

Anatomia dello scheletro e biomeccanica del movimento

11 ottobre 2017

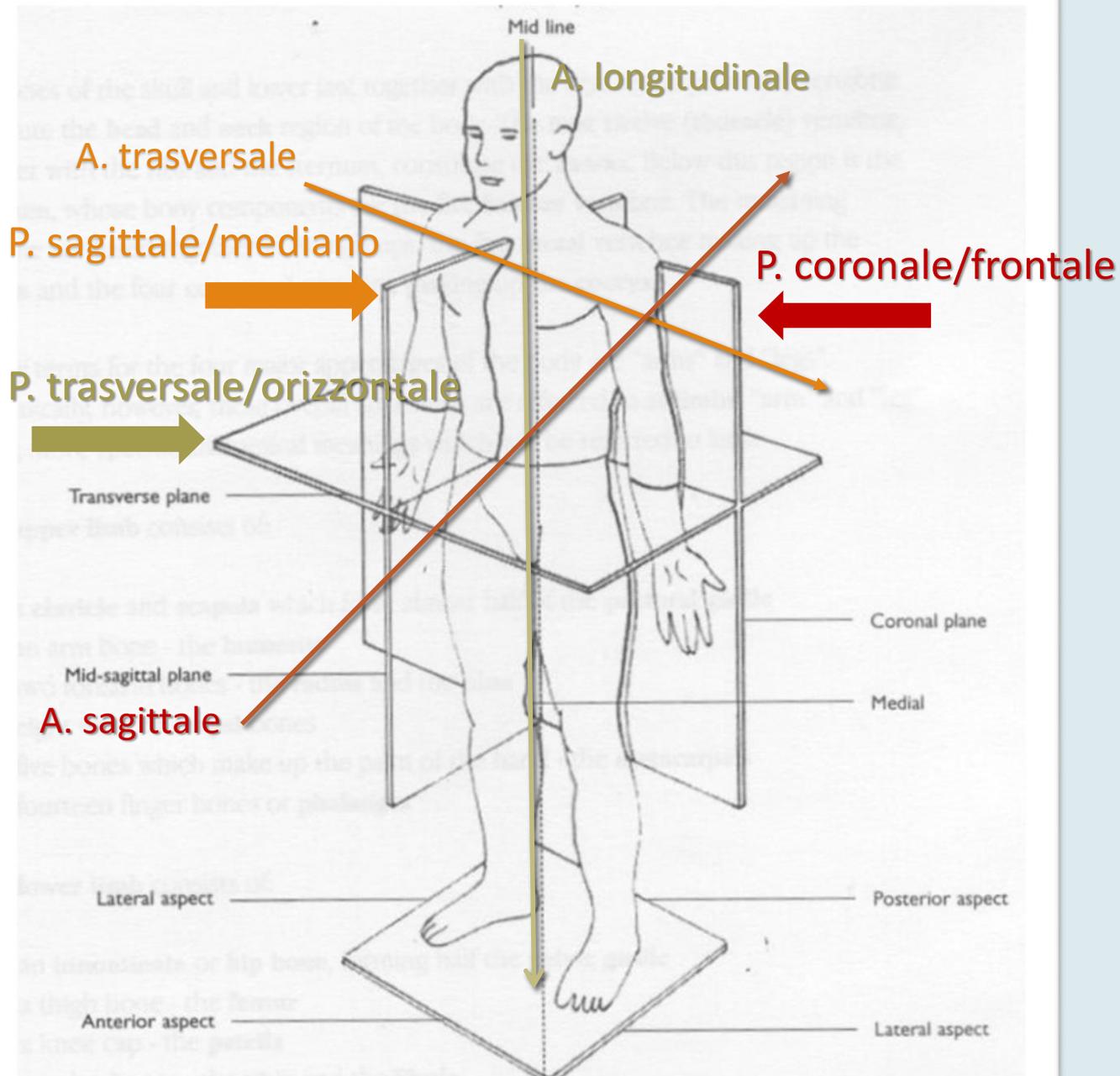
Fabiola Arena

Laboratorio di Archeo-Antropologia e Antropologia
Forense

Dipartimento di Scienze Biomediche e Chirurgico
Specialistiche (Università degli Studi di Ferrara)

fabiola.arena@unife.it





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 e sono: il sagittale (mediano), il coronale (frontale) e il trasverso (orizzontale). **Il piano sagittale o 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. **Il piano coronale o frontale** 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. **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** (White & Folkens, 1991).

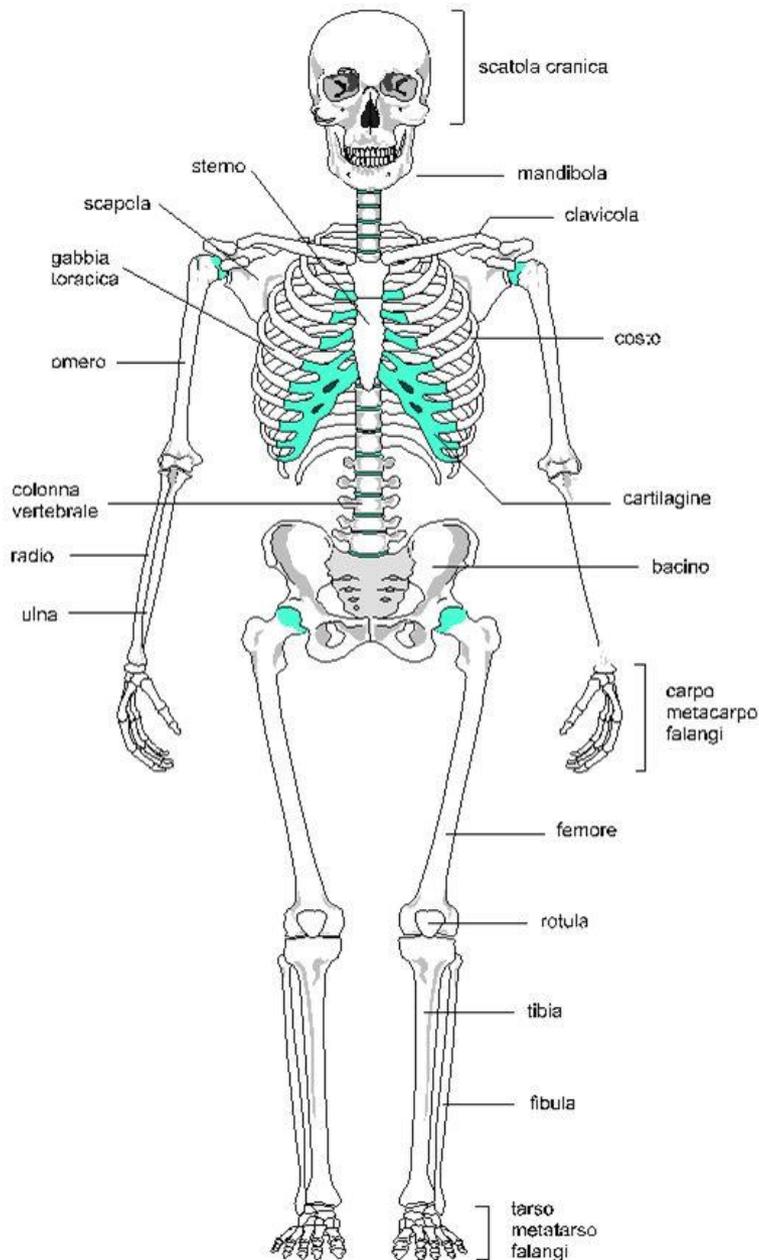
Apparato locomotore

costituisce la struttura portante dei vertebrati e permette loro il movimento. Tale apparato è costituito da tre componenti che agiscono in stretta relazione
(Anastasi et al.,2006)



1. Sistema scheletrico
2. Sistema articolare
3. Sistema muscolare

Lo scheletro umano



- sostegno
- protezione organi interni
- riserva di calcio
- emopoiesi
- sistema di leve che consente il movimento
- Assile (cranio, colonna vertebrale, coste e sterno)
- Appendicolare (arto superiore ed inferiore)

206 ossa

Le ossa impari sono sul piano sagittale mediano, le pari su due lati

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

Scheletro:

1. **Tessuto cartilagineo** → condrociti + sostanza intercellulare (70% acqua); ialina, elastica, fibrosa

2. **Tessuti dentari** (smalto, dentina, cemento)

3. **Tessuto osseo**



Tessuto osseo:

- Osteociti

- Matrice organica (collagene) **Elasticità e flessibilità**

- Matrice inorganica (Sali minerali → 70%
idrossiapatite)

Durezza e rigidità

Osteoblasti : responsabili della formazione di matrice ossea → sostanza intercellulare **osteoid** (immatura e non mineralizzata) + **osteociti** (cellule ossee mature).

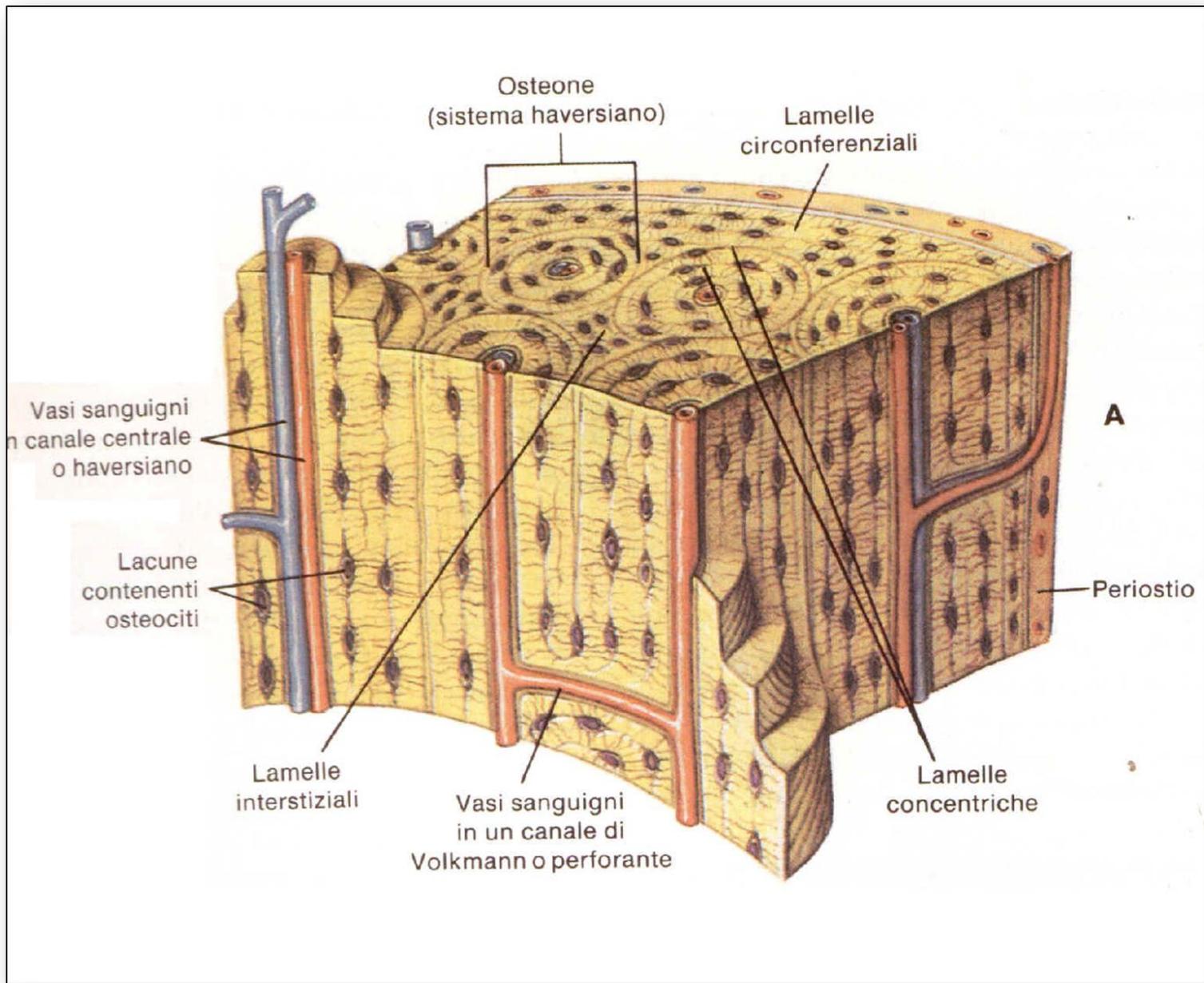
Osteoclasti : responsabili della disgregazione della matrice ossea; collaborano a qualsiasi trasformazione ossea.

Osteoni o sistemi di Havers contengono uno o più vasi sanguigni, responsabili della vascolarizzazione della struttura. Gli osteoni sono l'unità meccanica dell'osso compatto.

Sistemi interstiziali (o breccia dell'osso): strati di lamelle parallele che si trovano tra gli osteoni.

Sistemi circolari (interno ed esterno): strati di lamelle che si trovano all'interno del periostio e dell'endostio.

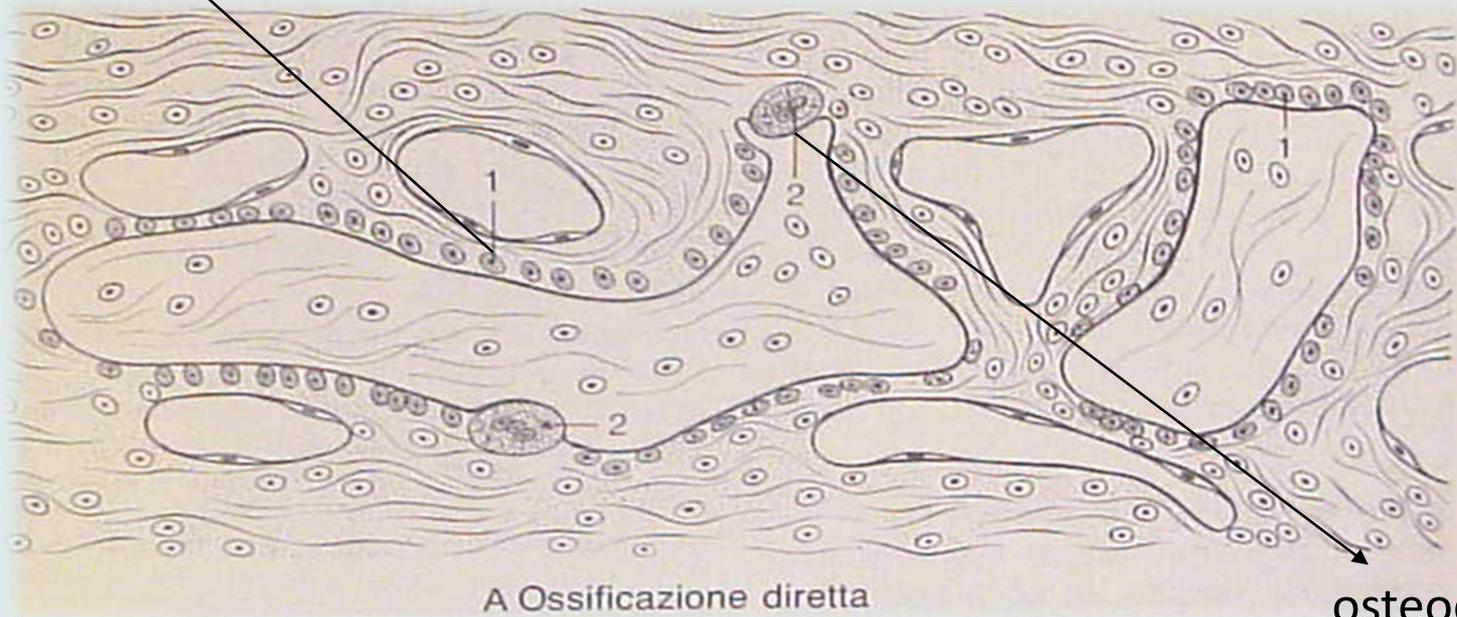
Dal **periostio** penetrano, attraverso i **canali di Volkmann**, fasci di fibre di collagene immersi in una matrice non calcificata, definiti **fibre di Sharpey**: esse ancorano il periostio all'osso e sono in parziale continuità con tendini e legamenti nelle loro zone di inserzione (entesi), garantendo il loro ancoraggio all'osso.



