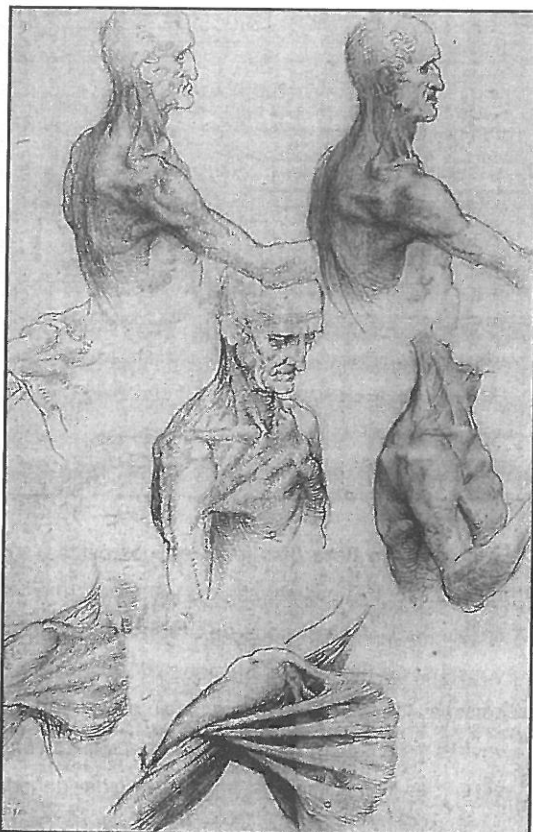


## Els músculs

ELS MÚSCULS SÓN ELS ÒRGANS QUE DONEN FORMA AL COS I ELS RESPONSABLES DE L'EXECUCIÓ DELS MOVIMENTS, GRÀCIES ALS TENDONS QUE ELS UNEIXEN ALS OSSOS. ELS MÚSCULS CONSTITUEIXEN DEL 40% AL 50% DEL PES TOTAL DEL COS HUMÀ. HI HA TRES TIPUS DE MÚSCULS: ELS MÚSCULS ESQUELÈTICS, QUE ÈNTAPISSEN L'ESQUELET; ELS MÚSCULS QUE FORMEN PART DE LES VÍSCERES O ELS FAN DE SUPORT; I LA MUSCULATURA CARDÍACA. TOTS ELS MÚSCULS TENEN CARACTERÍSTIQUES COMUNES: SÓN EXCITABLES, SÓN CAPAÇOS DE PRODUIR CONTRACCIONS I SÓN ELÀSTICS.



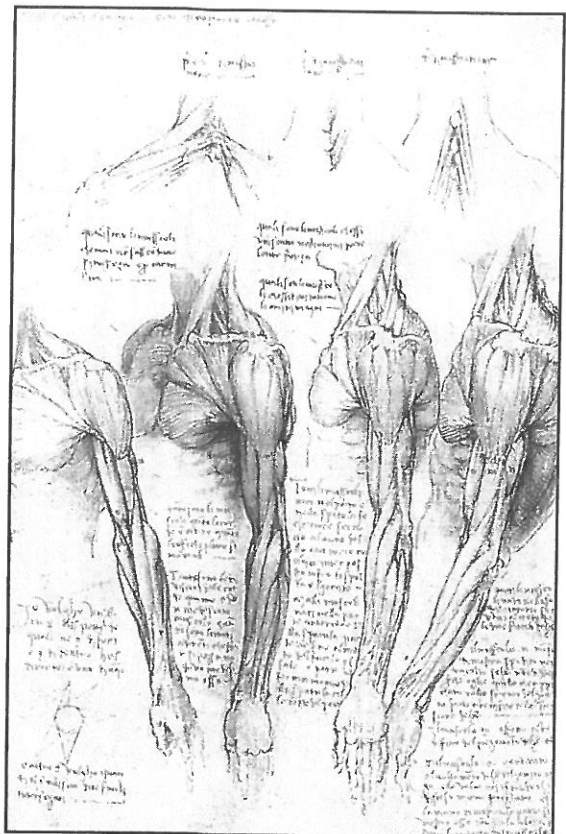
## 1 Estructura del múscul

El **teixit muscular** és format per cèl·lules que s'agrupen en fibres musculars de dos tipus:

