

Appareil locomoteur

Introduction

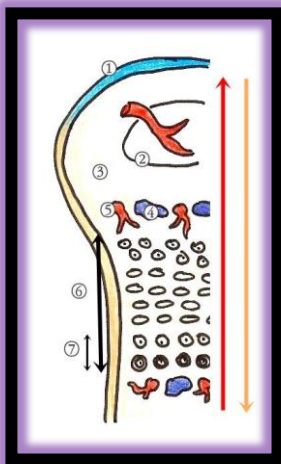
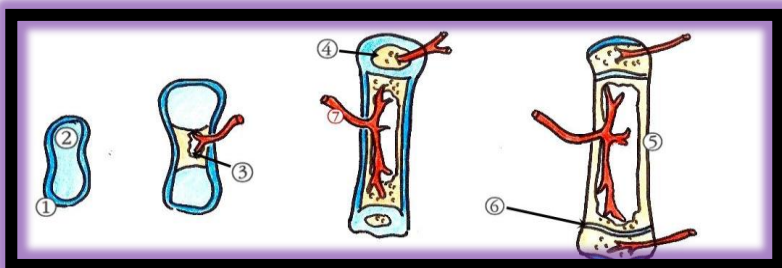
1. Squelette axial = le crâne, colonne vertébrale
2. Squelette thoracique = côtes et sternum,
3. Squelette appendiculaire = des membres et des ceintures.

L'appareil locomoteur provient embryologiquement du mésoblaste.

I) Ostéogenèse

A) Principes de l'ossification

L'ossification s'arrête à l'âge adulte. Il existe 2 types d'ossifications : enchondrale et membraneuse. L'âge d'apparition **des points d'ossifications primaires** (au niveau de la diaphyse) et **des points d'ossifications secondaires** (au niveau des épiphyses) est fixe (permettant l'estimation de l'âge osseux). **Entre les deux se trouve le cartilage épiphysaire** (de conjugaison, de croissance)



Le cartilage épiphysaire est entre des lacs vasculaires épiphysaire et métaphysaire.
La croissance s'arrête lors de leur mise en contact.
L'épiphysiodèse = mise en contact des lacs vasculaires par un processus physiologique ou pathologique (ex: fracture)
L'épiphysiodèse totale entraîne un arrêt de la croissance, et l'épiphysiodèse partielle entraîne l'apparition d'une déviation de l'os.

B) Facteurs influençant l'ossification

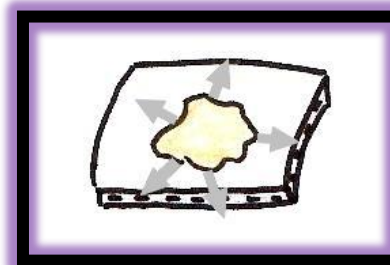
Les épiphyses fertiles (EP) participent aux 2/3 de la croissance des os longs. Elles sont près du genou et loin du coude. Elles sont responsables de plusieurs pathologies :

- 1) -Une lésion proche des EP aura plus de conséquence qu'une lésion éloignée
- 2) -Les cancers osseux de l'enfant sont près des épiphyses fertiles
- 3) -L'ostéomyélite primitive hémotogène va siéger préférentiellement au niveau des EP

Somato-hormone et hormones sexuelles influent sur la croissance osseuse. On décrit deux poussées de croissance : lors de la première année, et à la puberté. La loi de Delpech veut que la croissance soit accrue dans les zones de faibles pressions. (Alitement prolongé = poussée de croissance)

C) Cas particulier des os du crâne

L'ossification de membrane se fait à partir d'une maquette membraneuse (pas de cartilage). Au sein de la membrane ostéoïde va apparaître un point d'ossification dont la croissance va être centrifuge. Entre deux os de membrane subsiste à l'âge adulte un ligament inter-osseux d'union permettant notamment l'adaptation des os du crâne du nourrisson lors de la naissance (fontanelles).

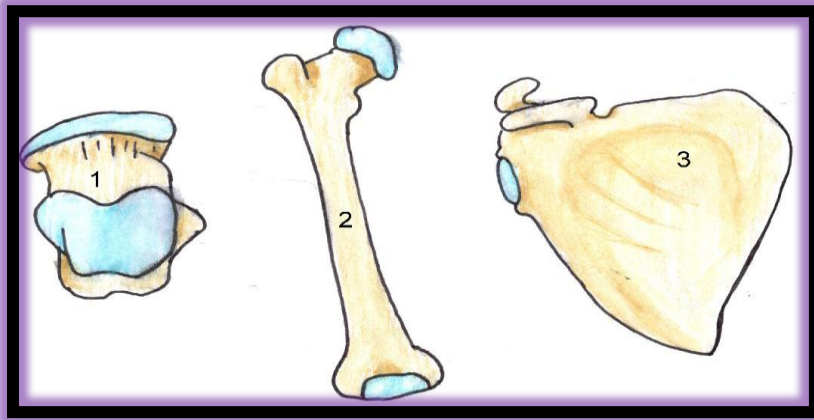


II) Les os

A) Classification des os

3 types :