Il processo di ossificazione

- 1. INTERMEMBRANOSA (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.

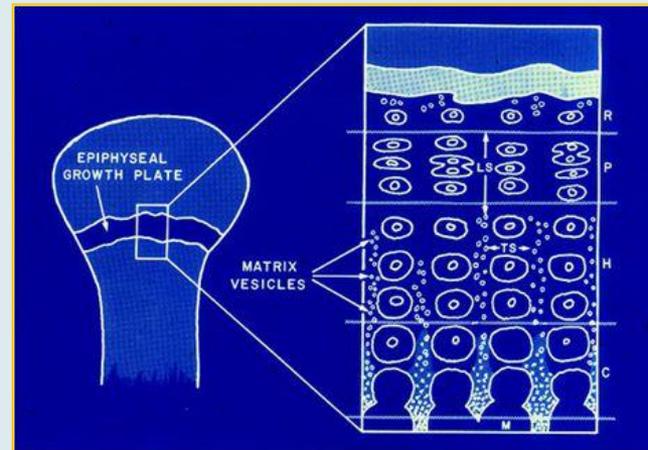
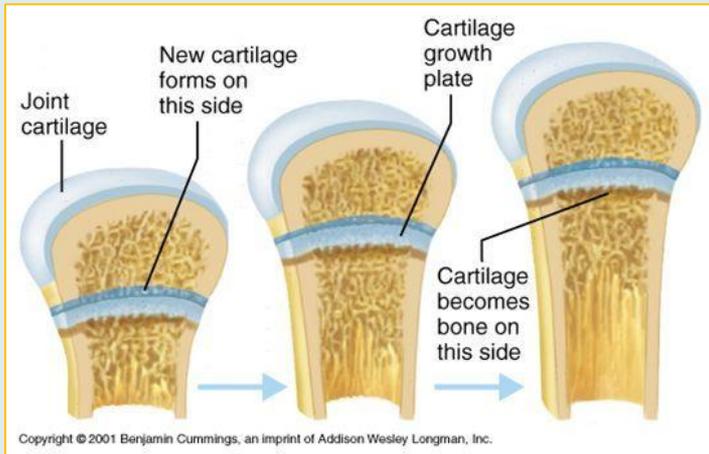
osteoblasti



osteoclasti

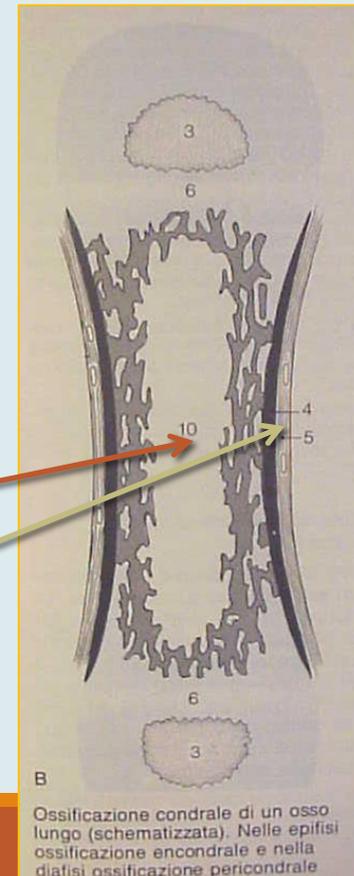
2. CONDRALE (INDIRETTA): per sostituzione di un precedente modello cartilagineo → i condroclasti distruggono la sostanza cartilaginea preesistente, che viene sostituita da tessuto osseo mineralizzato.

a. 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.



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

cavità midollare
pericondrio

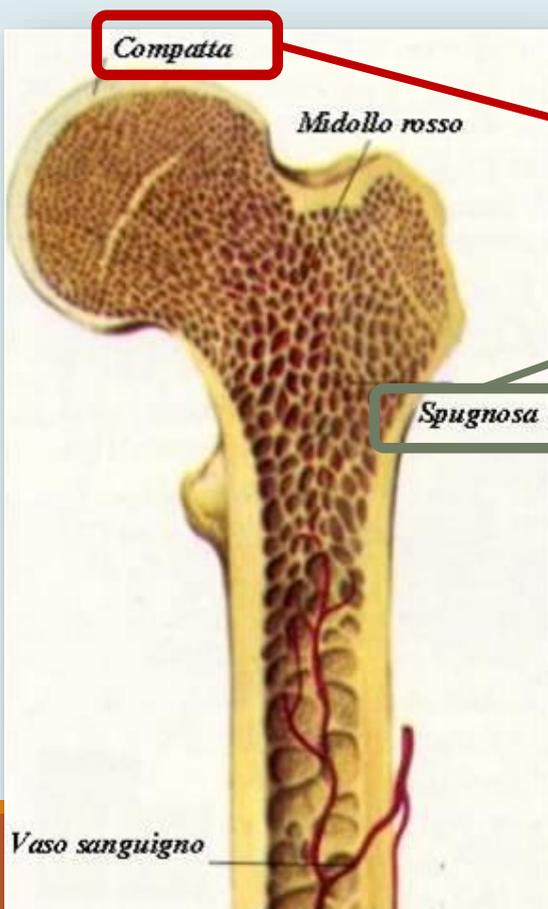


Ossificazione condrale di un osso lungo (schematizzata). Nelle epifisi ossificazione endcondrale e nella diafisi ossificazione pericondrile

Tessuto osseo:

Fibroso → immaturo, a fibre intrecciate e con poco minerale → embrione, neonati, metafisi, riparazione delle fratture. Una volta deposto, il tessuto fibroso viene riassorbito e rimpiazzato con tessuto osseo di tipo lamellare.

Lamellare → tessuto maturo e organizzato: strati di lamelle ossee (sostanza intercellulare) si alternano a strati di osteociti.

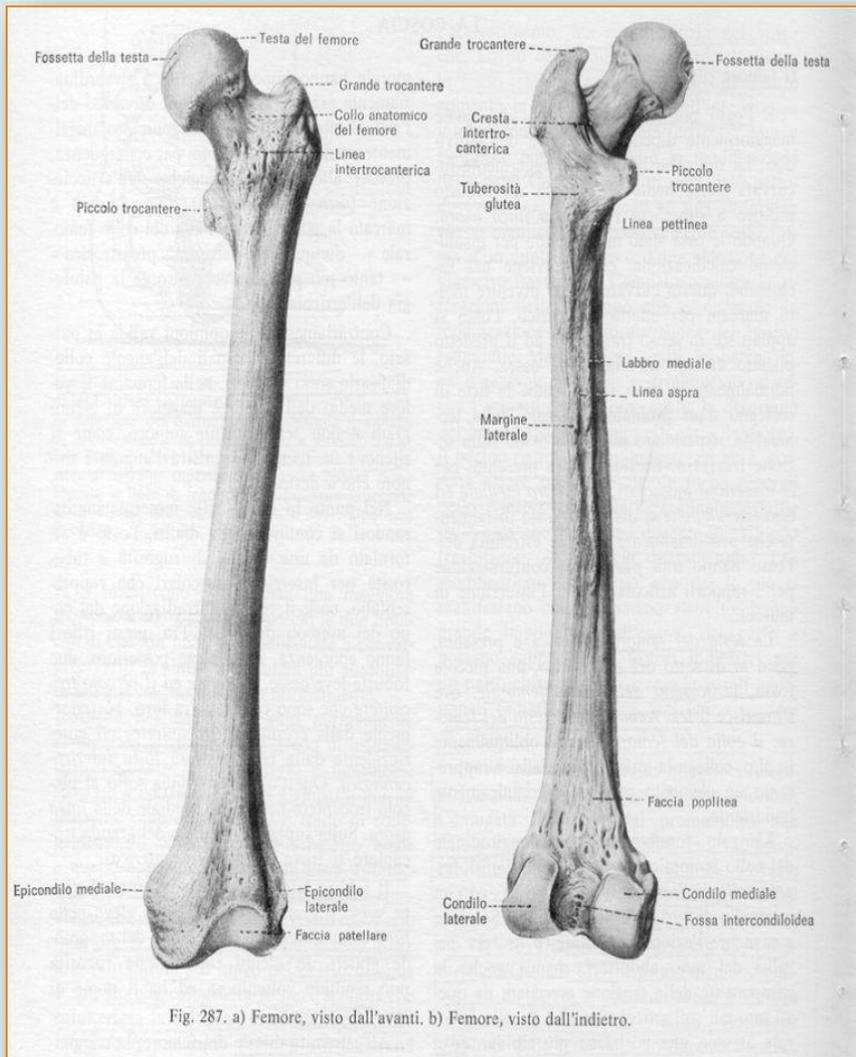


- sostanza **COMPATTA** → tessuto osseo denso e lamellare; riveste la superficie dell'osso;

- sostanza **SPUGNOSA** → tessuto trabecolare; parte centrale dell'osso; contiene il midollo.

PERIOSTIO: strato di tessuto fibroso altamente vascularizzato che riveste le ossa ma lascia libere le superfici articolari. Ha la funzione di nutrire l'osso e il midollo osseo attraverso i forami nutritizi e funzione osteogenica.

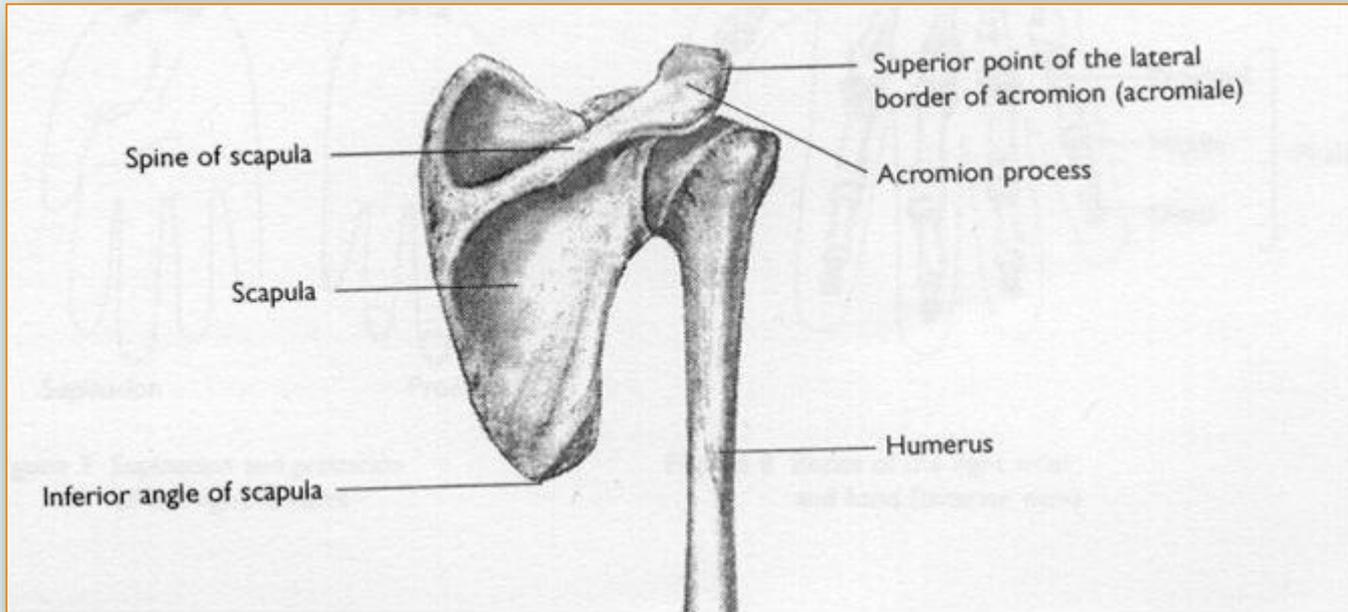
1. Ossa lunghe (lunghezza > di larghezza e spessore)



- **Diafisi:** compatta + canale midollare

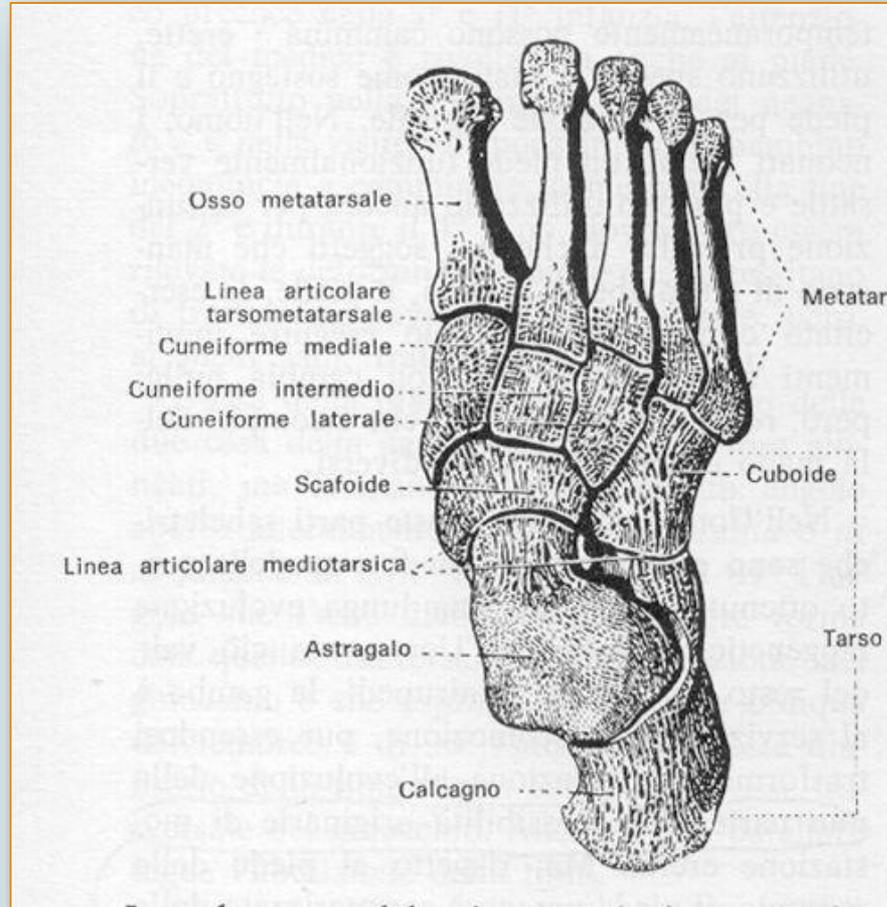
- **Epifisi:** spugnosa, superfici articolari, processi ed entèsi.

2. Ossa piatte o larghe (lunghezza = larghezza ed entrambi > dello spessore)

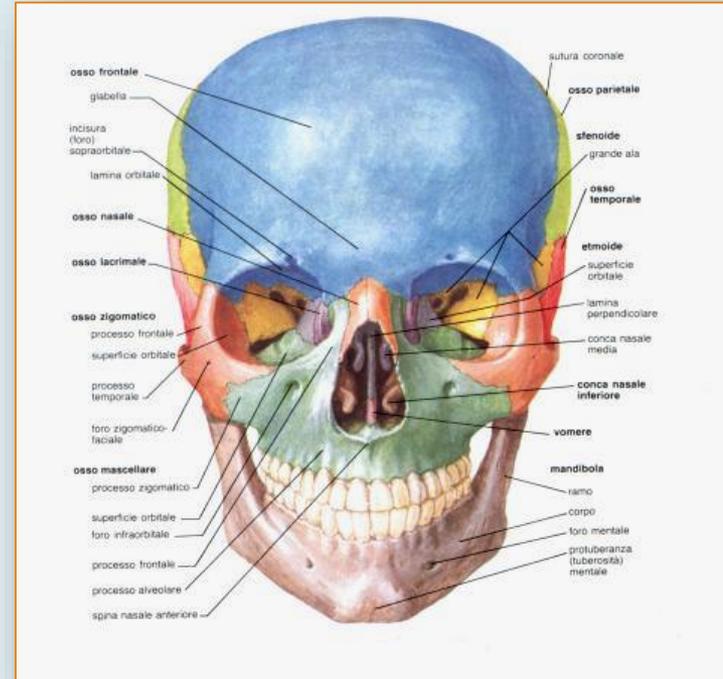
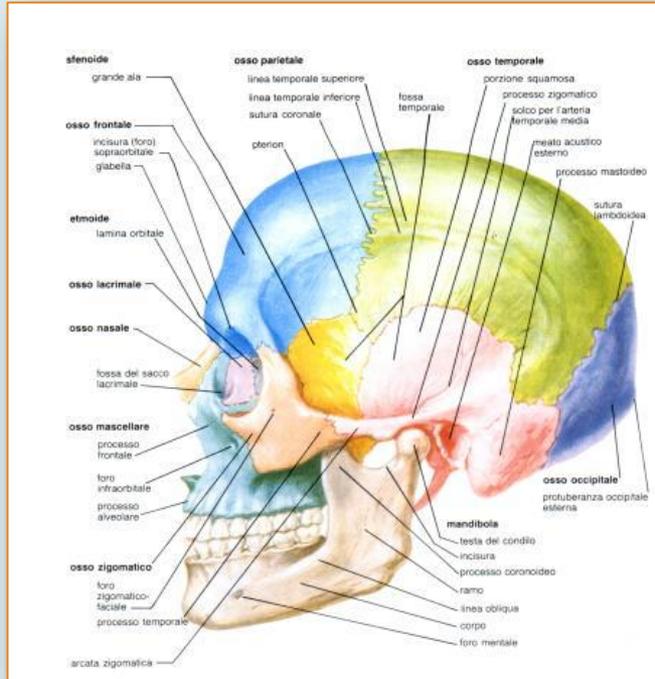


Cranio, tronco, bacino

3. Ossa corte o brevi (lunghezza=larghezza=spessore)



Scheletro assile: cranio



Neurocranio: parte superiore e posteriore costituita da **8 ossa**, quattro impari (frontale, etmoide, sfenoide, occipitale) e due pari (temporali e parietali).