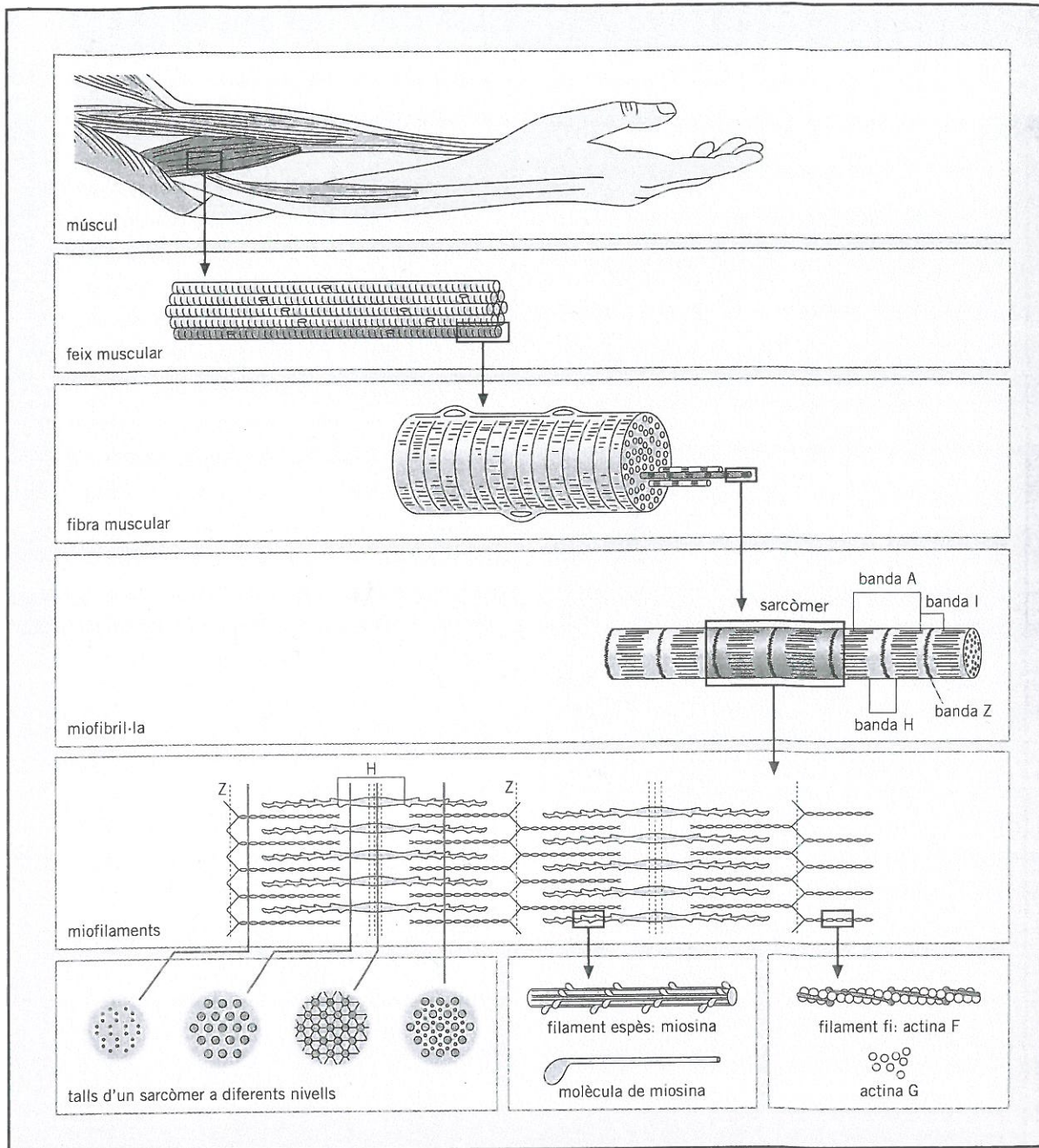
- les fibres estriades, que constitueixen la musculatura esquelètica i el múscul cardíac;
- les fibres llises, que formen part dels òrgans.

El **múscul de fibra estriada** és format per feixos de fibres embolcallats per teixit conjuntiu, anomenat *perimisi intern*. Aquest conjunt de feixos és recobert per teixit connectiu, anomenat *perimisi extern*, que és el que acabarà formant els tendons que permeten la inserció del múscul en l'os.

Una fibra estriada és un conjunt de cèl·lules amb els citoplasmes units i, per tant, multinucleades. El citoplasma, o sarcoplasma, conté fibrilles constituïdes per dos tipus de proteïnes, l'actina i la miosina, situa-



Estudis anòmics de l'esquena i els músculs pectorals fets per Leonardo da Vinci.



Estructura del múscul (x 27.000).

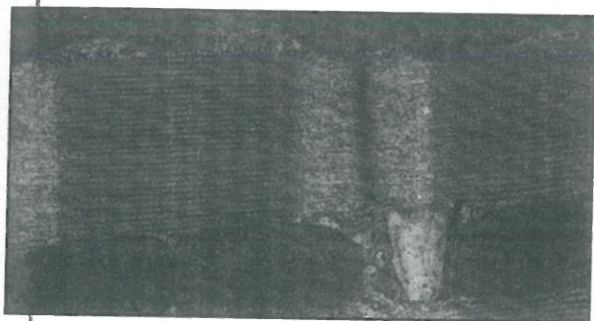
des en disposició alterna, tal com es veu en el microscopi òptic; l'embolcall de la cèl·lula s'anomena *sarcolemma*. La unitat estructural d'aquestes fibres s'anomena *sarcòmer*. Aquestes fibres estriades reben una gran aportació sanguínia i per això presenten un aspecte tan vermell. Són de contracció voluntària, excepte en el múscul cardíac, on la contracció és involuntària.

El **múscul de fibra llisa** té fibres més petites, d'una longitud de 150 micres: són cèl·lules fusiformes amb un sol nucli. Aquest tipus de musculatura és la responsable de nombroses funcions biològiques de l'organisme, per exemple: la circulació de la sang a través del sistema vascular, el transport dels aliments en el seu pas pel tub digestiu, la progressió de l'orina pels conductes urinaris... Aquestes fibres són de contracció involuntària.

## 2 Fisiologia muscular

El funcionament dels músculs depèn directament de l'acció de les neurones. Les cèl·lules nervioses transmeten l'impuls nerviós i alliberen substàncies químiques, els neurotransmissors, concretament l'acetilcolina, en l'àmbit presinàptic. Aquí es forma la placa motriu, on es produeix l'excitació en captar l'estímul nerviós i s'inicia la contracció de les fibres musculars.

Les propietats que han de tenir els músculs per poder actuar són: excitabilitat, contractilitat i elasticitat.



Tall longitudinal de fibra muscular estriada.

Quan el múscul és **excitat** desencadena la despolarització de la membrana de la fibra muscular davant l'acetilcolina, que canvia el potencial de membrana de la fibra (potencial de placa motriu, PPM) i es propaga al llarg de la membrana. En l'interior de la fibra els filaments proteics de **miosina** (bandes fosques) i **actina** (bandes clares) llisquen els uns respecte dels altres, amb un consum d'energia en forma d'ATP, que prové de la respiració aeròbica o d'altres vies metabòliques de les fibres musculars. En el procés, hi intervenen ions de  $Ca^{2+}$ .

La conseqüència de tot el procés és la **contracció** de les fibres amb el corresponent escurçament; segons la quantitat de fibres afectades, la contracció és més intensa o menys. Les fibres musculars responen a la llei del «tot o res», és a dir, una fibra es contrau o no es contrau, mentre que el múscul que és format per moltes fibres té una contracció més intensa o menys segons el nombre de fibres excitades i la freqüència dels estímuls nerviosos rebuts.

La contracció muscular és més lenta en els músculs de fibra llisa que en els de fibra estriada. La nostra voluntat només pot intervenir en els músculs de fibra estriada que formen la musculatura esquelètica; en canvi, en els músculs de fibra llisa i en la musculatura cardíaca la contracció és involuntària.

