

Capitolo 1

IL SISTEMA SCHELETRICO

AL TERMINE DI QUESTO CAPITOLO CONOSCERAI:

- ▶ qual è la morfologia generale delle ossa
- ▶ che la forma e la struttura di ogni osso hanno funzioni diverse
- ▶ come è strutturato lo scheletro e le varie ossa che lo compongono
- ▶ che il movimento fra le varie ossa è consentito dalle articolazioni
- ▶ che la forma delle articolazioni determina i diversi gradi del movimento



Solo conoscendo struttura, caratteristiche e funzioni dello scheletro è possibile comprendere come il corpo umano sia in grado di assumere determinate posizioni o realizzare particolari azioni apparentemente impossibili.

Lo *scheletro* è l'insieme delle ossa del corpo. Esso svolge una funzione di sostegno, di protezione dei tessuti molli e degli organi, di produzione di elementi cellulari del sangue e di vero e proprio sistema di leve, sulle quali i muscoli esercitano la loro azione.

Costituisce, inoltre, una sorta di centro di raccolta di sali minerali, tra cui calcio e fosfato, che a seconda delle necessità metaboliche l'organismo deposita o preleva.

In un individuo adulto lo scheletro risulta composto da circa 206 ossa divise fra il **tronco** (colonna vertebrale, coste, sterno, bacino), la **testa** (cranio e faccia) e gli **arti** (due superiori e due inferiori).

Le ossa, in base alle tre dimensioni, lunghezza, larghezza e spessore, vengono distinte in ossa **lunghe** (come il femore o l'omero), **piatte** (o larghe, come quelle del cranio o dello sterno) e **corte** (o brevi, come quelle del polso o della caviglia).

La morfologia generale delle ossa

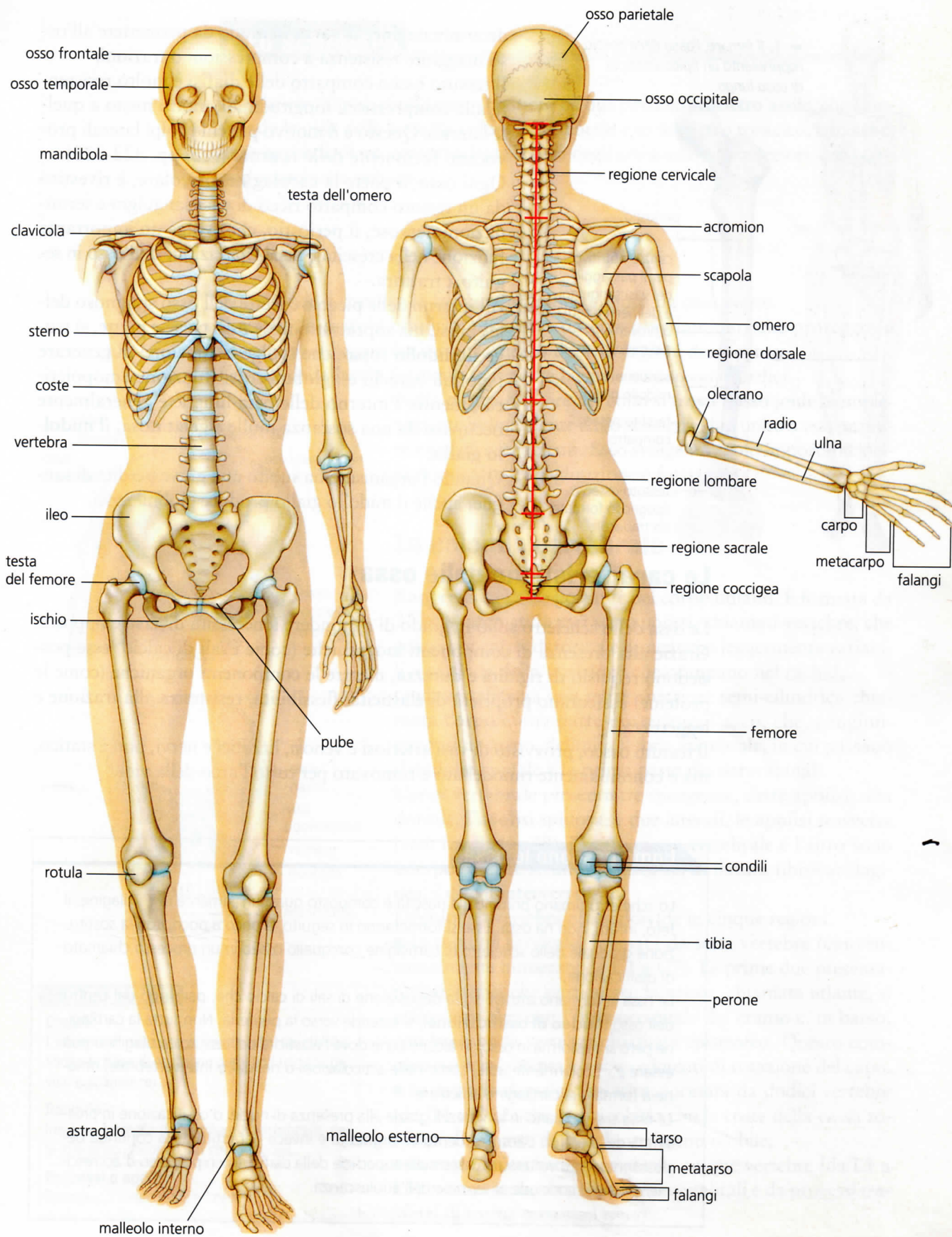
In un osso lungo si riconoscono: una parte centrale, generalmente cava, detta **diapfisi** e due estremità più larghe chiamate **epifisi**. Queste ultime, per consentire il collegamento con le ossa vicine, sono ricoperte di **cartilagine** e formano le **superfici articolari**. Le epifisi si distinguono in **superiore** o **prossimale** (più vicina al tronco) e **inferiore** o **distale** (più lontana).

