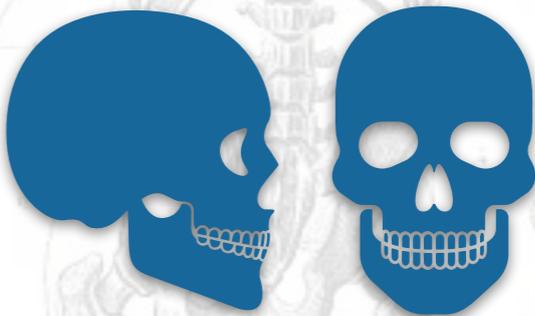




ANATOMIA SCHELETRICA E BIOMECCANICA



Biologia dello Scheletro Umano -
Seminari di approfondimento

Alba Pasini | alba.pasini@unife.it

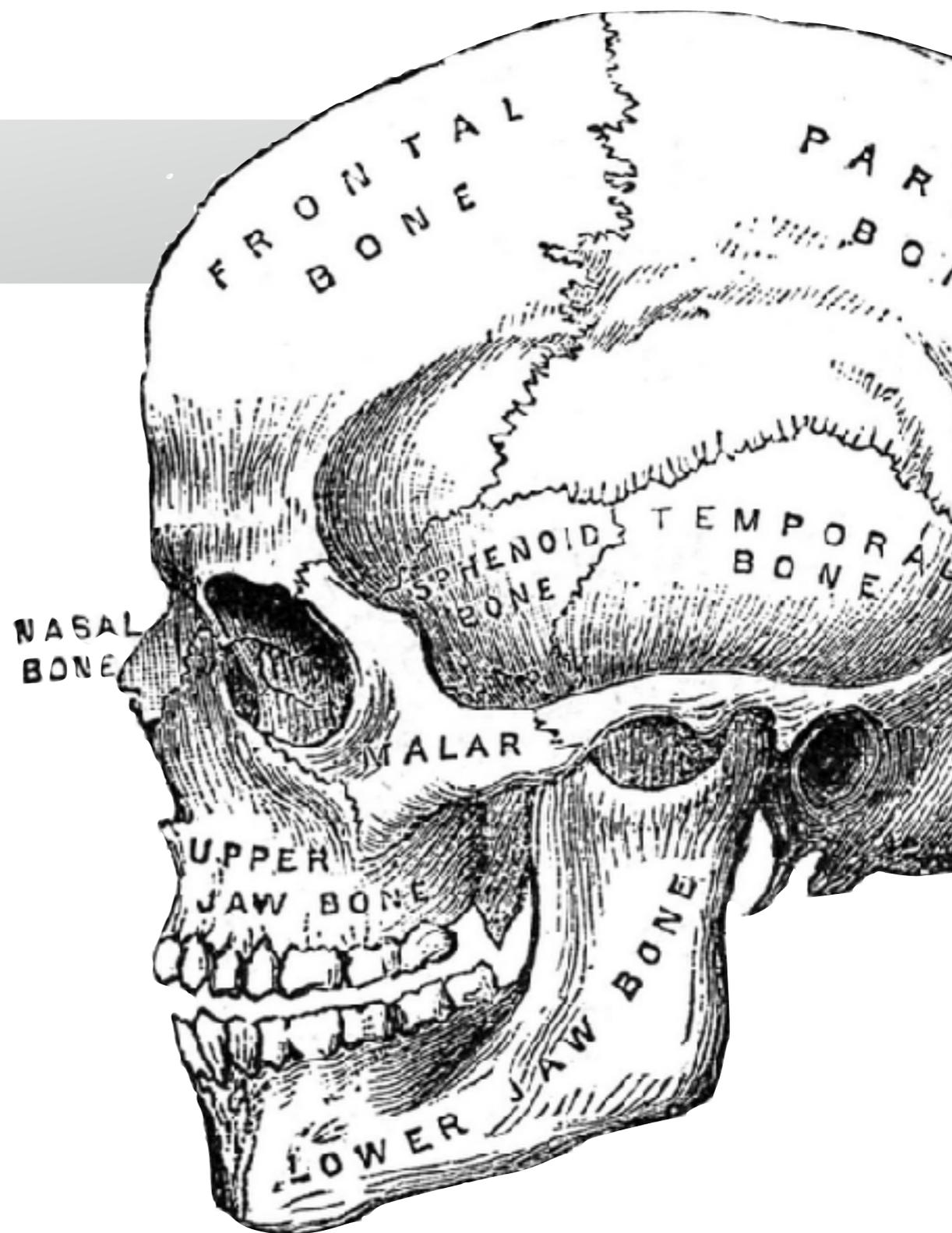
OSTEOLOGIA E ANTROPOLOGIA

L'osteologia (ὀστέον + λόγος) è lo studio scientifico del materiale scheletrico. Subdisciplina dell'anatomia, dell'antropologia e dell'archeologia, l'osteologia consiste nell'analisi dettagliata delle strutture ossee e degli elementi scheletrici, dei denti, nella morfologia, delle funzioni, dei disturbi, delle patologie, dei processi di ossificazione (da parte dei tessuti cartilaginei), della resistenza e della durabilità delle ossa

Paleontologia dei vertebrati, zoologia, scienze forensi, antropologia fisica, archeologia...

Le ossa possono fornire importanti indicazioni:

- ...► Sesso ed età di un individuo
- ...► Statura e altre caratteristiche antropometriche
- ...► Stato di salute e dieta
- ...► Etnia
- ...► Causa di morte
- ...► Discendenze e dinamiche demografiche



ASSI E PIANI DEL CORPO UMANO

Oltre all'uso appropriato di una terminologia tecnica specifica, è indispensabile utilizzare dei punti di riferimento in base ai quali poter descrivere l'evoluzione di un gesto motorio o di una porzione anatomica.

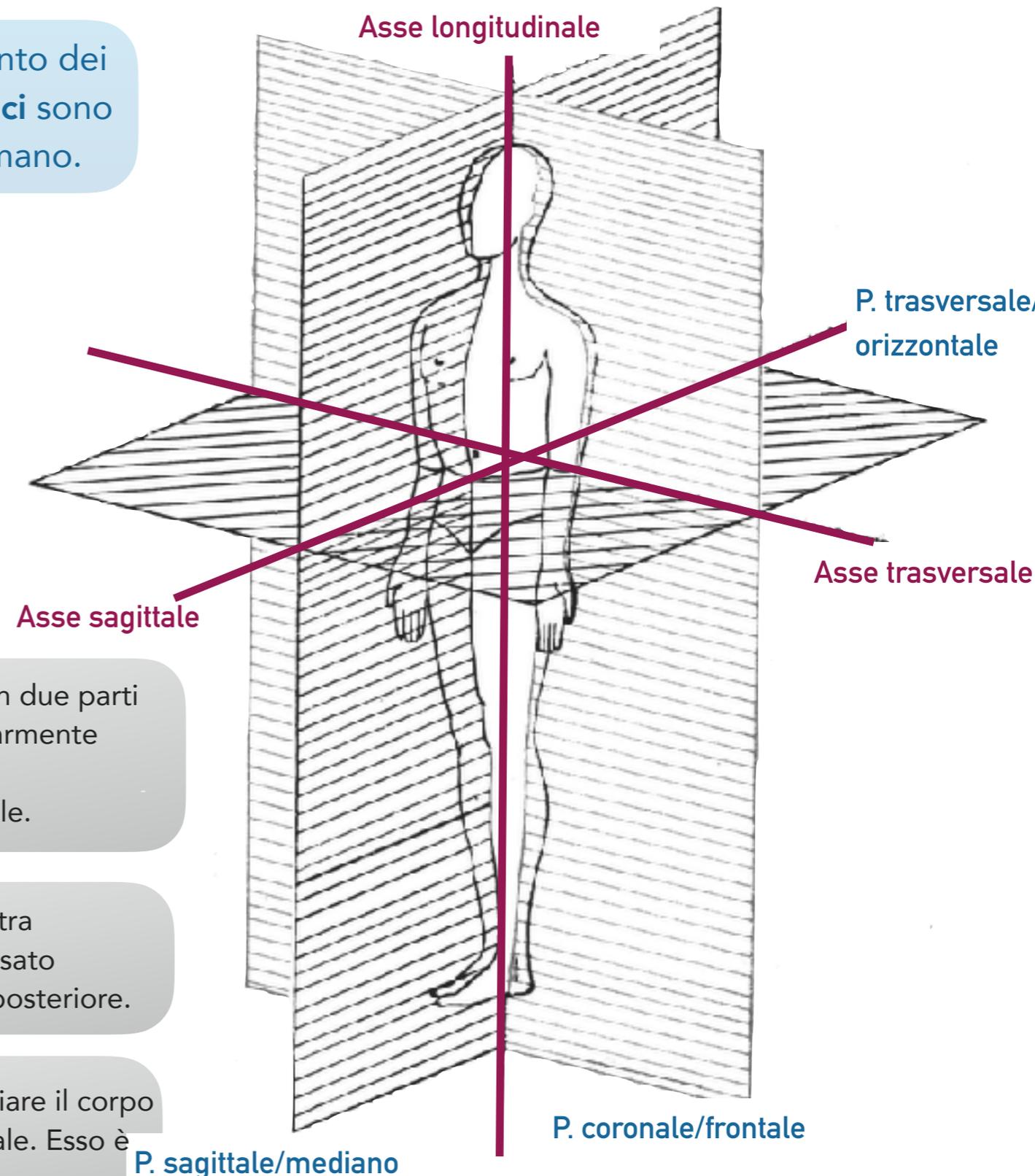
La biomeccanica utilizza gli **assi** per descrivere l'orientamento dei movimenti, mentre in termini anatomici i tre **piani anatomici** sono stati creati dai tre assi di movimento e trasferiti al corpo umano.

- ➤ **Asse longitudinale:** linea con direzione supero-inferiore, secante il corpo dalla testa ai piedi
- ➤ **Asse trasversale:** linea con direzione destra-sinistra, secante il corpo da una spalla all'altra.
- ➤ **Asse sagittale:** linea con direzione antero-posteriore, secante il corpo dal petto alla schiena.

Piano sagittale (mediano): è per definizione quello che divide il corpo in due parti simmetriche, una destra e l'altra sinistra ed è attraversato perpendicolarmente **dall'asse trasversale**. Ogni superficie planare che attraversa il corpo parallelamente al piano sagittale prende il nome di sezione parasagittale.

Piano frontale (coronale): divide il corpo in due parti, una anteriore e l'altra posteriore e forma un angolo retto con il piano sagittale. Esso è attraversato perpendicolarmente **dall'asse sagittale** che si sviluppa in senso antero-posteriore.

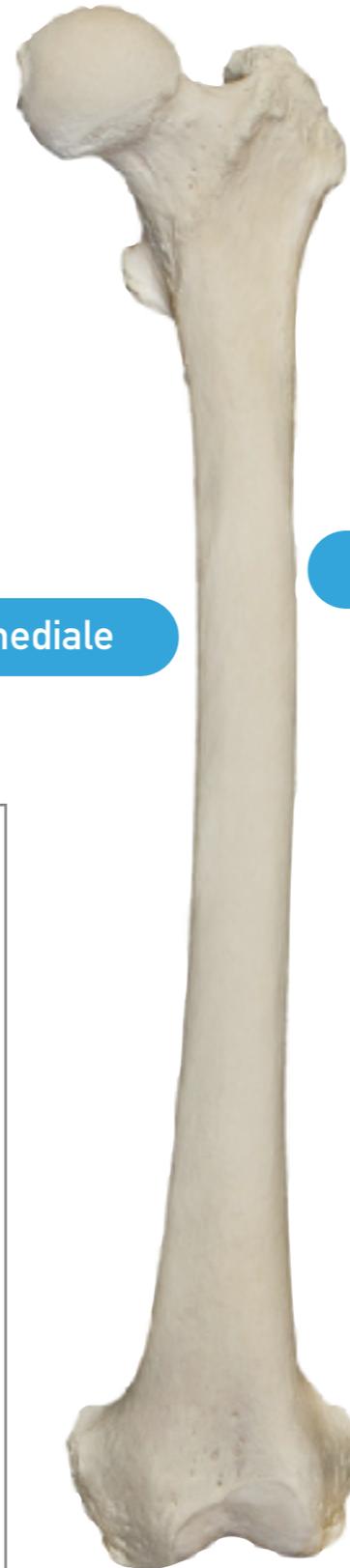
Piano trasversale (orizzontale): Il **piano trasverso** o orizzontale può tagliare il corpo a diverse altezze, ma è sempre perpendicolare ai piani sagittale e frontale. Esso è attraversato perpendicolarmente **dall'asse longitudinale**



NOMENCLATURA: LOCALIZZAZIONI ANATOMICHE

Per descrivere un segmento osseo è necessario l'utilizzo di termini specifici che fanno riferimento ai piani anatomici, al fine di identificare secondo una terminologia standardizzata le diverse porzioni:

Porzione prossimale



Prossimale: porzione rivolta verso il tronco (cuore)

Distale (o caudale): porzione rivolta in senso contrario al tronco (cuore)

Porzione laterale

Laterale: porzione rivolta verso i piani laterali esterni, più distante rispetto al piano mediano di simmetria bilaterale

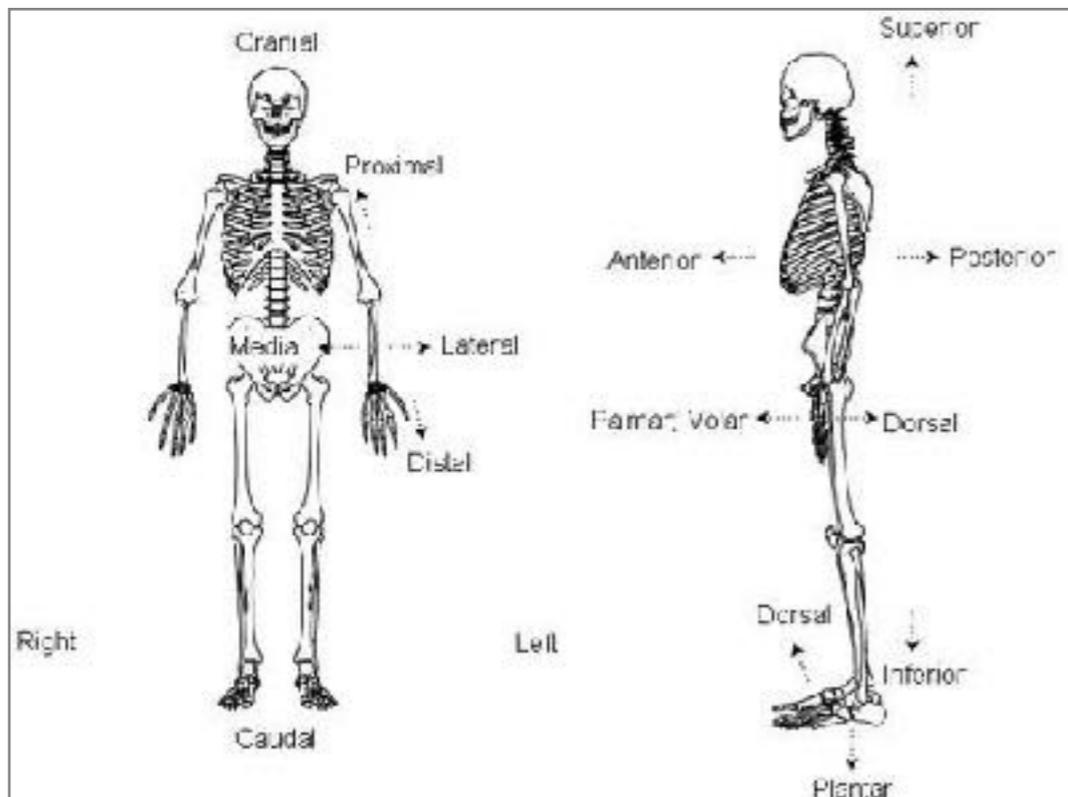
Mediale: porzione rivolta verso il piano sagittale mediano, più vicina rispetto al piano mediano di simmetria bilaterale

Ventrare: porzione rivolta anteriormente (addome)

Dorsale: porzione rivolta posteriormente (schiena)

Porzione mediale

Porzione distale



PRINCIPALI MOVIMENTI DEL CORPO UMANO

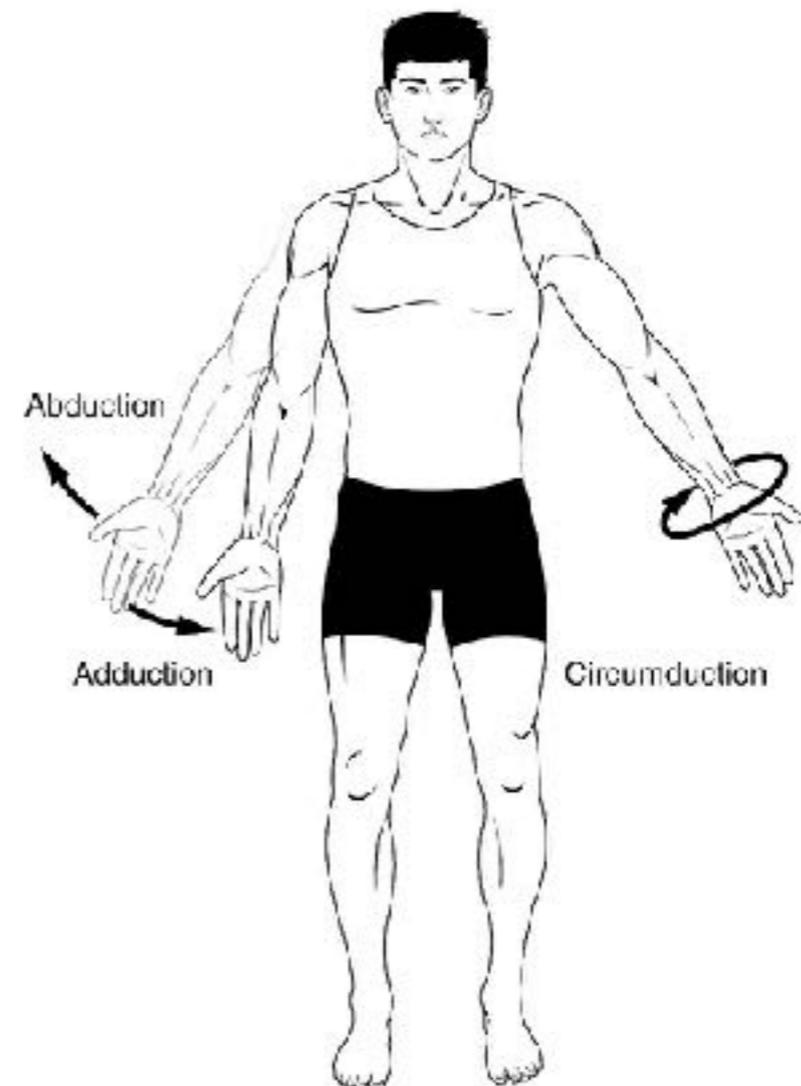
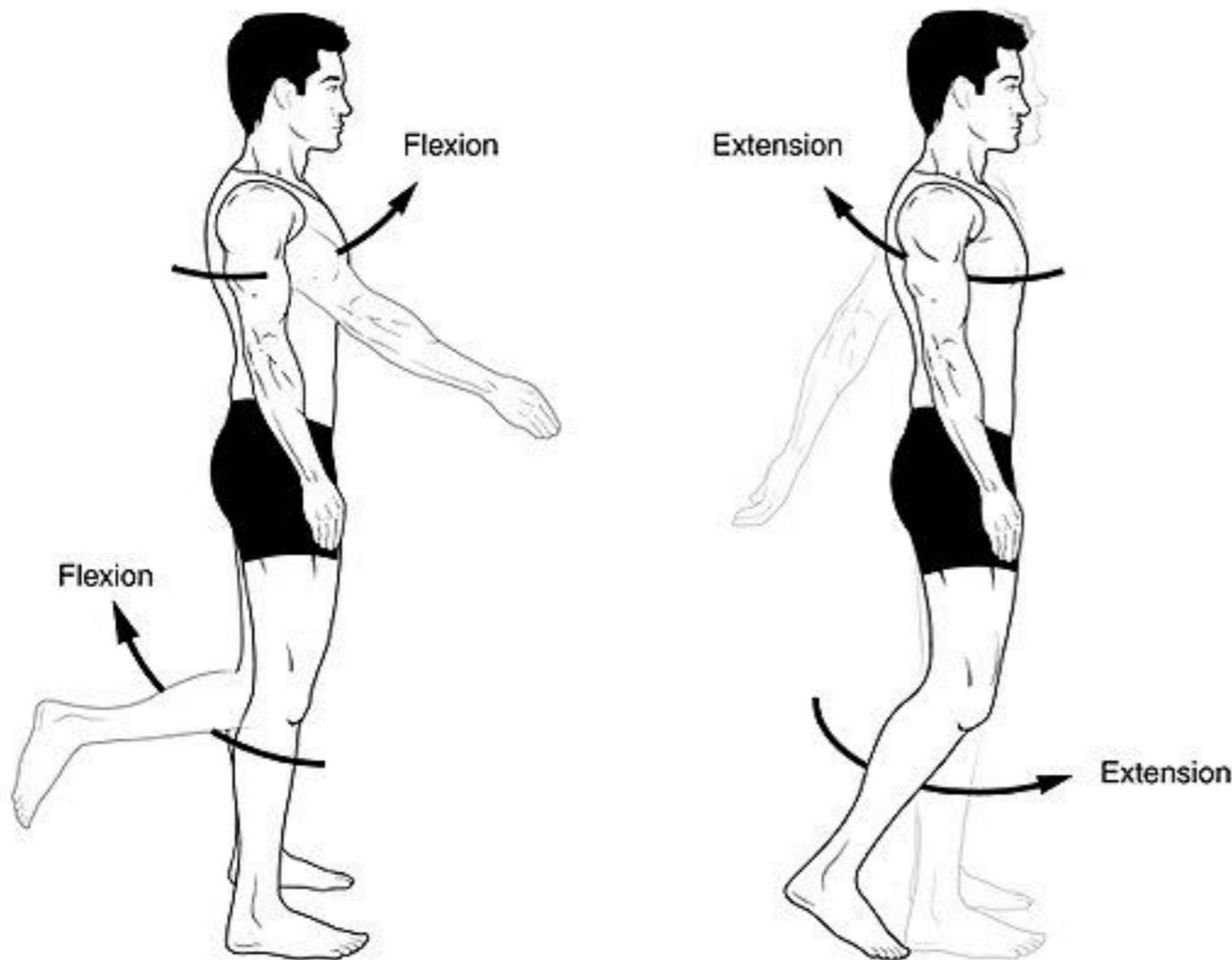
Il processo del movimento (di organi, articolazioni, arti e sezioni anatomiche specifiche) è descritto tramite un insieme unificato di termini e condizioni utilizzati per descrivere l'unicità dei movimenti delle diverse porzioni anatomiche.

-ESTENSIONE: passaggio degli arti o del busto da una posizione breve o semibreve ad una lunga, in attitudine di sospensione, lungo il piano sagittale verso un piano posteriore

-FLESSIONE: passaggio degli arti o del busto da una posizione lunga ad una breve o semibreve, in attitudine di sospensione (movimento opposto all'estensione), lungo il piano sagittale verso un piano anteriore

-ABDUZIONE: movimento di un segmento corporeo (arti superiori o inferiori) che si allontana dalla linea mediana del corpo lungo il piano frontale.

-ADDUZIONE: movimento di un segmento corporeo che si avvicina alla linea mediana del corpo lungo il piano frontale (movimento opposto all'abduzione).



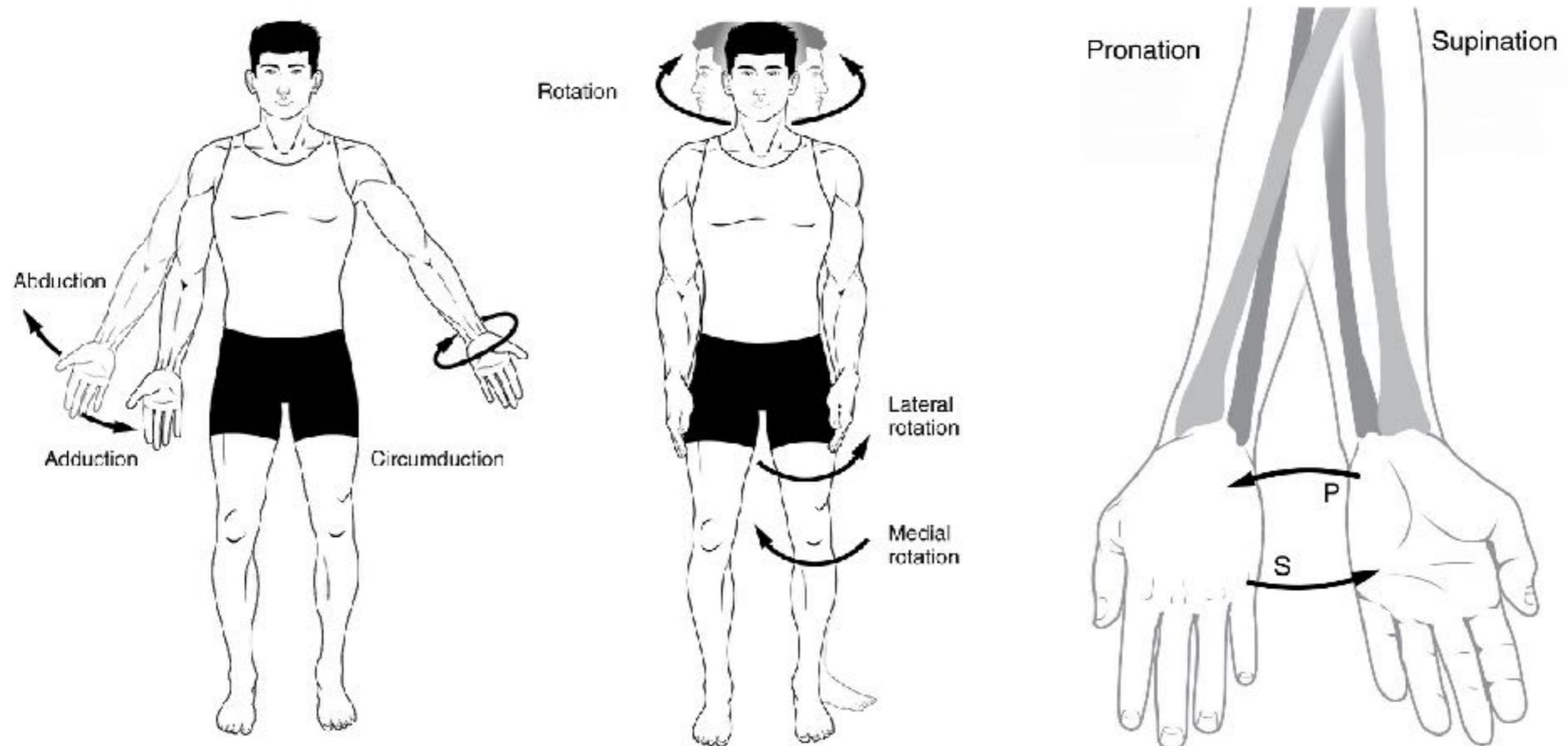
PRINCIPALI MOVIMENTI DEL CORPO UMANO

-ROTAZIONE: movimento di una parte del corpo attorno al proprio asse.

-CIRCONDUZIONE: movimento per cui un segmento descrive un cono ad apice corrispondente al capo articolare

-PRONAZIONE: movimento di rotazione verso l'interno (intrarotazione) tipico delle mani quando si volgono i palmi verso il basso.

-SUPINAZIONE: movimento di rotazione esterna tipico dell'arto superiore, che si effettua per portare le palme delle mani verso l'alto.



L'APPARATO LOCOMOTORE

L'apparato locomotore costituisce la struttura portante dei vertebrati e permette loro il movimento.

...> Sistema scheletrico

Funge da sistema di stoccaggio di calcio e fosforo e contiene i componenti fondamentali del sistema ematopoietico, oltre a fornire sostegno e protezione ai vari organi.