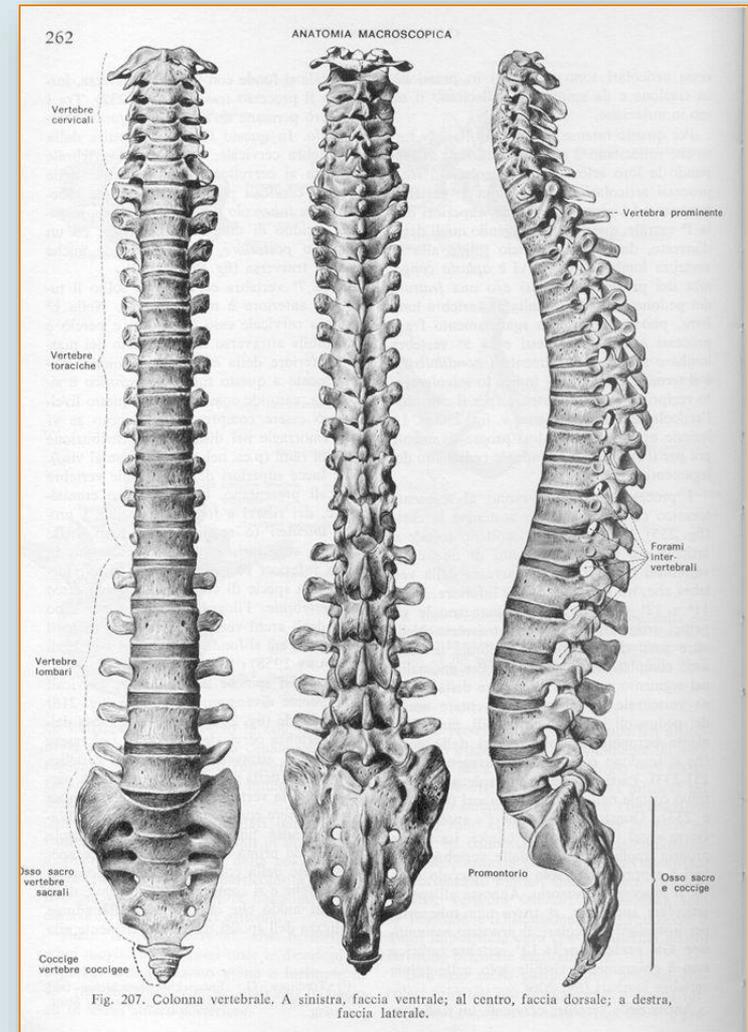
Splancnocranio: parte anteriore costituita da **15 ossa**, tre impari (mandibola, vomere e ioide) e sei pari (mascellari superiori, zigomatiche, lacrimali, cornetti inferiori, nasali, palatine).

Scheletro assile: colonna vertebrale + cassa toracica

COLONNA VERTEBRALE:

è l'asse di sostegno del corpo ed il mezzo di protezione del midollo spinale; è costituita da 33-34 vertebre di cui **7 cervicali**, **12 toraciche**, **5 lombari**, **5 sacrali** e **4-5 coccigee**.

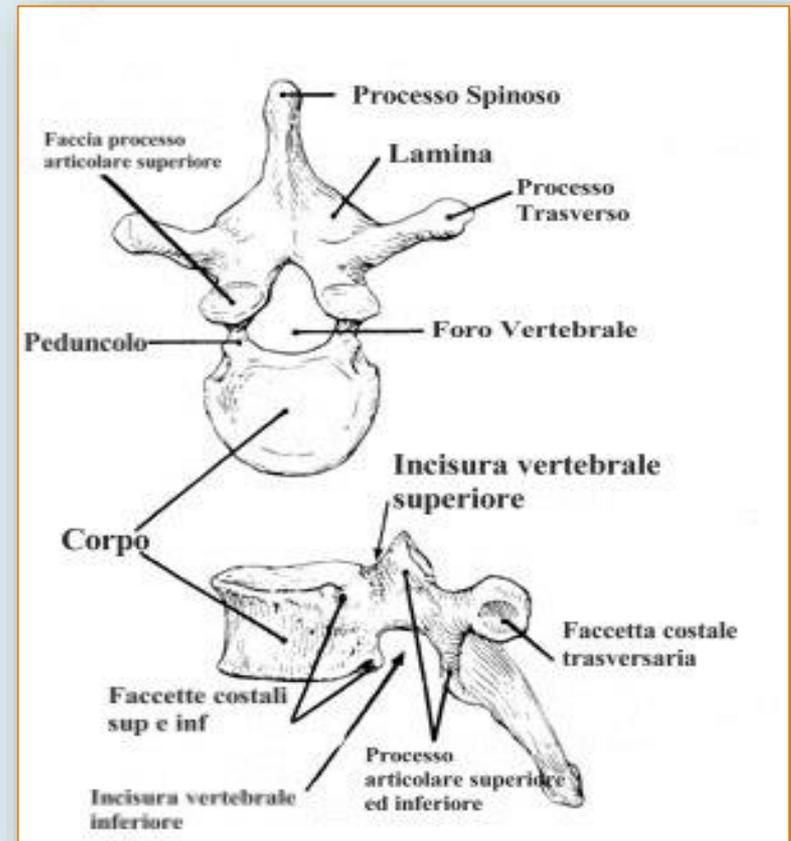
Essa presenta sul piano sagittale 4 curvature fisiologiche, 2 a concavità ventrale, dette **cifosi**, e 2 a concavità dorsale, dette **lordosi**, dall'alto al basso si susseguono una **lordosi cervicale**, una **cifosi dorsale**, una **lordosi lombare** ed una **cifosi sacro-coccigea**.



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.

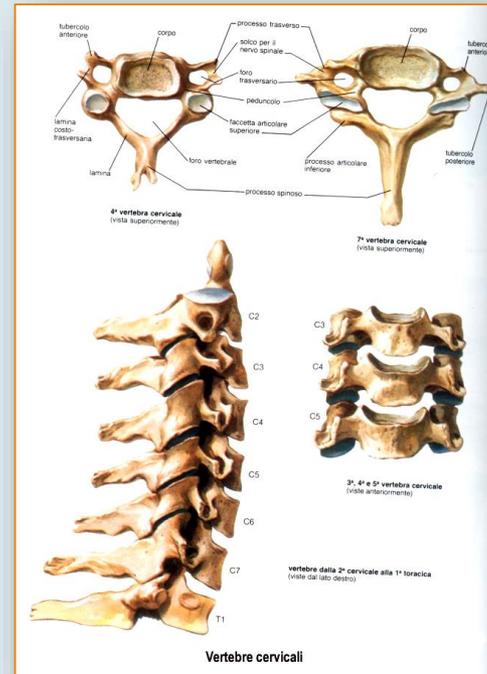
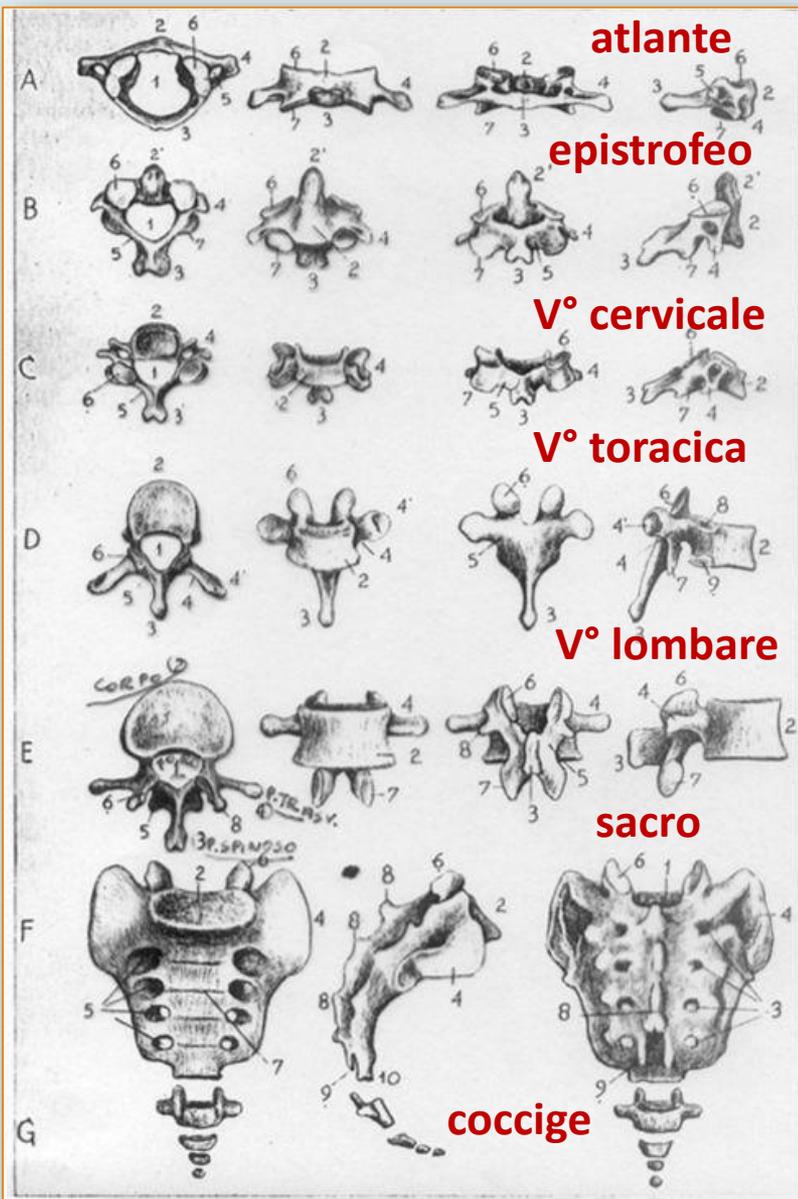
Fra i corpi delle vertebre sovrapposte si trova un disco intervertebrale di tessuto fibro-cartilagineo.



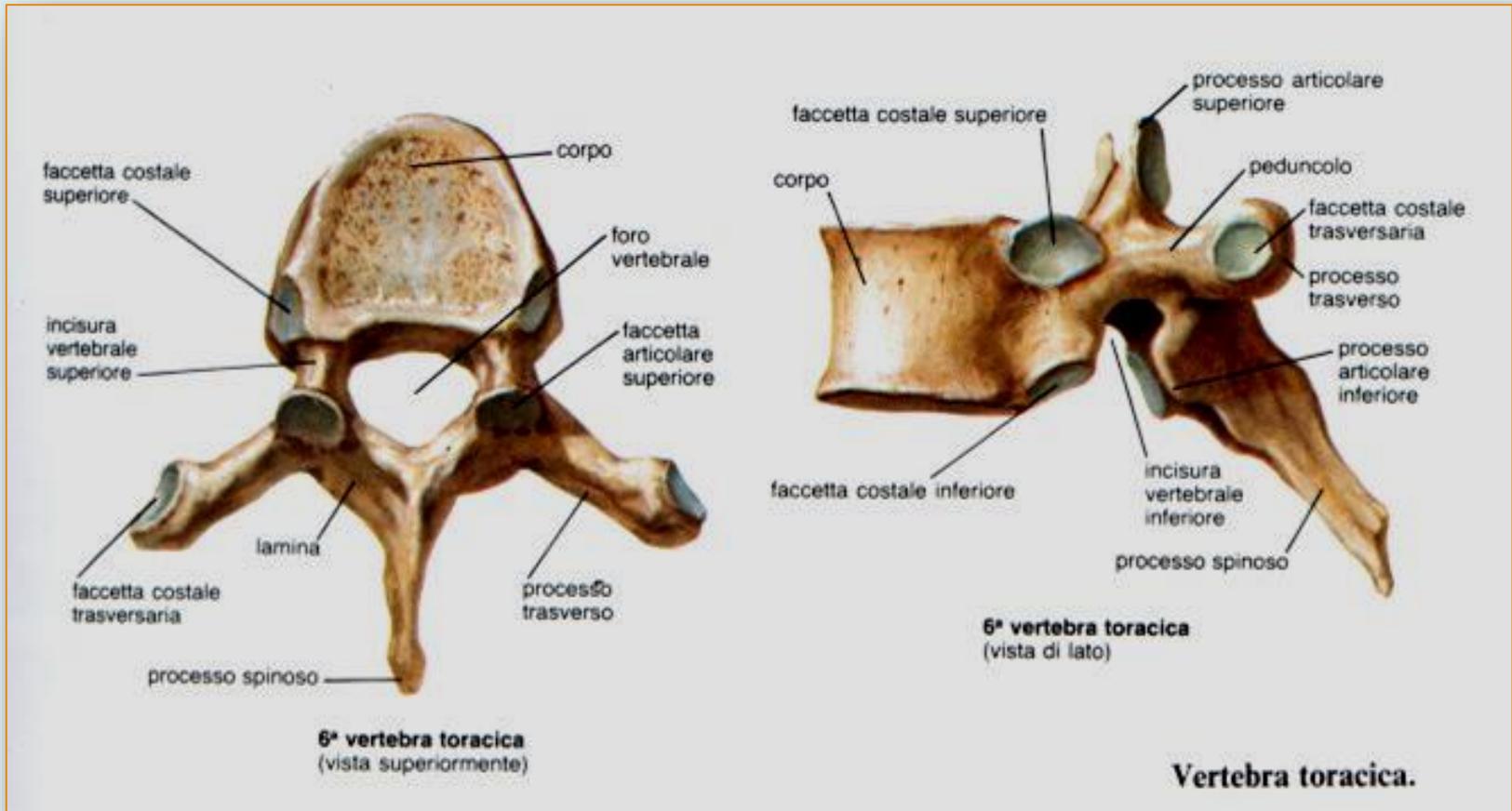
VERTEBRE CERVICALI:

minori dimensioni; processi trasversi delimitano il forame trasversario attraverso il quale passano l'arteria e la vena vertebrale ed il nervo vertebrale del simpatico; il processo spinoso è bifido;