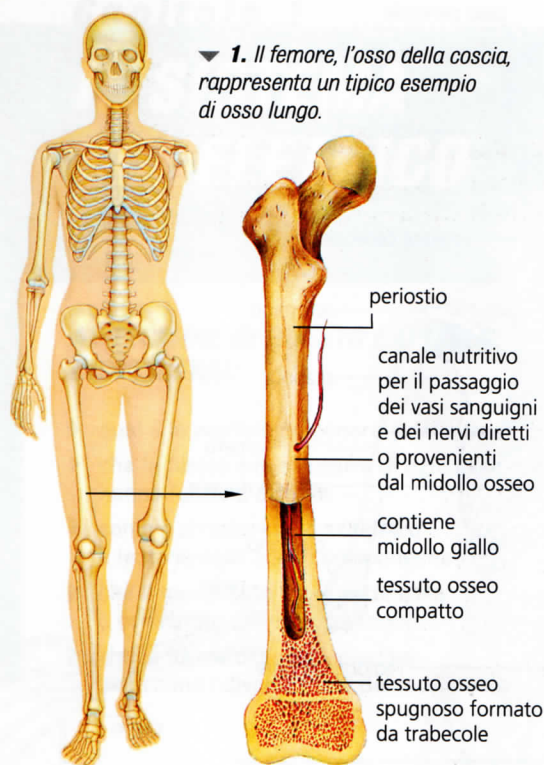
In tutti i tipi di ossa la superficie è ricoperta di **tessuto osseo compatto**. Invece le epifisi delle ossa lunghe e le ossa corte e piatte contengono **tessuto osseo spugnoso**, formato da una fitta rete di cellette, le **trabecole**, che si dispongono secondo

:: GLOSSARIO

Cartilagine

Forma particolare di tessuto connettivo che compone lo scheletro di alcune parti del corpo come il naso, l'orecchio e la laringe.





determinate linee di forza in modo da permettere all'osso maggiore resistenza a compressioni o trazioni.

Il tessuto osseo compatto delle diafisi è molto resistente alle compressioni longitudinali, molto meno a quelle laterali. Questo è il motivo per cui i colpi laterali provocano facilmente delle fratture (*vedi* pp. 322-323).

Ogni osso, a parte la cartilagine articolare, è rivestito da un tessuto compatto ricco di vasi sanguigni e terminazioni nervose, il **periostio**, che svolge un'importante funzione nella crescita e nella riparazione dell'osso in seguito a frattura.

All'interno delle piccole cellette dell'osso spugnoso delle epifisi, ma soprattutto nelle ossa corte e piatte, si trova il **midollo rosso**, che svolge la funzione di generare i globuli bianchi e i globuli rossi (funzione emopoietica), mentre l'interno delle ossa lunghe è generalmente occupato da una sostanza molle e gelatinosa, il **midollo giallo**.

Quando l'organismo ha subito una grave perdita di sangue, anche il midollo giallo produce globuli rossi.

Le caratteristiche delle ossa

Le ossa dello scheletro sono in grado di rispondere a necessità diverse e opposte. Grazie alla presenza di **componenti inorganiche** (come i sali di calcio) esse possiedono requisiti di **rigidità** e **durezza**, mentre le **componenti organiche** (come le proteine) assicurano proprietà di **elasticità**, **flessibilità**, **resistenza alla trazione** e **leggerezza**.

Il tessuto osseo, provvisto di vasi arteriosi e venosi, linfatici e nervi, non è statico, ma è continuamente rimodellato e rinnovato per tutto l'arco della vita.

Come nascono le ossa

Lo scheletro umano prima della nascita è composto quasi unicamente di cartilagine: il feto, infatti, non ha ossa. Esse si formeranno in seguito, a poco a poco, con la sostituzione graduale dello scheletro di cartilagine con quello osseo in un processo chiamato di ossificazione.

Le ossa si formano attraverso la deposizione di sali di calcio che, partendo dal centro dell'osso (**nucleo di ossificazione**), si estende verso la periferia. Non tutta la cartilagine però si trasforma in osso: in alcune zone dove l'elasticità del tessuto cartilagineo può essere particolarmente utile, come nelle articolazioni o nel disco intervertebrale, rimane a formare la cartilagine articolare.

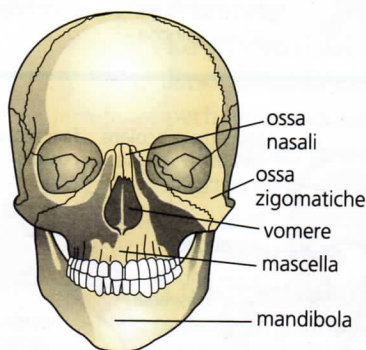
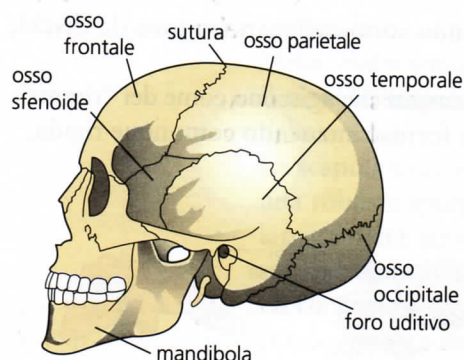
Le ossa si sviluppano in lunghezza grazie alla presenza di nuclei d'ossificazione in prossimità delle epifisi. L'accrescimento in larghezza è invece garantito dalla continua deposizione di nuovo tessuto osseo sulla superficie della diafisi, in un processo d'accrescimento che si conclude al termine dell'adolescenza.

