



L' APARELL LOCOMOTOR

És el conjunt d'òrgans que realitza les següents **funcions**:

- Protecció d'òrgans com el sistema nerviós.
- Locomoció o facultat que tenen els sers vivents de poder-se traslladar d'un lloc a l'altre: caminant, o a través de la cursa o el salt.
- Prensió d'objectes.
- Mastegar aliments.
- Moviments respiratoris.

L'aparell locomotor està constituït per formacions que tenen origen embriològic comú i que són: **ossos, articulacions i músculs**.

Els ossos i les seves articulacions són els **òrgans passius** del moviment. Els ossos articulats entre si poden ser comparats amb palanques del mateix tipus que les que s'estudien en mecànica.

Aquestes palanques són accionades pels músculs (**òrgans actius** del moviment) gràcies als impulsos que reben del sistema nerviós.

❖ ESTUDI DELS OSSOS

INTRODUCCIÓ

L'osteologia és la part de l'anatomia que estudia els ossos, que són els que formaran l'esquelet humà.

Els ossos es defineixen com a òrgans de color blanquinós, durs i resistents, el conjunt dels quals constitueix l'esquelet. Tenen una adaptació important a les forces de compressió i tracció, sent menys resistents a les forces de torsió.

L'esquelet representa una tercera part del pes total de l'home (una mica inferior en la dona).

Les funcions del sistema esquelètic són:

- **Suport:** L'estructura del cos humà està conformada per la disposició dels ossos.
- **Protecció:** Els ossos estan organitzats per a protegir òrgans vitals (p.e. el crani i les costelles).
- **Moviment:** Els ossos són les palanques on s'insereixen i actuen els músculs per a generar moviment.
- **Dipòsit mineral:** Els ossos són un lloc de reserva i dipòsit de diversos minerals com el calci.
- **Hematopoyesis:** Formació de cèl·lules sanguínies.



ASPECTE GENERAL DE L'ESQUELET

L'esquelet es subdivideix en dues parts: Esquelet axial, esquelet apendicular.

• **Esquelet axial:**

Està constituït per la columna vertebral, conjunt format per la superposició d'una sèrie de peces òssies anomenades **vèrtebres**.

Està situada en la línia mitjana posterior.

Constitueix l'eix vertical de l'esquelet.

En el seu extrem inferior, les vèrtebres estan soldades i formen dos ossos: **el sacre i el còccix**.

En la part superior, la columna continua amb el cap ossi, format per dues parts:

✓ Crani.

✓ Cara o massís facial.

El conjunt craniovertebral allotja el sistema nerviós central.