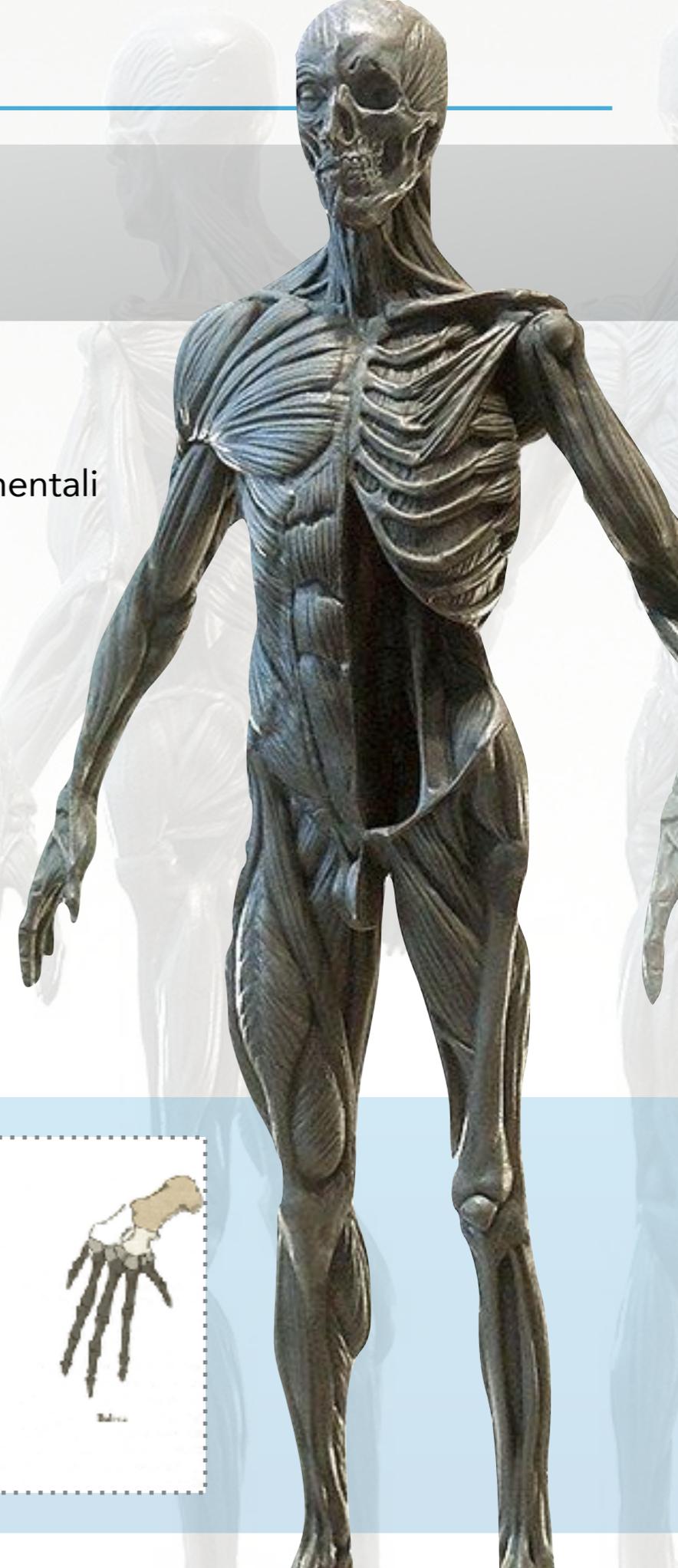
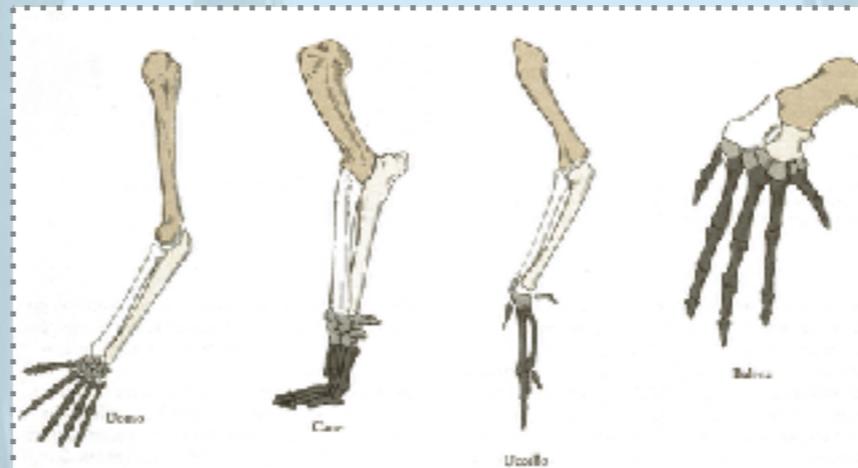
...> Sistema articolare

Costituito dalle articolazioni e dai legamenti che tengono uniti i capi ossei. La cartilagine articolare impedisce che le ossa vengano in contatto l'una con l'altra.

...> Sistema muscolare

I muscoli mantengono le ossa in posizione e, grazie alla loro contrazione, consentono il movimento.

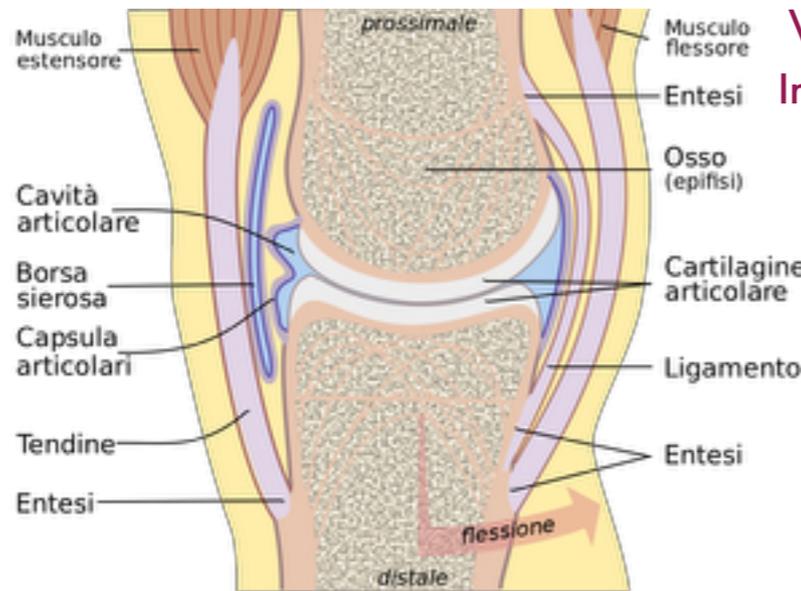
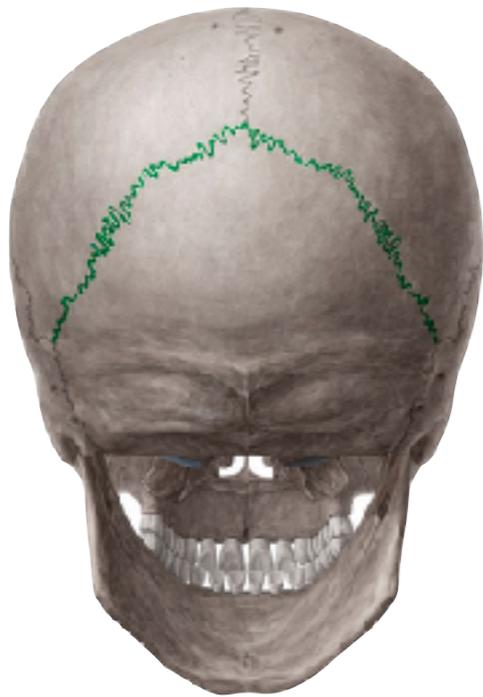
Il sistema muscolocheletrico è quindi costituito da **ossa, muscoli, tendini, legamenti, articolazioni e tessuti connettivi** che sostengono e legano insieme tessuti e organi. Le ossa sono collegate alle altre ossa e alle fibre muscolari attraverso tendini e legamenti di tessuto connettivo.



SISTEMA ARTICOLARE

Le **articolazioni** sono organi giunzionali tra capi ossei, interconnessi tramite i tessuti connettivi.

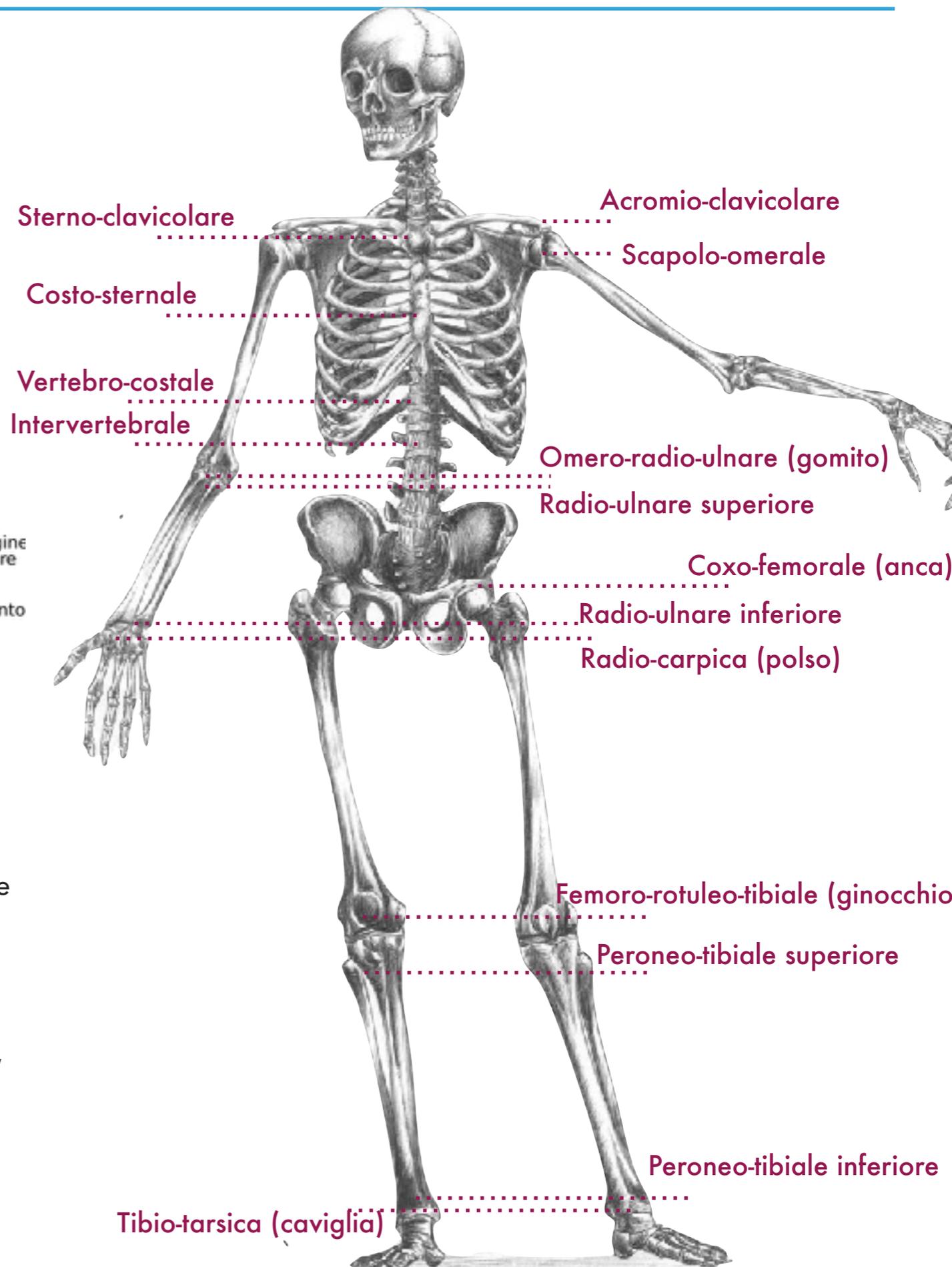
A seconda della loro differente mobilità, cioè della loro escursione, possono essere di tipo **mobile**, **semimobile** o **fisso**.



Articolazioni immobili o sinartrosi: legano strettamente i capi ossei, tanto da impedirne i movimenti. Si dividono in sinostosi (es. cranio) e gonfosi (denti).

Articolazioni ipomobili o anfiartrosi: legano due superfici articolari, ricoperte da cartilagine, tramite legamenti interossei; si dividono in sincondrosi (scarso grado di movimento, tessuto cartilagineo denso, es. prime sterno-costali) e sinfisi (limitato grado di movimento, tessuto connettivo fibroso, es. sinfisi pubica).

Articolazioni mobili o diartrosi: permettono un ampio range di movimento, in una o più direzioni dello spazio.

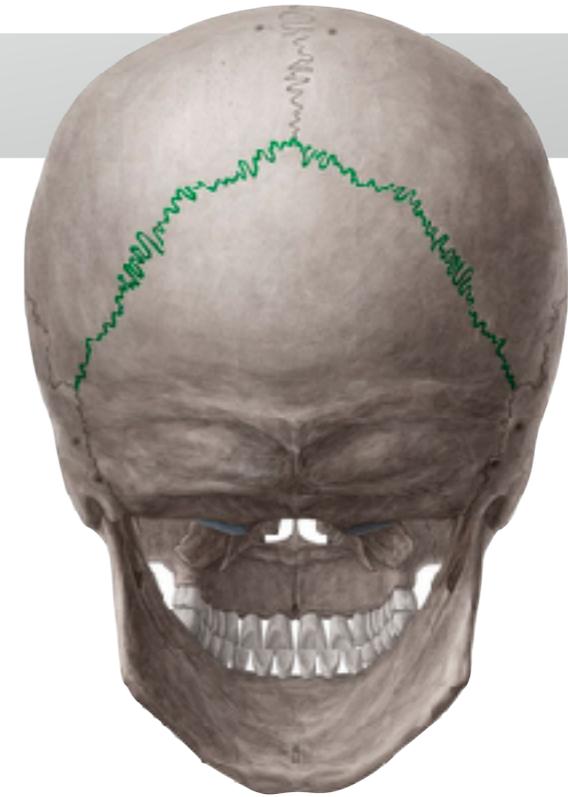


ARTICOLAZIONI IMMOBILI - SINARTROSI

Legano strettamente i capi ossei, impedendone i movimenti.

Si dividono in:

- 1- Sinostosi: il grado di movimento è nullo; uniscono le articolazioni tramite tessuto osseo (esempio: cranio nell'adulto).
- 2- Gonfosi: articolazioni fibrose caratteristiche della fissazione dei denti nelle proprie cavità alveolari (tramite il collagene del parodonto che connette il cemento del dente all'osso mandibolare o mascellare). Non viene considerata una vera e propria articolazione in quanto non prevede l'unione di segmenti ossei.

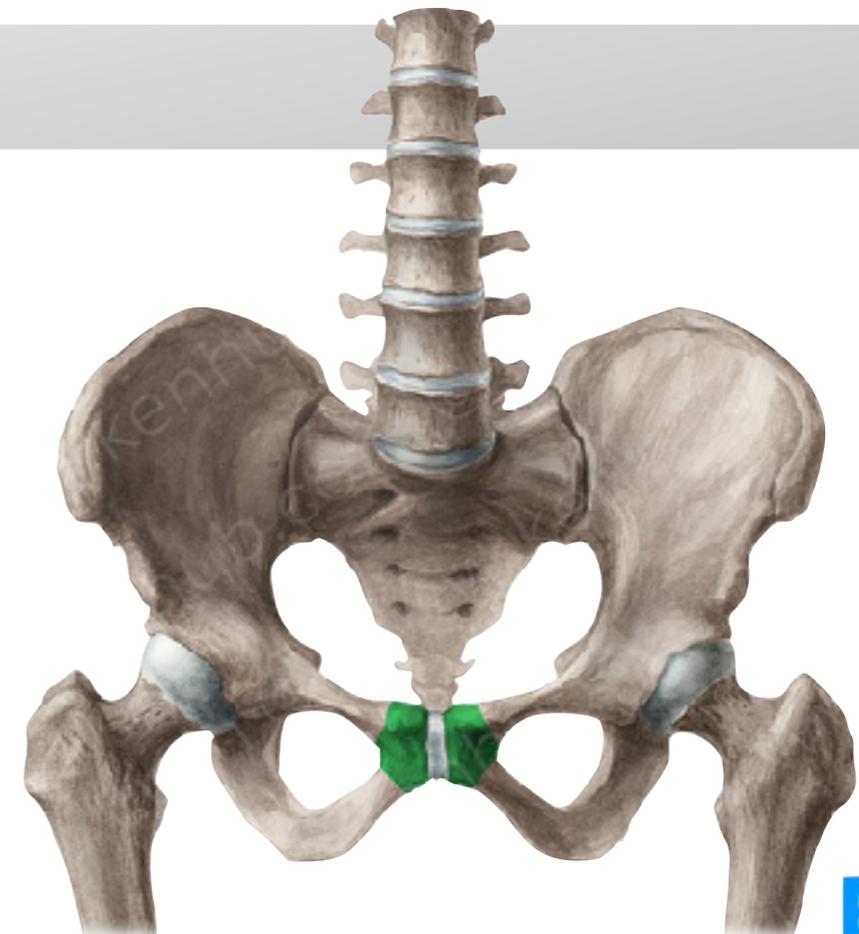


ARTICOLAZIONI IPOMOBILI - ANFIARTROSI

Legano due superfici articolari, ricoperte da cartilagine, tramite legamenti interossei. Tra le due superfici è interposto un disco fibrocartilagineo che permette soltanto movimenti limitati (vertebre).

Si dividono in:

- 1- Sincondrosi: il grado di movimento è scarso, dal momento che uniscono le articolazioni tramite tessuto cartilagineo denso (esempio: prime sterno-costali).
- 2- Sinfisi: il grado di movimento è limitato, dal momento che sono tenute insieme da tessuto connettivo fibroso (esempio: sinfisi pubica).



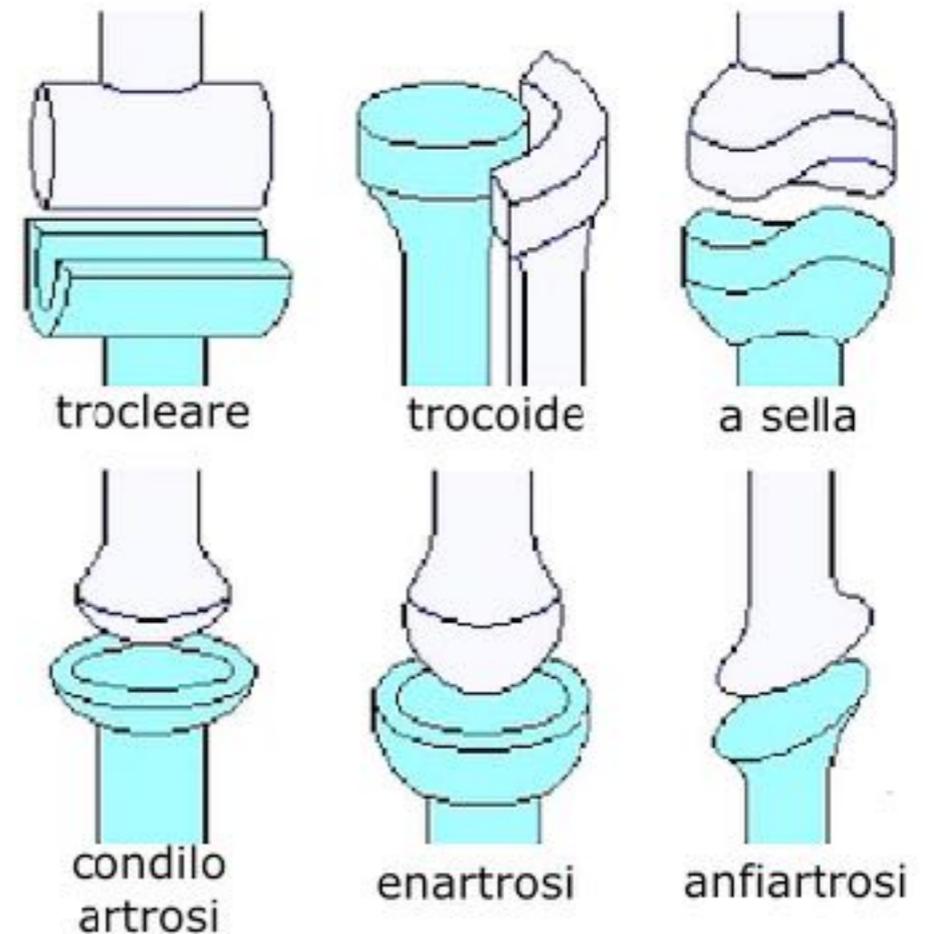
SISTEMA ARTICOLARE

ARTICOLAZIONI MOBILI - DIARTROSI

Le articolazioni mobili o diartrosi permettono un ampio range di movimenti (angolari, di rotazione/in asse, lineari/translazionali)

Si distinguono:

- 1- **Artrodi**: semplice scorrimento (art. zigapofisarie vertebrali)
- 2- **Trocleoartrosi** (ginglino angolare): movimenti di flessione/estensione (art. del gomito)
- 3- **Trocoidi** (ginglino laterale/parallelo): movimenti di pronazione/supinazione (art. radio-ulnare)
- 4- **Articolazioni a sella**: movimenti di flessione/estensione e abduzione/adduzione (art. tra trapezio e 1° metacarpale)
- 5- **Condilartrosi**: movimenti di flessione/estensione, abduzione/adduzione, circonduzione (art. radio-carpica)
- 6- **Enartrosi**: movimenti di flessione/estensione, adduzione/abduzione, circonduzione, intra/extrarotazione (art. scapolo-omerale)



Articolazione sinoviale o diartrosi



Capsula articolare: manicotto di tessuto connettivo denso, riveste completamente l'articolazione.

Cartilagini articolari: rivestono le superfici articolari. In alcune articolazioni (es. ginocchio) si frappone anche un disco cartilagineo. Sono composte di materiale soffice, compressibile, estensibile e deformabile, tendono a riacquistare lo spessore di riposo.

Membrana sinoviale: secreta un liquido viscoso (l. sinoviale) che funge da lubrificante

BIOMECCANICA

La **biomeccanica** è l'applicazione dei principi della meccanica agli organismi viventi (sia animali che vegetali). In particolare, analizza il comportamento delle strutture fisiologiche quando sono sottoposte a sollecitazioni statiche o dinamiche.

Le leggi della meccanica e della fisica (statica, cinetica, cinematica) non vengono studiate in sistemi teorici (solidi inerti), ma applicate nell'ambito del sistema biologico del **corpo umano**.

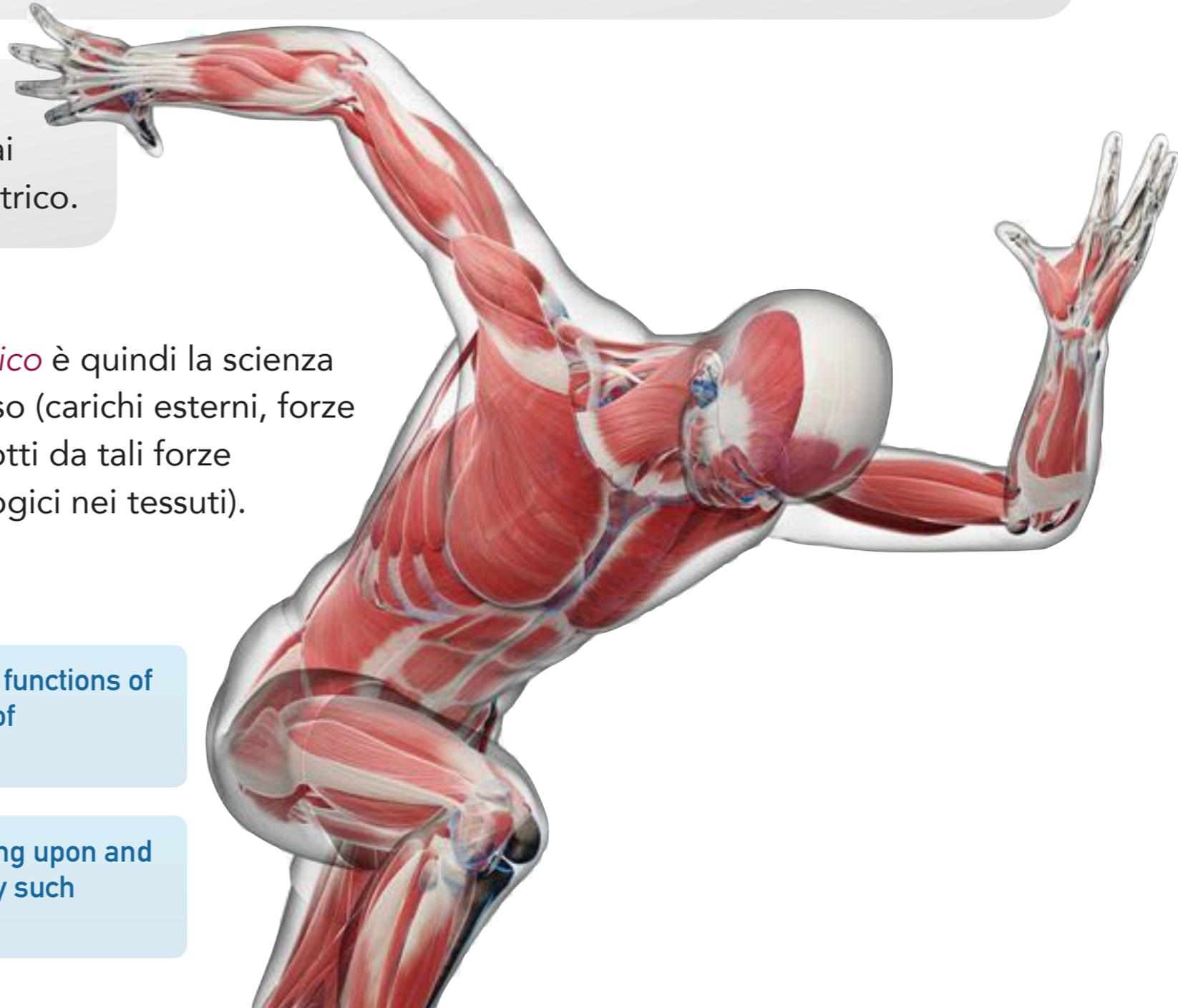
In particolare, la meccanica di un corpo vivente si riferisce alle forze esercitate dai muscoli e dalla gravità sul sistema scheletrico.

La biomeccanica del sistema muscolo-scheletrico è quindi la scienza che esamina le forze operanti sul sistema stesso (carichi esterni, forze muscolari e carichi articolari) e gli effetti prodotti da tali forze (movimenti, deformazioni e cambiamenti biologici nei tessuti).

DEFINIZIONI

“Biomechanics is the science that study structures and functions of biological systems using the knowledge and methods of mechanics.” (Hatze, 1971)

“Biomechanics is the science that examines forces acting upon and within a biological structure and the effects produced by such forces.” (Hay, 1973)



LE LEVE

Il sistema muscolo-scheletrico ha funzionamento analogo ad un sistema di azionamento a **leva**

Una **leva** è una macchina semplice che trasforma l'energia, costituita da una struttura rigida che si muove facendo perno su un punto fisso detto **fulcro**.

Ad essa sono applicate due forze: una resistente detta **RESISTENZA** (R), e una motrice detta **POTENZA** (P).

La distanza tra fulcro e potenza è detta **braccio della potenza** (bP) mentre quella tra fulcro e resistenza **braccio della resistenza** (bR)

Una leva è in equilibrio quando: $P \times bP = R \times bR$

...> **Leva svantaggiosa: $bP < bR$**

E' necessaria una potenza maggiore per controbilanciare la resistenza

...> **Leva vantaggiosa: $bP > bR$**

E' necessaria una potenza inferiore per controbilanciare la resistenza

...> **Leva indifferente: $bP = bR$**



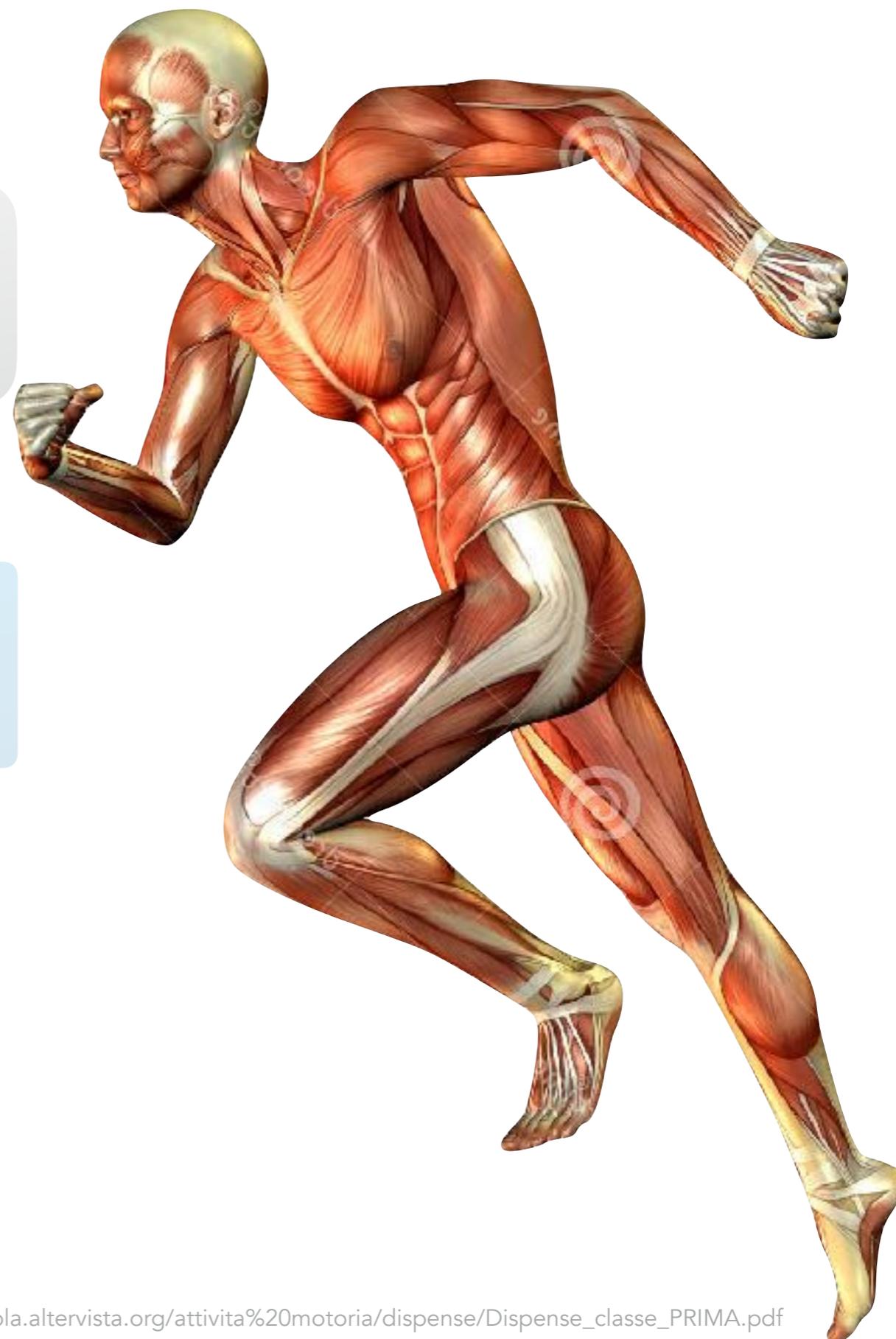
LE LEVE

I muscoli, unitamente ai segmenti scheletrici sui quali si inseriscono, danno luogo a leve simili a quelle della meccanica:

La **resistenza (R)**, vale a dire il **segmento anatomico** che deve essere spostato

La **potenza**, ovvero la forza applicata (**AF**) esercitata dal **muscolo**

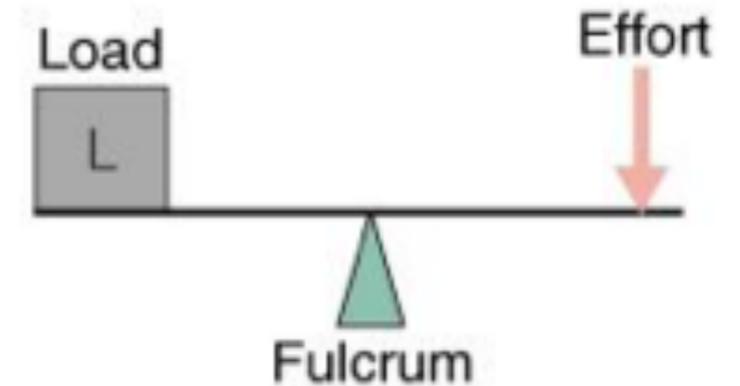
Il **fulcro (F)**, cioè il punto di appoggio, o il perno, che corrisponde ad un'**articolazione**



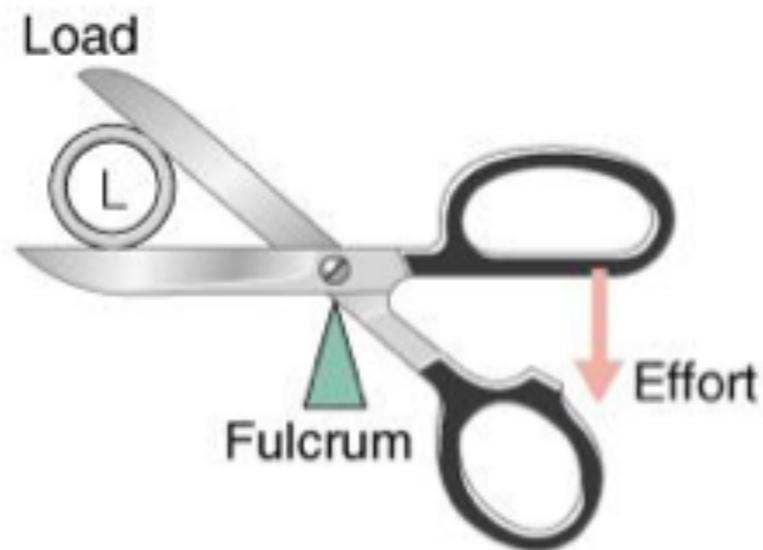
LEVE DI PRIMO TIPO

- Il fulcro (**F**) si trova tra la forza applicata (**AF**) e la resistenza (**R**)

Vantaggiose, svantaggiose o indifferenti



Esempio meccanico: forbici



Esempio biomeccanico: flessione-estensione del capo



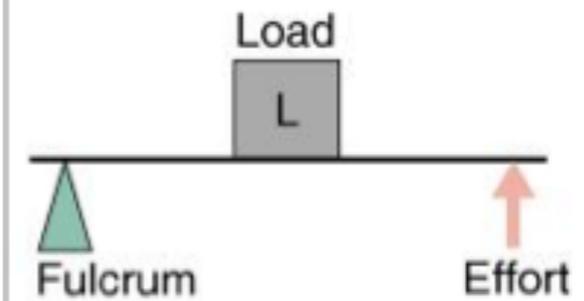
- ...

