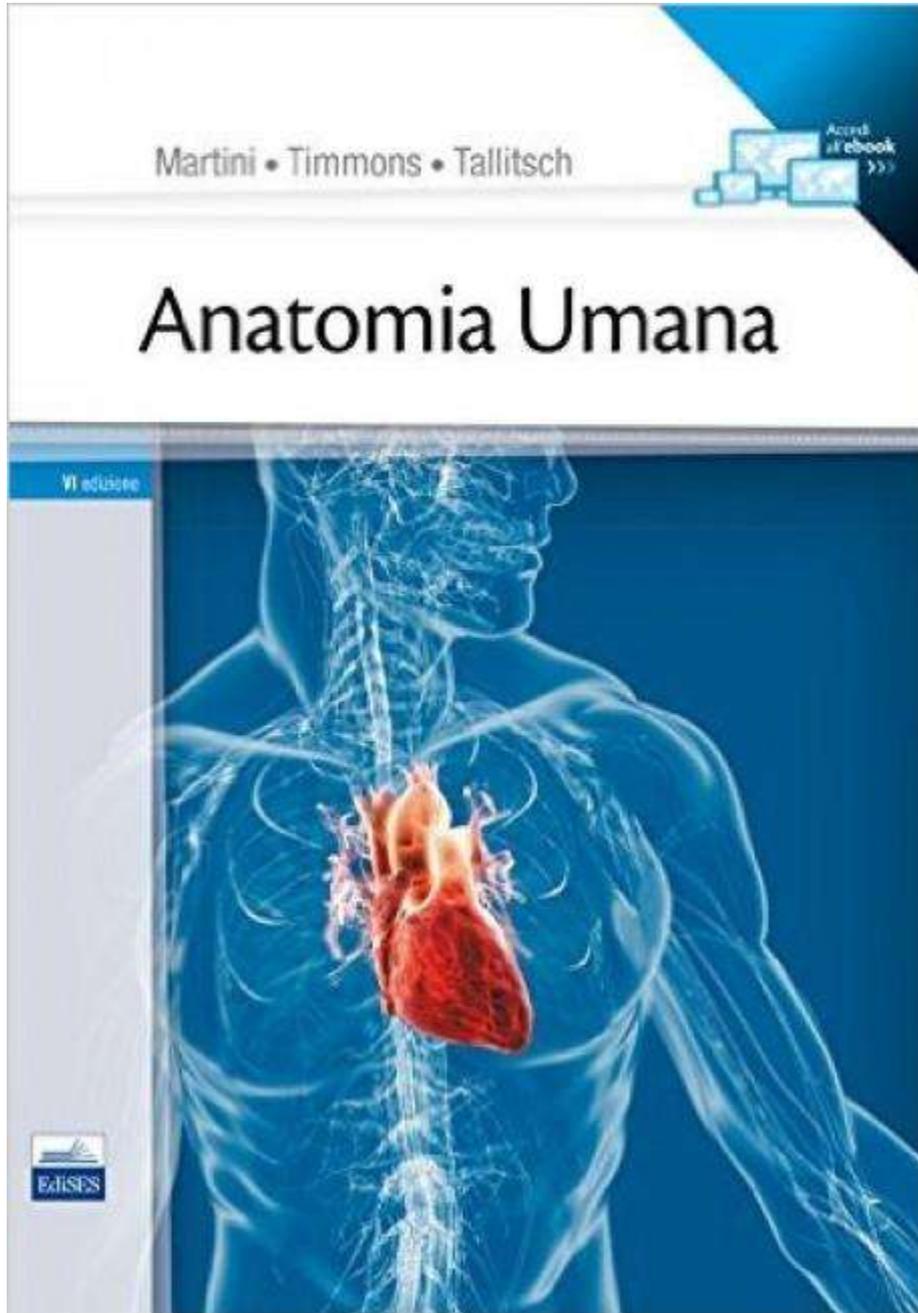


Martini • Timmons • Tallitsch



# Anatomia Umana

VI edizione



## ANATOMIA GENERALE

### PANORAMICA

L'anatomia è lo studio delle strutture interne ed esterne del corpo, oltre che dei loro rapporti. A sua volta essa si suddivide in :

- **Anatomia microscopica** : che si occupa dello studio di quelle strutture che non possono essere viste senza l'ingrandimento di un microscopio. A sua volta l'anatomia microscopica si suddivide in **citologia**, che studia la struttura interna delle cellule, ed **istologia** che si occupa dello studio dei **tessuti** , ovvero quell'insieme di cellule specializzate che, cooperando tra loro, si occupano dello svolgimento di funzioni specifiche. Nel corpo umano si possono individuare 4 tipi di tessuti : **tessuto epiteliale, tessuto muscolare, tessuto nervoso, tessuto connettivo**. I tessuti combinandosi tra loro formano gli organi, ovvero strutture anatomiche specifiche che possiedono molteplici funzioni.
- **Anatomia macroscopica** : Studia strutture sufficientemente grandi da essere osservate ad occhio nudo. Essa a sua volta comprende : l'**anatomia di superficie** che studia le caratteristiche di superficie, o forma ( **morfologia** ) delle aree anatomiche; l' **anatomia regionale** che studia le caratteristiche interne/esterne di una data area del corpo; l'**anatomia sistemica** che studia le strutture dei principali **sistemi e apparati**, ovvero, come quello cardiovascolare, quell' insieme di organi la cui funzione si integra producendo effetti coordinati.

Altre branche dell'anatomia sono :

- **Anatomia dello sviluppo** : Studia le modificazioni morfologiche che avvengono nel periodo compreso tra il concepimento e la maturazione. L'**embriologia** ne è una branca.
- **Anatomia comparata** : Studia l'organizzazione anatomica di specie animali differenti annotando somiglianze che riflettono relazioni evolutive tra le specie.
- **Anatomia clinica** : Studia le modificazioni anatomiche durante lo sviluppo di patologie.
- **Anatomia chirurgica** : Studia le regioni anatomiche sotto l'ottica delle tecniche chirurgiche.
- **Anatomia radiologica** : Studia le strutture del corpo come appaiono dalle tecniche radiologiche ( raggi X, ultrasuoni, ecc.).
- **Anatomia per sezioni trasversali** : Branca dell'anatomia macroscopica emersa dagli avanzamenti nel campo dell'anatomia radiografica ( Tomografia Comparata, RM ).

Il corpo umano è strutturato secondo livelli di organizzazione , che, partendo dal microscopico, comprendono :

- **Livello chimico o molecolare** : In cui gli atomi, unendosi, formano molecole ( organiche/inorganiche )
- **Livello cellulare** : In cui le molecole, interagendo tra loro, formano cellule, le più piccole unità viventi del corpo umano. Ogni cellula è dotata di strutture interne dette organuli, composte da sostanze chimiche complesse.
- **Livello tissutale** : In cui cellule specifiche si uniscono a formare tessuti.
- **Livello organo** : In cui i tessuti si uniscono a formare un organo tridimensionale.
- **Livello sistemico/apparati** : In cui più organi interagiscono producendo effetti coordinati.
- **Organismo umano** : In cui i vari sistemi/apparati coordinano il mantenimento dell'**omeostasi**, ovvero dell'equilibrio interno dell'organismo.

Tutti i livelli di organizzazione sono totalmente inter-dipendenti, per cui un danno ad un livello può avere ripercussioni sugli altri livelli. Inoltre, tutti gli organismi viventi presentano proprietà e processi vitali comuni, ovvero :

- **Responsività** : La risposta dell'organismo alle modificazioni ambientali. Quando questa modificazione è istantanea si parla di *eccitabilità*, mentre quando è a lungo termine si parla di *adattabilità*.
- **Crescita e differenziamento** : Gli organismi si accrescono grazie all'aumento del numero delle proprie cellule; quest'ultime a loro volta, crescendo, si specializzano in particolari funzioni in un processo noto come *differenziamento*.
- **Riproduzione** : Processo attraverso quale gli organismi sia unicellulari che pluricellulari creano generazioni di individui simili ad essi.
- **Movimento** : Attraverso il compimento di attività motorie interne ( trasporto di cibo/nutrienti/sangue/ecc..) o esterne.
- **Metabolismo** : Insieme di tutte le reazioni chimiche che avvengono nell'organismo e che permettono di ottenere, a seguito dei processi digestivi, energia dal cibo ingerito . A sua volta comprende l'**anabolismo**, ovvero la sintesi di molecole più complesse a partire da componenti più semplici, e il **catabolismo**, ovvero la scissione di elementi complessi in elementi più semplici.
- **Respirazione** : L'atto di assorbire, trasportare ed utilizzare ossigeno.
- **Escrezione** : L'atto di eliminare i prodotti di scarto del metabolismo cellulare.

## SISTEMI DI ORGANI

Nel corpo umano sono presenti 11 sistemi ed apparati, così classificabili :

### **APPARATO TEGUMENTARIO**

Ha lo scopo principale di proteggere l'organismo dai pericoli ambientali e controlla la temperatura.

E' composta da :

- **Cute** : Formata a sua volta da **epidermide**, che forma la superficie proteggendo i tessuti sottostanti e **derma**, sottostante, che nutre l'epidermide.
- **Follicoli piliferi** : In cui sono presenti i **peli**, e le **ghiandole sebacee**, che, secernendo un rivestimento lipidico, nutrono l'epidermide.
- **Ghiandole sudoripare** : Garantiscono la traspirazione attraverso l'evaporazione.
- **Unghie** : Proteggono la punta delle dita.
- **Recettori sensoriali** : Forniscono sensazioni tattili, pressorie, termiche e dolorifiche.
- **Strato sottocutaneo** : Fornisce ancoraggio alla cute, conserva i lipidi e previene le perdite di calore.

### **APPARATO SCHELETRICO**

Ha lo scopo di proteggere i tessuti molli, accumulare minerali e produrre cellule del sangue. E' composto da :

- **Scheletro assile** : Comprende cranio, vertebre, sacro, coccige, cartilagini, legamenti, e ha lo scopo di proteggere l'encefalo, il midollo spinale, i tessuti molli della cavità toracica, oltre che supportare il peso del corpo sugli arti inferiori.
- **Scheletro appendicolare** : Comprende gli arti e i legamenti.
- **Midollo osseo** : Rappresenta il sito di produzione delle cellule ematiche.

### **APPARATO MUSCOLARE**

Ha lo scopo di permettere la locomozione, oltre che fornire sostegno e produrre calore. E' composto da :

- **Muscoli scheletrici** : Comprendono sia i *muscoli assiali* ( supporto e mantenimento dello scheletro assiale ) che i *muscoli appendicolari* ( supporto e movimento dello scheletro appendicolare ) sia i muscoli interni che caratterizzano le vie digestive, respiratorie, urinarie e riproduttive.
- **Tendini, aponeurosi** : Forniscono ancoraggio ai muscoli.

### SISTEMA NERVOSO

Ha la funzione di indurre risposte immediate coordinando le funzioni dei vari sistemi d'organo. Comprende :

- **Sistema nervoso centrale (SNC)** : Ovvero il centro di controllo del sistema nervoso, a sua volta composto da *encefalo* ( controlla attività volontarie e autonome ), *midollo spinale* ( trasporta informazioni da e verso l'encefalo ), *organi di senso percettivi* ( trasmettono all'encefalo le sensazioni di tatto, gusto, udito, olfatto, equilibrio.).
- **Sistema nervoso periferico (SNP)** : Collega il SNC con gli apparati e gli organi di senso.

### SISTEMA ENDOCRINO

Ha lo scopo di indurre modificazioni a lungo termine in altri sistemi/apparati. E' composto da :

- **Epifisi ( ghiandola pineale )** : Controlla i cicli riproduttivi e circadiani.
- **Ipofisi ( ghiandola pituitaria )** : Controlla altre ghiandole endocrine e regola il bilancio idrosalinico.
- **Tiroide e Paratiroide** : La tiroide controlla il metabolismo tissutale e insieme alla paratiroide regola i livelli ematici di calcio.
- **Timo** : Controlla la maturazione dei linfociti.
- **Surrene** : Controlla il bilancio idrico, il metabolismo e le attività cardiocircolatorie e respiratorie.
- **Rene** : Controlla la produzione di eritrociti e la pressione ematica.
- **Pancreas** : Controlla i livelli ematici di glucosio.
- **Gonadi** : Comprendono per gli uomini i *testicoli* ( supportano le caratteristiche sessuali e riproduttive ) e per le donne l'*ovaio* ( supportano le caratteristiche sessuali e riproduttive ).

### APPARATO CARDIOVASCOLARE

Ha lo scopo di trasportare cellule e sostanze nutritive, di rifiuto e gas. Comprende :

- **Cuore** : Spinge il sangue e mantiene la pressione ematica.
- **Vasi sanguigni** : Distribuiscono il sangue nell'organismo grazie alle *arterie* ( trasportano il sangue dal cuore ai capillari ), *capillari* ( consentono la diffusione tra il sangue e i liquidi interstiziali ), *vene* ( riportano il sangue dai capillari al cuore ).
- **Sangue** : Trasporta ossigeno, nutrienti, anidride carbonica, ormoni, sostanze di rifiuto, oltre che partecipare nella difesa contro patogeni e regolare la temperatura.

### SISTEMA LINFATICO

Ha lo scopo di difendere l'organismo da infezioni e malattie oltre che riportare i liquidi interstiziali nella circolazione sanguigna. Comprende :

- **Vasi linfatici** : Trasporta *linfa* e *linfociti* dai tessuti periferici alle vene.
- **Linfonodi** : Controllano la composizione della linfa, catturano i patogeni e stimolano la risposta immunitaria.
- **Milza** : Controlla il sangue circolante, cattura i patogeni, stimola la risposta immunitaria e distrugge gli eritrociti.
- **Timo** : Controlla lo sviluppo e lo stato dei *linfociti T*

### APPARATO RESPIRATORIO

Ha lo scopo di trasportare l'aria ai polmoni dove avvengono gli scambi gassosi con il sangue circolante. Comprende :

- **Cavità nasali e seni paranasali** : Filtrano, riscaldano e umidificano l'aria. Riconoscono gli odori.
- **Faringe** : Conduce l'aria alla laringe.
- **Laringe** : Contiene le corde vocali e protegge l'ingresso della trachea.
- **Trachea** : Filtra l'aria intrappolando particelle estranee nel muco.
- **Bronchi** : Stessa funzione della trachea.
- **Polmoni** : Grazie al movimento di coste e diaframma permettono il movimento dell'aria.
- **Alveoli** : Camere poste alle estremità dei bronchioli in cui avvengono gli scambi gassosi tra aria e sangue.

#### **APPARATO DIGERENTE.**

Ha lo scopo di frammentare il cibo ed assorbire i nutrienti. E' composto da :

- **Bocca ( cavità orale )** : Composta da denti e lingua che cooperano per lo sminuzzamento del cibo ed il passaggio di cibo e liquidi alla faringe.
- **Ghiandole salivari** : Producono enzimi che cominciano la digestione.
- **Faringe** : Conduce cibo e liquidi verso l'esofago.
- **Esofago** : Trasporta il cibo allo stomaco.
- **Intestino tenue** : Assorbe nutrienti e secerne enzimi ed ormoni.
- **Fegato** : Secerne la bile oltre che regolare la composizione ematica di lipidi e carboidrati.
- **Colecisti** : Conserva la bile per rilasciarla nell'intestino tenue.
- **Pancreas** : Secerne enzimi digestivi e cellule endocrine.
- **Intestino crasso** : Riassorbe l'acqua dal materiale fecale e immagazzina prodotti di scarto.

#### **APPARATO URINARIO**

Ha lo scopo di eliminare l'eccesso di sali, acqua e sostanze di rifiuto. Comprende :

- **Rene** : Regola il PH ematico, produce e concentra l'urina .
- **Uretere** : Trasporta l'urina dal rene alla vescica.
- **Vescica** : Conserva l'urina prima di eliminarla.
- **Uretra** : Trasporta l'urina all'esterno.

#### **APPARATO GENITALE MASCHILE**

Ha lo scopo di produrre gameti maschili ed ormoni. Comprende :

- **Testicoli** : Producono spermatozoi ed ormoni.
- **Epidimio** : Sede della maturazione degli spermatozoi.
- **Dotto deferente ( cunicolo spermatico )** : Trasporta il liquido seminale dall'epidimio alla prostata.
- **Vescichette seminali** : Secernono la maggior parte del liquido seminale.
- **Prostata** : Secerne enzimi e liquido seminale.
- **Uretra** : Trasporta il liquido seminale all'esterno.

#### **APPARATO GENITALE FEMMINILE**

Oltre a produrre gameti femminili ed ormoni, sopporta lo sviluppo embrionale dalla fecondazione alla nascita. Comprende:

- **Ovaio** : Produce ovociti ed ormoni.
- **Tube uterine** : Sede della fecondazione. Trasportano l'ovocita o l'embrione nell'utero.
- **Utero** : Sede dello sviluppo embrionale.
- **Vagina** : Sede di deposizione dello sperma. Canale del parto. Via di deflusso del mestruo.
- **Genitali esterni** : Comprende il *clitoride* ( organo erettile responsabile dell'eccitamento sessuale ) e le *labbra* ( contengono ghiandole che lubrificano la vagina ).
- **Ghiandole mammarie** : Producono latte per la nutrizione del neonato.

#### **IL LINGUAGGIO DELL'ANATOMIA**

Si definisce **posizione anatomica** quella in cui un individuo è in posizione eretta in piedi, con le gambe unite, e le mani, poste lungo i fianchi, rivolgono i palmi in avanti. Al fine di facilitare l'individuazione di punti precisi nell'area addominale e pelvica sono introdotti anche i termini di **quadranti addominopelvici** ( una linea orizzontale e una verticale, passanti per l'ombelico, si intersecano a formare 4 quadranti ) e **regioni addominopelviche** dove, una suddivisione ancora più precisa, permette una descrizione più accurata della posizione e dell'orientamento degli organi interni.

Nello studio dell'anatomia si definisce anche una **terminologia di direzione**, tale per cui avremo i termini :

- **Prossimale** : Che indica in direzione del punto di ancoraggio.
- **Distale** : Che si allontana dal punto di ancoraggio.
- **Mediale** : Che indica in direzione dell'asse longitudinale mediale del corpo.
- **Laterale** : Che si allontana dall'asse longitudinale mediale del corpo.

E ancora :

- **Craniale** : In direzione della testa.
- **Caudale** : In direzione della coda ( coccige per l'uomo ).
- **Posteriore ( o dorsale )** : Posteriormente.
- **Ventrale ( o anteriore )** : Di Fronte/ anteriormente.
- **Superficiale** : Posto sulla superficie del corpo.
- **Profondo** : In direzione dell'interno del corpo.

L'anatomia individua inoltre quelli che sono definiti i **tre piani di sezione** :

- **Piano Trasversale** : Formando un angolo retto con l'asse longitudinale del corpo, lo divide in due sezioni "*trasversali*" : una superiore ed una inferiore.
- **Piano Frontale ( o coronale )** : Una sezione "*coronale*" ( che passa per il cranio ) divide il corpo in due sezioni : anteriore e posteriore.
- **Piano Sagittale** : Una sezione "*sagittale*" separa la metà destra da quella sinistra del corpo.

## LE CAVITA' CORPOREE

Gli organi si trovano disposti in particolari "camere interne" dette **cavità corporee**; queste hanno una funzione protettiva dagli urti/traumi accidentali oltre che permetterne il movimento. In particolare, si indica con il termine di **celoma** la *cavità ventrale del corpo* che circonda gli apparati respiratorio, cardiocircolatorio, urinario e genitale. A sua volta essa è suddivisa dal diaframma in due cavità :

- **Cavità Toracica** : Racchiusa dal diaframma e dalla gabbia toracica contiene polmoni, cuore, parte inferiore dell'esofago e il timo, oltre che altri organi degli apparati cardiovascolare e respiratorio. All'interno della cavità toracica troviamo le **due cavità pleuriche di destra e sinistra** dove sono alloggiati rispettivamente i polmoni destro e sinistro. Essi a loro volta sono rivestiti da una membrana sierosa detta **pleura** che riduce gli attriti ogni qualvolta il polmone si espande e si ritrae durante la respirazione. Al centro delle cavità pleuriche troviamo il **mediastino**, una massa di tessuto connettivo che circonda, stabilizza e sostiene l'esofago, la trachea, il timo e i principali vasi sanguigni che si originano o confluiscono nel cuore. Il mediastino accoglie la **cavità pericardica**, una piccola sacca che circonda il cuore, a sua volta rivestito da una membrana sierosa detta **pericardio**
- **Cavità addominopelvica** : Contiene la **cavità peritoneale**, una cavità interna rivestita da una membrana sierosa detta **peritoneo** ( *peritoneo parietale* riveste la parete della cavità e *peritoneo viscerale* ricopre gli organi in essa contenuti. Un ulteriore *doppio foglietto peritoneale* chiamato **mesentere** mantiene sospesi organi come lo stomaco, l'intestino tenue e parte dell'intestino crasso, offrendo supporto, stabilità e limitando i movimenti. La

cavità addominopelvica si suddivide a sua volta in **cavità addominale** e **cavità pelvica inferiore**. La prima è individuata dalla regione che va dal margine inferiore del diaframma al margine anterosuperiore del cingolo pelvico e contiene fegato, stomaco, milza, reni, pancreas, intestino tenue e la maggior parte del crasso; la seconda, racchiusa dalle ossa delle pelvi, contiene l'ultima porzione dell'intestino crasso, la vescica e i vari organi dell'apparato genitale.

## I TESSUTI

Le cellule, durante il processo di crescita, subiscono un processo di **differenziamento** che le porta ad assumere caratteristiche morfo-funzionali peculiari. All'interno del corpo umano se ne possono individuare circa 200 citotipi differenti. I **tessuti** sono pertanto l'unione di cellule specializzate nel compiere un numero limitato di funzioni specifiche. I tessuti presenti nel corpo umano sono 4 :

- **Tessuto epiteliale**
- **Tessuto muscolare**
- **Tessuto nervoso**
- **Tessuto connettivo**

### TESSUTO EPITELIALE

#### CARATTERISTICHE DEL TESSUTO EPITELIALE

Il tessuto epiteliale comprende :

- **Epiteli di rivestimento** : Strato di cellule che ricopre una superficie esposta ( superficie cutanea ), o una cavità interna/condotto (epiteli che rivestono l'apparato digerente, respiratorio, urinario, ecc..)
- **Epiteli ghiandolari** : Strutture secernenti.

Le principali caratteristiche di questi tessuti sono :

- **Cellularità** : Le cellule sono strettamente adese tra loro tramite giunzioni cellulari.
- **Polarità** : E' presente una *superficie apicale* rivolta verso l'esterno del corpo/cavità interna, e una *lamina basale* dove l'epitelio prende contatto con i tessuti circostanti. La *polarità* è data dalla irregolare distribuzione degli organuli tra *superficie apicale* e *superficie basale*. Essa è dipendente dalla funzione che la cellula espleta.
- **Ancoraggio** : Caratterizzato dalla *superficie basale* di ancoraggio.
- **Avascolarità** : Non sono presenti vasi sanguigni. Il nutrimento avviene tramite diffusione o assorbimento attraverso le superfici apicale/basale.
- **Organizzazione in strati** : Le cellule dei tessuti epiteliali si dispongono a formare strati.
- **Rigenerazione** : Le cellule danneggiate in superficie vengono rimpiazzate dalle cellule staminali all'interno.

#### FUNZIONI DEL TESSUTO EPITELIALE

- **Fornire protezione fisica**
- **Regolare la permeabilità** : Il passaggio di sostanze all'interno del corpo deve comprendere il superamento di una barriera epiteliale; quest'ultima può essere regolata sia attraverso ormoni, che attraverso stress fisici.
- **Fornire sensibilità** : In quegli epiteli innervati da nervi sensitivi ( **neuroepitelio** ); un esempio è dato dagli epiteli presenti negli organi di senso come : gusto, vista, olfatto, udito ed equilibrio.
- **Produrre secrezioni specializzate** : Grazie alla presenza di cellule secernenti chiamate **cellule ghiandolari**. Negli epiteli ghiandolari, la maggior parte delle cellule sono di questo tipo.

#### ALTRE CARATTERISTICHE DEL TESSUTO EPITELIALE

La presenza di **microvilli** ( piccole estroflessioni della membrana plasmatica ) permette un aumento della superficie cellulare ed una conseguente maggiore capacità di assorbimento e secrezione. Le **ciglia** favoriscono invece, attraverso il loro movimento, il passaggio di sostanze sulla superficie della membrana, mentre le **stereociglia** sono microvilli incapaci di compiere movimenti.

### MANTENIMENTO ED INTEGRITA' DEL TESSUTO EPITELIALE

Avviene grazie alla concomitanza di tre fattori :

- **Le giunzioni intercellulari** : Grazie alla presenza di numerose giunzioni intercellulari, di **MAC** ( molecole di adesione cellulare ), *cemento intercellulare* (proteoglicani ) e di invaginazioni delle membrane di cellule adiacenti, le cellule sono compattate in modo tale da impedire il passaggio di sostanze e patogeni.
- **Ancoraggio alla lamina basale** : La superficie basale dell'epitelio è adesa alla lamina basale; essa è costituita da uno strato superficiale chiamato *lamina lucida* ( formata da glicoproteine e microfilamenti impedisce il passaggio di sostanze dal sottostante connettivo ), e da uno strato più profondo chiamato *lamina densa*, secreta dal sottostante connettivo, contiene fibre che forniscono compattezza e resistenza alla lamina basale.
- **Mantenimento e rinnovamento** : Grazie alla presenza e alla continua divisione di *cellule staminali* (anche dette **cellule germinative** ), situate a contatto con la lamina basale.

### CLASSIFICAZIONI DEGLI EPITELI

Gli epitelio vengono classificati secondo due criteri :

- In base al numero di strati cellulari avremo un **epitelio semplice** , composto da un unico strato di cellule che poggia sulla lamina basale ed un **epitelio stratificato** che possiede diversi strati di cellule al di sopra della lamina basale. Mentre il primo tipo è abbastanza sottile, fragile, e riveste le cavità interne del corpo ( camere cardiache e vasi ) o le regioni in cui avvengono secrezioni/assorbimenti ( rivestimento intestino, superficie di scambio dei gas nel polmone), il secondo è più resistente a stress meccanici e/o chimici e riveste le superfici della cute ed il rivestimento interno della bocca.
- In base alla forma delle cellule: **pavimentosa, cubica, cilindrica.**

Da cui, combinando, avremo :

#### EPITELIO PAVIMENTOSO

La caratteristica delle cellule è che sono sottili, piatte e di forma irregolare. Può essere :

- **Epitelio pavimentoso semplice** : E' il tipo più delicato e riveste le cavità ventrali del corpo ( **mesotelio** ) come la pleura, il pericardio e il peritoneo o le superfici interne degli organi come il cuore o i vasi ( **endotelio** ). Favorisce l'assorbimento/diffusione e/o riduce gli attriti interni.
- **Epitelio pavimentoso stratificato** : Presente in zone sottoposte a stress meccanici e/o chimici ( ricopre bocca, faringe, esofago, retto, ano, vagina ). Può essere **cheratinizzato o corneificato** ( se presente uno strato superficiale di cheratina ) o **non cheratinizzato**. Il primo tipo protegge da disidratazione oltre che stress fisici.

#### EPITELIO CUBICO

Le cellule hanno forma esagonale/quadrata con il nucleo posto al centro. Può essere :

- **Epitelio cubico semplice** : Presente in regioni deputate all'assorbimento e alla secrezione ( epitelio che riveste i tubuli renali ).
- **Epitelio cubico stratificato** : Più raro, è presente nei dotti delle ghiandole sudoripare o in quelle mammarie.

#### EPITELIO CILINDRICO

E' caratterizzato da cellule più lunghe di quello cubico, e con i nuclei che si dispongono verso la lamina basale. Può essere:

- **Epitelio cilindrico semplice** : Ha funzioni protettive oltre che di assorbimento/secrezione ( epitelio che riveste lo stomaco, il tratto intestinale e molti dotti escretori ).

- **Epitelio cilindrico stratificato** : Più raro, presenta funzioni protettive. E' presente in alcune zone della faringe, uretra, ano e alcuni dotti escretori ( ghiandole salivari ).

#### EPITELI PSEUDOSTRATIFICATI E DI TRANSIZIONE

- **Epiteli cilindrico pseudostratificato** : E' un epitelio presente in alcuni tratti delle vie aeree (cavità nasali, trachea, bronchi ) e in parte dell'apparato genitale maschile. I nuclei sono a distanze variabili dalla superficie, ma tutte le cellule mantengono il contatto con la lamina basale. Le cellule posseggono generalmente ciglia ( da cui **epitelio cilindrico ciliato pseudostratificato** ).
- **Epitelio di transizione** : E' un epitelio stratificato con caratteristiche speciali che gli permettono di distendersi o stirarsi senza che si verifichino danni alle cellule che lo compongono. Riveste la pelvi renale, gli ureteri e la vescica.

#### EPITELI GHIANDOLARI

Sono epitelii dotati di cellule ghiandolari che producono secrezioni. Possono essere uni o pluricellulari e si suddividono in : **ghiandole esocrine** e **ghiandole endocrine**.

#### GHIANDOLE ESOCRINE

Riversano il loro secreto, attraverso un **condotto ghiandolare** sulla superficie epiteliale.

#### GHIANDOLE ENDOCRINE

Prive di dotti, producono **ormoni** che vengono rilasciati nel fluido interstiziale, nella linfa o nel sangue.

#### CLASSIFICAZIONE DELLE GHIANDOLE ESOCRINE

Possono essere classificati in base a :

- **Tipo di secrezione** : Avremo quindi **ghiandole sierose** che producono una secrezione acquosa ricca di enzimi (es. amilasi salivare ), **ghiandole mucose** ( vi sono due tipi di ghiandole esocrine unicellulari : **cellule calciformi** e **cellule mucose** ) che secernono glicoproteine dette **mucine** che, assorbendo acqua, formano muco viscoso ( es. saliva ), oppure **ghiandole esocrine miste** che, possedendo più di un tipo di cellule ghiandolari, possono produrre entrambi i tipi di secrezione.
- **Struttura ghiandolare**: Le ghiandole esocrine pluricellulari possiedono due componenti epiteliali : l' **adenomero** , che è la porzione secernente della ghiandola, e un **dotto** che convoglia il secreto alla superficie epiteliale. Sono infatti la *forma della porzione secernente della ghiandola* e il *modello di ramificazione dei suoi dotti* gli elementi che definiscono l'organizzazione strutturale di una ghiandola pluricellulare. Avremo pertanto ghiandole le cui cellule si dispongono a formare strutture a tubo ( **ghiandole tubulari** ), o quelle le cui cellule formano una tasca chiusa ( **ghiandole acinose o alveolari** ) o che possiedono una combinazione dei due aspetti ( **tubolo-alveolari** o **tubolo-acinose** ). A seconda del modello di ramificazione del dotto avremo un **dotto semplice** e un **dotto composto** a seconda che non abbia o abbia ramificazioni.
- **Modalità di secrezione** : Vi sono tre modalità di secrezione, ovvero la **secrezione merocrina** ( es. cellule sierose delle ghiandole salivari ) in cui il secreto, racchiuso in vescicole, è rilasciato sulla superficie cellulare grazie a meccanismi di esocitosi; la **secrezione apocrina** (es. cellula lattifera della ghiandola mammaria ) prevede che il secreto, racchiuso in vescicole, viene rilasciato all'interno di parte del citoplasma che si distacca dalla porzione apicale della cellula; nella **secrezione olocrina** ( es. ghiandole sebacee ) il secreto, all'interno di vescicole, viene rilasciato attraverso la morte cellulare.

#### TESSUTO CONNETTIVO

##### ASPETTI GENERALI

I tessuti connettivi sono presenti in tutto il corpo senza mai venire a contatto con l'ambiente esterno; essi comprendono **l'osso, il tessuto adiposo e il sangue**. Sono costituiti da cellule specializzate, fibre proteiche extracellulari e un fluido noto come *sostanza fondamentale*; quest'ultimi due, nella fattispecie, formano la **matrice extracellulare**, che rappresenta la componente maggiore del tessuto connettivo. Le caratteristiche di questo tessuto sono :

- Fornire sostegno, protezione e supporto per tessuti e organi interni.
- Trasporto di fluidi e/o sostanze in soluzione tra regioni diverse del corpo.
- Riserva energetica ( tessuto adiposo ).
- Difesa del corpo da agenti patogeni.

I tessuti connettivi possono essere classificati in tre gruppi :

- **Tessuto connettivo propriamente detto** ( es. tessuto adiposo, tendini, legamenti ). Può essere suddiviso a sua volta in *lasso* o *denso* a seconda del contenuto relativo di cellule/fibre/sostanza fondamentale.
- **Tessuto connettivo liquido** (es. sangue, linfa ).
- **Tessuto connettivo di sostegno** ( es. cartilagine, osso ).

### TESSUTO CONNETTIVO PROPRIAMENTE DETTO

E' costituito da *fibre extracellulari* , *sostanza fondamentale viscosa* e due diverse tipologie di cellule :

- **Cellule fisse** : contribuiscono all'omeostasi locale. Tra esse sono comprese : **cellule mesenchimali** che sono cellule staminali capaci di dividersi in cellule figlie da cui, differenziandosi si originano : **fibroblasti** ( producono le fibre extracellulari del tessuto connettivo e *l'acido ialuronico* che dà viscosità alla sostanza fondamentale ), e propriamente detto ); **macrofagi fissi** ( fagocitano cellule danneggiate e/o patogeni. Innescano la risposta immunitaria ). Sono presenti inoltre altre tipologie di cellule che variano in base al tipo di tessuto connettivo e fra le regioni corporee : **adipociti** ( cellula contenente un'unica goccia lipidica) e **melanociti** (presenti soprattutto nell'epidermide, accumulano un pigmento chiamato **melanina** che conferisce al tessuto un colore scuro ).
- **Cellule migranti** : capaci di migrare nei vari distretti corporei, sono deputate alla difesa e alla riparazione dei tessuti danneggiati. Individuiamo : **macrofagi liberi** ( quando presenti nel sangue sono definiti **monociti**. Rinforzano il fronte dei macrofagi fissi quando necessario. ), **mastociti** (in seguito ad infezione o danneggiamento, stimolano la risposta infiammatoria locale rilasciando **istamina** ed **eparina** ), **linfociti** ( formano **plasmacellule** da cui originano **anticorpi**, proteine coinvolte nella difesa dell'organismo da malattie.), **granulociti neutrofili** ed **esinofili** ( cellule ematiche con funzione di fagocitosi. Vengono richiamate dalle sostanze chimiche emesse dai macrofagi in seguito ad infezione o danneggiamento ).

### FIBRE DEL TESSUTO CONNETTIVO

All'interno del tessuto connettivo troviamo tre tipologie di fibre :

- **Fibre collagene** : Lunghe, lineari, costituite da tre sub-unità proteiche impacchettate come una treccia a renderle flessibili ma molto resistenti alle trazioni. Costituiscono le fibre principali dei tendini e dei legamenti.
- **Fibre reticolari** : Costituite dalle stesse sub-unità proteiche delle fibre collagene formano una struttura intrecciata e ramificata che risulta resistente ma flessibile. Presenti soprattutto nella milza e nel fegato, formano una rete tridimensionale, lo **stroma** , che sostiene cellule con funzioni particolari dell'organo ( **parenchima** ).
- **Fibre elastiche** : Ondulate e ramificate sono in grado di riprendere la loro forma anche a seguito di uno stiramento pari al 150% della loro lunghezza. Presenti soprattutto nel connettivo tra le vertebre.

I fibroblasti occupano della produzione di queste fibre mentre i fibrociti ne garantiscono il mantenimento.

### **SOSTANZA FONDAMENTALE**

Le componenti cellulari e fibrose dei tessuti connettivi sono immerse in una soluzione limpida e incolore nota come **sostanza fondamentale**. In essa sono inoltre presenti proteoglicani, glicoproteine e acido ialuronico.

### **TESSUTI CONNETTIVI EMBRIONALI**

Il primo tessuto connettivo a comparire nell'embrione è il **mesenchima**, contenente cellule stellate immerse in una matrice ricca di filamenti sottili. Da esso generano tutti gli altri tessuti connettivi.

### **TESSUTO CONNETTIVO LASSO**

Riempie gli spazi tra gli altri tessuti/organi, ammortizza, fornisce sostegno agli epitelii, conserva i lipidi e consente la diffusione di materiali. Nel corpo umano ne sono presenti di tre tipi : **areolare, adiposo e reticolare**.

### **TESSUTO CONNETTIVO AREOLARE**

Costituito per lo più dalle stesse cellule e fibre del tessuto connettivo propriamente detto, è costituito per lo più da sostanza fondamentale e fibre elastiche che lo rendono in grado di ammortizzare i traumi deformandosi senza danni. Forma inoltre uno strato che separa la cute dalle strutture più in profondità, ed essendo molto vascolarizzato, permette il passaggio di anidride carbonica, ossigeno e nutrienti che per diffusione raggiungono gli epitelii sovrastanti attraverso la lamina basale; i fibrociti di questo tessuto inoltre sono i responsabili proprio del mantenimento della lamina densa.

### **TESSUTO ADIPOSO**

Le cellule di questo tessuto sono gli **adipociti**. Nel tessuto areolare gran parte del volume è rappresentato dai fluidi e fibre intercellulari, mentre nel **tessuto adiposo** gran parte del volume è occupato dagli adipociti.

Esistono due tipi di tessuto adiposo :

- **Tessuto adiposo bianco ( o uniloculato )** : Formato da adipociti che presentano un'unica grande goccia lipidica con il nucleo e gli organuli confinati in periferia. E' un tessuto chiaro, inerte, con funzione di imbottitura, protezione e ammortizzazione dagli urti, oltre che di coibentazione dalle dispersioni termiche. Riempie inoltre gli spazi tra le strutture vicine.
- **Tessuto adiposo bruno ( o multiloculato )** : Formato dagli adipociti bruni che presentano tante piccole gocce lipidiche citoplasmatiche. E' un tessuto molto vascolarizzato presente soprattutto nei neonati poiché, grazie alla presenza dei numerosi mitocondri, dall'intensa attività metabolica, contribuisce a regolare la temperatura.

### **TESSUTO CONNETTIVO RETICOLARE**

Formato da fibre reticolari, macrofagi, fibrociti e fibroblasti, forma lo **stroma** ( una complessa intelaiatura di supporto tridimensionale ) di molti organi come fegato, rene, milza.

### **TESSUTO CONNETTIVO DENSO**

Il volume di questo tessuto è occupato per la maggior parte da fibre collagene. Se ne individuano di due tipi : **tessuto connettivo denso regolare** e **tessuto connettivo denso irregolare**.

### **TESSUTO CONNETTIVO DENSO REGOLARE**

Composto per lo più da fibre collagene impacchettate parallelamente tra loro e allineate ai vettori di forza applicati al tessuto. Se ne individuano quattro tipi :

- **Tendini** : Cordoni di tessuto connettivo denso regolare che permettono l'inserzione dei muscoli scheletrici alle ossa o alle cartilagini.
- **Aponeurosi** : Lamine/nastri di fibre di collagene assomiglianti a tendini appiattiti. Possono coprire la superficie di un muscolo e/o intervenire nell'unione tra un muscolo superficiale e un'altra struttura.
- **Tessuto elastico** : Contiene maggiormente fibre elastiche che lo rendono più elastico e resiliente alle deformazioni. E' presente spesso sotto l'epitelio di transizione oltre che nella parete dei vasi sanguigni e nelle vie aeree.
- **Legamenti** : Assomigliano ai tendini ma mettono in connessione due cartilagini/una cartilagine ed un osso / due ossa. Contengono una ricca quota di fibre elastiche/collagene.

### **TESSUTO CONNETTIVO DENSO IRREGOLARE**

Le fibre di questo tessuto formano una maglia intrecciata senza un chiaro orientamento, garantendo solidità e sostegno ad aree sottoposte a sollecitazioni provenienti da molte direzioni (es. derma per la cute) . Forma inoltre una **capsula** fibrosa attorno ad organi interni come fegato, milza, reni, e delimita le cavità articolari.

### **TESSUTO CONNETTIVO LIQUIDO**

Il sangue e la linfa sono tessuti connettivi liquidi, ovvero tessuti che posseggono una matrice fluida in cui sono disperse cellule particolari e proteine disciolte che non si aggregano a formare fibre.

### **FUNZIONI E COMPOSIZIONE DEL SANGUE**

Il sangue è un tessuto connettivo liquido che scorre nell'apparato circolatorio ed è specializzato nel distribuire sostanze nutritive, ossigeno, ormoni, rimuovere sostanze di scarto, oltre che veicolare cellule specializzate nella difesa da infezioni e virus e regolare la temperatura. E' composto da : **plasma ed elementi figurati.**

#### **PLASMA ( 46-63% )**

La matrice liquida del sangue. Ha una densità solo lievemente maggiore dell'acqua e trasporta proteine e soluti disciolti. Il 90% del suo volume è rappresentato da acqua. Inoltre, le differenze tra plasma e fluido interstiziale riguardano le l'anidride carbonica ) e proteine disciolte ( maggiore presenza di proteine solubili ). Circa il 7% del suo volume è rappresentato dalla proteine plasmatiche, sintetizzate per lo più dal fegato, e suddivisibili in tre classi :

- **Albumine (60%)** : Responsabili della pressione osmotica del plasma, svolgono un ruolo importante nel trasporto di acidi grassi, ormoni steroidei ed altre sostanze.
- **Globuline ( 35% )** : Comprendono le **immunoglobuline** ( dette anche **anticorpi** ) che attaccano proteine o patogeni estranei all'organismo, e le **globuline di trasporto** che legano piccoli ioni, ormoni e composti insolubili.
- **Fibrinogeno (4%)** : Fondamentale nei processi di coagulazione del sangue.

**Albumine e Globuline** sono complessi proteolipidici definiti **lipoproteine**, e hanno la capacità, oltre ad essere idrosolubili, di legare molecole non idrosolubili come acidi grassi, colesterolo e ormoni, permettendone il trasporto.

Il plasma inoltre contiene ( 1% ) altri soluti come **elettroliti** ( mantengono normale la composizione ionica dei fluidi extracellulari ), **nutrienti organici** ( carboidrati, lipidi e proteine ) e **rifiuti organici** ( urea, acido urico, creatinina, bilirubina ).