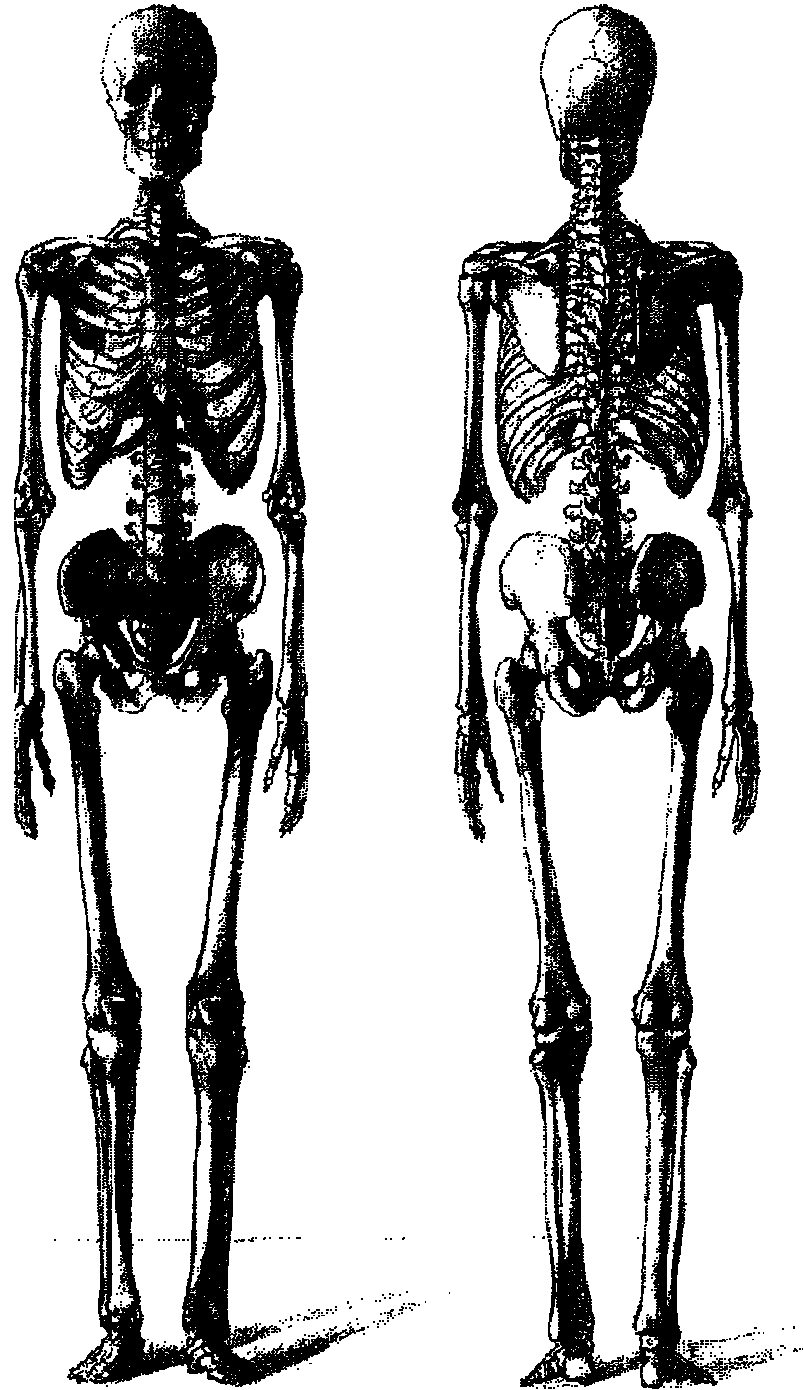
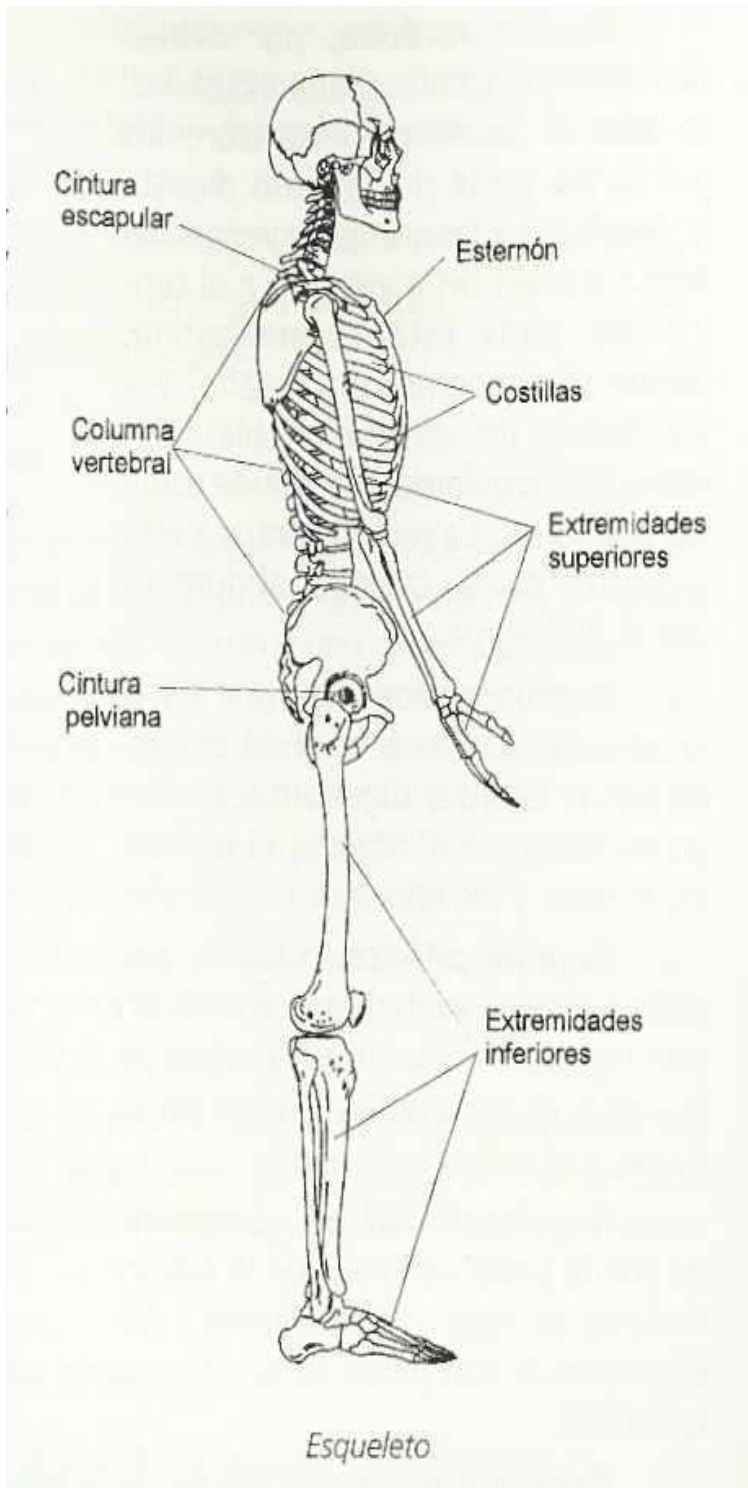
De la part mitjana de la **columna vertebral** (columna toràctica) se separen dotze costelles a ambdós costats. Al davant, s'articulen amb l'estèrnum a través **cartílags costals**, excepte les dues darreres que queden lliures (d'aquí el nom de "costelles flotants").

El conjunt format per **les costelles**, cartílags costals, **estèrnum** i columna toràctica, constitueixen una caixa anomenada **tòrax**.

• **Esquelet apendicular**

Els membres superiors i inferiors estan units a la columna vertebral a través de les **cintures**:

- ✓ **Cintura escapular**, en el cas del membre superior, formada per dos ossos:
 - Clavícula, per davant.
 - Escàpula, pel darrere.
- ✓ **Cintura pelviana**, en el membre inferior. Aquesta la formen els ossos coxals que s'uneixen al sacre pel darrere.
- El **membre superior**, a més de la seva cintura d'unió, compren tres segments amb els seus respectius ossos:
 - **El braç**, amb l'húmer.
 - **L'avantbraç**, amb el cúbit i el radio.
 - **La mà**, amb els ossos del carp, el metacarp i les falanges.
- El **membre inferior** també presenta tres segments:
 - **La cuixa**, amb el fèmur.
 - **La cama**, amb la tibia i el peroné.
 - **El peu**, amb el tars, el metatars i les falanges.



CONFIGURACIÓ EXTERNA OSSOS

Pel que fa a les dimensions, els ossos es presenten en tres formes principals:

- **Ossos llargs:**
Hi predomina la longitud. A aquest grup corresponen els ossos dels dos primers segments dels membres. Consten de:
 - ✓ Un **cos o diàfisi**.
 - ✓ Dos extrems o **epífisi**.
 - ✓ La **metàfisi** és la unió de la diàfisi amb l'epífisi.
- **Ossos curts:**
Són de petit volum i les seves tres dimensions són semblants. Ex: carp, tars, etc.
- **Ossos plans:**
Hi predominen la longitud i l'amplada, mentre que el seu espessor és reduït. Entre ells hi ha els que formen la volta del crani.

La superfície òssia no és llisa, ja que existeixen irregularitats que acompleixen diverses finalitats:

- ✓ Superfícies articulars per tal d'unir-se a ossos veïns.
- ✓ Insercions de músculs.
- ✓ Etc.