Il **fulcro** è collocato sull'articolazione tra il cranio e l'atlante; la **resistenza** è rappresentata dal peso anteriore del capo; la **forza** applicata risiede nei muscoli della nuca (splenio, parte alta del trapezio, spinale).

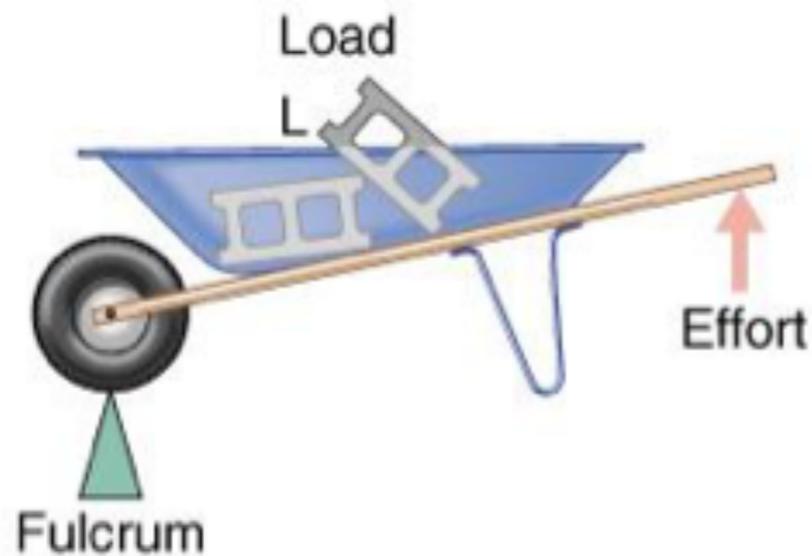
LEVE DI SECONDO TIPO

...➤ La resistenza (**R**) si trova tra la forza applicata (**AF**) ed il fulcro (**F**)

In questo tipo di leva la forza applicata è **più lontana** dal fulcro rispetto alla resistenza, pertanto è sufficiente una **forza limitata** per spostare un grande peso



Esempio meccanico: carriola



Esempio biomeccanico:
appoggio sull'avampiede

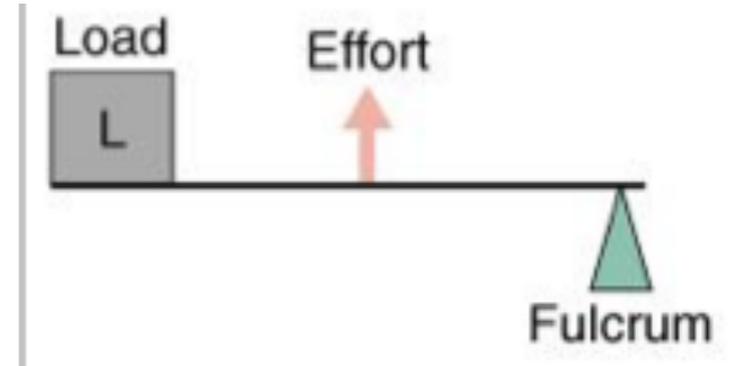
...➤ Il fulcro è situato nelle articolazioni metatarso-falangee; la resistenza è prodotta dal peso del corpo; la forza applicata è esercitata dai muscoli posteriori della gamba (soleo, gastrocnemio).

LEVE DI TERZO TIPO

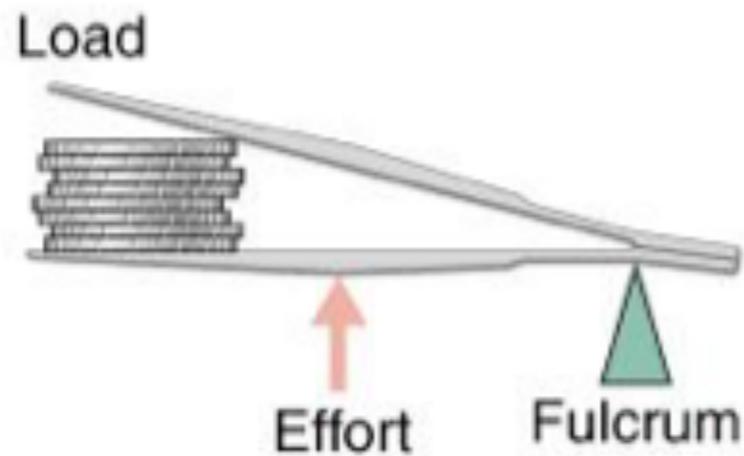
- ...> La forza applicata (**AF**) si trova tra la resistenza (**R**) ed il fulcro (**F**)

Le leve di 3° tipo sono tra le più diffuse nel corpo umano.

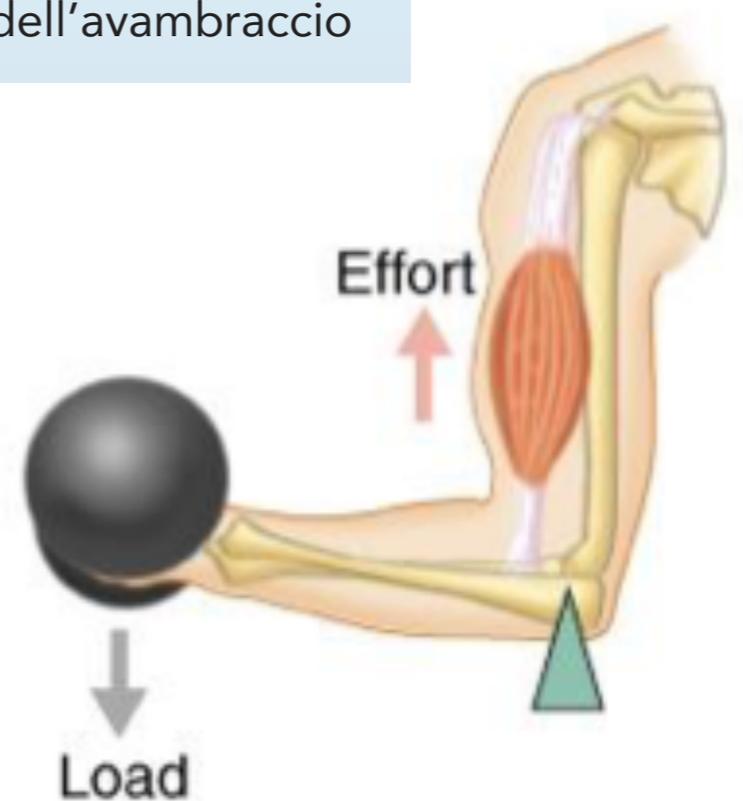
I risultati sono opposti a quelli delle leve del 2° tipo, in quanto con l'aumento della velocità e della distanza di spostamento aumenta anche la forza.



Esempio meccanico: pinzetta



Esempio biomeccanico:
flessione dell'avambraccio

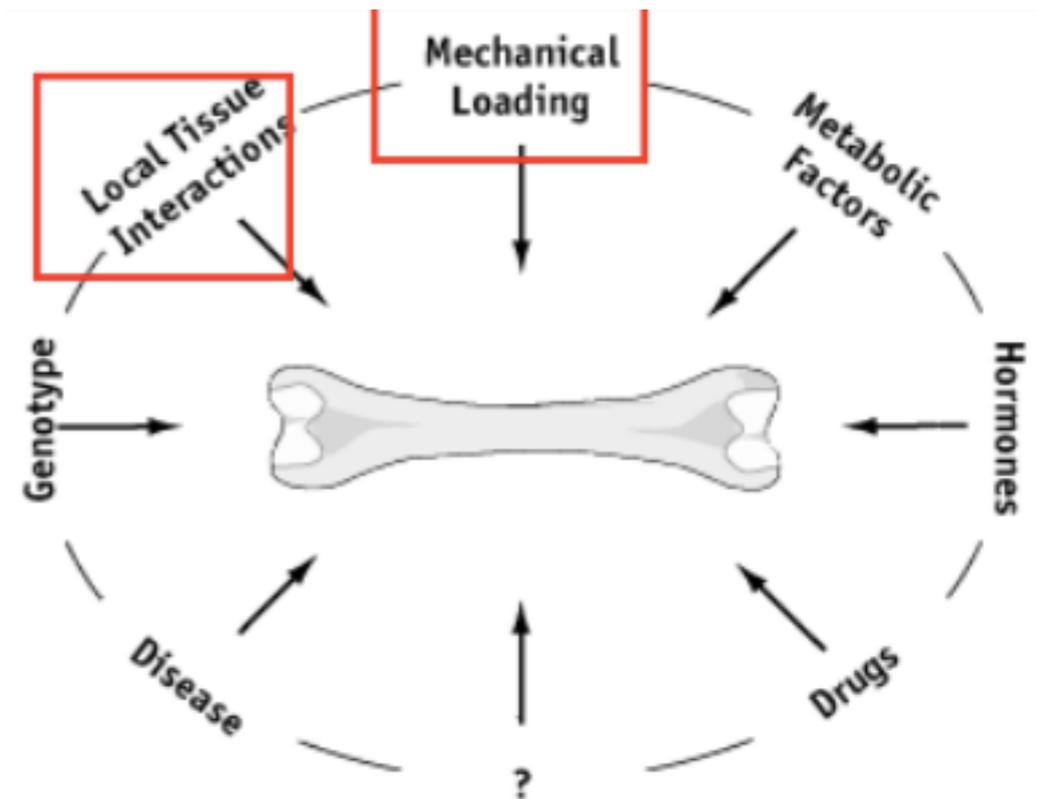


- ...> Il fulcro è posto nell'articolazione omero-radiale; la resistenza è generata dal carico dell'avambraccio; la forza applicata è attivata dal bicipite brachiale.

SOLLECITAZIONI MECCANICHE

Il tessuto osseo è un tessuto vivo ed in continuo turnover e rimaneggiamento nel corso di tutta la vita dell'individuo. Esso risponde alle sollecitazioni esterne ed interne e ne conserva traccia

Le attività presuppongono movimenti del corpo o di sue parti, che producono **sollecitazioni meccaniche** sullo scheletro. Ciò le rende un importante fattore morfogenetico dello scheletro nel corso dello sviluppo ontogenetico



Le sollecitazioni meccaniche sull'osso possono essere:

- **Microtraumatiche:** sollecitazioni di **lieve entità** ma protratte nel tempo (legate all'età)
- **Attività abituali:** locomozione, posture abituali, occupazioni abituali
- **Macrotraumatiche:** sollecitazioni di **forte entità**, che agiscono nell'arco di un breve periodo di tempo
- **Attività o eventi occasionali** (che però, in alcuni casi, possono essere resi più frequenti dalle attività abitualmente svolte): fratture, distorsioni, operazioni chirurgiche, ecc.
N.B.: Sollecitazioni intense, legate ad attività particolarmente gravose, possono anche agire per periodi protratti di tempo

SOLLECITAZIONI MECCANICHE

...➤ **ENTESI:** area di inserzione di muscoli e tendini sull'osso

Muscolo-Skeletal Stress Markers

Alterazioni delle aree di inserzione legate all'utilizzo più o meno consistente e prolungato di precisi muscoli e complessi funzionali.

1 - Sviluppo della robustezza

Fattori di influenza:

- Età
- Sesso
- Attività
- ?



2 - Entesiti ed entesopatie

- Proliferativa (entesofiti)
- Osteolitica (erosioni, pitting)



Infortunio alla
Cuffia dei Rotatori

Entesite



...➤ ARTROSI

Patologia degenerativa articolare, non infiammatoria, cronica e progressiva caratterizzata dalla perdita di cartilagine articolare e conseguenti lesioni derivanti dal contatto interosseo diretto.

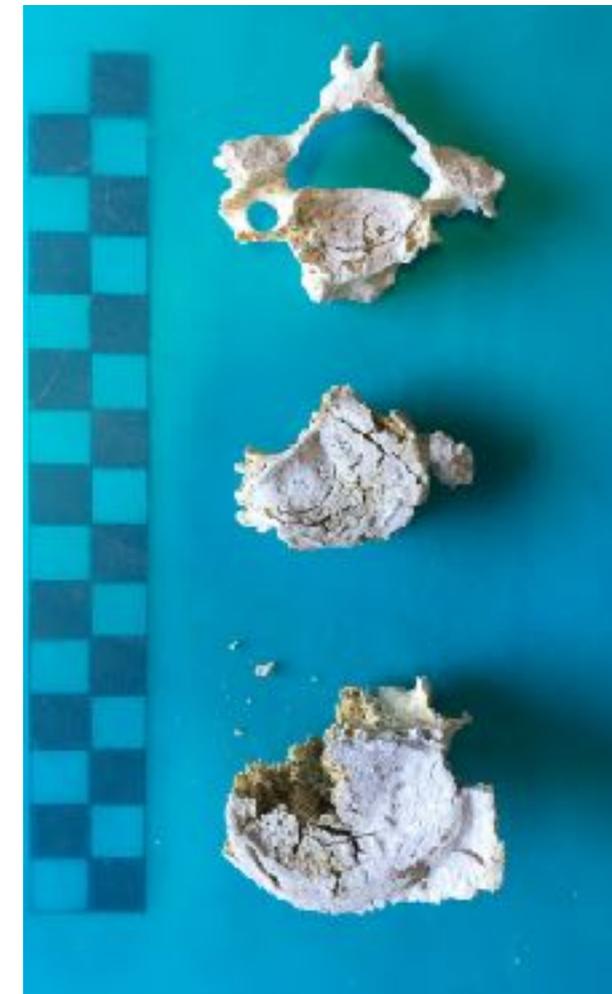
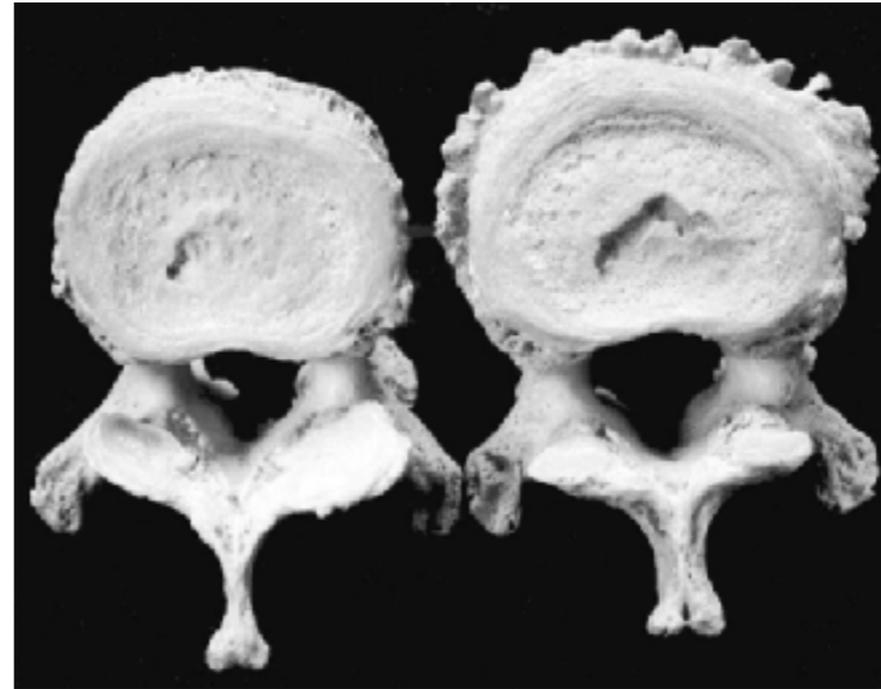
EB = eburneazione (patognomonica)

ML = *marginal lipping*

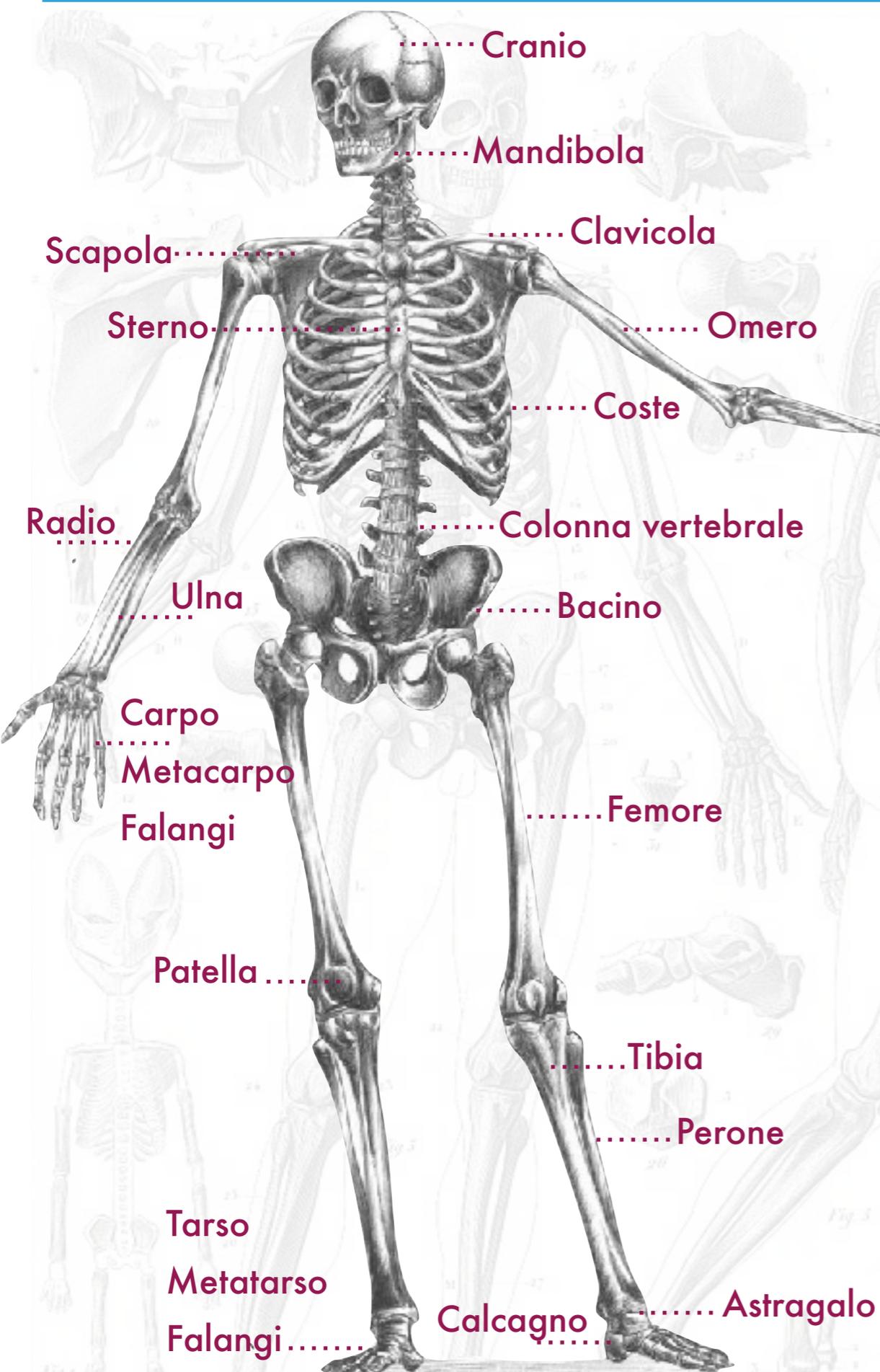
ER = erosione

EX = esostosi

P = perdita del contorno



LO SCHELETRO UMANO

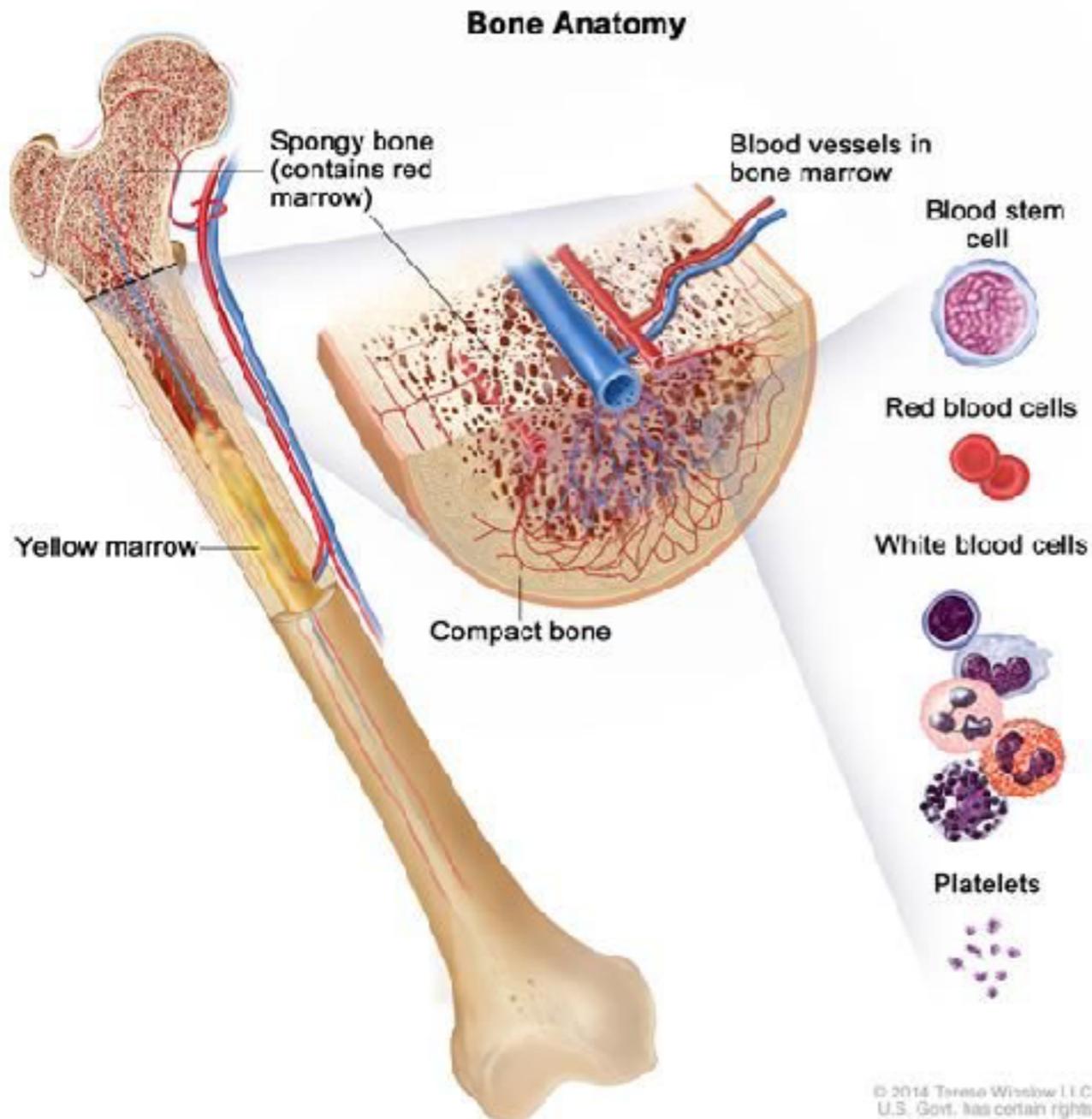


Lo scheletro umano è una struttura formata da **tessuto osseo** e **tessuto cartilagineo** che svolge funzione di:

- ...► **Sostegno**
- ...► **Protezione degli organi interni**
- ...► **Riserva di minerali**
- ...► **Emopoiesi ed eritropoiesi**
- ...► **Movimento (sistema di leve)**
- ...► **Equilibrio**

Si divide in scheletro assile (cranio, colonna vertebrale, coste e sterno) e scheletro appendicolare (arti superiore e inferiore).

TESSUTO OSSEO



Le ossa sono caratterizzate da una struttura esterna compatta ed una interna spugnosa, costituite da una **componente organica** ed una **componente inorganica**:

- ▶ La componente mineralizzata è composta da fosfato di calcio (86%) in forma di **CRISTALLI DI IDROSSIAPATITE**, carbonato di calcio (12%), fosfato di magnesio (1,5%), fluoruro di magnesio (0,5%) e tracce di ossido di ferro
- ▶ La componente organica è costituita da **COLLAGENE**, fibra di natura proteica che costituisce parte del tessuto connettivo negli animali.

-**Osso compatto**: tessuto osseo denso e lamellare, che riveste la superficie esterna.

-**Osso spugnoso**: tessuto trabecolare che costituisce la porzione interna dell'osso, con molti spazi intercomunicanti contenenti il midollo

-**Periostio**: strato di tessuto fibroso altamente vascolarizzato che riveste le ossa (NON le superfici articolari), con funzione osteogenica e di nutrizione di osso e midollo tramite i forami nutritizi

TESSUTO OSSEO

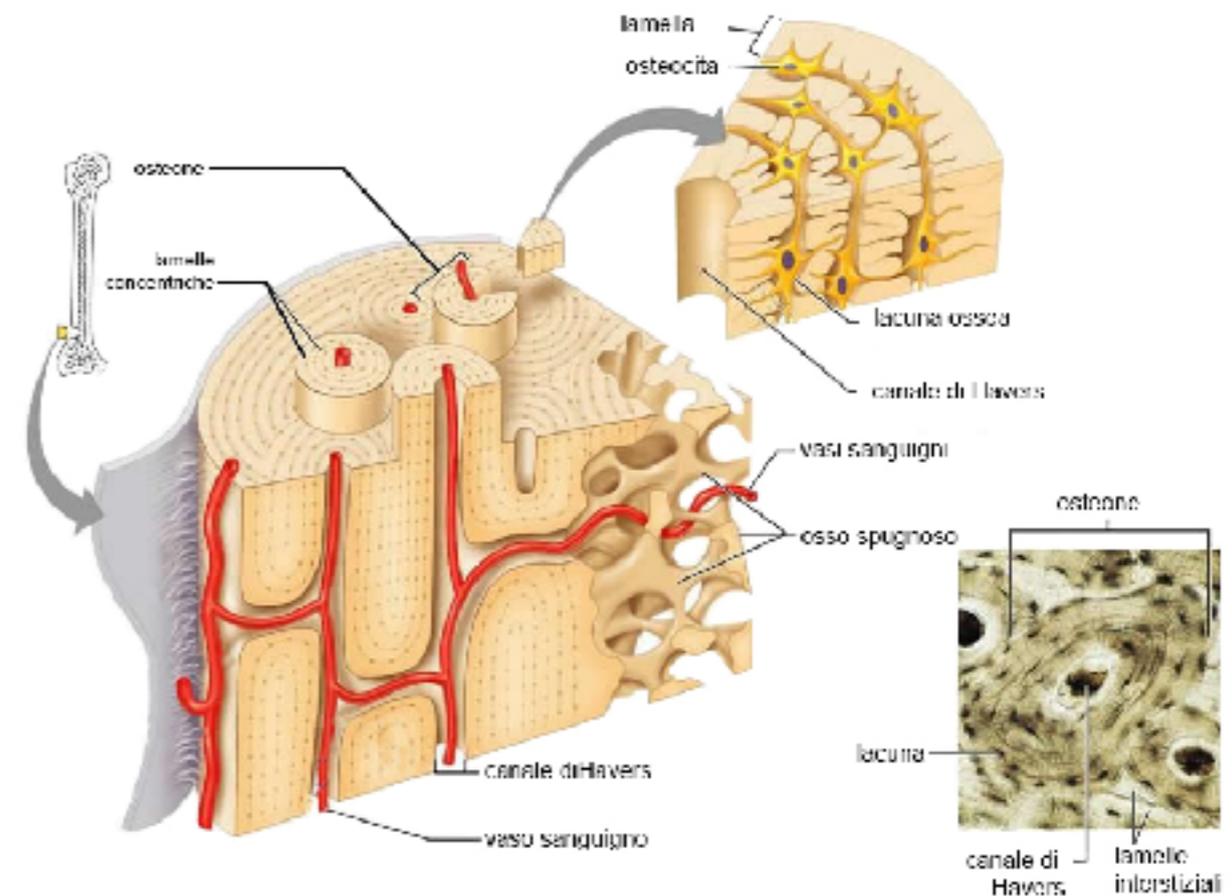
L'**osteone** o **sistema di Havers** è l'unità funzionale di base dell'osso compatto maturo. Gli osteoni hanno forma cilindrica e disposti parallelamente tra loro.