#### **ELEMENTI FIGURATI (37-54% )**

Costituiti da cellule ematiche e frammenti cellulari sospesi nel plasma, tra cui gli **eritrociti ( globuli rossi )** che trasportano ossigeno dai polmoni ai tessuti e anidride carbonica dai tessuti ai polmoni, i **leucociti ( globuli bianchi )** che sono componenti della risposta immunitaria, e le **piastrine**, frammenti citoplasmatici avvolti da membrana che possiedono enzimi e fattori per la coagulazione.

#### **ERITROCITI ( globuli rosso o RBC, red blood cells )**

Rappresentano poco meno della metà del volume del sangue. La loro percentuale è data dall'**ematocrito**, che esprime appunto il *volume eritrocitario* ( 45 [range:40-45] per il maschio e 42 [range : 37-47] per la femmina ). Hanno la forma di un disco biconcavo; ciò gli garantisce flessibilità e resistenza, rendendoli in grado non solo di passare attraverso capillari di piccole dimensioni, ma anche di impilarsi come piatti formando pile dette **rouleaux**. Durante il processo di differenziamento e maturazione essi perdono gran parte degli organuli ( mitocondri, reticolo endoplasmatico, nucleo, ribosomi ) mantenendo solo le componenti citoscheletriche; questo fa sì che essi si affidino ad un metabolismo prettamente anaerobico glicolitico. Il loro ciclo vitale è abbastanza breve : 120 giorni circa. Un eritrocita maturo è composto da una membrana che circonda un citoplasma contenente acqua ( 66% ) e proteine ( 33% ). Il 99% di queste proteine è rappresentato dall'**emoglobina (Hb)**, una molecola complessa composta da quattro sub-unità, 2 alfa e 2 beta, ciascuna contenente una molecola di **eme**; ogni eme contiene uno ione ferro che lega reversibilmente l'ossigeno ( l'anidride carbonica si lega in maniera simile alla sub-unità globinica senza competere con l'ossigeno per il legame con il ferro ). Gli eritrociti presentano sulla superficie della membrana un certo numero di **agglutinogeni ( o antigeni di superficie )**; essi sono glicolipidi geneticamente determinati, di cui, i tre più importanti sono : **A, B, D ( fattore Rh positivo o Rh negativo )**. Le varie combinazioni di quest'ultimi determinano i vari gruppi sanguigni : **A, B, AB, 0 ( nessuno dei due )**. Come si è già detto, il plasma contiene *anticorpi ( immunoglobuline )* che identificano gli *agglutinogeni* estranei; avremo pertanto che il gruppo sanguigno A ha agglutinine anti-B, il gruppo sanguigno B ha agglutinine anti-A, il gruppo AB non ha agglutinine né anti-A né anti-B, mentre il gruppo 0 presenta agglutinine sia anti-A che anti-B. Quando un'agglutinina incontra lo specifico agglutinogeno, avviene il processo di **agglutinazione** ( compattazione ) dei globuli rossi che, successivamente, vanno incontro ad emolisi.

### **LEUCOCITI**

Chiamati anche **globuli bianchi ( WBC, white blood cell )**, hanno il compito di difendere il corpo umano dall'aggressione di agenti patogeni e di rimuovere tossine, sostanze di rifiuto e/o cellule danneggiate. Sono capaci infatti di migrare attraverso la parete di un capillare ( **diapedesi** ), venendo attratti da mediatori chimici che segnalano infiammazione ed infezione ( **chemiotassi** ). Possono essere divisi in : **leucociti granulari** ( posseggono granuli contenenti enzimi lisosomiali e composto battericidi all'interno del proprio citoplasma ) e **leucociti agranulari** ( non posseggono granuli citoplasmatici ). Sono dotati di vita breve ( pochi giorni ), e in un microlitro di sangue sono contenuti circa 6000-9000 leucociti ( -> **leucopenia** = ridotto numero di leucociti / **leucocitosi** = eccessivo numero ).

### **LEUCOCITI GRAULARI**

Si distinguono in : **neutrofili, esinofili, basofili.**

### **NEUTROFILI**

Prodotti nel midollo osseo, rappresentano il 50-70% dei leucociti circolanti. Dotati di vita breve (12H), posseggono un nucleo denso e polilobato ( **PMN, leucociti polimorfonucleati** ) e sono i primi ad accorrere in caso di lesione svolgendo attività fagocitaria; dopo aver digerito detriti o patogeni il neutrofilo muore rilasciando mediatori chimici che richiamano ulteriori neutrofili.

### **EOSINOFILI**

Dotati di nucleo bilobato e di granuli dal colore rossastro, presentano le stesse dimensioni dei neutrofili e rappresentano circa il 2,4% dei leucociti circolanti. Sono dotati di azione fagocitaria e vengono attivati quando un agente estraneo interagisce con anticorpi circolanti ( -> crisi allergiche/infezioni parassitarie ). In caso di lesione, partecipano, con i loro enzimi, nel ridurre l'infiammazione.

### **BASOFILI**

Prodotti anch'essi nel midollo osseo, sono piuttosto rari (meno dell'1%) posseggono granuli che appaiono di colore blu o porpora. Capaci anch'essi di migrare attraverso l'endotelio capillare, raggiungono i siti danneggiati dove rilasciano **istamina** (vasodilatatore) ed **eparina** (anticoagulante), che aumentano la risposta infiammatoria nel sito danneggiato aumentando la permeabilità dei capillari e delle venule in loco. Rilasciano inoltre sostanze chimiche che stimolano i mastociti e altri basofili.

### **LEUCOCITI AGRANULARI**

Si dividono in **monociti** e **linfociti**.

#### **MONOCITI**

Prodotti nel midollo osseo, sono i leucociti con dimensioni maggiori (doppio di un eritrocita/ 2-8% della popolazione leucocitaria), dotati di forma sferica con nucleo ovalare/reniforme. Molto mobili, e dotati di attività fagocitaria, quando attivati, lasciano il circolo ematico trasformandosi in *macrofagi liberi*. In loco, rilasciano sostanze che, oltre a richiamare altri macrofagi, stimolano i fibroblasti a deporre una fitta rete di collagene in modo da creare un tessuto cicatriziale che circonda l'area danneggiata. I monociti sono inoltre una componente del **sistema monocita-macrofagico** che include, oltre tutte le cellule che svolgono azione simile, anche quelle della **microglia (SNC), cellule di Langherans (cute), cellule fagocitarie ( fegato, milza, linfonodi )**.

#### **LINFOCITI**

Rappresentano il 20-30% dei leucociti circolanti, e sono caratterizzati da un nucleo molto grande e rotondo color porpora. I linfociti sono le cellule responsabili dell'**immunità specifica** (risposta individuale ad uno stimolo patogeno) attraverso tre vie:

- **Linfociti T** : Raggiungono direttamente i tessuti periferici e aggrediscono le cellule estranee.
- **Linfociti B** : Differenziandosi in *plasmacellule*, producono anticorpi in grado di distruggere antigeni anche lontani.
- **Cellule NK ( grandi linfociti granulari )** : Sono responsabili della **sorveglianza immunitaria** (riconoscimento e distruzione di cellule anormali.)

#### **PIASTRINE**

Anche chiamate **trombociti** sono frammenti cellulari circondati da membrana prodotti nel midollo osseo da un **megacariocita** durante la fase di sviluppo. Esse partecipano al processo di **emostasi** (riduzione delle perdite di sangue durante una lesione) attraverso la formazione di un tappo temporaneo (**tappo piastrinico**) nella parete del vaso danneggiato che riduce le perdite mentre avviene la formazione del coagulo. Rilasciano inoltre sostanze chimiche e fattori importanti per la formazione del coagulo, e, dopo la formazione dello stesso, possedendo filamenti di actina e miosina, si contraggono riducendone le dimensioni e avvicinando i margini del vaso lesso.

### **TESSUTO CONNETTIVO DI SOSTEGNO**

I tessuti connettivi di sostegno sono due : la **cartilagine** e l'**osso**. Posseggono una matrice fibrosa che gli conferisce resistenza alla trazione oltre che flessibilità, fornendo sostegno al corpo.

#### **CARTILAGINE**

E' costituita da una matrice a guisa di gel compatto contenente **proteoglicani** (polisaccaridi + proteine), e da cellule chiamate **condrociti** alloggiate in piccoli recessi detti **lacune**. E' priva di vasi sanguigni, e il nutrimento avviene per diffusione attraverso la matrice grazie alla presenza di uno strato superficiale, il **pericondrio**, che la separa dai tessuti circostanti. Quest'ultimo è costituito da uno **strato fibroso**, più esterno e formato da connettivo denso irregolare con funzione di sostegno e protezione, e uno più interno, lo **strato cellulare**, che assicura la crescita e il mantenimento della cartilagine. La cartilagine si accresce mediante due meccanismi:

- **Crescita per apposizione** : La crescita avviene mediante apposizione a livello superficiale. Le cellule staminali dello strato cellulare, andando incontro a divisione, si differenziano in

**condroblasti**, che iniziano a produrre *matrice cartilaginea*. Dopo essersi circondati di matrice si differenziano in condrociti.

- **Crescita interstiziale** : La crescita avviene dall'interno via via che i condrociti si dividono e producono altra matrice espandendo la cartilagine dall'interno.

Nel corpo sono presenti tre tipi di cartilagine : **ialina, elastica, fibrosa**.

### **CARTILAGINE IALINA**

Tipo più comune, resistente, dotata di buona flessibilità, è costituita da fibre collagene strettamente impacchettate. E' presente nelle connessioni tra le coste e lo sterno, o come cartilagine articolare ricoprente le superfici di ossa adiacenti, riducendone l'attrito, in *articolazioni sinoviali* ( gomito, ginocchio ).

### **CARTILAGINE ELASTICA**

E' flessibile e resistente, capace di supportare le deformazioni, grazie alla presenza di numerose fibre elastiche. Esempi ne sono il padiglione auricolare esterno, l'epiglottide, il condotto dell'orecchio medio, e le piccole cartilagini della laringe.

### **CARTILAGINE FIBROSA**

Chiamata anche *fibrocartilagine* si presenta dotata di scarsa sostanza fondamentale e con una matrice composta prevalentemente da fibre collagene; questa configurazione la rende resistente alle compressioni e capace di ammortizzare gli urti provenienti da due ossa contigue. E' presente infatti nei dischi fibrocartilaginei tra le vertebre, nei menischi e tra le ossa pubiche.

## **OSSO**

L'osso è un tessuto connettivo di sostegno composto da una matrice indurita di collagene e sali di calcio ( *fosfato di calcio e carbonato di calcio* ) che lo rendono forte e in qualche modo flessibile. L'organizzazione interna di questo tessuto prevede la presenza degli **osteociti** alloggiati in lacune, ed organizzati a gruppi intorno ad uno spazio centrale che contiene vasi sanguigni. Grazie alla presenza di sottili estensioni citoplasmatiche che scorrono all'interno dei **canalicoli**, gli osteociti sono in grado di comunicare tra loro e con i vasi scambiandosi nutrienti. Le superfici ossee sono ricoperte da un **periostio** formato da uno *strato fibroso* ( esterno ) e uno *strato cellulare* ( interno ) ; quest'ultimo contribuisce all'accrescimento e alla riparazione ossea dopo una frattura. Scopo del periostio, aderendo all'osso, è quello di permettere l'adesione dei tessuti circostanti, dei tendini e legamenti all'osso stesso. Esistono due tipi di osso :

- **Osso spugnoso** : Forma una rete di lamine e trabecole, riempiendo le estremità delle ossa lunghe e lo strato medio delle ossa piatte. Non è vascolarizzato.
- **Osso compatto** : Forma la superficie esterna di tutte le ossa. Relativamente denso, è vascolarizzato.

Questo tessuto va incontro ad un continuo rimaneggiamento, rispondendo inoltre alle sollecitazioni indotte dall'attività fisica ( aumento di spessore e resistenza ).

## **MEMBRANE**

Chiamate anche **tonache** sono costituite dalla sovrapposizione di un foglietto epiteliale e da uno strato di tessuto connettivo sottostante; lo scopo è coprire e proteggere altri tessuti e strutture del corpo. Se ne individuano quattro : **membrane mucose, membrane sierose, membrane cutanee, membrane sinoviali**.

### **MEMBRANE MUCOSE**

Ricoprono i condotti che comunicano con l'esterno ( tratto digerente, respiratorio, urinario e genitale. ) formando una barriera che blocca l'ingresso dei patogeni. Presentano in superficie un secreto mucoso ( urina/sperma ) che lubrifica e umidifica la superficie epiteliale ( generalmente semplice con funzioni assorbenti o secretorie ). Il tessuto connettivo sottostante è un *tessuto connettivo lasso areolare* che prende il nome di **lamina propria**; essa fornisce sostegno per i vasi e i nervi che riforniscono l'epitelio.

### MEMBRANE SIEROSE

Ricoprono le suddivisioni delle cavità ventrali del corpo e sono tre :

- La **pleura** : riveste la cavità pleurica e avvolge i polmoni.
- Il **peritoneo** : riveste la cavità peritoneale e la superficie di molti organi ivi contenuti.
- Il **pericardio** : riveste la cavità pericardica e avvolge il cuore.

Sono composte da un **mesotelio** ( epitelio pavimentoso semplice ) sostenuto da un tessuto areolare ricco di vasi sanguigni e linfatici. Presentano inoltre una secrezione liquida superficiale chiamata **trasudato** che contribuisce a ridurre gli attriti tra i foglietti parietali e quelli viscerali di queste membrane.

### MEMBRANA CUTANEA

La **cute** riveste la superficie esterna del corpo. E' costituita da un epitelio pavimentoso stratificato cheratinizzato e da uno strato sottostante di tessuto connettivo areolare rinforzato da un sottostante strato di connettivo denso,

### MEMBRANE SINOVIALI

Rivestono le cavità articolari. Sono composte da tessuto areolare e da uno strato superficiale incompleto ( presenza di spazi tra le cellule ) di cellule pavimentose o cubiche che originano da macrofagi ( con funzione fagocitica di rimozione di detriti cellulari ) o fibroblasti ( con funzione secretoria, come nel caso del **liquido sinoviale** che lubrifica le cartilagini articolari ).

### TESSUTO CONNETTIVO DI SOSTEGNO

Crea una struttura interna che sostiene il corpo fornendo stabilità, mantenendo gli organi interni nelle loro posizioni relative, e fornendo una via di distribuzione dei vasi sanguigni, linfatici e dei nervi. L'intelaiatura interna del corpo presenta involucri di questo tessuto che formano la cosiddetta **fascia**, schematizzabile in :

- **Fascia superficiale** : detta anche **strato sottocutaneo** o **ipoderma**, separa la cute dai tessuti e dagli organi sottostanti. E' formata da tessuto connettivo areolare e tessuto adiposo.
- **Fascia profonda** : Formata da tessuto connettivo denso regolare a formare un'intelaiatura fibrosa resistente. Si lega a capsule, tendini, legamenti, oltre che dividere i muscoli ( **fascia intermuscolare** ) suddividendoli in gruppi che differiscono per funzione e sviluppo.
- **Fascia sottosierosa** : Composta da tessuto areolare, separa le membrane sierose dalla fascia profonda.

### TESSUTO MUSCOLARE

E' un tessuto specializzato nella contrazione. Il citoplasma delle cellule muscolari è chiamato **sarcoplasma** mentre la membrana cellulare è chiamata **sarcolemma**. Nell'organismo umano se ne individuano tre tipi :

- **Tessuto muscolare scheletrico volontario** : composto da **fibre muscolari** lunghe, cilindriche, striate ( filamenti di **actina** e **miosina** disposti parallelamente ) e multinucleate. Si contrae sotto impulso del sistema nervoso esercitando una trazione sull'osso e determinandone il movimento. Le cellule di questo tessuto non possono dividersi, ma sono presenti cellule **miosatelliti**, di origine mesenchimale, utili in caso di danneggiamento.
- **Tessuto muscolare cardiaco** : Detto anche **muscolo striato involontario** ( indipendente dal sistema nervoso ) per la presenza di cellule **pacemaker** altamente specializzate che

stabiliscono un ritmo regolare di contrazione, si trova solo nel cuore, ed è composto da cellule chiamate **cardiomiociti** dotate di un solo nucleo e con striature evidenti ( fibre di actina e miosina ). I cardiomiociti sono connessi tra loro in regioni specifiche chiamate **dischi intercalari**, dove la presenza di giunzioni comunicanti permette la trasmissione coordinata del segnale elettrico. A differenza del tessuto muscolare mancano cellule miosatelliti in caso di danneggiamento. La contrazione di queste cellule spinge il sangue in circolo.

- **Tessuto muscolare liscio** : E' formato da cellule corte, affusolate, non striate, con un singolo nucleo al centro. Ricopre le pareti dei vasi sanguigni ( regolando il flusso ematico ), dell'apparato digerente ( spinge il cibo ), respiratorio ( regolando il calibro delle vie respiratorie ), urinario e genitale ( spinge urina e secrezioni ). Le cellule di questo tessuto non presentano striature, e sono in grado di rigenerarsi a seguito di un danno. Inoltre, la loro contrazione è autonoma dal sistema nervoso ( **muscolo involontario non striato** ).

## TESSUTO NERVOSO

Specializzato nella conduzione di impulsi elettrici da una regione all'altra del corpo, è localizzato per la maggior parte nell'encefalo e nel midollo spinale. E' composto da due tipi di cellule :

- **I neuroni** : chiamati anche **cellule nervose** trasmettono l'impulso elettrico. Sono le cellule più lunghe del corpo e presentano un corpo cellulare chiamato **soma** o **pirenoforo**, contenente un grande nucleo. Dal soma si dipartono vari prolungamenti chiamati **dendriti** che ricevono gli impulsi elettrici in entrata. Dal soma si diparte inoltre l'**assone** ( chiamato anche **fibra nervosa** ) che conduce l'impulso elettrico in uscita. Queste cellule non sono in grado di dividersi e hanno scarsa capacità riparatoria in seguito a danneggiamenti.
- **Cellule della neuroglia** : Comprendono diversi tipi di cellule con funzione di supporto e nutrimento per i neuroni.

## APPARATO TEGUMENTARIO

Chiamato anche **tegumento** svolge numerose funzioni, tra cui protezione fisica, regolazione della temperatura, secrezione ed escrezione, nutrizione, sensibilità e difesa immunitaria. E' costituito da:

- **Cute** : Composta da **epidermide** ( un epitelio di superficie ) e dal **derma** ( tessuto connettivo sottostante ) e dall'**ipoderma** ( o fascia superficiale, ovvero un tessuto connettivo lasso che separa la cute dalla fascia profonda.)
- **Annessi cutanei** : peli, unghie, ghiandole sebacee, ghiandole sudoripare, ghiandole mammarie.

## EPIDERMIDE

Composta da un epitelio pavimentoso stratificato cheratinizzato dove sono presenti quattro tipi di cellule :

- **Cheratinociti** : Formano i diversi strati.
- **Melanociti** : Sono le cellule dell'epidermide deputate alla sintesi del pigmento.
- **Cellule di Merkel** : Deputate alla percezione delle sensazioni.
- **Cellule di Langherans ( o cellule dendritiche )** : cellule fagocitarie migranti con funzione immunitaria contro agenti patogeni e/o cellule epidermiche tumorali.

A partire dalla lamina basale su cui poggia l'epidermide, risalendo, gli strati che si incontrano sono :

- **Strato basale** : Detto anche **strato germinativo**, è lo strato più profondo, adeso alla lamina basale. Presenta grandi **cellule staminali** ( dividendosi rimpiazzano i cheratinociti persi negli strati più superficiali ), **melanociti** ( producono **melanina** ) e **cellule di Merkel** ( sensibili al tatto, rilasciano sostanze chimiche che stimolano le terminazioni nervose sensitive).

- **Strato spinoso** : Dopo che la cellula staminale si divide, la cellula figlia risale nello strato sovrastante dove comincia a differenziarsi in cheratinocita. Questi posseggono fasci di filamenti proteici ( **tonofibrille** ) che iniziano e terminano a livello delle **maculae adherentes** ( **desmosomi** ), agendo come bracci crociati che rinforzano e sostengono le giunzioni cellulari. Sono presenti inoltre melanociti e cellule di Langherans.
- **Strato granuloso** : E' lo strato più superficiale dell'epidermide. Qui i cheratinociti provenienti dallo strato spinoso cominciano a sintetizzare **cheratoialina** ( granuli elettrodensi che circondano i filamenti di cheratina ) e **cheratina** ( componente strutturale di peli e capelli ). Fattori ambientali come un aumento della frizione sulla cute stimola la produzione di questi due elementi.
- **Strato lucido** : Presente per lo più nella cute spessa di mani e piedi. Ricopre lo strato granuloso, ed è composto da cellule appiattite, prive di organuli e nucleo, strettamente adese e ripiene di filamenti di cheratina.
- **Strato corneo** : Costituito da un epitelio **cheratinizzato** ( o **corneificato** ), composto da numerosi strati di cellule (cheratinociti ) morte e appiattite ricche di filamenti di cheratina. Lo strato corneo è resistente all'acqua ma non è impermeabile ( *traspirazione insensibile o perspiratio insensibilis* ).

La maggior parte del corpo è rivestita da **cute sottile** sprovvista dello strato lucido. La **cute spessa** di mani e piedi, invece, oltre a presentare lo strato lucido, presenta un'epidermide, presenta un'epidermide che è fino a 6 volte più spessa.

#### **CRESTE EPIDERMICHE**

Lo strato basale dell'epidermide forma le cosiddette **creste epidermiche**, che, estendendosi nel derma, aumentano l'area di contatto tra queste due regioni. A loro volta, proiezioni dermiche chiamate **papille dermiche** si estendono tra creste adiacenti. Le creste epidermiche di mani e piedi, geneticamente pre-determinate, aumentano la superficie cutanea e l'attrito nella presa.

#### **COLORE DELLA PELLE**

Dipende da vari fattori : apporto ematico ( l'emoglobina dei globuli rossi, legandosi all'ossigeno, diventa rossa, conferendo tale colore ai vasi nel derma ), spessore dello strato corneo, e quantità variabili dei pigmenti melanina e carotene ( sotto controllo genico ).

#### **APPORTO EMATICO NEL DERMA**

La riduzione dell'apporto ematico in seguito a vasocostrizione porta ad una riduzione dell'ossigeno, con conseguente incurimento dell'emoglobina che cambia colore. La superficie cutanea, soprattutto dove la cute è più sottile, diventa bluastra ( **cianosi** ).

#### **CONTENUTO EPIDERMICO DI PIGMENTO**

- **Carotene** : pigmento giallo-arancio contenuto in vegetali di colore arancione. Può essere convertito in vitamina A, importante per il mantenimento dell'epitelio e per la sintesi dei pigmenti visivi dei fotorecettori degli occhi.
- **Melanociti** : I **melanociti** producono la **melanina**, un pigmento bruno che forma vescicole intracellulari dette **melanosomi**, le quali, a loro volta, vengono trasferite nei cheratinociti, colorandoli, e rimanendo intatte finchè non vengono distrutte dai lisosomi. La melanina protegge le cellule epidermiche, e il derma sottostante, dalle radiazioni UV ( parte di questa è utile alla conversione degli steroidi derivati dal colesterolo in vitamina D3, e poi in *calciferolo*, fondamentale per l'assorbimento di calcio e fosforo nelle ossa ) : l'esposizione alle radiazioni ultraviolette aumenta infatti la velocità di sintesi e trasferimento della melanina.

#### **IL DERMA**

Posto sotto l'epidermide, è costituito da due componenti principali ( sebbene non esista una netta demarcazione ):

- **Lo strato papillare:** E' composto da tessuto connettivo lasso. Contiene i capillari che riforniscono l'epidermide e le terminazioni dei nervi sensitivi che innervano lo strato papillare e l'epidermide.
- **Lo strato reticolare :** E' composto da un reticolo fibroso di tessuto connettivo denso irregolare che circonda i vasi sanguigni, i follicoli piliferi, i nervi e le ghiandole sudoriparee e sebacee.

Nel derma si trovano anche gli annessi cutanei come i **follicoli piliferi** e le **ghiandole sudoripare**, oltre che una rete di vasi sanguigni, linfatici e fibre nervose; soprattutto quest'ultime regolano il flusso ematico, la secrezione ghiandolare e le sensazioni provenienti dal derma e dallo strato profondo dell'epidermide ( le cellule di Merkel sono connesse a terminazioni sensitive chiamate **dischi tattili** ).

### **STRATO SOTTOCUTANEO ( IPODERMA o FASCIA SUPERFICIALE )**

Pur non essendo parte dell'apparato tegumentario, lo strato sottocutaneo, composto per lo più di tessuto connettivo lasso con abbondanti cellule adipose, svolge un ruolo importante nella stabilizzazione della cute rispetto ai tessuti sottostanti ( muscoli/ altri organi ) permettendone movimenti indipendenti. Le arterie e le vene che vascolarizzano la cute formano una rete nello strato sottocutaneo definita **plesso cutaneo**; i rami arteriosi di questo complesso vascolarizzano sia il tessuto adiposo dell'ipoderma sia la cute, raggiungendo tutti i vari annessi cutanei. Raggiunto lo strato papillare, questi rami formano una rete chiamata **plesso sub-papillare ( o plesso papillare )**, con capillari che seguono il confine epidermide-derma. La regolazione della circolazione cutanea è un meccanismo chiave nella termoregolazione

### **ANNESI CUTANEI**

Gli annessi cutanei sono: i **follicoli piliferi**, le **ghiandole sebacee**, le **ghiandole sudoripare** e le **unghie**.

### **PELI E FOLLICOLI PILIFERI**

I peli sono strutture non viventi presenti sulla superficie di quasi tutto il corpo, originanti dal **follicolo pilifero**. Quest'ultimo si estende nel derma, spesso raggiungendo l'ipoderma. Qui si individua il **bulbo pilifero**, composto da cellule epiteliali che circondano una piccola **papilla pilifera** contenente tessuto connettivo, capillari e nervi.

La formazione del pelo avviene attraverso un processo di *cheratinizzazione* a partire da uno strato epiteliale chiamato **matrice pilifera**; da qui si formano le componenti del pelo:

- Il **midollo**, o parte centrale del pelo, contenente **cheratina soffice**, morbida e flessibile.
- La **corteccia**, contenente strati spessi di **cheratina dura**, conferente rigidità al pelo.
- La **cuticola**, uno strato di rivestimento esterno formato da cellule morte cheratinizzate.

Si suole suddividere il pelo in due parti: la **radice del pelo** che va dal bulbo fino al punto in cui l'organizzazione interna del pelo è completa, e il **fusto**, che va da questo punto ( metà strada tra il bulbo e la superficie cutanea ) fino alla punta del pelo.

Anche le cellule del follicolo pilifero sono organizzate in strati concentrici in cui è possibile individuare:

- La **guaina radicale interna** : Circonda la radice pilifera e la porzione più profonda del fusto. Non si estende per l'intera lunghezza del pelo.
- La **guaina radicale esterna** : Si estende dalla superficie cutanea alla matrice del pelo.
- La **membrana vitrea**: E' uno strato spesso circondato da una guaina di tessuto connettivo denso.

La funzione dei peli è per lo più di protezione contro agenti esterni. La presenza inoltre di fibrocellule muscolari lisce che vanno a formare il **muscolo erettore del pelo**, connesso al connettivo che circonda il follicolo pilifero, permette, sotto opportuna stimolazione, il sollevamento del pelo.

### **GHIANDOLE CUTENEE**

La cute contiene due tipi di ghiandole esocrine :

- Le **ghiandole sebacee**
- Le **ghiandole sudoripare**.

Esse contribuiscono alla *termoregolazione*, alla *eliminazione di sostanze di rifiuto* e alla *lubrificazione dell'epidermide*.

### **GHIANDOLE SEBACEE**

Le ghiandole sebacee ( o *ghiandole oleose* ) riversano un secreto oleoso, il **sebo**, nei follicoli piliferi, mediante secrezione olocrina. Il sebo ha funzione lubrificante e anti-batterica, proteggendo la cheratina del fusto del pelo e della cute circostante. Si possono identificare **ghiandole sebacee tipiche** ( riversano il sebo nel follicolo pilifero ) e/o **follicoli sebacei** ( ghiandole che comunicano direttamente con l'epidermide ). Le ghiandole sebacee possono inoltre classificarsi come *alveolari semplici o ramificate*.

### **GHIANDOLE SUDORIPARE**

La cute contiene due tipi di ghiandole sudoripare :

- Le **ghiandole apocrine**: Producono una secrezione ( merocrina ) densa e viscosa, potenzialmente odorosa ( può contenere **feromoni** ), che rilasciano nei follicoli piliferi di ascelle, intorno ai capezzoli e nell'inguine.
- Le **ghiandole merocrine**: Anche note come *ghiandole sudoripare eccrine*, sono ghiandole tubulari spiraliformi che riversano la loro secrezione, il **sudore** ( o *perspiratio sensibilis* ) direttamente sulla superficie cutanea. Il sudore è composto per il 99% di acqua, ma contiene anche NaCl ( cloruro di sodio ), metaboliti e sostanze di scarto. La funzione di queste ghiandole è legata alla *termoregolazione* ( il sudore abbassa la temperatura corporea ), all'*escrezione* ( oltre all'acqua il sudore veicola anche altre sostanze di scarto come quelle farmacologiche ) e alla *protezione* ( il sudore diluisce le sostanze chimiche ambientali dannose impedendo la crescita di microrganismi ).

Entrambi i tipi ghiandolari posseggono cellule **mioepiteliali** specializzate la cui contrazione spreme la ghiandola e svuota la secrezione che vi si è accumulata. La contrazione di tali cellule è regolata dal sistema nervoso autonomo e, sebbene le ghiandole sebacee e le ghiandole sudoripare apocrine vengano regolate collettivamente ( assenza di un controllo regionale ), quelle merocrine presentano una regolazione più precisa ( per zona e quantità di secreto.

### **UNGHIE**

Si formano sulla superficie dorsale delle punta delle dita delle mani e dei piedi, ed hanno funzione protettiva. A livello della **radice dell'unghia** (porzione più profonda e adesa al periostio delle ossa delle falangi ) si diparte il **corpo dell'unghia** ( nascosto ai lati, sotto l'epitelio che lo circonda, dai **solchi** e dalle **pieghe ungueali** ); quest'ultimo ricopre il **letto ungueale**. Si individuano inoltre la **cuticola** ( o **eponichio** ), ovvero lo strato corneo che ricopre la prima porzione di unghia che fuoriesce dalla radice, e l'**iponichio**, ovvero lo strato corneo inspessito su cui cresce il margine libero. Cambiamenti nella forma, nella struttura e nell'aspetto delle unghie possono indicare malattie metaboliche che riguardano l'intero organismo.



## APPARATO LOCOMOTORE

L'apparato locomotore comprende :

- Il **sistema scheletrico** : composto dalle ossa che si uniscono a formare lo scheletro.
- Il **sistema articolare** : articolazioni che mettono in giunzione le ossa.
- Il **sistema muscolare** : composto dalla muscolatura scheletrica.

### L'APPARATO SCHELETRICO

Comprende le diverse ossa dello scheletro, le cartilagini, i legamenti e altri tipi di tessuto connettivo con funzione di connessione e stabilizzazione. Le principali funzioni dell'apparato scheletrico sono :

- **Supporto** : Fornisce il supporto strutturale all'intero corpo, sostenendo i tessuti molli e i visceri.
- **Deposito di minerali**: Soprattutto sali di calcio. Il 98% del calcio presente nell'organismo umano è qui localizzato.
- **Produzione di cellule del sangue** : Globuli rosso, globuli bianchi e piastrine sono prodotti nel midollo osseo rosso che riempie le cavità interne di numerose ossa.
- **Protezione** : Tessuti e organi delicati sono spesso circondati da elementi scheletrici.
- **Sistema di leve** : Su cui agiscono i muscoli per produrre movimenti.

I segmenti scheletrici possono essere suddivisi in :

- **Scheletro assile** : Comprende le ossa del cranio, della colonna vertebrale, dello sterno e delle coste.
- **Scheletro appendicolare** : Comprende le ossa degli arti e le ossa associate che connettono quest'ultime al tronco.

Le **articolazioni** sono appunto le strutture a livello delle quali le ossa entrano in contatto e possono muoversi l'una rispetto all'altra.

### STRUTTURA E FUNZIONE DELL'OSSO

Il **tessuto osseo** è un tessuto connettivo con funzione di sostegno, contenente cellule specializzate, e una matrice cellulare solida e resistente ( per i depositi di sali di calcio ),ricca di fibre proteiche e sostanza fondamentale.

### MATRICE DELL'OSSO

È composta per 2/3 da fosfato di calcio  $Ca_3(PO_4)_2$  che conferiscono resistenza alla compressione, e il restante 1/3 da fibre collagene e altre proteine che conferiscono all'osso resistenza alla trazione.

### CELLULE DELL'OSSO MATURO

- **Osteociti**: Sono le cellule dell'osso maturo che provvedono al mantenimento della matrice ossea controllandone la concentrazione di proteine e minerali. Sono localizzati nelle **lacune**, ovvero piccoli spazi della matrice calcificata che forma le **lamelle**. Attraverso dei **canalicoli** che si irradiano di lacuna in lacuna, gli osteociti, grazie a prolungamenti citoplasmatici, comunicano tra loro scambiandosi nutrienti e prodotti di rifiuto.
- **Osteoblasti**: Cellule cuboidali che secernono i componenti organici (**osteoidi**) della matrice ossea. Essi sono inoltre i responsabili di un processo noto come **osteogenesi**, ovvero produzione di nuovo tessuto osseo, in risposta a stimoli ormonali/meccanici. Quando un osteoblasto viene circondato dalla matrice si differenzia in osteocita.
- **Cellule osteoprogenitrici** : Cellule di origine mesenchimale capaci di dividersi per formare cellule figlie che si differenziano in osteoblasti.
- **Osteoclasti**: Cellule multinucleate che secernono acidi ed enzimi capaci di attivare un processo erosivo ( **osteolisi** ) a carico della matrice ossea, determinando il rilascio di amminoacidi, calcio e fosfato in essa depositati.

## OSSO COMPATTO E OSSO SPUGNOSO

Esistono due tipi di tessuto osseo: l'**osso compatto** (o denso) e l'**osso spugnoso** (o trabecolare). Il primo è denso e solido mentre il secondo forma una rete di lamine e trabecole. Entrambi sono presenti nelle ossa lunghe dello scheletro, con l'osso compatto a formare le pareti, e l'osso spugnoso a formare uno strato interno che circonda la **cavità midollare** in cui scorre il **midollo osseo**, un tessuto connettivo lasso in cui possono prevalere adipociti (**midollo giallo**) o una miscela di cellule del sangue rosse e bianche, mature ed immature, oltre che cellule staminali (**midollo rosso**).

Entrambi i tipi di tessuto hanno medesima composizione della matrice, differenziandosi solo per disposizione tridimensionale degli osteociti, canalicoli e lamelle.

### OSSO COMPATTO

La sua unità funzionale è l'**osteone** cilindrico (o **sistema di Havers**) in cui gli osteociti si organizzano in strati concentrici a formare **lamelle concentriche** attorno ad un **canale centrale** (o **canale di Havers**), parallelo alla superficie dell'osso, che contiene uno o più vasi sanguigni. Altri canali, perpendicolari alla superficie dell'osso, sono i **canali perforanti** (o **canali di Volkman**) che distribuiscono sangue agli osteoni più profondi. Oltre alle lamelle concentriche sono presenti **lamelle interstiziali** che riempiono gli spazi tra gli osteoni, e **lamelle circonferenziali** presenti sulla superficie interna ed esterna dell'osso.

### OSSO SPUGNOSO

Detto anche **osso trabecolare** o **spingioso** si differenzia dall'osso compatto per la presenza di lamelle parallele o **trabecole** o anche note come **spicole**. Ne risulta una rete aperta che lo rende molto più leggero dell'osso compatto, riducendo il peso dello scheletro (senza ridurre eccessivamente la resistenza) e permettendo ai muscoli di muovere le ossa più agevolmente.

### DIFFERENZE FUNZIONALI TRA OSSO SPUGNOSO E OSSO COMPATTO

Le superfici delle ossa sono rivestite da uno strato di osso compatto, a sua volta ricoperto dal **periostio**, componente connettivale della fascia profonda. L'osso presenta inoltre due estremità, o **epifisi**, separate da una **diafisi** tubolare (o **asta**). Tra diafisi ed epifisi si trova una zona ristretta definita **metafisi**. L'osso compatto si presenta molto resistente alle forze compressive e meno a quelle laterali, mentre l'osso spugnoso è in grado di sopportare sollecitazioni provenienti da diverse direzioni. La rete trabecolare aperta fornisce inoltre supporto e protezione alle cellule del midollo osseo.

### PERIOSTIO ED ENDOSTIO

La superficie esterna di un osso è rivestita da **periostio**. Esso isola e protegge l'osso dai tessuti circostanti, fornisce una via per vasi e nervi, partecipa alla crescita e alla riparazione dell'osso, e unisce l'osso alla rete connettivale della fascia profonda. È costituito da uno **strato fibroso** esterno (tessuto connettivo fibroso denso) ed uno **strato cellulare** interno contenente cellule osteoprogenitrici. A livello delle articolazioni sinoviali, esso si continua con la capsula articolare; inoltre le fibre del periostio si intrecciano con le fibre dei tendini che si inseriscono sull'osso (**fibre perforanti** o **fibre di Sharpey**), rendendo le fibre del tendine parte della struttura dell'osso. L'**endostio** riveste invece la superficie interna dell'osso, nella fattispecie la cavità midollare, le trabecole dell'osso spugnoso e la superficie interna del canale centrale e dei canali perforanti. Contiene cellule osteoprogenitrici, osteoblasti ed osteoclasti, ed è attivo durante le fasi di crescita, riparazione e rimodellamento dell'osso.

### VASI SANGUIGNI E LINFATICI

Il tessuto osseo è molto vascolarizzato; un osso lungo come l'omero presenta quattro principali gruppi di vasi sanguigni:

- **Arterie e vene nutritizie:** All'inizio del processo di **ossificazione endondrale** questi vasi (un'arteria e una vena nutritizie) penetrano nella diafisi attraverso il **forame nutritizio** per raggiungere la cavità midollare. L'arteria nutritizia si divide poi in due rami, uno ascendente

e uno discendente, che si dirigono verso le epifisi per poi rientrare nell'osso compatto attraverso i canali perforanti, andando a rifornire gli osteoni dell'osso compatto.

- **Vasi metafisari** : Vascolarizzano la superficie interna di ciascun disco epifisario.
- **Vasi epifisari**: Vascolarizzano, attraverso piccoli forami presenti nelle estremità epifisarie, gli osteoni e le cavità midollari delle epifisi.
- **Vasi periostiali**: Forniscono sangue agli osteoni superficiali delle diafisi.

### **ANATOMIA DEGLI ELEMENTI SCHELETRICI**

Lo scheletro umano contiene 206 tipi di ossa classificabili, in base alla forma, in sei grandi categorie :

- **Ossa piatte**: Sono caratterizzate da una struttura simile ad un sandwich, con due strati sottili di osso compatto che racchiudono un osso spugnoso. Sono resistenti, ma relativamente leggere, e offrono protezione ai tessuti molli sottostanti. Ne sono un esempio le ossa del cranio ( nelle ossa parietali si identificano i due strati di osso compatto chiamati *tavolato esterno e interno* mentre lo strato spugnoso è chiamato *diploe* ), lo sterno, le coste e le scapole.
- **Ossa suturali ( o Wormiane )**: Sono ossa piccole, appiattite e irregolari presenti nelle linee di sutura tra le ossa piatte del cranio. Si formano a partire da centri di ossificazione distinti.
- **Ossa pneumatiche**: Ossa cave contenente molte cellette aeree. Ne è un esempio l'osso etmoide.
- **Ossa lunghe**: Relativamente lunghe e sottili, presentano una diafisi, due metafisi e due epifisi, oltre che una cavità midollare. Ne sono un esempio il omero, il radio, l'ulna, il femore, la tibia e la fibula.
- **Ossa irregolari**: Hanno forma complessa e struttura interna varia. Ne sono un esempio le vertebre che formano la colonna.
- **Ossa sesamoidi**: Sono ossa piccole, rotondeggianti e appiattite, che si formano all'interno dei tendini, e si localizzano per lo più in prossimità dell'articolazione del ginocchio, delle mani e dei piedi. Un esempio ne è la patella.
- **Ossa brevi**: Hanno forma cubica, con una superficie esterna di osso compatto, e una interna di osso spugnoso. Caratterizzano le ossa del carpo (polso) e del tarso (caviglia).

### **CARATTERISTICHE DI SUPERFICIE DELLE OSSA**

Forniscono punti di riferimento distintivi per l'orientamento e l'identificazione delle ossa e delle strutture ad esse associate.

### **ELEVAZIONI E PROIEZIONI (GENERALE)**

- **PROCESSO**: Proiezioni o rilievo.
- **RAMO**: Parte di un osso che forma un angolo con il resto della struttura

### **APERTURE**

- **SENO O ANTRO** : Camera, all'interno di un osso, in genere contenente aria.
- **MEATO O CANALE**: Ingresso ad un canale che attraversa a tutto spessore un osso.
- **FESSURA**: Fenditura allungata.
- **FORAME**: Un foro rotondeggiante per il passaggio di vasi sanguigni e/o nervi.

### **DEPRESSIONI**

- **SOLCO**: Piccola fossa.
- **FOSSA**: Depressione profonda.

### **PROCESSI CHE SI FORMANO NEI PUNTI DI INSERZIONE DI TENDINI E LEGAMENTI**

- **TROCANTERE**: Voluminosa proiezione rugosa.
- **CRESTE**: Linea rilevata.
- **SPINA**: Processo appuntito.
- **LINEA**: Una linea sottile.

- **TUBERCOLO:** Piccola proiezione rotondeggiante.
- **TUBEROSITA':** Proiezione rugosa più piccola.

### PROCESSI CHE SI FORMANO PER ARTICOLAZIONI CON OSSA VICINE

- **TESTA:** Estremità articolare espansa di una epifisi, spesso separata da una diafisi, da uno stretto collo.
- **COLLO:** Una più stretta connessione tra epifisi e diafisi.
- **FACCETTA:** Una piccola superficie articolare piatta.
- **CONDILO:** Processo articolare liscio e tondeggiante.
- **TROCLEA:** Processo articolare liscio e scanalato a forma di puleggia.

### LE ARTICOLAZIONI

Le articolazioni (**artrosi** o **giunture**), che esistono laddove due ossa vengono in contatto, permettono, grazie al contributo di muscoli, ossa, tendini e legamenti, il movimento dei segmenti corporei. Le funzioni e la mobilità di un'articolazione dipendono dalle sue caratteristiche anatomiche; in generale :

- Le *articolazioni immobili* o *scarsamente mobili* sono tipiche dello scheletro assile.
- Le *articolazioni mobili* sono più comuni nello scheletro appendicolare.