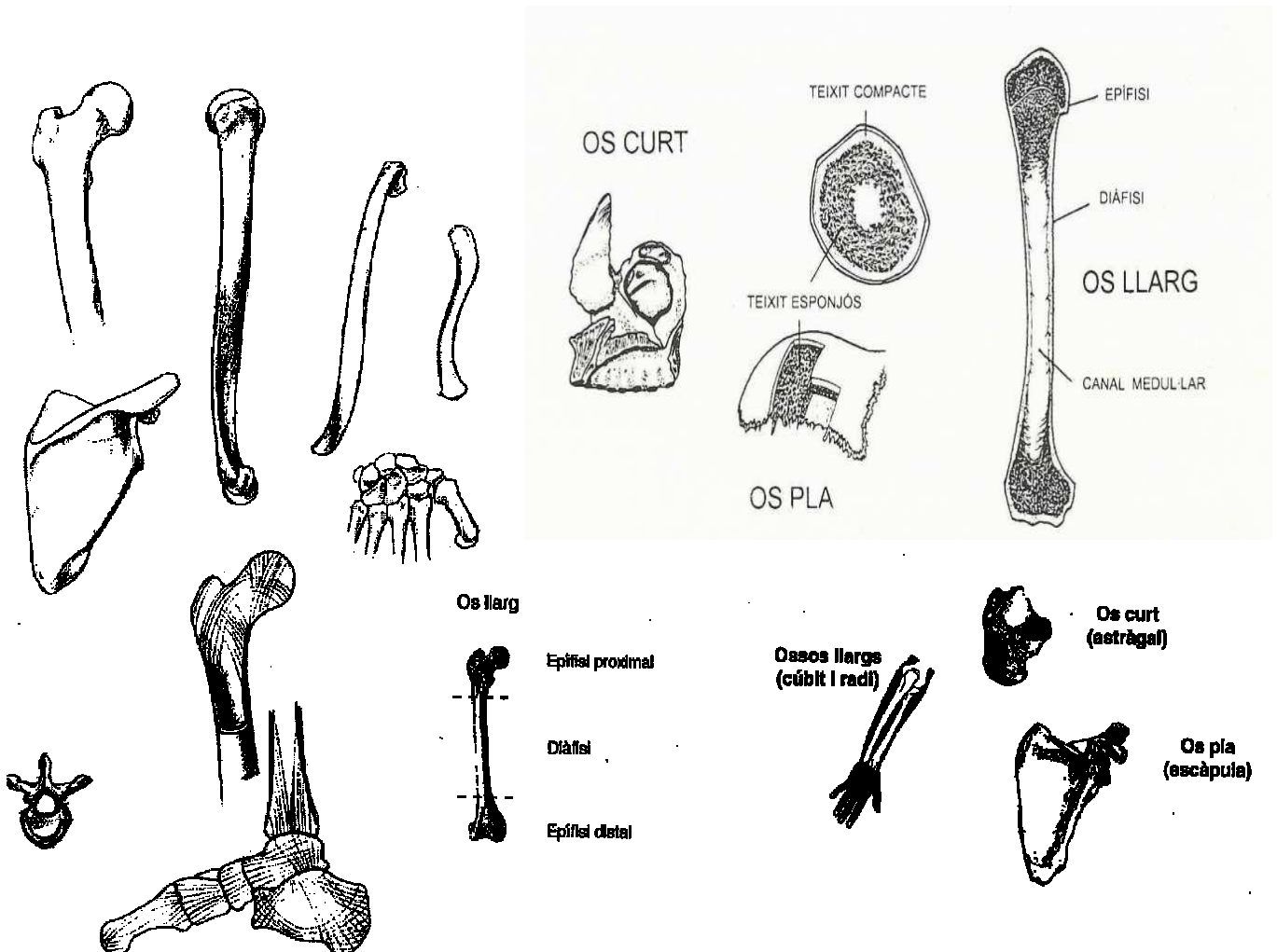


Fig. 2

CONFIGURACIÓ INTERNA OSSOS

En l'os de l'adult, hi ha dues parts:

- **Os compacte**, que forma una capa perifèrica contínua.
- **Os esponjós**, que està constituït per petites làmines o trabècules que delimiten arèoles o espais comunicats entre si, que allotja la medul·la òssia.

Les trabècules del teixit esponjós tenen una orientació que permet que l'os sigui més resistent a les pressions o a les traccions que ha de suportar a l'utilitzar la mateixa quantitat de material.

- **En els ossos llargs:**
 - ✓ **La diàfisi** està formada per teixit compacte fora del canal medul·lar·lar.
 - ✓ **Les epífisis**, per teixit esponjós i envoltades d'una fina làmina de teixit compacte.
- **En els ossos plans**, el teixit esponjós es troba entre dues làmines de teixit compacte.
- **En els ossos curts**, la disposició és semblant a la de les epífisi ossos llargs. S'anomena **periosti** a una membrana fibro-elàstica que envolta la superfície exterior dels ossos, excepte les parts revestides per cartílag articular i els llocs on s'insereixen tendons i lligaments.

La **medul·la òssia** està situada en el canal medul·lar dels ossos llargs i en les cavitats del teixit esponjós, i s'hi formen les cèl·lules de la sang.





❖ ESTUDI DE LES ARTICULACIONS

INTRODUCCIÓ

L'artrologia o sindesmologia és la ciència que estudia les articulacions.

S'anomena **articulació** o juntura a la unió de dues o més peces òssies cartilaginoses.

En l'articulació és on es produeix el moviment.

CLASSIFICACIÓ DE LES ARTICULACIONS

Les articulacions s'acostumen a classificar en tres grups:

- **Sinartrosi**
Són articulacions en les que no és possible cap moviment entre els ossos que les formen. Com a exemples, cal esmentar els que s'estableixen entre els ossos del crani i de la cara.
- **Amfiartrosi**
Són articulacions amb moviments limitats i de poca amplada. Es caracteritzen per presentar entre els dos cossos articulars una massa de teixit fibrocartilaginós que els uneix fortament, encara que els hi permet un cert grau de mobilitat. Com a exemples d'aquest tipus d'articulacions, cal esmentar les que hi ha entre els cossos vertebrals i en la sínfisi pubiana.
- **Diartrosi**
També anomenades articulacions **sinovials**.
La seva característica fonamental és la presència d'una **cavitat articular** entre els ossos que s'articulen.
Constitueixen una part essencial de l'aparell locomotor, ja que permeten que els ossos accionats pels músculs es desplacin per tal de realitzar moviments.
Com a exemples d'aquest tipus d'articulació, cal esmentar la majoria de les conegudes: espatlla, colze, canell, maluc, genoll, turmell, etc.