Irregolari: **atlante, epistrofeo, C7**



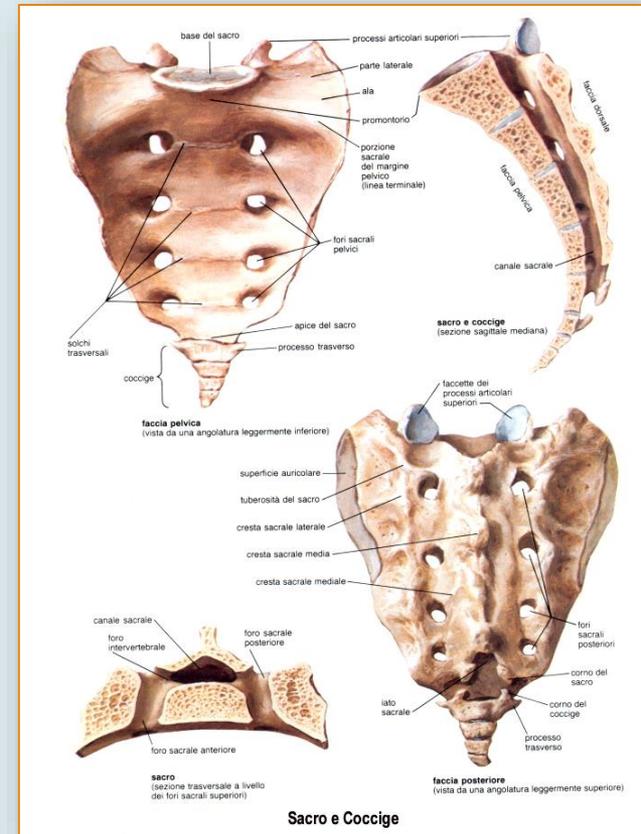
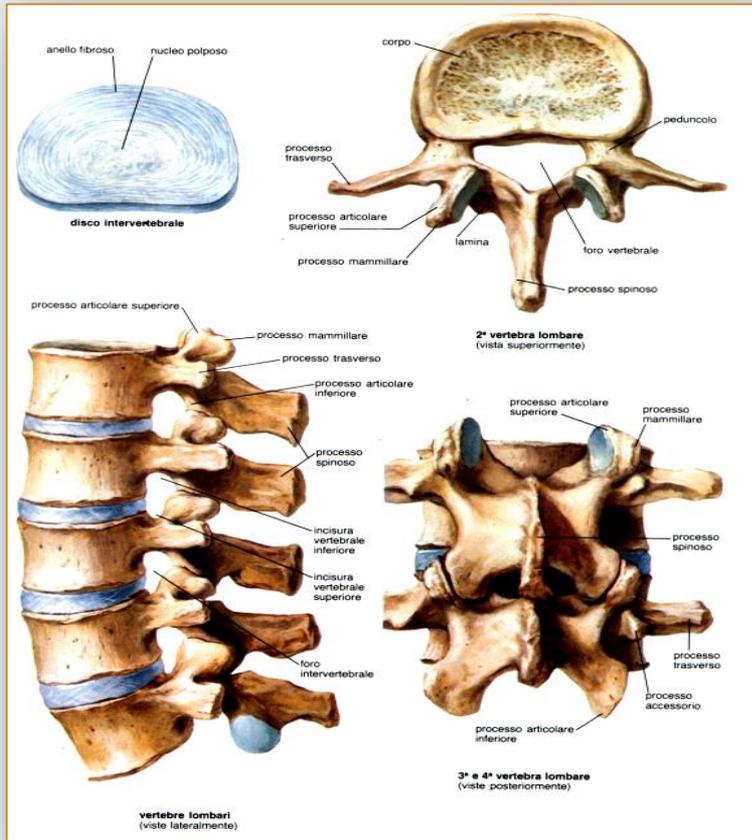
VERTEBRE TORACICHE (dorsali): caratterizzate dalla presenza, sui lati del corpo, di faccette articolari costali, due superiori e due inferiori, che insieme a quelle delle vertebre contigue servono alla formazione dell'articolazione con le coste. I processi spinosi sono lunghi e orientati verso il basso.



VERTEBRE LOMBARI: sono le più voluminose, hanno processi trasversi laminari e processi spinosi voluminosi e orizzontali.

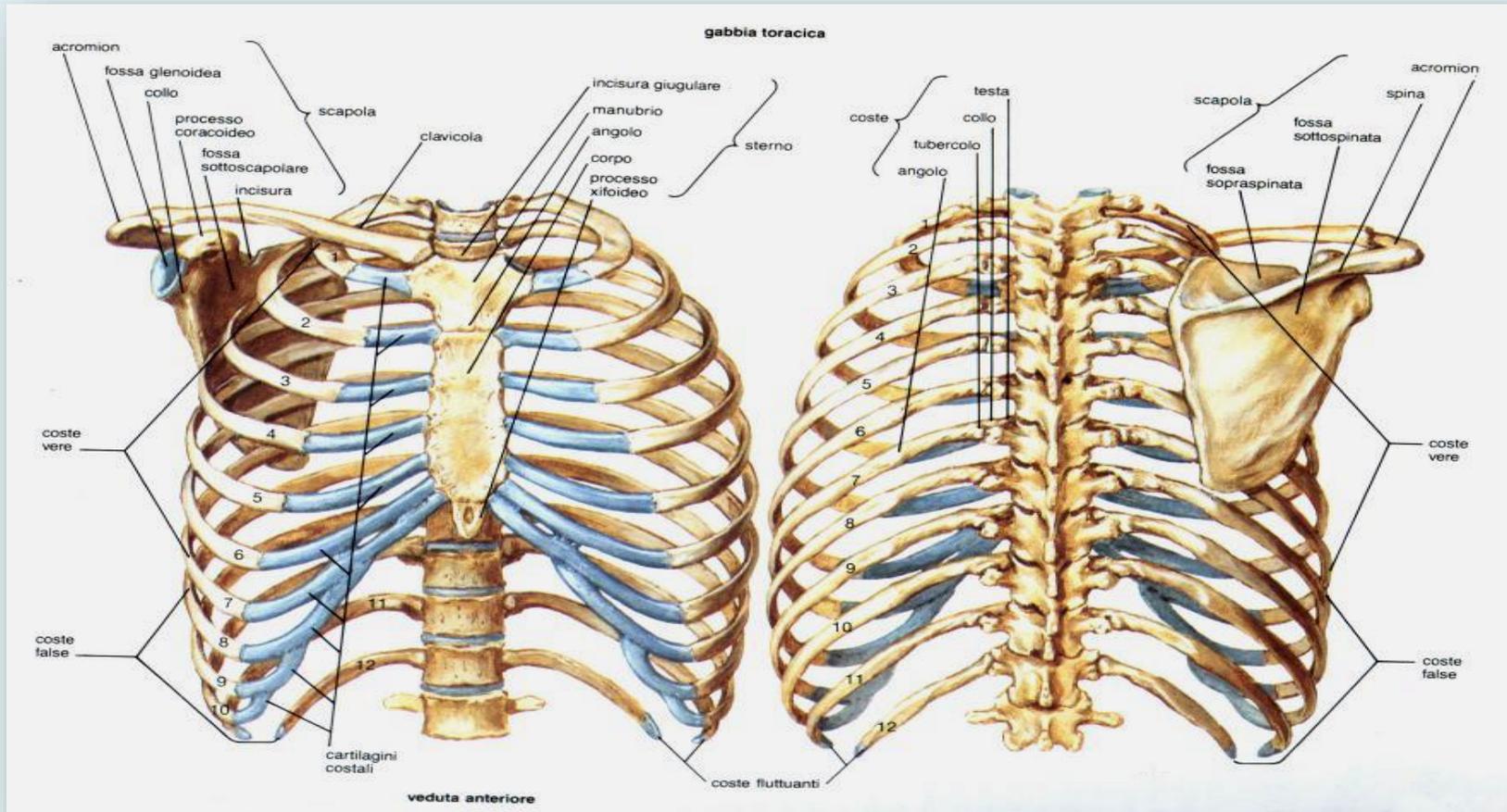
SACRO: 5 vertebre saldate; articolazione con ossa coxali (superficie auricolare).

COCCIGI: 4 vertebre rudimentali

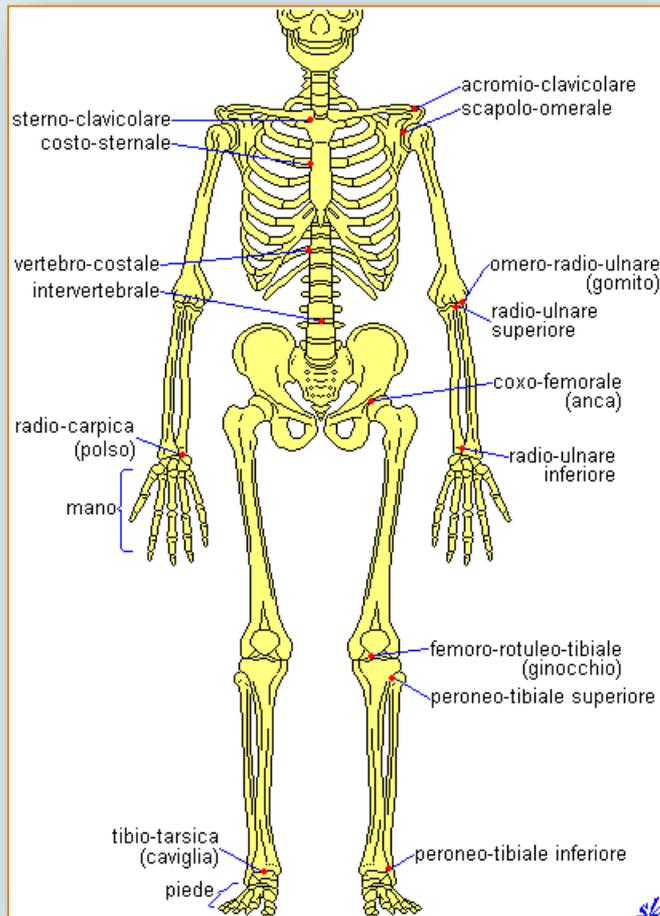


Gabbia toracica:

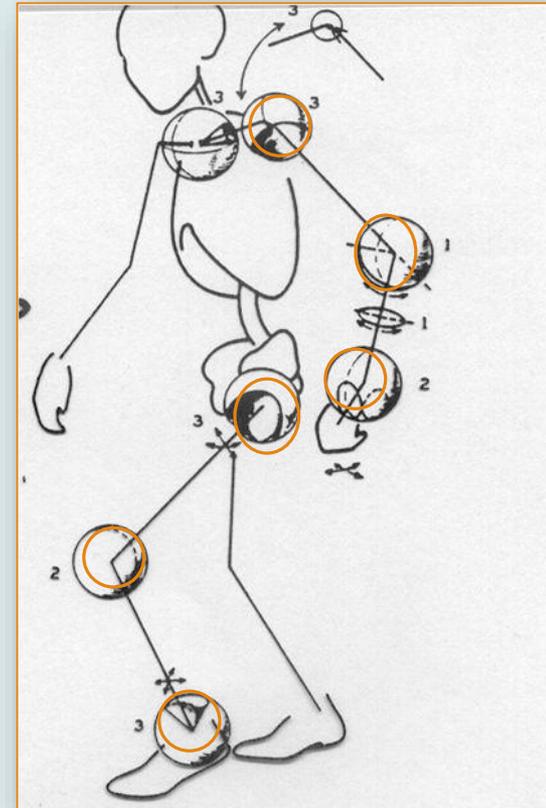
Vertebre toraciche + 12 paia di costole + sterno



Scheletro appendicolare: cinti + arti



Gradi di libertà delle articolazioni degli arti



Articolazioni



Sinartrosi
Sinfisi
Diartrosi

• Articolazioni immobili o sinartrosi:

legano strettamente i capi ossei, tanto da impedirne i movimenti. Queste si dividono in

1. sinostosi: il grado di movimento è nullo dal momento che uniscono le articolazioni tramite tessuto osseo (come nel cranio dell'adulto)
2. gonfosi: sono un tipo di articolazioni fibrose caratteristiche per la fissazione dei denti nelle proprie cavità alveolari. La fissazione avviene grazie al 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 o 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 (come le prime sterno-costali);
2. sinfisi: il grado di movimento è limitato, dal momento che sono tenute insieme da tessuto connettivo fibroso (come la sinfisi pubica).

Articolazioni mobili o diartrosi:

permettono un ampio range di movimento, in una o più direzioni dello spazio (ginocchio, spalla, dita...).

1. ARTRODIA: semplice scorrimento
2. TROCLEOARTROSI (ginglino angolare): flesso/estensione
3. TROCIDI (ginglino laterale/parallelo): pronazione e supinazione
4. ARTICOLAZIONE A SELLA: flessione, estensione, abduzione e adduzione (movimento relativo angolare)
5. CONDILARTROSI: flessione, estensione, adduzione, abduzione, circonduzione (movimento relativo angolare)
6. ENARTROSI: flessione, estensione, adduzione abduzione, circonduzione, intra ed extrarotazione (movimento relativo angolare + rotazione)

ARTRODIA. Movimenti permessi: semplice scorrimento. Le artrodie, che uniscono le ossa del carpo nella mano e del tarso nel piede, permettono soltanto Le diartrosi (articolazioni mobili) piccoli movimenti di scivolamento. Superfici ossee piatte si limitano a scorrere l'una sopra l'altra per consentire minimi movimenti.

TROCLEOARTROSI (ginglino angolare). Movimenti permessi: flesso/estensione. Le superfici articolari che si affrontano, hanno Le diartrosi (articolazioni mobili) forma di segmento di cilindro, di cui uno, a gola concava (troclea) si inserisce nella faccia convessa dell'altro.

TROCOIDI (ginglino laterale/parallelo). Movimenti permessi: pronazione e supinazione. Le due superfici articolari, hanno forma di Le diartrosi (articolazioni mobili) segmento di cilindro, di cui uno, a gola concava (troclea), si inserisce nella faccia convessa dell'altro. Gli assi dei cilindri sono paralleli. E' un articolazione uniassiale.

ARTICOLAZIONE A SELLA. Movimenti permessi: flessione, estensione, abduzione e adduzione. Ognuna delle due superfici ha una curvatura concava e una convessa. Esempi: carpo-metacarpo del pollice, sterno-clavicola.

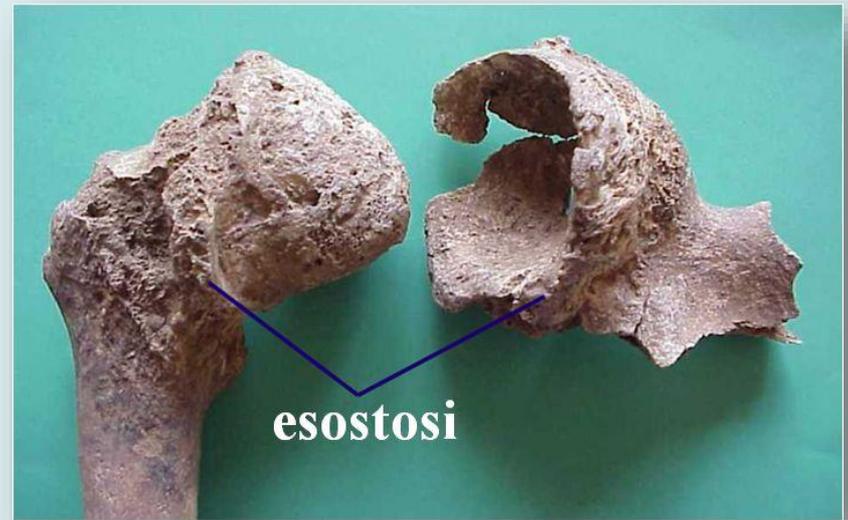
CONDILARTROSI. Sono articolazioni costituite da due superfici elissoidali, di cui una piena (condilo) e l'altra convessa (cavità condiloidea). Movimenti permessi: flessione estensione, adduzione abduzione, circonduzione.

ENARTROSI. Sono articolazioni costituite da un capo articolare simile ad una sfera piena (testa) ospitato in una cavità articolare a forma di sfera cava. I movimenti si effettuano lungo tutti e tre gli assi (sagittale, trasverso e verticale). Sono le articolazioni più mobili del corpo umano. Movimenti permessi: flessione estensione, adduzione abduzione, circonduzione, intra ed extrarotazione.

ARTROSI :

processo degenerativo legato ad invecchiamento, attività lavorative, patologie.

Le articolazioni perdono la loro plasticità e possono subire lesioni regressive.



ANCHILOSI: processo degenerativo che avviene su di una articolazione precedentemente funzionante in seguito a processi morbosi; causa la fusione parziale o totale tra capi articolari contigui.