### CLASSIFICAZIONE DELLE ARTICOLAZIONI

Esistono due metodi per classificare le articolazioni: *il metodo morfologico* e *il metodo funzionale*.

#### METODO MORFOLOGICO

Usato dagli anatomici, prevede due categorie:

- **Articolazioni per continuità:** Due ossa collegate tra loro mediante l'interposizione di tessuto. Queste articolazioni sono dette anche **sinartrosi**, e sono classificate in base al tipo di tessuto (connettivo / cartilagineo) interposto.
- **Articolazioni per contiguità:** Due ossa vicine ma separate. Queste articolazioni sono dette anche **diartrosi**, e sono classificate in base alla forma della superficie articolare delle ossa coinvolte.

#### METODO FUNZIONALE

Suddivide le articolazioni in base all'ampiezza del movimento consentito. Individua tre categorie:

- **Sinartrosi:** Articolazioni immobili. Possono essere fibrose o cartilaginee.
- **Anfiartrosi:** Articolazioni scarsamente mobili. Possono essere fibrose o cartilaginee.
- **Diartrosi:** Articolazioni mobili. Suddivise in base al grado di movimento concesso.

#### SINARTROSI (ARTICOLAZIONI IMMOBILI)

Le superfici ossee sono strettamente ravvicinate e possono addirittura saldarsi tra loro. Un esempio ne è una **sutura**, un tipo di sinartrosi presente tra le ossa del cranio. Questa organizzazione permette la propagazione delle forze da un osso all'altro con il minimo movimento articolare, diminuendo le possibilità di subire danni.

#### ANFIARTROSI (ARTICOLAZIONI SCARSAMENTE MOBILI)

I capi articolari sono leggermente più distanziati rispetto ad una sinartrosi, e generalmente si presentano connessi da fibre collagene o da cartilagine. Questo ne permette movimenti molto limitati. Un esempio di anfiartrosi è dato dalle articolazioni tra corpi vertebrali adiacenti (con l'interposizione di un disco intervertebrale) oppure le connessioni anteriori tra le ossa pubiche (sinfisi pubica).

#### DIARTROSI (ARTICOLAZIONI MOBILI)

Chiamate anche **articolazioni sinoviali** permettono un ampio grado di movimento. Le superfici articolari non sono a contatto, e si realizzano generalmente tra le estremità delle ossa lunghe. Presentano alcune caratteristiche di base: capsula articolare, cartilagini articolari (ialine ma senza pericondrio), cavità contenente liquido sinoviale, membrana sinoviale rivestente la capsula

articolare, strutture accessorie, nervi e vasi sanguigni che irrorano sia l'esterno che l'interno dell'articolazione.

### **LIQUIDO SINOVIALE**

La membrana sinoviale o **sinovia**, che ricopre la capsula articolare (spesso strato di tessuto connettivo denso), produce il **liquido sinoviale** che riempie la cavità articolare. La sua funzione è:

- Azione lubrificante: Riduce l'attrito tra le superfici di contatto.
- Nutrizione dei condrociti: La circolazione del liquido sinoviale, utile per il nutrimento e l'eliminazione delle sostanze di rifiuto dei condrociti, è guidata dal movimento articolare, attraverso cicli di compressione ed espansione nelle cartilagini articolari opposte.
- Ammortizzamento: Il liquido sinoviale attenua i traumi delle articolazioni sottoposte a compressione.

### **STRUTTURE ACCESSORIE**

Caratteristiche delle articolazioni sinoviali, comprendono:

- **Cartilagini e cuscinetti adiposi:** Tra cui **menischi** e **dischi articolari** (cuscinetti fibrocartilaginei con varie funzioni) ), oltre che **cuscinetti adiposi** con lo scopo di fornire protezione alle cartilagini articolari.
- **Legamenti:** Comprendono i **legamenti accessori** che hanno lo scopo di sostenere e rafforzare l'articolazione sinoviale. Comprendono i **legamenti intrinseci** (o **capsulari**) costituiti da inspessimenti localizzati della capsula articolare, e i **legamenti estrinseci** che sono separati dalla stessa; quest'ultimi possono essere *extracapsulari* (es. legamento patellare) se situati sulla superficie esterna della capsula o *intracapsulari* (es. crociato).
- **Tendini:** La contrazione muscolare, tensionandoli, contribuisce al mantenimento dell'ampiezza e della stabilità articolare.
- **Borse:** Piccole tasche di tessuto connettivo, rivestite da membrana sinoviale, contenenti liquido sinoviale. Si formano nelle sedi in cui un tendine o un legamento sfregano contro un altro tessuto, con lo scopo di ridurre l'attrito.

### **CLASSIFICAZIONE DELLE ARTICOLAZIONI SINOVIALI IN BASE AGLI ASSI DI MOVIMENTO**

Un'articolazione permette movimento lungo specifici **assi di movimento**, ovvero piani immaginari lungo i quali il movimento stesso è permesso. Essi sono tre :

- **Asse superoanteriore:** sopra/sotto
- **Asse anteroposteriore:** avanti/dietro
- **Asse lateromediale:** fuori/dentro

A seconda che l'articolazione permetta movimenti lungo uno, due, o tutti e tre gli assi, si definirà: **monoassile, biassile, triassile.**

In base alla forma delle superfici articolari, da cui dipende il movimento, le articolazioni sinoviali si suddivideranno in:

#### **MONOASSILI**

- **ARTRODIE ( o articolazioni piane ):** Hanno superfici articolari piatte e solo lievemente curve che permettono scarsi movimenti ( monoassili ) di scivolamento le une sulle altre. Un esempio ne sono l'articolazione sternoclavicolare, acromionclavicolare, costovertebrali e sacroiliache.
- **GINGLIMO LATERALE:** Consente solo movimenti di rotazione su un solo asse. Un esempio ne sono l'articolazione tra atlante ed epistrofeo, o quella radio-ulnare prossimale.
- **GINGLIMO ANGOLARE:** Permettono movimenti angolari su un solo piano. Un esempio ne sono le articolazioni del gomito, del ginocchio, della caviglia e interfalangea.

#### **BIASSIALI**

- **ARTICOLAZIONE A SELLA:** Posseggono superfici articolari complesse a forma di sella, di cui una possiede la concavità e una la convessità. Un esempio ne è la prima articolazione carpo-metacarpica tra osso metacarpale del pollice e trapezio.
- **CONDILARTROSI:** Una superficie articolare ovale prende contatto con una depressione corrispondente sulla superficie articolare opposta. Esempi ne sono l'articolazione radiocarpica o le articolazioni metatarso-falangee.

### TRIASIALI

- **ENARTROSI:** Il capo articolare sferico di un osso corrisponde a una depressione a forma di coppa di un altro osso. Permettono movimenti angolari, di circumduzione e rotazione. Un esempio ne sono le articolazioni di spalla e anca.

### TIPI DI MOVIMENTO

Vengono descritti facendo riferimento alla posizione anatomica.

#### MOVIMENTO ANGOLARE

- **ABDUZIONE E ADDUZIONE:** Movimento di allontanamento o avvicinamento dall'asse longitudinale mediano del corpo lungo il piano frontale. Movimenti che si riferiscono allo scheletro appendicolare.
- **FLESSIONE ED ESTENSIONE:** Movimenti che avvengono sul piano anteroposteriore con lo scopo di ridurre o aumentare l'angolo tra gli elementi ossi che si articolano, avvicinandone o allontanandone le superfici ventrali.
- **CIRCUMDUZIONE:** Movimento rotazionale che si compie descrivendo un cerchio immaginario con il braccio.

#### ROTAZIONE

- **VERSO DESTRA O SINISTRA:** Movimento del capo da un lato o dall'altro.
- **ROTAZIONE INTERNA (MEDIALE) O ESTERNA (LATERALE):** Quando la superficie anteriore dell'arto ruota verso l'interno (verso la superficie ventrale del corpo) o verso l'esterno. Quando coinvolge l'articolazione tra radio ed ulna si parlerà di **pronazione** (porta il palmo a rivolgersi indietro) o **supinazione** (movimento opposto).

#### MOVIMENTI SPECIALI

- **EVERSIONE O INVERSIONE:** Movimento della pianta del piede verso l'esterno o l'interno.
- **FLESSIONE DORSALE O FLESSIONE PLANTARE:** Movimenti che riguardano la pianta del piede e che portano al sollevamento della porzione distale del piede e delle dita (**dorsiflessione**) o al sollevamento della porzione prossimale.
- **INCLINAZIONE LATERALE:** Flessione della colonna vertebrale su un lato.
- **PROTRUSIONE O RETRAZIONE:** Movimento di un segmento corporeo in avanti o indietro lungo il piano orizzontale.
- **OPPOSIZIONE:** Movimento del pollice che lo pone in contatto con il palmo della mano o con qualunque altro dito.
- **ELEVAZIONE O DEPRESSIONE:** Un segmento si muove in direzione superiore, innalzandosi, o inferiore, abbassandosi.

#### APPARATO MUSCOLARE

L'apparato muscolare del corpo umano comprende più di 700 muscoli scheletrici, tutti controllati volontariamente. Le fibrocellule muscolari che lo compongono, formando il tessuto muscolare (1 dei 4 tessuti presenti nel corpo umano), presentano caratteristiche peculiari: sono cellule allungate, cilindriche, striate, multinucleate e capaci di contrarsi lungo il proprio asse longitudinale. Le proprietà del tessuto muscolare sono quattro:

- **Eccitabilità:** in risposta a stimoli provenienti dal sistema nervoso o endocrino.
- **Contrattilità:** capacità di accorciarsi esercitando una tensione.

- **Estendibilità:** capacità di continuare a contrarsi anche a lunghezze superiori a quella di riposo.
- **Elasticità:** Capacità di tornare alla lunghezza iniziale dopo la contrazione.

I muscoli scheletrici, connessi alle ossa in maniera diretta (mediante i tendini) o indiretta svolgono le seguenti funzioni:

- Determinano il movimento dello scheletro.
- Mantengono la postura e la posizione del corpo.
- Offrono supporto ai tessuti molli.
- Regolano l'ingresso e l'uscita di materiale.
- Mantengono la temperatura corporea.

Ogni muscolo ha un'**origine**, una **inserzione** (terminazione), un **ventre** (corpo del muscolo), e si contrae producendo una specifica azione. La contrazione muscolare può essere di tre tipi:

- **Concentrica:** La produzione di forza è accompagnata da accorciamento del muscolo.
- **Eccentrica:** La produzione di forza è accompagnata da allungamento del muscolo.
- **Isometrica:** Il muscolo esercita forza senza variazione nella sua lunghezza.

#### CLASSIFICAZIONE DEI MUSCOLI IN BASE ALLA LORO POSIZIONE

- **Muscoli superficiali ( o pellicciai ) :** Interconnessi al derma, o sotto derma, li si ritrova principalmente a livello della faccia ( *muscoli mimici* ), collo e palmo della mani.
- **Muscoli profondi ( o sottofasciali ) :** Presentano un capo di origine, fisso, e uno di inserzione, mobile, che si attacca, con la sua estremità, allo scheletro.

#### CLASSIFICAZIONE DEI MUSCOLI IN BASE ALLA LORO ORIGINE O INSERZIONE

- In base al numero di punti di origine: *bicipite, tricipite, quadricipite.*
- In base al numero di punti di inserzione: *bicaudati, tricaudati, policaudati.*

#### CLASSIFICAZIONE DEI MUSCOLI IN BASE ALLE ISCRIZIONI TENDINEE

Muscoli *monogastrici* (nessune tendine intermedio), *digastrici* ( un tendine intermedio ), *poligastrici* (più tendini intermedi).

#### CLASSIFICAZIONE DEI MUSCOLI IN BASE ALL'ORGANIZZAZIONE DELLE FIBRE MUSCOLARI SCHELETRICHE

I muscoli possono essere classificati in base alla forma generale o alla disposizione delle loro fibre rispetto alla direzione di trazione. Individueremo pertanto 4 tipi di muscoli:

- **Muscoli a fibre parallele:** I fascicoli muscolari sono disposti parallelamente all'asse longitudinale del muscolo. Un esempio è il *muscolo bicipite brachiale*. Il *muscolo retto del femore* è un muscolo a fibre parallele che presenta anche delle iscrizioni tendinee trasversali. In altri muscoli a fibre parallele, come il *muscolo supinatore dell'avambraccio*, le fibre possono intrecciarsi ed avere un andamento a spirale.
- **Muscoli a fibre convergenti:** Le fibre si distribuiscono su un'ampia area per convergere poi sullo stesso punto di inserzione, che può essere un tendine, una lamina tendinea o una sottile banda di fibre di collagene (*rafe*). Un esempio ne è il muscolo gran pettorale.
- **Muscoli pennati:** I fascicoli formano un angolo obliquo con il tendine. Possono essere **unipennati**, se le fibre sono disposte sullo stesso lato del tendine (es. *muscolo estensore comune delle dita*), **bipennati**, se le fibre sono disposte ai due lati del tendine (es. *muscolo retto del femore*), **multipennati**, se il tendine proviene dall'interno del muscolo (es. *muscolo deltoide*)
- **Muscoli circolari o sfinteri:** Le fibre si dispongono concentricamente a circondare un'apertura o un recesso. Caratterizzano le vie di ingresso e uscita dei canali digerente e urinario. Un esempio è il *muscolo orbicolare* della bocca.

#### CLASSIFICAZIONE DEI MUSCOLI IN BASE ALLA LORO AZIONE

I muscoli possono essere classificati in 4 gruppi sulla base della loro **azione primaria**:

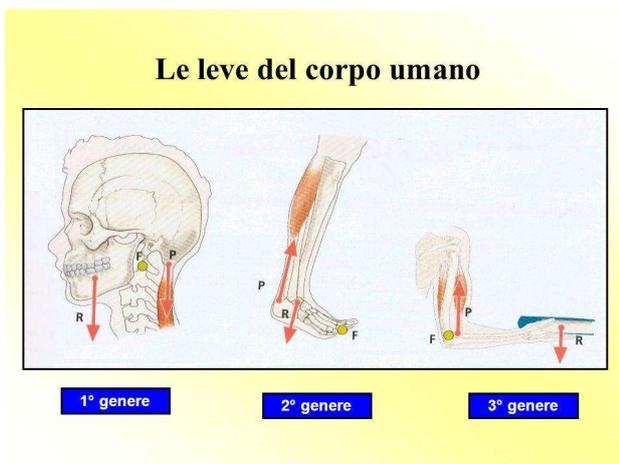
- **AGONISTA:** Detti anche **motore primario**, è il muscolo responsabile della realizzazione di un movimento.
- **ANTAGONISTI:** Sono i muscoli le cui azioni sono opposte a quelle degli agonisti.
- **SINERGICI:** Partecipano, con la loro contrazione, all'azione del muscolo agonista.
- **FISSATORI:** La contrazione simultanea di agonisti e antagonisti blocca un'articolazione, creando la base per l'azione di un altro muscolo.

## LEVE

L'azione muscolare può essere ricondotta a quella di un sistema di **leve**. Una leva (osso) è una struttura rigida che si muove facendo perno su un punto fisso chiamato **fulcro** (articolazione). Individueremo il **braccio della forza** (inserzione del muscolo), ovvero la parte di leva che si trova tra il fulcro e il punto di applicazione della forza, e il **braccio del carico**, ovvero la parte di leva che si trova tra il fulcro e il punto di applicazione del carico. Le leve possono essere di tre tipi:

- Leva di I tipo: La forza applicata e la resistenza si trovano ai lati opposti rispetto al fulcro.
- Leva di II tipo: La resistenza si trova tra la forza applicata e il fulcro
- Leva di III tipo: La forza applicata si trova tra la resistenza e il fulcro. E' il tipo più comune nel corpo umano.

Inoltre, nel corpo umano, ossa e processi ossei possono fungere da **pulegge anatomiche**, ossia strutture che modificano la direzione delle forze applicate dai muscoli. Un esempio è dato dal malleolo laterale della fibula che funge da puleggia per l'inserzione del tendine del muscolo peroneo lungo, oppure dalla patella per l'inserzione del tendine del quadricipite femorale.



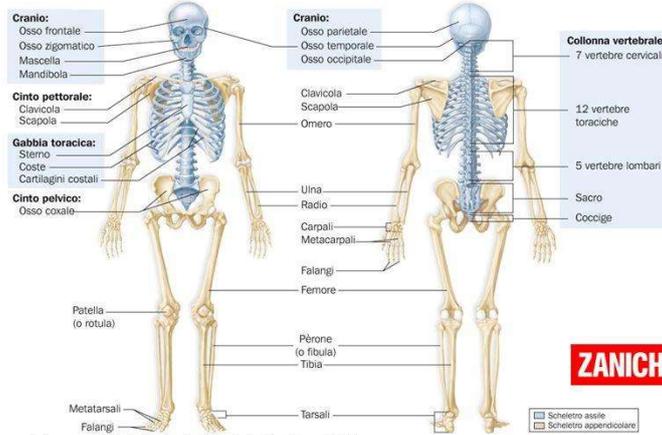
## IL CRANIO E I MUSCOLI DEL COLLO

L'apparato scheletrico è diviso in due parti:

- **Lo scheletro assile:** Costituito da più di 80 ossa, comprende le ossa del cranio, del torace e della colonna vertebrale.
- **Lo scheletro appendicolare:** Costituito da 126 ossa, comprende le ossa della parte libera degli arti e i cingoli scapolare e pelvico che connettono gli arti al tronco.

# Lo scheletro è composto da ossa articolate tra loro

Lo **scheletro assile** sostiene il tronco del corpo: le sue ossa, che comprendono il *cranio*, la *colonna vertebrale* e la *gabbia toracica* sono evidenziate in azzurro.



## IL CRANIO

E' costituito da 22 ossa, così suddivise:

- **Neurocranio (o scatola cranica):** E' formato da 8 ossa: 1 osso occipitale, 2 ossa parietali, 1 osso frontale, 2 ossa temporali, 1 osso sfenoide, 1 osso etmoide. Il neurocranio delimita la **cavità cranica**, contenente un liquido che ammortizza e sostiene l'encefalo.
- **Splancnocranio (o scheletro della faccia):** E' formato da 14 ossa: 2 ossa mascellari, 2 ossa palatine, 2 ossa nasali, 2 cornetti nasali inferiori, 2 ossa zigomatiche, 2 ossa lacrimali, 1 vomere, 1 mandibola. Lo splancnocranio protegge e sostiene le parti iniziali dei tratti digerente e respiratorio.

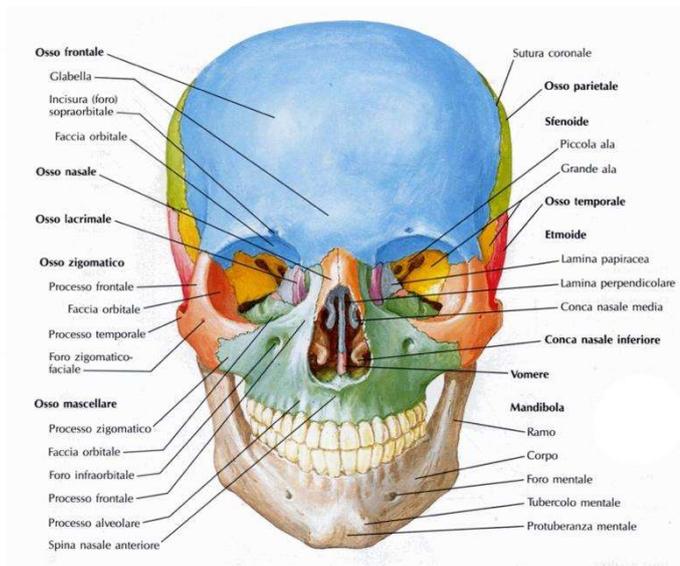
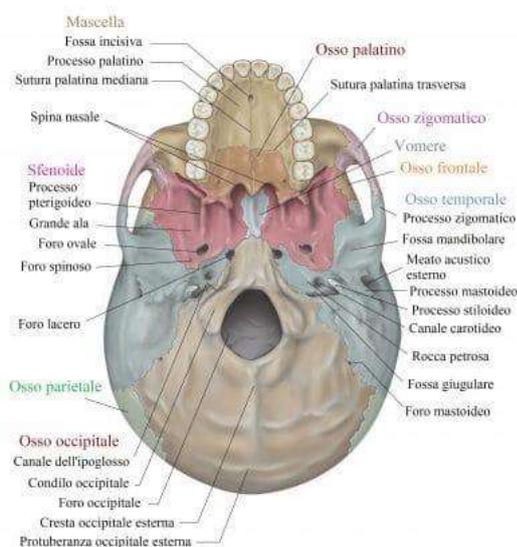
## SUTURE DEL CRANIO

Le articolazioni tra le ossa del cranio sono chiamate **suture**. Si presentano immobili e costituite da tessuto connettivo fibroso. Individuiamo le cinque principali:

- **Sutura lambdoidea:** Collocata sulla superficie posteriore del cranio, unisce l'osso occipitale alle ossa parietali.
- **Sutura sagittale:** Inizia sulla linea mediana superiore della sutura lambdoidea, estendendosi anteriormente tra le ossa parietali fino alla sutura coronale.
- **Sutura coronale:** Si estende sulla superficie superiore del cranio, unendo l'osso frontale alle ossa parietali.
- **Sutura squamosa:** Si realizza su ciascun lato del cranio tra l'osso temporale e l'osso parietale dello stesso lato.
- **Sutura frontonasale:** Si trova tra i margini superiori delle due ossa nasali e l'osso frontale.

## OSSO OCCIPITALE

Osso piatto, impari e mediano che comprende la porzione posteriore, inferiore e laterale del cranio. Presenta un'ampia apertura circolare chiamata **forame magno** che mette in comunicazione la cavità cranica con il canale vertebrale. Adiacenti al forame, si trovano i **condili occipitali** che permettono l'articolazione del cranio con la prima vertebra cervicale. Dal forame si diparte una prominenza chiamata **cresta occipitale esterna** che termina in un piccolo rilievo chiamato **protuberanza occipitale esterna**. Dalla cresta occipitale si dipartono inoltre due creste orizzontali, le **linee nicali inferiori e superiori**, che forniscono inserzione ai muscoli che stabilizzano l'articolazione atlo-occipitale. L'occipite forma inoltre parte del **foro giugulare**. Ai lati dei condili sono presenti i **canali dell'ipoglossio** che danno passaggio ai **nervi ipoglossi** (nervi cranici che controllano i muscoli della lingua).



## OSSA PARIETALI

Sono ossa pari che formano la maggior parte della volta cranica. Sono caratterizzate da una porzione esterna liscia chiamata **eminenza parietale** e un paio di linee sottostanti poco marcate, le **linee temporali superiore e inferiore**, che offrono inserzione al muscolo temporale, la cui azione chiude la bocca.

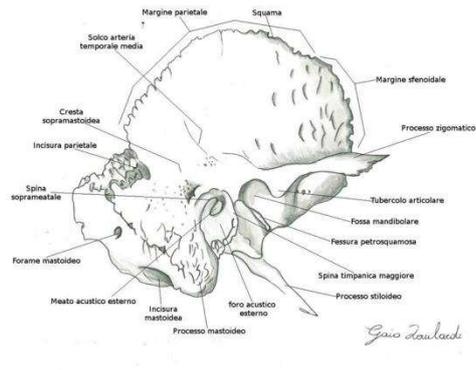
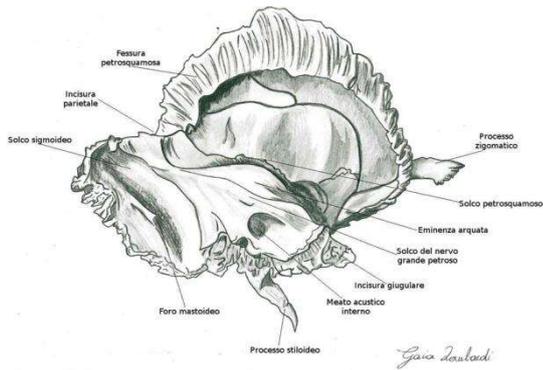
### OSSO FRONTALE

Osso piatto, impari e mediano che forma la fronte e il tetto delle cavità orbitarie. Presenta una **sutura metopica (frontale)**, rimasuglio di una fusione tra centri di ossificazione diversi che avviene dopo la nascita. Questa sutura è collocata sulla superficie anteriore convessa, chiamata **squama del frontale** (o **parte squamosa** o **fronte**). Su ciascuna superficie laterale è presente la continuazione anteriore della **linea temporale superiore** (dalla superficie parietale). La parte frontale termina a livello dei **margini sopraorbitari** che segnano i limiti superiori delle orbite; su ciascun margine è presente una cresta pronunciata chiamata **arcata sopraciliare**, mentre al centro di ciascun margine è presente il **foro sopraorbitario** (o **incisura**). La superficie orbitaria dell'osso frontale contiene piccoli fori per il passaggio di vasi sanguigni e nervi verso o da strutture dell'orbita; presenta inoltre la **fossa lacrimale**, sede della ghiandola lacrimale, e una prominenza ossea chiamata **cresta frontale** che da attacco alle meningi. L'osso frontale accoglie inoltre i **seni frontali**.

### OSSA TEMPORALI

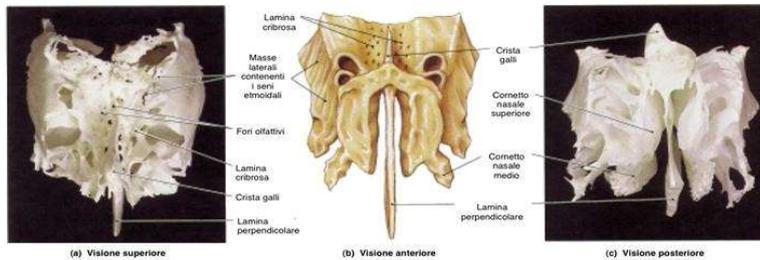
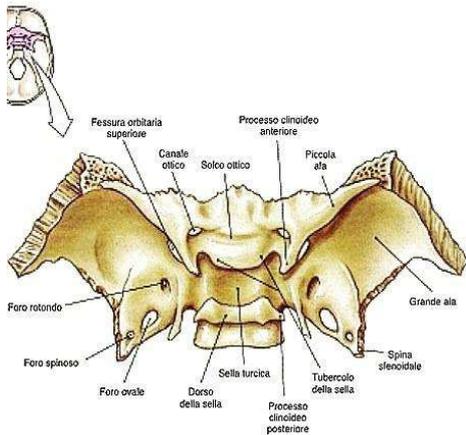
Formano le pareti laterali e inferiori del cranio articolandosi con le ossa zigomatiche, parietali ed occipitali, oltre che con lo sfenoide e la mandibola. Possiedono tre porzioni: *squamosa*, *timpanica* e *petrosa*.

- **Porzione squamosa:** Possiede una porzione superiore (**squama**) che va a formare la sutura squamosa. La porzione inferiore è formata dal **processo zigomatico** che, incontrando il **processo temporale**, formano l'**arcata zigomatica (zigomo)**. Alla base del processo zigomatico, l'osso temporale si articola con la mandibola la **fossa mandibolare** e il **tubercolo mandibolare**.
- **Porzione timpanica:** Collocata dietro alla fossa mandibolare, questa porzione circonda l'ingresso del **canale uditivo esterno** che termina a livello del **timpano** (orecchio medio) dove gli **ossicini dell'udito** trasferiscono le vibrazioni sonore dal timpano ai recettori uditivi dell'orecchio interno.
- **Porzione petrosa:** Circonda e protegge gli organi di senso deputati all'udito e all'equilibrio. Posteriormente e inferiormente al canale uditivo è presente il **processo mastoideo** che fornisce inserzione ai muscoli che ruotano ed estendono la testa. Vicino a tale processo si apre il **foro mastoideo** che dà spazio al decorso di vasi che vascolarizzano le meningi, e il **processo stiloideo** dove si inseriscono legamenti di sostegno dell'osso ioide, muscoli della lingua, della faringe e della laringe. Posteriormente al processo stiloideo, il **foro stilomastoideo** dà spazio al nervo faciale che innerva i muscoli della faccia. Medialmente al foro stilomastoideo, è presente il **foro giugulare**, ed anteriormente ad esso si trova l'ingresso (foro) del **canale carotico**, attraverso cui passa l'arteria carotide interna che vascolarizza l'encefalo. Lateralmente e anteriormente al canale carotico l'osso temporale si articola con l'osso sfenoide. A livello di questa articolazione si diparte il canale muscolotubarico che delimita la **tuba di Eustachio** (o *faringotimpanica*), un condotto contenente aria che origina dalla faringe e termina nella cavità timpanica.



## OSSO SFENOIDE

È un osso a forma di pipistrello che fa da ponte che unisce le ossa del cranio e le ossa della faccia. Si articola con le ossa frontale, occipitale, parietale, etmoide e temporali del cranio, oltre che con le ossa palatine, zigomatiche, mascellari e vomere del complesso facciale. La porzione centrale prende il nome di **corpo**. Una grande depressione centrale (**sella turcica**), chiamata **fossa ipofisaria**, accoglie appunto la **ghiandola pituitaria (ipofisi)**; questa depressione è circondata dal **tubercolo della sella** che ne forma il margine anteriore, dai **processi clinoidi anteriori**, che sono proiezioni delle **piccole ali** dello sfenoide (di forma triangolare, le cui superfici superiori sostengono il lobo frontale dell'encefalo, mentre le superfici inferiori formano parte dell'orbita e il margine superiore della **fessura orbitale superiore**, via di passaggio per i vasi sanguigni e i nervi cranici diretti all'occhio), e dai **processi clinoidi posteriori** che sono un prolungamento laterale della sella. Al di sopra del tubercolo della sella è presente il **solco del chiasma ottico**, ai cui lati si trovano i **canali ottici** attraverso cui passano i nervi ottici che trasportano informazioni dagli occhi all'encefalo. Ai lati della sella turcica, il **foro rotondo**, il **foro ovale** e il **foro spinoso** perforano le grandi ali dello sfenoide fornendo passaggio a vasi sanguigni e nervi cranici diretti alle strutture della cavità orbitaria, della faccia e della mandibola. Le grandi ali dello sfenoide terminano a livello della **spina sfenoidale**. I **processi pterigoidei** sono proiezioni che emergono dall'unione tra le grandi e le piccole ali, e sono formati da due lamine che forniscono siti di inserzione per muscoli che muovono la mandibola e il palato molle. Alla base di ciascun processo è presente un **canale pterigoideo**.



Osso etmoide. (a) Superficie superiore, (b) Superficie anteriore, (c) Superficie posteriore.

## OSSO ETMOIDE

È un osso irregolare che costituisce parte dell'orbita, il pavimento anteriore del cranio, il tetto della cavità nasale e parte del setto nasale. L'etmoide è formato da tre parti:

- **Lamina cribrosa:** Porzione superiore dell'etmoide, perforata da piccoli forellini che permettono il passaggio dei rami dei nervi olfattivi. Presenta inoltre una cresta chiamata **crista galli** che, separando i lati della lamina, dà attacco alla falce del cervello.
- **Labirinto etmoidale:** Dal quale emergono i **cornetti nasali superiori e medio**, lamine che si proiettano nella cavità nasale su entrambe le pareti della lamina perpendicolare, e che rallentano il flusso d'aria in entrata, riscaldandolo ed umidificandolo.
- **Lamina perpendicolare:** Forma parte del setto nasale insieme al vomere e alla cartilagine ialina del setto nasale.

I recettori olfattivi sono localizzati nell'epitelio che riveste le superfici inferiori della lamina cribrosa, la superficie mediale del cornetto nasale superiore e la porzione superiore della lamina perpendicolare.

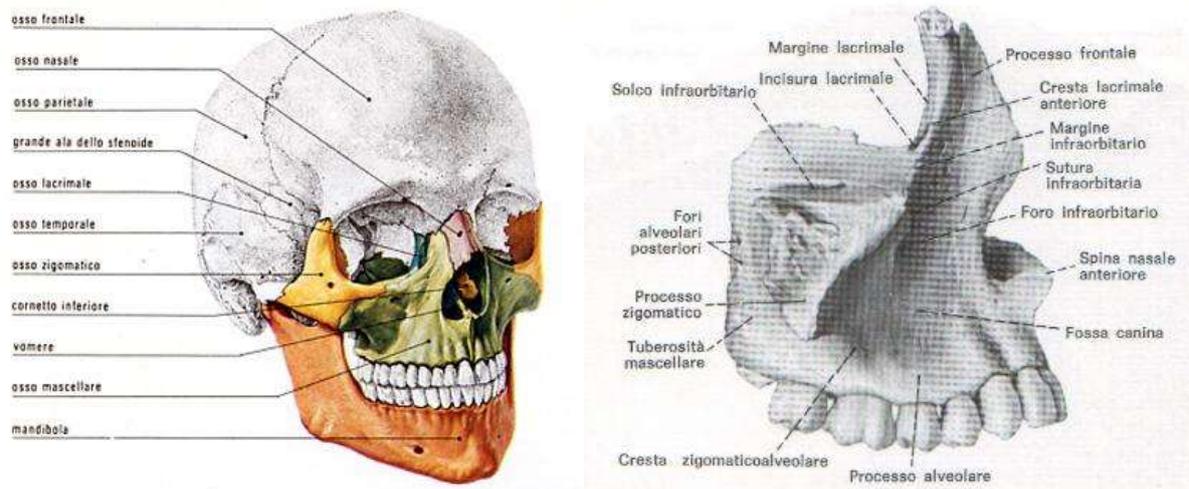
## OSSA DELLO SPLANCNOCRANIO

Le ossa dello splanocranio sono le ossa: **mascellari, palatine, nasali, zigomatiche, lacrimali, i cornetti nasali inferiori, il vomere e la mandibola.**

### OSSA MASCELLARI

Le ossa mascellari di destra e di sinistra sono le ossa più grandi della faccia; esse formano la **mascella**, la quale si articola con tutte le ossa della faccia ad eccezione della mandibola. Si individuano su di essa una **superficie orbitaria** che protegge l'occhio e le strutture dell'orbita, un **processo frontale** con il quale la mascella si articola con l'osso frontale e l'osso nasale, i **processi alveolari** nei quali si articolano i denti dell'arcata superiore, e il **foro infraorbitario** che dà passaggio ad un importante nervo sensitivo proveniente dalla faccia, e che decorre poi lungo il **solco**

**infraorbitario.** In sezione orizzontale sono visibili i **seni mascellari** che producono una secrezione mucosa che bagna la superficie inferiore delle cavità nasali, i **processi palatini** sulla cui linea mediana inferiore è presente la **fossa incisiva** con i **canali incisivi** attraversati da piccole arterie e nervi.



### OSSA NASALI

Ossa pari che si articolano superiormente con l'osso frontale al centro della faccia grazie alla sutura frontonasale, e lateralmente con i processi laterali delle ossa mascellari. La cartilagine che si inserisce sui margini inferiori delle ossa nasali forma la porzione flessibile del naso.

### CORNETTI NASALI

Ossa pari che si trovano sulla parete laterale della cavità nasale. Svolgono le stesse funzioni dei cornetti etmoidali.

### OSSO ZIGOMATICO

L'osso zigomatico forma il margine laterale e la parete inferiore dell'orbita. Il suo **processo temporale**, articolandosi con il processo zigomatico dell'osso temporale, forma l'**arcata zigomatica**.

### OSSA LACRIMALI

Sono le più piccole ossa pari del cranio, situate medialmente all'orbita, si articolano con l'osso frontale, mascellare, ed etmoide. Presentano il **solco lacrimale** che accoglie il **canale nasolacrimale**, attraversato dal **dotto nasolacrimale**.

### VOMERE

Forma la porzione inferiore del **setto** nasale, separando le due cavità, attraverso l'articolazione con lo sfenoide e la lamina perpendicolare dell'etmoide. Da inoltre inserzione alla cartilagine del setto nasale.

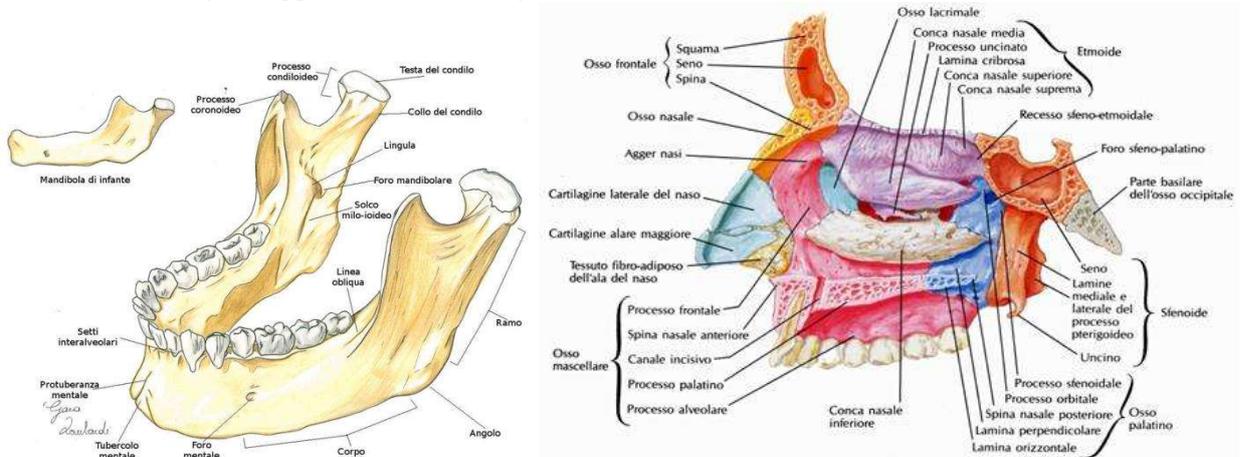
### OSSA PALATINE

Piccole ossa a forma di L le cui **lamine orizzontali** si articolano con le ossa mascellari a formare la parte posteriore del palato duro. La superficie inferiore di ciascuna lamina presenta un **foro palatino maggiore**. La **cresta nasale** che si viene a creare nel punto in cui le ossa palatine destra e sinistra si articolano tra loro, permette l'articolazione con il vomere.

### MANDIBOLA

Forma la "mascella inferiore". E' composta da un corpo orizzontale e due rami ascendenti. Si individuano i **processi condiloidei** che, articolandosi con la fossa mandibolare dell'osso temporale, formano l'**articolazione temporomandibolare (ATM)**. Questa articolazione è molto mobile e può essere dislocata avanti o lateralmente. Si individuano inoltre i **processi coronoidei** che offrono inserzione al muscolo temporale coinvolto nella chiusura della bocca, i **fori mentoniei** che offrono passaggio a nervi sensitivi provenienti da labbra e mento, la **porzione alveolare** che è un'area che

contiene gli alveoli e le radici dei denti, la **linea miloioidea** che offre origine al muscolo miloioideo che sostiene il pavimento della bocca e della lingua, oltre che la **fossa sottomandibolare** dove è accolta la ghiandola salivare sottomandibolare e il **foro mandibolare** che, dando accesso al canale mandibolare, offre passaggio a vasi e nervi per i denti dell'arcata inferiore.



### **COMPLESSO ORBITARIO**

Le orbite sono le cavità ossee che accolgono e proteggono gli occhi, oltre che le ghiandole lacrimali, i muscoli motori dell'occhio, il tessuto adiposo, i vasi sanguigni e i nervi. Il **complesso dell'orbita** è formato da 7 ossa: L'osso frontale forma il tetto e il mascellare forma la maggior parte del pavimento. Medialmente troviamo l'osso lacrimale e l'etmoide; quest'ultimo si articola con lo sfenoide che forma la maggior parte della parete posteriore. Lateralmente lo sfenoide e il mascellare si articolano con l'osso zigomatico che forma la parete laterale.



### **COMPLESSO NASALE E SENI PARANASALI**

Comprende le ossa e le cartilagini che delimitano la cavità nasale e i **seni paranasali**.

- Il complesso nasale si estende dalle **narici esterne** alle **narici interne**. Le ossa frontali, sfenoide ed etmoide costituiscono la parete superiore della cavità nasale. La lamina perpendicolare dell'etmoide e il vomere formano la parete ossea del setto nasale. Le pareti laterali sono formate dalle ossa mascellari, lacrimali e cornetti nasali inferiori. Il ponte del naso è sostenuto dalle ossa mascellari e nasali.
- I seni paranasali (**seni frontali, sfenoidali, mascellari, etmoidali**) sono camere contenente aria che si aprono nelle cavità nasali. Sono contenuti nelle ossa frontali, sfenoide, etmoide e mascellari. Hanno lo scopo di alleggerire il cranio, produrre muco e fungere da cassa di risonanza durante la fonazione. La secrezione mucosa oltre a riscaldare e umidificare l'aria, intrappola le particelle estranee proteggendo le superfici di scambio del parenchima polmonare.

### **OSSO IOIDE**

Si trova inferiormente al cranio, sospeso per mezzo dei **legamenti stiloioidei**, il suo corpo serve come base per l'inserzione di numerosi muscoli (muscolo stiloioideo, digastrico, ecc..) responsabili dei movimenti della lingua e della laringe. E' un osso molto mobile, che presenta due grandi processi: **le grandi corna** che sostengono la laringe e su cui si inseriscono muscoli che muovono la

lingua; le **piccole corna** offrono inserzione ai **legamenti stiloioidei** attraverso i quali l'osso ioide e la laringe si attaccano al cranio.



OSTEOPATA

### MUSCOLI DELLA TESTA E DEL COLLO

I muscoli della testa e del collo possono essere suddivisi in diversi gruppi: **muscoli mimici**, **muscoli estrinseci dell'occhio**, **muscoli masticatori**, **muscoli della lingua**, **muscoli della faringe**.