ESTRUCTURA D'UNA DIARTROSI

Està constituïda per:

- **Superfícies òssies articulars** revestides de **cartílag**.

Les superfícies articulars estan situades als extrems ossos que es posen en contacte.

El cartílag articular provoca que el lliscament entre les superfícies articulars sigui més fàcil.

Tal com s'ha dit, entre els ossos que s'articulen hi ha una cavitat articular.

Poden tenir formes geomètriques variables que condicionaran els moviments que s'executin en l'articulació.

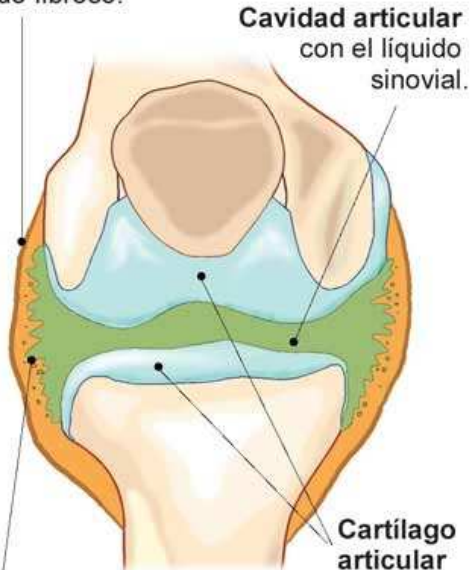
En algunes articulacions com la del genoll, hi ha **meniscs** (formats per fibrocartílag) que milloren la concordança entre les superfícies articulars.

- **Mitjans d'unió** entre els ossos.

Els ossos permetran mantenir el contacte entre les superfícies articulars. Els mitjans d'unió són:

- ✓ **Càpsula** articular. Tub fibrós perifèric que uneix les superfícies articulars i les tanca. En el seu interior, la càpsula articular està entapissada per una membrana que rep el nom de **sinovial** i que s'encarregarà de formar **el líquid del mateix nom**. Aquest líquid serveix per lubricar les superfícies articulars i per nodrir el cartílag articular
- ✓ **Lligaments** que la reforcen. Són elements fibrosos molt resistents i inextensibles que subjecten entre si les peces esquelètiques que constitueixen l'articulació.
- ✓ **Músculs** que rodegen l'articulació.

Càpsula. Formada por tejido fibroso.

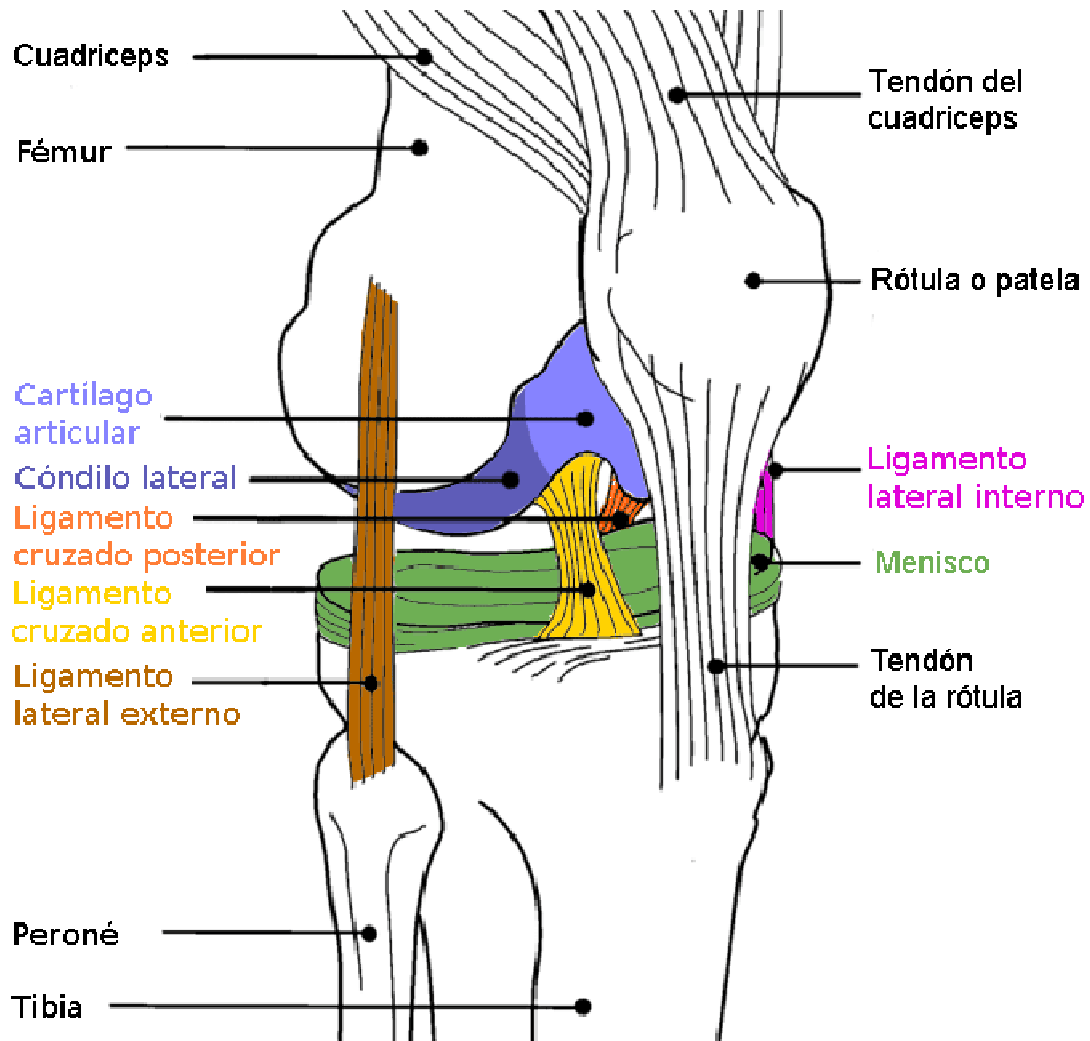


Membrana sinovial.