L'**elasticitat** muscular permet recuperar la situació inicial quan cedeix l'estímul que ha provocat la contracció del múscul. Mentre dura la contracció, les fibres musculars que constitueixen un múscul es relleven en la seva acció per evitar la **fatiga muscular**.

La fatiga muscular es produeix per manca de subministrament d'oxigen i glucosa al múscul i, a la vegada, per l'acumulació de productes tòxics resultants de contraccions musculars persistents. Com a conseqüència d'aquest fet l'individu pot sentir cruiximent d'ossos.

## 3 Formes dels músculs

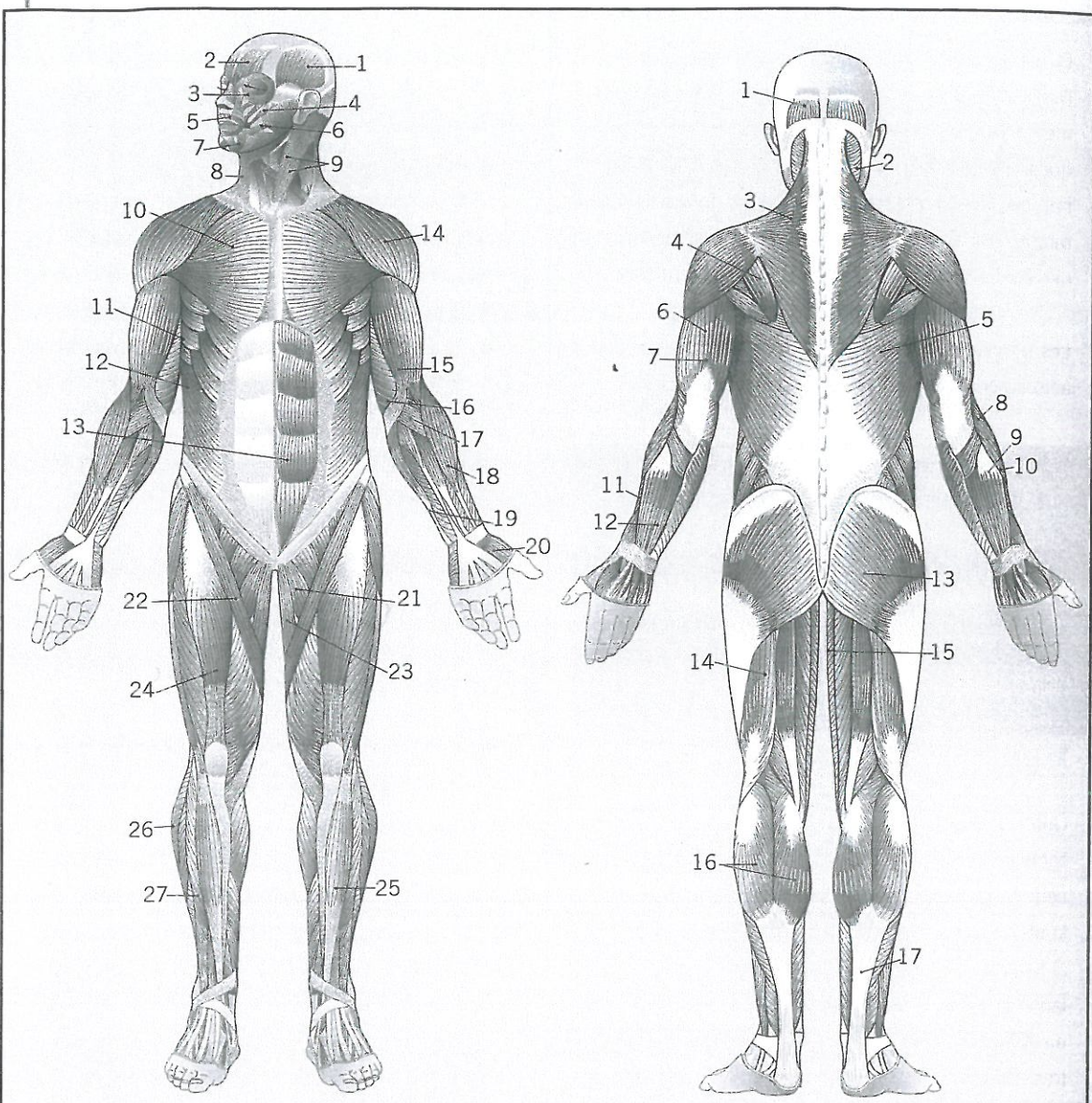
La forma dels músculs és condicionada per la funció que han de realitzar i els ossos en els quals s'han d'inserir.

Els músculs **fusiformes** són allargats i es caracteritzen per una zona central eixamplada i uns extrems més fins, acabats en tendons per unir-se amb els ossos. Segons el nombre de tendons, els músculs s'anomenen *bíceps*, *tríceps* o *quàdriceps*. Per exemple, el bíceps braquial, el tríceps format pels músculs bessons i el solí a la cama, i el quàdriceps crural, que s'insereix en la ròtula.

Els músculs **penniformes** recorden l'aspecte d'una ploma d'ocell; com a exemple, tenim el múscul tibial anterior.

També hi ha músculs **plans**, que quan tenen fibres que prenen direccions divergents s'anomenen *en ventall*; per exemple, els pectorals i els grans dorsals.

La disposició circular de les fibres musculars dóna músculs **orbiculars**, com els dels llavis i els ulls, i altres formen els esfínters, per exemple, els del tub digestiu.