Gli osteociti all'interno dell'osteone sono collocati in strati concentrici, formati da lamelle concentriche che avvolgono un canale centrale, detto **canale di Havers**, provvisto di vasi sanguigni che irrorano l'osteone.

Questo è ulteriormente vascolarizzato dai **canali di Volkmann** (detti canali perforanti), che sono disposti perpendicolarmente alla superficie dell'osteone e che collegano osteoni diversi.

Intorno al canale centrale si dispongono **lamelle concentriche**, che danno forma ad una serie di anelli concentrici, fornendo una forma cilindrica alla struttura. Un osteone è composto in media da 30 lamelle.

Le lamelle sono circondate da **spirali di collagene** le cui variazioni di verso rinforzano l'osteone, formando delle spirali che, con i vari cambi di direzione, rendono più resistente l'osteone.



TESSUTO OSSEO

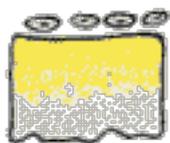
Tre tipi di cellule intervengono nei processi di formazione e rimodellamento del tessuto osseo:

Gli osteociti, sono le cellule dell'osso maturo. Queste controllano la concentrazione di proteine e minerali nell'osso, con il rilascio di sali di calcio dall'osso al sangue. Gli osteociti si trovano in piccoli siti detti lacune, tra gli strati calcificati.

Gli osteoblasti compongono il tessuto osseo interno ed esterno, che è costituito dai sali minerali (sali di calcio); essi sono responsabili del **rinnovamento** e della produzione di **nuovo osso**, mediante un processo definito osteogenesi; quando un osteoblasto viene circondato dai cristalli di idrossiapatite e dalle fibre di collagene, si trasforma in un osteocita.

Gli osteoclasti, mediante l'**osteolisi**, sciolgono i componenti ossei rilasciando il calcio ed il fosfato, per la regolazione di questi minerali nei fluidi dell'organismo umano; in sostanza facilitano sia il **riassorbimento** di tessuto osseo in eccedenza, sia l'allontanamento delle vecchie cellule, e favoriscono il processo di ristrutturazione delle ossa stesse da parte degli osteoblasti.

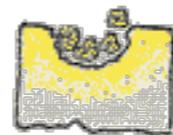
LE FASI DEL RIMODELLAMENTO OSSEO



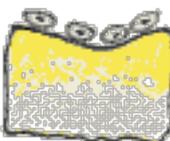
Quiescenza
cellule (osteoblasti)
allineate in riposo



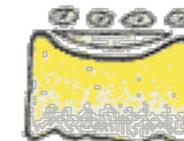
Attivazione
I precursori degli osteoclasti iniziano la loro attività



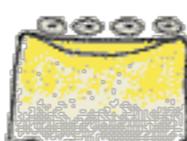
Riassorbimento
Gli osteoclasti erodono l'osso vecchio



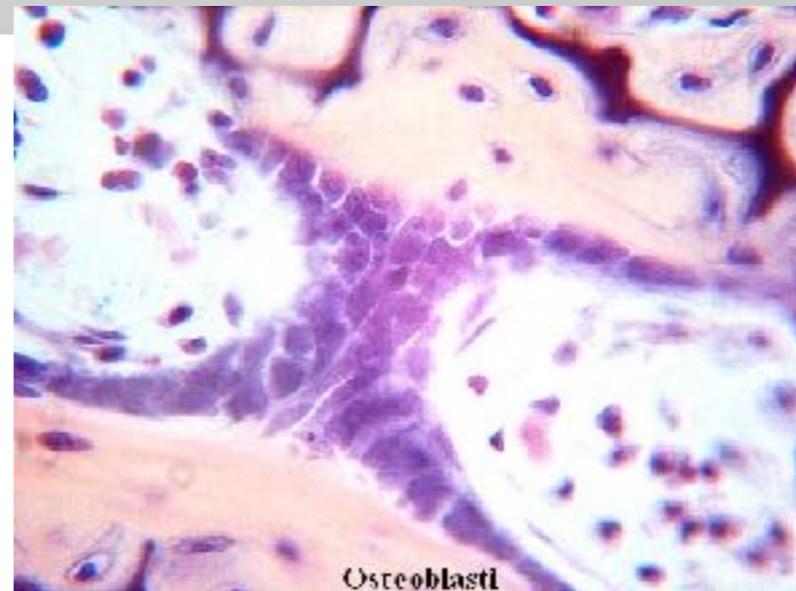
Inversione
Gli osteoclasti hanno
completato il riassorbimento
Inizia l'attività degli osteoblasti



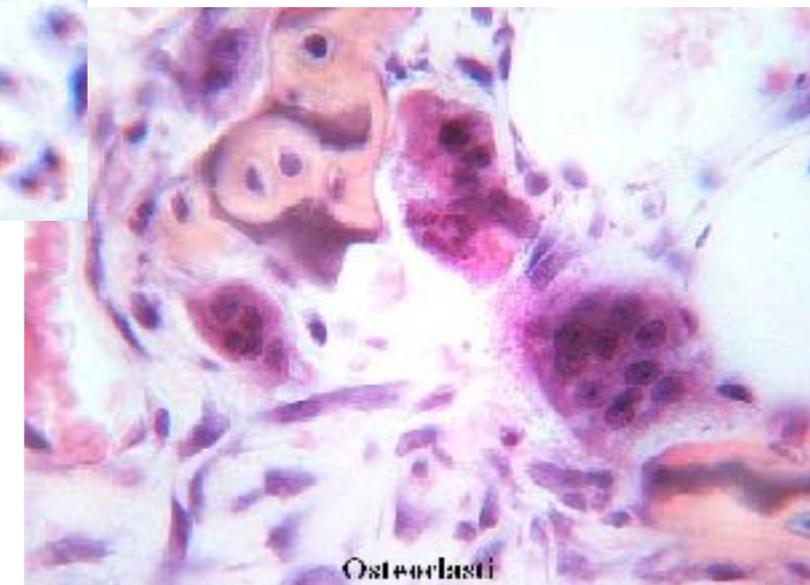
Formazione
Gli osteoblasti
ricostruiscono
l'osso



Mineralizzazione
della matrice
(il ciclo ricomincia)



Osteoblasti



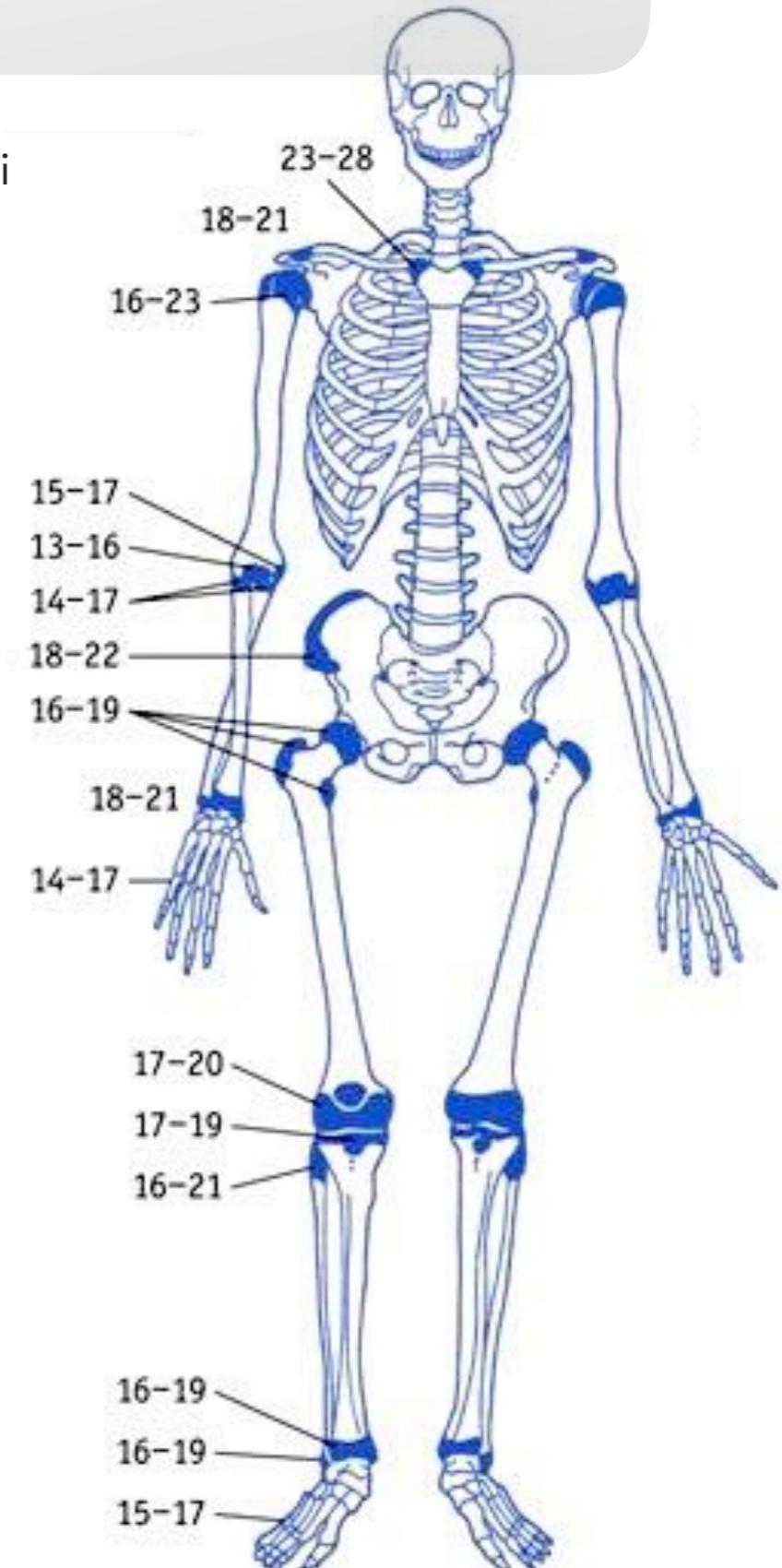
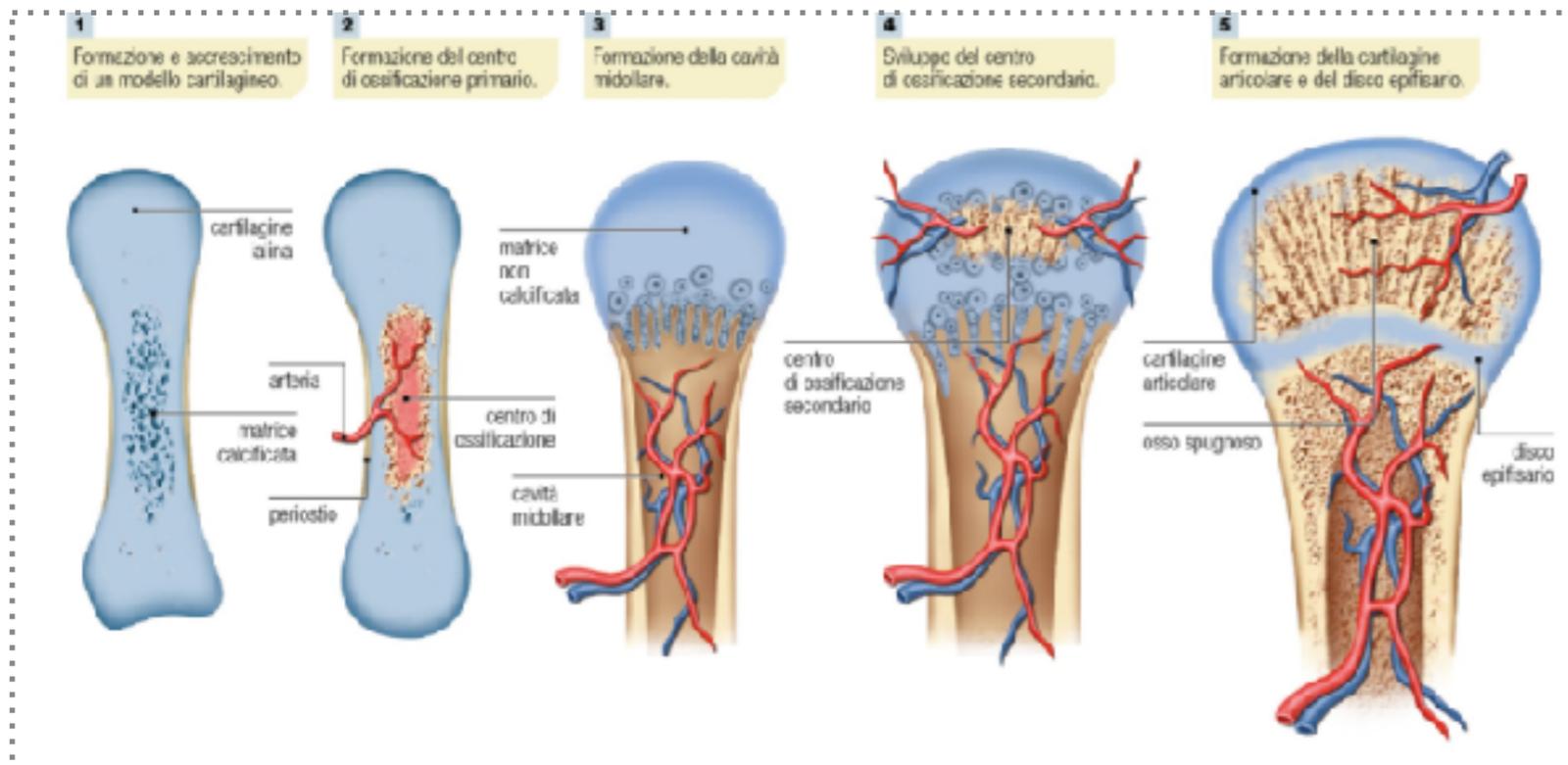
Osteoclasti

PROCESSI DI OSSIFICAZIONE

Nelle fasi iniziali dello sviluppo embrionale l'apparato scheletrico è rappresentato da strutture membranose o cartilaginee. La loro trasformazione in tessuto osseo può distinguersi in due tipi di ossificazione: membranosa o connettivale e condrale.

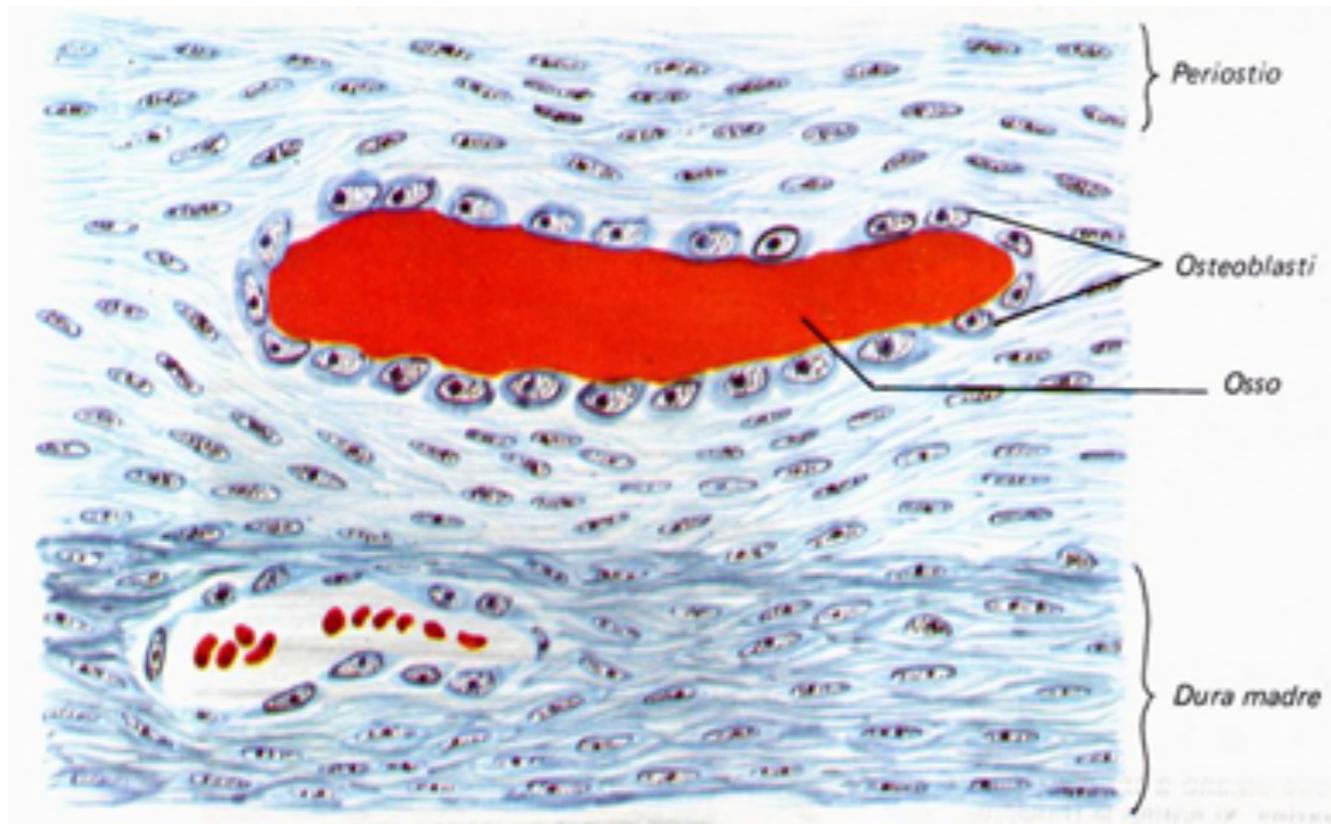
L'**ossificazione membranosa o connettivale** è detta **ossificazione diretta**, poiché gli osteoblasti si differenziano dal tessuto connettivo e producono il tessuto osseo **senza** transitare attraverso lo stadio cartilagineo. In questo caso la formazione dell'osso avviene contemporaneamente in uno o più punti, detti **centri di ossificazione**, che poi si fondono.

L'**ossificazione condrale** è detta anche ossificazione indiretta, poiché dà luogo alla formazione di tessuto cartilagineo. Quest'ultimo viene progressivamente riassorbito e sostituito dal tessuto osseo. Pertanto, l'osso può continuare a crescere fin quando sono presenti le strutture cartilaginee nella zona di accrescimento.

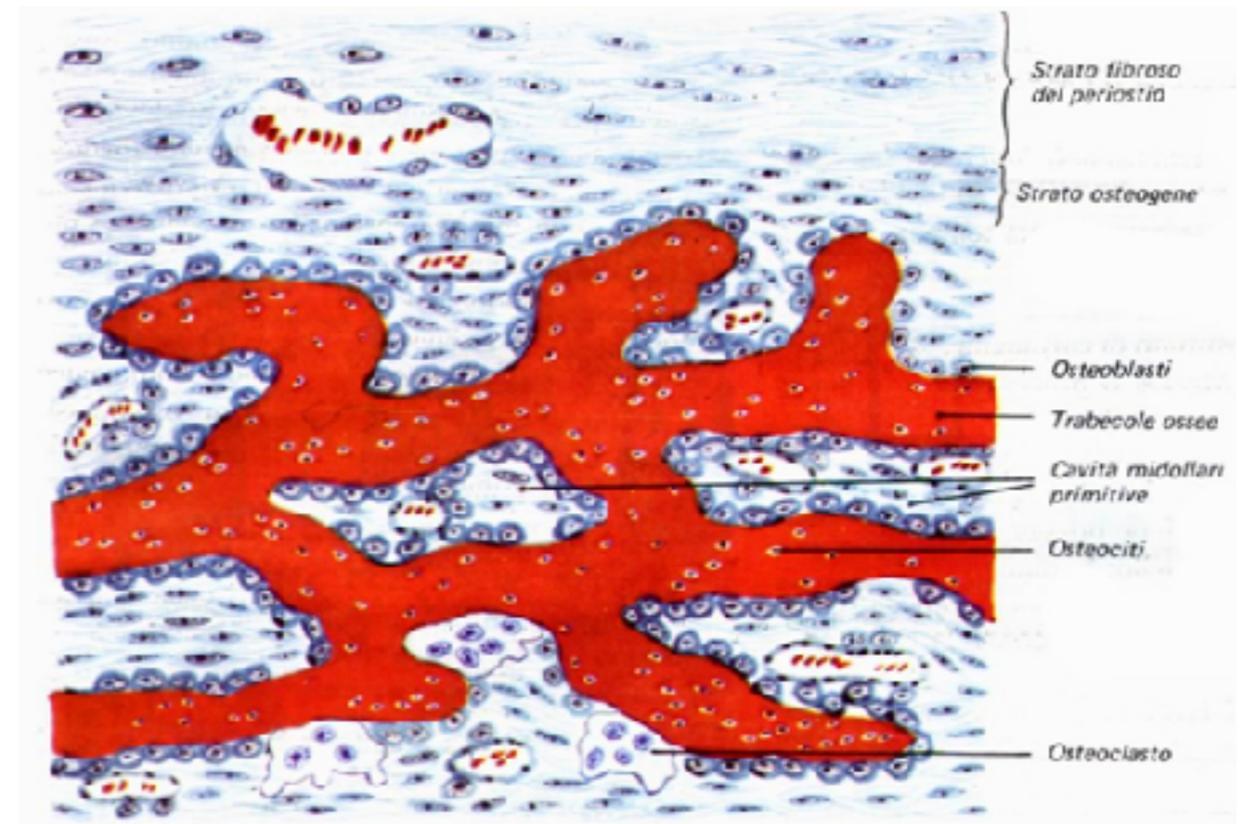


PROCESSO DI OSSIFICAZIONE: O. DIRETTA

Intramembranosa (diretta): l'osso si sviluppa da un tessuto connettivo per sostituzione di un modello fibroso o fibrocellulare. Le cellule mesenchimali (tessuto connettivo embrionale) passando per lo stadio di osteoblasti si trasformano in osteociti (volta cranica, massiccio facciale, clavicola).



A



B

Ossificazione membranosa di un osso piatto del cranio. **A)** La trabecola ossea neoformata è circondata da uno strato di osteoblasti con disposizione epitelioidale. **B)** Stadio di ossificazione più avanzato; la trabecola si è ispessita per la continua deposizione di nuova sostanza ossea ad opera degli osteoblasti, che diventano osteociti rimanendo imprigionati nella matrice neoformata, mentre nuovi osteoblasti si differenziano dalle cellule mesenchimali circostanti. Numerosi osteoclasti sono distribuiti sulla superficie trabecolare.

L'osso membranoso è inizialmente di tipo spugnoso ed è formato da trabecole irregolari che circoscrivono gli spazi midollari primitivi occupati da cellule emopoietiche, osteogeniche e vasi sanguigni.

PROCESSO DI OSSIFICAZIONE: O. INDIRECTA

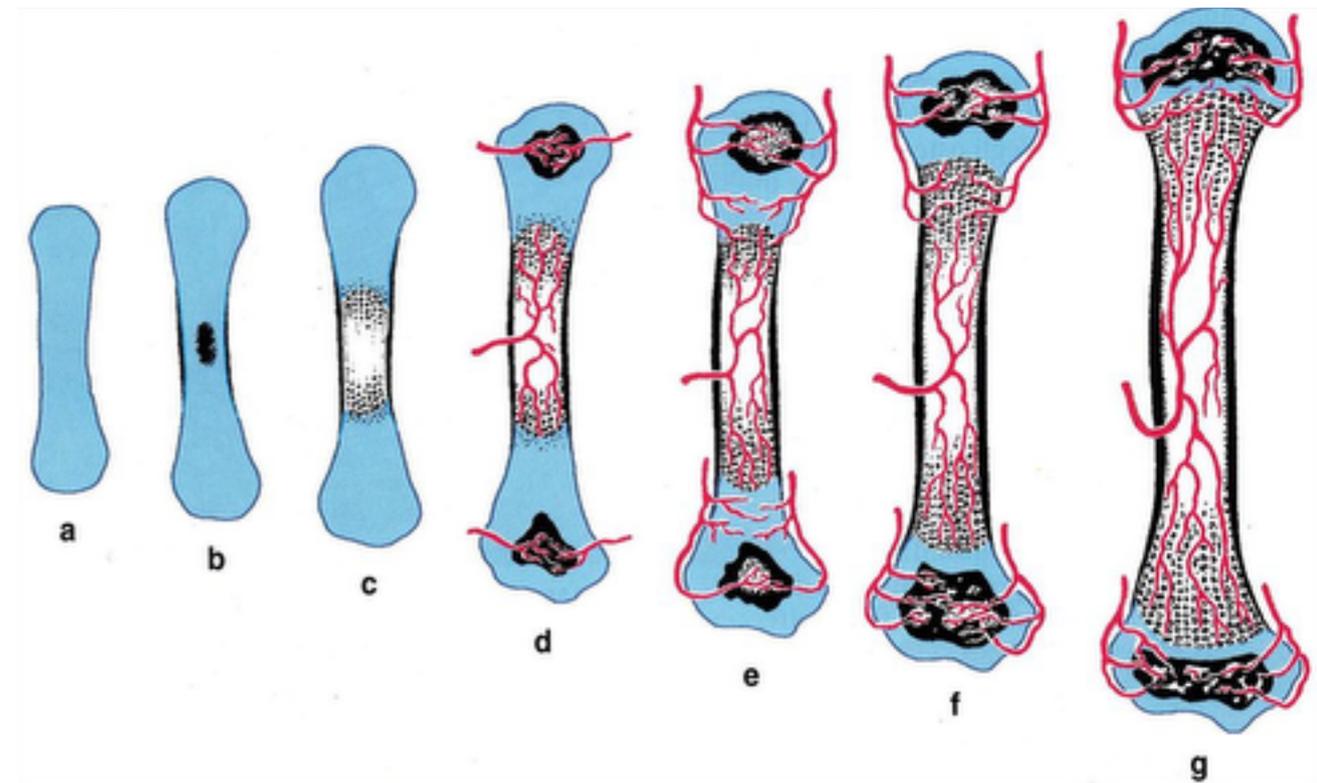
Condrale (indiretta): l'osso si forma per sostituzione di un precedente modello cartilagineo, in cui i condrocisti distruggono la sostanza cartilaginea preesistente, che viene sostituita da tessuto osseo mineralizzato.

•••➤ Tipica degli arti (ossa lunghe), delle coste toraciche (piatte), delle vertebre (corte)

Pericondrale - Esclusivamente presso la diafisi.

Apposizione di nuovo tessuto osseo ad opera di cellule giunte nella cavità midollare attraverso i vasi sanguigni; responsabile della crescita in spessore dell'osso.

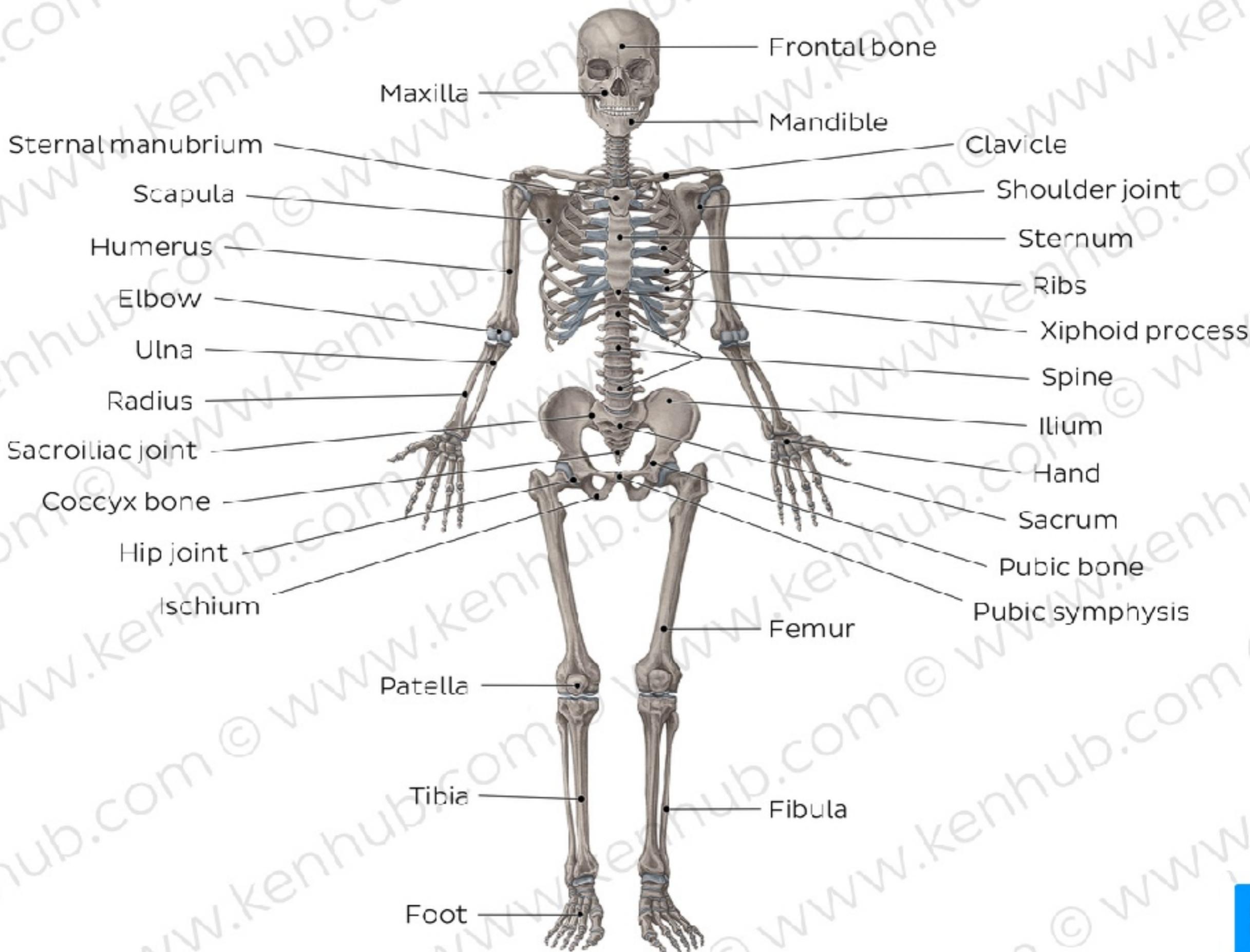
Endocondrale - L'ossificazione si sviluppa all'interno della cartilagine, presso le metafisi (cartilagine metafisaria o di accrescimento o di coniugazione); responsabile della crescita in lunghezza dell'osso.