1. **-Long** = **Longueur prédomine**, le centre de l'os est nommé diaphyse et les extrémités épiphyse (encrouté de cartilage articulaire) et la métaphyse entre les deux
2. **-Court** = Toutes les **dimensions sont équivalentes** et de petites tailles
3. **-Plat** = **L'épaisseur est très réduite**



B) La structure osseuse

L'os est entouré en tout point de périoste (plus ou moins épais selon l'âge) sauf au niveau du cartilage articulaire.

Il y a 2 types de tissu osseux :

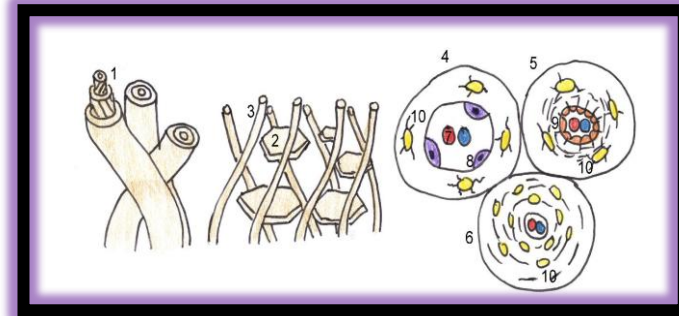
1. **-L'os compact à une structure fibro-lamellaire, torsadé, polyphasique dont l'unité fonctionnel est l'ostéon.** Chaque ostéon est formé de travées de collagène inversé augmentant la résistance de la structure. Ces lamelles emprisonnent des cristaux d'hydroxyapatite (substance minérale) ayant des propriétés « piézo-électriques »
2. **-L'os spongieux ou les lamelles osseuses** sont « écrasées » qui forme le tissu spongieux ou se trouve la moelle osseuses rouge (la jaune est dans le canal médullaire)
3. Les **deux structures ont une structure lamellaire** !



C) Renouvellement osseux

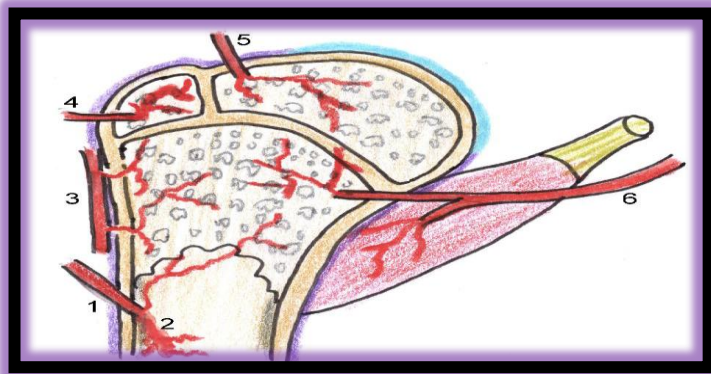
L'os est une poutre creuse dont les ostéons sont renouvelés en permanence. Ce **renouvellement est sous contrôle hormonal** et se trouve perturbé par le vieillissement (ostéoporose)

Dans l'ostéon on retrouvera : des ostéoblastes (-cyte, -claste) en fonction du stade de maturité de ce dernier, un canal vasculaire de Havers, et entre ces canaux les canaux de Wolkman (horizontal)



D) Vascularisation de l'os

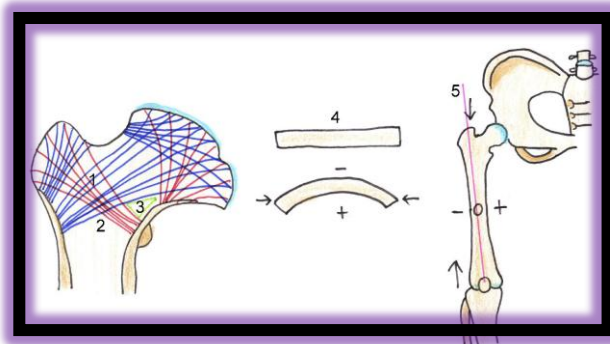
1. Diaphyse : **Bien vascularisées**, les artères endostées vascularisent les 2/3 internes (à l'intérieur de la diaphyse), les artères périostées le 1/3 externe (à la surface)
2. Métaphyse : **Très bien vascularisé** (régénération plus rapide lors de fracture)
3. Epiphyse : **TRES MAL VASCULARISEE**, entraînant des ostéonécroses en regard de l'ostéonécrose le cartilage s'effondre (attention à l'OH)