- |                                  |                                |
|----------------------------------|--------------------------------|
| 1- m. temporal                   | 14- m. deltoide                |
| 2- m. frontal                    | 15- m. bíceps                  |
| 3- m. orbicular de les parpelles | 16- m. braquial anterior       |
| 4- m. zigomàtics                 | 17- m. pronador                |
| 5- m. orbicular dels llavis      | 18- m. supinador               |
| 6- m. masseter                   | 19- m. cubital anterior        |
| 7- m. del mentó                  | 20- m. abductor del polze      |
| 8- m. cutani del coll            | 21- m. abductor                |
| 9- m. esternocliido-mastoïdal    | 22- m. sartori                 |
| 10- m. pectoral major            | 23- m. recte intern            |
| 11- m. serrat major              | 24- m. quàdriceps              |
| 12- m. oblic major de l'abdomen  | 25- m. tibial                  |
| 13- m. recte major de l'abdomen  | 26- m. peroneal lateral llarg  |
|                                  | 27- m. extensor comú dels dits |

- |                                 |                          |
|---------------------------------|--------------------------|
| 1- m. occipital                 | 13- m. gluti major       |
| 2- m. esternocliido-mastoïdal   | 14- m. bíceps crural     |
| 3- m. trapezi                   | 15- m. abductor major    |
| 4- m. infrapínós                | 16- m. bessons           |
| 5- m. dorsal ample              | 17- m. tendó d'Aquil·les |
| 6- m. deltoide                  |                          |
| 7- m. tríceps                   |                          |
| 8- m. radial                    |                          |
| 9- m. extensor comú dels dits   |                          |
| 10- m. abductor llarg del polze |                          |
| 11- m. extensor curt del polze  |                          |
| 12- m. cubital                  |                          |

Els músculs del cos humà.

#### 4 El manteniment de la musculatura

Els músculs són òrgans que per efectuar la seva feina necessiten consumir energia. Aquesta prové de la glucosa, que s'obté mitjançant una dieta alimentària rica en glúcids (fruites, fècules, etc.). La glucosa s'acumula en el múscul en forma de glucogen i també en el fetge transportat per la sang. És per això que la irri-gació sanguínia i el ritme respiratori augmenten quan es fa un esforç muscular superior al realitzat habitualment.

És molt important mantenir el to muscular per a un bon equilibri postural de l'organisme. Això es pot aconseguir amb exercicis musculars i activitat física que evitin l'atròfia muscular.

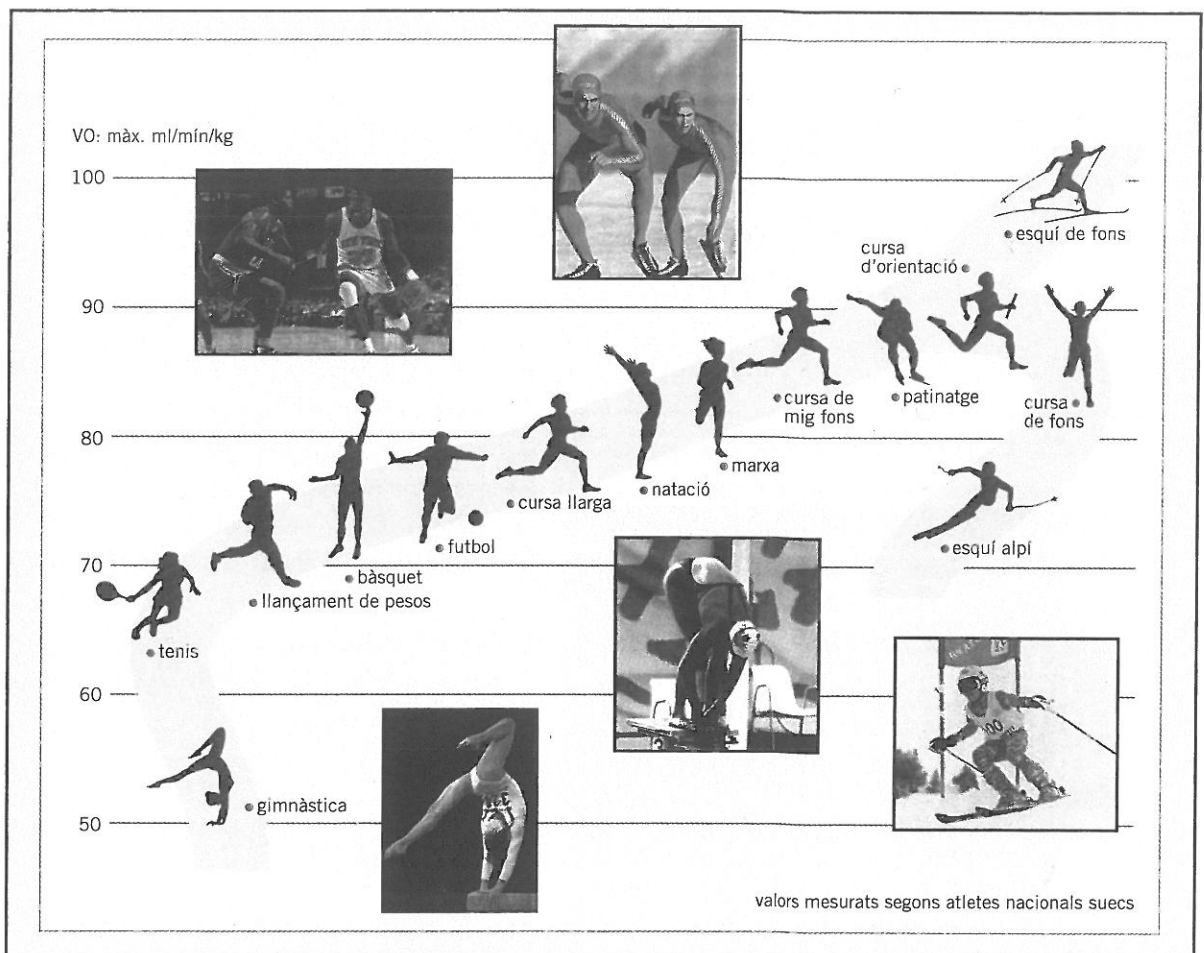
#### 5 Trastorns en els músculs i en els tendons

Els músculs es mantenen units amb els ossos pels tendons, que són formats per fibres col·làgenes embolcallades per beines de teixit sinovial. Les alteracions en aquestes zones provoquen la **tenonitis** i la **tenosinovitis**; totes dues són inflamacions que afecten el tendó després d'un traumatisme o d'un moviment sobtat.

L'**epicondilitis** o **colze de tenista** és la distensió o l'esquinç dels músculs extensors de l'avantbraç i la mà que s'insereixen en l'húmer. Es pot produir per moviments repetitius de supinació i extensió de la mà.

Hi ha trastorns i alteracions musculars que tenen el seu origen en el sistema nerviós central.

El consum d'oxigen per part dels esportistes.