#### MUSCOLI MIMICI

Hanno origine dalle pareti del cranio, e la loro contrazione determina il movimento della cute. Sono innervati dal VII nervo cranico. Individuiamo i principali:

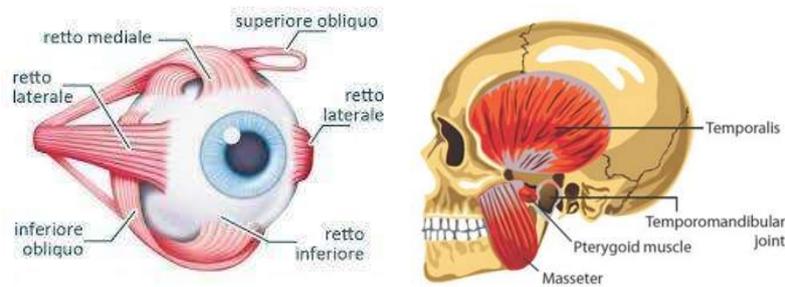
- **Muscolo orbicolare della bocca:** Origina dalle ossa mascellari e dalla mandibola e si inserisce sulle labbra. La sua contrazione determina la chiusura della bocca.
- **Muscolo buccinatore:** Origina dai processi alveolari di osso mascellare e mandibolare inserendosi con fibre del muscolo orbicolare della bocca. La sua contrazione determina la compressione della guancia (suzione nel neonato).
- **Muscoli temporoparietali:** Muscoli dell'**epicranio** (scalpo), originano dalla fascia che delimita l'orecchio esterno, per inserirsi sulla galea aponeurotica. La sua contrazione muove il padiglione auricolare.
- **Muscolo occipitofrontale:** Muscoli dell'**epicranio** (scalpo) presenta due ventri, uno frontale e uno occipitale, separati da una lamina di collagene detta **aponeurosi epicranica (galea aponeurotica)**.
- **Platisma:** Muscolo superficiale che riveste la superficie anteriore del collo. Si estende dalla base del collo (tra la seconda cartilagine costale e l'acromion della scapola) inserendosi sulla mandibola e sulla cute delle guance. La sua contrazione determina tensione della cute del collo e abbassamento della mandibola.

#### MUSCOLI ESTRINSECI DELL'OCCHIO

Anche definiti **muscoli extraoculari** o **muscoli oculomotori** sono sei muscoli che originano dalla superficie dell'orbita e si inseriscono posteriormente al margine della cornea. Essi sono:

- **Muscolo retto inferiore:** La sua contrazione permette di guardare in basso.
- **Muscolo retto superiore:** La sua contrazione per mette di guardare in alto.
- **Muscolo retto mediale:** La sua contrazione permette la rotazione mediale dell'occhio.
- **Muscolo retto laterale:** La sua contrazione permette la rotazione laterale dell'occhio.
- **Muscolo obliquo superiore:** La sua contrazione permette di guardare in basso e lateralmente.
- **Muscolo obliquo inferiore:** La sua contrazione permette di guardare in alto e lateralmente.

Questi muscoli sono innervati da nervi cranici III (oculomotore), IV (trocleare) e VI (abducente).



### MUSCOLI MASTICATORI

Grazie all'articolazione temporomandibolare questi muscoli permettono il movimento della mandibola. Essi sono:

- **Muscolo massetere:** Origina dall'arcata zigomatica, inserendosi sulla superficie laterale e sull'angolo del ramo mandibolare. La sua contrazione oltre a determinare l'innalzamento della mandibola e la chiusura della bocca, permette i movimenti di protrusione, retrazione, e movimenti laterali della mandibola.
- **Muscolo temporale:** Origina dalla fossa temporale del cranio inserendosi sul processo coronoideo della mandibola e margine anteriore del ramo mandibolare. La sua contrazione determina l'innalzamento della mandibola, la chiusura della bocca, la retrazione e i movimenti laterali della mandibola.
- **Muscoli pterigoidei mediale (interno):** Origina dalla fossa pterigoidea e dalle porzioni adiacenti delle ossa palatino e mascellare, inserendosi sulla superficie mediale del ramo mandibolare. La sua contrazione determina innalzamento e movimenti laterali della mandibola.
- **Muscoli pterigoidei laterale (esterno):** Origina dalla lamina laterale del processo pterigoideo e grande ala dello sfenoide per inserirsi sulla parte anteriore del collo del condilo mandibolare. La sua contrazione determina apertura della bocca, protrusione o movimenti laterali della mandibola.

Questi muscoli sono innervati dal nervo trigemino.

### MUSCOLI DELLA LINGUA

Vengono suddivisi in due gruppi: **muscoli intrinseci** e **muscoli estrinseci**. I primi originano e si inseriscono sulla lingua, mentre i secondi, pur inserendosi sulla lingua, originano da strutture esterne ad essa. I muscoli estrinseci della lingua sono:

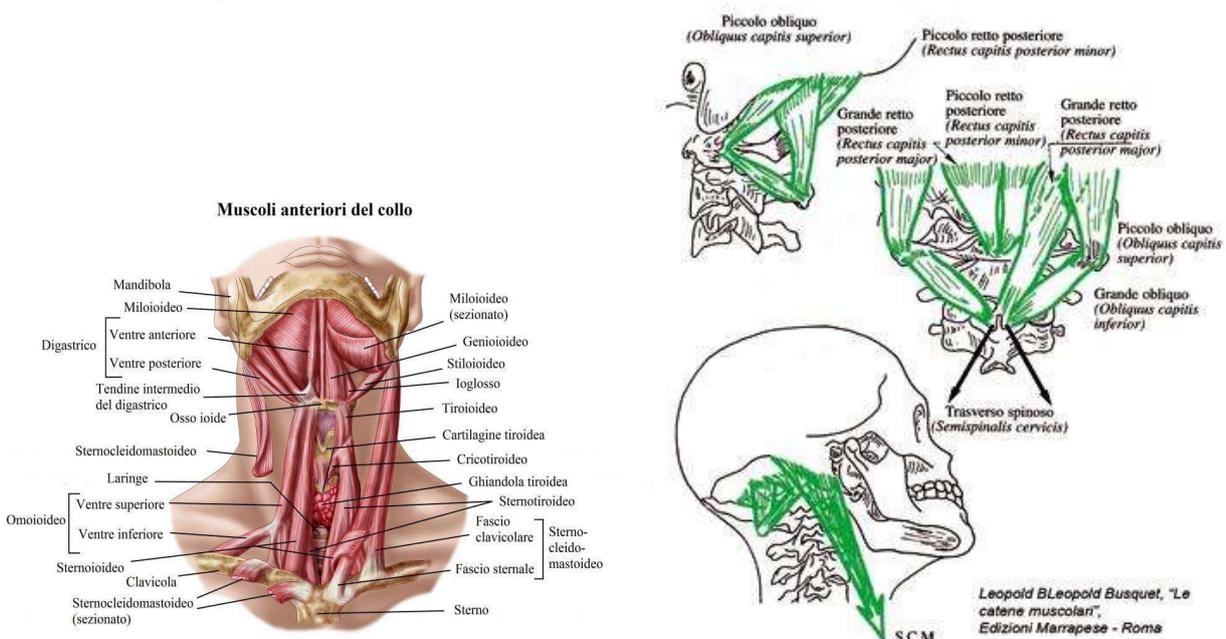
- **Muscolo genioglosso:** Origina dalla superficie interna della mandibola e si inserisce sul corpo della lingua. La sua contrazione determina abbassamento e protrusione della lingua.
- **Muscolo loglosso:** Origina dal corpo e dal grande corno dell'osso ioide e si inserisce sulle pareti laterali della lingua. La sua contrazione determina abbassamento e retrazione della lingua.
- **Muscolo Palatoglosso:** Origina dalla superficie anteriore del palato molle e si inserisce sulle pareti laterali della lingua. La sua contrazione determina innalzamento della lingua e abbassamento del palato molle.
- **Muscolo stiloglosso:** Origina dal processo stiloideo dell'osso temporale e si inserisce ai lati della lingua, dalla punta alla base. La sua contrazione determina retrazione della lingua e innalzamento delle pareti laterali.

Tutti i muscoli della lingua, ad eccezione del palatoglosso, vengono innervati dal nervo ipoglosso (XII nervo cranico).

### MUSCOLI ANTERIORI DEL COLLO

Questi muscoli controllano la posizione della laringe, abbassano la mandibola, mettono in tensione il pavimento della bocca e forniscono una base solida ai muscoli di lingua e faringe. I muscoli che stabilizzano la posizione della laringe sono definiti **muscoli estrinseci** mentre quelli che controllano le corde vocali sono detti **muscoli intrinseci**. Inoltre, in base alla loro posizione rispetto all'osso ioide, i muscoli anteriori del collo vengono distinti in **muscoli sopraioidei** e **muscoli sottoioidei**. Analizziamo i principali:

- **Muscolo digastrico:** Possiede due ventri. Il ventre anteriore origina dalla superficie inferiore della mandibola, in corrispondenza del mento (poggia sul muscolo miloioideo) mentre il ventre posteriore origina dal processo mastoideo dell'osso temporale. Si inseriscono entrambi sull'osso ioide, e la loro contrazione determina abbassamento della mandibola, apertura della bocca, e/o innalzamento della laringe.
- **Muscolo miloioideo:** Origina dalla linea miloioidea della mandibola e si inserisce sull'osso ioide. Forma il pavimento della bocca e la sua contrazione innalza il pavimento della bocca e l'osso ioide, e/o abbassa la mandibola.
- **Muscolo genioioideo:** Origina sulla superficie interna della mandibola e si inserisce sull'osso ioide. Si trova sopra al muscolo miloioideo, fornendo ulteriore supporto. Svolge le stesse funzioni del muscolo digastrico, inoltre la sua contrazione retrae l'osso ioide.
- **Muscolo stiloideo:** Origina dal processo stiloide dell'osso temporale, e si inserisce sull'osso ioide. La sua contrazione determina innalzamento della laringe.
- **Muscolo sternocleidomastoideo:** Presenta due capi, il capo clavicolare origina dall'estremità sternale della clavicola, mentre il capo sternale origina dal manubrio dello sterno. Entrambi si inseriscono sul processo mastoideo del cranio e sulla porzione laterale della linea nucale superiore. La contrazione simultanea dei due sternocleidomastoidei flette il collo; singolarmente inclina la testa verso la spalla e ruota la testa dal lato opposto.
- **Muscolo omoioideo:** Origina dal margine superiore della scapola, si inserisce sull'osso ioide, ed è connesso alla clavicola e alla prima costa. La sua contrazione determina abbassamento della laringe e dell'osso ioide.



## **MUSCOLI SUBOCCIPITALI E PREVERTEBRALI**

I muscoli del dorso formano tre strati distinti (superficiale, intermedio e profondo). I muscoli che interconnettono e stabilizzano le vertebre, appartengono allo strato più profondo; essi rappresentano i **muscoli intrinseci del dorso**, e sono innervati dai rami dorsali dei nervi spinali. Essi sono a loro volta disposti su tre strati (superficiale, intermedio, profondo), e sono posizionati

lateralmente alla colonna vertebrale, disposti tra i processi spinosi e i processi trasversi delle vertebre. Di seguito analizzeremo i muscoli flessori spinali.

### **MUSCOLI SUBOCCIPITALI**

Sono quattro muscoli pari e simmetrici che collegano le prime vertebre cervicali tra loro con la squama dell'osso occipitale. Essi sono: **muscolo piccolo retto posteriore della testa, obliquo superiore della testa, grande retto posteriore della testa, obliquo inferiore della testa**. La contrazione di questi muscoli determina l'estensione e la rotazione della testa.

### **MUSCOLI FLESSORI SPINALI**

- **Muscolo lungo della testa:** Origina dai processi trasversi di C4, C5, C6, e si inserisce alla base dell'osso occipitale. La contrazione simultanea determina la flessione del collo, mentre singolarmente determinano la rotazione della testa dal proprio lato.
- **Muscolo lungo del collo:** Origina dalla superficie anteriore delle vertebre cervicali e delle toraciche superiori, e si inserisce sui processi trasversi delle vertebre cervicali superiori. La sua contrazione limita l'iperestensione del collo e ne determina flessione e/o rotazione.

### **LA COLONNA VERTEBRALE**

La colonna vertebrale di un adulto è costituita da 26 ossa: le **vertebre** (24), il **sacro** e il **coccige**. La colonna vertebrale svolge la funzione di:

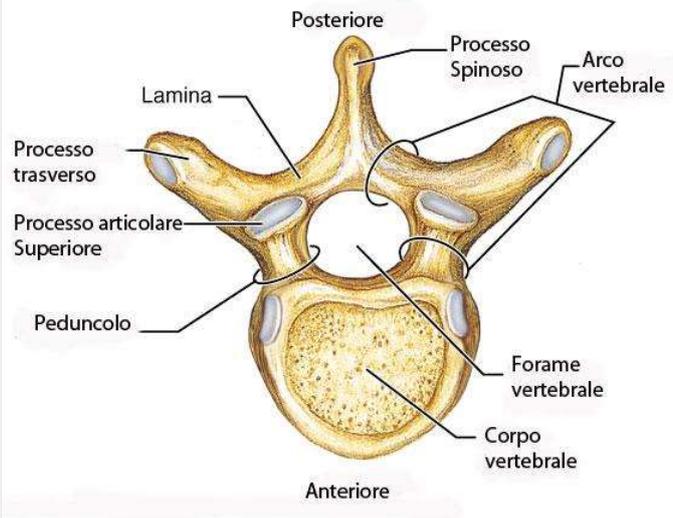
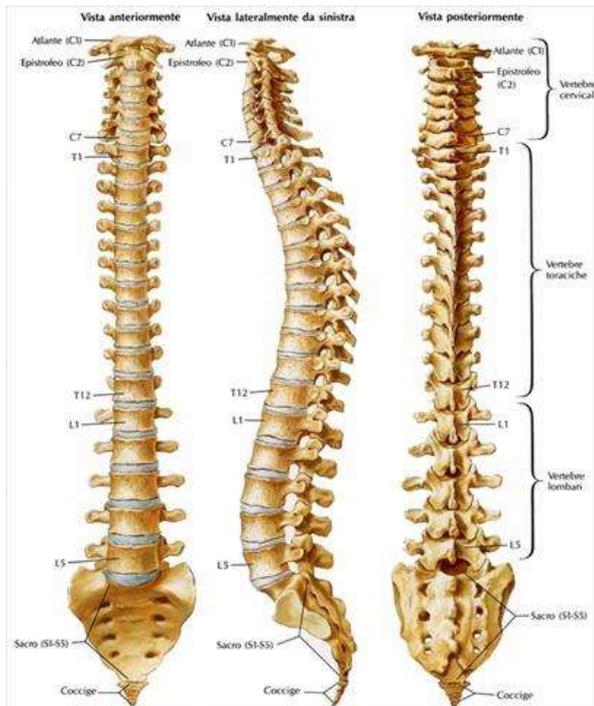
- **Sostegno:** sorreggendo il peso del corpo e favorendo il mantenimento della postura.
- **Protezione:** del midollo spinale. Fornisce inoltre una via di passaggio per i nervi spinali.

Essa è suddivisa in regioni definite dalle caratteristiche anatomiche delle singole vertebre. Avremo pertanto, cominciando dal cranio, le seguenti regioni:

- **Cervicale:** Composta da 7 vertebre. La I si articola con i condili occipitali; la VII con la I toracica.
- **Toracica:** Composta da XII vertebre, di cui, l'ultima si articola con la I lombare.
- **Lombare:** Composta da V vertebre, di cui, l'ultima si articola con il sacro.
- **Sacrale:** Composta da 5 vertebre fuse tra loro.
- **Coccigea (coda ossea):** Composta da un numero variabile di 3-5 piccole vertebre.

Queste regioni presentano curvature caratteristiche classificabili in **primarie** (se si sviluppano prima della nascita, accogliendo gli organi interni) e **secondarie** (compaiono dopo la nascita come conseguenze dello sviluppo motorio). Avremo pertanto:

- **Curvatura cervicale:** E' una curvatura secondaria, concava posteriormente (**lordosi**).
- **Curvatura toracica:** E' una curvatura primaria, concava anteriormente (**cifosi**).
- **Curvatura lombare:** E' una curvatura secondaria, concava posteriormente (**lordosi**).
- **Curvatura sacrale:** E' una curvatura primaria, concava anteriormente (**cifosi**).



## **ANATOMIA DELLE VERTEBRE**

Anteriormente ogni vertebra presenta un **corpo** di forma sferica o ovale, dal quale si estende posteriormente un **arco vertebrale**. I corpi sono uniti da legamenti e separati per mezzo di cuscinetti fibrocartilaginei, i **dischi intervertebrali**. Posteriormente le vertebre presentano un **arco vertebrale** (o arco neurale) che delimita i margini laterali e posteriori del **foro vertebrale**, che circonda un tratto del midollo spinale. L'arco vertebrale ha un pavimento (la superficie posteriore del corpo della vertebra), due pareti (i **peduncoli**) e un tetto (le **lamine**). Dalla fusione delle lamine si proietta dorsalmente e posteriormente un **processo spinoso**, mentre lateralmente e dorsalmente si proiettano i **processi trasversi**. Quest'ultimi possono essere siti d'attacco per muscoli, o possono articolarsi con le coste. A livello delle giunzioni tra lamine e peduncoli originano anche i **processi articolari superiori** e i **processi articolari inferiori**. I processi articolari inferiori di una vertebra si articolano con i processi articolari superiori della vertebra sottostante grazie a delle superfici lisce presenti sugli stessi: le **facette articolari**. Gli archi vertebrali della colonna vertebrale formano nell'insieme il **canale vertebrale** contenente il midollo spinale; gli spazi tra i peduncoli formano invece i **fori intervertebrali** che permettono il passaggio di nervi.

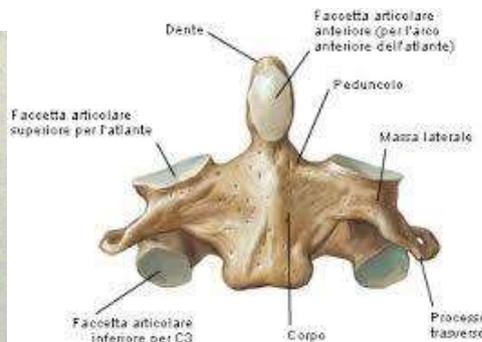
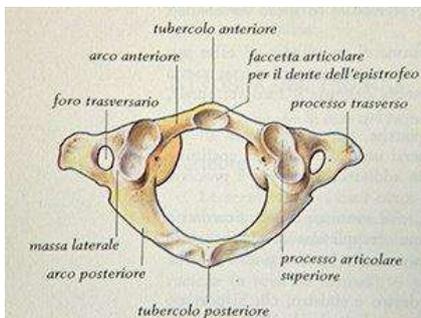
L'individuazione delle vertebre procede indicando con una lettera maiuscola la regione vertebrale, e con un numero la vertebra in questione.

### **VERTEBRE CERVICALI (7)**

Le vertebre cervicali posseggono un corpo relativamente piccolo (sostengono solo il peso della testa) e un foro vertebrale relativamente grande se paragonato al corpo (a livello craniale il midollo, contenendo ancora tutti i nervi, ha dimensioni maggiori). La prima, la seconda e la settima vertebra cervicale sono definite **vertebre cervicali atipiche**, per via delle loro caratteristiche peculiari; dalla III alla VI sono definite **vertebre cervicali tipiche** poiché mostrano caratteristiche simili. In una vertebra cervicale tipica individuiamo un processo spinoso che possiede un'incisura prominente, chiamata **coda bifida** (ad eccezione di C7). Lateralmente i processi trasversi sono fusi con i **processi costali** (residui delle coste cervicali) delimitando dei canali, i **fori trasversi**, che danno passaggio ai vasi che riforniscono l'encefalo.

### **ATLANTE (C1)**

E' la prima vertebra cervicale che sostiene il capo. Permette movimenti di flessione e di estensione, ma non di rotazione. Presenta alcune caratteristiche uniche: assenza di un corpo vertebrale, presenza di due **archi vertebrali (superiore e inferiore)** contenenti ciascuno un **tubercolo (posteriore e anteriore)**, **facette articolari superiori** ovoidali con cui si articola con i condili dell'osso occipitale, e **facette articolari inferiori** rotondeggianti, oltre che un **ampio forame vertebrale** e **due fori trasversi**.



### **EPISTROFEO (C2)**

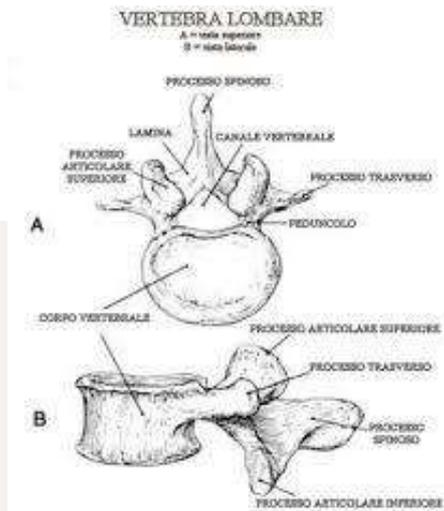
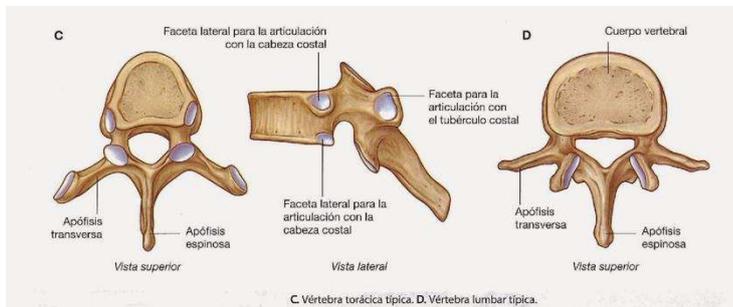
E' la seconda vertebra cervicale. Durante lo sviluppo il corpo dell'atlante si fonde con il corpo dell'epistrofeo, dando origine al **dente (processo odontoideo) dell'epistrofeo**; quest'ultimo risulta fissato alla superficie interna dell'atlante grazie al **legamento trasverso** formando un perno per la rotazione dell'atlante e del cranio rispetto al resto della colonna vertebrale.

### **VERTEBRA PROMINENTE (C7)**

La vertebra C7 assomiglia a T1 sebbene manchi delle faccette per l'articolazione con la costa. Essa rappresenta l'interfaccia tra la lordosi cervicale, convessa in avanti, e la cifosi toracica, convessa indietro. Possiede ampi processi trasversi per le inserzioni muscolari e ridotti o assenti fori trasversi. Da questa vertebra si diparte, cranialmente, il **legamento nucale**, che, inserendosi lungo il suo decorso sui processi spinosi delle varie vertebre cervicali, arriva sulla cresta occipitale esterna. Questo legamento ha una funzione stabilizzatrice : mantiene la lordosi cervicale senza sforzo muscolare, e aiuta a riportarla in estensione quando il collo è inclinato in avanti.

### **VERTEBRE TORACICHE**

Le vertebre toraciche sono 12. Presentano un corpo caratteristico a forma di cuore, più massiccio rispetto a quello delle vertebre toraciche; hanno inoltre un foro vertebrale rotondo, più piccolo, ed un sottile processo spinoso. Ciascun vertebra toracica si articola con le coste a livello delle **faccette costali**; da T1 a T9 le vertebre toraciche presentano due faccette costali (**faccette costali superiori e inferiori**). Le vertebre da T9 a T12 hanno una singola faccetta per lato. Inoltre i processi trasversi delle vertebre toraciche da T1 a T10 presentano sulle superfici anterolaterali dei processi trasversi le **faccette costali trasverse**; pertanto le coste da 1 a 10 prendono contatto con le rispettive vertebre in due punti : a livello della faccetta costale trasversa e a livello della faccetta costale.

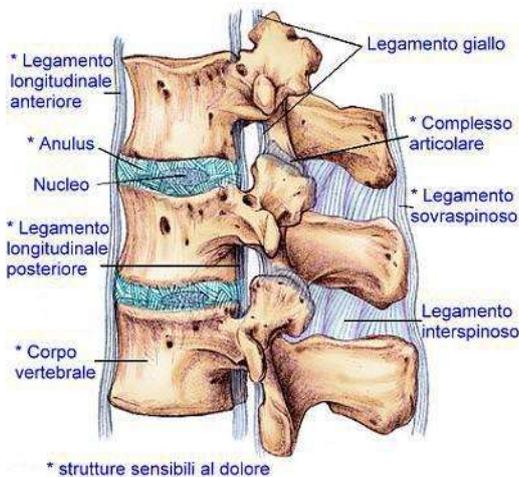
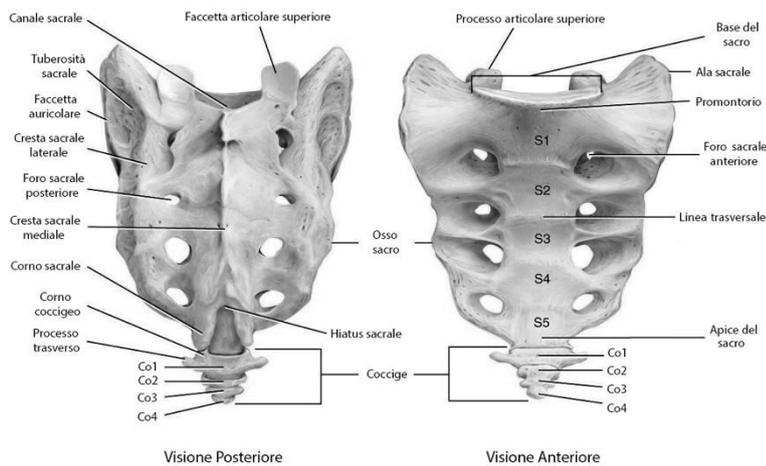


## VERTEBRE LOMBARI

Sono le vertebre più grandi, vista la necessità di sostenere il peso maggiore. Presentano un corpo dotato di superfici superiori ed inferiori ovoidali. Non sono presenti faccette articolari sui lati del corpo né sui processi trasversi, e il foro vertebrale è piccolo e di dimensioni triangolari.

## OSSO SACRO

E' composto dalla fusione (dalla pubertà ai 25-30 anni) di 5 vertebra. Questa struttura fornisce protezione per gli organi degli apparati riproduttivo, digerente ed urinario, oltre a collegare lo scheletro assile con la cintura pelvica. La porzione inferiore, ristretta, forma l'**apice sacrale**, mentre l'ampia superficie superiore forma la **base**, la quale presenta un importante punto di reperi chiamato **promontorio sacrale**. I **processi articolari superiori** formano articolazioni sinoviali con l'ultima vertebra lombare; ai lati di questi è presente il **canale sacrale**, che, estendendosi per tutta la lunghezza dell'osso, fornisce passaggio ai nervi e al midollo spinale. I processi spinosi delle vertebre sacrali fuse formano la **cresta sacrale mediana**; le lamine della quinta vertebra sacrale non si uniscono sulla linea mediana e formano le **corna sacrali**, che rappresentano i margini dello **iato sacrale**, l'orifizio di uscita del canale sacrale. Ai lati della cresta sacrale sono presenti i **fori sacrali**. Ai lati della cresta sacrale mediana sono presenti due **creste sacrali laterali**; lateralmente a ciascuna di esse si sviluppa un'ampia **ala**. La **superficie auricolare** costituisce la superficie articolare per le ossa del cingolo pelvico (**articolazione sacroiliaca**); questa articolazione è stabilizzata da un legamento che si inserisce sulla **tuberosità sacrale**. La superficie anteriore del sacro (**superficie pelvica**) è concava, e a livello dell'apice il sacro si articola con il coccige.



## COCCIGE

Il coccige è formato da 3-5 vertebre coccigee che cominciano a fondersi all'età di 26 anni. Fornisce superficie di inserzione per numerosi legamenti e per il muscolo sfintere dell'ano. Le lamine della prima vertebra coccigea sono definite **corna del coccige** e si uniscono alle corna del sacro. Nei maschi il coccige è rivolto anteriormente, nelle femmine inferiormente.

## ARTICOLAZIONI INTERVERTEBRALI

A partire da C2 fino ad S1 le vertebre si articolano in due modi:

- **Sinfisi** - ovvero un'articolazione semi mobile costituita da due superfici articolari piano o lievemente concave con un disco fibro-cartilagineo interposto (anfiartrosi) – tra i corpi vertebrali.
- **Articolazioni sionoviali** - due superfici ossee che scivolano su cartilagine articolare – tra le faccette articolari (artrodia).

## DISCHI INTERVERTEBRALI

Sono cuscinetti fibrocartilaginei che separano le vertebre dall'epistrofeo al sacro. Sono composte da un resistente strato esterno di cartilagine fibrosa (**anello fibroso**) che circonda un corpo centrale (**nucleo polposo**) soffice, elastico e gelatinoso costituito per la maggior parte da acqua (75%), con fibre reticolari ed elastiche. Le superfici superiori ed inferiori del disco sono ricoperte da sottili **piastre terminali** vertebrali composte da cartilagine ialina e fibrosa; queste strutture sono debolmente attaccate al disco e alle vertebre adiacenti, fornendo un primo sostegno. I dischi intervertebrali svolgono due funzioni:

- Separano le singole vertebre.
- Trasmettono il carico da una vertebra all'altra.

## LEGAMENTI INTERVERTEBRALI

I legamenti che interconnettono le vertebre adiacenti comprendono:

- **Legamento longitudinale anteriore:** Aderisce ai dischi intervertebrali e alla superficie anteriore di ciascun corpo vertebrale.
- **Legamento longitudinale posteriore:** Parallelo al precedente, passa lungo la superficie posteriore dei corpi vertebrali.
- **Legamenti gialli:** Connettono le lamine di vertebre adiacenti.
- **Legamenti interspinosi:** Connettono i processi spinosi di vertebre adiacenti.
- **Legamento sovraspinoso:** Interconnette gli apici dei processi spinosi da C7 a L3-L4. Da C7 all'occipite è il legamento nucale.

### **MUSCOLI DEL DORSO**

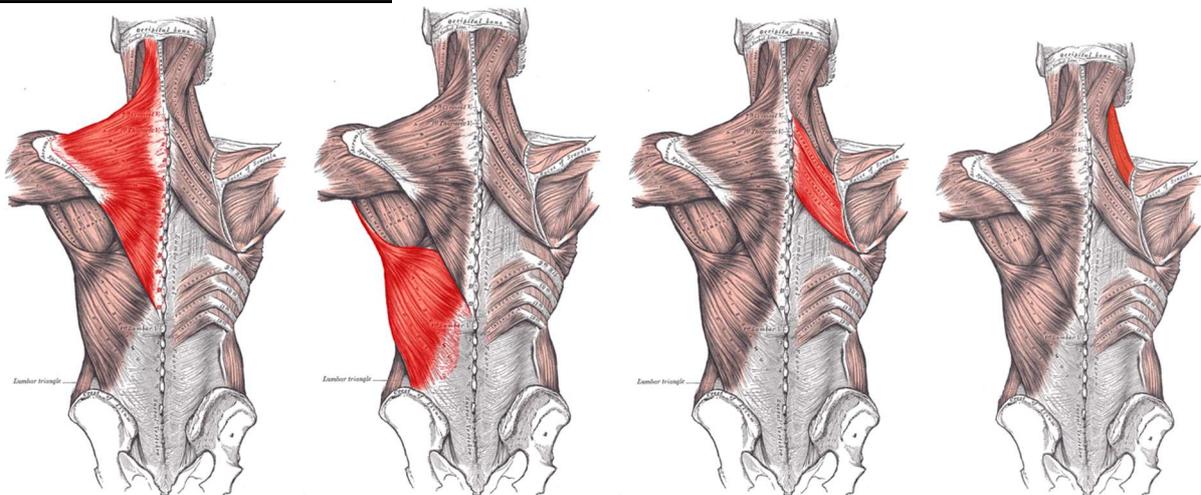
I muscoli del dorso si organizzano in tre strati:

- **Muscoli superficiali:** Muscoli che originano dalla colonna vertebrale e si inseriscono sull'arto superiore.
- **Muscoli intermedi:** Muscoli che originano dalla colonna vertebrale e si inseriscono sulle coste.
- **Muscoli profondi:** Sono i muscoli propriamente detti del dorso che hanno origine e inserzione sulla colonna.

A loro volta questi andranno ad organizzarsi rispettivamente in:

- **Muscoli spino-appendicolari:** Trapezio, Gran Dorsale, Piccolo e Grande Romboide, Elevatore della scapola.
- **Muscoli spino-costali:** Dentato posteriore superiore e Dentato posteriore inferiore
- **Muscoli spino-dorsali:** Spinotrasversari, Erettori della colonna vertebrale, Trasverso spinali, Interspinosi, Intertrasversari.

### **MUSCOLI SPINO-APPENDICOLARI**



### **TRAPEZIO**

È un muscolo che stabilizza la posizione del cingolo scapolare. I fasci muscolari che lo compongono possono essere raggruppati in:

- **Parte discendente:** Originano dalla protuberanza occipitale esterna, dal legamento nucale, per inserirsi sul margine postero-laterale della clavicola.
- **Parte trasversa:** Origina dai processi spinosi da C7 a T3 per inserirsi sul margine mediale dell'acromion e della parte posteriore della spina della scapola.
- **Parte ascendente:** Origina dai processi trasversi da T3 a T12 e dai legamenti inter-spinosi, e si inserisce sul margine mediale della spina

Le parti che lo costituiscono, potendosi contrarre indipendentemente, garantiscono movimento alquanto diversificati:

- Se prende punto fisso sulla colonna vertebrale: i fasci discendenti innalzano la scapola, i fasci trasversi la spostano medialmente, mentre i fasci ascendenti la abbassano.

- Se prende punto fisso sulla scapola: inclina la testa dal proprio lato
- Se si contrae bilateralmente: solleva il tronco

### **GRAN DORSALE (LATISSIMUS DORSI)**

E' un muscolo che muove il braccio. Si origina dai processi spinosi delle ultime sette vertebre toraciche, tutti i processi spinosi delle vertebre lombari, la cresta sacrale media e sulla cresta iliaca. I suoi fasci si portano in alto per inserirsi sulla cresta del tubercolo minore dell'omero. Le sue azioni:

- Se prende punto fisso sul tronco: Estende l'omero, lo adduce, e lo intra-ruota.
- Se prende punto fisso sull'omero: Solleva il tronco e le coste.

### **PICCOLO E GRANDE ROMBOIDE**

Questi muscoli stabilizzano la posizione del cingolo scapolare.

- **Muscolo piccolo romboide:** Origina dal legamento nucale e dal processo spinoso di C7 e so dirige in basso e lateralmente per inserirsi al margine mediale della scapola, dove si origina la spina.
- **Muscolo grande romboide:** Origina dai processi spinosi delle prime 4 vertebre toraciche e si inserisce anch'esso sul margine vertebrale della scapola (dalla spina all'angolo inferiore).

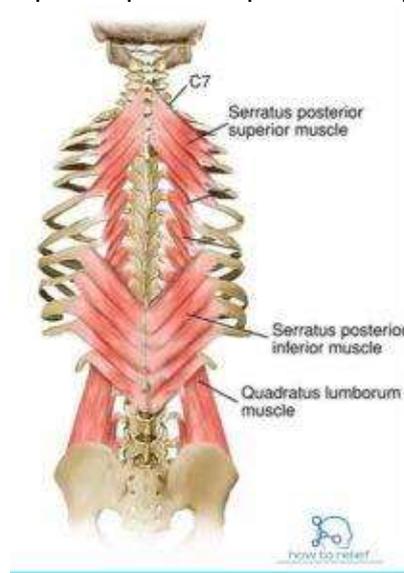
La contrazione dei muscoli romboidi adduce la scapola, avvicinandola al margine mediale del dorso. Questo porta a far sì che il margine inferiore della scapola ruoti medialmente e superiormente.

### **ELEVATORE DELLA SCAPOLA**

Questo muscolo stabilizza la posizione del cingolo scapolare. Origina dai processi trasversi delle prime quattro vertebre cervicali, per inserirsi sul margine vertebrale della scapola, sopra l'origine della spina. La sua contrazione eleva la scapola.

### **MUSCOLI SPINOCOSTALI**

Questi muscoli agiscono sulle coste partecipando ai processi respiratori.



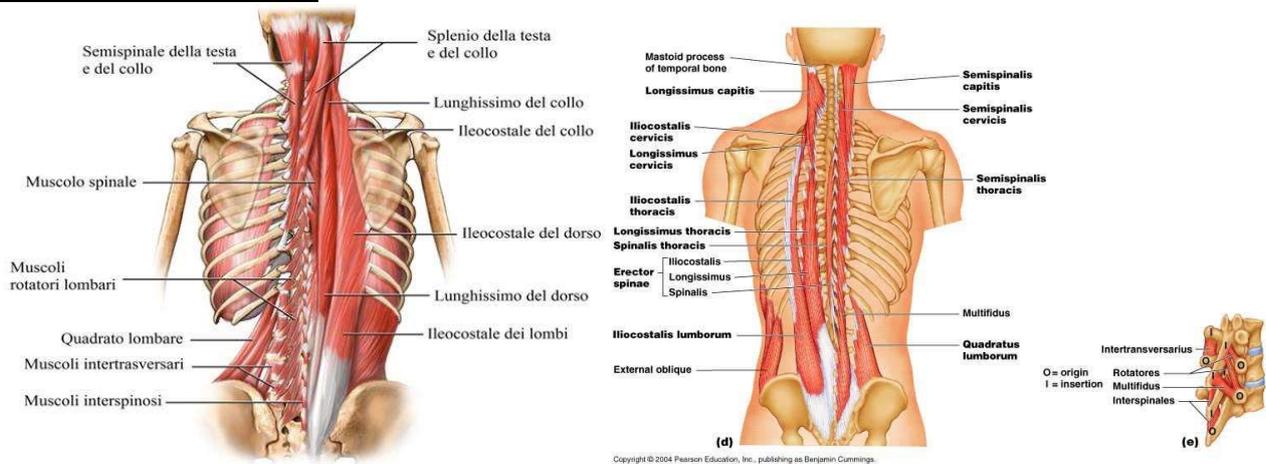
### **DENTATO POSTERIORE SUPERIORE**

Questo muscolo, posto immediatamente sotto il piccolo e grande romboide, origina dai processi spinosi da C7 a T3 e dal legamento nucale, per inserirsi sui margini superiori delle coste 2-5 vicino agli angoli. E' un muscolo inspiratore: la sua contrazione determina innalzamento delle coste e ampliamento della cavità toracica.

### **DENTATO POSTERIORE INFERIORE**

Questo muscolo, posto immediatamente sotto il gran dorsale, origina dai processi spinosi T11-L2 o L3 e si inserisce sul margine inferiore delle coste 9-12. E' un muscolo espiratore: la sua contrazione abbassa le coste, opponendosi al diaframma.

### MUSCOLI SPINODORSALI



### MUSCOLI SPINOTRASVERSARI (SPLENIO DELLA TESTA E DEL COLLO)

I muscoli splenii fanno parte dello strato superficiale. Originano dai processi spinosi e legamenti delle vertebre cervicali inferiori e delle toraciche superiori, e si inseriscono sul processo mastoideo del temporale, osso occipitale e vertebre cervicali superiori. I muscoli dei due lati cooperano per l'estensione del collo; ciascuno ruota ed inclina la testa dal proprio lato.

### MUSCOLI ERETTORI DELLA COLONNA

Questi muscoli estendono la colonna, contribuendo alla stazione eretta, e la contrazione da un lato ne determina la flessione omolaterale. Nello strato intermedio troviamo:

#### Gruppo degli spinali

- **Muscolo spinale del collo:** la sua contrazione determina l'estensione del collo.
- **Muscoli spinale del torace:** la sua contrazione determina l'estensione del torace.

#### Gruppo dei lunghissimi

- **Lunghissimo della testa:** I muscoli dei due lati cooperano per l'estensione del collo. Ciascuno inclina e ruota il capo dal proprio lato.
- **Lunghissimo del collo:** Come sopra.
- **Lunghissimo del torace:** Estendono la colonna; singolarmente flettono la colonna dal proprio lato.

#### Gruppo degli ileocostali

- **Ileocostale del collo:** Estensione o flessione laterale del collo; innalzamento delle coste.
- **Ileocostale del torace:** Stabilizza le vertebre toraciche durante l'estensione.
- **Ileocostale dei lombi:** Estensione della colonna; abbassamento delle coste.

### MUSCOLI TRASVERSOSPINALI

Questo gruppo comprende i muscoli dello strato profondo:

#### Gruppo dei semispinali

- **Semispinale della testa:** I muscoli dei due lati cooperano per l'estensione del collo; singolarmente estendono e flettono la testa dal proprio lato.
- **Semispinale del collo:** Estensione della colonna e rotazione dal lato opposto.
- **Semispinale del torace:** Come sopra.

#### Rotatori

- **Del collo, del torace e dei lombi:** Questi muscoli originano dai processi trasversi delle vertebre di ciascun settore (cervicale, toracico e lombare) e si inseriscono sui processi spinosi della vertebra adiacente superiore. Estendono la colonna e la ruotano dal lato opposto.

## MUSCOLI INTERSPINALI

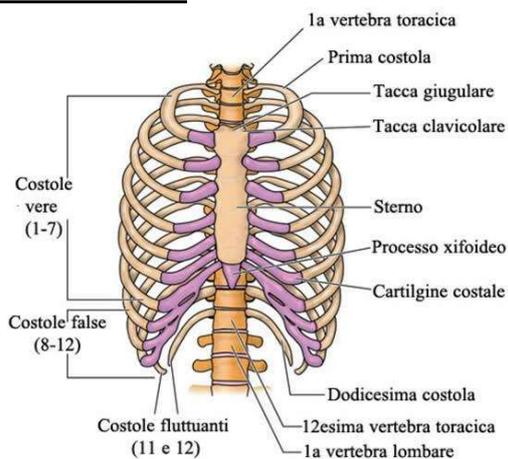
Questi muscoli originano sui processi spinosi delle vertebre e si inseriscono sui processi spinosi della vertebra superiore. Sono estensori della colonna.

## MUSCOLI INTERTRASVERSARI

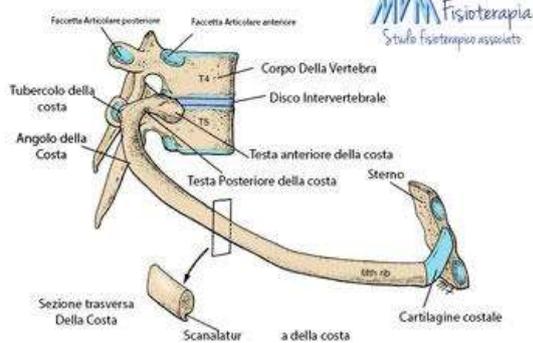
Questi muscoli originano sui processi trasversi delle vertebre e si inseriscono sui processi trasversi della vertebra superiore. La loro contrazione flette dal proprio lato la colonna vertebrale; se si contraggono bilateralmente la stabilizzano.