Segrega el líquido sinovial en la cavidad articular.

Articulación sinovial





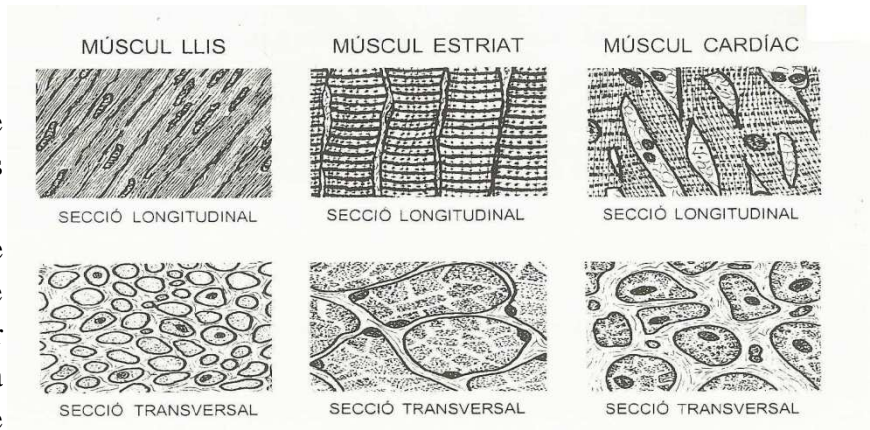
❖ ESTUDI DELS MÚSCULS

INTRODUCCIÓ

La miologia és la ciència que estudia els músculs i els seus annexos.

El múscul és l'òrgan actiu de l'aparell locomotor. El seu aspecte és el d'una massa carnosa de color vermell terrós deguda a l'existència de pigments i a la gran quantitat de sang.

Tenen la capacitat de contraure's, és a dir, de disminuir la seva longitud sota la influència d'un estímul, i produeixen el desplaçament ossos gràcies a les articulacions.



TIPUS DE TEIXIT MUSCULAR

- **Múscul esquelètic**

Es localitza en els músculs esquelètics i en òrgans com el globus ocular i la llengua.

S'anomena també **múscul voluntari**, ja que pot ser controlat per la voluntat de l'individu.

També s'anomena **estriat**, degut a que la disposició de les proteïnes contràctils de les seves cèl·lules musculars provoca l'aparició d'estriacions transversals visibles al microscopi.

- **Múscul visceral**

Es troba en diverses estructures viscerals com els vasos sanguinis, l'aparell gastrointestinal, l'úter i la bufeta urinària. Les hormones, el sistema nerviós vegetatiu i els metabòlits locals modulen la seva contractilitat i l'acomoden a les variacions de les demandes funcionals.

S'anomena també **involuntari** perquè no obeeix al domini de la voluntat, i s'anomena **llis** perquè no presenta les estriacions del múscul esquelètic.

- **Múscul cardíac**

És l'encarregat de realitzar la contracció rítmica i contínua del cor.

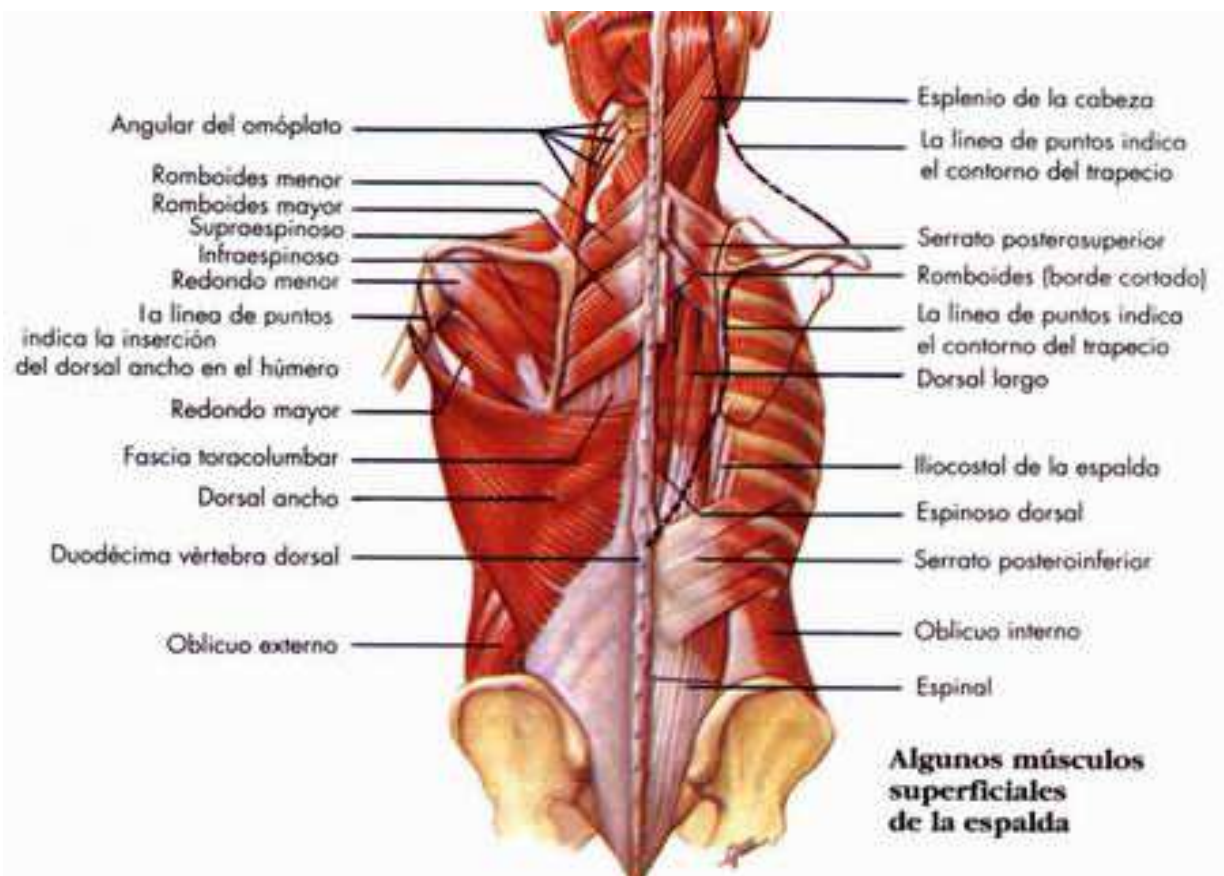
Encara que és d'aspecte estriat, la seva contracció no està controlada per la voluntat. Per tant, és involuntari.