► Lo scheletro

Lo scheletro si può considerare costituito da due parti: lo **scheletro assile**, che comprende le ossa della testa, la colonna vertebrale e lo scheletro toracico, e lo **scheletro appendicolare**, comprendente le ossa degli arti superiori e inferiori, con i **cingoli** scapolare e pelvico.

La testa

Comprende il cranio e la faccia, entrambi composti da ossa piatte. Il **cranio**, o scatola cranica, è formato da otto ossa laminari che proteggono l'encefalo, collegate fra loro per mezzo di articolazioni dette **suture**. Le ossa della **faccia** formano la regione facciale e sono quattordici.



Nella parte anteriore del collo si trova l'**osso ioide**, completamente indipendente dallo scheletro, ma unito a esso tramite muscoli e legamenti. Esso svolge un ruolo importante nella masticazione, deglutizione e fonazione.

La colonna vertebrale

Rappresenta l'asse portante del corpo umano. È formata da 33 o 34 segmenti ossei sovrapposti, chiamati **vertebre**, che sono ossa corte, di forma e dimensioni leggermente variabili a seconda della posizione che occupano nel **rachide**.

Ogni vertebra ha una parte anteriore semi-cilindrica chiamata **corpo** e una parte posteriore, l'**arco**, che, congiungendosi al corpo, delimita il **foro vertebrale**, in cui passano il midollo spinale e la prima parte dei nervi spinali.

L'arco vertebrale presenta tre sporgenze, dette apofisi: una dorsale, l'**apofisi spinosa**, e due laterali, le **apofisi trasverse** (vedi fig. 2 a p. 28). Tra un corpo vertebrale e l'altro sono interposte delle strutture elastiche, di natura fibrocartilaginea, i **dischi intervertebrali**.

La colonna vertebrale si suddivide in cinque regioni.

■ **La regione cervicale**, formata da sette vertebre (convenzionalmente numerate da C1 a C7). Le prime due presentano caratteristiche particolari: la prima, chiamata **atlante**, si articola in alto con l'**osso occipitale** del cranio e, in basso, con la seconda vertebra chiamata **epistrofèo**. Questo complesso è fondamentale nei movimenti di rotazione del capo.

■ **La regione dorsale o toracica**, formata da dodici vertebre (da D1 a D12) che si articolano con le coste della cassa toracica. È la parte della colonna meno mobile.

■ **La regione lombare**, formata da cinque vertebre (da L1 a L5) caratterizzate da grossi corpi vertebrali e da **processi** trasversi di forma rettangolare.

:: GLOSSARIO

Cingolo

L'insieme di ossa che, disposte ad arco, costituiscono la base di sostegno degli arti (cingoli pelvico e scapolare).

Rachide

Insieme formato dalla colonna vertebrale, dalle sue articolazioni e dai suoi muscoli.

Processi o apofisi

Sporgenze ossee tozze e brevi.

■ **La regione sacrale**, formata da cinque vertebre fuse assieme che formano l'osso sacro (da S1 a S5).

■ **La regione coccigea**, formata da quattro a cinque vertebre (da Co1 a Co4-Co5) che sono saldate insieme a formare il **coccige** (negli esseri umani rappresenta il residuo della coda dei progenitori animali).

▼ **2. Le parti mobili della colonna presentano vertebre con forma e funzione ben differenti: le vertebre cervicali consentono il movimento della testa nello spazio; le vertebre toraciche consentono movimenti limitati per la presenza delle coste cui danno sostegno; mentre le vertebre lombari, le più mobili, permettono ampi spostamenti del tronco.**