E) Biomécanique osseuse

1. Contrainte au niveau de la diaphyse

- a) -contrainte négative au niveau de la convexité
- b) -contrainte positive ou niveau de la concavité
- c) -absence de contrainte au centre



2. Contrainte au niveau des métaphyses et épiphyses

C'est le tissu spongieux qui va transmettre les contraintes de l'articulation à la diaphyse. Il s'établit en travées spongieuses qui suivent les lignes de force et forme le plus souvent une arche gothique

3. Résistance osseuse

L'os est un matériau composite et élastique. Le module d'Young (notion de physique non essentiel retenir qu'il est bas et que ça rend l'os élastique) de l'os est très bas le rend élastique

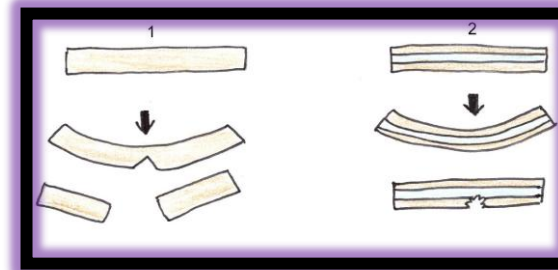
2 types de fractures :

-**fragile** : **rupture net** (sans demi-mesure ^^) la plus fréquente

-**incomplète** (bois vert) : **rupture incomplète**. Se rencontre souvent chez l'enfant La résistance de l'os est supérieure IN VIVO qu'IN VITRO à cause de la présence des muscles.

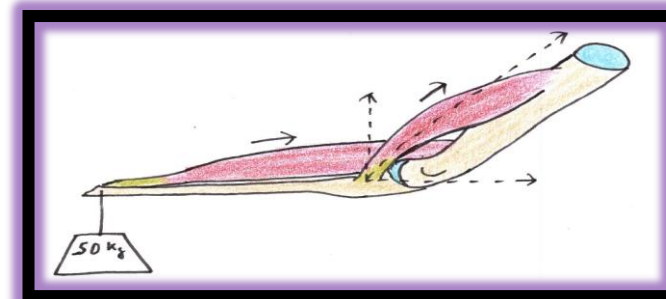
2 théories :

- 1) -de la *poutre composite* (Rabischong et Avril) : les contraintes sont réparties sur les os et les muscles



- 2) -*Théorie des haubans de Pauwels* : une partie des contraintes passent par **les haubans musculaires**

Pour les os court et les épiphyses leurs résistances est comparable à un bidon d'huile = **association tissu spongieux + tissu cortical**



F) fractures et réparation osseuse

1) Fracture osseuse :

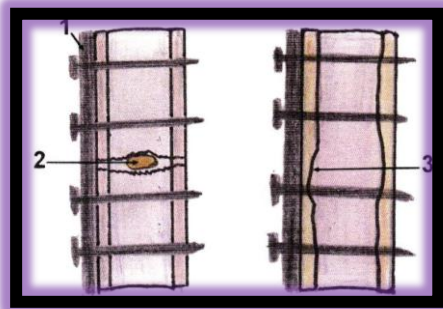
3 types

- 1) de surcharge=la contrainte est **supra-physiologique**
- 2) de fatigue= contrainte **infra-physiologique répétée** plusieurs fois (formation d'une fissure puis d'une fracture spontanée)
- 3) pathologique=l'os est pathologique et **rompt plus facilement** (pas besoin de répéter la contrainte)

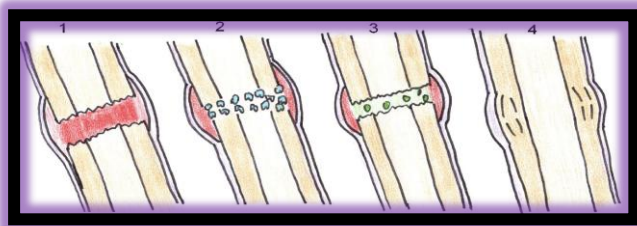
2) Réparation osseuse (l'os est capable d'auto-régénération)

2 types :

- a) -Première intention : **intervention chirurgicale** avec **ponction de l'hématome** (souvent pose de plaques, broches) donc non formation de cal osseux et apparition directe d'un tissu cartilagineux, puis ossification (1^{er} et 2^{nde})



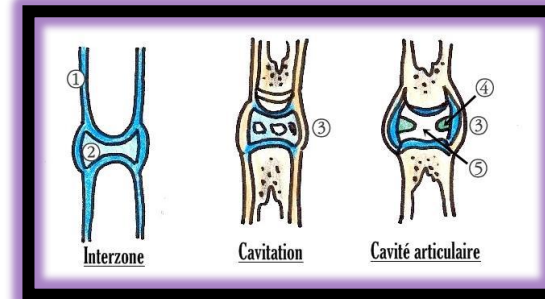
- b) -Deuxième intention : **Non ponction de l'hématome** donc apparition du cal fibrocartilagineux, puis ossification primaire et secondaire.