***1 muscoli del dorso sono rivestiti da una lamina connettivale che a livello del collo prende il nome di fascia nucale, nelle restanti parti e' detta fascia toraco-lombare.***

## TORACE E ADDOME



## Articolazione Costo Vertebrale



La gabbia toracica fa parte dello scheletro assile. E' formata da:

- **Vertebre toraciche**
- **Coste (12 paia)**
- **Sterno:** Osso impari e mediano

La gabbia toracica presenta, alle estremità due aperture:

- Superiormente: **apertura superiore del torace.**
- Inferiormente: **apertura inferiore del torace.**

La gabbia toracica si modifica durante l'atto respiratorio, aumentando o riducendo il suo volume:

- Durante l'inspirazione, la contrazione dei muscoli inspiratori provoca l'innalzamento delle coste e un ampliamento della gabbia toracica in senso ventro-dorsale. Questo permette l'espansione dei polmoni.
- Durante l'espirazione, le coste ritornano nella loro posizione fisiologica, con aumento del diametro cranio-caudale, a discapito di quello dorso-ventrale.

La gabbia toracica svolge due funzioni:

- **Protezione:** del cuore, dei polmoni e delle strutture accolte nella cavità toracica.
- **Inserzione:** fornisce un supporto per l'inserzione dei muscoli coinvolti nella respirazione, nella posizione della colonna vertebrale, nei movimenti del cingolo scapolare e degli arti superiori.

## LE COSTE

Sono ossa lunghe, curve e piatte (due tavolati di osso compatto con osso spugno all'interno) che decorrono dalle vertebre toraciche e terminano nella parete della cavità toracica. Individueremo:

- **Coste vere (vertebrosternali):** Vanno dalla I alla VII costa, e si articolano, mediante segmenti cartilaginei allo sterno.
- **Coste false (vertebrocondrali):** Vanno dalla VIII alla XII costa, e non si articolano direttamente con lo sterno. Nella fattispecie, le cartilagini delle coste 8-9-10 si fondono tra

loro, ancorandosi alla cartilagine della VII costa prima di raggiungere lo sterno. Le coste 11-12 sono definite **coste fluttuanti** poiché non si articolano con lo sterno.

Le coste presentano una **testa** che presenta una *faccetta articolare* grazie alla quale la costa si articola con il corpo di una vertebra toracica o tra corpi vertebrali adiacenti; questa faccetta presenta due emifaccette (**emifaccetta articolare superiore** ed **emifaccetta articolare inferiore**) separate dalla **cresta interarticolare**. Dopo un breve **collo**, troviamo una sporgenza chiamata **tubercolo costale**, la cui porzione inferiore presenta una faccetta che si articolerà con il processo trasverso della vertebra toracica (*faccetta costale per il tubercolo della costa*). Mentre le coste da 1 a 10 si articolano sia a livello del corpo della vertebra che a livello delle faccette costali trasverse, le coste da 11 a 12 si articolano solo a livello del corpo vertebrale con la vertebra toracica corrispondente. L'**angolo** è il punto in cui il corpo della costa curva verso lo sterno; la porzione interna, lievemente concava, presenta un **solco costale** lungo il margine inferiore che segna il passaggio di vasi e nervi; la faccia esterna, convessa, fornisce inserzione ai muscoli del cingolo scapolare e del tronco.

Le coste si articolano con lo sterno mediante le **cartilagini costali**:

- La porzione laterale della cartilagine si articola con la porzione anteriore della costa mediante una **sincondrosi** (sinartrosi cartilaginea).
- A livello dello sterno si articolerà mediante un **artrodia** (articolazione sinoviale piana). La cartilagine costale si articola a livello dello sterno ancora mediante sincondrosi.

### **LO STERNO**

È un osso piatto, impari e mediano posto al centro della parete anteriore del torace. È costituito da tre parti:

- Il **manubrio**: di forma triangolare, si articola con le clavicole dello scheletro appendicolare e con le cartilagini del primo paio di coste. Sulla porzione superiore è presente l'**incisura giugolare**, un incavo poco profondo situato tra le articolazioni clavicolari.
- Il **corpo**: di forma allungata si unisce alla superficie inferiore del manubrio a livello dell'*angolo sternale*, estendendosi verso il basso lungo la linea mediana, offrendo aggancio alle cartilagini delle coste 1-7.
- Il **processo xifoideo**: È la porzione più piccola dello sterno e si attacca al manubrio mediante sincondrosi, offrendo inserzione a muscoli importanti come il diaframma o il retto dell'addome.

### **ARTICOLAZIONI DEL TORACE**

Sono 5:

1. **Costovertebrali**: Sono articolazioni (**artrodie**) che intercorrono tra la porzione posteriore della costa e la vertebra toracica corrispondente. La prima articolazione si instaura tra la testa della costa e una faccetta articolare posizionata dorso-lateralmente sul corpo della vertebra, mentre la seconda sarà tra il tubercolo costale e la faccetta articolare sul processo trasverso della vertebra toracica (**articolazione costo-trasversaria**). Questa articolazione sarà rinforzata dai legamenti **costro-trasversario laterale**, **costo-trasversario superiore**, **costo-trasversario interosseo**.
2. **Sterno-costali**: sono articolazioni (artrodia) che intercorrono tra le cartilagini costali e le incisive costali dello sterno. Queste articolazioni sono rinforzate dai **legamenti sternocostali raggiati**.
3. **Condrocostali**: Si realizzano tra la porzione laterale della cartilagine costale e la porzione anteriore delle coste. Si tratta di articolazioni di tipo **sincondrosi**.
4. **Intercondrali**: Questa articolazione lega la cartilagine della VIII-IX-X costa, mediante fasci fibrosi, alla cartilagine della VII costa.

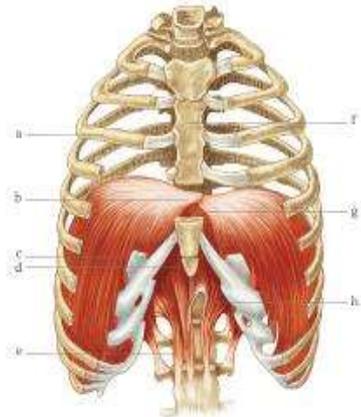
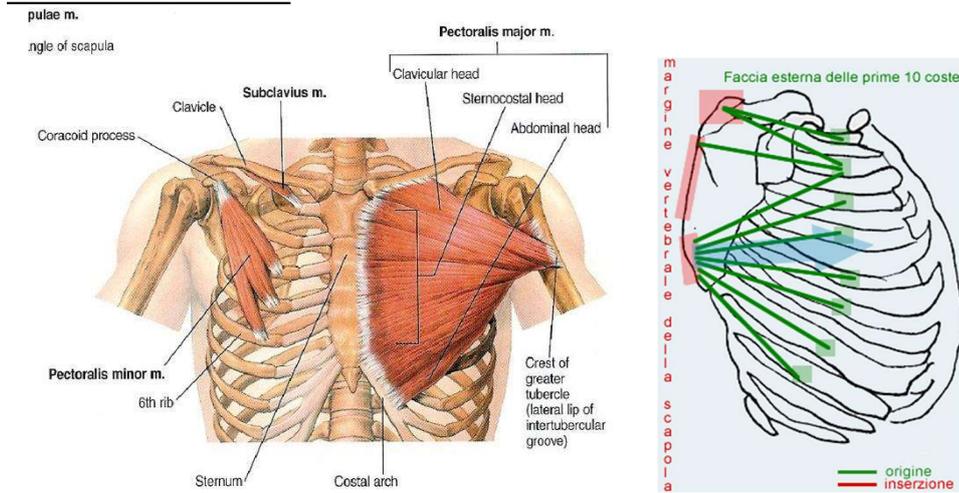
5. **Sternali:** Il manubrio dello sterno si articola con il corpo dello sterno mediante una **sinfisi**, mentre il corpo dello sterno si articola con il processo xifoideo mediante **sincondrosi**.

## I MUSCOLI DEL TORACE

Si suddividono in:

- **Muscoli estrinseci:** gran pettorale, piccolo pettorale, succlavio, dentato anteriore, diaframma.
- **Muscoli intrinseci:** intercostali interni, esterni ed intimi, trasverso del torace, elevatore delle coste, sottocostali.

## MUSCOLI ESTRINSECI



## GRAN PETTORALE

Si possono individuare tre porzioni di origine di questo muscolo:

- *Porzione clavicolare:* origina dalla porzione mediale e inferiore della clavicola.
- *Porzione sterno-costale:* origina dalla faccia anteriore dello sterno e dalle cartilagini costali 2-6.
- *Porzione addominale:* parte superiore della linea alba.

Tutti i fasci confluiranno su un grande tendine che si inserirà sulla *cresta del tubercolo maggiore (grande tuberosità)*. La sua contrazione determina adduzione, flessione e intra-rotazione dell'omero; se prende punto fisso sull'omero solleva il tronco. Può essere un muscolo inspiratore accessorio.

## PICCOLO PETTORALE

Questo muscolo contribuisce alla stabilità del cingolo scapolare. E' posto sotto il grande pettorale, questo muscolo origina dalla 2-3-4 (oppure 3-4-5) costa e si inserisce sul processo coracoideo della scapola. La sua contrazione determina:

- Abbassamento della scapola se prende punto fisso sul torace.
- A scapola fissa, solleva le coste. Contribuisce quindi durante i processi di inspirazione.

### **SUCCLAVIO**

Questo muscolo contribuisce alla stabilità del cingolo scapolare. Origina dalla prima costa e si inserisce sul margine inferiore della clavicola. La sua contrazione abbassa e porta in avanti la clavicola (e la spalla).

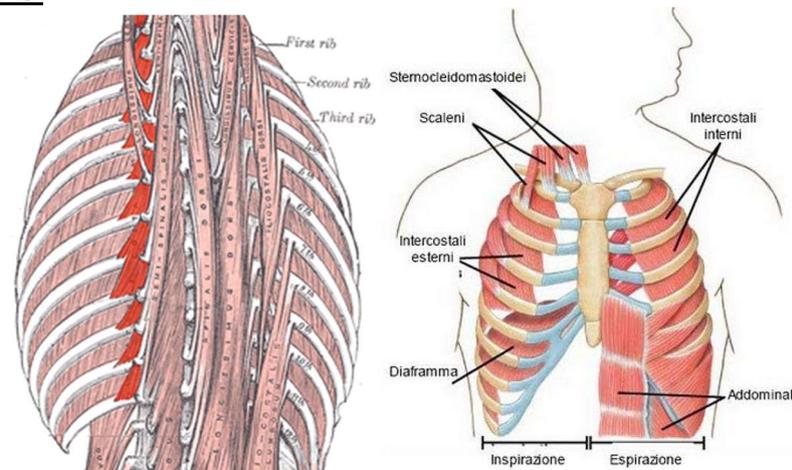
### **DENTATO ANTERIORE**

Questo muscolo contribuisce alla stabilità del cingolo scapolare. Origina dalla faccia laterale delle prime dieci coste, e i suoi fasci si dirigono dorsalmente per inserirsi al margine mediale della scapola. La sua contrazione sposta in avanti e in fuori la scapola (protrazione). Se prende punto fisso sulla scapola, solleva le coste, partecipando ai processi di inspirazione.

### **DIAFRAMMA**

Questo muscolo divide la cavità toracica dalla cavità addominale. Origina dal processo xifoideo, coste e cartilagini costali 7-12 oltre che dalle facce anteriori delle vertebre lombari, e si inserisce su un centro tendineo. La sua contrazione determina il suo abbassamento con conseguente sollevamento delle ultime sei coste, ampliando la cavità toracica durante il processo di inspirazione. Nello stesso tempo riduce la cavità addominale aumentandone la pressione interna.

### **MUSCOLI INTRINSECI**



### **MUSCOLI ELEVATORI DELLE COSTE E SOTTOCOSTALI**

I muscoli elevatori delle coste sono 12 paia di muscoli con un apice rivolto verso l'alto; la loro funzione, sollevando le coste, è quella di partecipare ai processi inspiratori, mentre i muscoli sottocostali, abbassando le coste, partecipano ai processi di espirazione.

### **MUSCOLI INTERCOSTALI**

Si suddividono in:

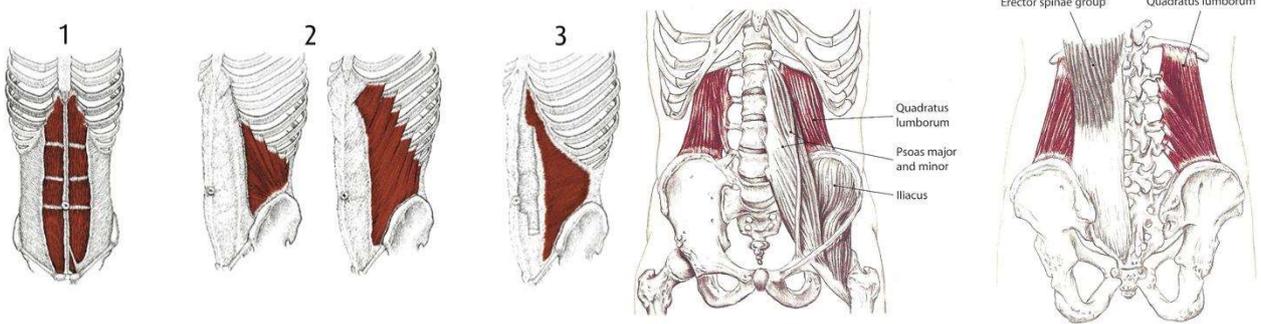
- *Muscoli intercostali interni*: contraendosi abbassano le coste partecipando ai processi espiratori.
- *Muscoli intercostali esterni*: ricoprono gli intercostali interni, e, contraendosi, alzano le coste partecipando ai processi inspiratori.

### **MUSCOLI DELL'ADDOME**

Individueremo:

- **Muscoli antero-laterali**: Retto dell'addome, Piramidale, Obliquo interno, Obliquo esterno, Trasverso dell'addome.

- **Muscoli posteriori:** Quadrato dei lombi, Ileoipsoas.



### **MUSCOLO OBLIQUO ESTERNO**

Questo muscolo ha fasci che decorrono in maniera obliqua dall'alto verso il basso, e dal dietro verso avanti. Origina dal margine esterno ed inferiore delle coste 5-12 per inserirsi con una aponeurosi che si estende alla *linea alba* e alla *cresta iliaca* comprendendo il *legamento inguinale* e l' *anello inguinale superficiale*. La sua contrazione determina compressione dell'addome, abbassamento delle coste (muscolo espiratorio), flessione della colonna lombare se si contrae da ambo i lati, mentre se si contrae da un solo lato determina flessione omolaterale o rotazione della colonna dal lato opposto.

### **MUSCOLO OBLIQUO INTERNO**

Questo muscolo è posto sotto il muscolo obliquo esterno; i suoi fasci decorrono dal basso verso l'alto, e dal dietro verso avanti. Origina dalla *fascia toracodorsale*, dal *legamento inguinale* e dalla *cresta iliaca*, e si inserisce sulle superfici inferiori delle coste 9-12, cartilagini costali 8-10, linea alba e pube. La sua contrazione determina aumento della pressione addominale, abbassamento delle coste (muscolo espiratore) e flessione della colonna se si contrae bilateralmente; se si contrae da un solo lato flette la colonna e la ruota dallo stesso lato.

### **MUSCOLO RETTO DELL'ADDOME**

E' un muscolo dall'aspetto tartarugato, essendo un muscolo *multigastrico* (i suoi ventri muscolari sono separati da inscrizioni tendinee). Origina dalle superfici inferiori delle cartilagini costali 5-6-7 e dal processo xifoideo dello sterno, e si inserisce sulla superficie superiore del pube nei pressi della sinfisi. La sua contrazione determina abbassamento delle coste (muscolo espiratore), inoltre flette il torace sulle pelvi e aumenta la pressione addominale.

### **MUSCOLO PIRAMIDALE**

E' un piccolo muscolo dalla forma piramidale posto sopra il retto dell'addome. La sua funzione, è quella di tendere la linea alba.

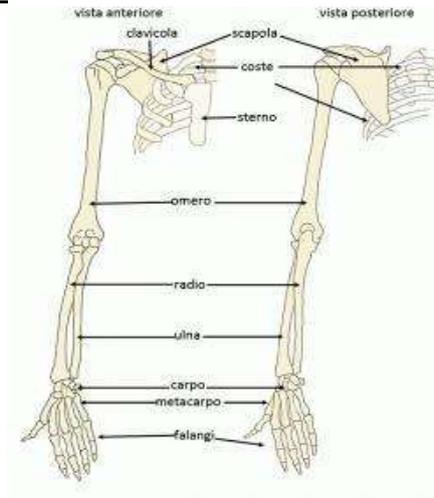
### **MUSCOLO TRASVERSO DELL'ADDOME**

Questo muscolo origina dalle cartilagini delle coste 7-12, dalla cresta iliaca e dalla fascia toracolumbare, e si inserisce sulla linea alba e sul pube. La sua contrazione abbassa le coste (muscolo espiratorio), e, insieme ai muscoli obliqui aumenta la pressione addominale, favorendo lo svuotamento dei visceri addominali e pelvici.

### **QUADRATO DEI LOMBI**

Questo muscolo origina dalla cresta iliaca e dal legamento ileo-lombare, e si inserisce sull'ultima costa e sui processi trasversi delle vertebre lombari. La contrazione bilaterale abbassa le coste, e fissa le coste fluttuanti (11-12) durante l'espirazione forzata; stabilizza inoltre il diaframma durante l'inspirazione.

## ARTO SUPERIORE



Lo **scheletro appendicolare** comprende:

- *Ossa degli arti superiori ed inferiori*
- *Ossa dei **cingoli*** (strutture oste-articolari che li collegano al tronco).

### CINGOLO SCAPOLARE

Il cingolo scapolare (**cingolo toracico**) permette all'arto superiore di articolarsi con il tronco. Esso è costituito da due ossa:

- La scapola
- La clavicola

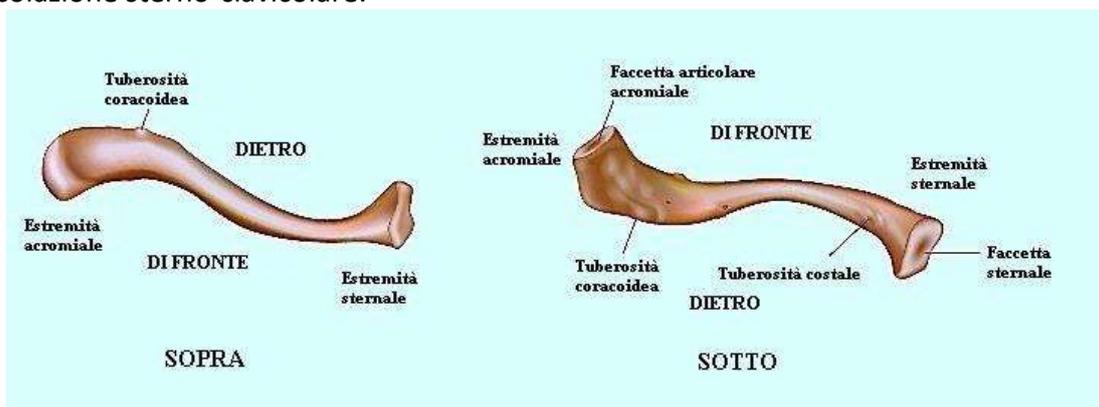
Ciascun arto superiore è costituito da:

- Braccio: omero
- Avambraccio: radio e ulna
- Polso: carpo
- Mano: metacarpo e falangi (prossimale, intermedia, distale)

### CLAVICOLA

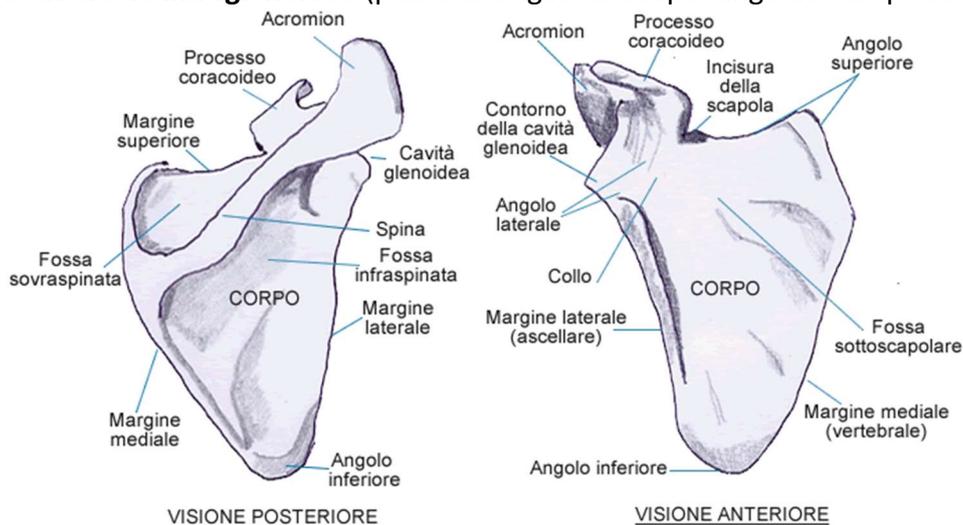
E' un osso pari e simmetrico che connette il cingolo scapolare allo scheletro assile. Ha forma di S, e si diparte dall'**estremità sternale**, di forma piramidale, dove si articola con il manubrio dello sterno, fino all'**estremità acromiale**, più voluminosa e appiattita, dove si articola con l'acromion. La superficie superiore di quest'osso appare liscia, mentre quella inferiore, più rugosa per la presenza di punti di inserzione di muscoli e legamenti presenta due protuberanze: il **tubercolo conoide**, verso l'estremità acromiale, e il **tubercolo costale**, verso l'estremità sternale; essi rappresentano punti di inserzione dei legamenti della spalla. E' inoltre apprezzabile, in veduta inferiore, il **solco del muscolo succlavio**.

E' importante sottolineare che i movimenti della spalla sono limitati dalla posizione della clavicola all'articolazione sterno-clavicolare.



## SCAPOLA

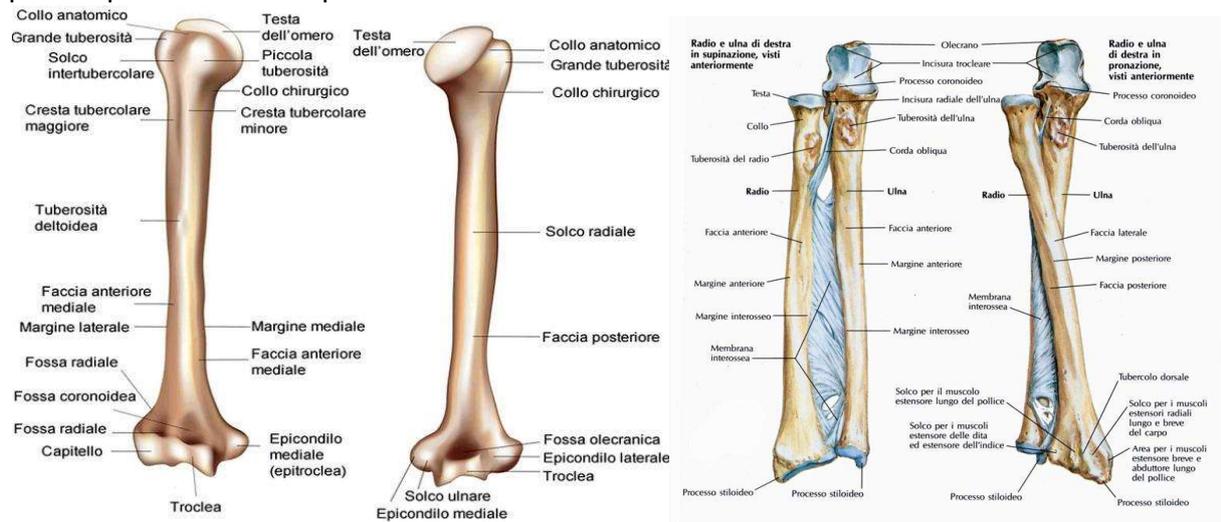
Il **corpo** della scapola ha la forma di un triangolo (con la punta rivolta verso il basso) che presenta diversi punti di repere di superficie per l'inserzione di muscoli, tendini e legamenti. I tre lati del triangolo costituiscono i **margini superiore, mediale** (o vertebrale), **laterale** (o ascellare) della scapola; gli **angoli** del triangolo sono definiti **superiore** (sito di origine del muscolo elevatore della scapola), **inferiore, laterale** (o testa della scapola); è proprio a livello dell'angolo laterale, separata dal corpo della scapola mediante un **corpo** di forma rotondeggiante, che si forma la **cavità glenoidea** (o *fossa glenoidea*) dove l'estremità prossimale dell'omero va ad articolarsi con la scapola nell'**articolazione gleno-omerale**. Superiormente alla fossa glenoidea, si estendono due ampi processi scapolari: anteriormente il **processo coracoideo** (alla base del quale è presente l'**incisura sopra-scapolare**) che si proietta antero-lateralmente, e posteriormente l'**acromion**, più voluminoso, che si proietta anteriormente formando un angolo di 90° con la **spina della scapola**; quest'ultima è un rilievo che attraversa posteriormente il corpo convesso della scapola, dividendolo in due regioni: superiormente la **fossa sopra-spinata** (sito di origine del muscolo sopra-spinato) e inferiormente la **fossa infra-spinata** (sito di origine del muscolo infra-spinato). Attraverso l'**articolazione acromio-clavicolare** l'acromion si articola con la clavicola. La faccia anteriore del corpo della scapola si presenta concava e liscia, e prende il nome di **fossa sottoscapolare**. Sul margine laterale è possibile inoltre apprezzare il **tubercolo sopraglenoideo** (punto di origine del capo lungo del bicipite brachiale) e il **tubercolo infraglenoideo** (punto di origine del capo lungo del tricipite brachiale).



## OMERO

Ossso lungo e prossimale dell'arto superiore, è costituito da una **testa** che si articola con la scapola a livello della cavità glenoidea. Il margine laterale dell'epifisi di quest'osso presenta una sporgenza chiamata **tubercolo maggiore** (o *grande tuberosità*) dell'omero, sito di attacco di tre muscoli che originano dalla scapola: il sovra-spinato, l'infra-spinato, e il piccolo rotondo. Sulla superficie antero-mediale dell'omero è invece presente il **tubercolo minore** (o piccola tuberosità), sito di inserzione del muscolo sotto-scapolare. Tra i due tubercoli è presente il **solco inter-tubercolare** (o *solco bicipitale*) dove scorre il tendine lungo del muscolo bicipite brachiale. Tra la superficie liscia della testa e le due tuberosità è presente il **collo anatomico**, una porzione che segna il limite distale della capsula articolare della spalla. Il **collo chirurgico**, invece, situato più distalmente, corrisponde alla metafisi dell'osso in via di accrescimento. Lungo il margine laterale del corpo dell'omero è presente la **tuberosità deltoidea**, sito d'inserzione del muscolo deltoide. La superficie articolare distale inferiore dell'omero, il **condilo**, è divisa in due distinte regioni articolari: la **troclea** (si estende dalla base della **fossa coronoidea** della faccia anteriore alla **fossa olecranica** della faccia posteriore) in posizione mediale, a forma di puleggia, che si articola con l'ulna, l'osso mediale dell'avambraccio, e il **condilo**, di forma rotondeggiante, costituisce la porzione laterale della superficie articolare e si

articola con il radio, l'osso laterale dell'avambraccio. Sopra il condilo è presente la **fossa radiale**. La fossa radiale e la fossa coronoidea accolgono rispettivamente i processi corrispondenti di radio ed ulna durante la flessione dell'avambraccio sul braccio; la fossa olecranica invece accoglie il corrispondente processo dell'ulna durante l'estensione dell'avambraccio sul braccio. Sulla faccia posteriore dell'omero, lungo il margine posteriore della tuberosità deltoidea, corre il **solco radiale**, depressione in cui scorre il **nervo radiale**, un importante nervo che trasmette le afferenze provenienti dal dorso della mano, e fornisce controllo motorio ai muscoli che estendono il gomito. L'**epicondilo** (epicondilo laterale) e l'**epitroclea** (epicondilo mediale) sono i due processi che si sviluppano rispettivamente sul margine distale laterale e mediale dell'omero. Il nervo ulnare attraversa la superficie posteriore dell'epitroclea.



## ULNA

In posizione anatomica l'ulna si trova medialmente rispetto al radio. L'**olecrano** (o *processo olecranico*) dell'ulna costituisce la sporgenza del gomito; sulla superficie anteriore, l'**incisura trocleare** (o *incisura semilunare*) si articola con la troclea dell'omero. L'olecrano forma il labbro superiore dell'incisura trocleare mentre il **processo coronoideo** il labbro inferiore. Lateralmente al processo coronoideo è presente l'**incisura radiale** che accoglie il radio nell'**articolazione radio-ulnare prossimale**. La **membrana interossea** (*membrana interossea dell'avambraccio*) è una membrana fibrosa che unisce il margine laterale dell'ulna al margine mediale del radio. Distalmente il corpo dell'ulna termina nella **testa dell'ulna**, il cui margine inferiore da origine al **processo stiloideo**, su cui si inserisce una cartilagine articolare.

## RADIO

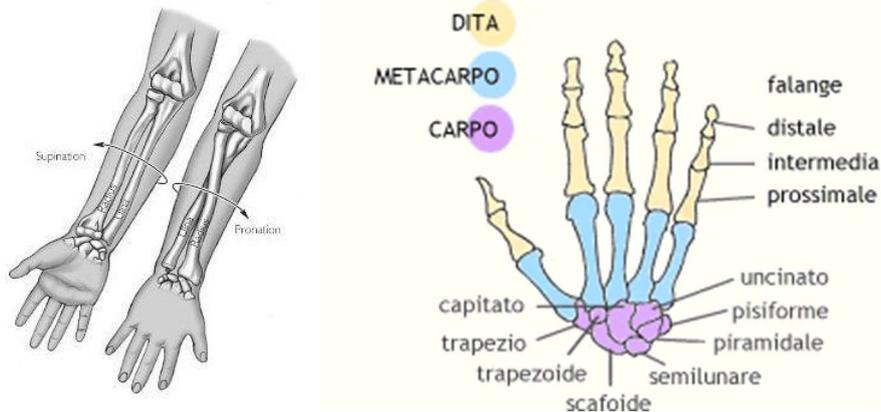
In posizione anatomica il radio si trova lateralmente rispetto all'ulna. La **testa** del radio (o *capitello radiale*), a forma di disco, si articola con il condilo dell'omero. Un sottile collo si estende dalla testa del radio ad una prominente **tuberosità radiale** (sito di inserzione del bicipite brachiale). L'estremità distale, più voluminosa, partecipa all'articolazione del polso (**articolazione radiocarpica**); il **processo stiloideo** presente sulla superficie laterale dell'estremità distale contribuisce alla stabilizzazione dell'articolazione. La superficie mediale dell'estremità distale si articola con la testa dell'ulna a livello dell'**incisura ulnare del radio** formando l'**articolazione radio-ulnare distale**. L'articolazione radio-ulnare prossimale permette la rotazione mediale o laterale della testa del radio, facendo ruotare l'incisura ulnare attorno alla superficie rotondeggiante della testa dell'ulna. La rotazione mediale rispetto alla posizione anatomica è definita **pronazione**; il movimento opposto, la rotazione laterale, è definita **supinazione**.

## CARPO

Situato nella regione del polso, lo scheletro del **carpo** è formato da **otto ossa carpali** disposte su due fila:

- **Fila prossimale (4 ossa): scafoide** (margine laterale del polso, vicino al processo stiloideo del radio), **semilunare** (medialmente allo scafoide, si articola con il radio), **piramidale** (medialmente al semilunare, si articola con la cartilagine della testa dell'ulna), **pisiforme** (anteriormente al piramidale).
- **Fila distale (4 ossa): trapezio** (osso laterale della fila distale, si articola prossimalmente con lo scafoide), **trapezoide** (medialmente allo scafoide, si articola prossimalmente con lo scafoide), **capitato** (collocato tra trapezoide ed uncinato), **uncinato** (osso mediale della fila distale del carpo).

Queste ossa sono collegate mediante articolazioni che permettono limitati movimenti di scivolamento e rotazione e stabilizzate da legamenti.



## METACARPO

Cinque **ossa metacarpali**, articolandosi con le ossa della fila distale del carpo, formano lo scheletro del palmo della mano. Presentano una base prossimale concava, un piccolo corpo e una testa distale. Distalmente si articolano con le ossa delle dita (o **falangi**).

## FALANGI

Esistono 14 falangi in ciascuna mano. Il pollice ha solo 2 falangi (prossimale e distale), mentre tutte le altre dita 3 (prossimale, intermedia, distale).

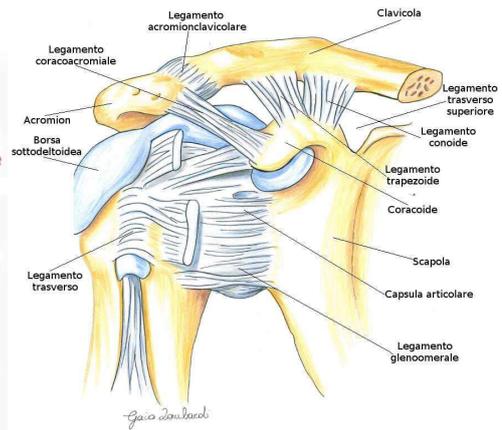
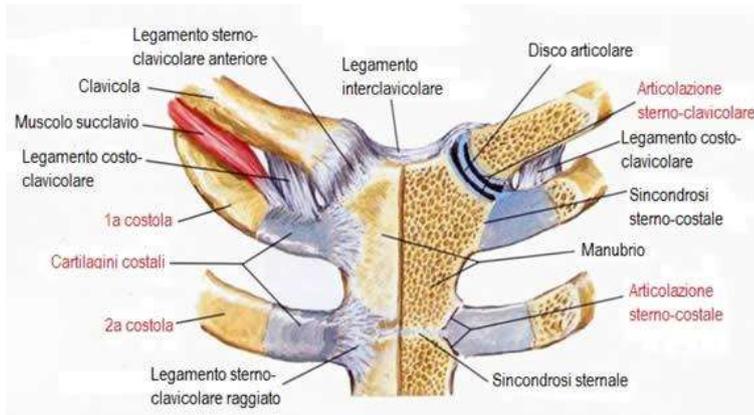
## LE ARTICOLAZIONI DELL'ARTO SUPERIORE

Comprendono:

- Articolazione sterno-clavicolare
- Articolazione acromion-clavicolare
- Articolazione gleno-omeroale
- Articolazione del gomito
- Articolazione radio-ulnare distale
- Articolazione della mano

### ARTICOLAZIONE STERNO-CLAVICOLARE

E' un'articolazione sinoviale (a sella, in cui le fibre della capsula permettono una lieve rotazione e circumduzione della clavicola) che si realizza tra il capo mediale della clavicola e il manubrio dello sterno, unendo la scapola allo scheletro assile. La cavità sinoviale è divisa in due da un **disco articolare**, ed è rinforzata da due legamenti: il **legamento sterno-clavicolare anteriore** e il **legamento sterno-clavicolare posteriore**. Sono presenti inoltre due legamenti extra-capsulari: il **legamento inter-clavicolare** (congunge le clavicole e previene la dislocazione quando la spalla è abbassata), e il **legamento costo-clavicolare** (si estende dalla tuberosità costale della clavicola al margine superiore e mediale della prima costa e della prima cartilagine costale. Previene la dislocazione quando la spalla è innalzata).



### **ARTICOLAZIONE ACROMION-CLAVICOLARE**

È un'artrodia (permette piccoli movimenti di scivolamento/rotazione in senso orario/antiorario in grado di modificare l'ampiezza dell'angolo tra scapola e clavicola) composta dal resistente **legamento acromion-clavicolare** che collega l'acromion alla clavicola, limitando i movimenti di quest'ultima a livello dell'acromion. Inoltre, i **legamenti coraco-clavicolari (legamento trapezoide e legamento conoide)** connettono la clavicola al processo coracoideo, limitando i movimenti relativi tra clavicola e scapola.

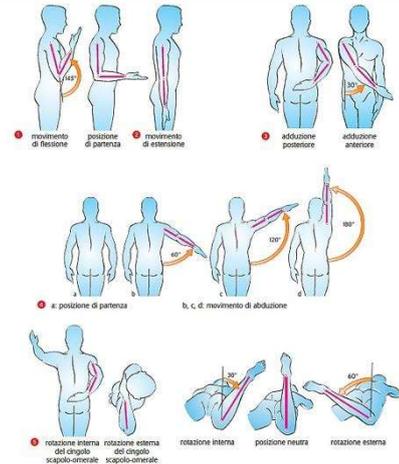
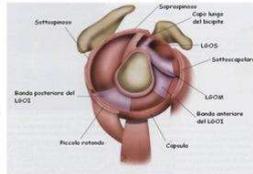
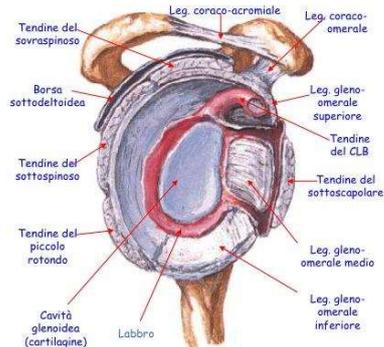
### **LEGAMENTI PROPRI DELLA SCAPOLA**

- **Legamento coraco-acromiale:** occupa lo spazio esistente tra il processo coracoideo e l'acromion.
- **Legamento trasverso-superiore della scapola**

### **ARTICOLAZIONE GLENO-OMERALE**

L'articolazione della spalla (**articolazione gleno-omerale**) è una **enartrosi** (3 assi di movimento perpendicolari tra loro->6 movimenti) formata dalla testa dell'omero che si articola con la cavità glenoidea della scapola. La presenza di un **labbro glenoideo** fibrocartilagineo, che si inserisce sul margine della cavità glenoidea, amplia il margine articolare (di per se poco profondo), oltre a fungere da sito di attacco per i **legamenti gleno-omerale** e per il capo lungo del bicipite brachiale. La capsula articolare si estende dal collo della scapola all'omero, supportando e stabilizzando l'intera gamma di movimenti dell'articolazione; stabilità garantita anche e soprattutto dai legamenti e dai muscoli scheletrici (tendini compresi) circostanti. Menzioniamo il **legamento coraco-omerale** (base del processo coracoideo->testa dell'omero) che rinforza la parte superiore della capsula, e i **legamenti gleno-omerale** che, anteriormente, rinforzano la capsula e forniscono stabilità se l'omero supera i normali limiti di movimento. La presenza di borse nell'articolazione della spalla ha la funzione di ridurre gli attriti nei punti in cui tendini e muscoli prendono contatto con la capsula; nella fattispecie la **borsa sub-acromiale** e la **borsa sub-coracoidea** prevengono il contatto dei processi acromiali e coracoideo con la capsula; la **borsa sottodeltoidea** e la **borsa sottoscapolare** si trovano tra i muscoli omonimo e la parete capsulare.

## Legamenti gleno-omerali



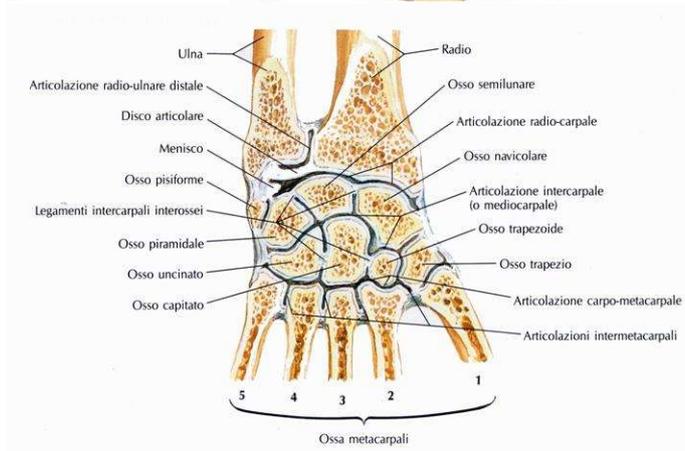
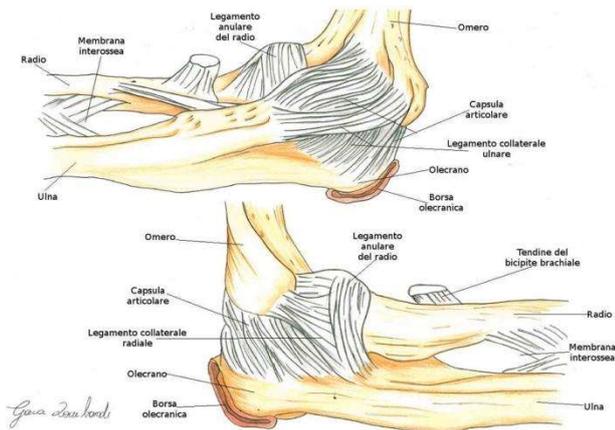
### CINEMATICA DELL'ARTICOLAZIONE GLENO-OMERALE

#### 4 GRADI DI LIBERTA'

- Piano sagittale: Flessione ( $0^{\circ}$ - $180^{\circ}$ ) / Estensione ( $0^{\circ}$ - $45^{\circ}$ )
- Piano Frontale: Abduzione ( $0^{\circ}$ - $120^{\circ}$ ) / Adduzione ( $0^{\circ}$ - $30^{\circ}/45^{\circ}$ )
- Piano Trasversale: Flessione Orizzontale ( $0^{\circ}$ - $140^{\circ}$ ) / Estensione Orizzontale ( $0^{\circ}$ - $30^{\circ}$ )
- Piano Orizzontale: Rotazione interna ( $0^{\circ}$ - $70^{\circ}$ ) / Rotazione Esterna ( $0^{\circ}$ - $80^{\circ}$ )

### ARTICOLAZIONE DEL GOMITO

L'articolazione del gomito è composta dalle **articolazioni omero-ulnare** (troclea dell'omero-incisura trocleare dell'ulna), dall'**articolazione omero-radiale** (condilo omerale-testa del radio), e dall'**articolazione radio-ulnare prossimale** (testa del radio-incisura radiale dell'ulna). La prima articolazione è un **ginglino angolare** (1 asse di movimento->2 movimenti: flessione/estensione), la seconda è una **condilartrosi**, mentre la terza è un **trocoide (ginglino laterale->movimenti mono assiali di rotazione)**. La grande stabilità di questa articolazione è data dalla perfetta congruenza delle superfici articolari di contatto, da una spessa capsula articolare, e dai robusti legamenti che la rinforzano. Nella fattispecie, la superficie mediale dell'articolazione è stabilizzata dal **legamento collaterale ulnare** (epitroclea dell'omero->anteriormente processo coronoideo dell'ulna, posteriormente olecrano), la parte mediale dal **legamento collaterale radiale** (epicondilo dell'omero->legamento anulare). L'articolazione radio-ulnare è mantenuta in sede e rinforzata dal **legamento anulare del radio** (fascio fibroso che circonda la circonferenza art. del radio e si fissa sull'incisura ulnare) e dal **legamento quadrato** (connette il collo del radio all'incisura radiale dell'ulna). La **membrana interossea** presente tra radio ed ulna è una lamina fibrosa posizionata tra i rispettivi margini interossei, separante i muscoli anteriori da quelli posteriori dell'avambraccio. L'**articolazione radio-ulnare distale** (incisura ulnare del radio – disco cartilagineo ialina – incisura radiale dell'ulna) è una **diartrosi trocoide** (ginglino laterale); le superfici articolari sono tenute insieme da una serie di legamenti radio-ulnari e dalla membrana inter-ossea dell'avambraccio.