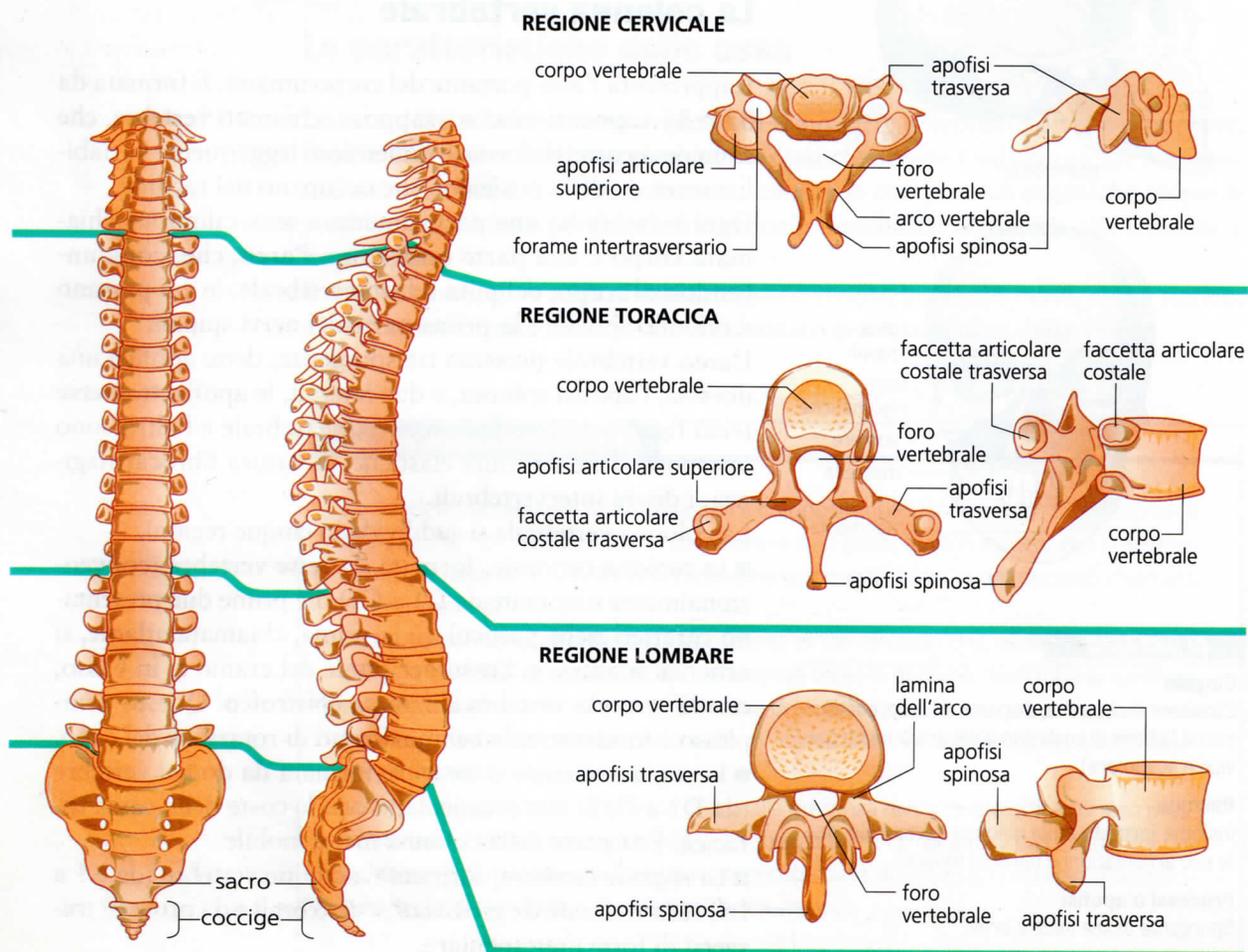
Vista di fronte la colonna appare dritta, mentre di profilo presenta quattro curvature che le conferiscono maggiore resistenza: la curva cervicale convessa anteriormente (**lordosi cervicale**), la curva dorsale convessa posteriormente (**cifosi dorsale**), la curva lombare di nuovo convessa in avanti (**lordosi lombare**) e infine la curva sacro-coccigea convessa indietro (**cifosi sacrale**).

Queste curve sono considerate **fisiologiche** e sono di grande utilità: permettono un miglior equilibrio, consentono una maggiore capacità di espansione al torace, aumentano la resistenza alla compressione della colonna vertebrale.

La colonna vertebrale, oltre a proteggere il midollo, risponde a due fondamentali esigenze meccaniche del corpo umano:

1. elasticità, poiché i segmenti della colonna sono collegati tra loro da dischi, muscoli e legamenti;

2. rigidità, grazie all'azione di muscoli e legamenti che agiscono come dei "tiranti". La colonna così può modificare la propria forma rimanendo comunque rigida.



La gabbia toracica

La gabbia toracica ha la forma di un cono tronco che contiene e protegge cuore e polmoni. È composta da dodici paia di **coste** (dette anche costole) e dallo sterno, un osso impari, piatto e mediano. Le coste si articolano posteriormente con le vertebre dorsali, mentre anteriormente solo le prime dieci si articolano, tramite cartilagini, allo **sterno**: le due ultime paia, infatti, non si articolano né fra di loro né con lo sterno e sono perciò chiamate **coste fluttuanti**.

La presenza di cartilagini rende la gabbia toracica molto elastica e capace di dilatarsi durante gli atti respiratori.

L'arto superiore

È formato da quattro regioni: spalla, braccio, avambraccio e mano.

La spalla

Nella spalla sono comprese due ossa, la clavicola e la scapola, che costituiscono il **cingolo scapolare**, grazie al quale ogni arto superiore si unisce allo scheletro del tronco.

La **scapola** è un osso piatto, pari, di forma triangolare. Essa viene divisa in due da una robusta sporgenza, la **spina**, che termina lateralmente con una superficie allargata detta **acromion**, con la quale si articola alla clavicola. All'angolo laterale si trova una **cavità** detta **glenoidea**, su cui si inserisce la testa dell'omero.

La **clavicola** è un osso lungo e appiattito, a forma di S, che si articola da un lato con lo sterno e dall'altro con l'acromion della scapola.

Il braccio

Lo scheletro del braccio è costituito dall'**omero**, un osso lungo e quasi cilindrico. Esso presenta nell'epifisi prossimale (più vicina al tronco) una **testa** con una superficie articolare semisferica collegata alla cavità glenoidea della scapola. Nell'epifisi distale (più lontana dal tronco) presenta una parte laterale, detta **condilo**, che si articola con il radio, e una parte mediale detta **troclea** che si articola con l'ulna.

L'avambraccio

Lo scheletro dell'avambraccio è costituito dall'ulna e dal radio, due ossa lunghe, situate la prima medialmente e la seconda lateralmente.

L'**ulna** ha l'epifisi prossimale molto grossa, detta **olecrano**, che si articola al tempo stesso all'omero e al radio, mentre l'epifisi distale è meno sviluppata e si articola con le ossa del carpo e con il radio.

Il **radio** ha l'epifisi distale più sviluppata dell'ulna e anch'essa articolata al polso; l'epifisi prossimale presenta la **testa** che si articola sia all'omero che all'ulna. L'insieme di queste tre ossa costituisce l'articolazione del **gomito**.

La mano

La mano è formata da 27 piccole ossa: otto appartengono al **carpo**, che insieme al radio e all'ulna costituisce l'articolazione del **polso**; cinque ossa formano il **metacarpo**, ovvero il palmo della mano; le altre quattordici sono le **falangi**, tre per dito, tranne il pollice che ne possiede solo due.