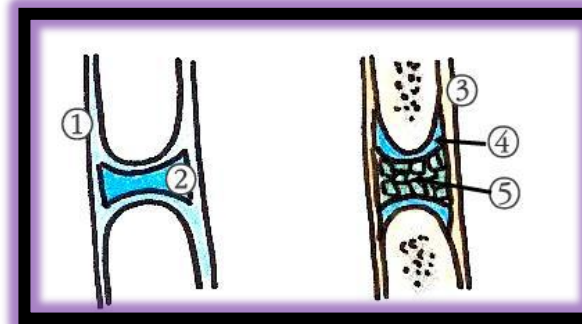
III) Les articulations

A) Arthrogénèse

1. -des articulations synoviales: au sein de la matrice cartilagineuse, recouverte par le périchondre, apparaît l'interzone, **qui va se caviter** pour former une cavité articulaire. Les mouvements vont créer des surfaces articulaires.



2. -articulations cartilagineuses, ne donnent **pas lieu à une cavitation** : un fibrocartilage d'union se développe au niveau de l'interzone. Les étages cervical et céphalique, sont d'origine somitique et branchiale.

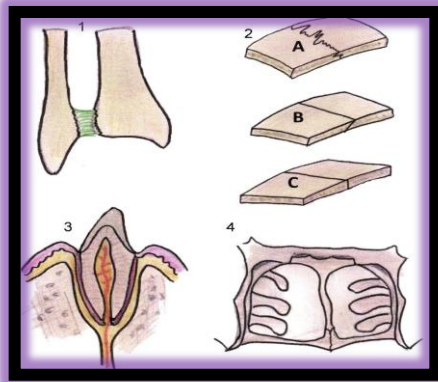


B) Classification des articulations

Articulation fibreuse : pas de mobilité, représentée par un ligament d'interposition entre 2 os.

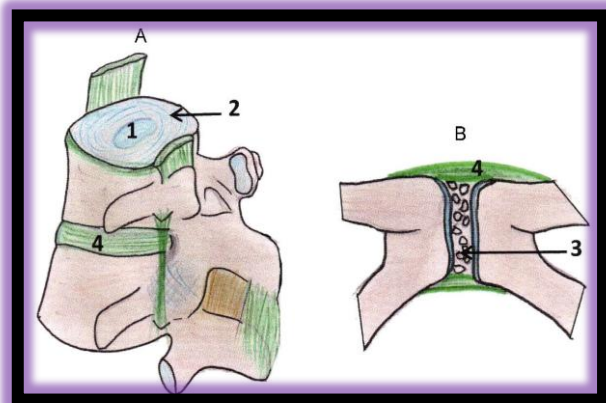
Il en existe 4 types :

- 1) Les sutures (au niveau du crâne = plane, dentelé, squameuse)
- 2) Schyndylèse (rail plein dans un rail creux)
- 3) La syndesmose (**exception, il y a une cavité articulaire**, articulation tibio-fibulaire inf.)
- 4) Gomphose



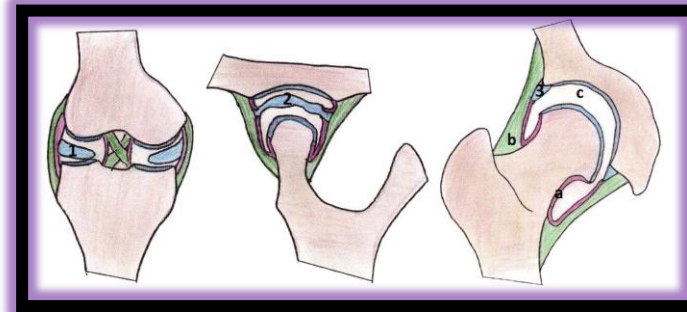
Articulation cartilagineuse : peu de mobilité, **il y a une capsule articulaire mais PAS de cavité**, un fibrocartilage d'union et un cartilage articulaire sur les deux surfaces osseuses.