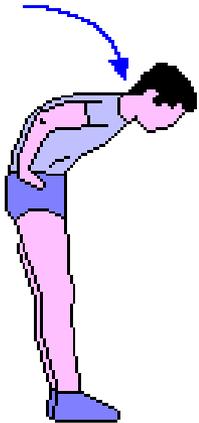
MOVIMENTI

FLESSIONE: lungo il piano sagittale diretto verso un piano anteriore

ESTENSIONE: lungo il piano sagittale diretto verso un piano posteriore

tronco

flessione



estensione



arti

flessione

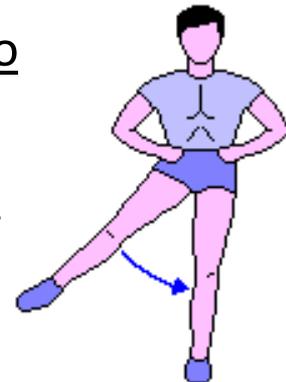
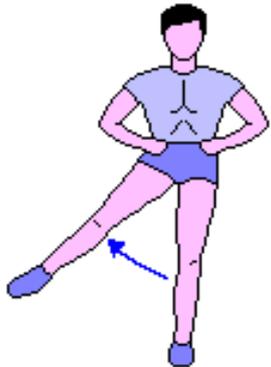


estensione

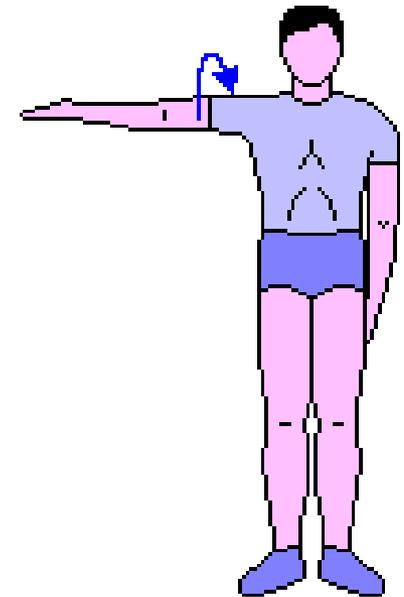


ABDUZIONE movimento di allontanamento lungo il piano frontale rispetto all'asse di simmetria

ADDUZIONE movimento di avvicinamento al piano di simmetria che avviene lungo il piano frontale

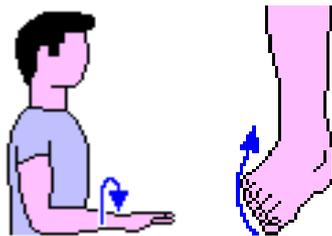


ROTAZIONE: movimento di una parte del corpo attorno al proprio asse

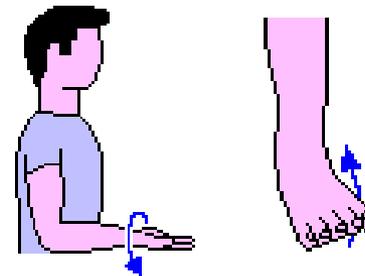


CIRCOMDUZIONE: movimento circolare complesso che si svolge secondo piani diversi in genere derivante dalla somma di taluni o di tutti gli altri movimenti fin qui definiti

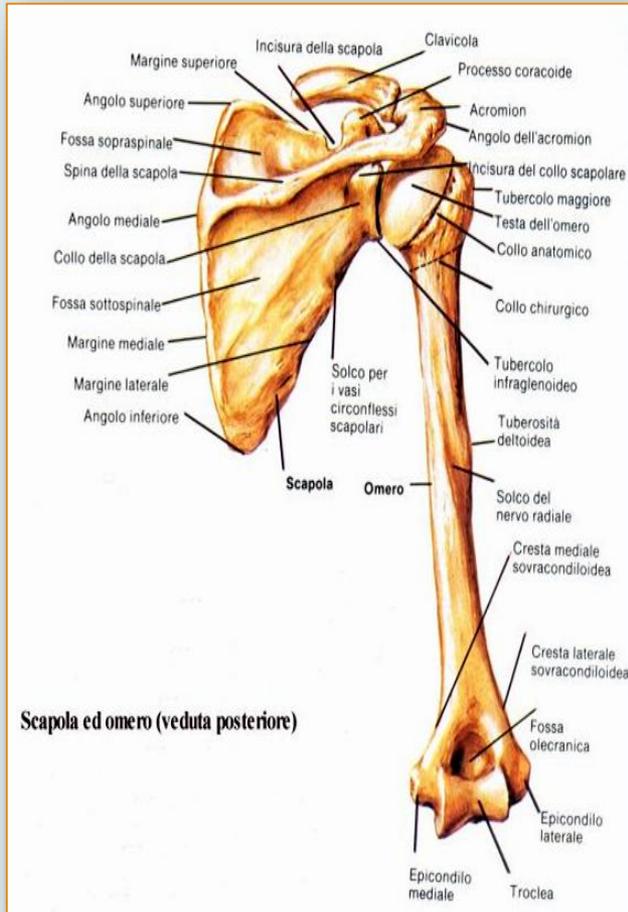
PRONAZIONE



SUPINAZIONE



OSSA ARTO SUPERIORE: cinto scapolare + ossa del braccio (omero), dell'avambraccio (radio e ulna) e della mano

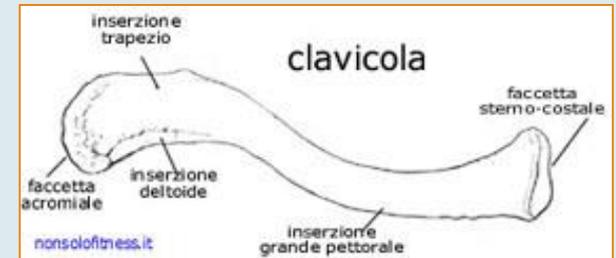
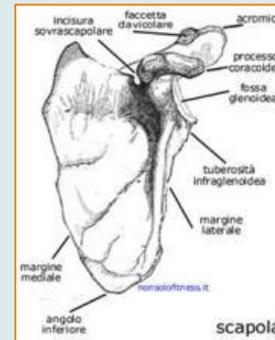


Cinto scapolare: clavicola + scapola

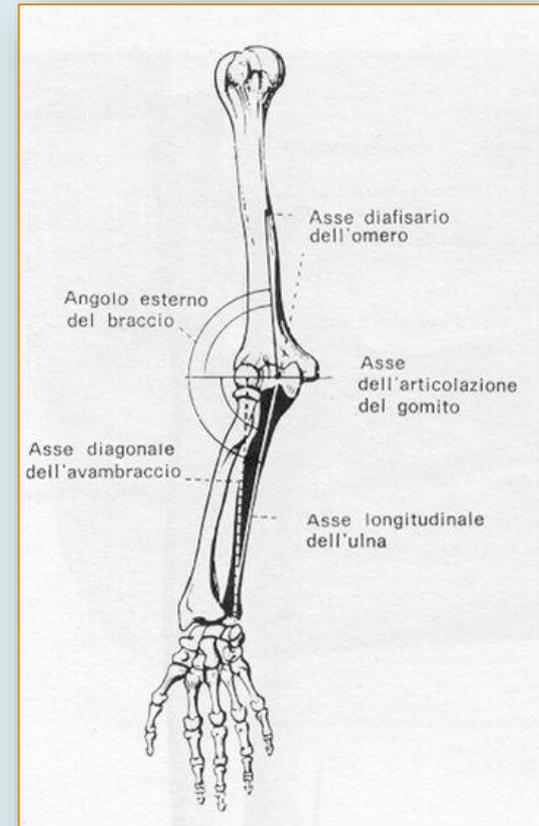
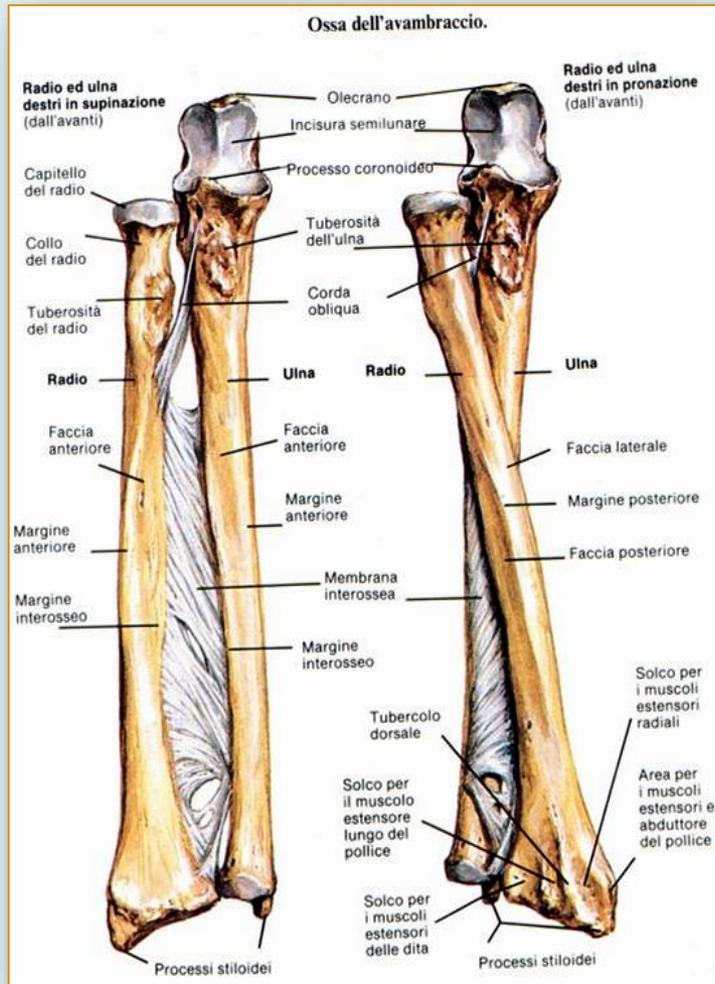


Si articolano con l'omero in corrispondenza dell'**articolazione gleno-omeroale (spalla)**

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



AVAMBRACCIO: radio (mediale) + ulna (laterale).



Articolazione trocleare → MOVIMENTI ANGOLARI

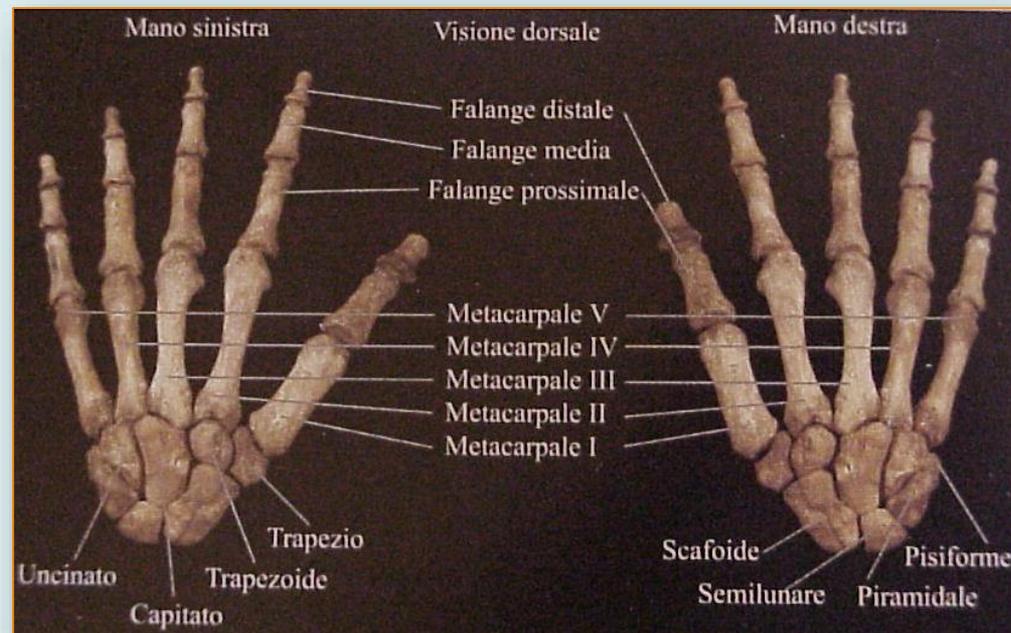
- flessione/estensione
- pronazione/supinazione

OSSA DELLE MANI:

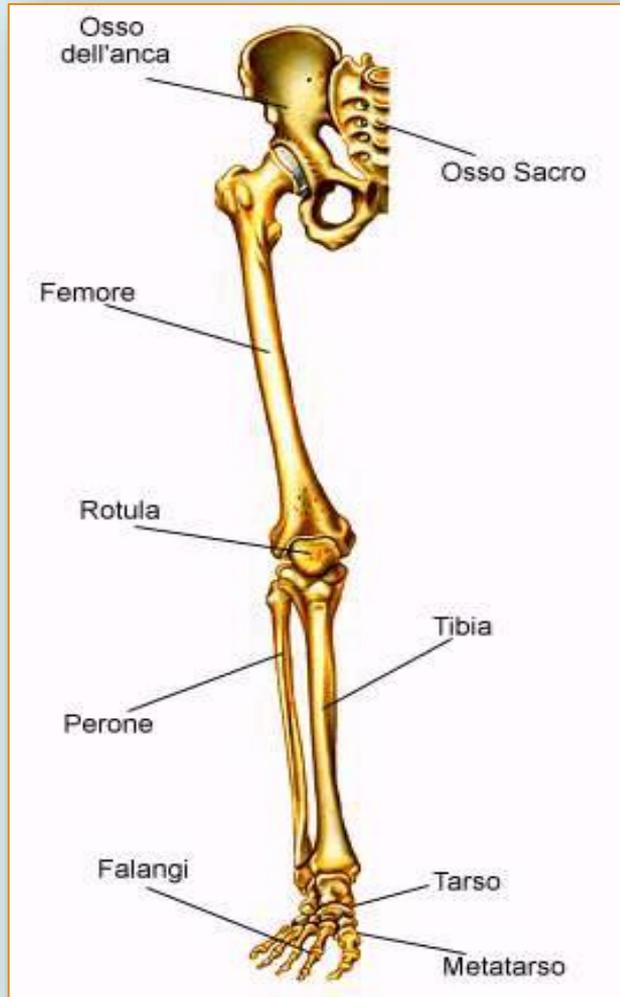
carpo: 8 ossa brevi disposte in serie trasversali di quattro ossa ciascuna;

metacarpo: 5 ossa lunghe che partono dal carpo e vanno a formare, divergendo, la base delle cinque dita (il palmo della mano);

falangi: ossa delle dita; si distinguono in prossimali, medie e distali; sono ossa lunghe. Il pollice si compone di solo 2 falangi.



OSSA DELL'ARTO INFERIORE: cinto pelvico + ossa della coscia (femore), della gamba (rotula, tibia, perone) e del piede.