:: GLOSSARIO

Spina

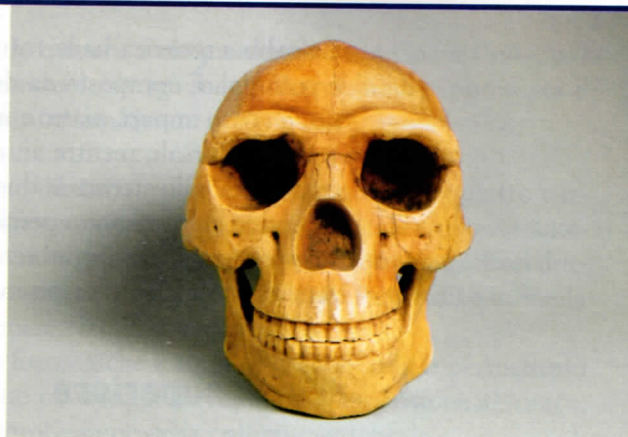
Sporgenza ossea terminante a punta.

Quanto erano alti i nostri antenati

Nel determinare la statura di una persona l'elemento ereditario incide per oltre l'80%. La statura però dipende anche da fattori ambientali, che si sono evoluti accanto a quelli genetici fin dal tempo dei primi ominidi. L'altezza ha subito delle oscillazioni nel corso delle epoche. Per esempio, per passare attraverso le porte dei castelli medievali adesso dobbiamo chinarci, perché le donne e gli uomini del Medioevo avevano una statura media inferiore alla nostra.

Non è sempre stato così: il ritrovamento di alcuni scheletri in Grecia e Turchia ha permesso di ricavare che la statura media dei cacciatori-raccoglitori in quella regione, verso la fine dell'epoca glaciale, era di ben 178 centimetri per gli uomini e di 168 per le donne. Con l'introduzione dell'agricoltura la statura cominciò a calare, raggiungendo nel 4000 a.C. un valore di 160 centimetri per gli uomini e di 155 centimetri per le donne.

Nel periodo classico l'altezza risalì nuovamente, anche se molto lentamente, tanto che i greci e i turchi contemporanei non hanno ancora recuperato tutti i centimetri dei loro progenitori.



▲ 3. Cranio di *homo erectus* (500.000 anni), un precursore dell'*homo sapiens*, alto circa 180 cm. L'aumento della statura nel corso dei millenni non è stato un fenomeno irreversibile. L'*homo floresiensis*, scoperto nel 2003, seppur contemporaneo del *sapiens*, era alto poco più di 1 m.

La tendenza attuale è quella di un progressivo aumento dell'altezza (i figli sono in genere più alti dei genitori), a meno che non intervengano fattori ambientali particolari.

L'arto inferiore

L'arto inferiore è formato da coscia, gamba e piede, che sono collegati alla colonna vertebrale attraverso il bacino.

Il bacino

Il bacino, detto anche cingolo pelvico, è costituito dall'unione delle due ossa dell'anca, che sono a loro volta il risultato della fusione di tre ossa: l'ileo, l'ischio e il pube. Le due ossa dell'anca si articolano fra loro anteriormente con una cartilagine fibrosa, la **sinfisi pubica**, e posteriormente con l'osso sacro, costituendo così una struttura che ha l'importante funzione di contenere, sorreggere e proteggere i visceri.

La coscia

Il femore, l'osso proprio della coscia, è il più lungo e voluminoso del corpo. L'epifisi prossimale, detta **testa** del femore, presenta una superficie liscia di forma sferica che s'inserisce nel bacino in una fossa detta **acetabolo**, formando l'**articolazione coxo-femorale** o **anca**. L'epifisi distale è costituita dai **condili**, due sporgenze rotondeggianti che, insieme alle due superfici concave della tibia e alla rotula, formano il **ginocchio**. La **rotula** (o **patella**) è un osso corto e indipendente, posto anteriormente ai condili femorali, che svolge un'importante azione meccanica facilitando l'azione del muscolo estensore del ginocchio, il quadricipite.

La gamba

La gamba è costituita da due ossa lunghe: la **tibia**, medialmente, e il **perone** (o fibula) lateralmente. L'epifisi prossimale della tibia presenta due superfici concave deputate a contenere i condili femorali con l'interposizione di due **menischi** (interno ed esterno), cartilagini a forma di C che, oltre a migliorare il contatto tra i capi articolari, svolgono un'azione di assorbimento degli urti. Le epifisi distali di tibia e perone presentano delle sporgenze, dette rispettivamente **malleolo interno** e **malleolo esterno** che, articolandosi con un osso del piede, l'**astràgalo**, formano l'articolazione della **caviglia**.

Il piede

Il piede è composto da 26 ossa (uno in meno della mano): sette nel tarso, cinque nel metatarso e tre falangi per ciascun dito, a eccezione dell'alluce che ne ha solo due. Nel **tarso**, oltre all'**astràgalo**, si trovano il **calcagno**, che forma la sporgenza del tallone, lo **scafoide**, il **cuboide** e tre **cuneiformi**. Le ossa del piede, insieme a muscoli, legamenti e tendini, assumono una forma arcuata denominata **volta plantare**. Questa complessa struttura, grazie alla sua elasticità, permette di sorreggere il peso del corpo svolgendo un indispensabile ruolo ammortizzante nel cammino. Quando la volta plantare cede si ha il **piede piatto** (vedi *I dismorfismi degli arti inferiori* a p. 275).