ELS MÚSCULS ESQUELÈTICS

Els músculs esquelètics són els òrgans actius del moviment. Hom creu que en el cos humà el seu nombre és, aproximadament, de cinc-cents. El conjunt d'aquests músculs en un individu mitjà normal, correspon a un xic menys de la meitat del pes corporal total (aproximadament 30 quilos per a un individu de 70 quilos), i pot assolir el 50% del pes corporal en atletes entrenats.

Classificació dels músculs esquelètics

- Segons les seves insercions, es distingeixen:
 - ✓ **Bíceps**, en algun dels seus extrems tenen dos tendons de inserció.
 - ✓ **Tríceps**, en algun dels seus extrems tenen tres tendons de inserció.
 - ✓ **Quàdriceps**, en algun dels seus extrems tenen quatre tendons de inserció.
- Segons la seva situació, es distingeixen:
 - ✓ Músculs **superficials o cutanis** (immediatament sota la pell).
 - ✓ Músculs **profunds**, allunyats de la pell.



- Per la seva **forma**, hi ha músculs:
 - ✓ **Rectilinis**, més o menys paral·lels a l'eix major del cos o del membre.
 - ✓ **Angulars**, que canvien de direcció durant el seu trajecte, i sobre una superfície òssia (també reben el nom de "reflexos").
 - ✓ **Anulars**, en forma d'anell, disposats generalment al voltant d'un orifici al qual circumscriuen i asseguren el seu tancament. També serien **esfínters i els orbiculars**.



Pectoral major



Deltoides



Orbicular de los labios



Recto femoral

- Segons les seves **dimensions**, es classifiquen en:
 - ✓ **Curts**, de dimensions petites. Es troben en les articulacions de moviments poc extensos.
 - ✓ **Llargs**, on hi predomina la longitud. Normalment, es troben en els membres.
 - ✓ **Amples**, músculs que generalment formen làmines que tanquen cavitats com el tòrax l'abdomen. Hi predominen la seva amplada i longitud.
- Segons el **nombre d'articulacions que creuen** s'anomenen:
 - ✓ Monoarticulars, creuen una sola articulació.
 - ✓ Biarticulars, creuen dos articulacions.
 - ✓ Poliarticulars, creuen més de dos articulacions.
- Segons la seva **implicació en el moviment** s'anomenen:
 - ✓ **Agonistes**, son els responsables directes del moviment.
 - ✓ **Sinergistes**, no son els responsables directes del moviment, però contribueixen.
 - ✓ **Antagonistes**, se oposen a un moviment determinat i son els responsables del moviment contrari.
 - ✓ **Fixadors**, estableixen les articulacions. Serveixen per mantenir la posició o mantenir l'equilibri durant les contraccions dels responsables de l'acció motriu.

Insercions dels músculs esquelètics

Els músculs es fixen pels seus extrems o superfícies anomenades **punts d'inserció**. Gairebé tots se situen sobre l'esquelet, però alguns s'insereixen en la pell, ulls, llengua, etc.

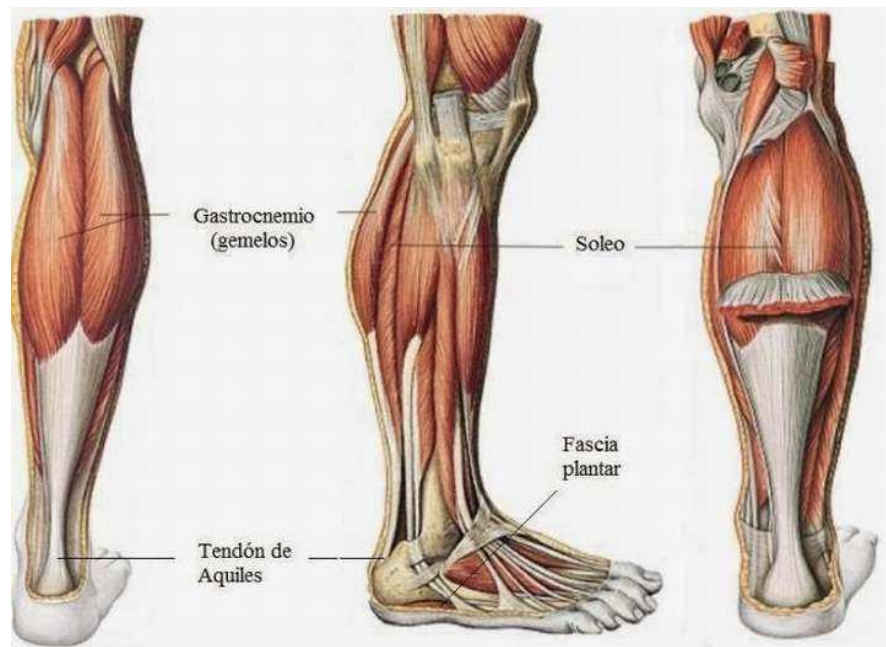
El múscul es pot inserir directament, encara que, generalment, ho fa a través d'un **tendó**. Els tendons són estructures fibroses de coloració blanquinosa brillant, nacrada, molt resistents i pràcticament inextensibles, que prolonguen el múscul fins el lloc d'inserció.

Hi ha dues insercions en un múscul:

- ✓ Inserció d'origen.
- ✓ Inserció terminal.

Durant el moviment, una es pren com a punt fix i l'altra com a punt mòbil. La contracció muscular apropa el punt mòbil al punt fix i produeix el desplaçament i, per tant, el moviment.

Els músculs estan envoltats per **fàscies**, que són membranes fibroses que els envolten amb la missió de contenir-los durant la contracció muscular.