NB

- La cartilagine cresce, matura e degenera dalla epifisi verso la diafisi, mentre il fronte di ossificazione procede in senso inverso, dalla diafisi verso l'epifisi.
- La cartilagine non si trasforma in tessuto osseo, anche se calcifica, ma viene sostituita da tessuto osseo, che è soggetto a continuo rimaneggiamento ad opera di osteoblasti e osteoclasti, che inizia subito dopo la sua prima deposizione, nell'embrione, fino alla morte dell'individuo.

LO SCHELETRO UMANO



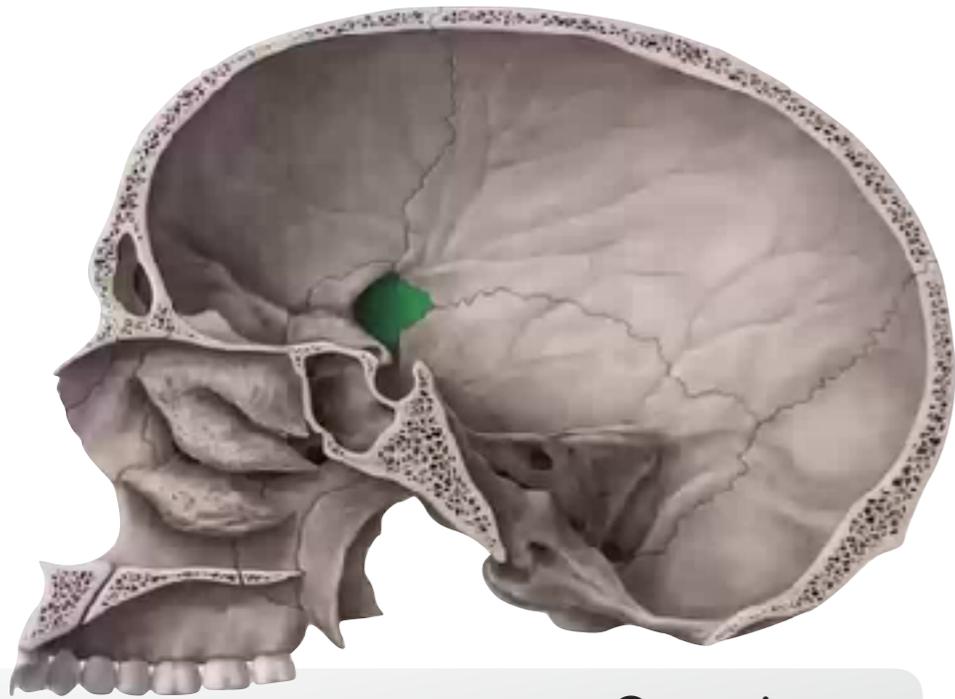
LO SCHELETRO UMANO

Lo scheletro di un individuo adulto è formato da **206 ossa** (escluse le ossa wormiane e sesamoidi), suddivise in pari e impari.

	Lato sinistro	Piano sagittale	Lato destro
Cranio	8	6	6
C. vertebrale		24	
Osso ioide		1	
Ossicini	3		3
Sacro		1	
Coccige		1	
Coste	12		12
Sterno		1	
Arto superiore	32		32
Arto inferiore	31		31
Totale	86	34	86

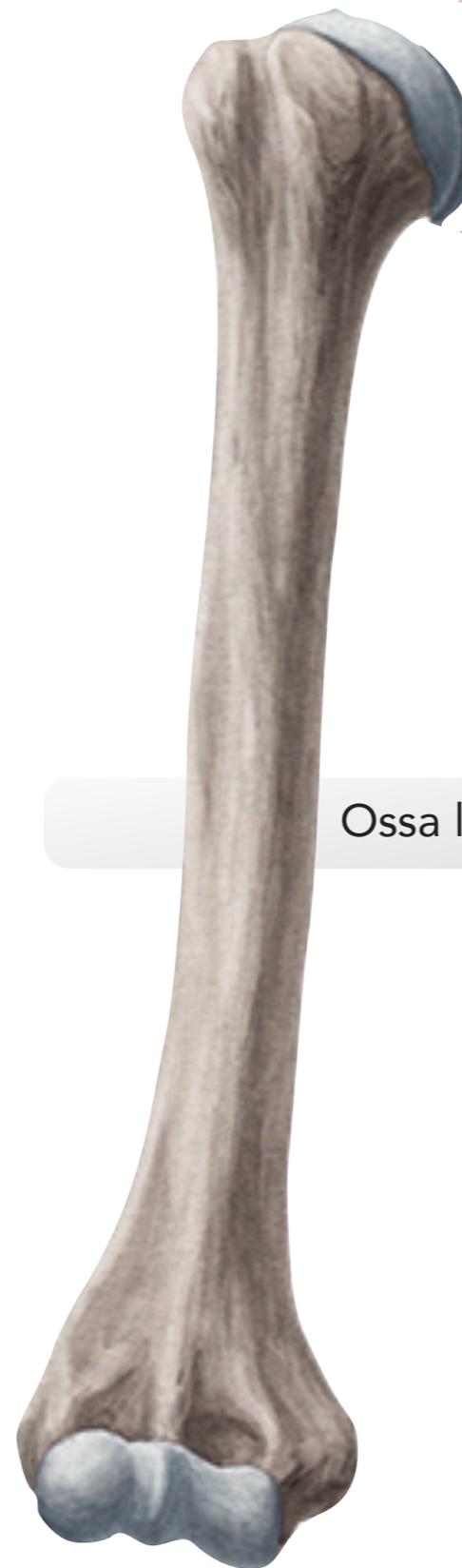
206

TIPOLOGIE



Ossa piatte

Cranio, coste, sterno, scapola, bacino



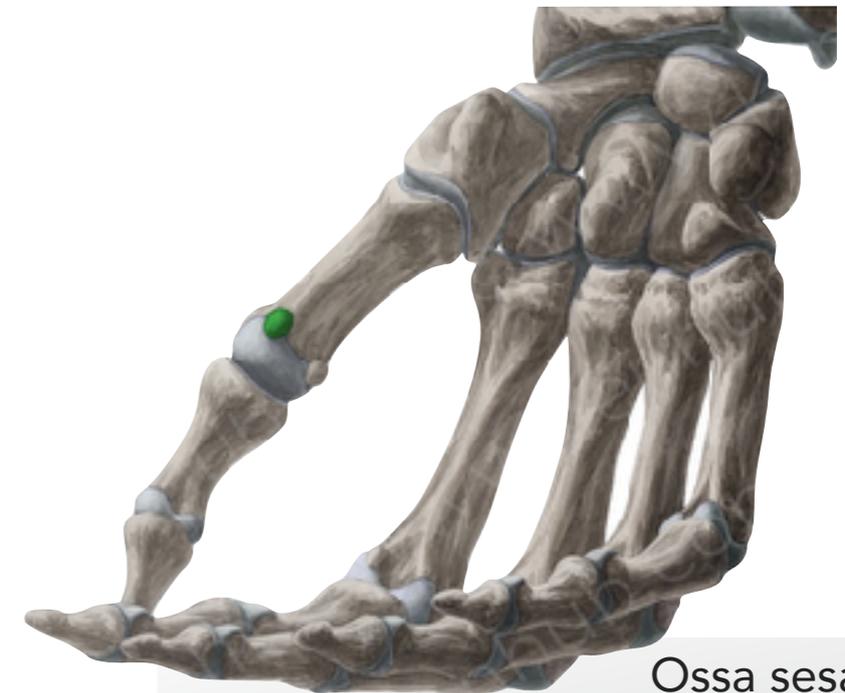
Ossa lunghe



Ossa corte



Ossa irregolari



Ossa sesamoidi

Diafisi: compatta + canale midollare
Epifisi: spugnosa, superfici articolari, processi ed entèsi.

CRANIO



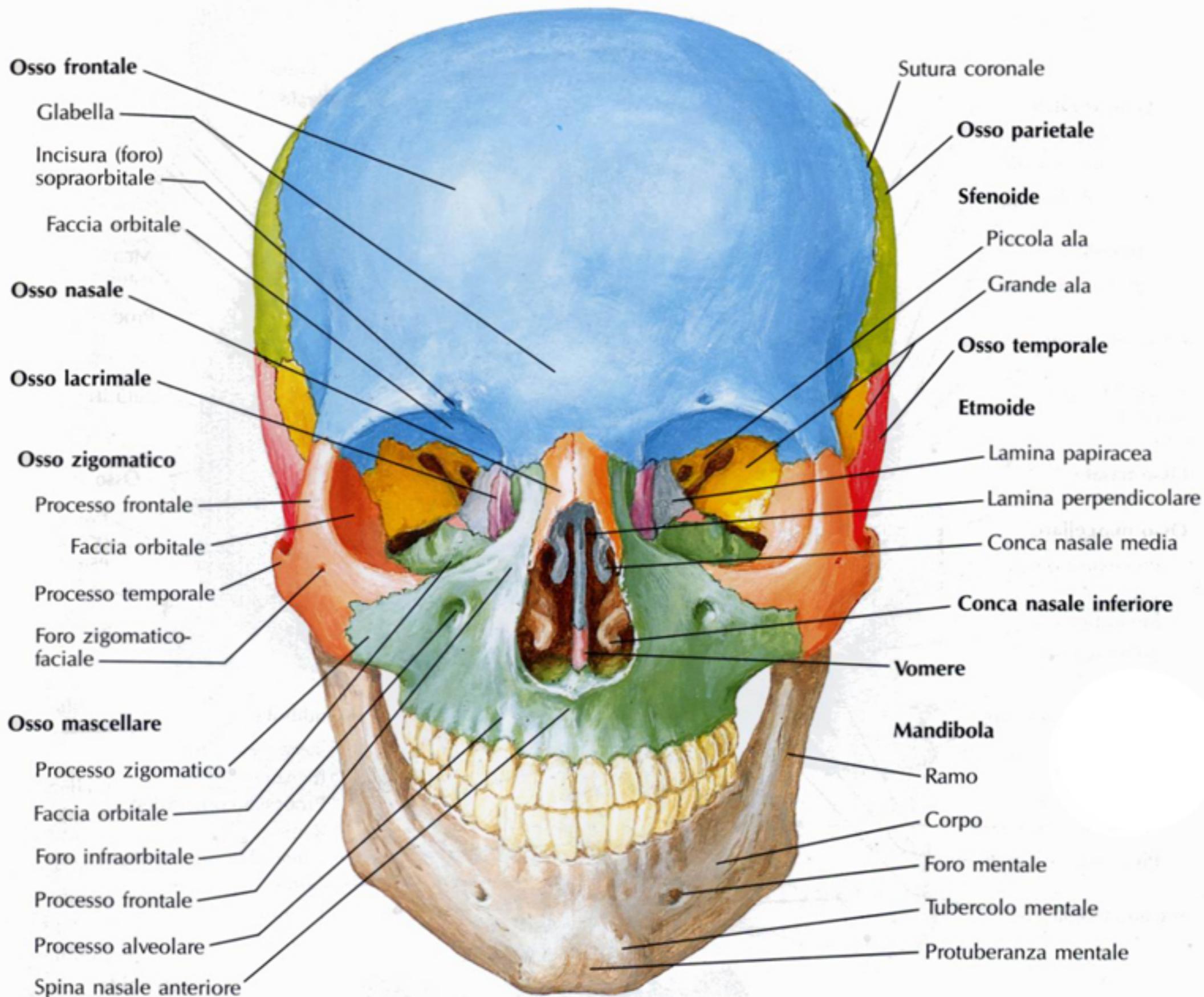
Neurocranio: porzione superiore e posteriore, costituita da 8 ossa, 4 impari (frontale, etmoide, sfenoide, occipitale) e due pari (temporali e parietali)

Splacnocranio: porzione anteriore costituita da 15 ossa, 3 impari (mandibola, vomere e ioide) e 6 pari (ossa mascellari, zigomatiche, lacrimali, coretti inferiori, nasali e palatine).

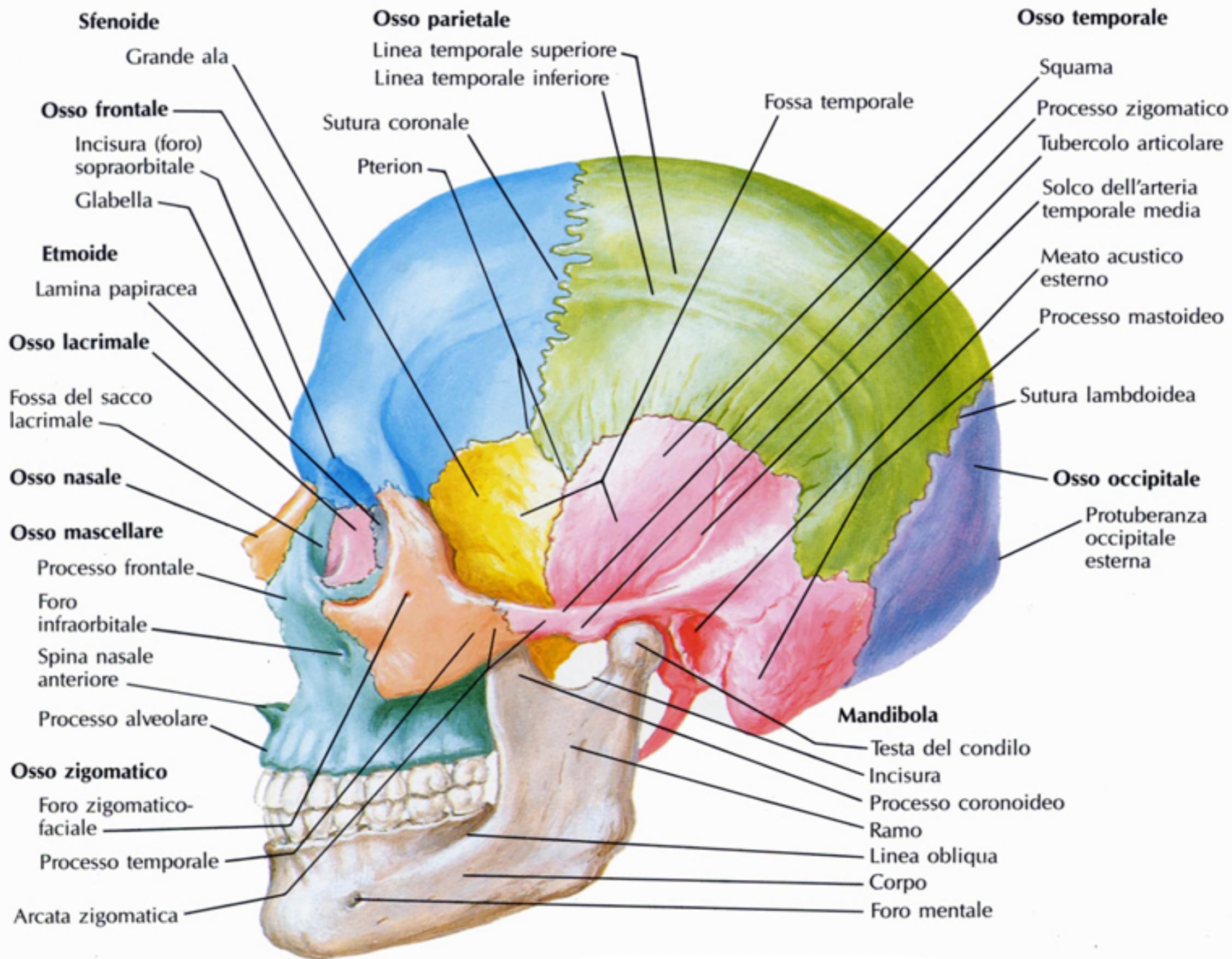
...► **Funzioni:**

- Contiene e protegge l'encefalo
- Sede degli organi di senso

IL CRANIO



IL CRANIO

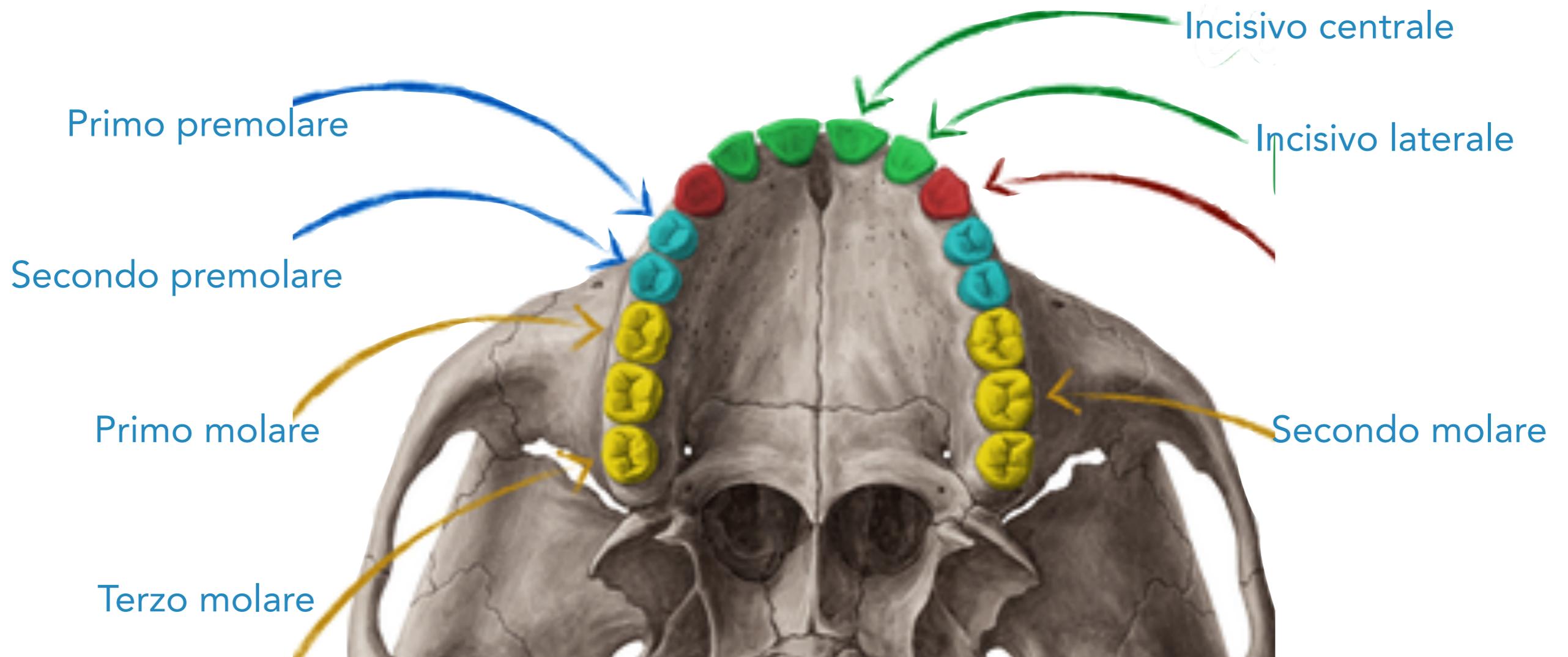
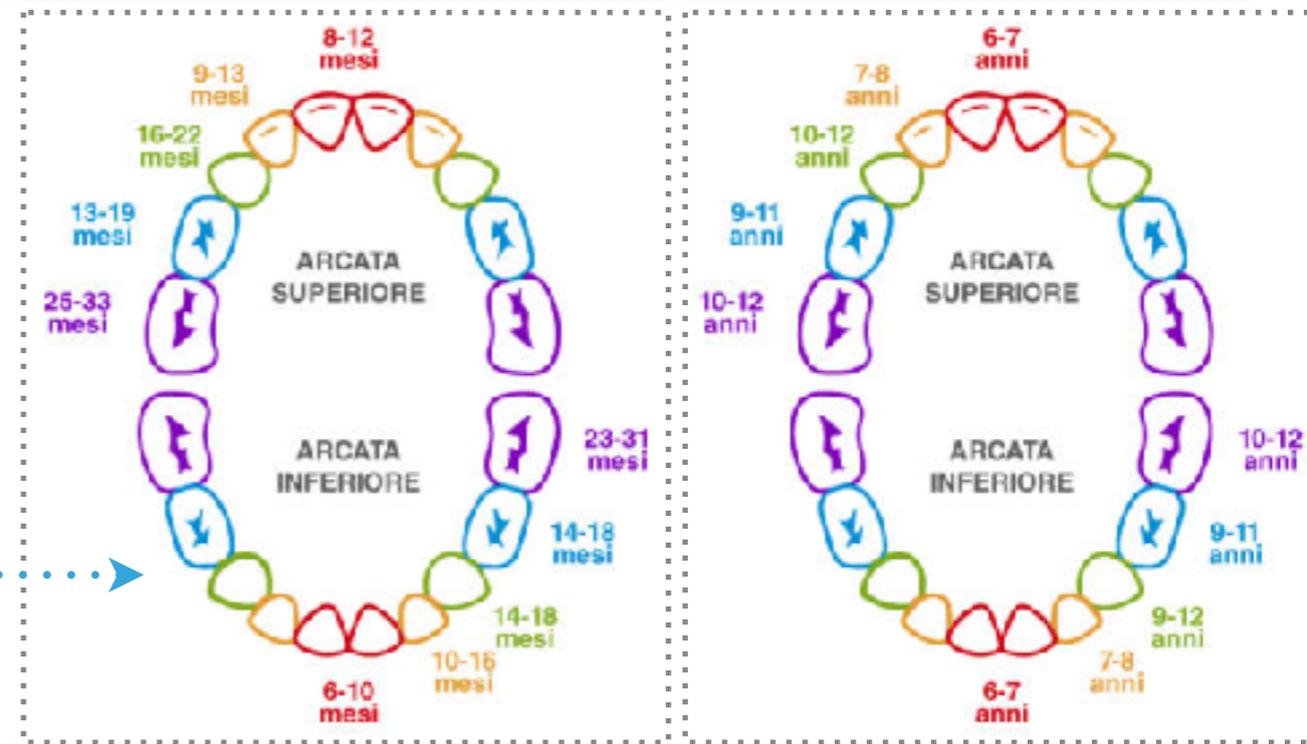


DENTI

Dentatura poco specializzata

Dentatura permanente per arcata dentaria:
4 incisivi, 2 canini, 4 premolari, 6/4 molari.

Dentatura decidua per arcata dentaria:
4 incisivi, 2 canini, 2 molari.



POSTCRANIO: COLONNA VERTEBRALE

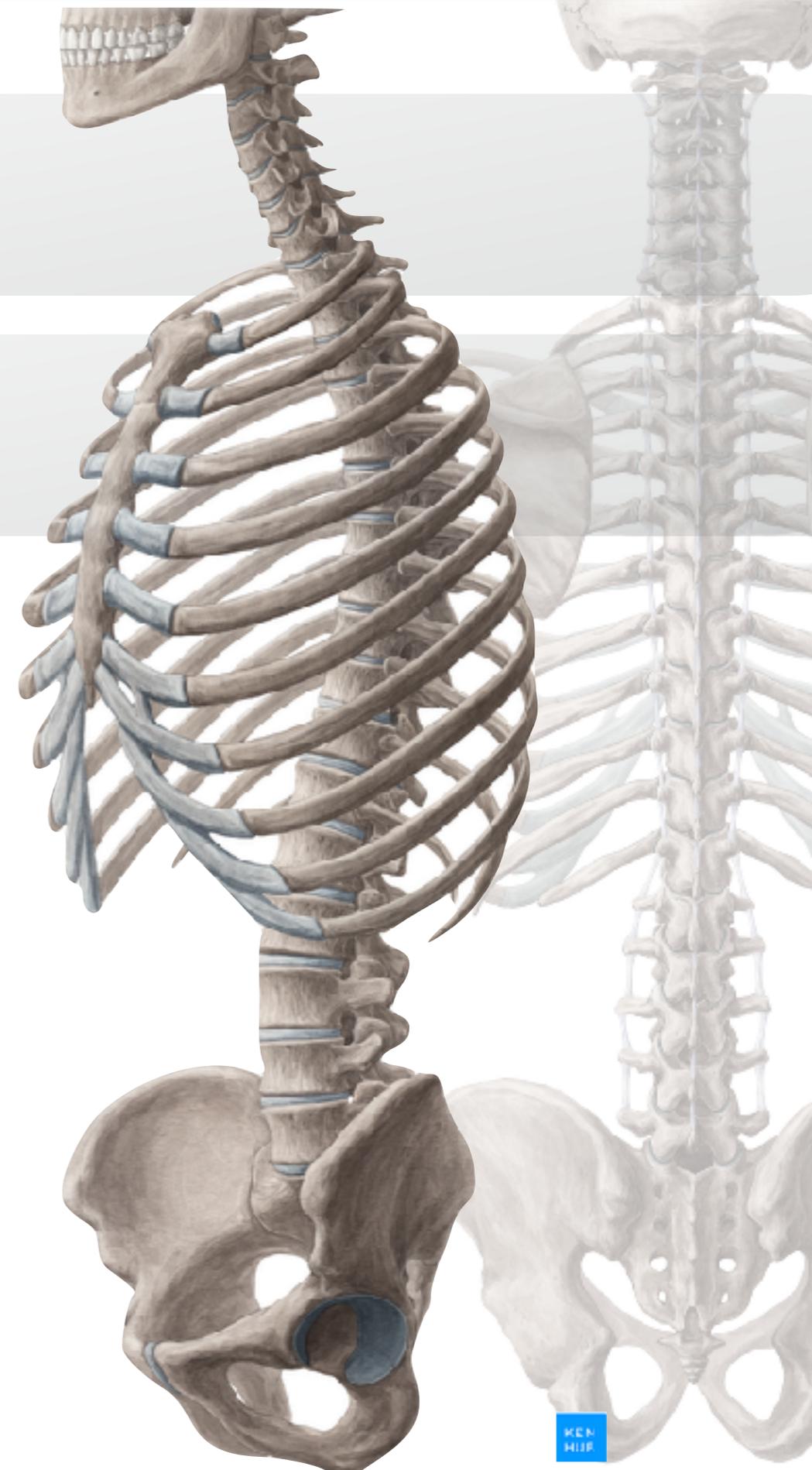
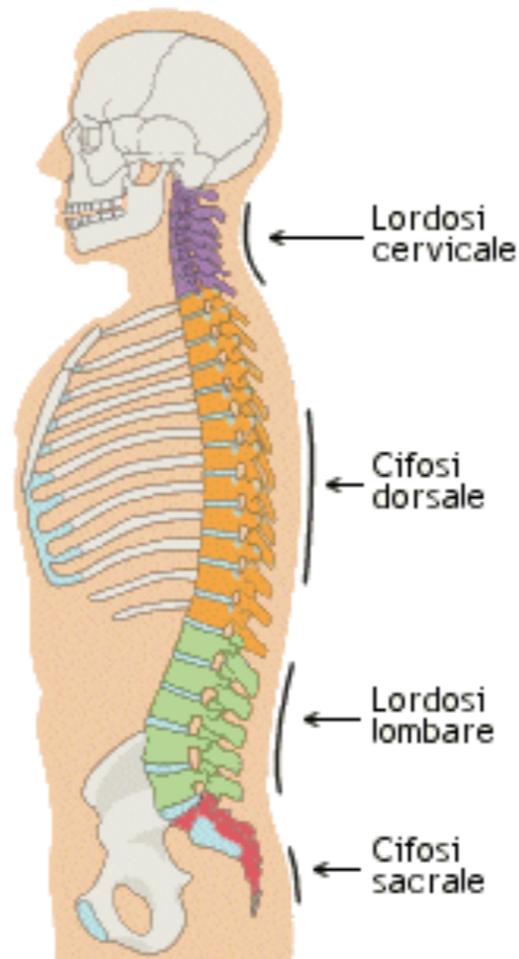
33-34 vertebre: 7 cervicali, 12 toraciche, 5 lombari, 5 sacrali e 4-5 coccigee.

Curvature fisiologiche: 2 cifosi (concavità ventrale), 2 lordosi (concavità dorsale).