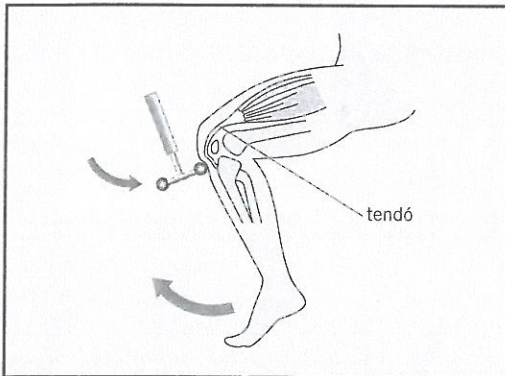
## Activitats

### 2 El reflex miotàtic

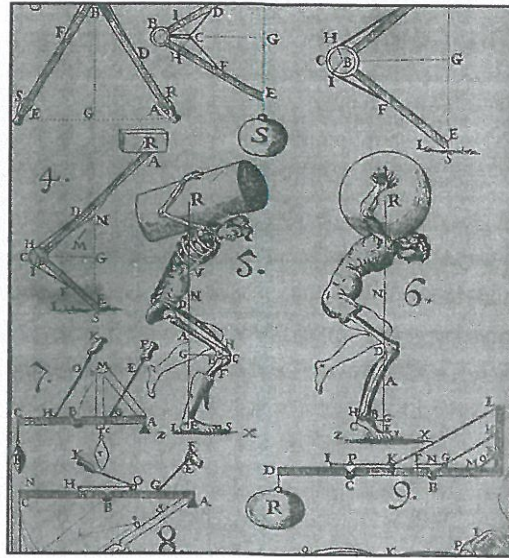
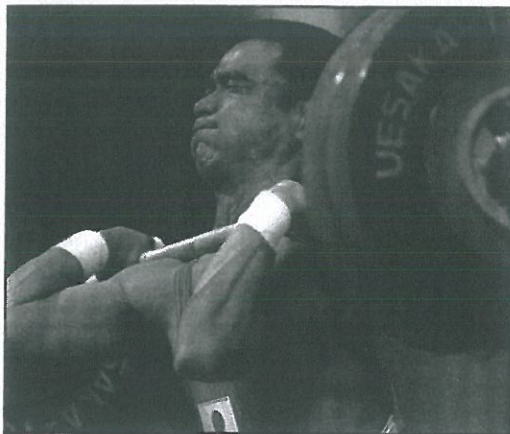
El reflex miotàtic és el que es produeix per contracció d'un múscul en resposta al seu estirament.

#### Tècnica de treball

1. Colpeja, no gaire fort, el tendó de la ròtula a un company o companya que es troba en postura asseguda. Després colpeja-li el tendó d'Aquil·les mentre té el genoll damunt un seient (tamboret, cadira...).
2. Observa els moviments que s'han produït.
3. Compara els esquemes corresponents per reconèixer els músculs i els ossos que hi han intervingut, i explica el procés utilitzant la terminologia adequada.



Reflex miotàtic al genoll.



Estudis de G. Borelli sobre mecànica del moviment (De *De motu animalium*, 1680).

### 3 El llenguatge del cos

Indica que fas per dir: SÍ o NO sense utilitzar paraules (fer-ho mitjançant un gest). Quins creus que són els ossos i els músculs que hi participen?

També pots representar noms de lletres amb el teu cos.

### 4 El cruiximent

Després d'un sobre esforç muscular, quin tipus de sensació tens? A què creus que és degut? Busca'n informació al respecte.

### 5 Correspondències

Entre els termes de la primera columna i les definicions de la segona, aplica-hi les correspondències que consideris adequades:

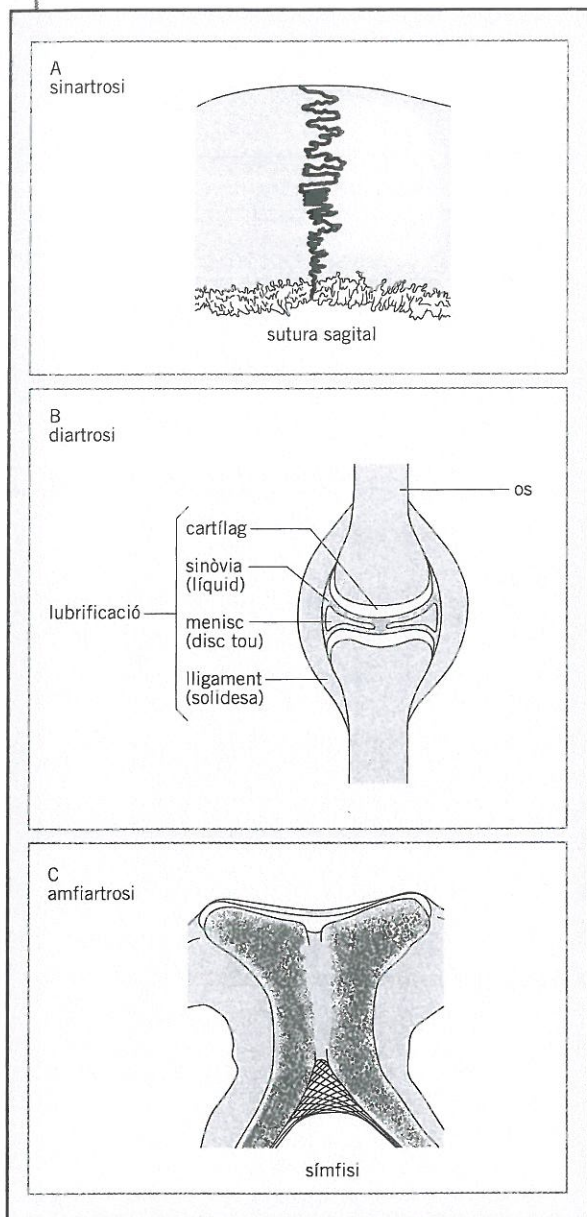
- |                 |                             |
|-----------------|-----------------------------|
| a- mioma        | 1. dolor a l'os             |
| b- miastènia    | 2. alteració neuromuscular  |
| c- osteonecrosi | 3. tumor de teixit muscular |
| d- ostàlgia     | 4. teixit ossi mort         |

## El moviment: unions en l'aparell locomotor

### 1 Les articulacions

EL MOVIMENT ÉS UNA ACCIÓ MECÀNICA QUE REQUEREIX UNS ELEMENTS ANATÒMICS COM SÓN ELS OSSOS, ELS MÚSCULS, ELS TENDONS, ELS LLIGAMENTS I LES ARTICULACIONS.