Ex : symphyse pubienne et articulation intercorporeale (disque intervertébraux avec au centre le nucléus pulposus et en périphérie annulus fibrosus)



Articulation synoviale : Elles ont une grande mobilité (1, 2,3 axes), elles possèdent :

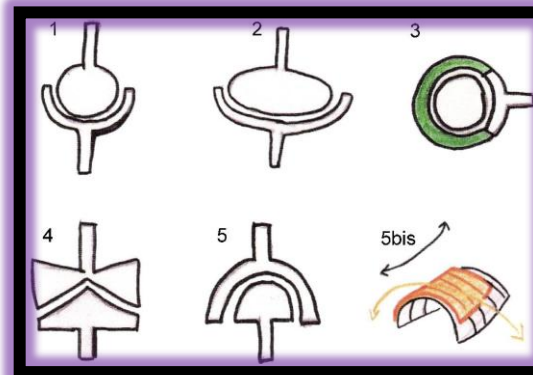
- 1) -Une cavité articulaire
- 2) -Une capsule fibreuse
- 3) -Une membrane synoviale sécrétant le liquide synovial (++acide hyalu)
- 4) -Des fibrocartilages d'interpositions (ménisque bourrelet disques) → augmentant la congruence articulaire
- 5) -Des ligaments de renforcement extra ou intra articulaire
- 6) -Cartilage articulaire (hyalin)



Il en existe 6 différentes :

Sphéroïde=énarthrose 3 axes
Ellipsoïde=condylienne 2 axes
Cylindroïde=trochoïde, 1axe

; Trochlée=Poulie=ginglyme 1axe
; En selle 2 axes
; Plane= arthroïde multitude axe



-Polyarthrite rhumatoïde : maladie inflammatoire de la synoviale touchant toutes les articulations synoviales
 -Spondylarthrite ankylosante : maladie inflammatoire se localisant au niveau des articulations cartilagineuses
 Donc toutes les articulations synoviales peuvent être atteintes par une maladie de la membrane synoviale

La sysarconse= articulation à part
 Est formée par la création d'un espace de glissement entre deux os tapissés par des muscles et rempli de graisse = articulation scapulo-thoracique

C) Vascularisation et innervation des articulations synoviales

Les articulations synoviales sont vascularisées par des artères artérielles qui leur sont propres vascularisant la **périphérie de l'articulation** (la capsule, et la périphérie des fibrocartilage d'interposition).
 Innervation proprioceptive : l'inconsciente va au cervelet, le conscient au gyrus post-central

D) Biomécanique du cartilage hyalin

1) Structure du cartilage

3 zones :

-**superficielle = surface en tôle ondulé** avec pore de nutrition
 -**profonde ou moyenne = structure en nid d'abeille**
 -**Basale = Les fibres de collagène s'insèrent dans l'os** compact
 Chez l'adulte il n'y a pas de cicatrisation des surfaces cartilagineuses

Le liquide synovial nourrit le cartilage articulaire lorsque l'articulation est soumise à une contrainte, via les pores de nutrition : **c'est le pumping** synoviale

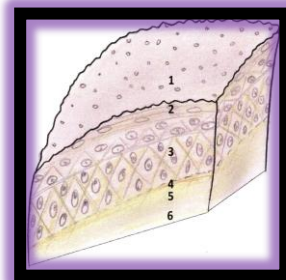
L'usure du cartilage fait apparaître la structure en nids d'abeille (structure en chair de crabe)

2) Lubrification synoviale

La lubrification est permise par l'acide hyaluronique

3) Niveau de lubrification

-Lubrification hydrodynamique à flux laminaire: Vitesse élevée - pression faible, les molécules AH sont parallèles aux surfaces cartilagineuses
 -Lubrification limite : Vitesse élevée - pression élevée, les molécules AH adhèrent aux surfaces cartilagineuses



Gélification : pression considérable :

-Les molécules d'AH forme un gel qui reste emprisonné dans les espaces des surfaces en tôle ondulée
 -Les molécules d'AH vont agir comme des micro-roulements à billes
 Usure des cartilages = l'arthrose

IV) Les muscles

Myogénèse :

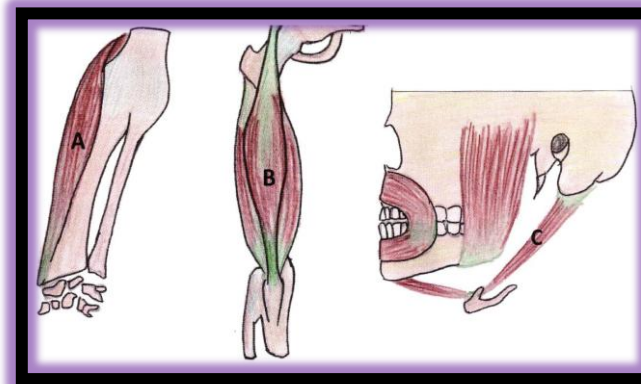
Le myotome va migrer et donner **en arrière** (destinée à la colonne vertébrale) les muscles de l'**épimère** innervé par les rameaux postérieures des nerfs spinaux et en avant les muscles de l'**hypomère pour la paroi abdominale** et les membres innervés par **les rameaux antérieurs**.