I movimenti permessi dall'articolazione del gomito sono:

- Flessione ed estensione dell'avambraccio sul braccio.
- Movimenti di lateralità nella posizione di flessione.
- Pronazione e supinazione (a livello dell'articolazione radio-ulnare distale)

### ARTICOLAZIONE DELLA MANO

Comprende:

- Articolazione radio-carpica.
- Articolazione inter-carpiche.
- Articolazioni carpo-metacarpiche.
- Articolazioni inter-metacarpiche.
- Articolazioni metacarpo-falangee.
- Articolazioni inter-falangee.

### ARTICOLAZIONE DEL POLSO

E' costituita da:

- **Articolazione radio-carpica:** E' una **condilartrosi** (flessione/estensione; adduzione/abduzione; circumnduzione) che coinvolge la superficie articolare distale del radio e le tre ossa prossimali del carpo (scafoide, semilunare, piramidale). Questa articolazione è rinforzata ventro-dorsalmente dal **legamento radio-carpico palmare** e dal **legamento radio-carpico dorsale**; medio-lateralmente sono presenti il **legamento collaterale ulnare** (processo stiloideo dell'ulna-superficie prossimale del piramidale) e il **legamento collaterale radiale** (processo stiloideo del radio-superficie laterale dello scafoide).
- **Articolazioni intercarpiche:** Sono **artrodie** (articolazioni piane che permettono lievi movimenti di scivolamento e rotazione) che intercorrono **tra le ossa della fila prossimale** (si formano tra le facce contigue dello scafoide-semilunare-piramidale; il pisiforme si articola con la faccia palmare dello scafoide), **tra le ossa della fila distale** (si formano tra le facce contrapposte di trapezio, trapezoide, capitato ed uncinato), e **articolazioni medio-carpica**

(si formano tra le ossa della fila prossimale e distale ad esclusione del pisiforme). Queste articolazioni sono rinforzate dai **legamenti inter-carpici**.

### **ARTICOLAZIONI DELLA MANO**

- **Articolazione carpo-metacarpiche:** Eccetto l'articolazione del pollice (a sella a livello del polso), tutte le altre sono artrodie. I movimenti concessi sono di flessione/estensione e modesta lateralità; il primo metacarpale, essendo più mobile, può compiere inoltre movimenti di abduzione/adduzione. Queste articolazioni sono rinforzate dai **legamenti carpo-metacarpici**.
- **Articolazioni inter-meta-carpiche:** Sono artrodie che intercorrono tra le basi degli ultimi 4 meta-carpali. Permettono solo lievi movimenti di scivolamento.
- **Articolazioni meta-carpo-falangee:** Articolazioni a condilo (tra le teste delle ossa metacarpali alla base delle falangi prossimali). Garantiscono movimenti di flessione/estensione, ed in misura minore adduzione/abduzione e circumduzione.
- **Articolazione inter-falangee:** Ginglino angolare (troclea) tra le teste delle falangi alle basi delle stesse. Due per ciascun dito, eccetto il pollice che ne possiede una. Garantisce ampi movimenti di flessione ed estensione.

I movimenti permessi dall'articolazione della mano sono di flessione/estensione, abduzione/adduzione della mano rispetto all'avambraccio, e di circumduzione.

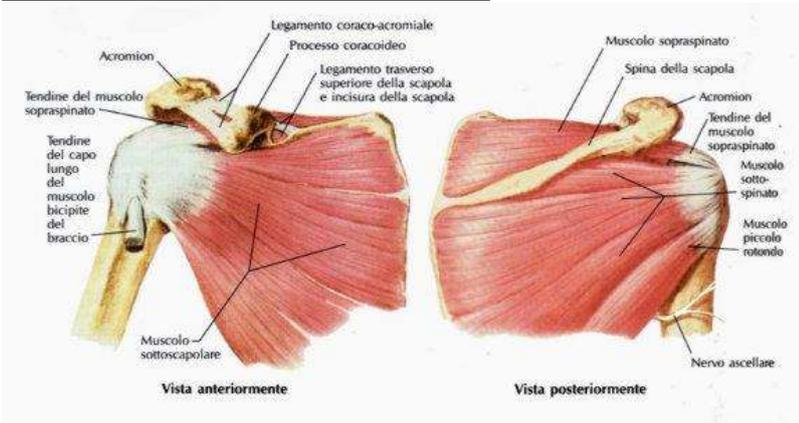
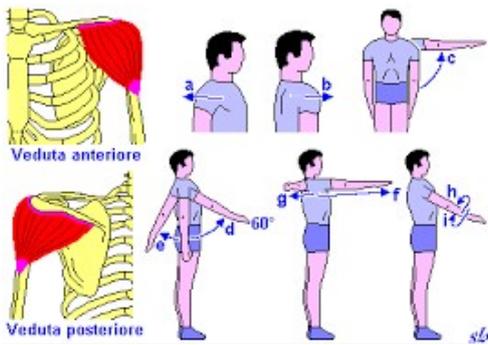
### **MUSCOLI DELLA SPALLA**

I muscoli della spalla sono:

- Deltoido
- Soprascapolo
- Infrascapolo
- Piccolo rotondo
- Grande Rotondo
- Sottoscapolare

I muscoli soprascapolo, infrascapolo, piccolo rotondo e sotto scapolare fanno parte di quella che è definita **cuffia dei rotatori**. I tendini di questi muscoli, infatti, emergono insieme al tessuto connettivo della capsula articolare della spalla, sostenendola e rinforzandola in un'ampia gamma di movimenti.

### **DELTOIDE**



Questo muscolo origina con tre capi:

- **Parte clavicolare:** dalla porzione laterale del margine anteriore della clavicola. I movimenti garantiti dal fascio anteriore sono di flessione, adduzione e intra-rotazione.
- **Parte acromiale:** dall'apice e dal margine laterale dell'acromion. I movimenti garantiti dal fascio medio sono di massima abduzione della spalla
- **Parte spinosa:** dal margine posteriore della spina della scapola. I movimenti garantiti dal fascio posteriore sono di estensione, abduzione ed extra-rotazione

I tre capi si inseriscono sulla tuberosità deltoidea dell'omero.

### **CUFFIA DEI ROTATORI**

#### **SOTTOSCAPOLARE**

Origina dalla fossa sotto-scapolare, e si inserisce sul tubercolo minore dell'omero. La sua contrazione adduce e ruota internamente l'omero.

#### **SOPRASPINATO**

Origina dai 2/3 mediali della fossa sopra-spinata della faccia posteriore della scapola, e si inserisce sul tubercolo maggiore dell'omero. La sua contrazione abduce e ruota esternamente l'omero.

#### **INFRASPINATO**

Origina dalla fossa infra-spinata della faccia posteriore della scapola, e si inserisce sul tubercolo maggiore dell'omero. La sua contrazione ruota esternamente l'omero.

#### **PICCOLO ROTONDO**

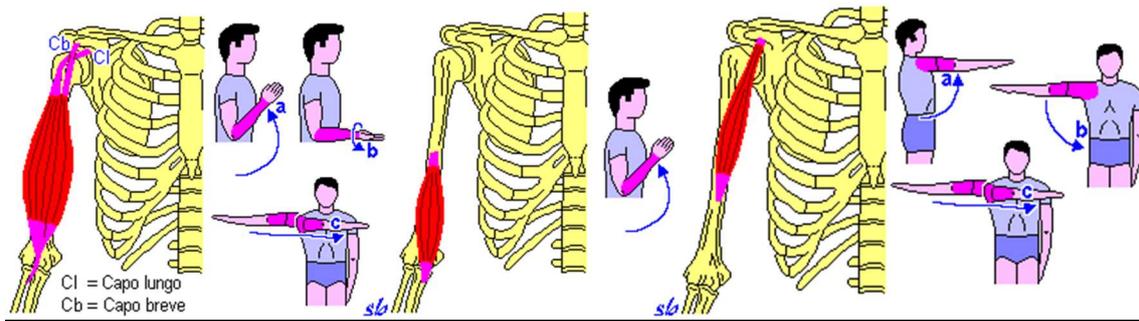
Origina dalla metà superiore della superficie ossea posta tra la fossa infra-spinata e il margine laterale della scapola, e si inserisce sul tubercolo maggiore dell'omero. La sua contrazione ruota esternamente l'omero e lo estende.

#### **GRANDE ROTONDO**

Origina dall'angolo inferiore della scapola e dalla metà inferiore della superficie ossea posta tra la fossa infra-spinata e il margine laterale della scapola. Si inserisce sul tubercolo minore dell'omero. La sua contrazione adduce l'omero, lo estende e lo ruota internamente.

### **MUSCOLI DEL BRACCIO**

#### **MUSCOLI ANTERIORI DEL BRACCIO**



I muscoli anteriori del braccio sono:

- Bicipite brachiale
- Brachiale
- Coracobrachiale

### **BICIPITE BRACHIALE**

Origina con due capi:

- Capo lungo: dal tubercolo sopraglenoideo della scapola.
- Capo breve: dall'apice del processo coracoideo della scapola.

I due capi si inseriscono sulla tuberosità del radio. La contrazione di questo muscolo ha due azioni:

- A livello dell'articolazione scapolo-omerale: Stabilizza, partecipando alla flessione, abduzione ed adduzione del braccio.
- A livello dell'articolazione del gomito: flessione dell'avambraccio sul braccio, e quando l'avambraccio è prono è un muscolo supinatore.

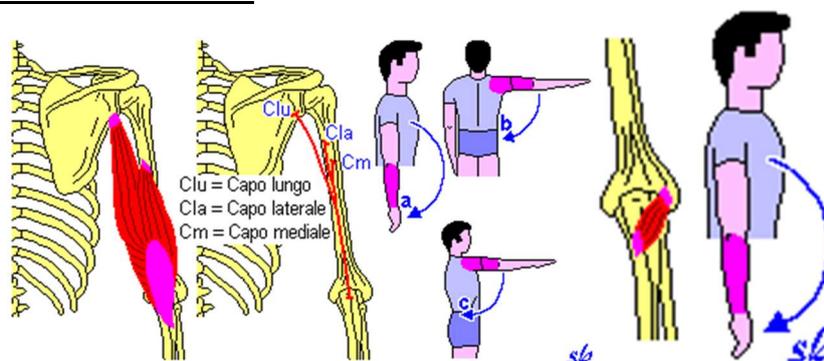
### **BRACHIALE**

Origina dalla faccia antero-mediale ed antero-laterale dell'omero, sotto alla tuberosità deltoidea, e si inserisce sulla tuberosità dell'ulna. La sua contrazione determina la flessione dell'avambraccio sul braccio.

### **CORACOBRACHIALE**

Origina dal processo coracoideo della scapola e si inserisce sulla faccia antero-mediale del corpo dell'omero. La sua contrazione determina flessione e adduzione dell'omero.

### **MUSCOLI POSTERIORI DEL BRACCIO**



I muscoli posteriori del braccio sono:

- Tricipite brachiale
- Anconeo

### **TRICIPITE BRACHIALE**

Origina con tre capi:

- Capo lungo: Dal tubercolo sotto-glenoideo della scapola.

- Capo laterale: Dalla faccia posteriore dell'omero (sopra al solco del nervo radiale).
- Capo mediale: Dalla faccia posteriore dell'omero (sotto al solco del nervo radiale).

Si inserisce sull'olecrano dell'ulna. La sua contrazione determina:

- A livello dell'articolazione scapolo-omeroale: adduce ed estende l'omero.
- A livello dell'articolazione dell'avambraccio: estende l'avambraccio sul braccio.

### **ANCONEO**

Origina dall'epicondilo laterale dell'omero e si inserisce sul margine laterale dell'olecrano dell'ulna. La sua contrazione estende l'avambraccio sul braccio.

### **CAVITA' ASCELLARE**

E' una porzione connettivale a forma di piramide compresa tra il torace e la parte superiore interna dell'arto superiore. Si possono individuare quattro pareti:

- Anteriore: formata dal muscolo gran pettorale, piccolo pettorale e succlavio.
- Posteriore: formata dal muscolo sottoscapolare, grande rotondo e gran dorsale.
- Laterale: formata dal capo breve del bicipite brachiale e dal coraco-brachiale.
- Mediale: formata dal dentato anteriore e dalla parete toracica.

Si possono individuare inoltre:

- Base: Corrisponde alla fascia ascellare dei muscoli gran pettorale e gran dorsale. All'interno della cavità ascellare sono presenti numerosi linfonodi immersi nel tessuto adiposo.
- Apice: Corrisponde allo spazio compreso tra la clavicola, la prima costa e il processo coracoideo; a questo livello sono presenti i vasi succlavi.

### **MUSCOLI DELL'AVAMBRACCIO**

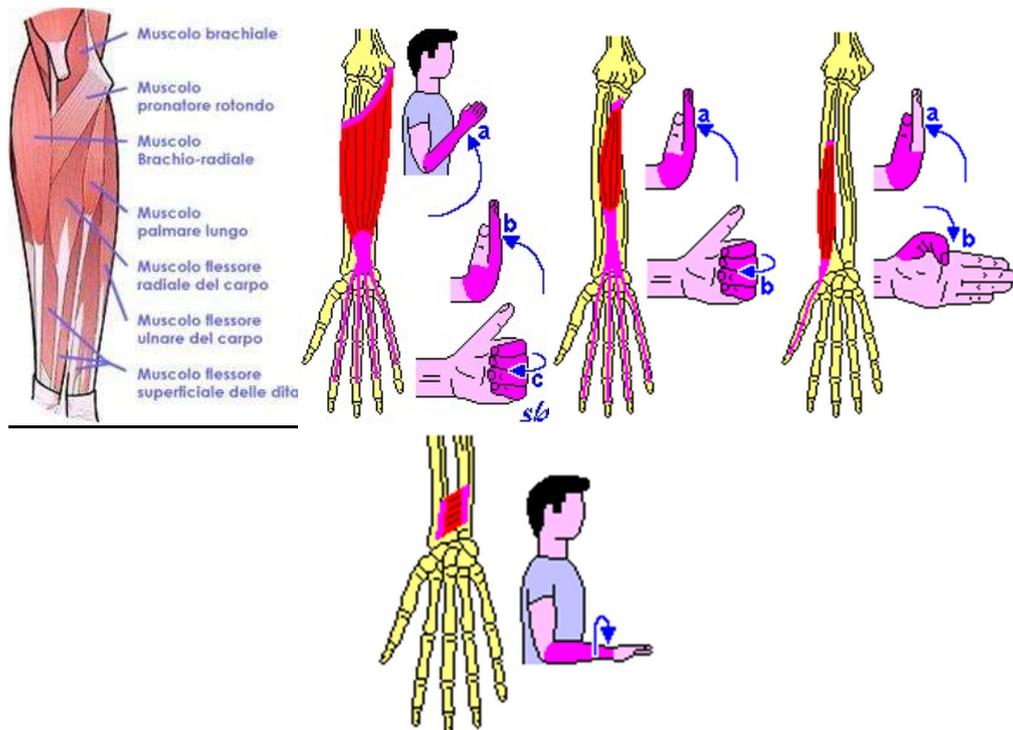
Possono essere raggruppati in:

- **Muscoli anteriori**: muscoli flessori e pronatori; detti anche **epitrocleari**.
- **Muscoli laterali**: detti anche **epitrocondiloidei**.
- **Muscoli posteriori**: muscoli estensori e supinatori; detti anche **epicondiloidei**.

### **MUSCOLI ANTERIORI DELL'AVAMBRACCIO**

E' possibile individuare 4 strati:

- **I strato**: pronatore rotondo, flessore radiale del carpo, palmare lungo, flessore ulnare del carpo.
- **II strato**: flessore superficiale delle dita.
- **III strato**: flessore profondo delle dita, flessore lungo del pollice.
- **IV strato**: pronatore quadrato.



### **I STRATO**

#### **PRONATORE ROTONDO**

Questo muscolo origina con due capi:

- Capo omerale dall'epicondilo mediale dell'omero.
- Capo ulnare dal processo coronoideo dell'ulna

E si inserisce sulla faccia laterale del radio. La sua contrazione, oltre a ruotare internamente (pronare) l'avambraccio, lo flette anche sul gomito.

#### **FLESSORE RADIALE DEL CARPO**

Questo muscolo origina dall'epicondilo mediale dell'omero e si inserisce con un lungo tendine alla base del II osso metacarpale. La sua contrazione flette e adduce la mano, flette l'avambraccio e partecipa al movimento di pronazione.

#### **PALMARE LUNGO**

Questo muscolo origina dall'epicondilo mediale dell'omero e si inserisce sull'aponeurosi palmare della mano. La sua contrazione flette la mano sull'avambraccio.

#### **FLESSORE ULNARE DEL CARPO**

Questo muscolo origina con due capi:

- Capo omerale dall'epicondilo mediale dell'omero.
- Capo ulnare dall'olecrano dell'ulna.

I due capi si inseriscono sull'osso pisiforme della mano. La sua contrazione flette la mano sull'avambraccio e la adduce.

### **II STRATO**

#### **FLESSORE SUPERFICIALE DELLE DITA**

Questo muscolo origina con due capi:

- Capo omero-ulnare: dall'epicondilo mediale dell'omero e dal processo coronoideo dell'ulna.
- Capo radiale: dalla faccia anteriore prossimale del radio.

Si inserisce sulla seconda falange delle dita. La sua contrazione flette le falangi medie del 2°, 3°, 4° e 5° dito.

### **III STRATO**

#### **FLESSORE PROFONDO DELLE DITA**

Questo muscolo origina dalla porzione superiore delle facce anteriore e mediale dell'ulna, dalla membrana interossea, e dal margine interosseo del radio, e si inserisce sulla faccia palmare della falange distale. La sua contrazione flette la falange distale del 2°,3°,4° e 5° dito.

### **FLESSORE LUNGO DEL POLLICE**

Questo muscolo origina dalla faccia anteriore del radio, dalla membrana interossea e dal processo coronoideo dell'ulna, e si inserisce sulla faccia palmare della falange distale del pollice. La sua contrazione flette la falange distale del pollice.

## **IV STRATO**

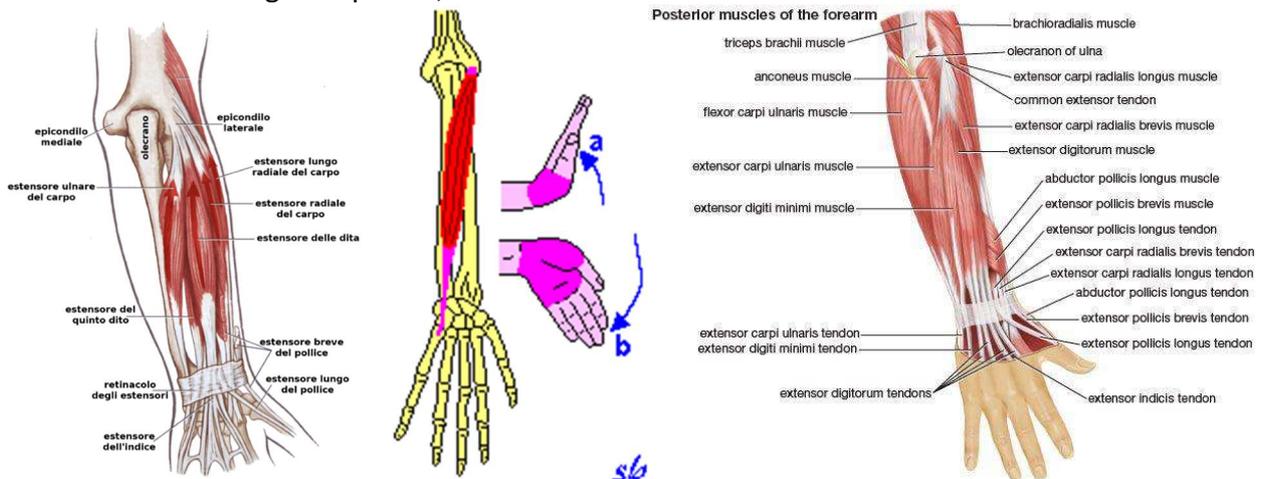
### **PRONATORE QUADRATO**

Questo muscolo origina dal margine anteriore e mediale della porzione distale dell'ulna e si inserisce sulla superficie antero-laterale della porzione distale del radio. La sua contrazione ruota internamente l'avambraccio nel movimento di pronazione dell'avambraccio e della mano.

### **MUSCOLI POSTERIORI DELL'AVAMBRACCIO**

Anche qui è possibile individuare:

- **Piano superficiale:** estensore lungo delle dita, estensore del mignolo, estensore ulnare del carpo.
- **Piano profondo:** supinatore, abduuttore lungo del pollice, estensore breve del pollice, estensore lungo del pollice, estensore dell'indice.



## **PIANO SUPERFICIALE**

### **ESTENSORE LUNGO DELLE DITA**

Questo muscolo origina dalla faccia posteriore dell'epicondilo laterale dell'omero e raggiunge con quattro tendini finali le 4 inserzioni dorsali della II e III falange del 2°,3°,4° e 5° dito. La sua contrazione estende le ultime 4 dita.

### **ESTENSORE DEL MIGNOLO**

Questo muscolo origina dall'epicondilo dell'omero e si inserisce nell'aponeurosi della II e III falange del 5° dito, fondendosi con l'aponeurosi del muscolo estensore comune delle dita. La sua contrazione estende il mignolo indipendentemente dalle altre dita.

### **ESTENSORE ULNARE DEL CARPO**

Questo muscolo origina dalla faccia posteriore dell'epicondilo mediale dell'omero e si inserisce sulla faccia dorsale della base del V osso metacarpale. La sua contrazione estende ed abduce la mano.

## **PIANO PROFONDO**

### **SUPINATORE**

Questo muscolo origina dall'epicondilo dell'omero e si inserisce sul corpo del radio. La sua contrazione porta in supinazione l'avambraccio.

### **ABDUTTORE LUNGO DEL POLLICE**

Questo muscolo origina dall'estremità superiore del radio e dell'ulna e dalla membrana interossea e si inserisce sulla base del primo osso metacarpale. La sua contrazione abduce il pollice.

### **ESTENSORE BREVE E LUNGO DEL POLLICE**

Questi muscoli originano dal corpo dell'ulna e dalla membrana interossea dell'avambraccio. L'estensore breve arriva sulla prima falange, e la sua contrazione la estende; l'estensore lungo arriva sulla seconda falange e la sua contrazione la estende.

### **ESTENSORE DELL'INDICE**

Questo muscolo origina dalla membrana interossea ed il suo tendine si fonde con quello dell'estensore comune delle dita. Si inserisce sul secondo dito.

### **MUSCOLI LATERALI DELL'AVAMBRACCIO**

Questi muscoli comprendono:

- **Brachioradiale**: Origina dal corpo dell'omero e si inserisce sul processo stiloideo del radio. La sua azione flette l'avambraccio sul braccio e assume una posizione intermedia tra supinazione e pronazione.
- **Estensore radiale lungo del carpo**: Origina sopra l'epicondilo dell'omero e si inserisce sul 2° osso metacarpale. Estende ed abduce la mano
- **Estensore breve del carpo**: Origina sopra l'epicondilo dell'omero e si inserisce sul terzo osso metacarpale. Estende ed abduce la mano.

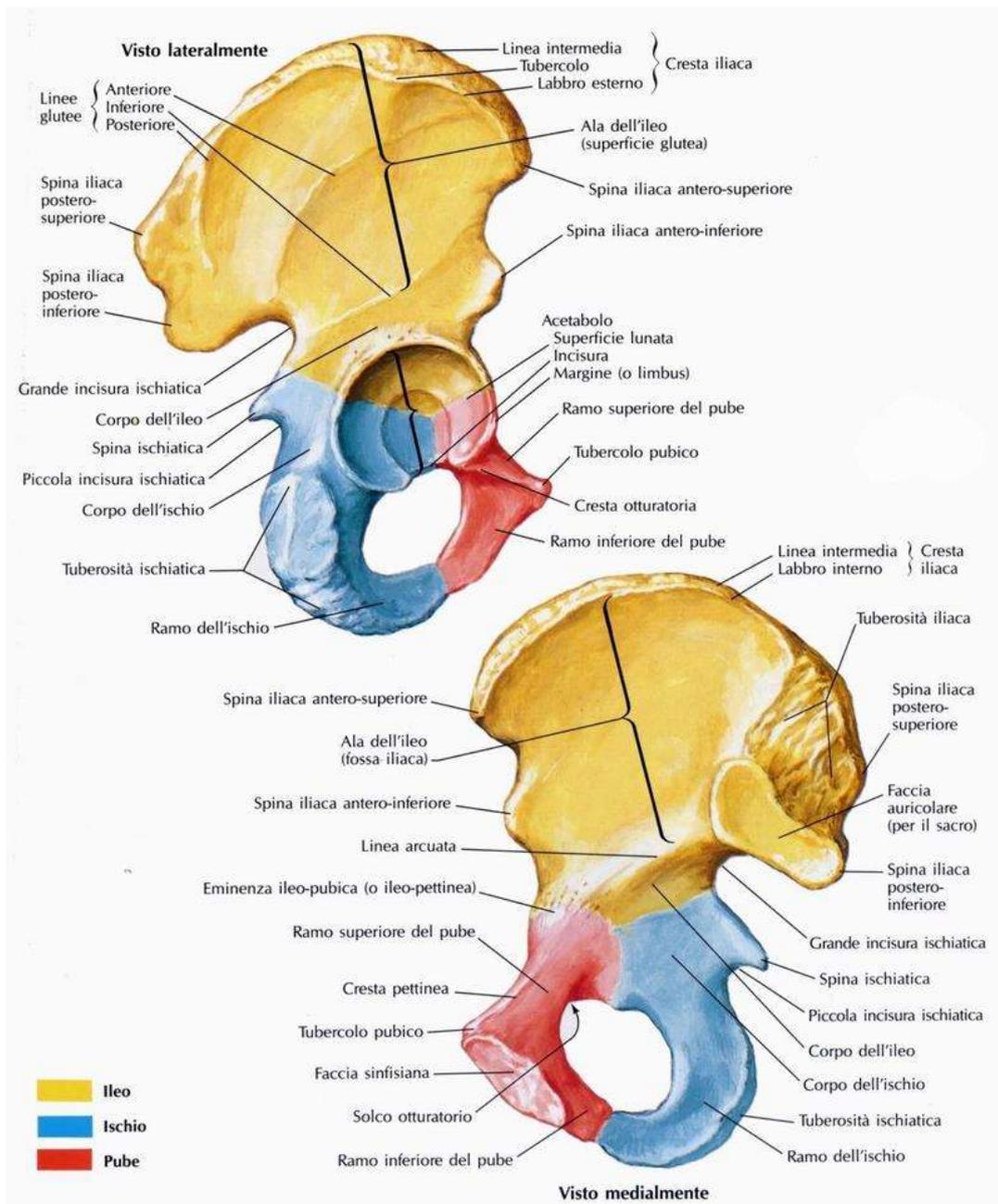
### **CINGOLO PELVICO E PARTE LIBERA DELL'ARTO INFERIORE**

Il **cingolo pelvico** è costituito da **2 ossa dell'anca**, dette anche **coxali** (o *innominate*), formate, nell'adulto, dalla fusione di tre ossa: **ileo, ischio, pube**. Oltre a sostenere il peso del corpo e ridistribuirlo sugli arti inferiori, queste ossa proteggono i visceri (compresi gli organi genitali), e il feto in via di sviluppo nelle femmine.

La **pelvi** è una struttura composta che comprende le ossa coxali dello scheletro appendicolare e il sacro e il coccige dello scheletro assile.

### **OSSA DELL'ANCA**

Ileo, ischio e pube si incontrano a livello della **fossa acetabolare**, dove il femore si articola con la superficie concava dell'**acetabolo**.



## ILEO

È il più grande dei tre e forma la porzione superiore. Sulla faccia esterna è possibile individuare la **linea glutea anteriore, posteriore e inferiore** (siti di origine dei muscoli glutei), mentre sulla superficie interna la **linea arcuata** segna l'inizio dell'espansione iliaca, al di sopra della quale, internamente, è presente una superficie concava chiamata **fossa iliaca**. Al di sotto della linea arcuata, il margine anteriore comprende, in senso craniale, l'**incisura iliaca inferiore**, la **spina iliaca antero-inferiore**, la **spina iliaca antero-superiore**, che prosegue, incurvandosi posteriormente, con margine superiore che forma la **cresta iliaca**, che, posteriormente, termina a livello della **spina iliaca postero-superiore**. Inferiormente, il margine dell'ileo prosegue verso il basso con la **spina iliaca postero-inferiore**, superiormente alla **grande incisura ischiatica** (passaggio del nervo ischiatico).

## ISCHIO

In prossimità del margine postero-superiore dell'acetabolo, l'ileo si fonde con l'ischio. Quest'ultimo è l'osso più robusto delle ossa dell'anca. Posteriormente all'acetabolo si individua la prominente **spina ischiatica** collocata superiormente alla **piccola incisura ischiatica**. La restante parte dell'ischio forma un processo che si dirige in basso e medialmente, il cui margine postero-laterale presenta

una superficie rugosa chiamata **tuberosità ischiatica**; anteriormente, il **ramo dell'ischio** (o *branca ischio-pubica*) si continua per fondersi con il **pube**.

### **PUBE**

Il **ramo inferiore del pube** si fonde inferiormente con il ramo dell'ischio. Esso ha inizio dal **tubercolo pubico**, punto di incontro con il **ramo superiore del pube**. A partire dal tubercolo pubico, medialmente si estende, sopra la faccia anteriore del ramo superiore del pube, una cresta rugosa: la **cresta pubica**. Si unisce all'ileo e all'ischio all'interno dell'acetabolo. I rami pubico e ischiatico circondano il **forame otturatorio**, chiuso da una guaina di fibre di collagene (**membrana otturatoria**). Sulla superficie mediale del ramo superiore del pube si trova il **solco otturatorio** (all'interno del quale sono presenti i vasi e i nervi otturatori). La superficie antero-mediale del pube si articola con il pube controlaterale a livello della **sinfisi pubica** per mezzo di un disco fibro-cartilagineo mediano. Vicino alla sinfisi, si diparte diagonalmente la **linea pettinea** che si unisce alla linea arcuata

### **PELVI**

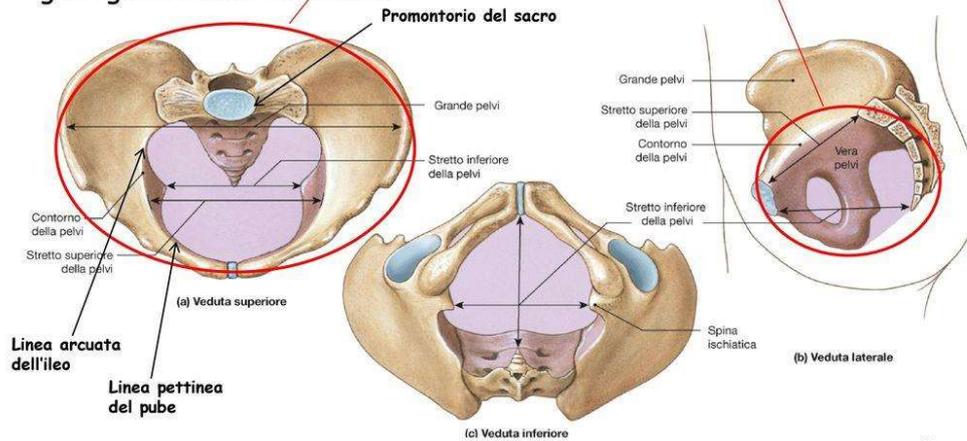
E' costituita dalle due ossa dell'anca, dal sacro e dal coccige. Può essere divisa in:

- **Grande (o falsa) pelvi**: Posta al di sopra della linea ileopettinea, è costituita dalla porzione allargata di ciascun ileo, e raccoglie gli organi della porzione inferiore della cavità addominale.
- **Piccola (o vera) pelvi**: Posta al di sotto della linea ileopettinea, segna i confini della cavità pelvica. Comprende la porzione inferiore di ciascun ileo, l'ischio di entrambi i lati, entrambe le ossa pubiche, il sacro e il coccige. Il margine superiore osseo della piccola pelvi è definito **stretto superiore della pelvi** (delimita la cavità pelvica superiormente) mentre l'apertura che si trova sul versante inferiore è definita **stretto inferiore della pelvi**, chiamata anche **perineo**.

Molte delle differenze anatomiche tra la pelvi maschile e femminile sono adattamenti al parto; nella fattispecie, la grande pelvi femminile si presenta, rispetto a quella maschile, ampia, bassa, e poco profonda. Lo stretto superiore più ampio e rotondeggiante, l'acetabolo piccolo e volto anteriormente, il forame otturatorio ovale, lo stretto inferiore più ampio, e l'**arco pubico** disegna un angolo maggiore di 90°. La cresta iliaca femminile si presenta, rispetto a quella maschile, meno ricurva, con le ossa iliache che si proiettano lateralmente, il coccige è più mobile e ricurvo anteriormente, mentre il sacro è più corto, più ampio e ricurvo in avanti, mentre le tuberosità ischiatiche sono più ridotte, distanziate e dirette medialmente. Altre differenze riguardano variazioni delle dimensioni del corpo e della massa muscolare.

## PELVI: GRANDE E PICCOLA

La pelvi può essere divisa in **grande (falsa) pelvi** e **piccola (vera) pelvi**.  
 Lo stretto inferiore della pelvi è l'apertura che si trova sul versante inferiore: questa regione viene chiamata **perineo**.  
 I muscoli pelvici formano il pavimento della cavità pelvica e sostengono gli organi in essa contenuti.

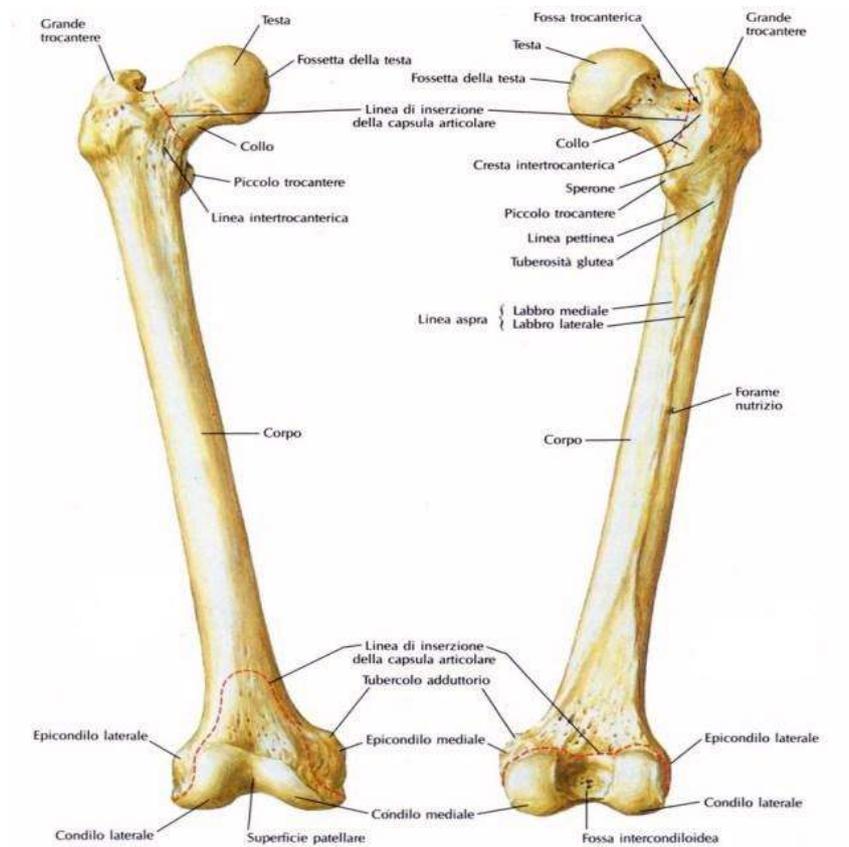


22

## ARTO INFERIORE

Lo scheletro dell'arto inferiore è costituito da femore, patella (o rotula), tibia e fibula (o perone), ossa del tarso (caviglia), ossa del metatarso e falangi del piede.

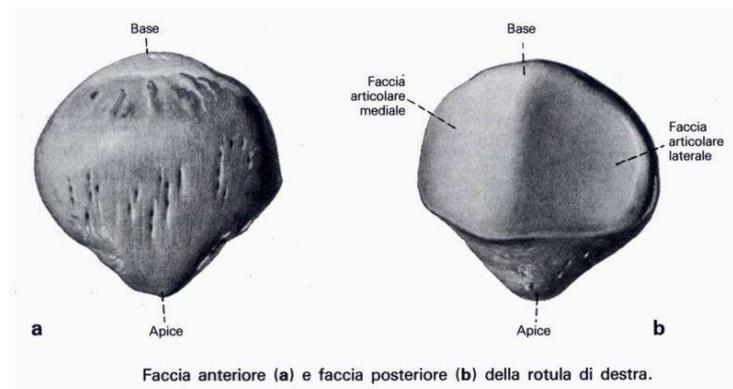
## FEMORE



E' l'osso più lungo e pesante del corpo. L'epifisi prossimale, rotondeggiante, forma la **testa** del femore, distalmente alla quale, il **collo** si unisce al **corpo** formando un angolo di 125°. Lateralmente al punto di inserzione del collo con il corpo del femore, si proietta il **grande trocantere**, mentre sulla superficie postero-mediale si proietta il **piccolo trocantere**. Anteriormente, la **linea intertrocanterica** segna il limite distale della capsula articolare; questa linea si continua posteriormente nella **cresta intertrocanterica**, al di sotto della quale si sviluppano la **linea pettinea**, medialmente, e la **tuberosità glutea**, lateralmente. Al centro della superficie posteriore decorre una cresta prominente, la **linea aspra**, che, distalmente, si divide nella **cresta sopracondiloidea mediale** e nella **cresta sopracondiloidea laterale**, che delimitano un'area triangolare chiamata **superficie poplitea**. La cresta mediale termina a livello del **tubercolo adduttore** posto sopra l'**epicondilo mediale**, mentre la cresta laterale termina a livello dell'**epicondilo laterale**. Sulla faccia posteriore del femore, i **condili mediale e laterale** sono separati dalla **fossa intercondiloidea**; essi si continuano sulla superficie inferiore del femore e sulla faccia anteriore, dove si fondono a formare la **superficie patellare**

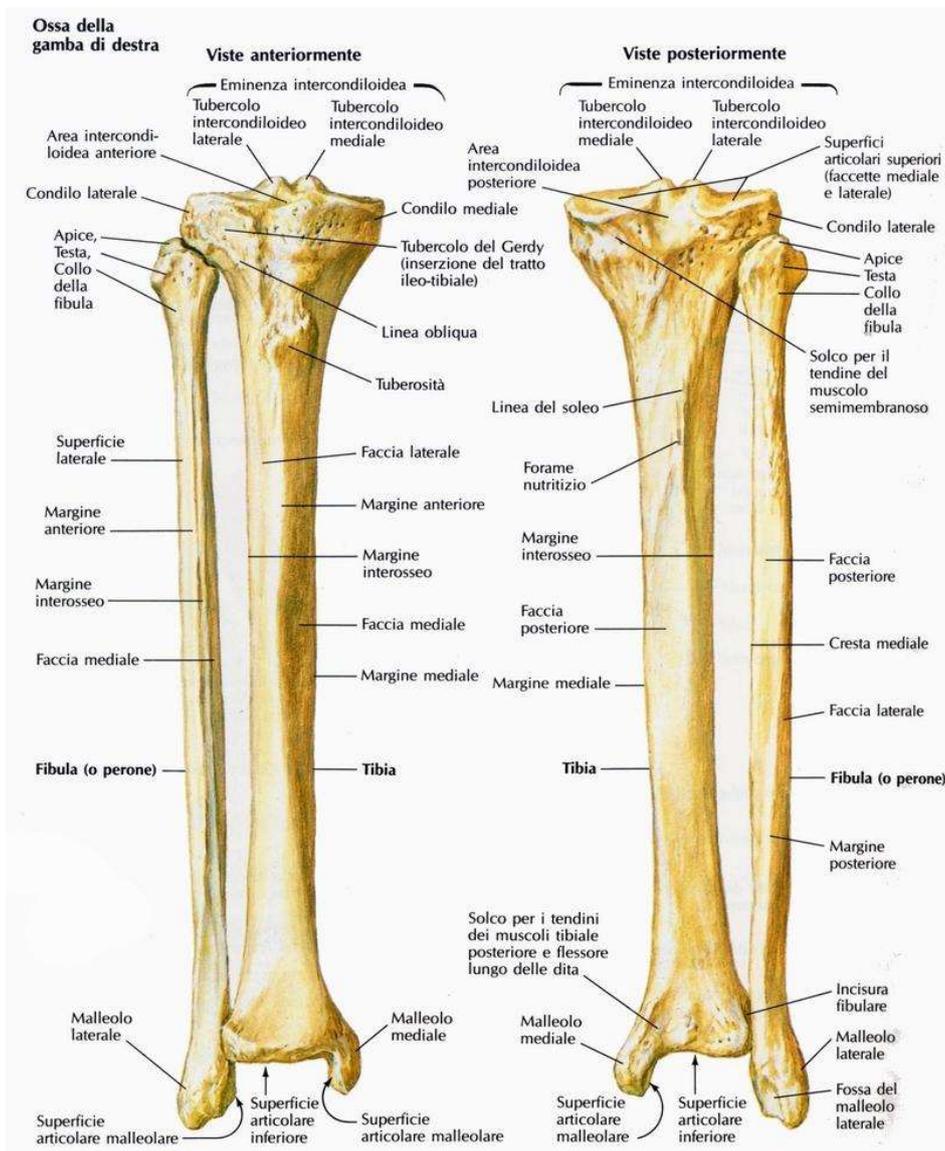
### PATELLA

E' un voluminoso osso sesamoide che si forma all'interno del muscolo quadricipite femorale, rinforzandone i tendini, aumentando la forza di contrazione, e proteggendo la superficie anteriore del ginocchio. Presenta un'ampia **base** superiore e un **apice** appuntito inferiore. La superficie anteriore presenta siti di inserzione per il tendine del quadricipite e del legamento patellare. La superficie posteriore, concava, presenta due **facette (mediale e laterale)** per l'articolazione con i condili del femore.