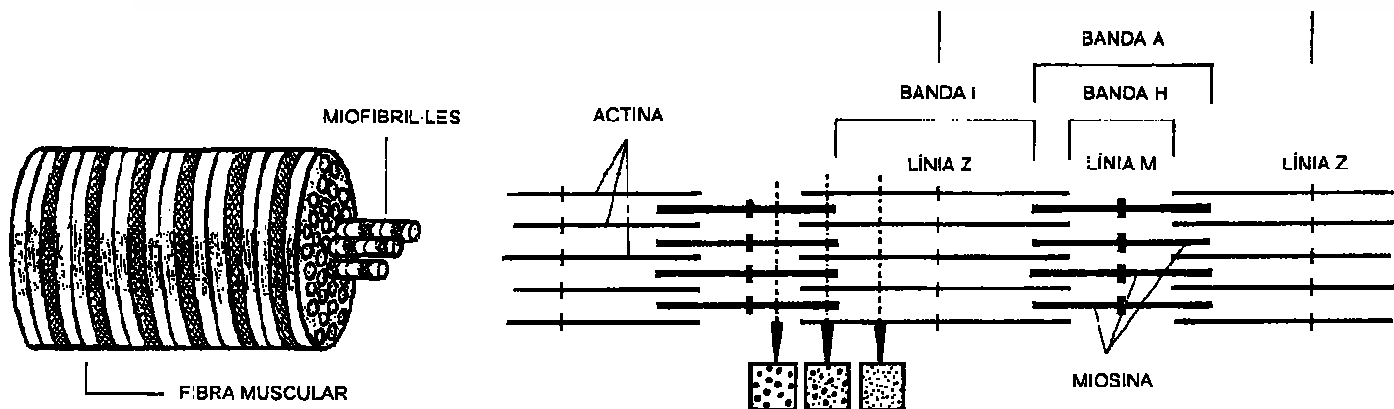
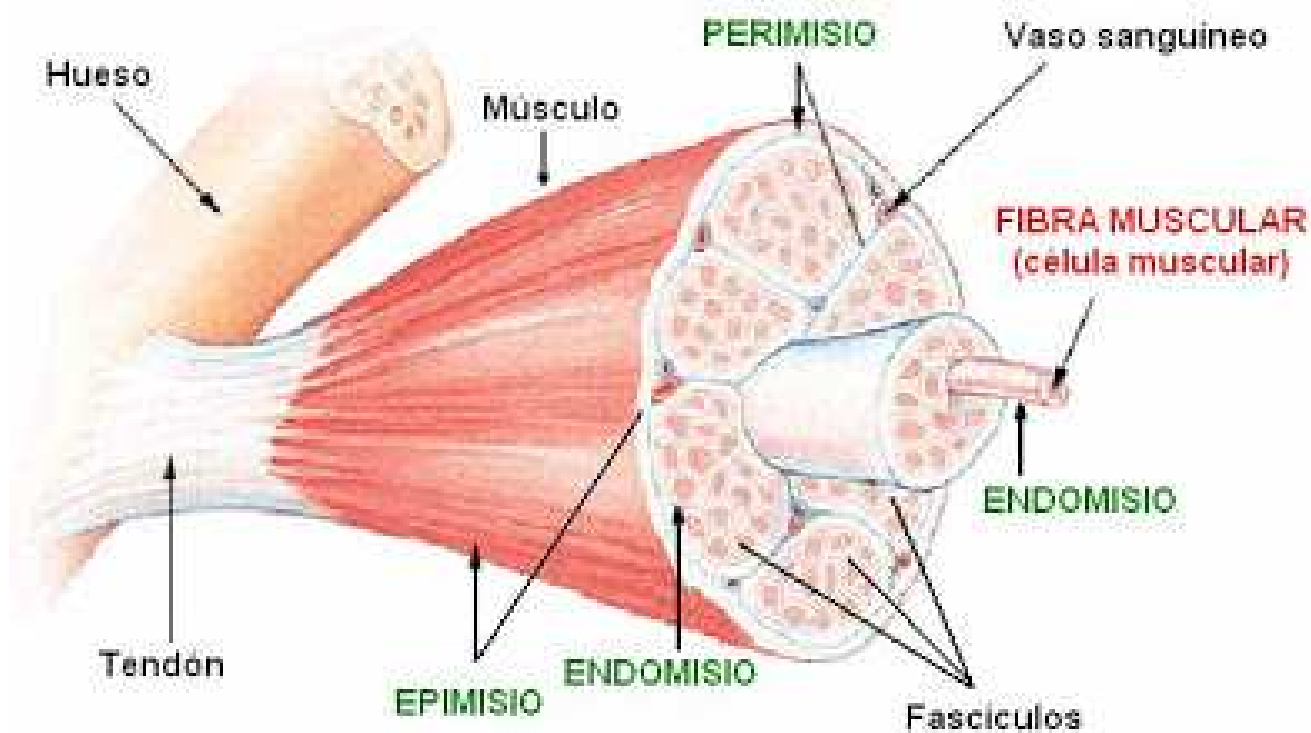
HISTOLOGIA DEL MÚSCUL ESQUELÈTIC

Els músculs esquelètics estan formats per cèl·lules amb molts nuclis i molt allargades. S'anomenen fibres musculars.

Les **fibres musculars** s'agrupen en **fascicles** i la unió d'aquests dona lloc als **músculs**. Totes aquestes estructures estan recobertes de teixit conjuntiu: la fibra muscular per el **endomisi**, els fascicles per el **perimisi** i el múscul per l'**epimisi**.

Les **fibres musculars** oscil·len considerablement de diàmetre, entre 10 i 100 micres, i es poden estendre a tota la longitud d'un múscul. Poden assolir els trenta-cinc centímetres de longitud.

A l'interior del múscul hi ha una gran quantitat de proteïnes (sobretot **actina i miosina**) paral·leles entre si, Quan llisquen unes damunt les altres, es produeix l'escurçament del múscul.