Tipus d'articulacions.



Les articulacions són els mecanismes que permeten la unió entre els ossos i el moviment entre ells, cosa que fa que l'esquelet tingui mobilitat i estabilitat.

Les connexions òssies poden ser contínues o discontinües. Les primeres no permeten que els ossos es desplacin entre ells, mentre que les discontinües donen diferents graus de llibertat de moviment.

Les connexions òssies contínues o fixes s'anomenen **sinartrosi**. La unió entre els ossos es realitza amb teixit conjuntiu, com en les sutures del crani; amb teixit cartilaginós, com en les línies epifisials entre les epífisis i la diàfisi dels ossos llargs dels adolescents; o amb teixit ossi, com en la regió coccigeal. En general les zones d'unió són sinuoses i els ossos encaixen entre ells.

Les connexions òssies discontinües, les **diartrosi** o junctures sinovials, consten dels cossos articulars, que són recoberts per cartílags; la càpsula articular, que consta d'una capa interna (membrana sinovial) i una d'externa (membrana fibrosa); i la cissura articular, que conté el líquid sinovial. Aquest líquid omple l'interior de la cavitat articular i fa una funció lubricant, a més de nodrir el cartílag de recobriment de l'os. La sinòvia és un producte de diàlisi del plasma sanguini.

Altres estructures que es troben en les articulacions discontinües formant la càpsula articular són: els lligaments de reforç, conductors o limitadors, que mantenen la posició d'un os respecte dels altres, amb els quals s'articulen i limiten el moviment; o els discos o meniscos articulars de teixit conjuntiu, que són en l'interior de la càpsula articular i milloren l'eficàcia de l'articulació, com per exemple els del genoll.

Les articulacions es poden classificar pel grau de mobilitat, segons si els ossos es poden moure en un eix, en dos eixos o en tres eixos; l'últim cas permet la rotació.

Les **amfiartrosi** són articulacions considerades semimòbils, que permeten una mobilitat escassa i són

característiques de la columna vertebral i la sínfisi púbica. En les vèrtebres, les superfícies articulars són respectivament les cares superior i inferior de dos cossos vertebrals contigus; entremig se situa el disc intervertebral compressible, que permet desplaçaments limitats.

## 2 Tipus de moviments

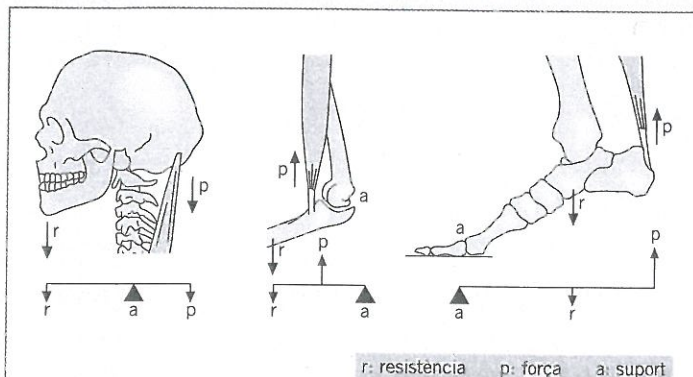
Per a la realització de moviments esquelètics, cal tenir en compte que l'element actiu és el múscul, mentre que l'element passiu i que dona suport és l'os. Per això, ambdós òrgans han d'estar perfectament relacionats per mitjà dels tendons, que fan de nexa entre ells. Així es produeixen els moviments voluntaris.

Els moviments i les lleis físiques.

L'acció de tracció del múscul sobre l'os està limitada per l'articulació i sempre s'ha de correspondre amb un altre sistema muscular que es relaxi. En els moviments es diferencien un sistema muscular agonista i un sistema muscular antagonista.

Els moviments del cos són aquests:

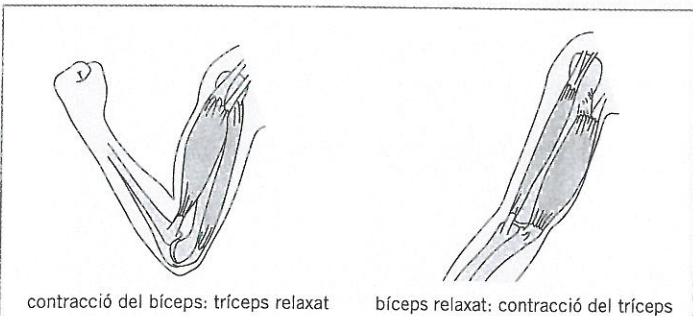
- la flexió és l'acció de doblar i l'extensió, la d'estendre;
- l'abducció és l'acció d'allunyar una extremitat del cos i l'adducció és l'acció d'apropar-la al cos;
- la supinació és la disposició contra el terra i la pronació, a favor del terra.
- la rotació és el gir sobre l'eix del cos i la circumducció és el moviment circular al voltant de l'eix del cos.



r: resistència p: força a: suport

Tres tipus de palanques.

La relació entre els moviments dels segments del cos corresponen a: 1 resistència i força són a banda i banda del punt de suport; 2 la força és aplicada més a prop del punt de suport que la resistència; 3 la força és més allunyada del punt de suport que la resistència.