3 type de muscles : strié squelettique - strié cardiaque - lisse

A) Classification des muscles

Selon leurs formes :

- 1) Orbiculaire : sphincter strié de l'anus
- 2) Plat : muscle transverse de l'abdomen
- 3) Court : masséter
- 4) Long : biceps



Selon leurs ventres :

- 1) -Monogastrique

2) -Polygastrique : en série (muscle droit de l'abdomen) parallèle (triceps)

Selon leurs terminaisons :

-Sur un tendon de façon :

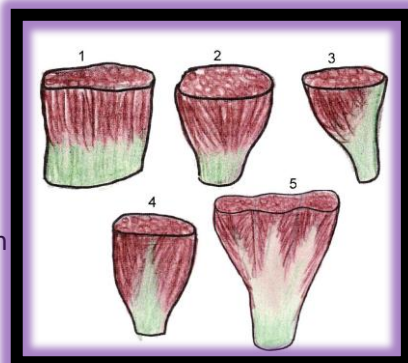
Bout à Bout : continuité des fibres Mu et du tendon

Fusiforme : forme un fuseau avant de s'insérer

Unipenné : s'insère d'un seul côté du tendon

Bipenné : des deux cotés

Multipenné : plusieurs chefs en parallèles



-Sur la peau directement= muscles peaucier de la face

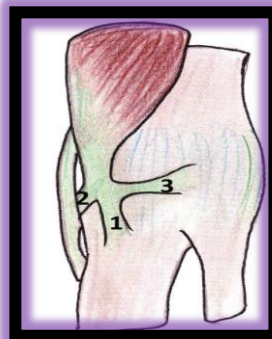
-Sur un fascia d'insertion = lame tendineuse

Selon la terminaison de leur tendon :

-direct=insertion sur l'os en continuité avec les fibres musculaire

- Réfléchi : le tendon entour l'os avant de s'insérer, permet au muscle d'avoir plusieurs fonctions

- Récurent le tendon prend la direction inverse du muscle



B) Les insertions tendineuses

Les fibres tendineuses s'insèrent dans l'os, en traversant une couche de cartilage la capsule périostée et l'os compact. Lors d'un arrachement tendineux de petit morceaux d'os sont retrouvés au bout des fibres tendineuses .Ce sont les fibres de Sharpey

Pathologie :

-Tendinite = inflammation du tendon

-Anthésite = inflammation de l'anthèse (endroit d'insertion du tendon)

On ne peut pas hypertrophier (contrairement aux muscles) **nos tendons** car ils sont définitifs à l'âge adulte

C) L'innervation des muscles

Elle se fait au niveau de la plaque motrice

1) L'innervation motrice

« La finesse du mouvement d'un muscle est inversement proportionnelle aux nombres de fibres musculaires par neurone : plus il y a de fibres nerveuse pour un muscle, plus le mouvement de celui-ci sera fin et ajusté »

Il existe deux types d'innervations :

- 1) -**radiculaire** : il s'agit des racines qui constitue un nerf (ex : C4 C5 C6 dans le cas du nerf axillaire)
- 2) -**Tronculaire** : il s'agit du nerf lui-même une fois que les racines se sont réunies

2) Innervation sensitive et végétative

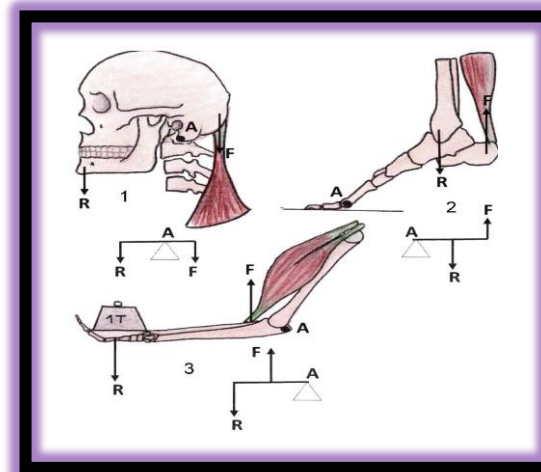
L'innervation sensitive est fait par le fuseau neuro-musculaire

L'innervation végétative régule la vascularisation de l'organe : vasodilatation à l'effort.