### TIBIA

Voluminoso osso mediale della gamba, presenta prossimalmente i **condili mediale e laterale** con cui si articola con il femore; il condilo mediale a sua volta presenta una faccetta per l'articolazione con la fibula. I due condili sono separati da una cresta, l'**eminenza intercondiloidea**, sulla cui superficie si trovano due **tubercoli (mediale e laterale)**. Anteriormente la tibia presenta, in prossimità dei condili, una sporgenza rugosa chiamata **tuberosità tibiale** che si estende prossimo-distalmente sulla superficie anteriore, come **cresta anteriore**. Il margine laterale della diafisi costituisce invece la **cresta interossea** sulla quale si impianta una guaina di collagene (**membrana interossea**) che si estende fino al margine mediale della fibula. Distalmente la tibia si assottiglia terminando in un voluminoso processo chiamato **malleolo mediale**. La superficie posteriore della tibia presenta la **linea poplitea**.



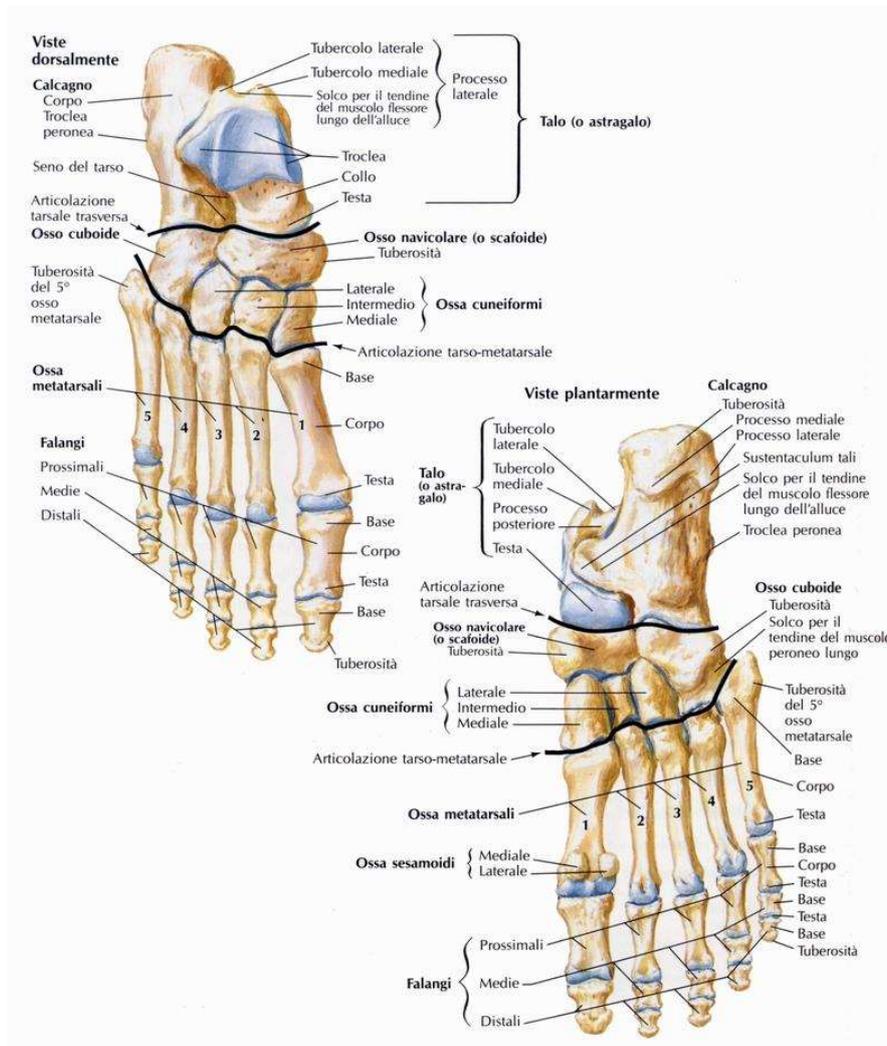
## **FIBULA**

Chiamata anche **perone**, si colloca lateralmente alla tibia, con la quale si articola a livello della **testa** della fibula. Tra il margine mediale della fibula e il margine laterale della tibia si estende la **membrana interossea della gamba**, che aiuta a stabilizzare i due segmenti ossei e fornisce superficie per l'inserzione di muscoli. La fibula non partecipa all'articolazione del ginocchio e non scarica il peso del corpo alla caviglia e al piede. Distalmente, il processo chiamato **malleolo laterale** previene lo scivolamento laterale della tibia sull'astragalo.

## **OSSA DEL TARSO**

Il **tarso** è composto da **7 ossa tarsali**:

- **Talo (o astragalo)**: E' il secondo osso più voluminoso del piede. Trasmette il peso del corpo dalla tibia in avanti verso le dita del piede. Presenta una superficie superiore liscia, la **troclea** del talo, che presenta due superfici articolari per il malleolo laterale della fibula e il malleolo mediale della tibia.
- **Calcagno**: E' il più voluminoso osso del tarso. Nel mantenimento della normale stazione eretta, il peso del corpo viene distribuito dal talo al calcagno e infine a terra. Presenta, sulla superficie posteriore, una voluminosa sporgenza su cui si inserisce il *tendine calcaneare*.
- **Cuboide**: Posto anteriormente al calcagno.
- **Navicolare**: Posto medialmente alla caviglia, anteriormente al talo.
- **Ossa cuneiformi**: Si distinguono in **osso cuneiforme mediale, intermedio, laterale**.



## METATARSO

Le ossa del **metatarso** sono 5 ossa lunghe. Indicate in senso medio-laterale con numeri romani da I a V, prossimalmente le **basi** delle prime tre si articolano con le ossa cuneiformi, mentre le ultime due si articolano con il cuboide; distalmente le **teste** si articolano con le falangi prossimali. Queste ossa forniscono sostegno in stazione eretta e durante la deambulazione/corsa.

## FALANGI

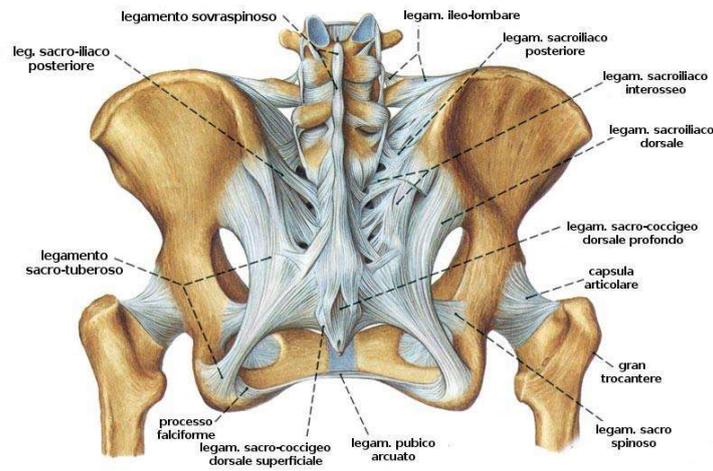
Le **falangi** o ossa delle dita sono 14. Il primo dito (**alluce**) ne possiede due, mentre le altre dita tre (prossimale, intermedia, distale).

## ARTICOLAZIONI DELL'ARTO INFERIORE

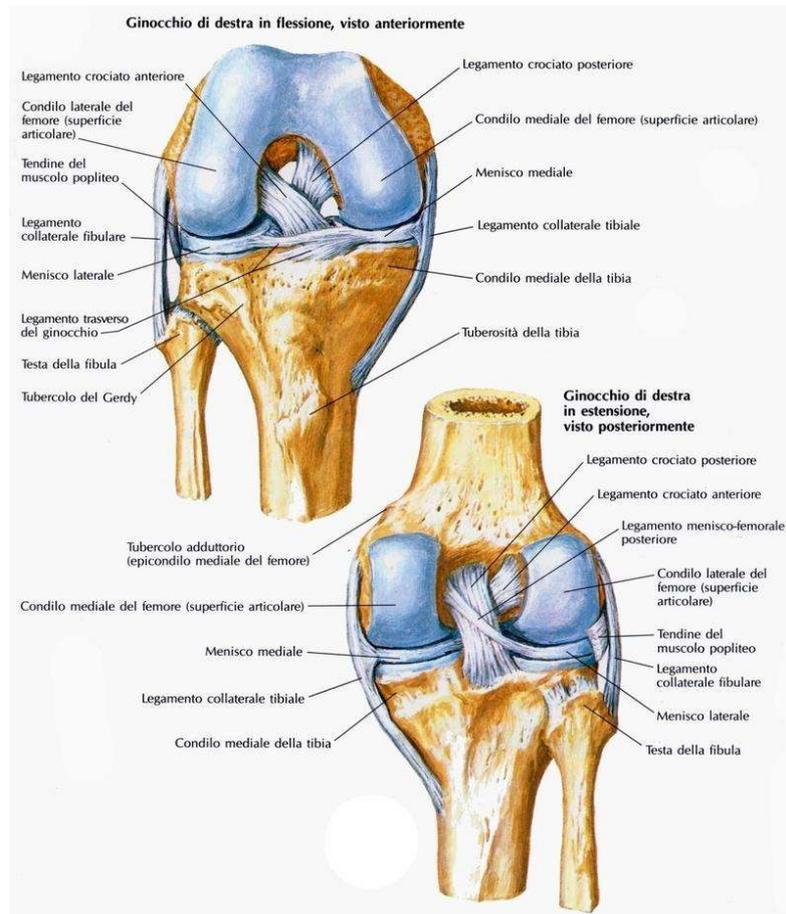
Fanno parte delle articolazioni dell'arto inferiore:

- **ARTICOLAZIONI DEL BACINO:** Comprende la **sinfisi pubica** (articolazione tra le facce mediali *sinfisarie* della sinfisi pubica tra cui si interpone un disco cartilagineo) e l'articolazione **sacroiliaca** (articolazione tra complesso del sacro con l'ileo, che avviene a livello della **superficie auricolare per il sacro** dell'ileo e la **superficie auricolare del sacro**, con interposizione di una porzione fibro-cartilaginea.). Questa articolazione è stabilizzata dalla presenza di due legamenti: i **legamenti sacroiliaco posteriore** e **anteriore**. Ulteriore supporto è fornito dai **legamenti ileolombari, sacro-tuberoso** e **sacro-spinoso**.

## LEGAMENTI DELLA PELVI - Vista posteriore



- **ARTICOLAZIONE COXO-FEORALE:** E' l'articolazione (enartrosi/3 assi di movimento/6 movimenti garantiti: adduzione, flessione, estensione, abduzione, rotazione) che intercorre tra la testa del femore e l'acetabolo. Un cuscinetto fibrocartilagineo (**labbro acetabolare**) si estende attorno all'**incisura acetabolare** aumentandone la superficie di contatto, mentre internamente un cuscinetto fibrocartilagineo ricopre parzialmente la superficie formando la **faccia semilunare**; un ulteriore cuscinetto adiposo rivestito di membrana sinoviale ricopre la porzione centrale dell'acetabolo, la **fossa acetabolare**, fungendo da ammortizzatore. 4 legamenti rinforzano la capsula articolare : il **legamento ileofemorale**, il **legamento pubofemorale**, il **legamento ischiofemorale** e il **legamento acetabolare**; quest'ultimo chiude i margini dell'incisura acetabolare trasformandola in una superficie circolare; inoltre da esso si diparte il **legamento della testa del femore** (legamento rotondo) che si inserisce sulla testa del femore e lo stabilizza durante le ext. In flessione di coscia. La capsula articolare si estende dalla superficie laterale e inferiore del cingolo pelvico fino alla cresta e alla linea inter-trocanterica, inglobando la testa e il collo del femore. Questa capsula articolare è molto spessa e resistente.
- **ARTICOLAZIONE DEL GINOCCHIO**



L'articolazione del ginocchio, sebbene venga classificata come un ginglymo angolare (1 solo asse/2 movimenti), dovrebbe essere considerata una condilartrosi doppia e incompleta per la presenza dei menischi e il conseguente scorrimento del femore sugli stessi. Infatti, oltre ai movimenti di flesso/estensione, sono garantiti anche un certo grado di rotazione. I capi ossei che entrano in articolazione sono l'epifisi distale del femore, la faccia articolare della patella e l'epifisi prossimale della tibia. Strutturalmente il ginocchio comprende due articolazioni comprese all'interno della capsula articolare: l'**articolazione femoro-tibiale** (tra tibia e femore) e l'**articolazione femoro-patellare** (tra la patella e la superficie patellare del femore).

La capsula articolare del ginocchio e la cavità sinoviale non sono strutture continue; sono presenti, infatti, tra tibia e femore, 2 cuscinetti fibro-cartilaginei, i **menischi (menisco laterale e mediale)** - uniti anteriormente dal **legamento trasverso del ginocchio** - che agiscono da ammortizzatori, adattandosi alle superfici articolari durante i cambi di posizione del femore, oltre che incrementare l'area di superficie dell'articolazione femoro-tibiale, e fornire stabilità laterale al ginocchio. Ai margini dell'articolazione, la presenza di **borse (borsa sovrapatellare, pre-patellare, infra-patellare)** e **cuscinetti di tessuto adiposo** cooperano per ridurre gli attriti tra patella e altri tessuti.

L'articolazione del ginocchio è stabilizzata dalla presenza di **7 legamenti intra ed extra-capsulari**.

I legamenti extra-capsulari comprendono il **legamento collaterale tibiale** (o mediale) e il **legamento collaterale fibulare** (o laterale) che forniscono supporto alle superfici mediale/laterale del ginocchio stabilizzandolo quando è in estensione completa. Sul versante dorsale, rinforzandolo, sono presenti i **legamenti poplitei (legamento popliteo obliquo e legamento popliteo arcuato)** che si estendono tra il femore e la testa di tibia e perone. Sono inoltre presenti, anteriormente all'articolazione, e lateralmente alla patella, i **retinacoli laterale e**

**mediale della patella**, due lamine fibrose che originano dalle aponeurosi dei muscoli vasto laterale e mediale e si inseriscono ai lati della tuberosità tibiale.

I legamenti intra-capsulari comprendono il **legamento crociato anteriore** e il **legamento crociato posteriore** che connettono le aree intercondiloidee della tibia ai condili femorali, limitando i movimenti anteriore/posteriore della tibia. I crociati sono intra-capsulari ma al di fuori della cavità articolare (*extra-sinoviali*)

Inoltre, il **tendine del muscolo quadricipite femorale**, passando anteriormente al ginocchio, ingloba la patella e si continua come **legamento patellare** fino alla tuberosità tibiale fornendo stabilità anteriore all'articolazione.

I principali movimenti garantiti da questa articolazione sono quelli di *flessione ed estensione* della gamba sulla coscia.

- **ARTICOLAZIONE TIBIO-FIBULARE:** Si individua un'articolazione **tibio-fibulare prossimale** (intercorre tra la superficie postero-inferiore del margine laterale della tibia con la testa della fibula), ed una **articolazione tibio-fibulare distale** (avviene tra l'incisura fibulare a livello della tibia e la faccetta articolare presente medialmente alla porzione superiore del malleolo della fibula). L'articolazione tibio-fibulare prossimale è rinforzata dai **legamenti della testa della fibula anteriori e posteriori**. Queste articolazioni sono artrodie. Tra i margini interossei di tibia e fibula è inoltre presente la **membrana sinoviale**, una lamina fibrosa che, oltre a stabilizzare le articolazioni tibio-fibulari prossimali e distali, separa i muscoli anteriori e posteriori della gamba.
- **ARTICOLAZIONE DELLA CAVIGLIA E PIEDE**

L'articolazione della caviglia (**articolazione astragalo/talo-crutale**) è un *ginglino angolare* (movimenti di flessione/estensione) formato dalle articolazioni tra tibia e fibula (**articolazione tibio-fibulare distale**), tra tibia e astragalo (**articolazione tibio-tarsica**) e tra fibula e astragalo (**articolazione fibulo-talare**). L'articolazione tibio-tarsica è la principale articolazione della caviglia che sostiene il peso del corpo e si realizza tra la superficie articolare distale della tibia (concava) e la troclea dell'astragalo (convessa). L'articolazione fibulo-talare si realizza tra il malleolo laterale della fibula e la superficie articolare laterale dell'astragalo. La capsula articolare della caviglia (superficie articolare distale della tibia, malleolo mediale, malleolo laterale della fibula e astragalo) è rinforzata dai **legamenti tibio-fibulari anteriore e posteriore**, medialmente dal **legamento deltoideo** e lateralmente dai **legamenti laterali (talo-fibulare anteriore, talo-fibulare posteriore, calcaneo-fibulare)**.

Le articolazioni del piede sono:

**Le intertarsali:** Articolazione **talo-calcaneare-navicolare** anteriormente e **talo-calcaneare** posteriormente. Sono artrodie che consentono piccoli movimenti di scivolamento.

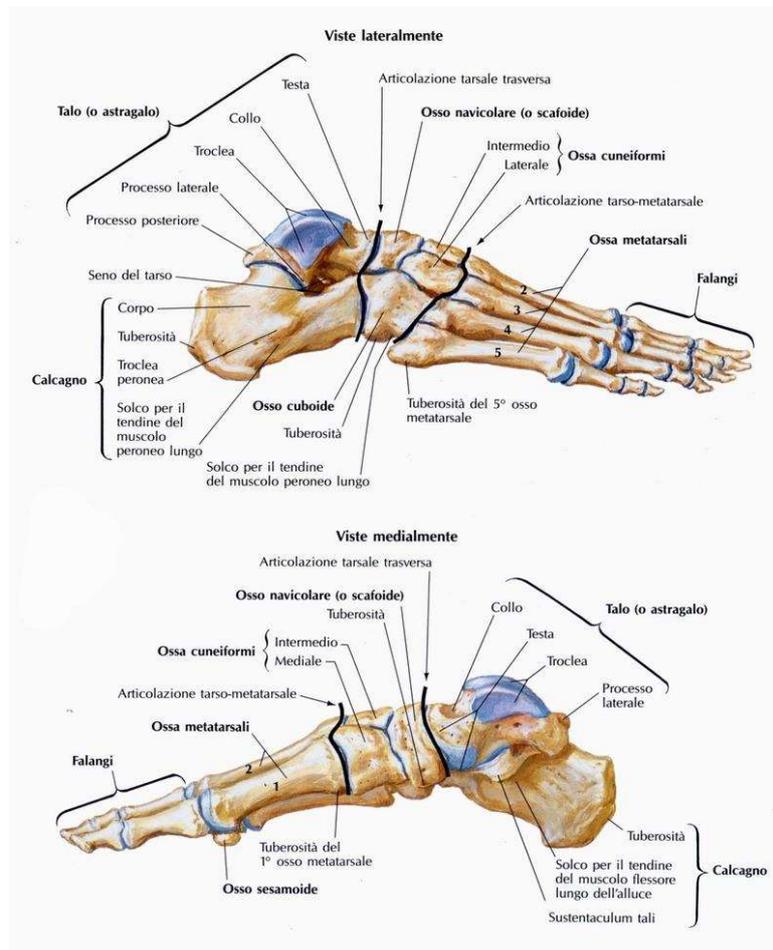
**Calcaneo-cuboidea:** Articolazione a sella tra faccia anteriore del calcagno e faccia posteriore del cuboide.

**Le tarso-metatarsali:** Artrodie che intercorrono tra le ossa della fila distale del tarso con le basi delle ossa metatarsali. Le prime tre ossa meta-tarsali si articolano con le ossa cuneiformi mediale, intermedio e laterale; il quarto e quinto osso meta-tarsale si articolano con il cuboide. Consentono piccoli movimenti di flessione/estensione/lateralità, permettendo modificazioni della volta plantare.

**Le inter-metatarsali:** Uniscono le basi delle ossa meta-tarsali ad esclusione delle prime due che sono unite da un legamento interosseo. Consentono piccoli movimenti di scivolamento.

**Le metatarso-falangee:** Articolazioni a condilo che uniscono le teste dei metatarsi alle basi delle falangi prossimali. Consentono movimenti di flessione ed estensione delle dita del piede.

**Le interfalangee del piede:** Sono articolazioni a troclea (2 per ogni dito eccetto l'alluce che ne ha una) che uniscono le teste delle falangi alle basi delle stesse. Consentono movimenti di flessione ed estensione.



### MUSCOLI DELL'ANCA

Possono essere suddivisi in:

- **Muscoli Interni:** Ilio-psoas, piccolo psoas.
- **Muscoli esterni:** Grande, medio, piccolo gluteo; gemelli; otturatore esterno; piriforme; quadrato del femore; tensore della fascia lata.

### MUSCOLI INTERNI DELL'ANCA



### **ILIO-PSOAS**

E' formato dall'unione del muscolo grande psoas (GP) e dal muscolo iliaco (MI).

**ORIGINE:** G.P origina dalla superficie laterale e dai processi trasversi della XII vertebra toracica, e dalle prime 4 vertebre lombari. Il MI origina dalla fossa iliaca. A livello del bacino il GP si congiunge con il MI formando un unico muscolo.

**INSERZIONE:** piccolo trocantere del femore.

#### **AZIONE:**

- Se prende punto fisso sulla colonna vertebrale, flette la coscia sul bacino, la adduce e la intra-ruota.
- Se prende punto fisso sul femore flette il tronco sul bacino e lo inclina dal proprio lato.

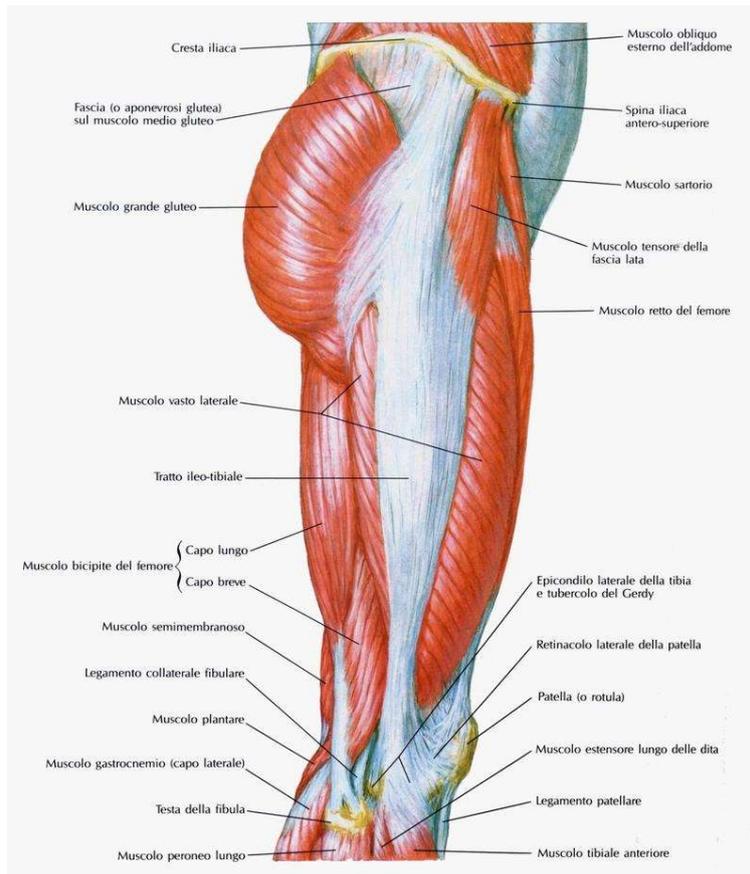
### **PICCOLO PSOAS**

**ORIGINE:** Da D12, da L1 e dal disco interposto.

**INSERZIONE:** Eminenza ileopubica.

**AZIONE:** Partecipa alla flessione del tronco sul bacino

### **MUSCOLI ESTERNI DELL'ANCA**



### **TENSORE DELLA FASCIA LATA**

E' un muscolo appiattito e allungato.

**ORIGINE:** Cresta iliaca e dalla superficie laterale della spina iliaca antero-superiore. Origina come un muscolo appiattito ed allungato nel primo tratto.

**INSERZIONE:** Procede successivamente come fascio tendineo (**ileotibiale**) inserendosi sul condilo laterale della tibia.

**AZIONE:** Tende la **fascia-lata** (lamina connettivale che avvolge tutti i muscoli della coscia), flette, adduce e intra-ruota la coscia, estende la gamba sulla coscia, corregge la posizione del ginocchio impedendo lo spostamento mediale della tibia e contribuisce al mantenimento della stazione eretta.

### **GRANDE GLUTEO**

E' un muscolo quadrilatero posto nella regione glutea superficialmente.

**ORIGINE:** Cresta iliaca, linea glutea posteriore, fascia lombo-dorsale, superficie laterale del sacro e del coccige.

**INSERZIONE:** Tratto ileotibiale e tuberosità glutea del femore.

**AZIONE:** Estende e ruota esternamente la coscia; partecipa al mantenimento della stazione eretta e della deambulazione.

### **MEDIO GLUTEO**

E' un muscolo appiattito e triangolare posto in profondità rispetto al grande gluteo.

**ORIGINE:** Cresta iliaca anteriore dell'ileo, superficie laterale tra linea glutea anteriore e superiore.

**INSERZIONE:** Grande trocantere.

**AZIONE:** Abduce ed extra-ruota la coscia (fasci posteriori). Ruota medialmente la coscia (fasci anteriori). Se prende punto fisso sul femore inclina il bacino lateralmente. La contrazione bilaterale contribuisce al mantenimento della stazione eretta.

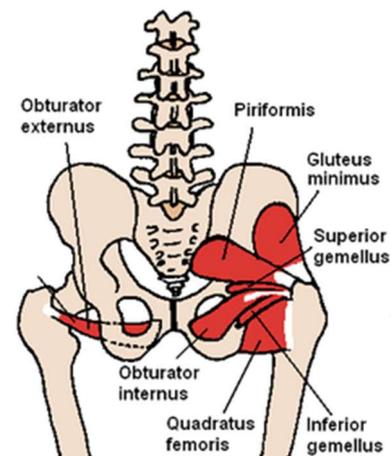
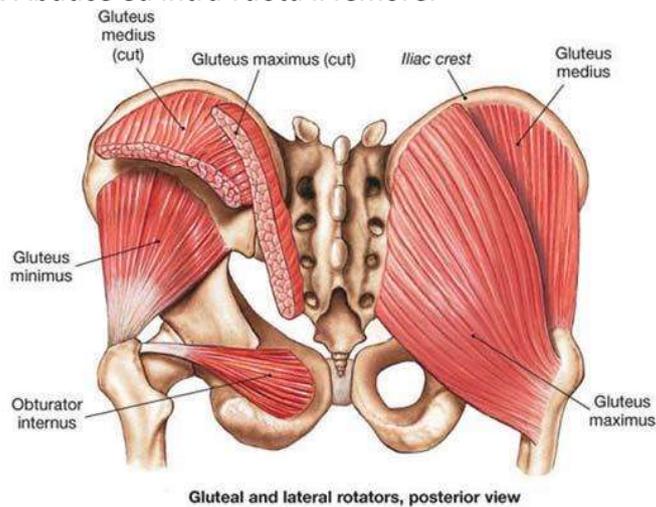
### **PICCOLO GLUTEO**

E' un muscolo di forma triangolare posto in profondità rispetto al medio gluteo.

**ORIGINE:** Linea glutea inferiore.

**INSERZIONE:** Grande trocantere del femore.

**AZIONE:** Abduce ed intra-ruota il femore.



### **PIRIFORME**

Ha una forma triangolare, ed è posto tra la superficie esterna del sacro e il femore.

**ORIGINE:** Dal sacro e dal margine della grande incisura ischiatica.

**INSERZIONE:** Grande trocantere del femore.

**AZIONE:** Abduce la coscia ruotandola esternamente. Contribuisce inoltre alla stabilità dell'articolazione coxo-femorale.

### **OTTURATORIO ESTERNO**

E' posto profondamente, vicino all'articolazione dell'anca.

**ORIGINE:** Fossa otturatoria esterna.

**INSERZIONE:** Grande trocantere del femore.

**AZIONE:** Abduce ed extra-ruota la coscia. Stabilizza l'anca.

### **OTTURATORIO INTERNO**

E' posto tra i due gemelli.

**ORIGINE:** Fossa otturatoria interna.

**INSERZIONE:** Grande trocantere del femore.

**AZIONE:** Abduce ed extra-ruota la coscia. Stabilizza l'anca.

### **GEMELLI SUPERIORE ED INFERIORE**

**ORIGINE:** il **superiore** dal margine inferiore della spina ischiatica; l'**inferiore** dalla tuberosità ischiatica.

**INSERZIONE:** Fossetta trocanterica (superficie mediale).

**AZIONE:** Abducono ed extra-ruotano la coscia. Stabilizzano l'anca.

### **QUADRATO DEL FEMORE**

**ORIGINE:** Tuberosità ischiatica.

**INSERZIONE:** Cresta inter-trocanterica del femore.

**AZIONE:** Abduzione ed extra-rotazione dell'anca.

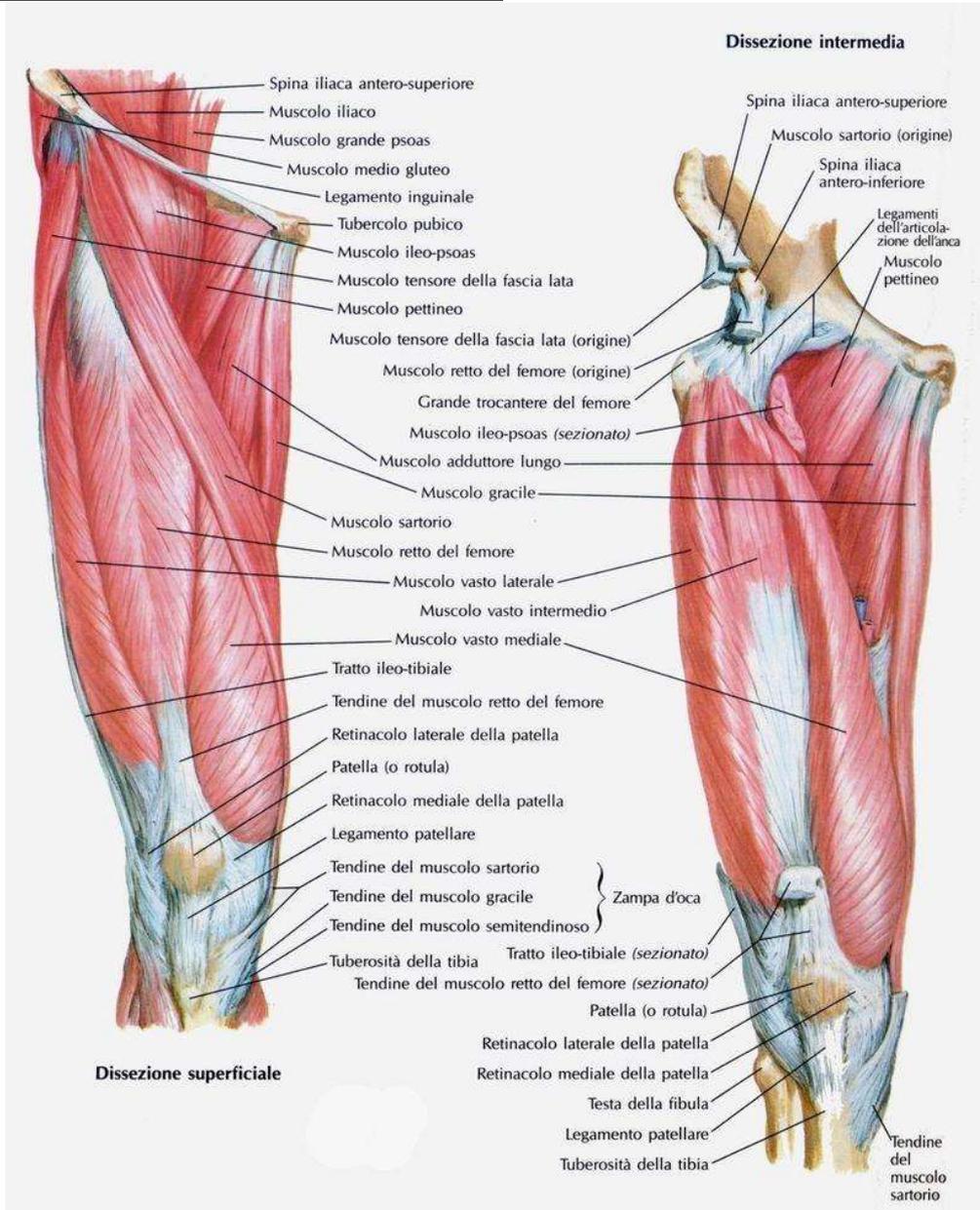
### **MUSCOLI DELLA COSCIA**

Si differenziano in:

- **Muscoli anteriori della coscia (estensori):** Quadricipite femorale, Sartorio.
- **Muscoli mediali della coscia (adduttori):** Gracile, Pettineo, Adduttore lungo, Adduttore breve, Grande Adduttore.

- **Muscoli posteriori della coscia (flessori):** Bicipite femorale, semitendinoso, semimembranoso.

## MUSCOLI ANTERIORI DELLA COSCIA (ESTENSORI)



### QUADRICIPITE FEORALE

**ORIGINE:** con quattro capi:

**RETTO FEMORALE:** Origina dalla spina iliaca antero-inferiore e dal margine superiore dell'acetabolo. Procede con un decorso rettilineo.

**VASTO LATERALE:** Origina dal grande trocantere, dalla tuberosità glutea e dal labbro laterale della linea aspra.

**VASTO MEDIALE:** Origina dal collo anatomico del femore e dal labbro mediale della linea aspra.

**VASTO INTERMEDIO:** Origina dalla superficie antero-laterale del femore, arrivando anch'esso alla linea aspra.

**INSERZIONE:** I quattro capi convergono inferiormente verso un unico robusto tendine chiamato **tendine del muscolo quadricipite femorale**, il quale, ricoprendo la rotula, prosegue verso il basso con il nome di **legamento rotuleo** inserendosi poi sulla tuberosità tibiale.

**AZIONE:** E' l'unico estensore della gamba sulla coscia; il retto del femore flette anche la coscia sul bacino. E' uno dei muscoli più importanti per il mantenimento della stazione eretta.

### **SARTORIO**

E' il muscoli più superficiale della coscia, con un decorso latero-mediato, e dall'avanti all'indietro.

**ORIGINE:** Spina iliaca antero-superiore.

**INSERZIONE:** Condilo mediale della tibia. Prende rapporti anche con il condilo mediale del femore.

**AZIONE:** Flette la gamba sulla coscia, flette la coscia sul bacino, extra-ruota la coscia abducendola.

## **MUSCOLI POSTERIORI DELLA COSCIA (FLESSORI)**



### **BICIPITE FEMORALE**

**ORIGINE:** Con due capi:

- **Capo lungo:** tuberosità ischiatica, con un tendine comune al muscolo semitendinoso.
- **Capo breve:** linea aspra del femore.

**INSERZIONE:** Condilo laterale della tibia e testa della fibula.

**AZIONE:** Flette la gamba sulla coscia e la ruota esternamente.

### **SEMITENDINOSO**

**ORIGINE:** Tuberosità ischiatica.

**INSERZIONE:** Condilo mediale della tibia.

**AZIONE:** Estende la coscia sul bacino, flette la gamba sulla coscia e la ruota internamente.

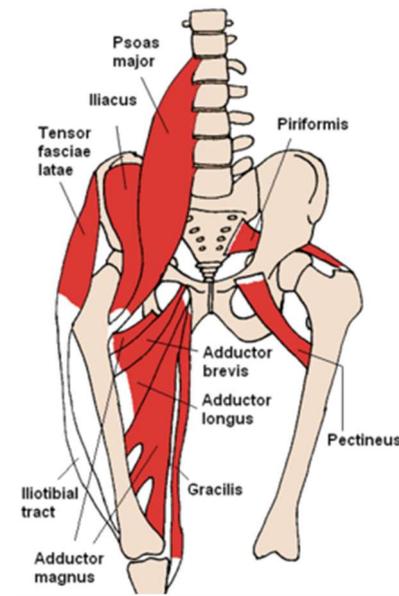
### **SEMIMEMBRANOSO**

**ORIGINE:** Tuberosità ischiatica.

**INSERZIONE:** Condilo mediale della tibia.

**AZIONE:** Estende la coscia sul bacino, flette la gamba sulla coscia e la ruota internamente.

### **MUSCOLI MEDIALI DELLA COSCIA (ADDUTTORI)**



#### **GRACILE**

**ORIGINE:** Ramo ischio-pubico.

**INSERZIONE:** Inferiormente al condilo mediale della tibia.

**AZIONE:** Adduzione ed intra-rotazione dell'anca; flessione ed intra-rotazione della gamba sulla coscia.

#### **PETTINEO**

**ORIGINE:** Ramo superiore del pube (cresta pettinea).

**INSERZIONE:** Linea pettinea del femore (al di sotto del grande trocantere).

**AZIONE:** Rotatore esterno, flessore ed adduttore della coscia.

#### **ADDUTTORE LUNGO**

**ORIGINE:** Ramo superiore del pube, tra la sinfisi e il tubercolo pubico.

**INSERZIONE:** Linea aspra del femore.

**AZIONE:** Flessione, adduzione e rotazione esterna della coscia.

#### **ADDUTTORE BREVE**

**ORIGINE:** ramo inferiore del pube.

**INSERZIONE:** linea aspra del femore.

**AZIONE:** Flessione, adduzione e rotazione esterna della coscia.

#### **GRANDE ADDUTTORE**

**ORIGINE:** ramo inferiore del pube, posteriormente all'adduttore breve, e tuberosità ischiatica.

**INSERZIONE:** I suoi fasci superiori e medi si inseriscono sulla linea aspra del femore. I suoi fasci inferiori si inseriscono sul tubercolo del grande adduttore.

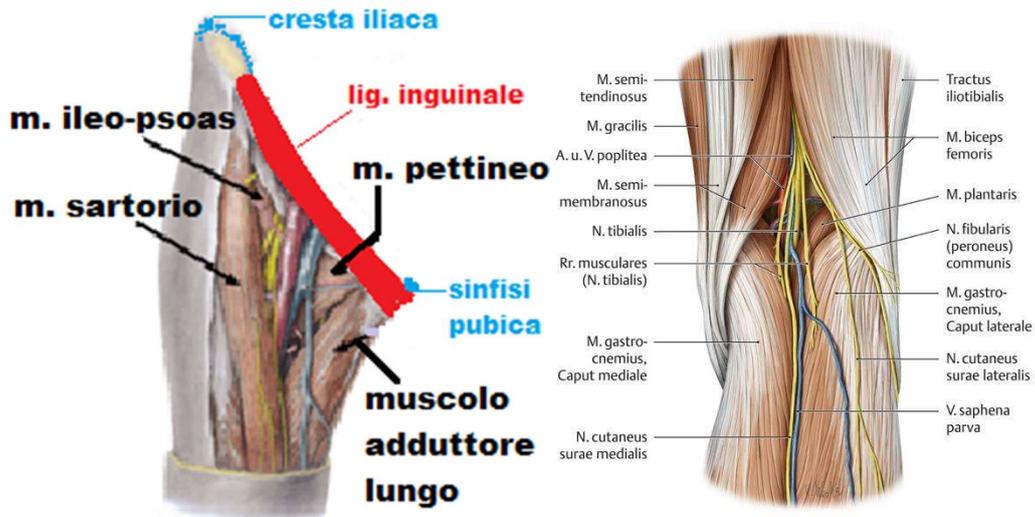
**AZIONE:** Adduzione. La porzione anteriore provoca flessione e intra-rotazione; la porzione posteriore estensione.

#### **AREA DEL TRIANGOLO FEMORALE**

E' una regione di forma triangolare posta nella porzione mediale della faccia anteriore della coscia. E' delimitata:

- **In alto:** dal legamento inguinale.
- **In basso e lateralmente:** dal muscolo sartorio.
- **In basso e medialmente:** dal muscolo adduttore lungo
- **Superficialmente:** è rivestita dalla fascia lata che centralmente prende il nome di **fascia cribrosa**, attraversata da numerosi vasi tra cui la **grande vena safena**.

- **Il pavimento:** Lateralmente dal muscolo ileopsoas e medialmente dal muscolo pettineo.



### FOSSA POPLITEA

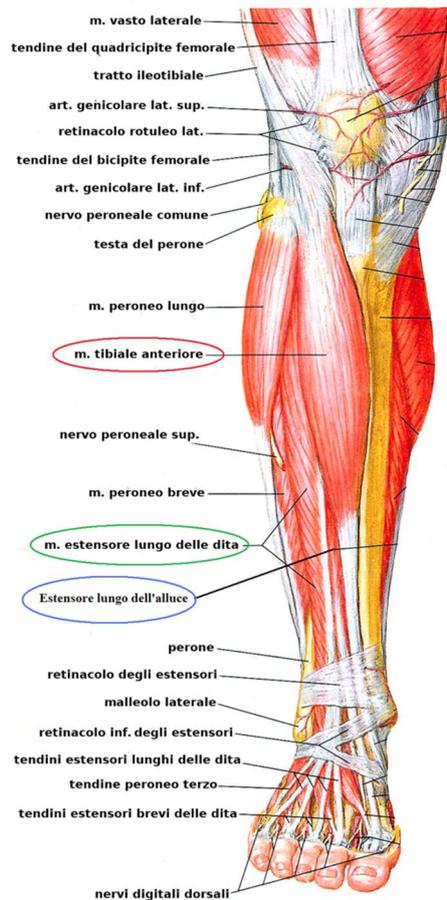
E' una fossa a forma di rombo posta posteriormente al ginocchio, occupata da tessuto adiposo, nella quale sono contenuti i linfonodi poplitei, il nervo ischiatico, la vena e l'arteria poplitea. I suoi limiti sono:

- **In alto e lateralmente:** Il muscolo bicipite femorale.
- **In alto e medialmente:** I tendini dei muscoli semitendinoso e semimembranoso.
- **In basso e medialmente:** Il capo mediale del muscolo gastrocnemio.
- **In basso e lateralmente:** Il capo laterale del muscolo gastrocnemio.

### MUSCOLI DELLA GAMBA

Si suddividono in:

- **Muscoli anteriori della gamba (estensori) :** Tibiale anteriore, Estensore lungo delle dita, Estensore lungo dell'alluce, Peroniero anteriore.
- **Muscoli laterali della gamba:** Peroniero lungo, Peroniero breve.
- **Muscoli posteriori della gamba (flessori):** Tricipite della Sura, Plantare, Popliteo, Flessore lungo delle dita, Flessore lungo dell'alluce, Tibiale posteriore.