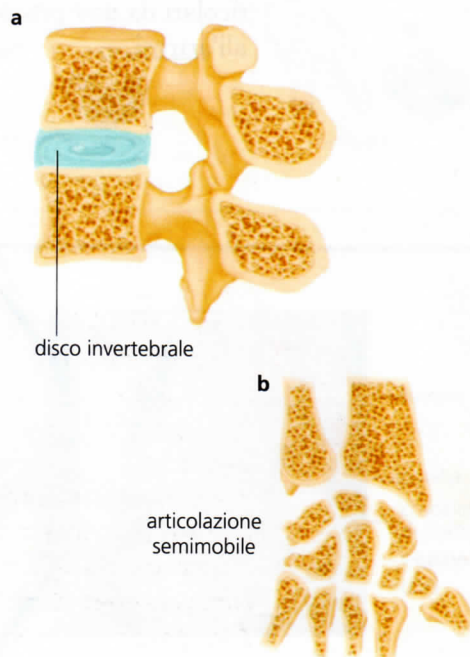
► Le articolazioni

Un'articolazione è una struttura complessa che mantiene in reciproco contatto due o più ossa.

Nel corpo umano si trovano articolazioni fisse o **sinartrosi**, semimobili o **anfiartrosi** e mobili o **diartrosi**.

Le articolazioni fisse o semimobili

Nella maggior parte delle sinartrosi, le ossa sono unite senza che sia praticamente possibile alcuna mobilità (come, per esempio, l'unione delle ossa del cranio chiamate **suture**). Le anfiartrosi sono articolazioni semimobili che presentano l'interposizione di una struttura cartilaginea, il **disco** (presente per esempio tra le vertebre), che consente piccoli movimenti in tutte le direzioni.



▲ 4. Esempi di articolazioni semimobili sono quelle tra le vertebre (a) e quelle tra le ossa della mano (b).

:: GLOSSARIO

Artrosi

Malattia degenerativa delle articolazioni che colpisce la cartilagine articolare e a cui si associano, a malattia avanzata, anche alterazioni ossee.

Le articolazioni mobili

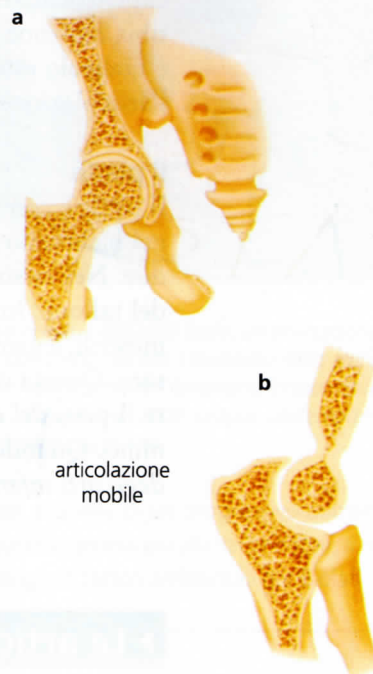
Le diartrosi sono le articolazioni più diffuse. Permettono grandi possibilità di movimento che vanno però a scapito della solidità, tipica delle sinartrosi.

Struttura e funzionamento delle diartrosi

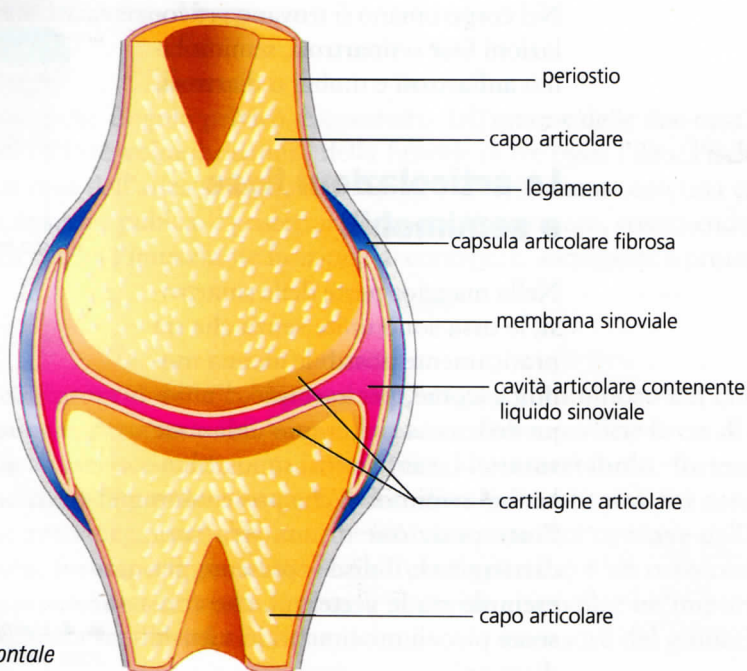
In queste articolazioni si distinguono: le **superfici articolari**, la **capsula articolare** che unisce le superfici di contatto e la cui azione è rafforzata da nastri fibrosi, i **legamenti**, che rendono solidali tra loro i **capi articolari**. Ad aumentare la stabilità dell'articolazione partecipano anche i **tendini** dei muscoli e i **muscoli** stessi.

All'interno dell'articolazione si trova poi una **membrana sinoviale** che secerne un liquido, la **sinovia**, che svolge la duplice funzione di nutrire le cartilagini e di lubrificare i capi articolari. In alcune articolazioni si trovano dischetti cartilaginei che separano l'articolazione in modo completo (si parla allora di **dischi articolari**) oppure parziale (**menischi**).

A livello del ginocchio i menischi, uno interno e uno esterno, svolgono una funzione ammortizzante e preservano le superfici articolari da una precoce usura che conduce all'**artrosi**.



▲ 5. Esempi di articolazioni mobili sono quelle dell'anca (a) e del gomito (b).



► 6. Sezione frontale dell'osso.