D) Anatomie fonctionnelle

3 types de levier ostéo-musculaire :

- **Levier inter-appui** : la force et la résistance sont opposées par un appui central
- **Levier inter-résistant** : L'appui et la force musculaire sont opposées par la résistance centrale
- **Levier inter-force** résistance sont opposées par la force musculaire centrale



E. Contraction musculaire et Testing musculaire

2 types de contractions musculaires

Isométrique : **pas** de modification de longueur des muscles, travail statique

Isotonique : modification de la longueur des muscles, travail dynamique

Le testing musculaire :

0 : absence de contraction

1 : contraction perceptible à la palpation, sans mouvement visible

2 : mouvement en apesanteur (ex : flexion du coude dans le plan horizontale)

3 : mouvement contre pesanteur (ex : flexion du coude dans le plan sagittale)

4 : mouvement contre résistance

5 : force normale

F) Classification fonctionnelle des muscles

Muscle agoniste = muscle réalisant le mouvement (biceps flexion coude)

Muscle antagoniste = s'oppose au mouvement (triceps flexion coude)

Lors d'un mouvement il y a contraction des M. antagoniste et agoniste

Muscle monoarticulaire = n'agit que sur une articulation

Muscle bi-articulaire = agit sur plusieurs articulations

G. Les annexes des muscles

-Les loges musculaires : contiennent les muscles (inextensibles)

-Les fascias : ils délimitent les loges musculaires

-Les septums musculaires : ils délimitent les muscles en profondeurs

-Syndrome des loges : **ischémie capillaire du muscle sur artère battante**. La pression dans le muscle est plus élevée que la pression de perfusion capillaire = ischémie, peut entraîner la mort.

2 types, aiguë (ex : suite à une fracture), chronique (ex : hypertrophie musculaire du sportif)

-Les bourses séreuses ou synoviales : vide permet le glissement entre un os un tendon ou un muscle et une autre structure (ex : peau). Palper vous le genou, sous la peau il y a une bourse pour permettre un bon glissement

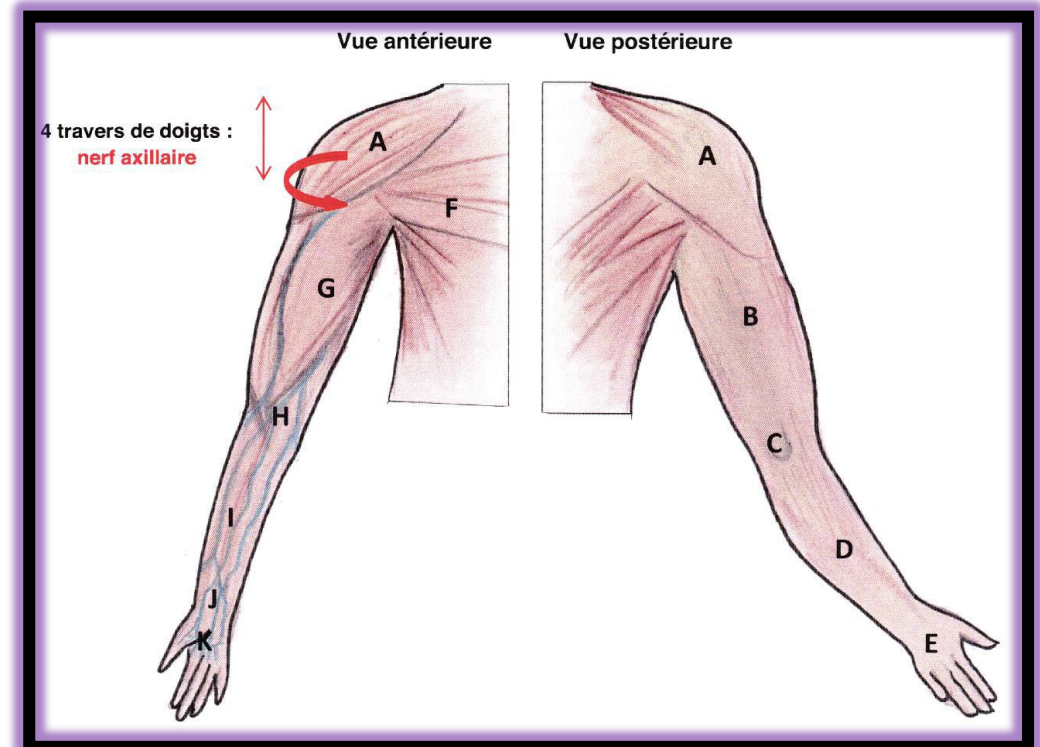
Les gaines tendineuses : 2 types,

Gainés séreuses : entourent un tendon et permet un bon glissement de ce dernier

Gainés fibreuses : entourent la gaine séreuse et la rattache à l'os

VI) Anatomie de surface du membre supérieur

A) Les région du membre sup



Vue antérieure	Vue postérieure
A Région deltoïdienne	A Région deltoïdienne
F Région axillaire	B Région brachiale postérieure
G Région brachiale antérieure	C Région olécranienne
H Région du pli du coude	D Région antébrachiale postérieure
I Région antébrachiale antérieure	E Région du dos de la main
J Région du poignet	
K Région palmaire	