- ...> Lordosi cervicale
- ...> Cifosi dorsale
- ...> Lordosi lombare
- ...> Cifosi sacro-coccigea

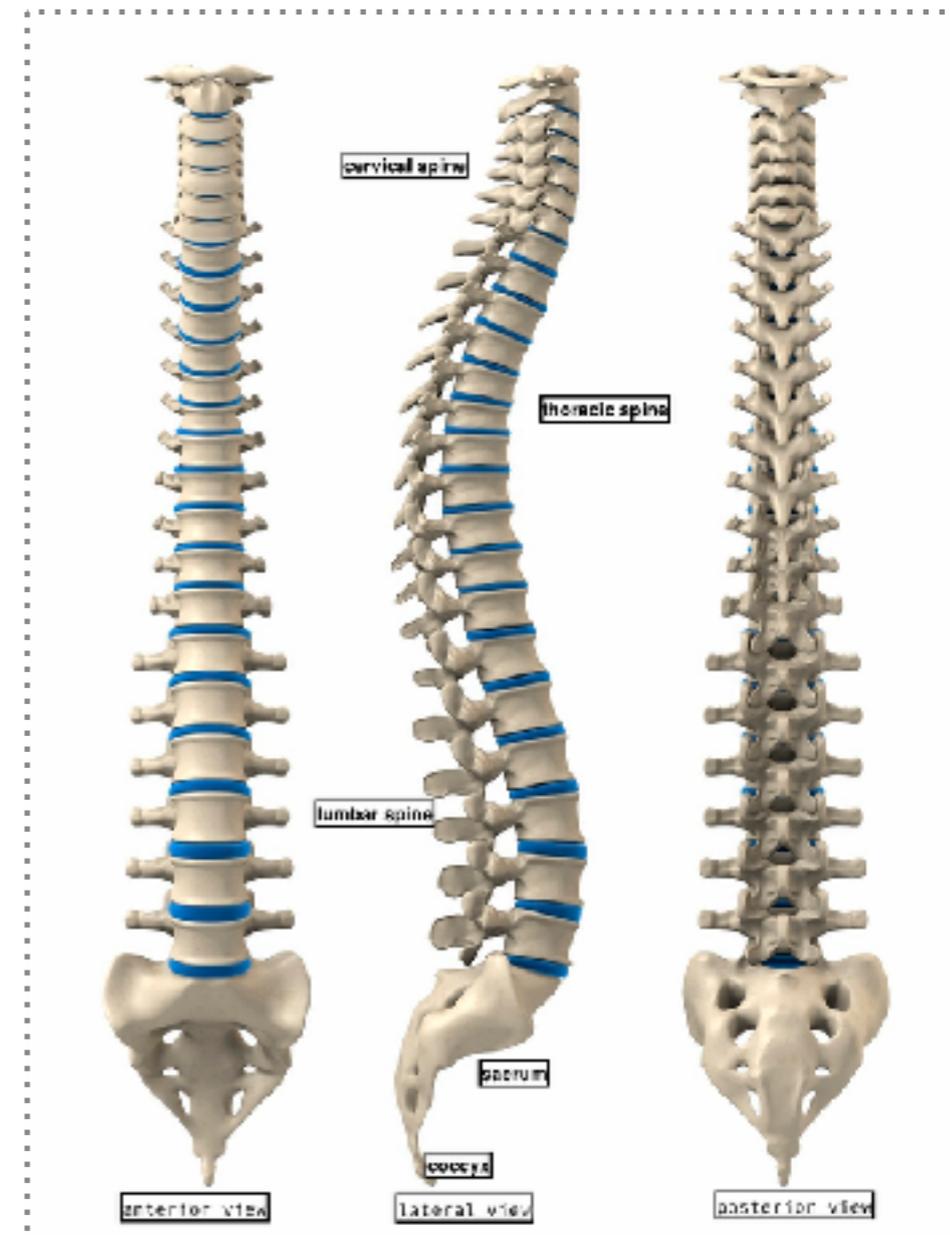
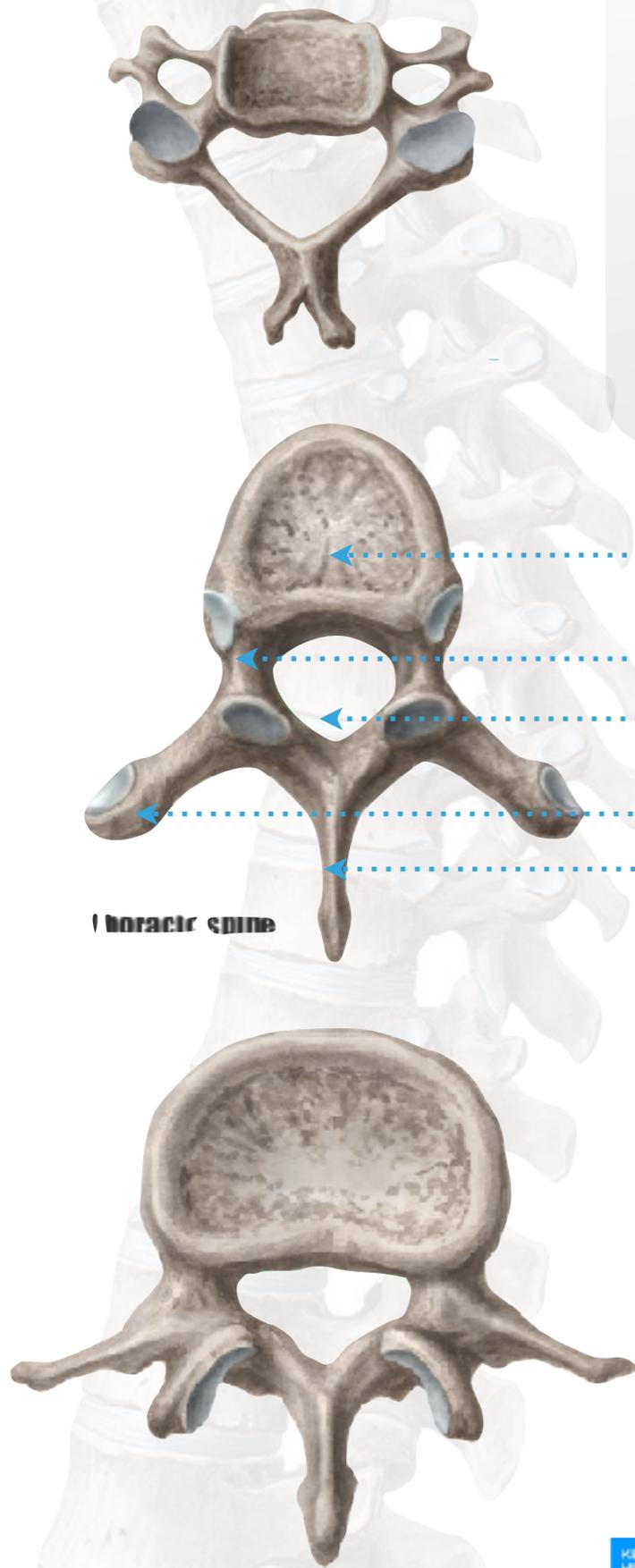
...> Funzioni:

- Asse di sostegno
- Protezione del midollo spinale
- Scarico del peso in funzione del movimento e della postura eretta



COLONNA VERTEBRALE

La vertebra presenta una massa compatta anteriore, il **corpo vertebrale** di forma cilindrica, ed un **arco vertebrale** posteriore, che termina sulla linea mediana posteriore in un processo spinoso più o meno sviluppato; lateralmente sporgono i **processi trasversi**, destro e sinistro. Il corpo e l'arco vertebrale delimitano il **foro vertebrale** e dalla successione di questi risulta il canale vertebrale che percorre tutto il rachide. Fra i corpi delle vertebre sovrapposte si trova un **disco intervertebrale** di tessuto fibro-cartilagineo.



COLONNA VERTEBRALE

7 Vertebre cervicali



Si distinguono grazie ai forami trasversari, necessari per il passaggio delle arterie vertebrali e dal processo spinoso bifido (tranne C7). L'atlante è privo del corpo, mentre l'epistrofeo ha il tipico dente necessario all'articolazione con l'atlante.

12 Vertebre toraciche



T2-T9 sono caratterizzate dalla presenza, sui lati del corpo, di emifaccette articolari costali necessarie all'articolazione con le coste. T1, T10-12 - atipiche- hanno faccette singole e intere. I processi trasversi hanno faccette articolari per i tubercoli costali (tranne T11-12), mentre i processi spinosi sono lunghi e orientati verso il basso.

5 Vertebre lombari



L'arco vertebrale visto posteriormente diventa da rettangolare in senso verticale a rettangolare in senso orizzontale da L1 a L5. E' talvolta possibile una sacralizzazione dell'ultima lombare, fusa al sacro, o la lombarizzazione delle prime sacrali.

5 Vertebre sacrali, 4/5 coccigee

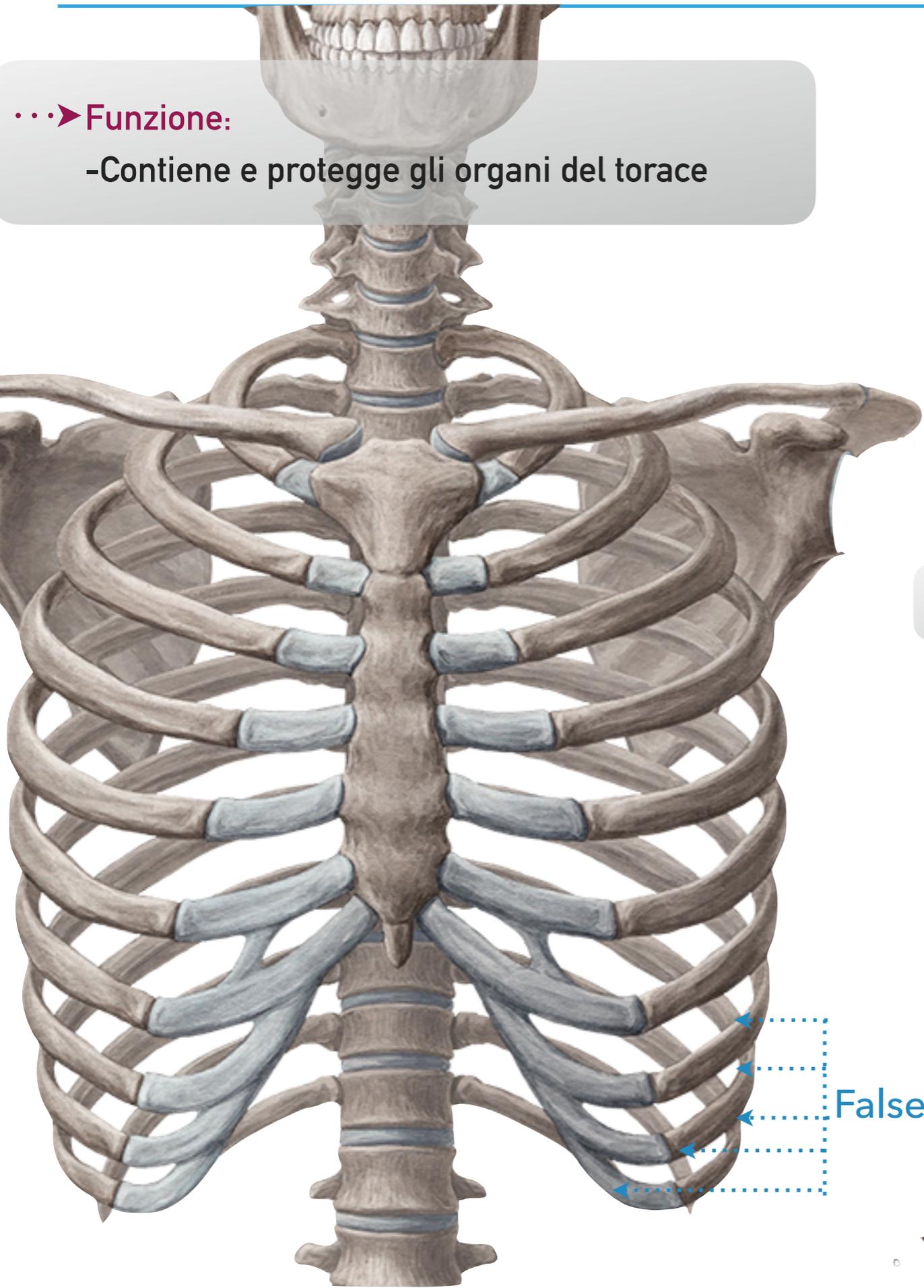


Il sacro è formato dalla fusione di 5 elementi vertebrali, in cui permane il forame, il corpo, i processi trasversi (fusi tra loro per formare le ali) e i processi spinosi (fusi per formare la cresta sacrale mediana); articolazione con ossa coxali (superficie auricolare). Il coccige è costituito dalla fusione di 3-5 vertebre ipotrofiche e spesso saldate insieme.

GABBIA TORACICA: T1-12, COSTE, STERNO

...► **Funzione:**

-Contiene e protegge gli organi del torace

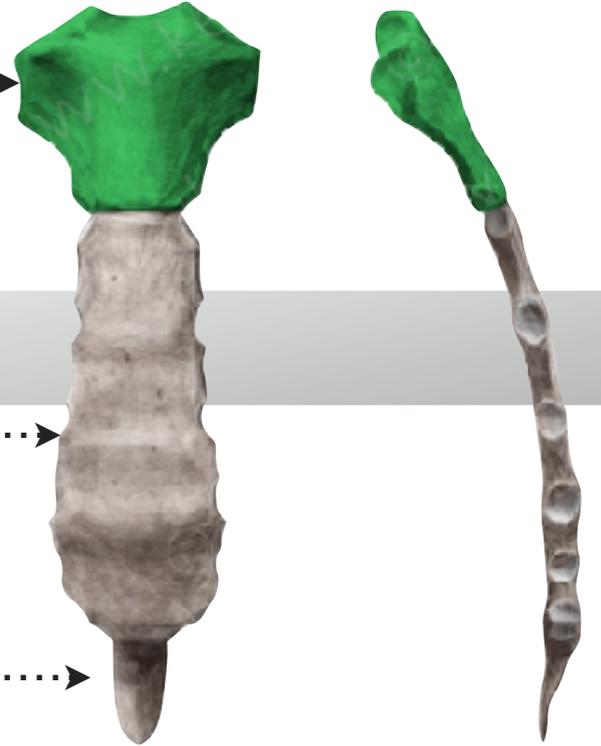


Sterno

Manubrio.....►

Corpo.....►

Processo xifoideo.....►



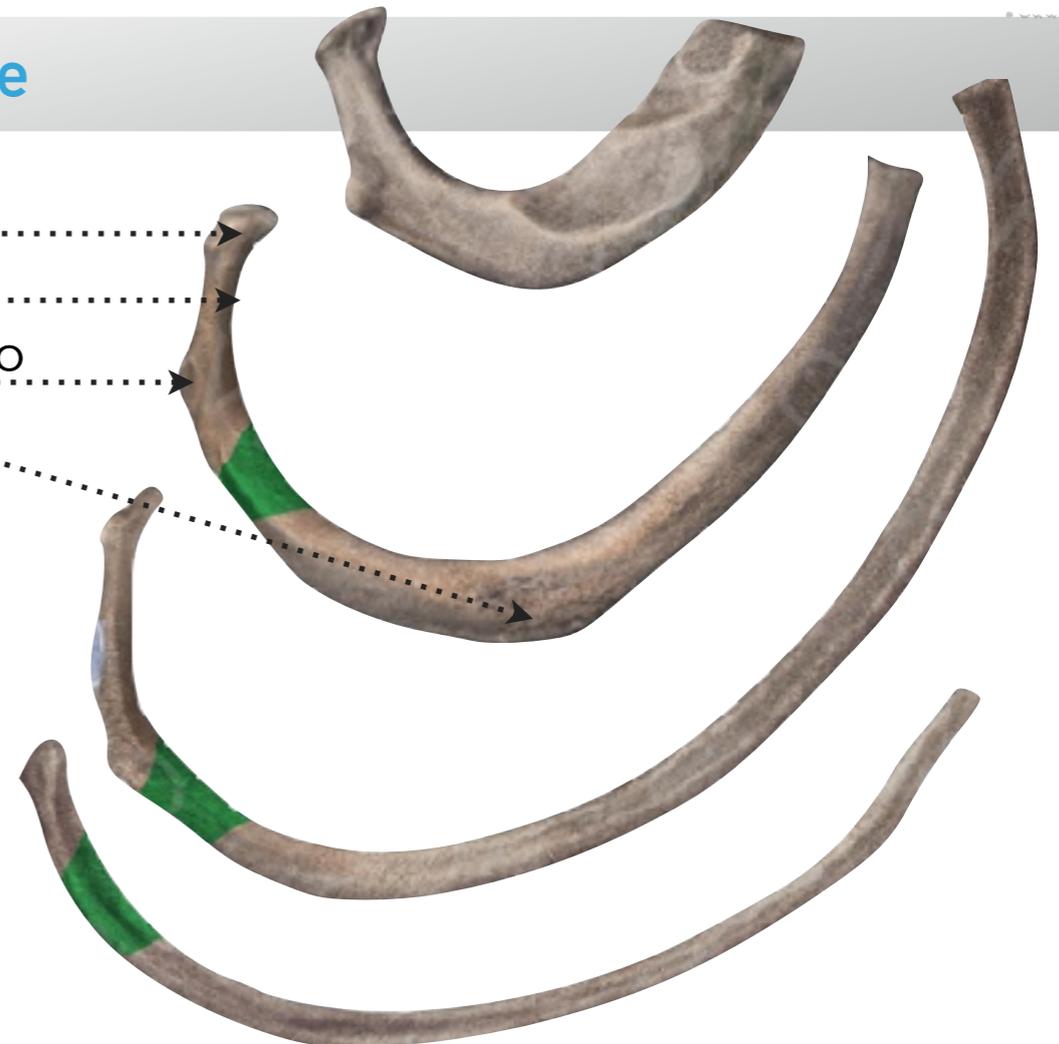
24 coste

Testa.....►

Collo.....►

Tubercolo.....►

Angolo.....►



False coste

GABBIA TORACICA: T1-12, COSTE, STERNO

Le prime 7 coste (*coste vere*) articolano con lo sterno, mentre le altre 5 sono dette *false*; queste si classificano in *false coste propriamente dette* (8-10° costa) che articolano con lo sterno anteriormente tramite cartilagine, e *coste fluttuanti* (11-12° costa).

La prima e la seconda costa hanno aspetto piatto e tozzo, e sono più corte delle altre coste.

E' possibile effettuare una distinzione mettendo le coste in fila ed osservandone la curvatura: la testa si alza dal piano di appoggio sempre di più fino all'ottava costa, da cui poi riprende ad abbassarsi.

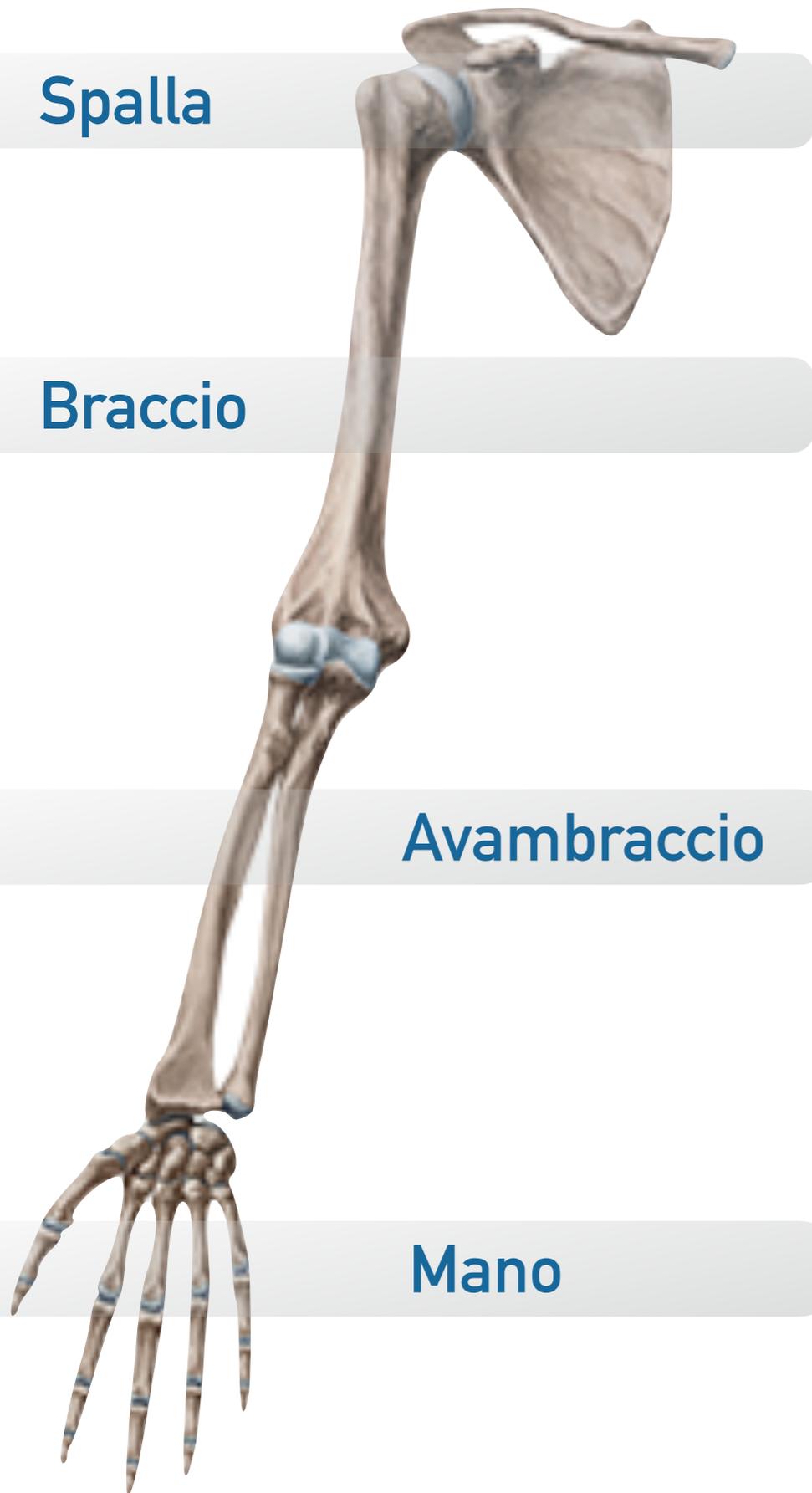
False coste

Articolazione costo-vertebrale



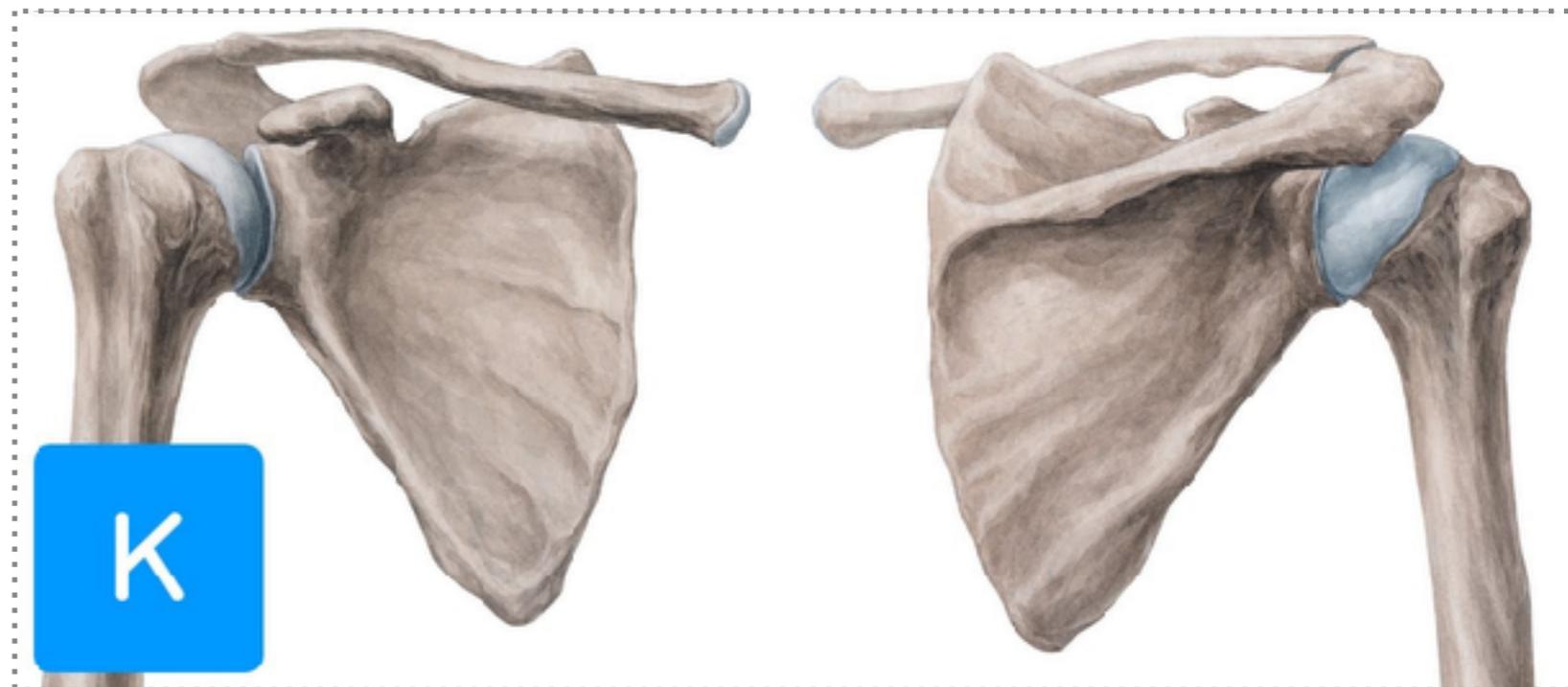
Siding: la testa è sempre dorsale e il tubercolo caudale; la porzione più spessa della costa è superiore, mentre il solco e la porzione più sottile sono volti inferiormente.

ARTO SUPERIORE



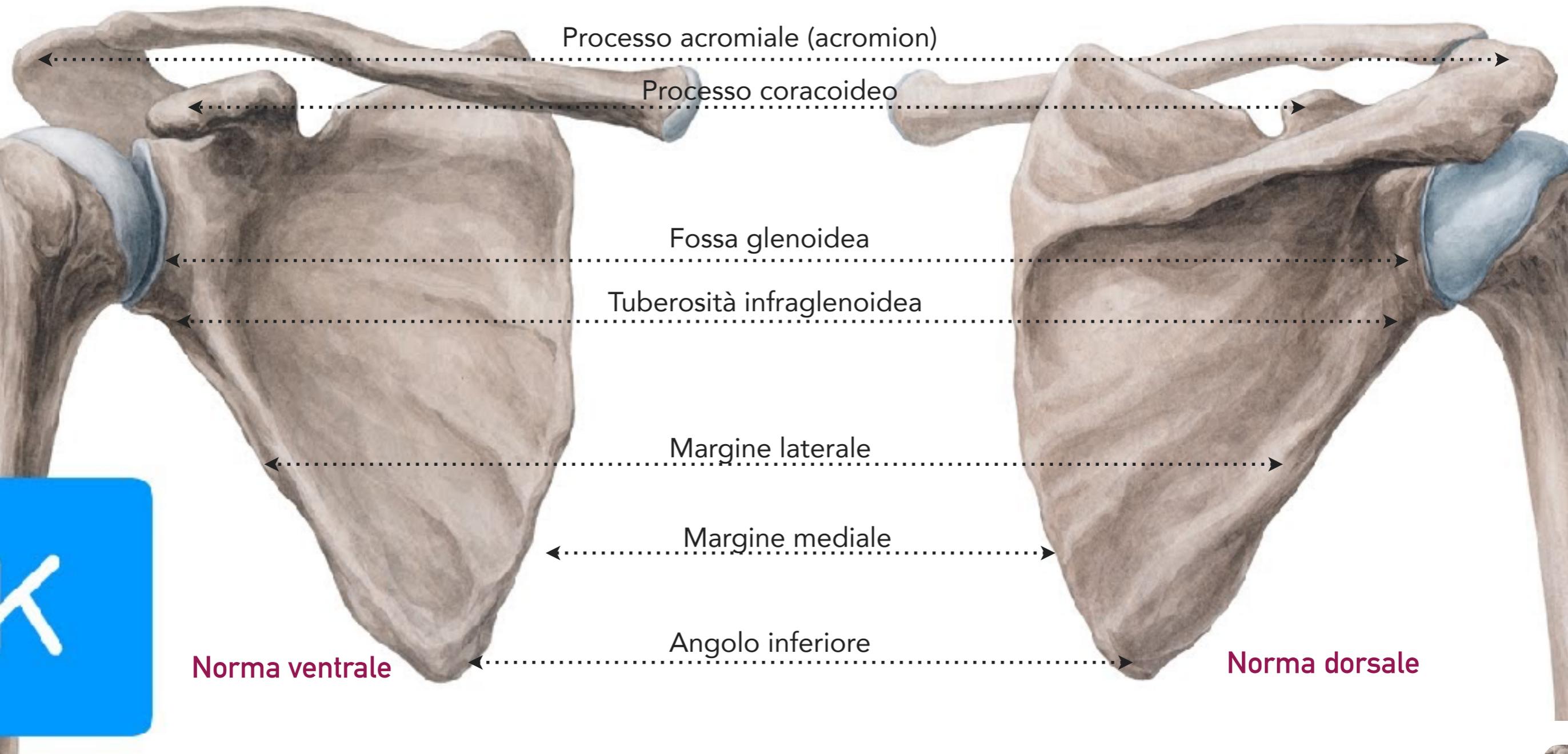
L'arto superiore è composto da **cinto scapolare** (clavicola e scapola), **braccio** (omero) e **avambraccio** (radio e ulna).