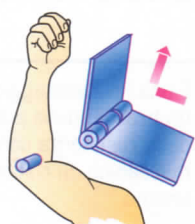


I movimenti articolari

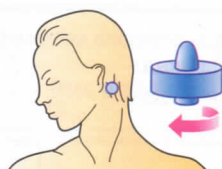
A seconda della forma dei capi articolari a contatto, si riconoscono le articolazioni: a **troclea** e a **trocoide** che sviluppano il movimento su un unico piano dello spazio; a **sella** e **condiloidea**, che permettono movimenti su due piani; **enartrosi**, che consente movimenti su tre piani e **artrodia** che può scivolare limitatamente, ma in tutte le direzioni.

I movimenti articolari possono essere: di **scivolamento**, quando le superfici articolari scorrono fra loro mantenendo il contatto; di **rotazione**, quando una superficie articolare si sposta su un'altra girando intorno a un asse; di **rotolamento**, quando una superficie articolare, ruotando intorno al punto di contatto, compie movimenti di ampia escursione (come l'articolazione scapolo-omerale nei movimenti di circonduzione).

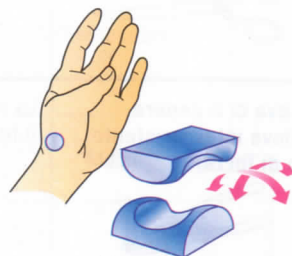
▲ 7. Nel servizio, la spalla del tennista effettua un movimento di rotolamento, mentre il gomito e il polso sono sottoposti a movimenti di rotazione.



troclea



trocoide



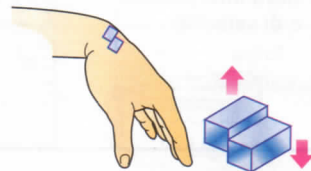
sella



condiloidea



enartrosi

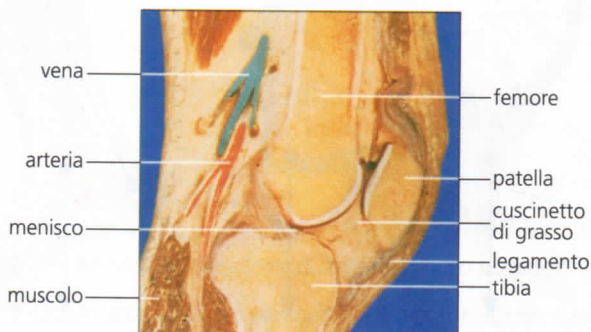


artrodia

► 8. I diversi tipi di diartrosi.

Un ginocchio dolorante

Molti giovani, fra i 10 ed i 15 anni, che praticano sport lamentano gonfiore subito sotto il ginocchio e dolore nei movimenti di questa articolazione. Il fenomeno colpisce maggiormente i ragazzi rispetto alle ragazze in un rapporto di 3 a 1. Si tratta del **morbo di Osgood Schlatter**, una malattia da sovraccarico funzionale, derivante cioè da un'eccessiva stimolazione dei muscoli estensori del ginocchio nella zona del tendine rotuleo e nel punto di inserzione sulla tibia. La situazione dolorosa persiste fin tanto che il processo di ossificazione si completa (attorno ai 16 anni), per cui la trazione del potente tendine rotuleo non avviene più su una debole struttura cartilaginea, ma su una resistente zona ossea. Nella fase acuta dolorosa è necessario riposo e astensione dall'attività sportiva per uno o due mesi.



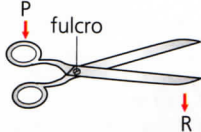
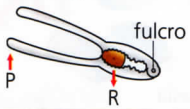
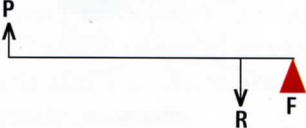
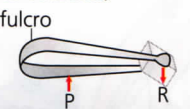
▲ 9. La sezione longitudinale dell'articolazione del ginocchio

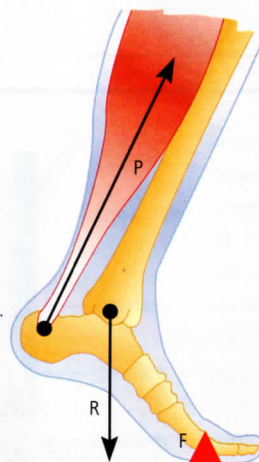
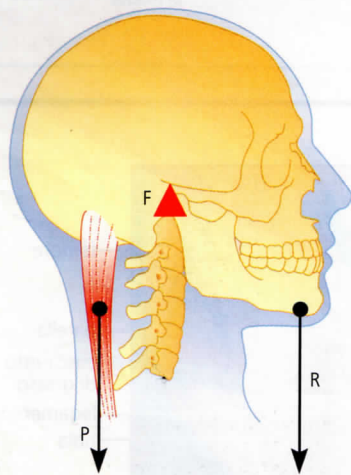
Le leve e il movimento

La conoscenza delle leggi e dei principi della meccanica è indispensabile per comprendere il movimento umano e fornisce una solida base per il suo studio.

Tutto l'apparato locomotore è basato su sistemi di leve. Ogni leva è costituita da tre elementi: fulcro, potenza e resistenza. Il **fulcro** della leva è dato dall'asse di rotazione

(di solito l'articolazione, ma può essere anche un punto di appoggio o di presa); la **potenza** è data dal punto in cui viene applicata la forza (l'inserzione del muscolo); la **resistenza** è data dal peso di un segmento corporeo e di un eventuale carico aggiuntivo. Ogni movimento si realizza attraverso leve che possono essere di I, II o III genere.