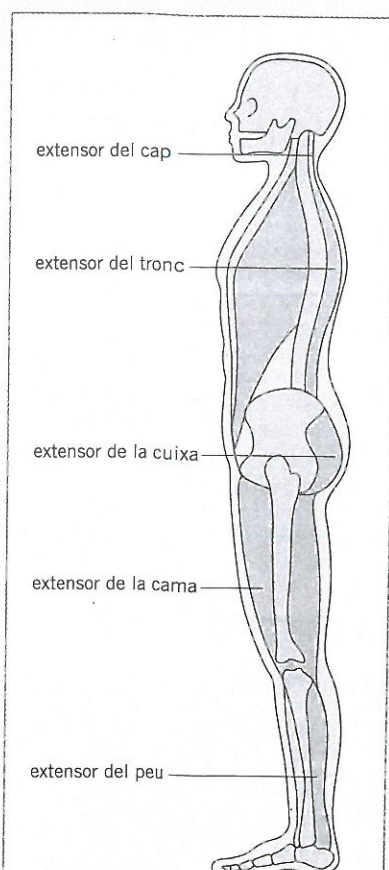


contracció del bíceps: tríceps relaxat

bíceps relaxat: contracció del tríceps

Moviment i contracció musculars.

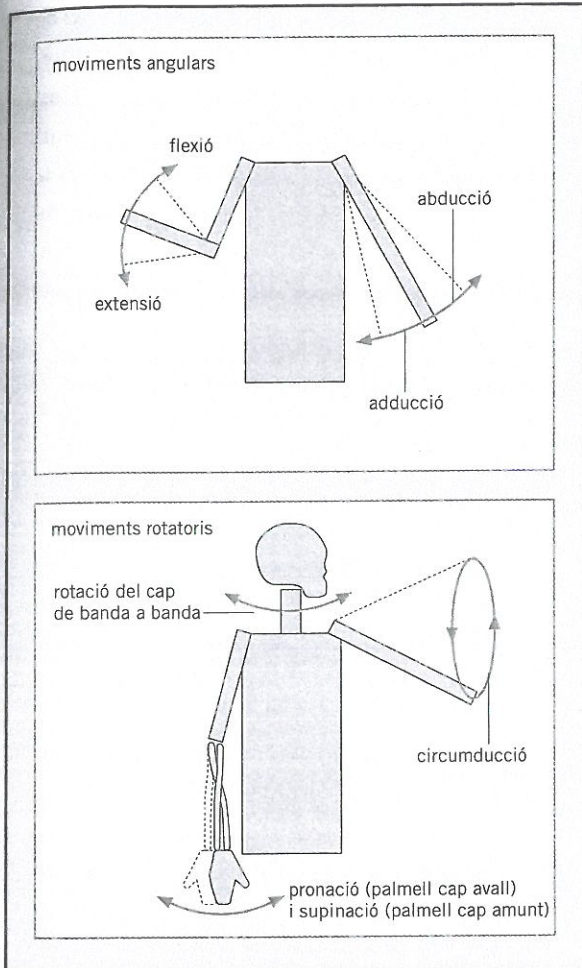
Generalment els músculs són organitzats en parelles antagonistes que permeten moviments inversos.



Músculs de postura.

Els músculs implicats en la postura «dempeus» són músculs antigravitoris i, per tant, extensors.





Moviments de l'esquelet humà.

### 3 Alteracions i accidents en les articulacions

Els accidents en les articulacions són freqüents entre la població, amb una incidència important en les persones joves que practiquen esports. Aquestes alteracions tenen en comú la inflamació i el dolor que causen en la zona lesionada.

L'**esquinç** és la ruptura o l'esquinçament dels lligaments articulars o de la càpsula sinovial que cobreix l'articulació. És degut a una distensió dels lligaments o d'altres estructures articulars per un moviment bruscat o un traumatisme.

La **luxació** es produeix per un desplaçament anormal de les estructures òssies que formen una articulació. La luxa-

ció o dislocació es dona en casos de traumatismes per la fallada dels elements que contenen l'articulació. En alguns casos impedeix el moviment de l'articulació afectada.

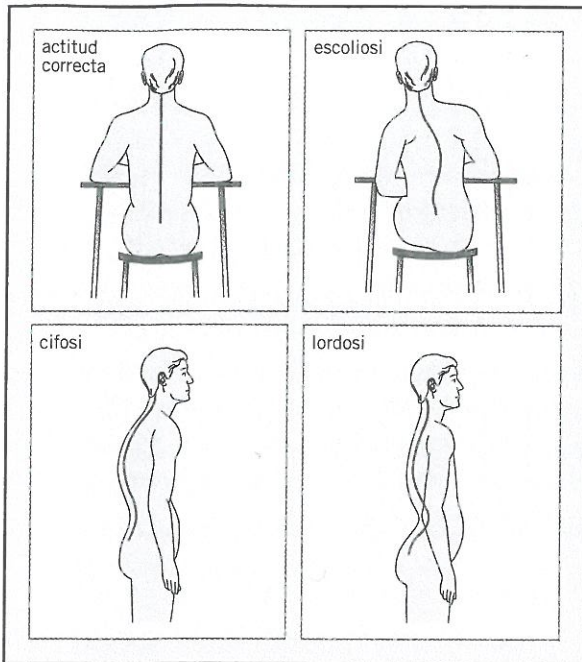
La **gota** és una malaltia d'origen metabòlic, que produeix inflamació en les articulacions per acumulació de sals d'àcid úric, que s'hi dipositen en forma de cristalls. Els nivells alts d'urats en la sang reben el nom d'*hiperuricèmia*. Aquesta alteració es presenta en atacs aguts, i la zona més freqüent d'afecció és l'articulació del dit gros del peu i el turmell, on la temperatura del cos és més baixa i els urats se solubilitzen amb dificultats. És més freqüent en persones grans que tenen una dieta alimentària rica en proteïnes.

L'**artritis** és una inflamació de les articulacions, que pot ser deguda a processos infecciosos per bacteris, virus o fongs. La seva causa també pot ser desconeguda; aleshores es parla d'artritis reumatoide crònica, considerada una malaltia autoimmunitària. L'artritis afecta les diferents regions articulars, especialment les extremitats i la regió cervical de la columna.

Artrosi.



L'**artrosi** és una malaltia crònica deguda a la degeneració progressiva del cartílag articular, que disminueix de gruix i pot arribar a desaparèixer. Sembla que pot donar-se per una predisposició genètica, o bé per lesions anteriors en les articulacions. És molt freqüent en les persones grans i en dones de més de cinquanta



a) Actitud correcta; b) Escoliosi;  
c) Cifosi; d) Lordosi.

anys. Les articulacions més afectades són els genolls, la columna vertebral, la mà i el maluc.