...➤ Cinto scapolare e braccio si articolano in corrispondenza dell'articolazione gleno-omerale (**spalla**)



Enartrosi: flessione/estensione, adduzione/abduzione, rotazione, circonduzione

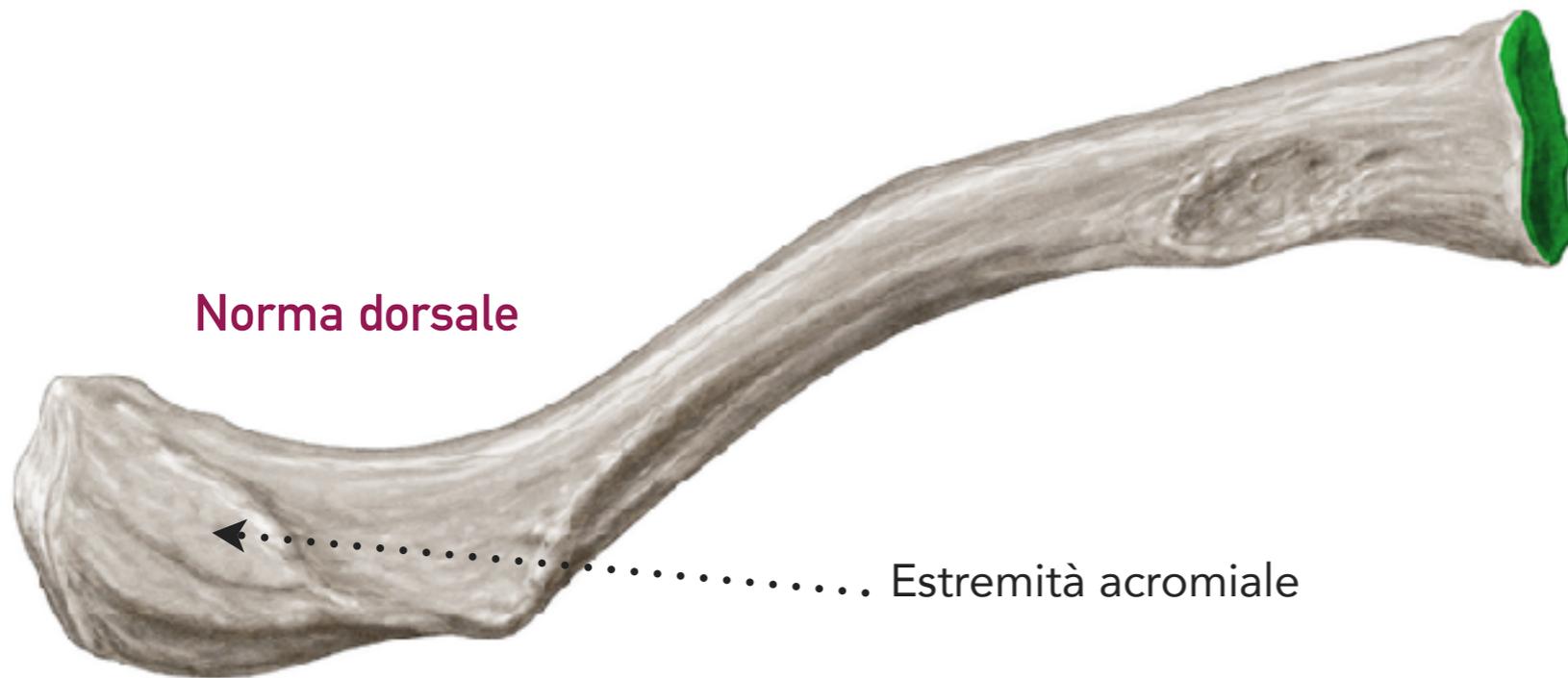
SCAPOLA



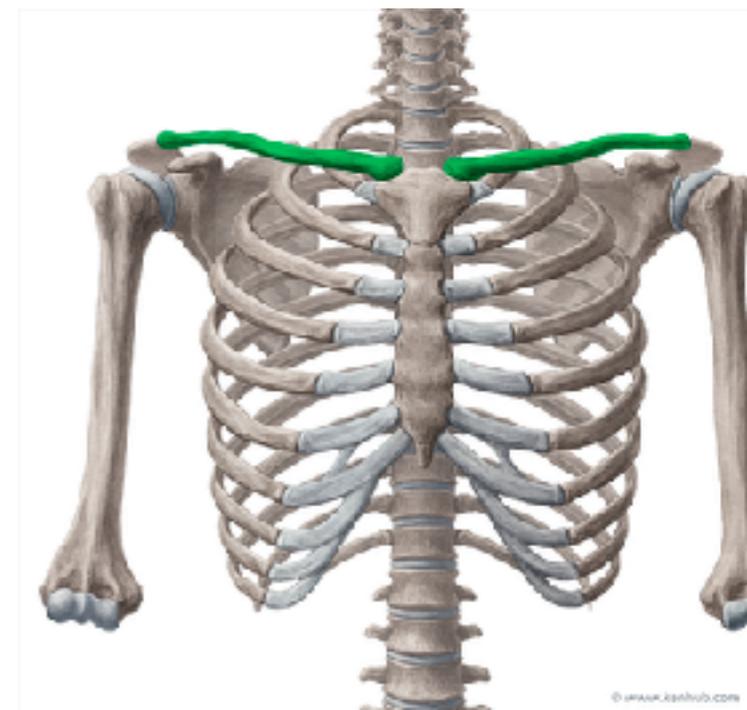
Siding: l'acromion è dorsale, la porzione concava è ventrale.



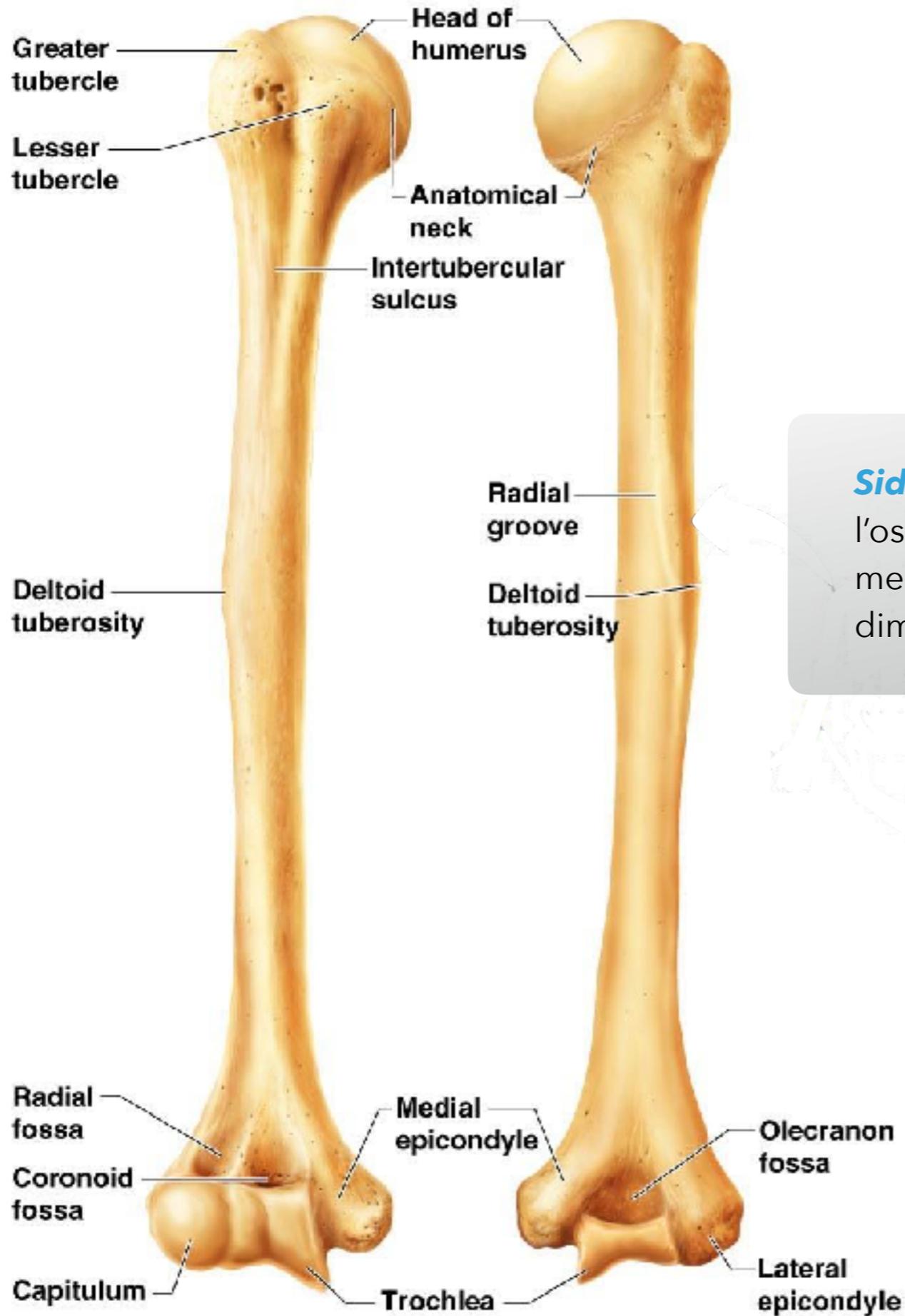
CINTO SCAPOLARE: SCAPOLA E CLAVICOLA



Siding: l'estremità laterale è appiattita, quella sternale rotondeggiante. La superficie inferiore è più irregolare. Una volta posizionata correttamente la clavicola in senso supero-inferiore, la prima convessità anteriore è mediale.



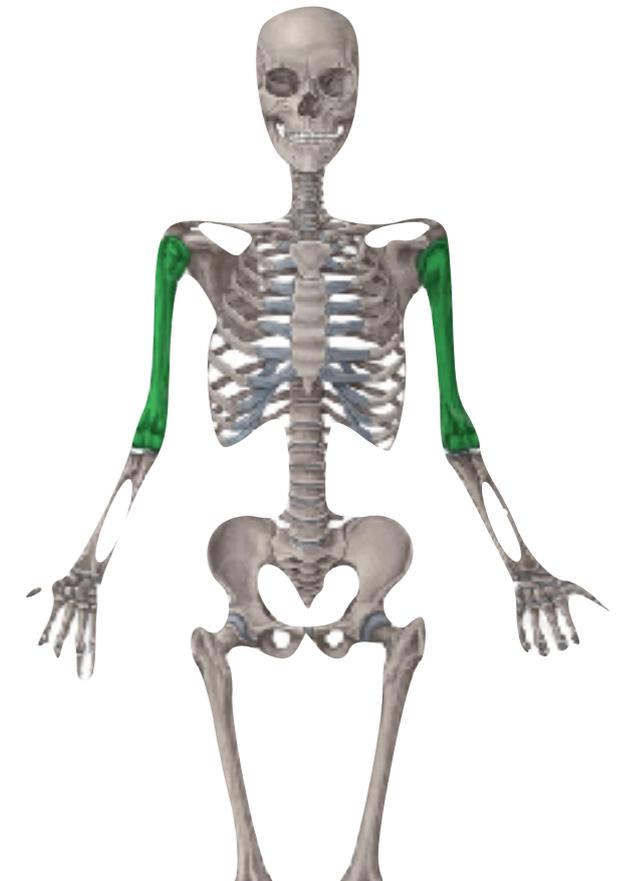
OMERO (BRACCIO)



Funzioni:

- Sede dell'articolazione gleno-omeroale e omero-radio ulnare
- Area di inserzione di numerosi muscoli

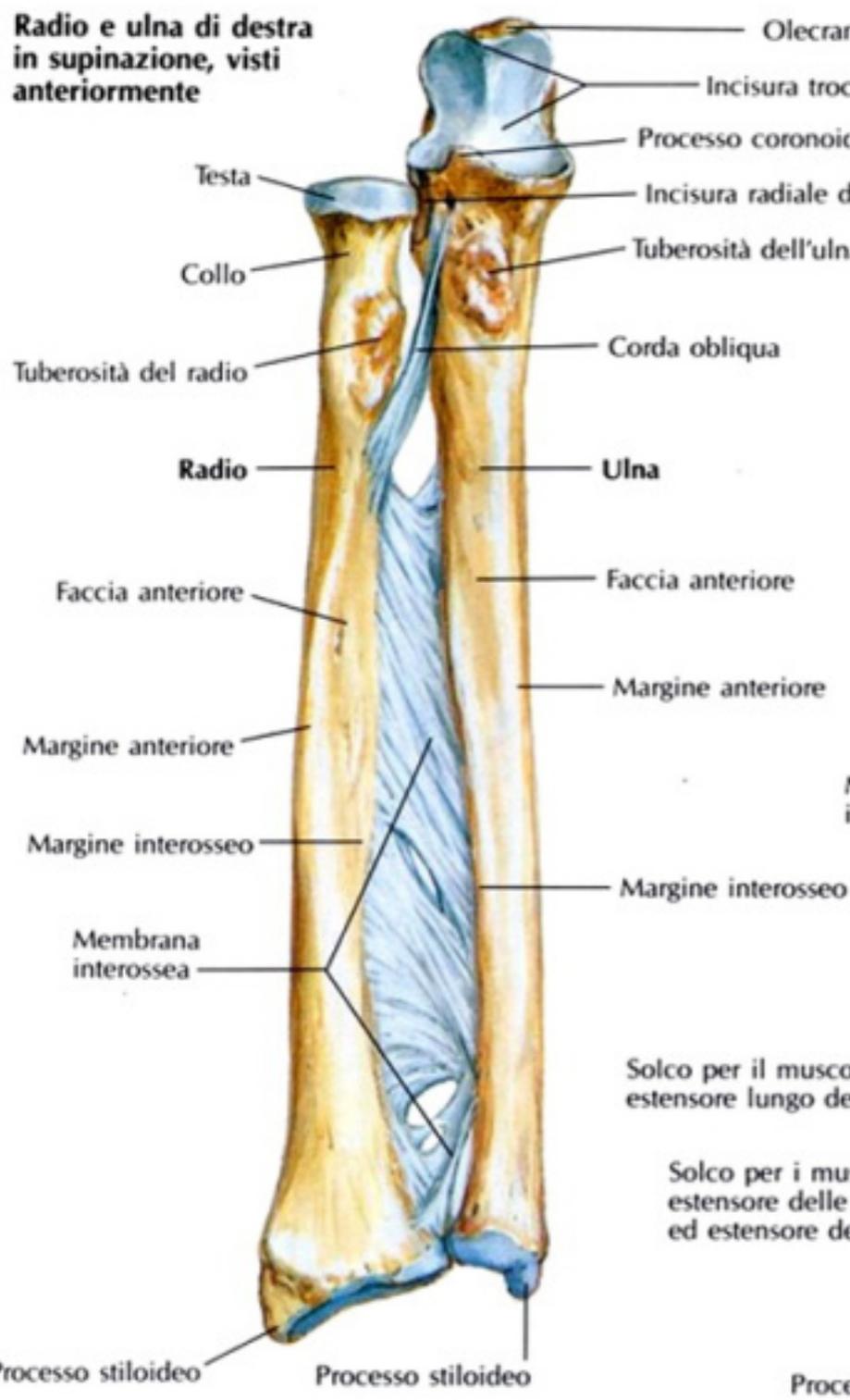
Siding: se tenuto in posizione anatomica con la testa verso l'osservatore e la superficie anteriore in alto, la testa è sempre mediale. Il forame nutritizio ha inclinazione distale. L'epicondilo di dimensioni maggiori è sempre mediale.



RADIO E ULNA (AVAMBRACCIO)

Avambraccio: radio (mediale) + ulna (laterale)

Radio e ulna di destra in supinazione, visti anteriormente



Radio e ulna di destra in pronazione, visti anteriormente



Siding

Radio: da posizione anatomica, con la testa verso l'osservatore e il forame nutritizio anteriormente, il processo stiloideo si trova sempre lateralmente e sul lato da cui proviene l'osso. La cresta interossea e la tuberosità radiale sono sempre mediali e dalla parte opposta da cui proviene l'osso.

Ulna: da posizione anatomica, con testa verso l'osservatore e incisura lunare anteriormente, l'incisura radiale, il forame nutritizio (inclinato prossimalmente) e la cresta interossea si trovano sullo stesso lato da cui proviene l'osso.

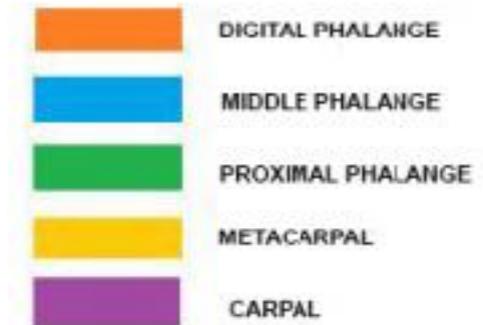
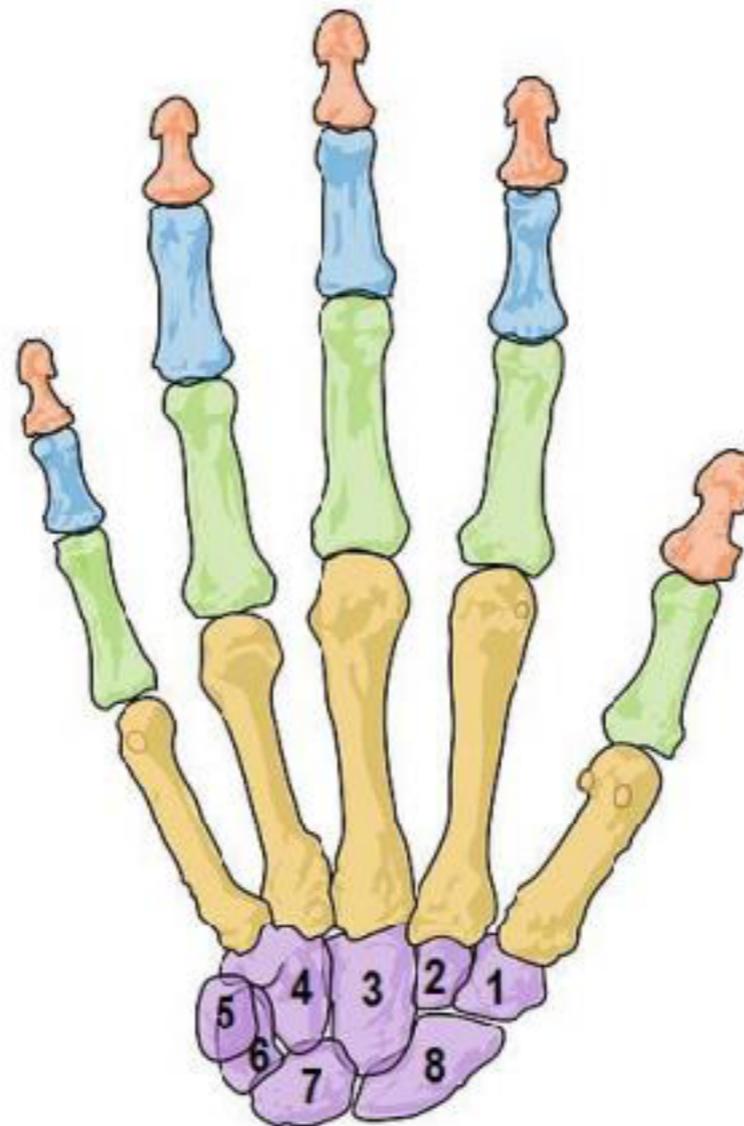
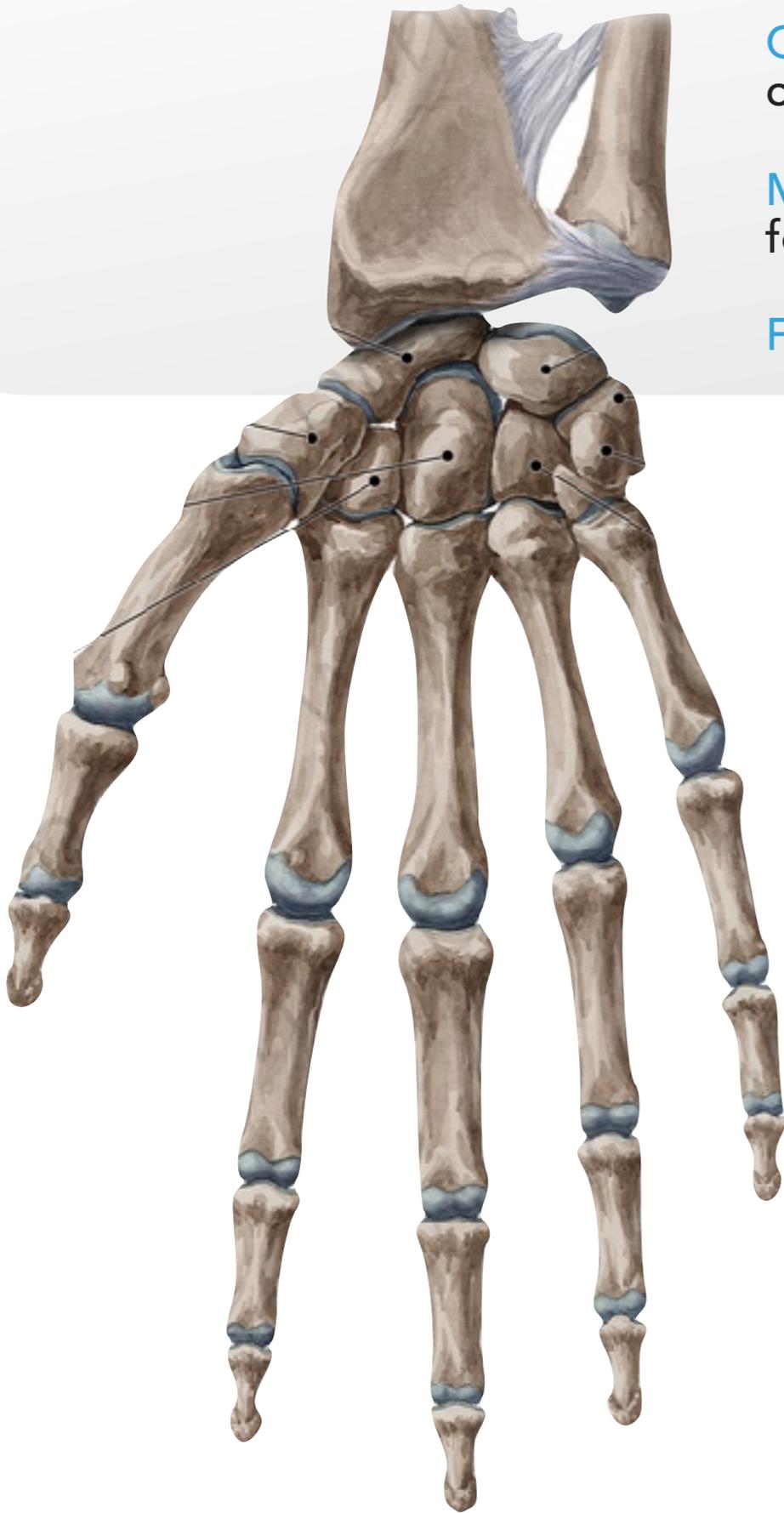


MANO

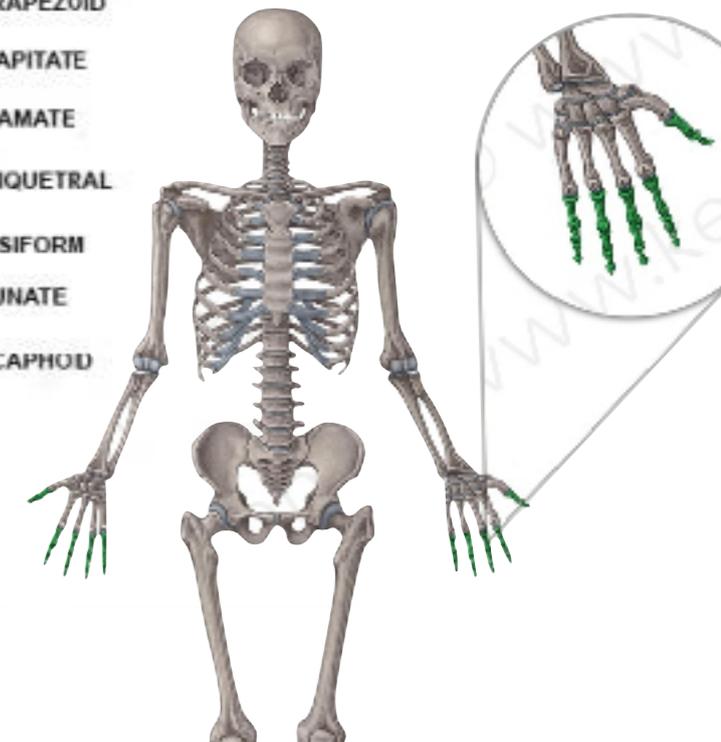
Carpio (polso): 8 ossa brevi disposte in serie trasversali di quattro ossa ciascuna

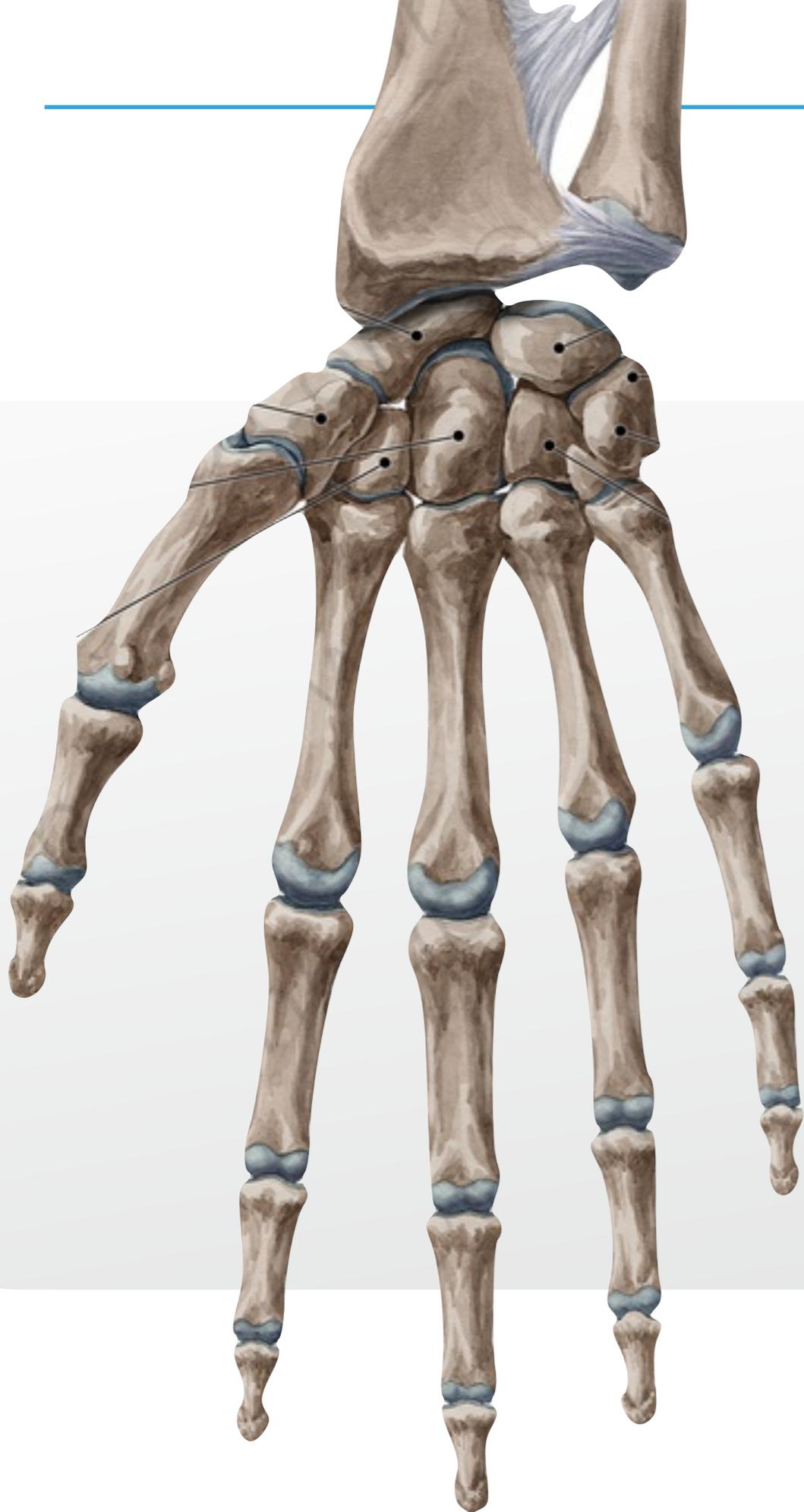
Metacarpo (palmo): 5 ossa lunghe che partono dal carpo e divergono formando la base delle cinque dita

Falangi (dita): 14 ossa lunghe, si distinguono in prossimali, medie e distali



- 1 TRAPEZIUM
- 2 TRAPEZOID
- 3 CAPITATE
- 4 HAMATE
- 5 TRIQUETRAL
- 6 PISIFORM
- 7 LUNATE
- 8 SCAPHOID





Siding del metacarpo (dorsalmente)

Primo: l'estremità prossimale e distale proiettano dal lato da cui proviene l'osso.

Secondo: l'estremo prossimale aggetta maggiormente dalla parte da cui proviene l'osso (la testa è inclinata dal lato opposto).

Terzo: l'estremo prossimale aggetta maggiormente dal lato opposto da cui proviene l'osso.

Quarto: l'estremo prossimale proietta dallo stesso lato da cui proviene l'osso.

Quinto: la faccetta articolare appare soltanto sulla superficie interna e la linea obliqua lungo la diafisi sfiocca sul lato da cui proviene l'osso.

ARTO INFERIORE

Pelvi

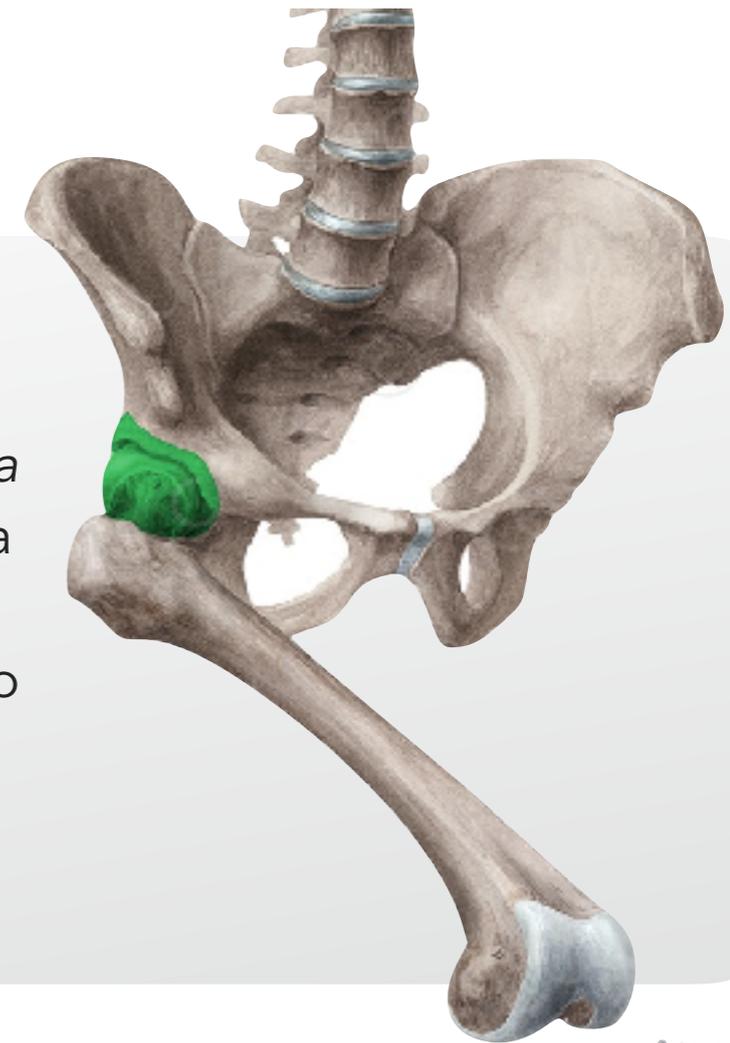
L'arto inferiore è composto da **cinto pelvico** (2 coxali + sacro + coccige), **coscia** (femore), **gamba** (patella, tibia e perone) e **piede**.