Tipo di leva	Azione	Caratteristiche
Leva di I genere (leva interfissa) 	L'articolazione (il fulcro, F) si posiziona tra il braccio della potenza P (il muscolo) e quello della resistenza R da vincere (il carico). 	Quando i momenti della forza sono uguali la leva è in equilibrio (leva indifferente). Con un peso costante, più il braccio di leva della potenza è lungo tanto minore è lo sforzo muscolare necessario per contrastare la resistenza.
Leva di II genere (leva interresistente o di forza) 	La resistenza si posiziona sempre tra il fulcro e la potenza. 	È una leva vantaggiosa. Un braccio della potenza più lungo di quello della resistenza concede un buon vantaggio meccanico. Si riscontra raramente nel corpo umano.
Leva di III genere (leva interpotente o di velocità) 	La potenza si posiziona tra la resistenza e il fulcro. 	È la leva più frequente nel corpo umano. È svantaggiosa, ma consente, con un limitato accorciamento muscolare, uno spostamento del segmento corporeo molto ampio e veloce.



:: GLOSSARIO

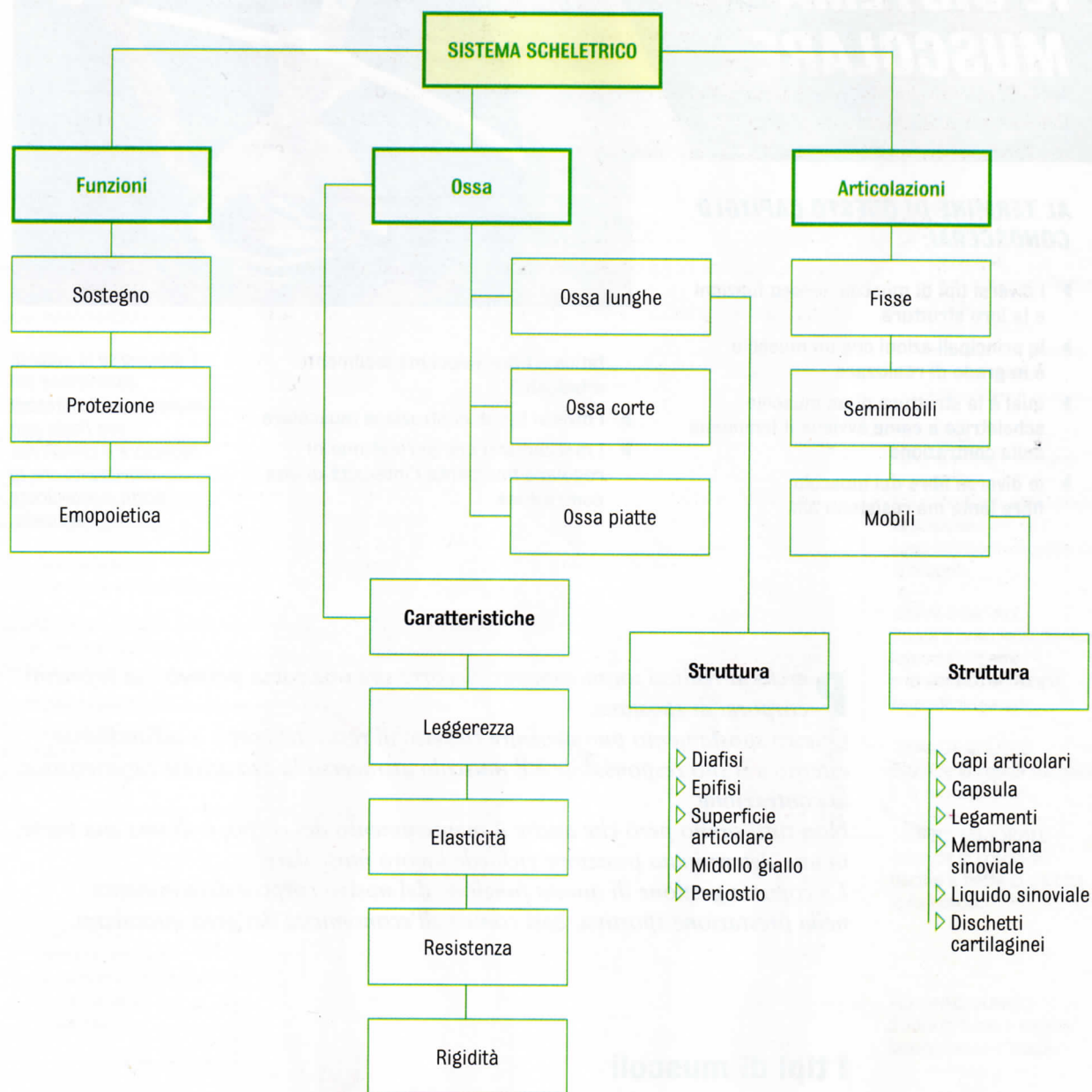
Momento della forza

È il prodotto della forza (potenza o resistenza) per il braccio di leva.

Braccio di leva

Distanza dal fulcro dei punti d'applicazione sia della potenza che della resistenza.

▲ 10. L'articolazione tra testa e colonna vertebrale costituisce una leva di primo genere, l'articolazione tra piede e gamba rappresenta una leva di secondo genere, mentre l'articolazione del gomito costituisce una leva di terzo genere. Nel corpo umano si possono contare oltre 1000 leve differenti.



DOMANDE DI VERIFICA

- ▶ Quali sono le funzioni dello scheletro?
- ▶ Come si classificano le ossa?
- ▶ Quali sono gli elementi che formano un'articolazione?
- ▶ Quali sono le ossa che formano l'articolazione della spalla?
- ▶ Perché si parla di sistemi di leve nel corpo umano?
- ▶ Quale articolazione permette il maggior numero di movimenti?
- ▶ Qual è la funzione dei menischi?