Les deformacions de la columna vertebral, de vegades, són degudes a mals hàbits posturals, en els quals es

produeixen curvatures anormals, com en els casos de **cifosi**, **lordosi** i **escoliosi**. Cal saber que aquestes deformacions es poden prevenir amb postures correctes, tant en estar drets com asseguts, i fent moviments apropiats per reforçar la musculatura. La cifosi és la curvatura exagerada cap enrere de la columna vertebral en la regió dorsal. La lordosi és la curvatura exagerada endavant pròpia de la regió lumbar. L'escoliosi és la inclinació lateral de la columna cap a la dreta o cap l'esquerra, i pot afectar-ne diferents zones. Aquestes deformacions cal que siguin detectades al més aviat possible per poder-les corregir.

El **torticoli** és la fixació del cap i el coll en una postura anòmala, potser deguda a una alteració muscular (esternocleidomastoïdal), articular, òssia o neurològica. Aquesta immobilitat pot produir-se per un traumatisme o per un moviment forçat.

La **lumbàlgia** i la **ciàtica** produeixen sensacions doloroses a l'esquena i afecten la zona lumbar i el recorregut del nervi ciàtic (natja, cuixa, cama i peu). La causa és la compressió dels nervis sensitius que innerven la regió lumbar i les extremitats inferiors. Aquestes molèsties es presenten després d'un esforç o un moviment sobtat.

## Activitats

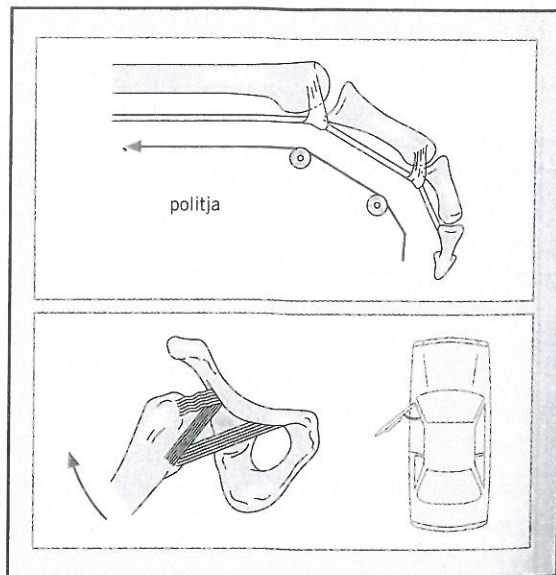
### 6 Aparell locomotor i mecanismes

L'aparell locomotor és constituït per elements anatòmics comparables a elements mecànics.

A continuació tens la taula de correspondències:

ossos .....	palanques
articulacions .....	frontisses
músculs .....	motors
tendons .....	cables
lligaments .....	reforços i tanques

Fixa't en els dibuixos i assenyala tots els elements anatòmics o mecànics segons pertoqui.



Aparell locomotor i mecànica.

## Lectura

### El calçat esportiu

La majoria d'esports requereixen una gran activitat de l'extremitat inferior del cos, en especial del peu. Les forces que es generen en posar el peu a terra mentre es corre són dues o tres vegades el pes del cos.

El peu és la base de sustentació del cos i és una peça fonamental per caminar. S'ha d'adaptar a les irregularitats del terreny i esmorteir l'impacte amb el sòl, i ha de col·laborar en el manteniment de l'equilibri estàtic i dinàmic general de tot el cos.

El fet que cada vegada més persones practiquin diversos esports ha posat de manifest que cal tenir cura especial en el calçat utilitzat per a la pràctica dels diferents esports. Així es poden evitar lesions estructurals i funcionals del peu. Actualment en el mercat hi ha sabates especialment dissenyades per a cada esport, però en línies generals el calçat esportiu ha de tenir les característiques següents:

- Sola externa de disseny estable i flexible de materials resistents a l'abrasió. El gruix de la sola depèn de l'ús per al qual es destini.
- La base interna de la sola ha de ser de material consistent i flexible. L'entremig de la sola cal que sigui tou, elàstic i absorbent.
- El contrafort en la part posterior del calçat ha de ser de material dur i cobrir tot el taló, al qual s'ha d'adaptar. Per la part interior ha de ser llis i enconxat, i recobert de pell per evitar la formació de bulllofes degudes a la fricció.
- La sabatilla ha de ser de pala ampla i flexible, i s'ha cordar de manera que subjecti el peu sense limitar els moviments del turmell i els dits.

Respecte del pes del calçat cal recomanar que sigui lleuger, però controlant que no afecti l'estabilitat general del cos.

Una última recomanació és que les sabatilles es provin al final del dia, quan els peus estan més cansats.

## Qüestionari

1 Els esportistes tenen cura de la seva dieta alimentària i, per tant, abans d'una prova prenen aliments com macarrons, espaguetis... Justifica per escrit aquesta norma alimentària dels esportistes.

2 Respon les preguntes següents: Què és una unitat motriu? Què són músculs antagonistes? Posa'n un exemple. Què vol dir perdre el to muscular?

3 Defineix els termes següents: *periosti*, *miosina*, *sinòvia*, *còndil*, *menisc*, *escoliosi*.

4 Fes un esquema-dibuix a partir d'una radiografia de qualsevol zona de l'esquelet; indica a quina zona del cos correspon, identifica els ossos que hi veus i explica el tipus d'articulació que hi pots distingir. Quins moviments permeten fer les articulacions que veus a la radiografia?

5 Explica detalladament i en forma d'esquema els diferents òrgans i sistemes (sistema nerviós, músculs i ossos) que participen en un moviment voluntari.

6 Fes un mapa conceptual amb els termes següents: *moviment*, *articulació*, *sinòvia*, *diartrosi*, *tendó*, *artrosi*, *os*, *l·ligament*, *músculs*.

7 Tria la resposta més adient i justifica-la.

a) La contracció muscular depèn:

- de l'estímul nerviós
- de la llargada de l'os que recobreix
- de l'alimentació

b) El creixement de l'os és causat per:

- l'exercici físic
- el codi genètic
- els estímuls nerviosos

8 Informa't de com prevenir l'osteoporosi i l'artritis.