Cinto pelvico: 2 coxali (destro e sinistro) + sacro + coccige → bacino



Sostiene il peso di tronco e colonna vertebrale e si articola con i femori mediante l'**articolazione coxo-femorale (anca)**

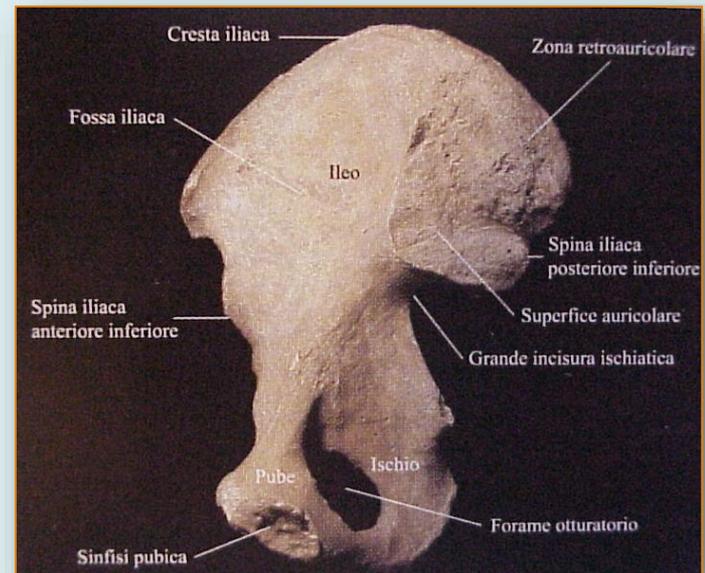
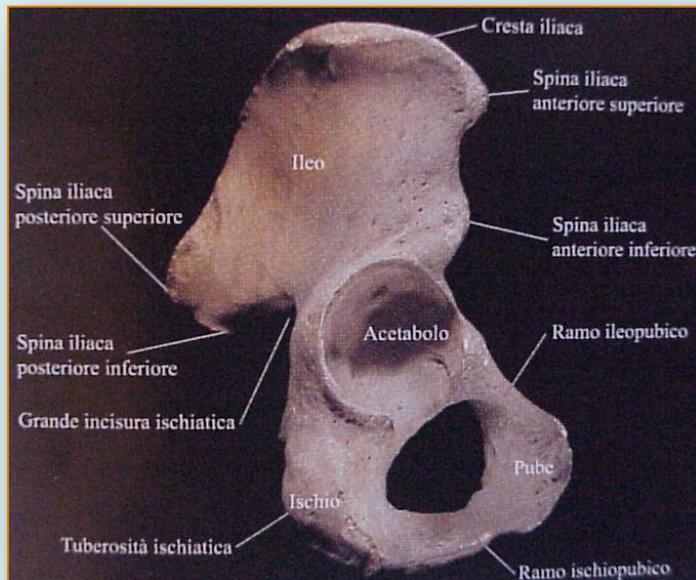


Enartrosi: flessione/estensione, abduzione/adduzione, rotazione

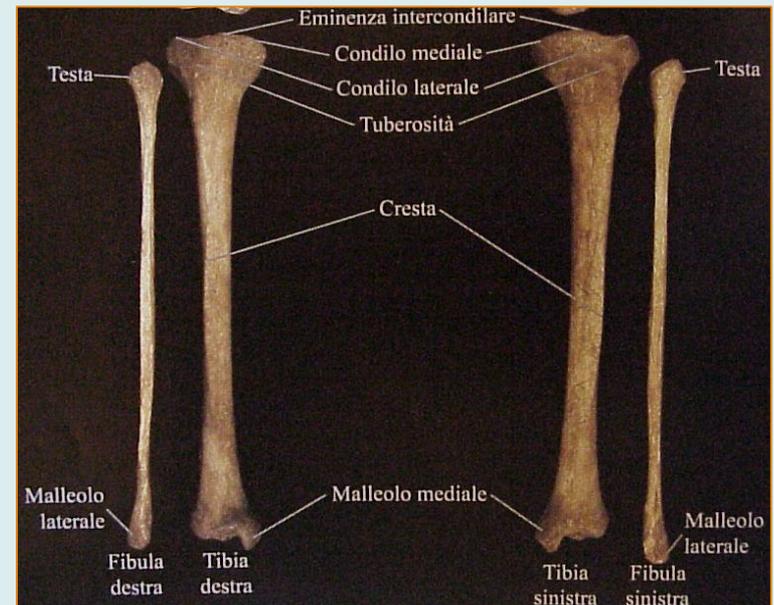
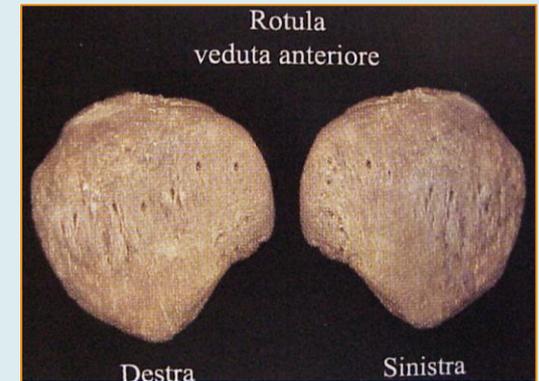
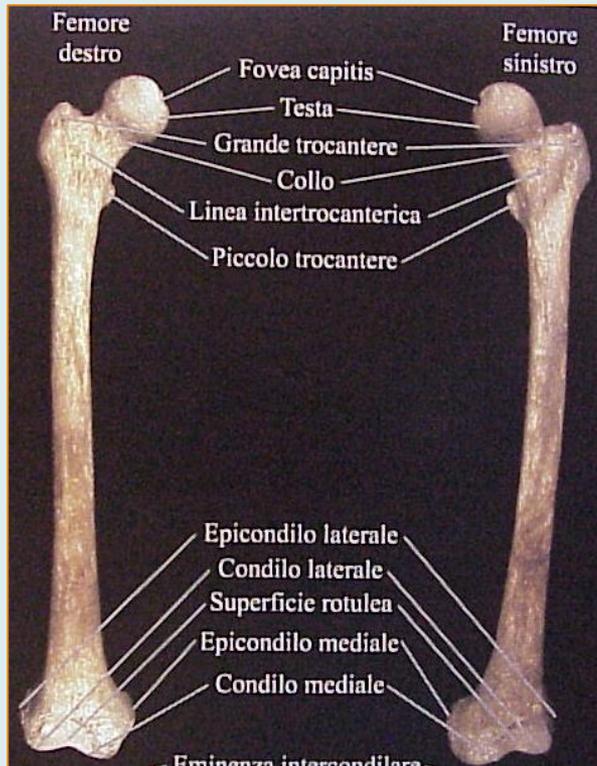
OSSO COXALE (ILIACO, INNOMINATO): deriva dalla fusione di tre ossa piatte distinte - **ileo, pube, ischio** - che si uniscono al centro dell'acetabolo (grande cavità articolare nella faccia esterna dell'osso).

Sopra l'acetabolo vi è l'**ala iliaca**; sotto il **forame otturato**.

La faccia interna è percorsa dalla **linea arcuata**, e presenta un'ampia superficie concava (**fossa iliaca**); alla sua estremità dorsale vi è la **superficie auricolare** per l'articolazione con il sacro, e la **tuberosità iliaca**.



ARTO INFERIORE: coscia (**femore**) + ginocchio (**rotula**) + gamba (**tibia**, **perone**)



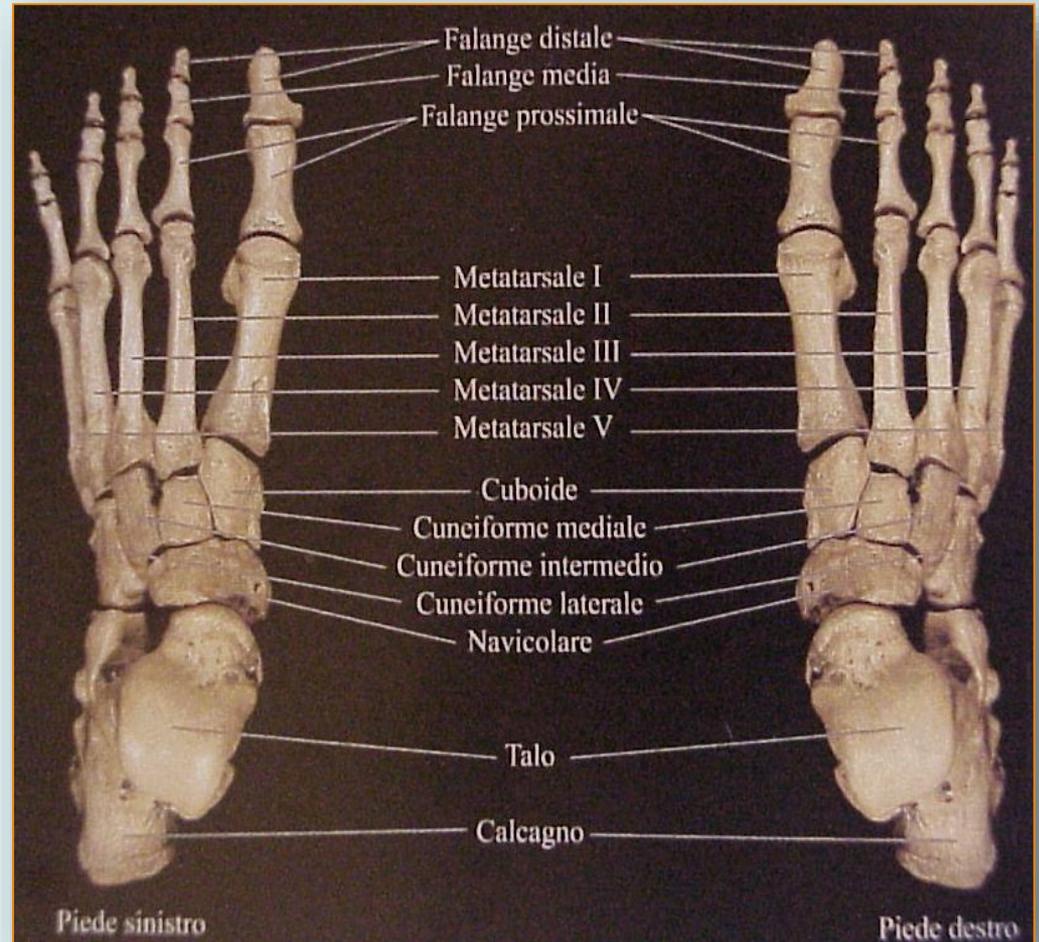
Articolazione trocleare:
flessione/estensione, rotazione

Ossa dei piedi:

tarso: 7 ossa brevi

metatarso: 5 ossa lunghe che partono dal carpo e vanno a formare, divergendo, la base delle cinque dita (pianta del piede)

falangi: ossa delle dita e si distinguono in prossimali, medie e distali, ossa lunghe. Il pollice si compone di solo due falangi.



La biomeccanica

è la scienza che si occupa dello studio del movimento della macchina uomo (Stecchi, 2004)

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

corpo umano



Lavoro= forza x spostamento

Forza= massa x accelerazione

CAUSE DEL MOVIMENTO DEL CORPO

1. FORZE ESTERNE (peso, gravità, etc.)
2. FORZE INTERNE (muscoli)

Forze esterne: forza peso e gravità

La forza peso è il principale STRESS a cui la struttura corporea umana è costantemente sottoposta.

Per la 2^a legge della dinamica: **$F = m \times a$**

(Forza peso = massa corporea x accelerazione di gravità)



Posture non in accordo con quelle fisiologiche si tradurranno in patologia o disturbo a causa dell'azione della forza peso secondo angoli non fisiologici

Forze Interne: le leve e muscoli

Sistema in equilibrio

$$R * br = P * bp$$

R= resistenza

P= potenza

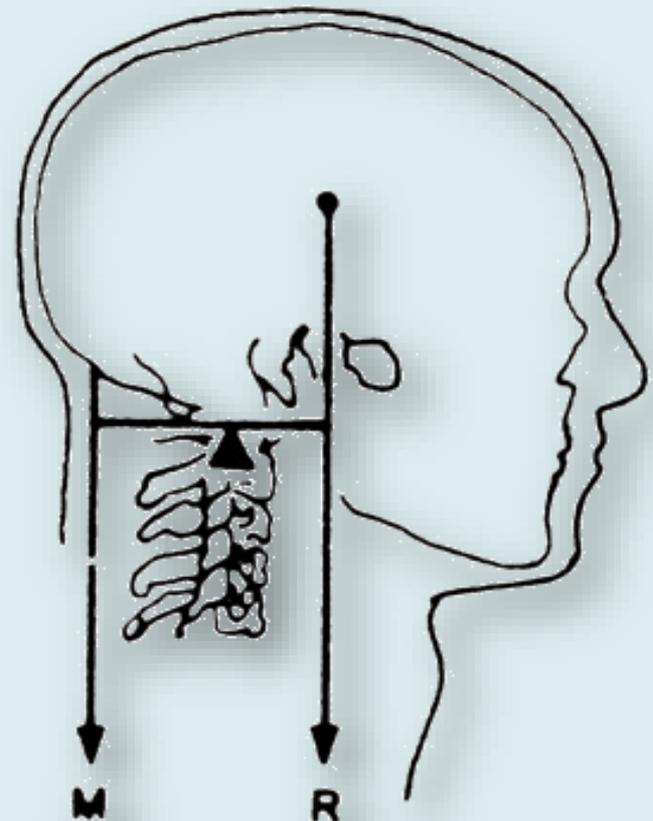
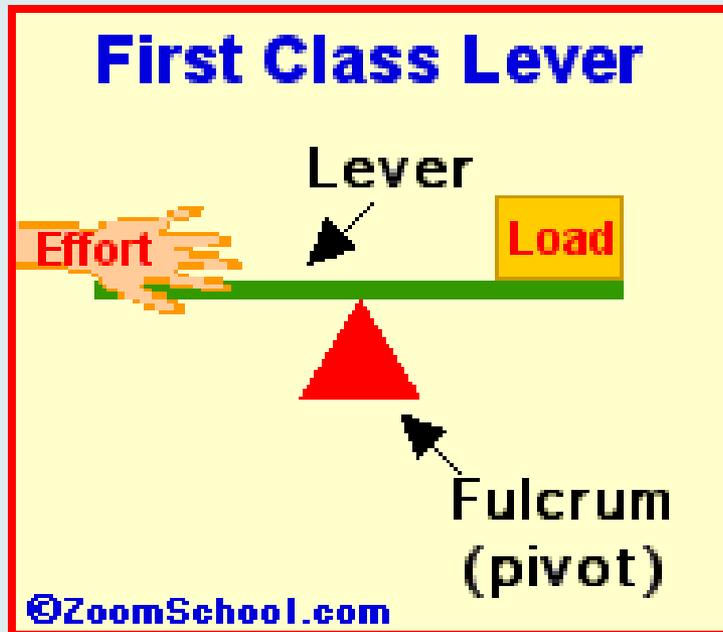
br= braccio della resistenza

bp= braccio della potenza

Leva di 1° genere (inter-fulcrata):

il fulcro (F) è in una posizione compresa tra P e R.

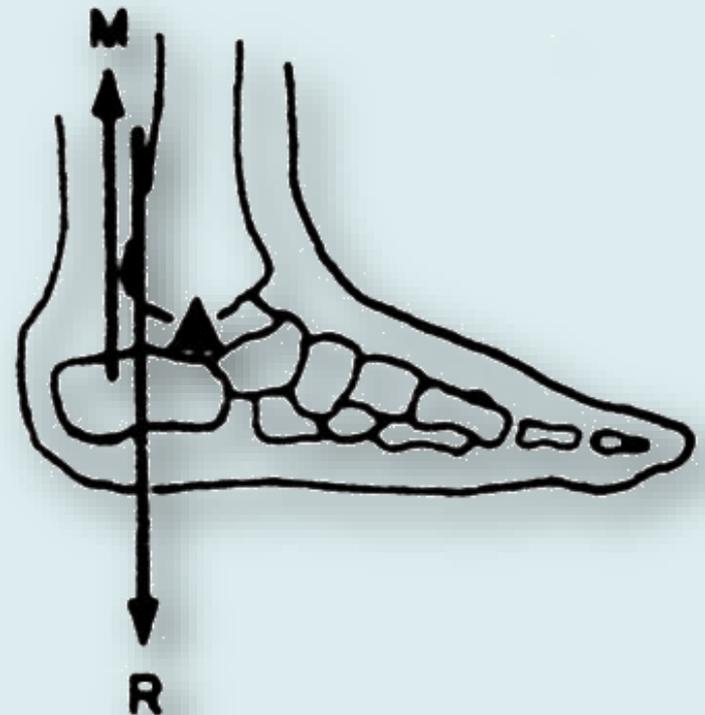
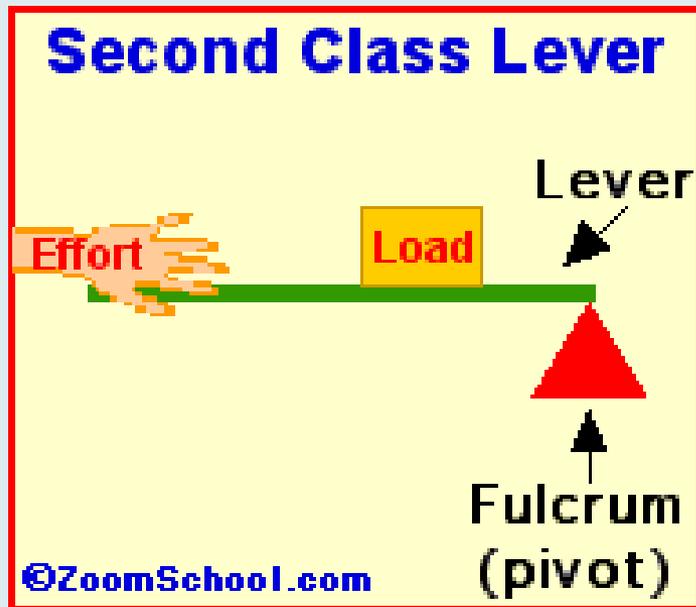
La leva di primo genere può essere vantaggiosa ($bp > br$), svantaggiosa ($bp < br$) o indifferente ($bp = br$).