Le nerf axillaire passe 4 travers de doigt en dessous de l'acromion

L'éminence thénar se trouve à la base du pouce (innervé par le nerf médian)

L'éminence hypothénar a la base du 5eme doigt (innervé par le nerf ulnaire)

B) La vascularisation veineuse du mb sup

Avant-bras : 3 veines superficielles (médiale médiane latérale) se rejoignant au niveau du pli du coude **pour former le M de Rouvière**

Bras : 2 veines superficielles, la veine céphalique plus externe (latérale) que la veine basilique

C) Les pouls du mb sup

Pouls huméral= sillon bicipital médiale

Pouls radial = en dehors de la saillie des muscles longs et courts palmaire

Entre les 2 muscles palmaires se projette le passage du nerf médian

D) Loges musculaires du mb sup

Bras : possède 2 loges musculaires

Avant-bras : possède 3 loges musculaires

Main : possède 3 loges : moyenne, latérale (thénarienne) et médiale (hypothénarienne)

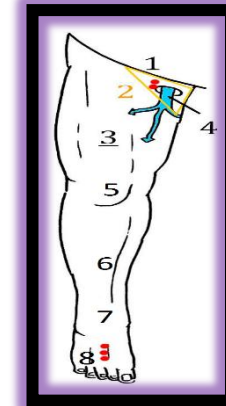
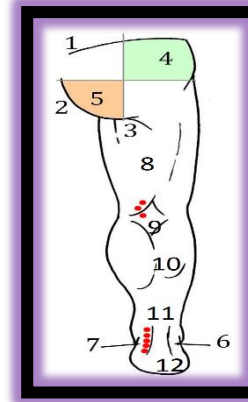
E) Fonction du mb sup

Orientation de la main dans l'espace : la mobilité de l'épaule se fait dans un cône de circumduction

La prono-supination : La pronation (paume de la main vers le bas) et la supination paume de la main vers le haut

La préhension La pince pulpo-pulpaire entre le pouce et les 4 autres doigts. Elle est liée à l'opposition du pouce

VII) Anatomie de surface du mb supérieure



Vue postérieure		Vue antérieure	
1 Crête iliaque	2 Sillon inter-glutéal	1 Arcade fémorale	2 Trigone fémorale
3 Sillon glutéo-fémoral	4 Cadran supéro-externe : intra-musculaire	3 Région quadricipitale	4 Grande veine saphène
5. Cadran inféro-interne : nerf sciatique	6 Gouttière rétro-malléolaire latérale	5 Région antérieure du genou	6 Région antérieure de la jambe
7. Gouttière rétro-malléolaire médiale	8 Région fémorale postérieure	7 Région talo-crurale antérieure	8 Région dorsale du pied
9 Région poplitée	10 Région postérieure de la jambe		
11 Région talo-crurale postérieur	12 Région plantaire		

A) En vue postérieure,

- la limite supérieure = **crête iliaque**
- La limite en haut et en dedans par le sillon inter-fessier
- La région de la fesse est divisible en quatre quadrants
- Injections dans le quadrant supéro-latéral car le nerf sciatique se projette dans le quadrant Inféro-Interne**
- Région de la jambe = région crurale (commence en dessous du genou)
- Au niveau de la gouttière retro-malléolaire médiale, entre la malléole interne et la saillie du tendon d'Achille, on peut sentir le pouls tibial postérieur

B) Sur la vue antérieure

- la limite supérieure est l'arcade fémorale**, ou ligne de Malgaigne tendue entre épine iliaque antéro-supérieure et épine du pubis
- la base, supérieure du trigone fémoral est la ligne de Malgaigne
- On peut voir la veine grande saphène sur la face médiale, chez le sujet mince, avec ses paquets variqueux
- Au milieu de l'arcade fémorale, on peut palper le pouls fémoral**, sur le sujet mince
- Au niveau du dos du pied, au niveau du deuxième espace inter-métatarsien, on peut palper le pouls pédieux

C) Fonctions du membre inférieur

- La cuisse = deux loges musculaires
- La jambe = trois loges
- Le pied présente trois loges.
- L'alignement de trois points permet de rester debout sans effort. Le centre de la tête du fémur se projette sur le centre de fonctionnement de l'articulation du genou, qui se projette sur le centre de fonctionnement de flexion/extension de la cheville**
- Le centre de gravité va décrire un mouvement sinusoïde lors de la marche dans l'espace

FIN