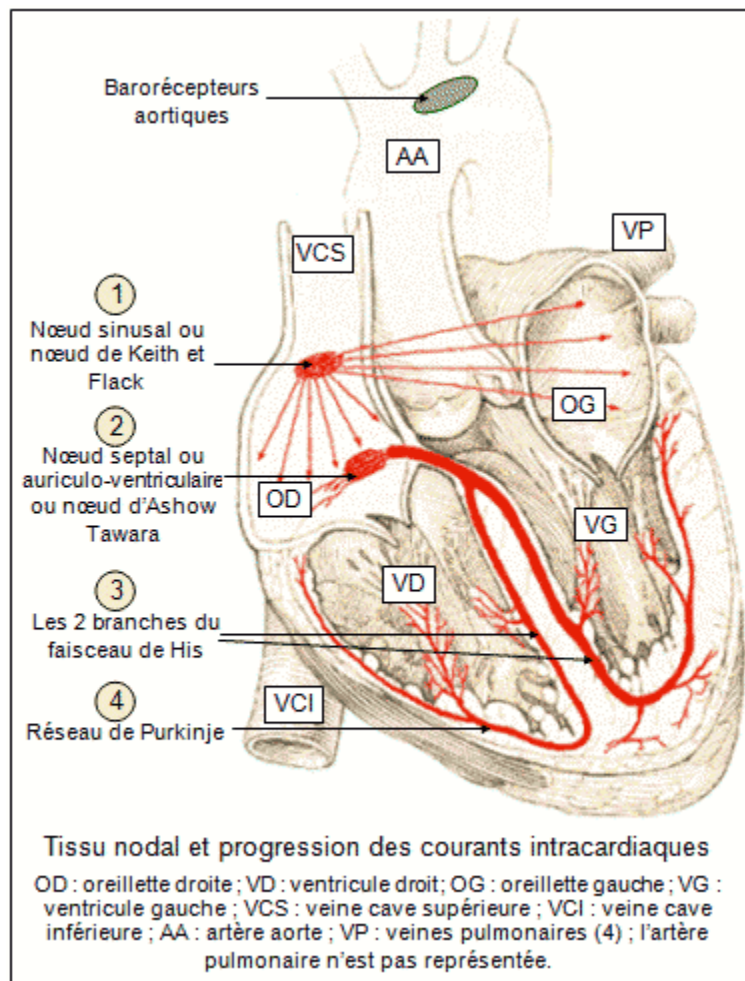
Lié à l'obstruction d'une ou plusieurs des artères nourricières du tissu myocardique : les artères coronaires. Elle se manifeste par une nécrose plus ou moins localisée du myocarde avec infiltration secondaire de cellules immunes dérivant du sang (essentiellement des macrophages). Le diagnostic biologique s'appuie sur le dosage sanguin de la **créatine phospho-kinase (CPK)** et de son isoforme spécifiquement cardiaque, la **CPK-MB**. On peut également observer une augmentation précoce du taux sérique de **myosine** et de **troponine**.

Infarctus du myocarde



2- les troubles de la conduction : les troubles de la conduction sont essentiellement secondaires à une atteinte des cellules cardionectrices au niveau du nœud sinusal ou du faisceau de

HIS. On parle respectivement de **bloc sinusal** et de **bloc auriculo-ventriculaire**. Les troubles de conduction induisent généralement la survenue d'épisodes de bradycardie voire d'arrêt cardiaque transitoire responsable d'une perte de connaissance.



3- les cardiomyopathies génétiques : Les troubles de conduction induisent généralement la survenue d'épisodes de bradycardie voire d'arrêt cardiaque transitoire responsable d'une perte de connaissance. il s'agit le plus souvent de **cardiomyopathies hypertrophiques** caractérisées par un épaississement de la paroi ventriculaire gauche. Elles constituent l'une des principales causes de mort subite du sujet jeune et la première cause de décès chez les athlètes de moins de 35 ans.