Leva di 2° genere (inter-resistente):

La resistenza R è localizzata tra potenza P e fulcro.

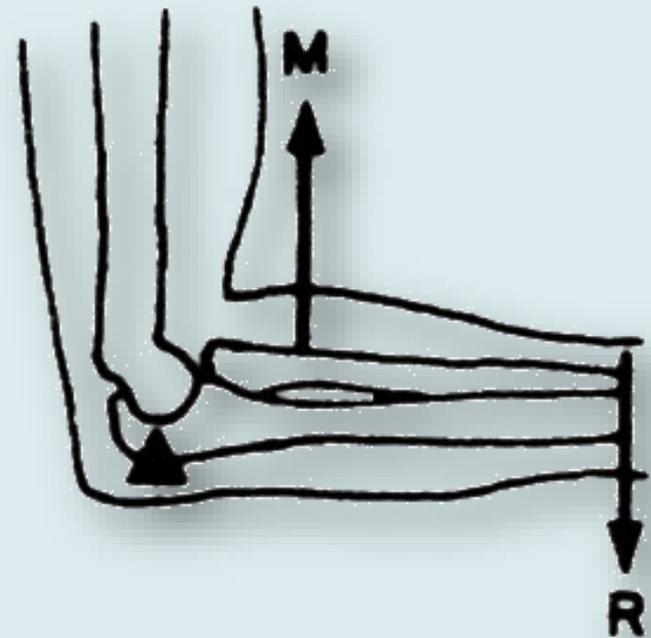
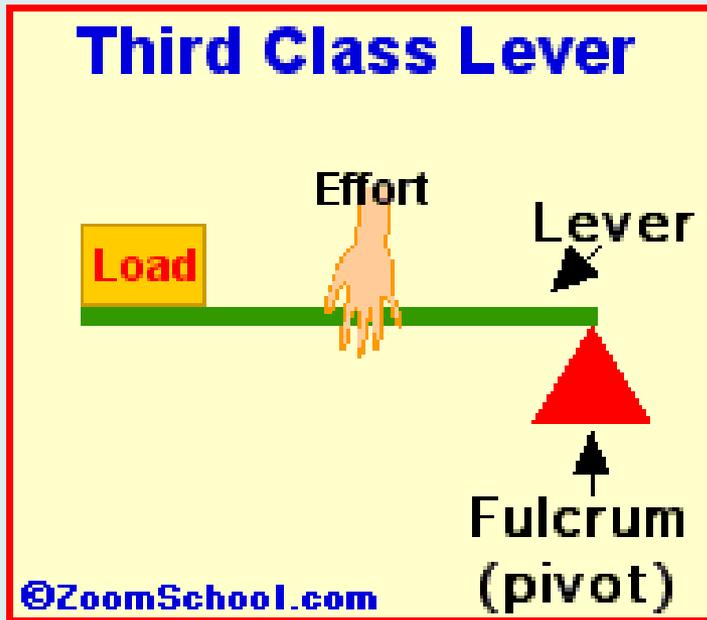
Quando il fulcro (F) è più vicino alla resistenza (R) che alla potenza (forza motrice, P) la leva è sempre vantaggiosa (scarso impiego muscolare, efficace spostamento del corpo).



Leva di 3° genere (inter-potente):

La potenza P è localizzata tra resistenza R e fulcro.

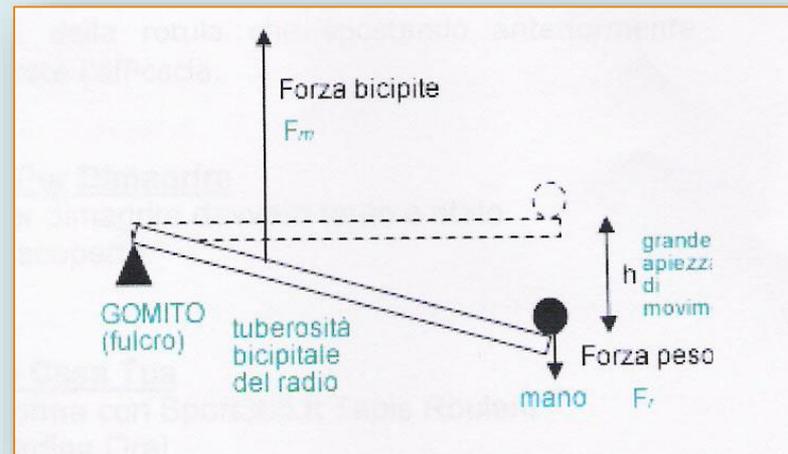
Se il fulcro (F) è più vicino alla potenza (forza motrice, P) che alla resistenza (R) la leva è svantaggiosa (grosso impiego muscolare ma scarso spostamento del corpo).



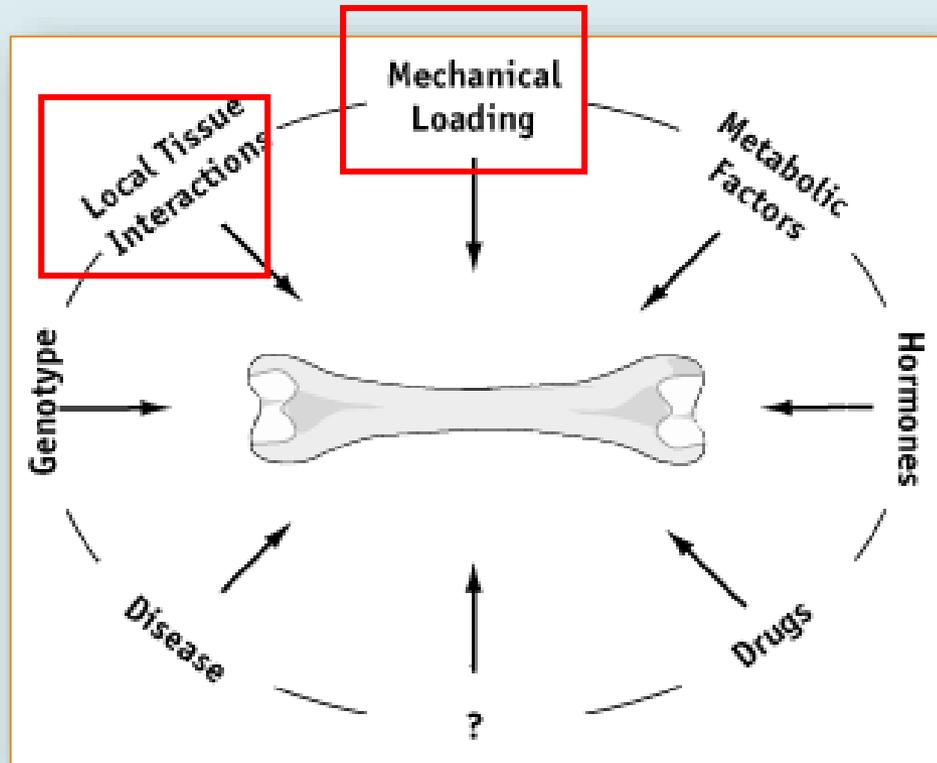
Le leve e il movimento del corpo umano

- Leve: ossa
- Potenza (forza motrice): muscoli
- Resistenza: forza peso, muscoli antagonisti ecc.
- Fulcro: articolazione
- Braccio potenza: punto in cui è inserito il muscolo sull'osso
- Braccio resistenza: punto in cui si trova la resistenza da vincere

Movimento del braccio (3° genere: svantaggiosa)



Morfogenesi dell'osso



Tessuto osseo: 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 **ATTIVITA'** presuppongono movimenti del corpo o di sue parti, che producono **sollecitazioni meccaniche** sullo scheletro → importante fattore morfogenetico dello scheletro nel corso dello sviluppo ontogenetico

Sollecitazioni meccaniche legate ad attività:

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!!

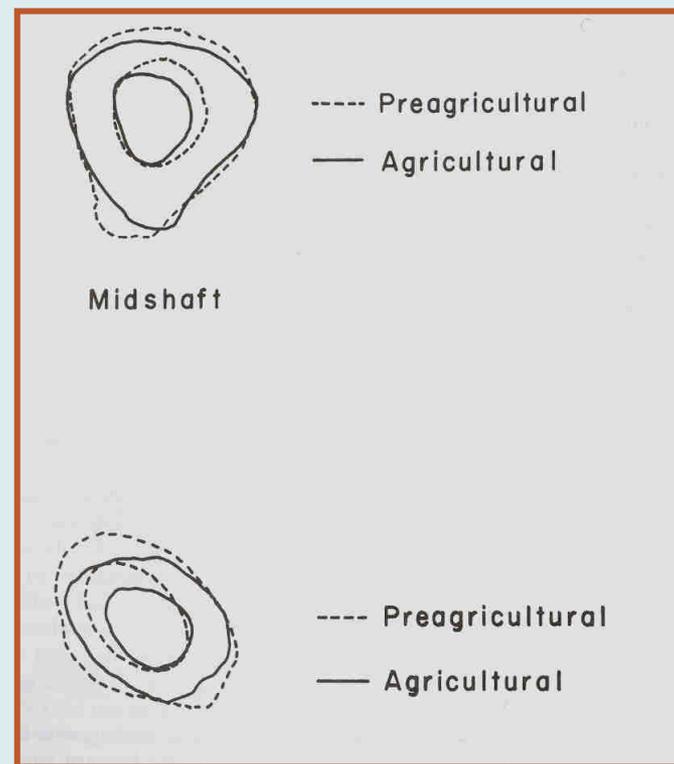


MARCATORI SCHELETRICI DI STRESS FUNZIONALE o OCCUPAZIONALE (MOS, Kennedy 1989):

modificazioni scheletriche legate all'attività fisica e lavorativa compiuta da un individuo in vita:



1. MARCATORI METRICI → le dimensioni delle ossa variano in relazione al carico meccanico cui l'osso è sottoposto → **MISURE, INDICI, ANGOLI**



2. **MSM (Muscle-skeletal Stress Markers, Hawkey & Merbs 1995; Enthesial changes, Jurmain & Villotte, 2010)** → alterazioni presso i siti di inserzione di muscoli, tendini e legamenti (**entèsi**), legate all'utilizzo più o meno consistente e prolungato di precisi muscoli e complessi funzionali durante lo svolgimento delle abituali attività.



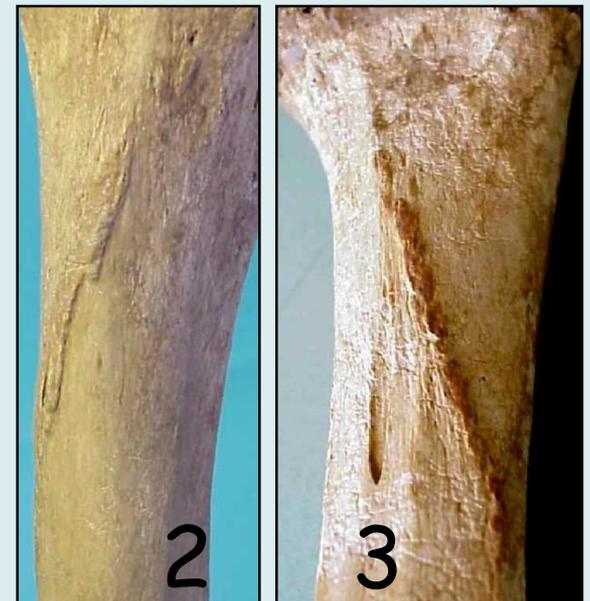
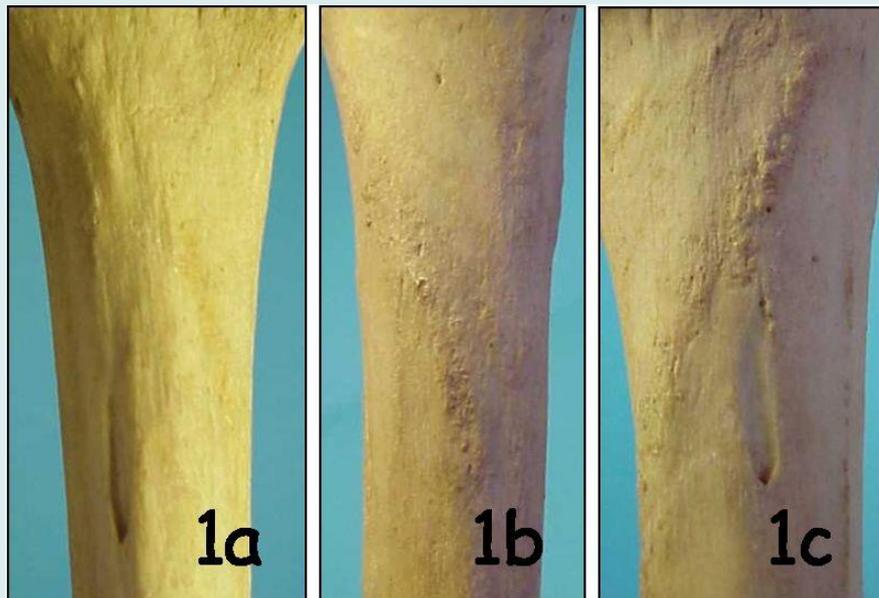
MSM o ENTHEsIAL CHANGES: Metodo Mariotti *et al.* Coll. Anthrop. 2004 e 2007 → distinzione tra:

1. **ROBUSTEZZA**: entèsi nell'ambito della normalità = risposte di tipo fisiologico alle sollecitazioni meccaniche di tipo micro-traumatico.

3 gradi: 1 - sviluppo da molto basso a medio (con 3 sotto-livelli)

2 - sviluppo alto

3 - sviluppo molto alto

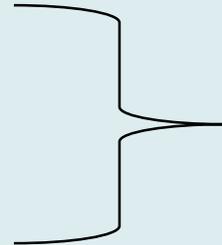


2. ENTESOPATIE: risposta “patologica” dell’osso alle sollecitazioni.

2 forme:

EF = proliferativa, entesofiti

OL = osteolitica, erosiva, pitting



4 gradi:

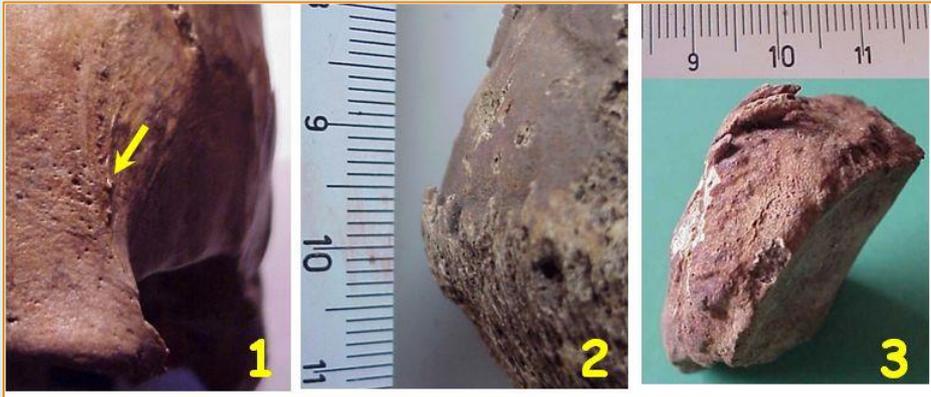
0 = assente

1 = lieve (< 1mm)

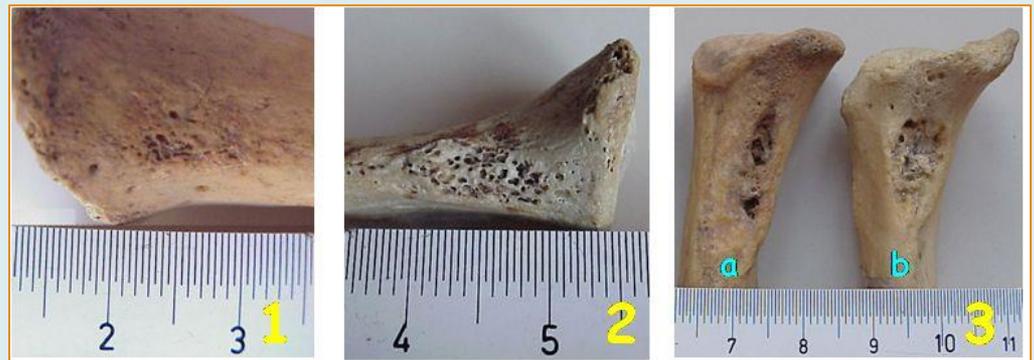
2 = medio (1 – 4 mm)

3 = evidente (> 4 mm)

nr = non rilevabile

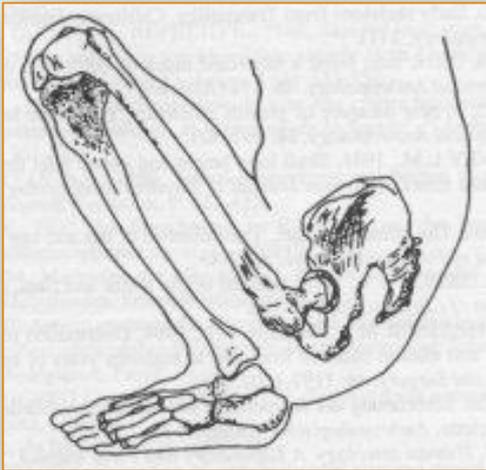


EF = entesofitosi



OL = osteolisi

3. MODIFICAZIONI ARTICOLARI (STRESS POSTURALI) → alterazioni presso le articolazioni tra ossa contigue legate al compimento di precisi movimenti, al mantenimento di determinate posture e allo scarico di pesi e forze lungo le articolazioni maggiori del corpo in vita.