En el interior de las miofibrillas, los filamentos de actina y de miosina se deslizan uno sobre otro produciéndose la contracción muscular

Músculo ▶

Fascículo ▶

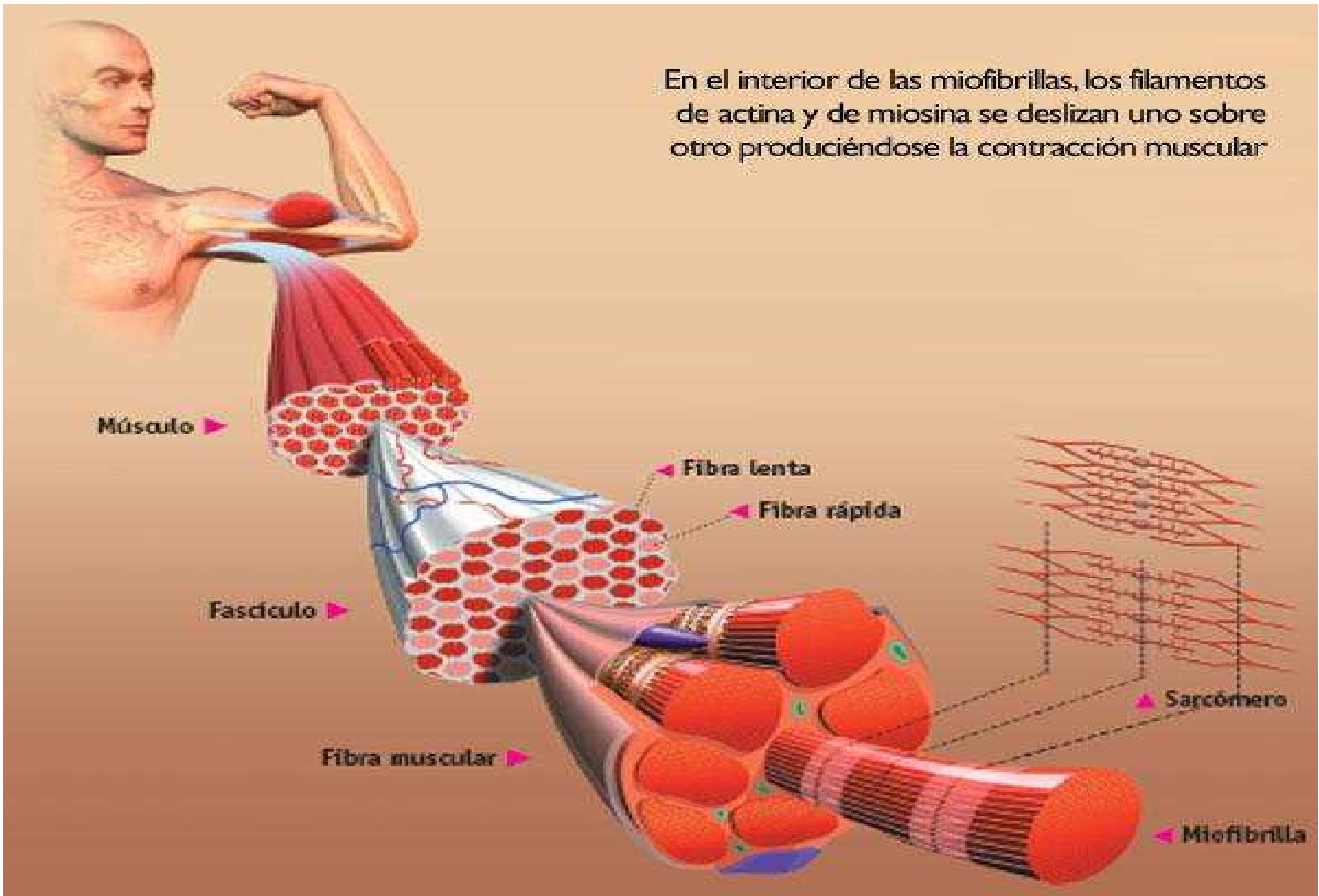
Fibra muscular ▶

◀ Fibra lenta

◀ Fibra rápida

◀ Sarcómero

◀ Miofibrilla



❖ **TIPUS DE FIBRES MUSCULARS ESQUELÈTIQUES**

Les fibres musculars mostren diferents característiques bioquímiques i funcionals. Els músculs vermells es contrauen més lentament que els blancs, per això estan més adaptats al treball continuat. Els músculs blancs es contrauen més ràpid i més fort. La composició i el percentatge del tipus de fibres està determinat genèticament.

- **Fibres tipus I (vermelles) - ST (Slow Twitch), lentes resistents a la fatiga.**

Són les fibres de **contracció lenta**. Gran resistència a la fatiga, diàmetre petit (en relació a les tipus II), i tenen una gran quantitat de mioglobina, que és el que els dona el **color vermell** característic.

- **Fibres tipus II (blanques) - FT (Fast Twitch), ràpides no resistents a la fatiga.**

Són fibres de **contracció ràpida** i el seu desenvolupament de la força és més gran que les fibres de contracció lenta. Són de **color blanc** i més grans que les fibres tipus I. Es recluten sobretot per activitats anaeròbiques (aixecament de peses, salts, llançament de javelina, ...). N'hi ha dos tipus:

- ✓ **Fibres tipus IIa:** tenen un diàmetre més gran que les tipus I, però menors que les IIb. Fibres intermediàries, de contracció ràpida i amb una bona capacitat aeròbica i anaeròbica.
- ✓ **Fibres tipus IIb:** són les fibres més grans (de diàmetre), només les reclutem quan necessitem fer un esforç molt ràpid i molt intens, com halterofília, llançaments o salts màxims.

Els esportistes que realitzen esports de resistència presenten un predomini de les fibres ST per sobre les FT, mentre que els esportistes que fan proves de potència o velocitat tenen un predomini de les fibres FT.

Es creu que el percentatge de fibres musculars és genètic. S'ha demostrat que el percentatge de fibres d'ambdós tipus no varia amb l'entrenament. Hi ha autors que parlen de les fibres tipus IIC (fibres en vies de transformació), susceptibles de modificar els percentatges dels diferents tipus de fibres, tot i que a nivells mínims. També es pot modificar amb l'entrenament el contingut de les fibres IIa, que en funció de l'entrenament desenvoluparan més les propietats aeròbiques o anaeròbiques.