Cosce

Gambe

Piedi

Il **bacino** è la vasta cavità circoscritta postero-latero-anteriormente dalle due ossa pari dette *innominate* o *ossa iliache*, congiunte anteriormente dalla sinfisi pubica e posteriormente articolate con il sacro. Sostiene il peso di tronco e colonna vertebrale, e si articola con i femori mediante l'articolazione coxo-femorale (**anca**).

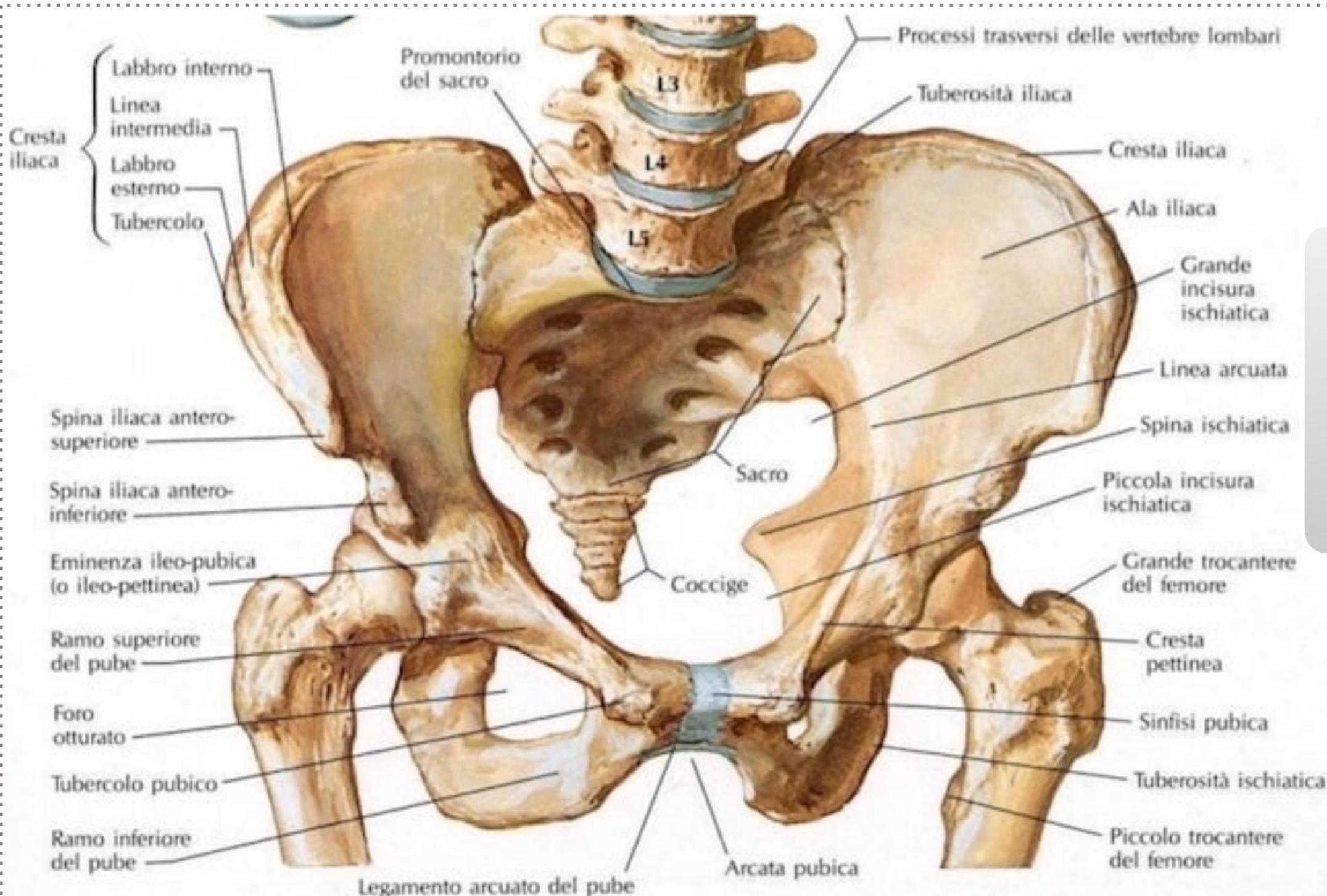


OSSO COXALE (ILIACO, INNOMINATO)

Deriva dalla fusione di tre ossa piatte distinte -ileo, ischio, pube-, che si uniscono al centro dell'acetabolo (grande cavità articolare nella faccia esterna dell'osso, sopra la quale vi è l'ala iliaca e sotto alla quale vi è il forame otturato). La superficie interna presenta un'ampia superficie concava (fossa iliaca); alla sua estremità dorsale vi sono la superficie auricolare (articolazione sacro-iliaca), la tuberosità iliaca e la tuberosità ischiatica.

Funzioni:

- Contiene e protegge gli organi interni
- Sostiene tronco e colonna vertebrale
- Sede dell'articolazione coxo-femorale

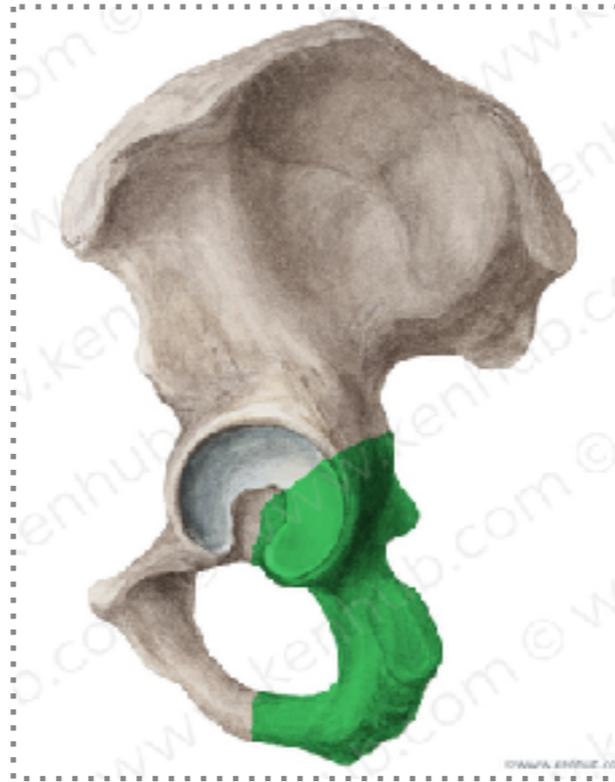


Siding: la superficie auricolare è interna e mediale; il pube è anteriore, l'ileo e l'ischio posteriori, l'acetabolo laterale.

OSSO COXALE (ILIACO, INNOMINATO)



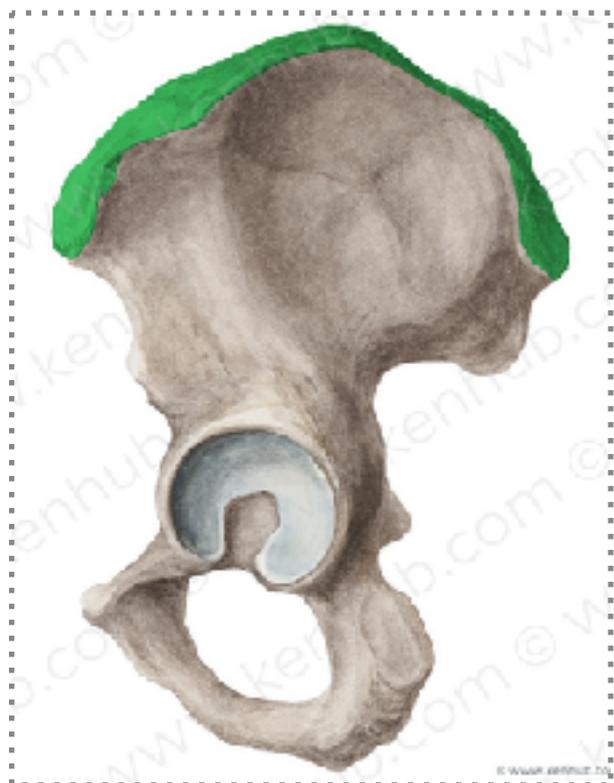
Ileo



Ischio



Pube



Cresta iliaca



Superficie auricolare

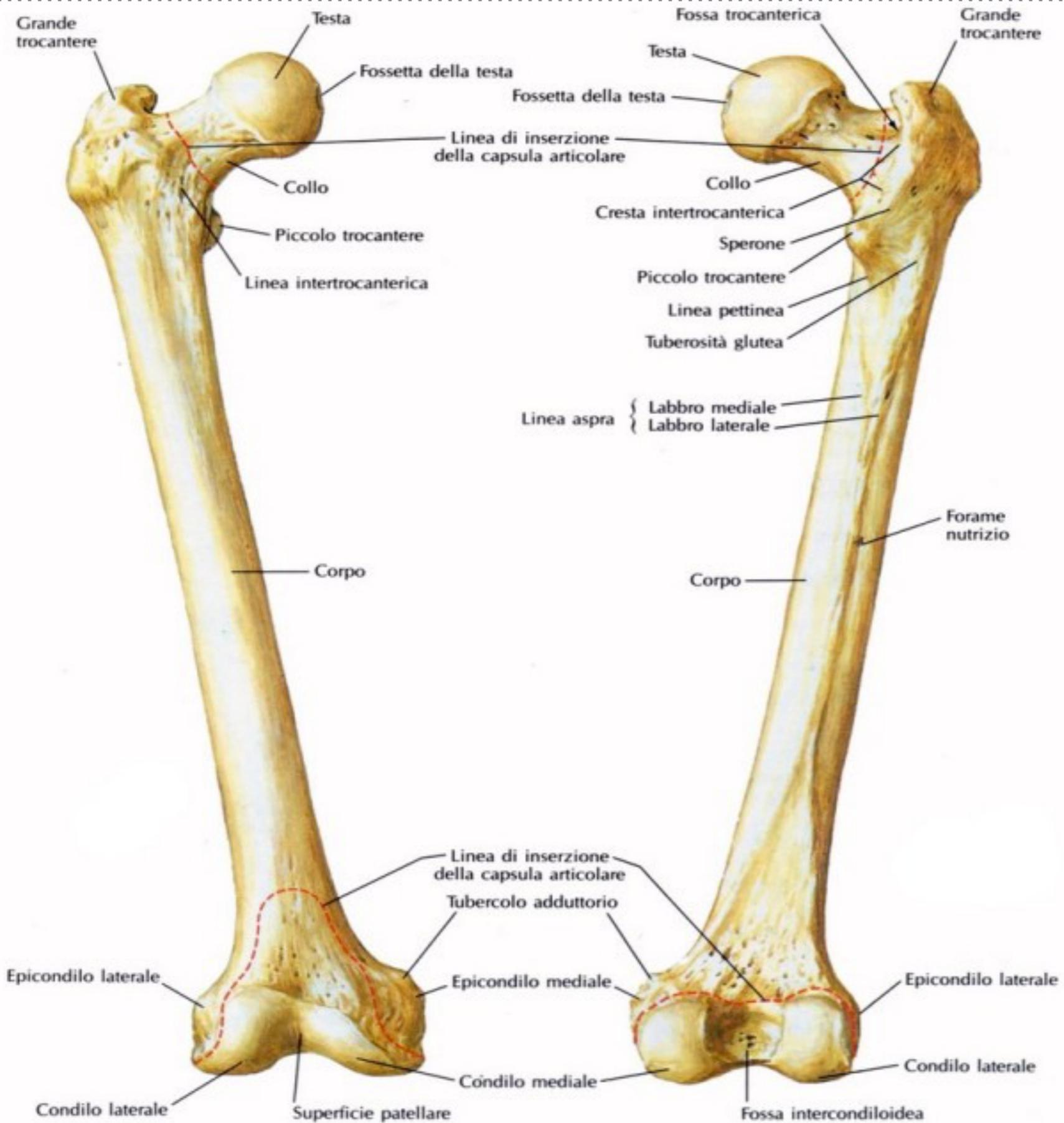


Incisura ischiatica magg.



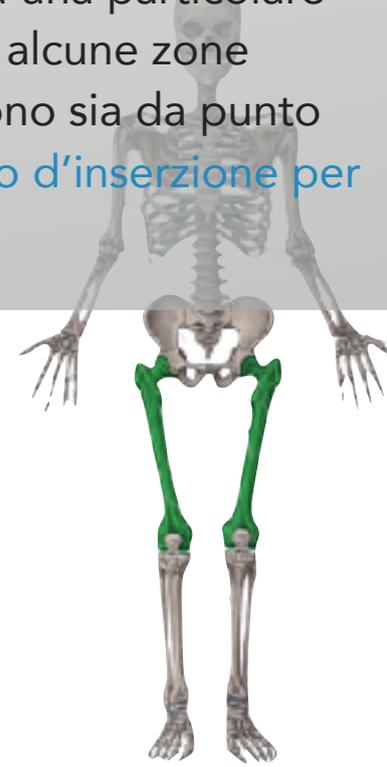
Sinfisi pubica

FEMORE (COSCIA)

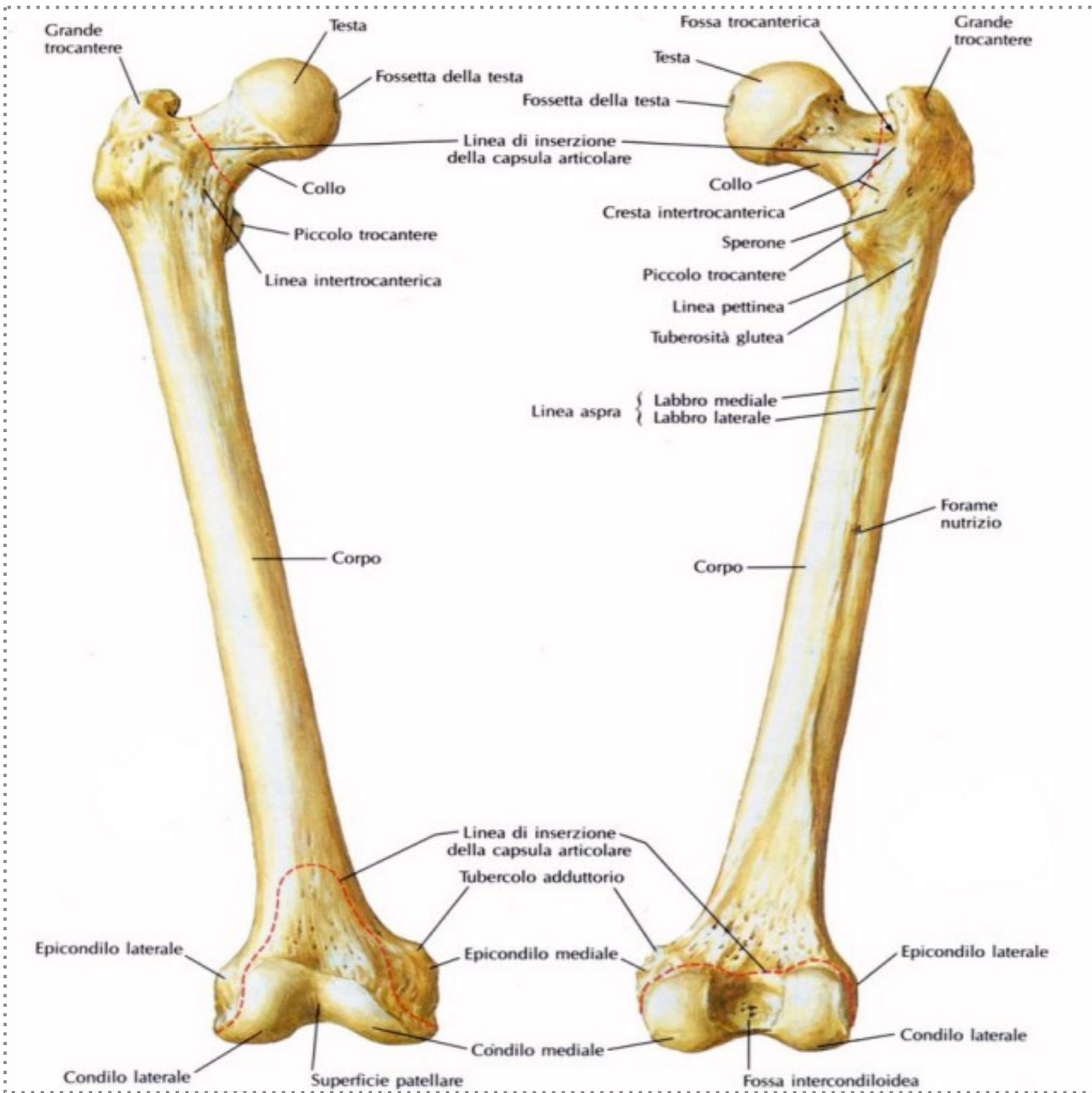


Il femore è un osso dell'arto inferiore che costituisce lo **scheletro della coscia** ed anche parte dell'anca e del ginocchio. È l'osso più lungo, voluminoso e resistente dello scheletro umano.

L'epifisi prossimale (testa+collo+grande/piccolo trocantere) si articola con l'osso dell'anca formando l'articolazione **coxfemorale**, mentre quella distale (condili+epicondili femorali) si articola con la rotula e la tibia, formando l'articolazione del **ginocchio**. Ciascuna porzione ha una particolare anatomia e possiede alcune zone specifiche, che fungono sia da punto d'origine sia da **punto d'inserzione per muscoli e legamenti**.



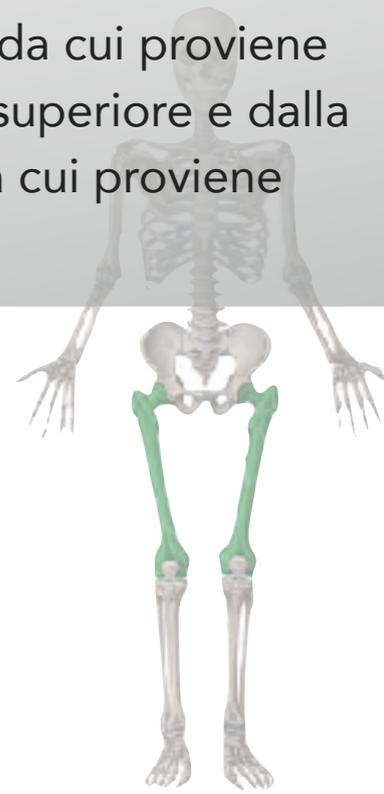
FEMORE (COSCIA)



Funzioni:

- Unione e articolazione di anca e ginocchio;
- Permette la deambulazione;
- Fondamentale per la ripartizione del peso corporeo lungo l'arto inferiore;
- Sede di inserzione per molti muscoli della coscia e della gamba.

Siding: la linea aspra è posteriore e percorre l'osso supero-inferiormente con un'inclinazione che segue il lato da cui proviene l'osso; la testa è superiore e dalla parte opposta da cui proviene l'osso.



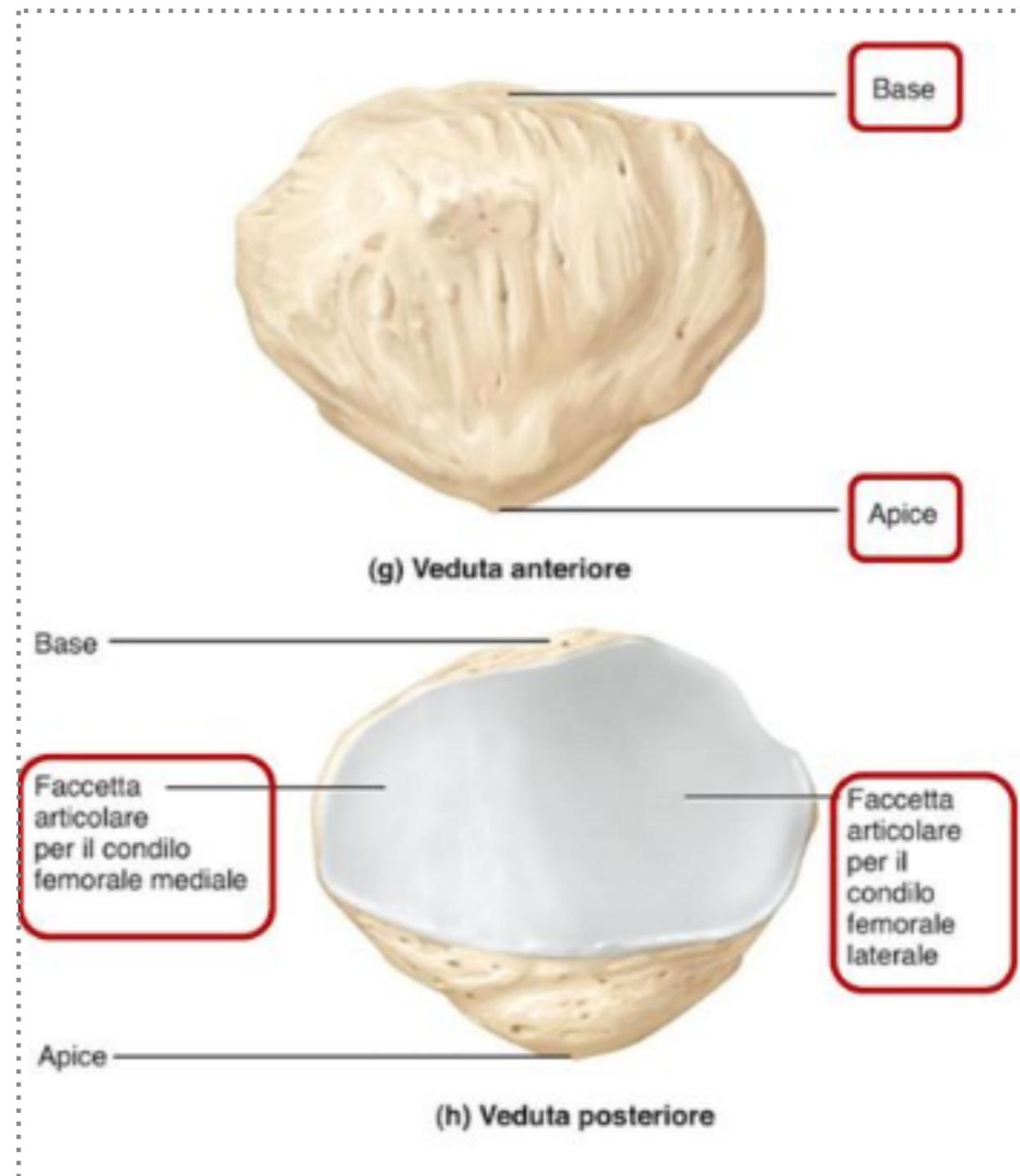
PATELLA (GINOCCHIO)

La **patella (rotula)** è un osso sesamoide inserito nel tendine del muscolo quadricipite della coscia, il quale si inserisce sulla tuberosità tibiale. E' l'unico osso sesamoide del corpo umano di dimensioni importanti, potendo raggiungere le dimensioni di circa 5 cm di diametro. Posteriormente alla rotula vi è l'articolazione trocleare. In rari casi è possibile la presenza nel cavo popliteo (area flessoria del ginocchio), di un sesamoide detto **fabella**.

Funzioni:

- Migliora l'efficacia muscolare del ginocchio;
- Stabilizza e protegge l'articolazione del ginocchio

Siding: il lato con la superficie articolare più sviluppata è il lato da cui proviene l'osso.

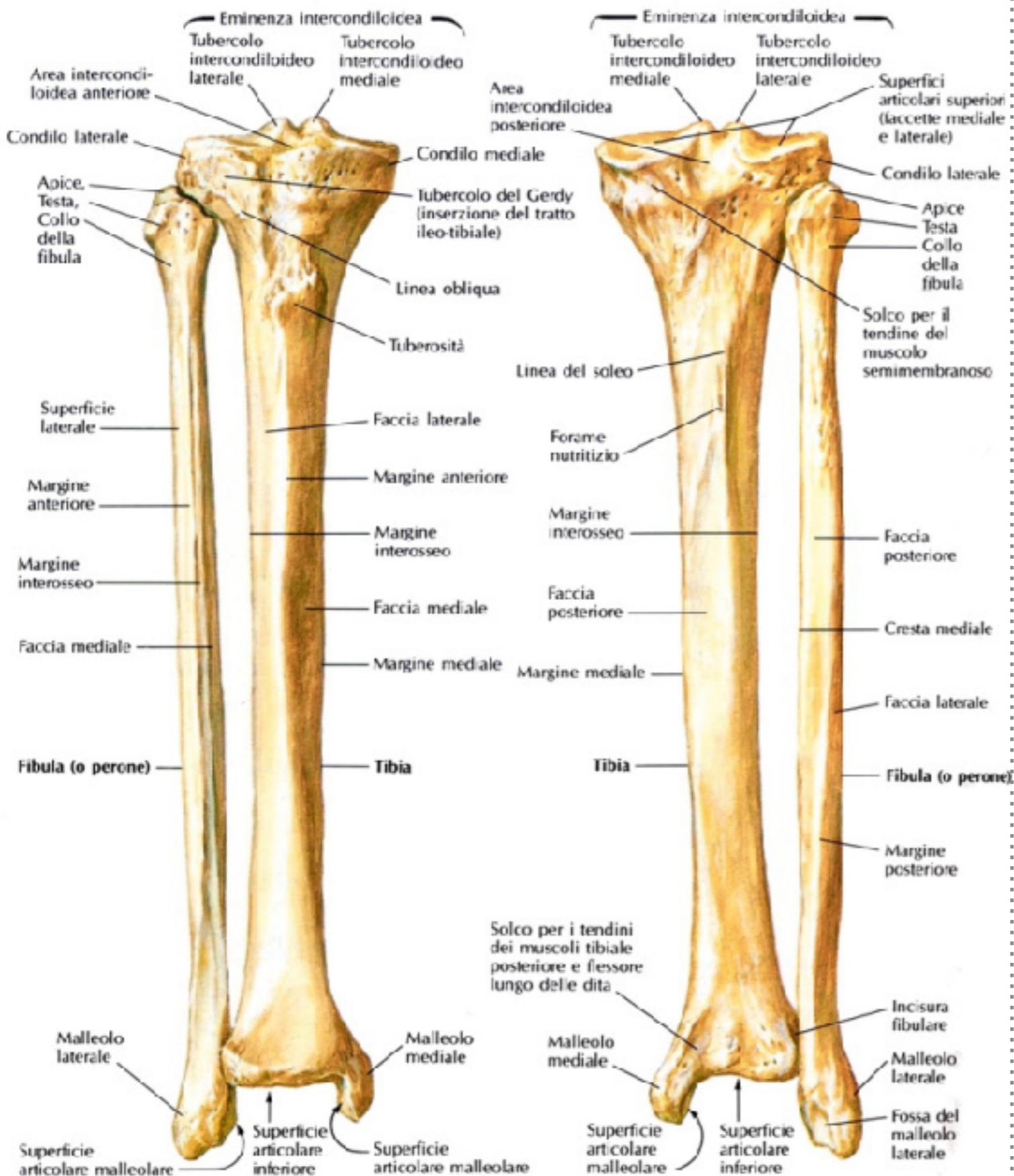


TIBIA E PERONE (GAMBA)

Ossa della gamba di destra

Viste anteriormente

Viste posteriormente



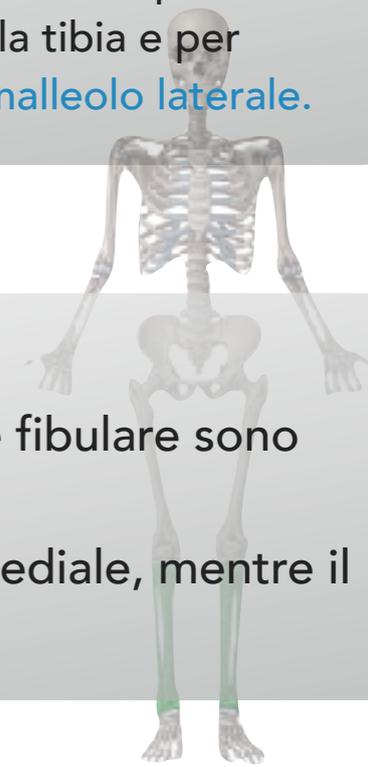
La **tibia** è un osso lungo posto medialmente al perone. Il corpo è costituito da tre facce separate da tre margini. L'epifisi prossimale è costituita da due strutture dette **condili**, i quali presentano superiormente delle cavità e sono separati da una cresta detta **eminenza intercondilare**. Sotto i condili è presente anteriormente la **tuberosità tibiale**, sede di inserzioni muscolari, mentre posteriormente è presente la faccetta di articolazione tra tibia e perone. L'epifisi distale presenta inferiormente una convessità per l'articolazione tibio-tarsica, il **malleolo** mediale e lateralmente la faccetta di articolazione distale con il perone.

Il **perone (fibula)** è un osso lungo posto lateralmente alla tibia. Si articola con la tibia, ma non con il femore. L'epifisi prossimale presenta la faccetta per l'articolazione prossimale con la tibia, mentre l'epifisi distale presenta le faccette per l'articolazione distale con la tibia e per l'astragalo, e una protuberanza detta **malleolo laterale**.

Siding

Tibia: le faccette di articolazione fibulare sono sul lato da cui proviene l'osso.

Fibula: l'articolazione tibiale è mediale, mentre il malleolo laterale.



PIEDE

Ossa del tarso

Posteriormente (2):
Astragalo (o talo);
Calcagno.

Medialmente (2):
Scafoide tarsale;
Cuboide.

Anteriormente (3):
Cuneiforme mediale;
Cuneiforme intermedio;
Cuneiforme laterale.

Le due ossa sesamoidi costanti del piede sono distinte in mediale e laterale, sono comprese nei tendini del muscolo flessore breve dell'alluce.

Ossa del metatarso (5):

Primo osso metatarsale;
Secondo osso metatarsale;
Terzo osso metatarsale;
Quarto osso metatarsale;
Quinto osso metatarsale.

Ossa delle dita del piede (14)

5 Falangi prossimali;
4 Falangi intermedie;
5 Falangi distali.

- Falangi distali
- Falangi intermedie
- Falangi prossimali
- Metatarsali
- Ossa del tarso

1. Astragalo
2. Calcagno
3. Osso scafoide
4. I cuneiforme
5. II cuneiforme
6. III cuneiforme
7. Osso cuboide