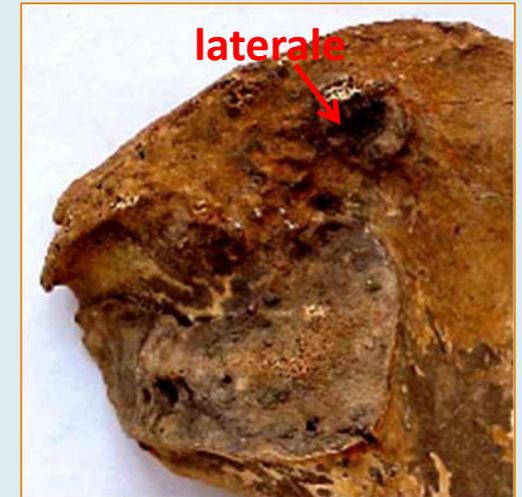
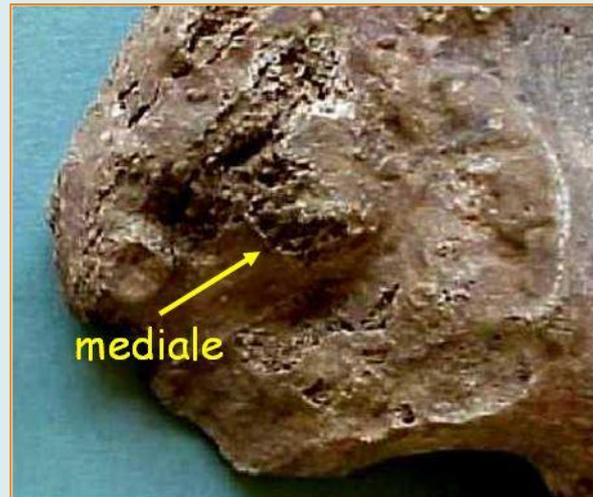
Faccette di squatting: con il termine *squatting* si intende una postura accoccolata abituale, caratterizzata da iperflessione abituale di ginocchia e caviglie che provoca la formazione di faccette articolari supplementari sulla superficie anteriore dell'epifisi tibiale, sul collo del femore, e sulle superfici malleolare e trocleare dell'astragalo (Baulle, 2001)

MODIFICAZIONI ARTICOLARI:

1. alterazione morfologia di aree articolari esistenti



2. formazione di faccette articolari accessorie (STRESS POSTURALI)



3. **OA: OSTEOARTROSI** → distinzione tra le varie manifestazioni:

EB = eburneazione (patognomonica)

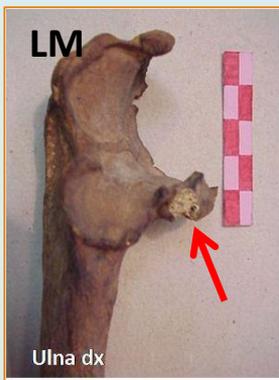
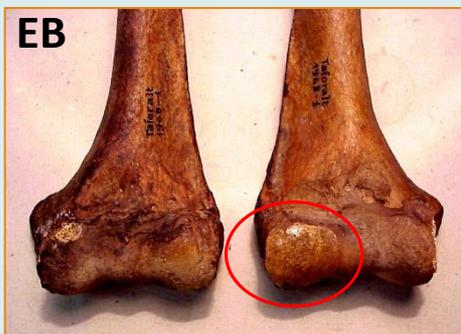
ML = *marginal lipping*

ER = erosione

EX = esostosi

LM = perdita del contorno

Presenti almeno in
coppia per
diagnosticare OA



Esiste una serie di manifestazioni degenerative che vengono definite **osteoartritiche** quando sono presenti almeno in coppia. Esse si classificano in:

eburneazione (EB): è un particolare tipo di alterazione degenerativa e diagnostica dell'osteoartrite. Si viene a creare a causa dello sfregamento tra superfici articolari contigue durante il movimento articolare, quando le cartilagini sono completamente distrutte. E' caratterizzata da superfici lisce e lucide, dall'aspetto simile all'avorio. A volte sulle superfici possono esserci delle strie che seguono la direzione del movimento.

liping marginale (LM) consiste in una proliferazione ossea (osteofitosi) di varia forma e dimensione lungo il bordo di una superficie articolare, che può arrivare a formare un vero e proprio anello osseo (si parla di bordo osteofitico) intorno alla stessa, ben distinto dalla superficie originaria. Può svilupparsi parallelamente o perpendicolarmente alla superficie articolare e può presentare margini arrotondati e appuntiti.

Erosione (ER) consiste nella perdita di massa intorno o sulla superficie articolare caratterizzata da presenza di porosità e fori più o meno ampi.

esostosi (EX) è una proliferazione anomala di tessuto osseo sulla superficie articolare , che può essere estesa in larghezza (con spessore limitato) o in spessore (con limitata estensione).

perdita del contorno (P) o meglio della morfologia generale dell'articolazione è un insieme di tutte queste alterazioni che concorrono sulla stessa superficie articolare determinandone la perdita della morfologia originaria. Si ritiene sia la conseguenza di uno stress particolarmente intenso, tale da determinare l'alterazione della morfologia originaria dell'osso.

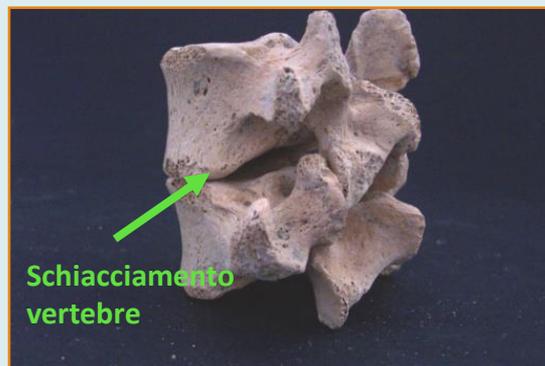
4. ALTRE ALTERAZIONI PATOLOGICHE LEGATE A STRESS

FUNZIONALE:

fratture da stress



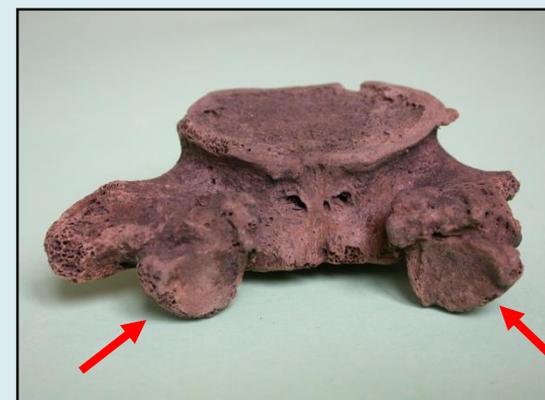
fratture compresse ai corpi vertebrali



ernie di Schmorl



spondilolisi/spondilolistesi



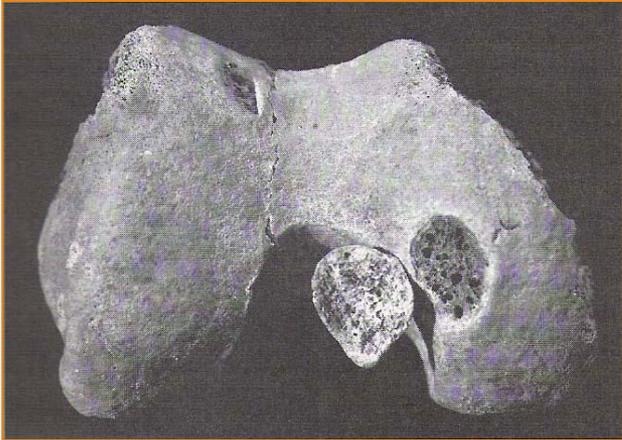
Fratture: rottura o interruzione nella continuità dell'osso. Queste possono essere generate da traumi violenti inflitti o accidentali, diretti o indiretti (questi ultimi causati dallo scarico di forze in un punto dello scheletro diverso da quello di impatto, come la frattura della clavicola in seguito a caduta con le mani in avanti = frattura di Colles), da stress ripetuti o verificarsi a seguito di particolari patologie (osteoporosi, osteomalacia, osteogenesi imperfecta, etc.). Dopo una frattura il tessuto osseo tende a rimarginarsi, innescando una serie di processi riparativi che terminano con la formazione del callo osseo. L'assenza di riallineamento e immobilizzazione delle ossa fratturate, può creare una saldatura scorretta dei monconi , con conseguenti problemi di tipo biomeccanico .

Le fratture compresse ai corpi vertebrali consistono in un appiattimento più o meno localizzato della superficie del corpo vertebrale , dovuto ad estroflessione del disco intervertebrale dall'asse della colonna. Esso è generalmente accompagnato da un insieme delle altre manifestazioni degenerative (osteofitosi marginale, erosione, sclerosi/eburneazione, ernie di Schmorl).

Le ernie di Schmorl consistono in lesioni osteolitiche di forma vagamente circolare o ellittica e dimensione variabile che si vengono a formare sulla superficie dei corpi vertebrali a seguito della degenerazione del disco intervertebrale e di fuoriuscita di parte del suo nucleo polposo, che va a premere verticalmente sulla superficie del corpo vertebrale causandone il riassorbimento localizzato.

La spondilolisi è una frattura da stress della colonna vertebrale che consiste in una frattura presso il peduncolo dell'arco vertebrale. Ne caso si manifesti bilateralmente può generare il distacco o lo scivolamento in avanti del corpo vertebrale rispetto al rachide. Questa ultima condizione si chiama **spondilolistesi**, piuttosto frequente delle ultime vertebre lombari.

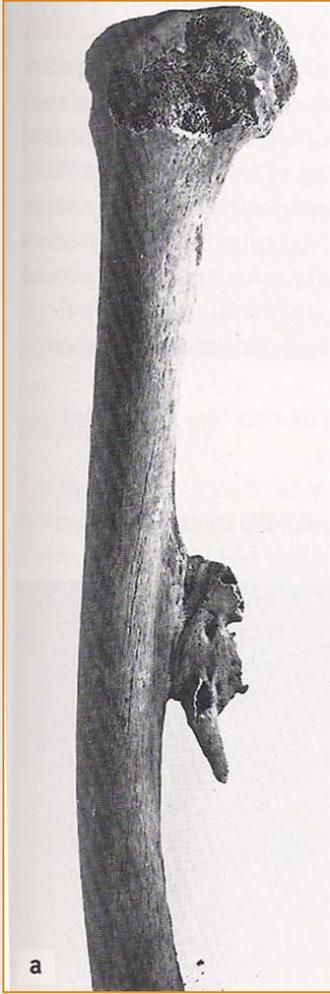
Osteocondrite disseccante



Esostosi uditiva



Miosite ossificante traumatica



Os acromiale



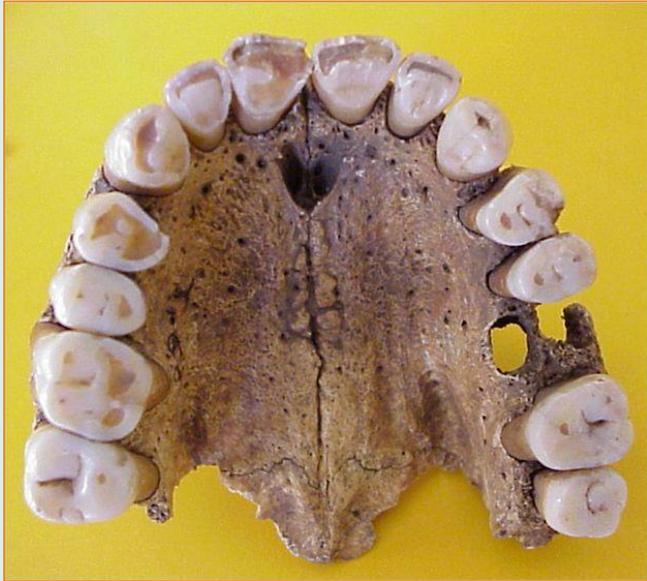
L'osteochondrite dissecante consiste nella frammentazione della cartilagine articolare e spesso dell'osso sub cordale, a causa di traumi che interessano l'articolazione soggetta. Si manifesta come una piccola area osteolitica sulla superficie articolare, di forma vagamente circolare e ben definita. A volte si può ritrovare anche il sequestro osseo necrotizzato staccatosi insieme alla cartilagine. L'articolazione più colpita è quella del ginocchio, ma anche sulla spalla e l'anca.

L'esostosi del canale uditivo consiste in una escrescenza ossea che si forma all'interno del meato acustico, nella porzione timpanica dell'osso temporale. Appare generalmente come una massa ossea sessile o a peduncolo allungata orizzontalmente. Sembra essere connessa con le continue immersioni in acqua fredda legate allo sfruttamento di risorse ittiche

La miosite ossificante traumatica consiste in una formazione ossea eterotropa non neoplastica, costituita dal tessuto osseo fibroso all'interno del tessuto molle (muscolare o articolare). Essa è causata dall'avulsione di tendini o legamenti, o da traumi muscolari che comportano la formazione di ematomi a diretto contatto con il periostio. In questo caso, a causa della vicinanza tra ematoma e periostio, quest'ultimo, essendo molto vascolarizzato, può calcificare e ossificare. Si forma una massa ossea sporgente che viene chiamata esostosi o sperone osseo. Questo tipo di alterazione interessa maggiormente i muscoli flessori dell'avambraccio, il quadricipite femorale e l'adduttore della coscia, pertanto si ritrova con maggior frequenza presso la zona del gomito (omero-ulna) e la linea aspra del femore.

L'os acromiale, ovvero la mancata fusione del processo acromiale della scapola, è dovuto alla continua tensione dei muscoli della cuffia rotatoria della spalla ed era particolarmente diffuso tra gli arcieri.

Usure dentarie anormale



Anche i denti possono presentare degli indicatori di stress occupazionale, come per esempio l'**usura**. L'usura è un processo fisiologico che consiste nella progressiva perdita dello smalto (e in un secondo momento della dentina) a seguito del contatto tra dente e dente durante la masticazione. Esso resta impresso sulla superficie del dente perché lo smalto, dopo l'amelogenesi, non riesce più a rigenerarsi. Esistono usure anomale, non provocate dalla masticazione, ma da altri fenomeni: preparazione pre-masticatoria del cibo, attività lavorative, il tenere oggetti tra i denti. La dentatura, infatti, si mostra particolarmente adatta al trattamento di materiale come tendini e pellame, per tagliare, raschiare, spaccare o stringere e le tracce di queste attività restano spesso indelebili sulla superficie. Spesso le faccette di usura riconducibili ad attività para masticatoria sono **piatte e oblique e localizzate** sui denti anteriori. Questo tipo di usura, rinvenuta spesso su resti neanderthaliani, è stata messa in relazione alla lavorazione della pelle tenuta o tirata tra i denti.