## **MUSCOLI ANTERIORI DELLA GAMBA (ESTENSORI)**

### **TIBIALE ANTERIORE**

**ORIGINE:** Condilo laterale della tibia e membrana interossea della gamba.

**INSERZIONE:** I osso cuneiforme (mediale) e base del I metatarsale.

**AZIONE:** Flette dorsalmente il piede e lo ruota medialmente (inversione).

### **ESTENSORE LUNGO DELL'ALLUCE**

**ORIGINE:** Corpo della fibula e membrana interossea.

**INSERZIONE:** Superficie dorsale della II falange dell'alluce.

**AZIONE:** Estende l'alluce, flette dorsalmente il piede.

### **ESTENSORE LUNGO DELLE DITA**

**ORIGINE:** Condilo laterale della tibia, membrana interossea e testa della fibula.

**INSERZIONE:** Si scompone in 4 tendini, raggiungendo la superficie dorsale delle ultime 4 falangi.

**AZIONE:** Estende dorsalmente le dita e flette dorsalmente la caviglia.

### **PERONIERO ANTERIORE (TERZO)**

**ORIGINE:** Parte media del corpo della fibula e della membrana interossea.

**INSERZIONE:** Base del V metatarsale.

**AZIONE:** Flette dorsalmente il piede ruotandolo in fuori.

## **MUSCOLI LATERALI DELLA GAMBA**

### **PERONIERO LUNGO**

**ORIGINE:** Faccia laterale della testa della fibula.

**INSERZIONE:** Si porta sulla pianta del piede alla base del I osso metatarsale e cuneiforme mediale.

**AZIONE:** Flessione plantare della caviglia, lo abduce e lo ruota lateralmente (eversione). Supporta gli archi longitudinale e trasversale del piede.

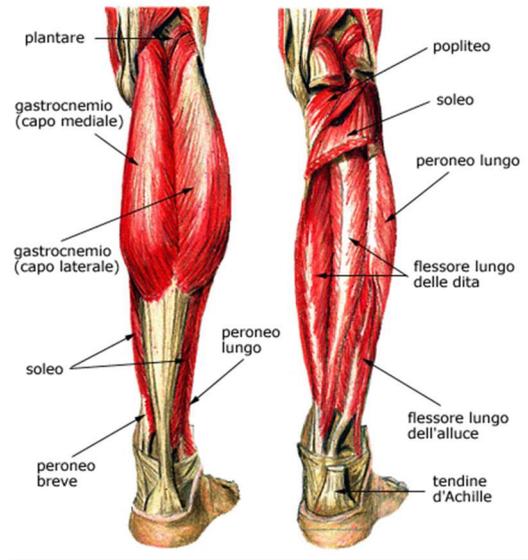
### **PERONIERO BREVE**

**ORIGINE:** Margine medio-laterale della fibula, profondamente al peroniero lungo.

**INSERZIONE:** Base del V osso metatarsale.

**AZIONE:** Eversione del piede e flessione plantare della caviglia.

### **MUSCOLI POSTERIORI DELLA GAMBA (FLESSORI)**



### **TRICIPITE DELLA SURA**

Costituisce la voluminosa porzione muscolare posteriore della gamba. E' formato da tre capi muscolari, di cui:

- Due superficiali a formare il **muscolo gastrocnemio**.
- Uno profondo a formare il **muscolo soleo**.

### **GASTROCNEMIO**

E' formato da due capi muscolari (**gemello mediale** e **gemello laterale**) che convergono in basso a formare il **tendine calcaneare**.

**ORIGINE:** Faccia posteriore del femore, sopra i due condili.

**INSERZIONE:** Faccia posteriore del calcagno attraverso il **tendine calcaneare**.

**AZIONE:** A seconda di dove prenda punto fisso, flette la gamba sulla coscia, o flette plantarmente il piede.

### **SOLEO**

**ORIGINE:** Faccia posteriore della fibula e della tibia (linea solea).

**INSERZIONE:** Faccia posteriore del calcagno attraverso il **tendine calcaneare**.

**AZIONE:** Flessione plantare del piede.

### **PLANTARE**

**ORIGINE:** Condilo laterale del femore.

**INSERZIONE:** Tuberosità calcaneare, medialmente rispetto al tendine d'Achille.

**AZIONE:** Flessione della gamba sulla coscia e flessione plantare del piede.

### **POPLITEO**

**ORIGINE:** Condilo laterale del femore.

**INSERZIONE:** Superficie posteriore della tibia, sopra al soleo.

**AZIONE:** Flessione della gamba sulla coscia e rotazione interna del ginocchio.

### **FLESSORE LUNGO DELLE DITA**

**ORIGINE:** Terzo mediale della tibia, sotto la linea poplitea.

**INSERZIONE:** Si scompone in quattro tendini e raggiunge plantarmente le ultime 4 falangi.

**AZIONE:** Flette le falangi.

### **FLESSORE LUNGO DELL'ALLUCE**

**ORIGINE:** Membrana interossea e corpo della fibula

**INSERZIONE:** Faccia plantare della seconda falange dell'alluce.

**AZIONE:** Flette la II falange dell'alluce.

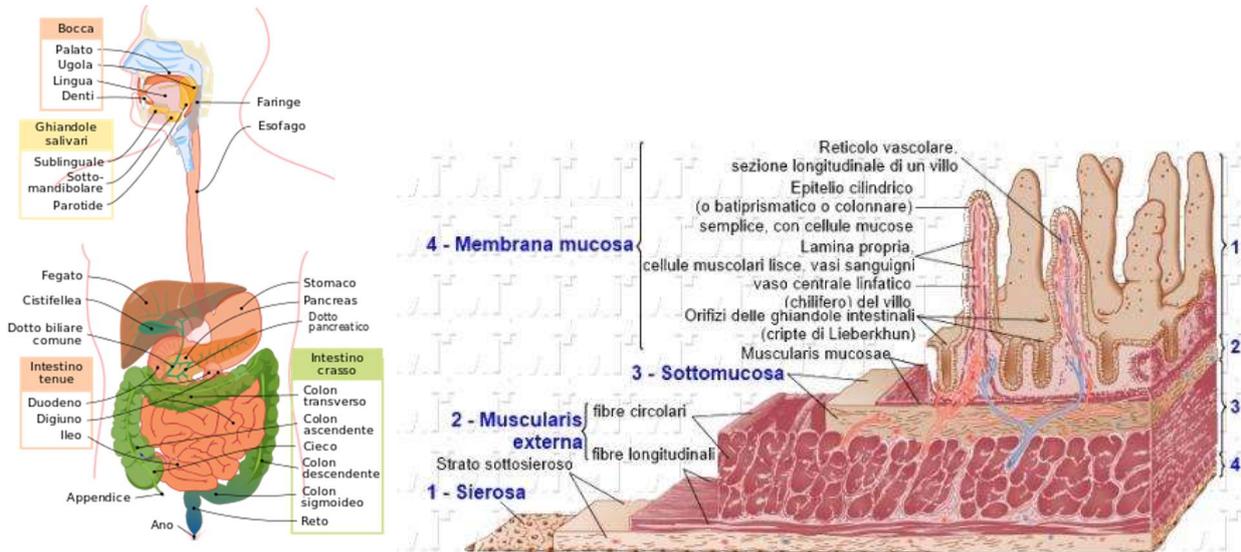
### **TIBIALE POSTERIORE**

**ORIGINE:** Membrana interossea e margini adiacenti di tibia e fibula.

**INSERZIONE:** Osso navicolare e I cuneiforme.

**AZIONE:** Flessione plantare del piede ed inversione.

## **APPARATO DIGERENTE**



L'apparato digerente è costituito da:

- **Canale digerente:** E' un tubo muscolare che comprende: *cavità orale* (bocca), *faringe*, *esofago*, *stomaco*, *intestino tenue*, *intestino crasso*. Il rivestimento del tratto digerente svolge anche un ruolo difensivo contro l'effetto corrosivo degli acidi/enzimi digestivi, gli stress meccanici (abrasioni), gli agenti patogeni presenti nel canale digerente e/o introdotti con il cibo.
- **Organi accessori:** Includono: *denti*, *lingua*, *ghiandole varie* (ghiandole salivari, pancreas, fegato). Lo scopo di questi organi è quello di esercitare un'azione chimico/meccanica sul cibo ingerito tale da ridurlo a sostanze più semplici (molecole di piccole dimensioni) che possono essere assorbite dall'epitelio di rivestimento del canale digerente e immesse in circolo.

Il canale digerente e gli organi accessori cooperano quindi per svolgere le seguenti funzioni:

- **Igestione:** I cibi solidi/liquidi entrano nel canale digerente attraverso la bocca.
- **Elaborazione meccanica:** I cibi, prima della deglutizione, vengono ridotti in poltiglia dall'azione di lingua e denti. In seguito tali processi proseguono nel canale digerente.
- **Digestione:** Degradazione delle macro molecole in glucidi, lipidi e proteine.
- **Secrezione:** Prevede l'azione di acidi/enzimi secreti dal canale digerente e/o dagli organi accessori con lo scopo di degradare le macro molecole.
- **Assorbimento:** Movimento di molecole organiche, acqua, elettroliti e vitamine attraverso l'epitelio e nei fluidi interstiziali.
- **Escrezione:** I rifiuti prodotti vengono secreti dalle ghiandole accessorie nel canale digerente.
- **Compattazione:** Vengono prodotte le feci (sono composte dalla disidratazione del materiale indigeribile e dei rifiuti organici). L'atto della defecazione elimina il materiale fecale espellendolo all'esterno dell'organismo.

### **ORGANIZZAZIONE ISTOLOGICA DELL'APPARATO DIGERENTE**

I principali strati di rivestimento del canale digerente sono, dall'interno verso l'esterno:

- **TONACA MUCOSA:** E' costituita da uno strato di *tessuto aereolare* (connettivo lasso) chiamato **lamina propria** e da un **epitelio di rivestimento**. L'epitelio di rivestimento della

tonaca mucosa può essere semplice (per l'assorbimento e la secrezione, come nell'intestino tenue o crasso) o stratificato (per la protezione da abrasioni, come nella bocca e nello stomaco) a seconda della zona che riveste. La lamina propria contiene vasi sanguigni e linfatici, terminazioni nervose sensitive, fibre muscolari lisce, e aree sparse di tessuto linfoide. La mucosa del canale digerente si solleva a formare **pliche** che hanno lo scopo di aumentare la superficie assorbente. Al di sotto della tonaca mucosa è presente un doppio strato (*strato circolare interno* e *strato longitudinale esterno*) di fibrocellule muscolari lisce e fibre elastiche che formano la **muscularis mucosae**. La contrazione di questi due strati modifica la forma del lume e muove le pliche e le pieghe epiteliali.

- **TONACA SOTTOMUCOSA:** E' composta da tessuto connettivo denso irregolare in cui sono presenti vasi sanguigni e linfatici, ghiandole esocrine (secernenti nel lume), e il **plesso sottomucoso** (*di Meissner*) che contiene un reticolo di fibre nervose che provvede all'innervazione della mucosa.
- **TONACA MUSCOLARE:** E' composta di fibre muscolari lisce organizzate in 2 strati (*circolare interno* e *longitudinale esterno*) che svolgono un ruolo fondamentale nei processi di elaborazione meccanica e di propulsione del materiale ingerito lungo il canale digerente. Questi movimenti vengono coordinati dai neuroni del **plesso mioenterico** (o *plesso di Auerbach*) sito tra i due strati. In alcune regioni, inoltre, la tonaca muscolare esterna forma valvole e/o sfinteri con lo scopo di inibire il movimento indesiderato di materiali in momenti e/o direzioni inopportune e/o indesiderate.
- **TONACA SIEROSA (PERITONEO VISCERALE):** E' una membrana sierosa che riveste la tonaca muscolare nelle regioni della cavità peritoneale. La cavità orale, la faringe, l'esofago e il retto sono avvolti invece da un reticolo denso di fibre collagene definito **tonaca avventizia**.

### **STRATI MUSCOLARI E MOVIMENTI DEL MATERIALE INGERITO**

Il canale digerente contiene **tessuto muscolare liscio viscerale**. Le proteine contrattili di questo tessuto non sono rigidamente organizzate in sarcomeri, adattandosi pertanto a variazioni di lunghezza e stiramenti senza perdere la loro capacità contrattile (*plasticità*); questa caratteristica è importante soprattutto in organi come lo stomaco. Si parla inoltre di muscolatura involontaria e non striata. Dacché molte cellule non hanno un'innervazione motoria propria, la disposizione in strati/fasci permette, attraverso la presenza di *giunzioni comunicanti*, la propagazione della contrazione muscolare attraverso tutto il tessuto. La muscolatura liscia del canale digerente mostra cicli ritmici di attività riassumibili in 2 tipologie di movimenti:

- **PERISTALSI:** Onde di contrazione muscolari che spingono il bolo (piccola massa ovale di cibo) lungo il canale digerente. Durante un'**onda peristaltica** si contrae prima la muscolatura liscia e successivamente quella longitudinale.
- **SEGMENTAZIONE:** Avviene in quasi tutto l'intestino tenue e in alcune regioni del crasso. I movimenti di segmentazione coinvolgono principalmente lo strato di muscolatura circolare ma non determinano movimenti in una particolare direzione: questi movimenti infatti mescolano e frammentano il contenuto luminale mettendolo a contatto con le secrezioni intestinali.

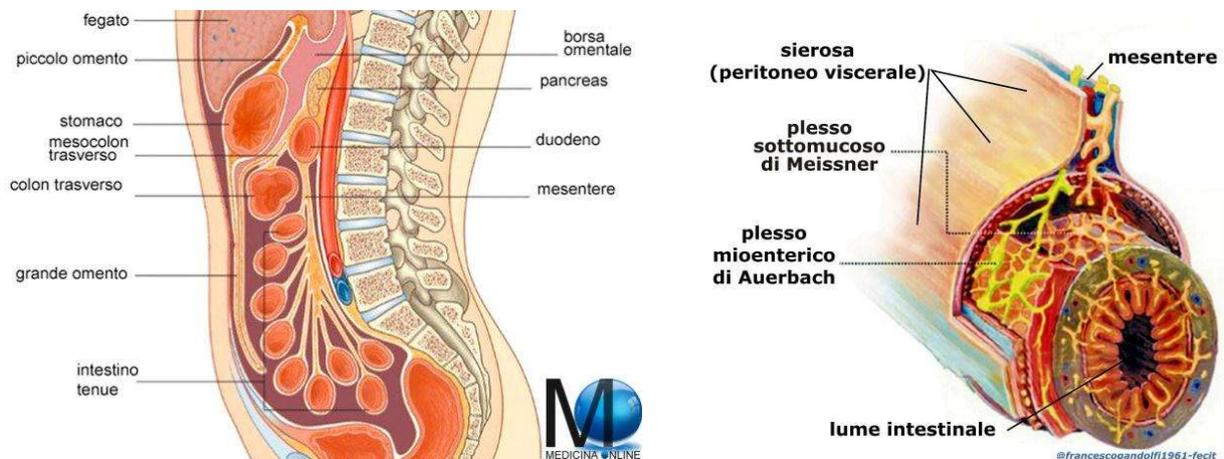
I movimenti di peristalsi e segmentazione possono essere indotti da **cellule segnapassi** (**pacemaker**), ormoni, sostanze chimiche e agenti fisici, oppure da **riflessi mioenterici** – recettori sensitivi presenti nella parete del canale sono in comunicazione sinaptica con il plesso mioenterico – che non coinvolgono il SNC, e possono realizzare, oltre al controllo della peristalsi locale, l'innescamento della secrezione di ghiandole presenti nella parete. I *riflessi lunghi* coinvolgono invece il SNC attraverso un più alto controllo delle attività digestive e ghiandolari.

### **PERITONEO E MEENTERI**

Il **peritoneo viscerale** è in continuità con il **peritoneo parietale**; ciò porta all'esistenza di rapporti di reciprocità tra gli organi addominali e le membrane peritoneali:

- **ORGANI INTRAPERITONEALI:** Sono ricoperti da tutti i lati dal peritoneo viscerale e giacciono nella cavità peritoneale. Stomaco, fegato ed Ileo sono organi intraperitoneali.
- **ORGANI RETROPERITONEALI:** Sono rivestiti da peritoneo viscerale solo sulla superficie anteriore, risiedendo pertanto fuori dalla cavità peritoneale. Reni, ureteri e aorta addominale sono organi retroperitoneali.
- **ORGANI RETROPERITONEALI SECONDARI:** Sono organi del canale digerente che si formano come organi intraperitoneali ma successivamente diventano retroperitoneali durante lo sviluppo embrionale. Il pancreas e parte del duodeno sono esempi di organi retroperitoneali secondari.

Il rivestimento peritoneale produce in maniera continua un liquido acquoso (**liquor peritoneale**) che lubrifica i due foglietti.



I **mesenteri** (mesi) sono formati da un doppio strato di sierosa peritoneale (tonaca sierosa); essi tengono in sospensione, stabilizzando, il canale digerente, e connettendo il peritoneo viscerale al peritoneo parietale. Il tessuto connettivo areolare interposto tra le due superfici costituisce una via di passaggio per vasi sanguigni e linfatici, oltre che nervi.

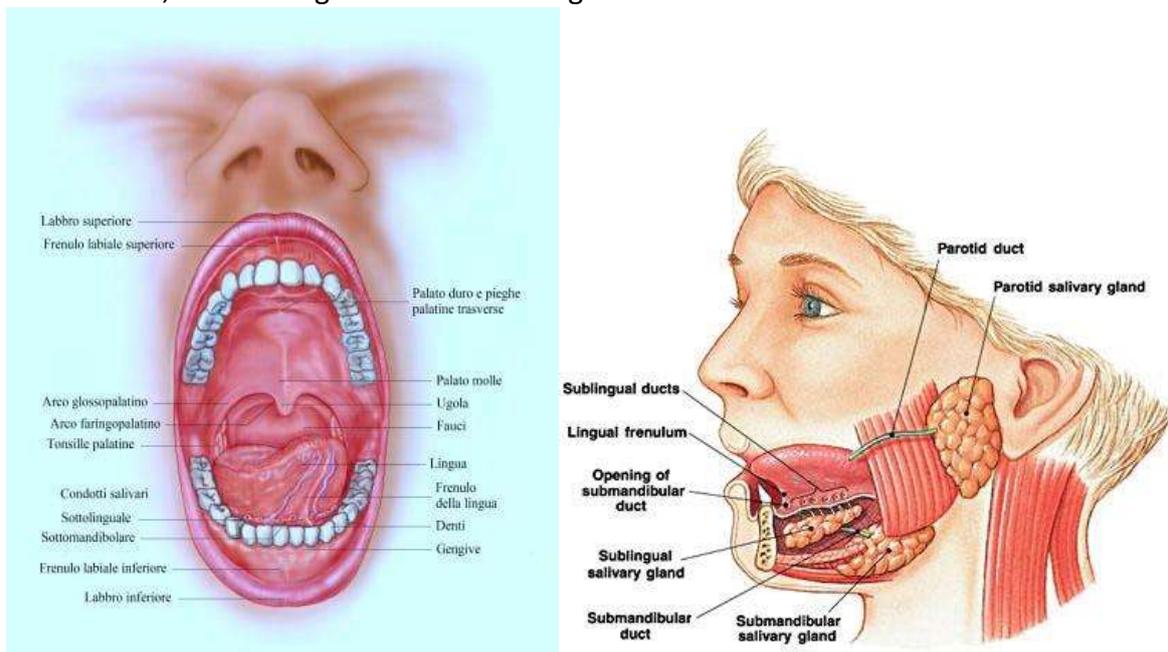
Nel corso dello sviluppo il canale digerente e gli organi accessori sono sospesi dai *mesenteri ventrale e dorsale*. Successivamente il mesentere ventrale rimane solo come **piccolo omento** (tra stomaco e fegato) e tra fegato, parete addominale anteriore e diaframma (**legamento falciforme**). Il meso dorsale va poi a formare una tasca (**grande omento**) che si estende inferiormente tra la parete corporea e la superficie anteriore dell'intestino tenue. Il tessuto connettivo lasso del grande omento contiene uno spesso strato di tessuto adiposo che oltre a fungere da riserva energetica e da isolante termico, possiede linfonodi che difendono l'organismo da agenti estranei che eludono le difese del canale digerente. Il foglietto sieroso mesenterico che sospende l'intestino tenue è il **mesentere**; il **mesocolon** è un meso attaccato all'intestino crasso. Il colon trasverso è sospeso dal **mesocolon trasverso**, mentre il **mesocolon sigmoideo** sospende il colon sigmoideo. Durante lo sviluppo, il mesentere dorsale del colon ascendente, discendente e del retto si fonde la parete dorsale del corpo, rendendo quindi questi organi retroperitoneali secondari (sono rivestiti da peritoneo viscerale solo anteriormente).

### ANATOMIA CAVITÀ ORALE

La bocca si apre nella **cavità orale** (buccale), le cui funzioni sono: analisi del contenuto prima della deglutizione, elaborazione meccanica tramite denti, lingua e palato, lubrificazione tramite secrezioni mucose e salivari e prima digestione dei carboidrati tramite l'enzima amilasi salivare.

La cavità orale è rivestita da **mucosa orale**, un epitelio pavimentoso stratificato e non cheratinizzato che protegge dalle abrasioni. Lateralmente questa cavità è rivestita dalla **mucosa delle guance**,

formata da cuscinetti adiposi e muscoli buccinatori, la quale si continua anteriormente con le **labbra**. Lo spazio esistente tra guance, labbra e denti prende il nome di **vestibolo**, mentre la **gengiva** è la mucosa orale che circonda la base dei denti, rivestendo la superficie alveolare dell'osso mascellare e mandibolare. Il tetto della cavità orale è formato dal **palato duro** (formato dal processo palatino dell'osso mascellare e dall'osso palatino, ha lo scopo di separare la cavità orale dalla cavità nasale) e posteriormente dal **palato molle** (ha lo scopo di separare la cavità orale dalla rinofaringe, chiudendola durante la deglutizione). Il margine posteriore del palato molle supporta l'**ugola** (previene l'ingresso prematuro del cibo nella faringe) e due paia di **archi faringei muscolari**: gli **archi palatoglossi**, che si estendono tra il palato molle e la base della lingua, e gli **archi palatofaringei**, che si estendono dal palato molle alle pareti laterali della faringe. Tra queste due arcate si trovano le **tonsille**. Il margine delimitato dall'ugola, dagli archi palatofaringei e la base della lingua segna il limite delle **fauci**, ovvero l'ingresso nell'orofaringe.



## LINGUA

Le funzioni principali della lingua sono:

- Trattamento meccanico del cibo.
- Assistenza alla masticazione.
- Analisi sensoriale.
- Secrezione di mucine ed enzimi.

La lingua può essere divisa in un **corpo** anteriore (porzione orale) e una **radice** posteriore (porzione faringea). La superficie superiore del corpo, chiamata **dorso**, contiene le **papille**, lungo i cui margini si trovano i **calici gustativi**. L'epitelio della lingua è umettato da secrezioni di piccole ghiandole che contengono H<sub>2</sub>O, mucine acquose e l'enzima lipasi salivare (scissione dei trigliceridi). Lungo la linea mediana inferiore è presente una sottile piega di membrana mucosa, il **frenulo linguale**, che connette il corpo della lingua alla mucosa del pavimento orale, evitando eccessivi movimenti della lingua stessa. La lingua contiene due diversi gruppi di muscoli, tutti sotto il controllo del *nervo ipoglosso (XII N)*:

- **Muscoli estrinseci**: muscoli ioglosso, genioglosso, stiloglosso, palatoglosso. Deputati ai movimenti grossolani.
- **Muscoli intrinseci**: Assistono gli estrinseci nei movimenti più fini della lingua come quelli di articolazione del linguaggio.

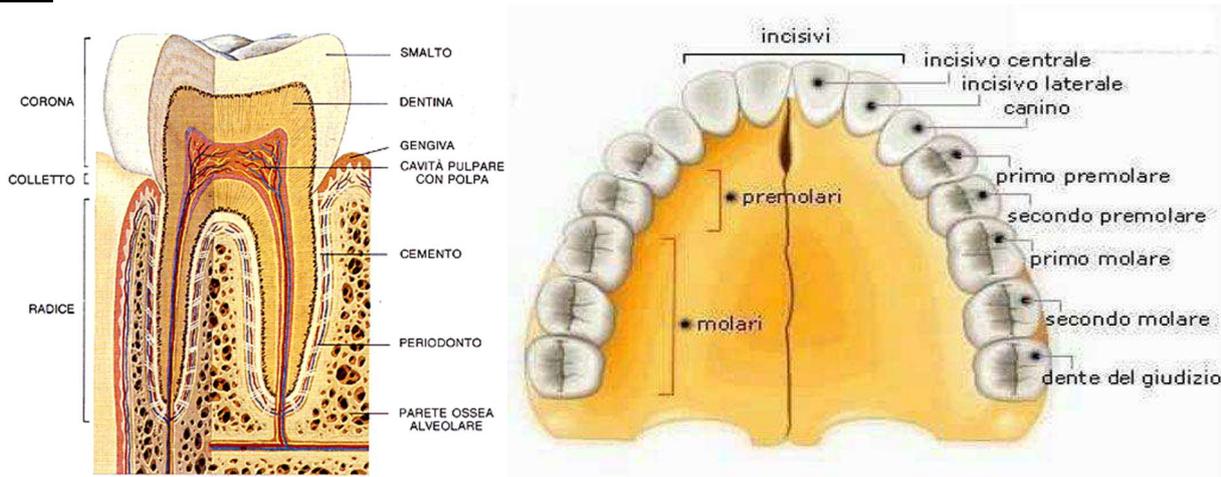
## GHIANDOLE SALIVARI

Tre ghiandole salivari riversano il loro secreto all'interno della cavità orale:

- Le **parotidi**: sono le più grandi, hanno forma irregolare, e sono comprese tra la superficie inferiore dell'arcata zigomatica, vicino al muscolo massetere, e il margine anteriore del muscolo sterno-cleido-mastoideo. La ghiandola è dominata da cellule secernenti un secreto *sieroso*, l'**amilasi salivare** (enzima digestivo che dà l'avvio alla digestione dei carboidrati complessi). Le sue secrezioni vengono trasportate dal **dotto parotideo** (o dotto di Stenone) che si apre nella bocca a livello del secondo molare superiore.
- Le **ghiandole sottolinguali**: Rivestite dalla mucosa che ricopre il pavimento della bocca. Produce saliva ricca di *mucina* per la presenza di cellule secernenti mucose. Il suo secreto viene trasportato nei **dotti sottolinguali** (o dotti di Rivinus) che si aprono ai lati della lingua.
- Le **ghiandole sottomandibolari**: Collocate sulla superficie mediale della mandibola (sotto la linea miloidea), possiede cellule secernenti sierose e mucose, producendo quindi saliva che contiene enzimi e mucine, e che viene trasportata dai **dotti mandibolari** (o dotti di Wharton) che si aprono ai due lati del frenulo linguale, subito dietro ai denti.

La saliva all'interno della bocca è una miscela di secrezioni ghiandolari: 70% sottomandibolari, 25% parotidi e 5% sottolinguali. Complessivamente le ghiandole salivari producono 1-1,5L di saliva al giorno (99,4% acqua + ioni, tamponi, enzimi, metaboliti); essa svolge un ruolo importante anche nel controllo della popolazione batterica della bocca. Le secrezioni ghiandolari sono sotto il controllo del sistema nervoso autonomo: ogni ghiandola salivare ha un'innervazione sia simpatica che parasimpatica.

## DENTI



I denti sono i responsabili della masticazione. Sono costituiti da una matrice mineralizzata simile all'osso chiamata **dentina**, costituita da espansioni citoplasmatiche delle cellule presenti nella **cavità pulpale**. Questa cavità è spugnosa e riccamente vascolarizzata, ricevendo vasi (**arteria** e **vena dentale**) e nervi (**nervo dentale**) che, entrando attraverso il **foro apicale** che si trova alla base (radice) del dente, proseguono nel **canale radicolare**. E' possibile individuare tre porzioni del dente:

- La **radice**: Si trova ancora nella cavità ossea (**alveolo**). Uno strato di **cemento** ricopre la dentina della radice e ancora il **legamento periodontale** che si estende dalla dentina della radice all'osso alveolare (articolazione chiamata *gonfosi*).
- Il **colletto**: E' la porzione di dente che segna il confine tra la radice e la **corona**. Segna la presenza del **solco gengivale** che, oltre a fornire un solido attacco al dente, evita la colonizzazione batterica della lamina gengivale.
- La **corona**: La porzione visibile del dente che si estende sopra la gengiva. La dentina della corona è rivestita da uno strato di **smalto** resistente che contiene cristalli di fosfato di calcio fittamente stipati.

Esistono 4 tipi di denti, ognuno con funzioni specifiche:

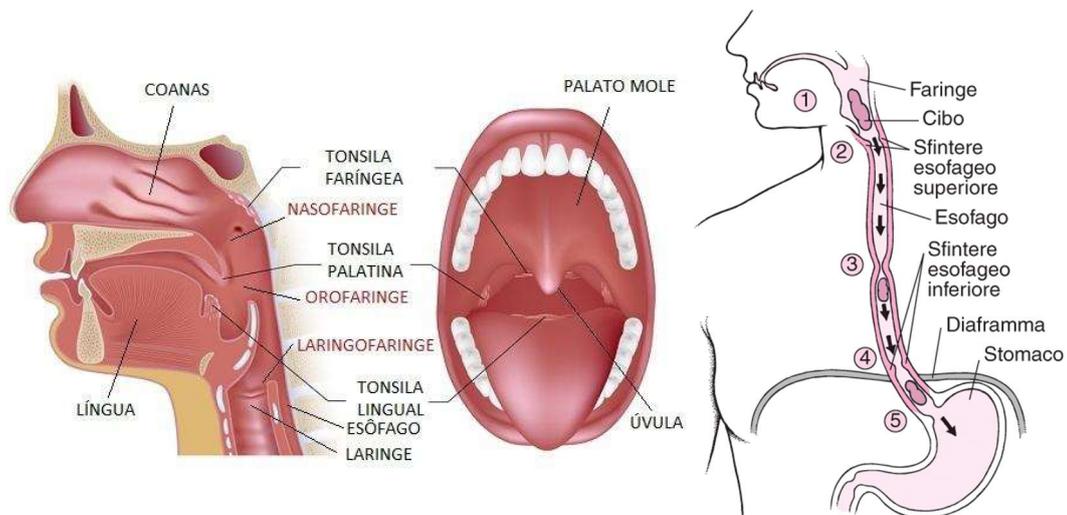
- **Incisivi:** Denti foggianti a lametta collocati nella porzione anteriore della bocca. Utili per tagliare.
- **Canini (o cuspidi):** Denti con una cresta acuminata e un apice aguzzo. Utili per lacerare.
- **Premolari (o bicuspidi):** Denti con corone appiattite e bordi prominenti. Utili per schiacciare e tritare.
- **Molari:** Denti con corone molto grandi, con bordi appiatti e prominenti. Utili per schiacciare e tritare.

Incisivi e canini hanno una sola radice. I premolari una o più radici, mentre i molari tre o più radici. Durante lo sviluppo iniziano a formarsi due ordini di denti. I primi a formarsi (tra i 6 e i 30 mesi) sono i **denti decidui** (20 denti primari o da latte), che costituiscono quella che è definita **dentizione primaria**. Questi denti sono poi sostituiti (tra i 6 e i 25 anni) dalla **dentizione permanente**; durante questo processo, tre ulteriori molari appaiono su ciascuna emiarcata ad allungare la fila dei denti, portando il numero definitivo a 32.

Le file di denti superiore ed inferiore formano le due **arcate dentali**. Con il termine **labiale** o **buccale** ci si riferisce alla superficie esterna dell'arcata dentale adiacente alle labbra o alle guance, mentre con il termine **palatina** (superiore) o **linguale** (inferiore) alla superficie interna dell'arcata.

I muscoli masticatori determinano la chiusura della bocca e permettono, grazie alla cooperazione dei muscoli della bocca, della lingua e delle labbra, lo scivolamento e la rotazione dell'arcata inferiore da un lato all'altro. A seguito dell'elaborazione meccanica del materiale ingerito, la lingua inizia la compattazione dei frammenti in una piccola massa ovale, il **bolo**, che può essere finalmente deglutita.

## **FARINGE**



La faringe rappresenta una via di passaggio comune che mette in comunicazione tra loro naso, bocca e gola, appartenendo quindi sia all'apparato respiratorio che a quello digerente. Essa si estende dalle *coane* fino all'ingresso di esofago e trachea. Può essere suddivisa in 3 porzioni:

- **Rinofaringe:** E' la porzione superiore della faringe e comunica attraverso le *coane* con la porzione posteriore delle cavità nasali, mentre inferiormente è separata dalla cavità orale dal palato molle. E' rivestita da un epitelio respiratorio.
- **Orofaringe:** Si estende tra il palato molle e la base della lingua a livello dell'osso ioide. E' rivestita da un epitelio pavimentoso stratificato non cheratinizzato.
- **Laringofaringe:** E' la porzione più bassa e comprende la parte di faringe che si trova tra l'osso ioide e l'ingresso dell'esofago. E' rivestita da epitelio pavimentoso stratificato non cheratinizzato.

I muscoli della faringe sono:

- I **muscoli costrittori della faringe (superiore, medio, inferiore)**: spingono il bolo verso l'esofago.
- I **muscoli palatofaringeo e stilofaringeo**: innalzano la laringe.
- I **muscoli palatali**: innalzano il palato molle e la porzione adiacente della parete faringea.

L'azione di questi muscoli, in cooperazione con quelli della cavità orale e dell'esofago, cooperano nel processo di **deglutizione**.

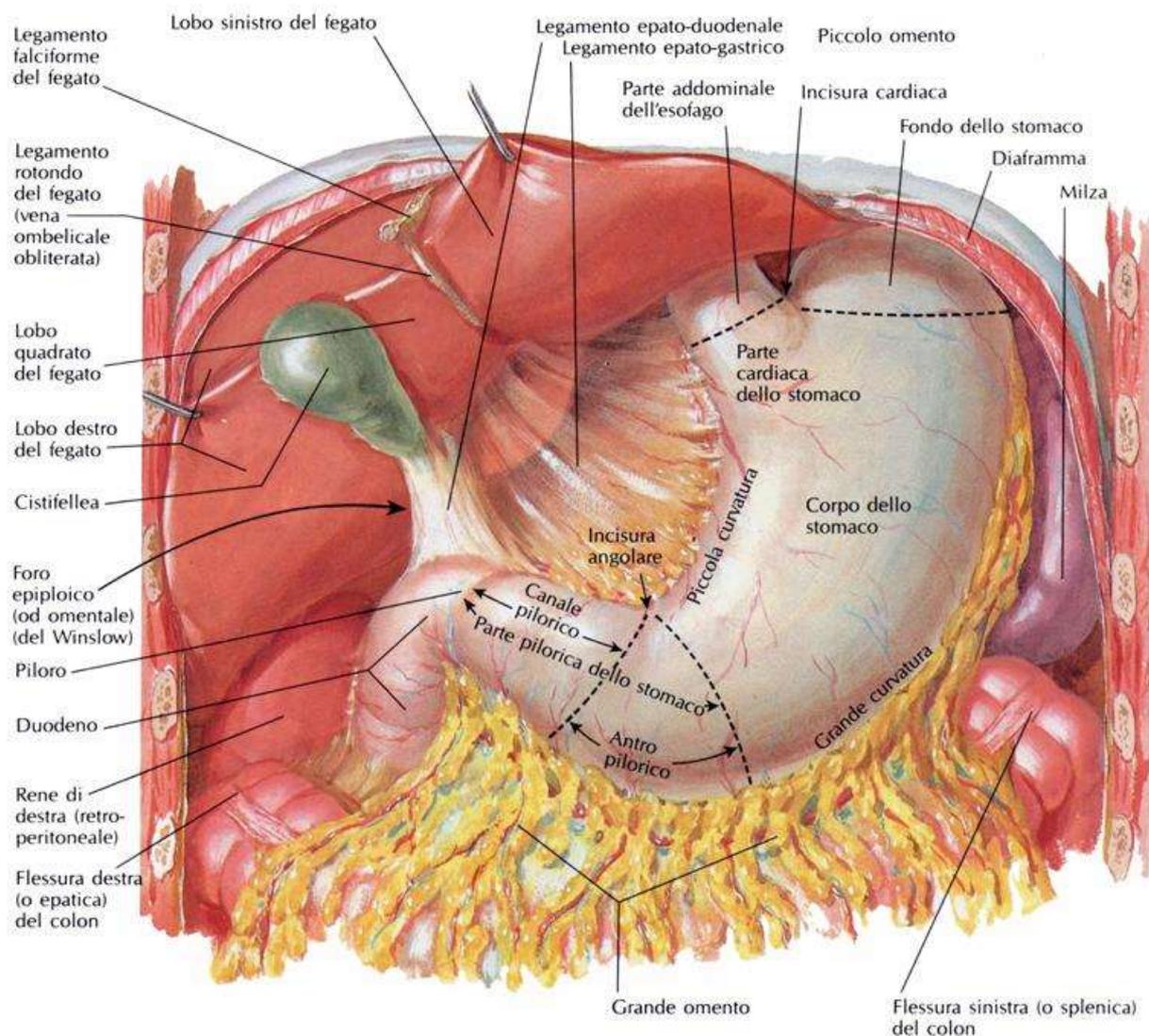
La **deglutizione** è un'azione complessa che inizia in maniera volontaria ma prosegue poi spontaneamente. Può essere suddivisa in tre fasi:

- **Fase buccale**: Il bolo, spinto posteriormente verso la faringe, porta all'innalzamento del palato molle ad opera dei muscoli palatali, in modo da isolare la rinofaringe. Questa fase comincia volontariamente.
- **Fase faringea**: Il bolo entra a contatto con gli archi palatali e con la parete posteriore della faringe. I muscoli palatofaringeo e stilofaringeo innalzano la laringe, con conseguente ripiegamento dell'epiglottide. L'azione successiva dei muscoli costrittori della faringe spingono il bolo verso l'esofago.
- **Fase esofagea**: Comincia con l'apertura dello **sfintere esofageo superiore**. Il successivo passaggio attraverso, grazie alla spinta di onde peristaltiche, porta il bolo all'apertura del debole **sfintere esofageo inferiore**, e conseguente ingresso nell'esofago.

## ESOFAGO

È un condotto muscolare cavo che conduce i cibi solidi e liquidi nello stomaco. Si trova posteriormente alla trachea e lievemente a sinistra, attraversando la parete posteriore del mediastino prima di entrare in cavità peritoneale attraverso un orificio del diaframma: lo **iato esofageo**. Ha una lunghezza di circa 25cm, e comincia a livello della *cartilagine cricoidea* della laringe, anteriormente a C6, e termina anteriormente a T7. La parete esofagea è composta da tonaca mucosa, sottomucosa e muscolare comparabili a quanto descritto in precedenza, con alcune lievi differenze:

- L'epitelio di rivestimento dell'esofago è un epitelio pavimentoso stratificato non cheratinizzato resistente alle abrasioni.
- Mucosa e sottomucosa si sollevano in pieghe che occupano l'intera lunghezza dell'esofago permettendone l'ampliamento durante il passaggio del bolo.
- La muscolaris mucosae dell'esofago è composta da un solo strato longitudinale di muscolatura liscia.
- La sottomucosa contiene *ghiandole esofagee sparse* (ghiandole tubulari semplici ramificate) che producono un secreto che, lubrificando il bolo, proteggono la superficie epiteliale.
- La tonaca muscolare presenta due strati muscolari: circolare interno e longitudinale esterno. La muscolatura è controllata da riflessi viscerali (involontari).
- Non è presente uno strato di tonaca sierosa all'esterno, ma un tessuto connettivo (tonaca avventizia) la ancora alla parete posteriore.



## STOMACO

Lo stomaco è un organo intra-peritoneale a forma di J che si estende tra T7 e L3. Occupa l'ipocondrio sinistro, l'epigastrio, e parte della regione ombelicale e lombare sinistra. Si individuano una **piccola curvatura** che caratterizza la superficie mediale dell'organo, e una **grande curvatura** che caratterizza la superficie laterale. Esso può essere suddiviso in 4 regioni:

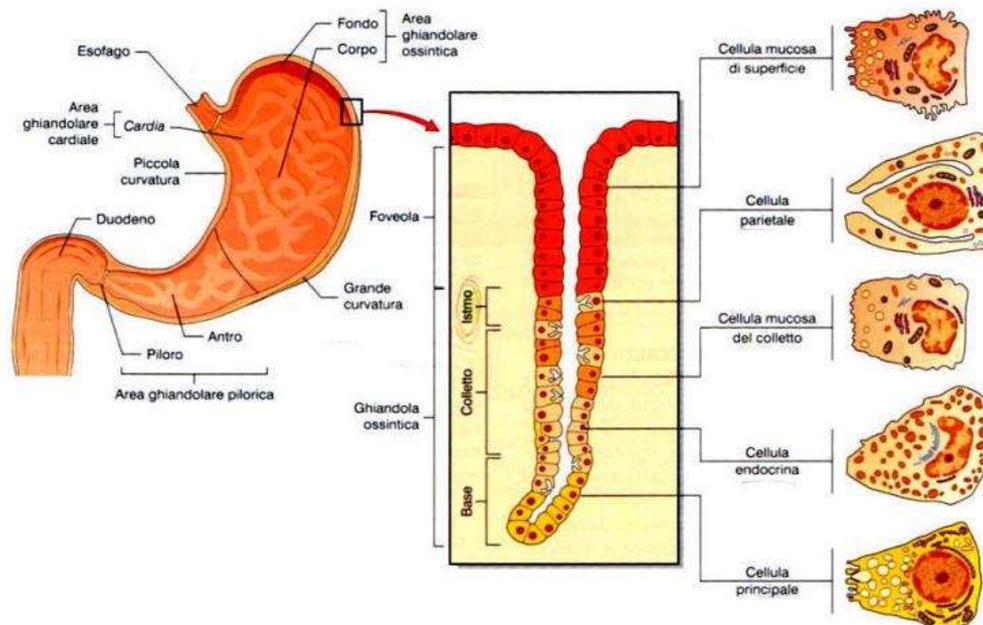
- L'esofago si continua nello stomaco attraverso il **cardias**, posto a 3cm dalla giunzione tra esofago e stomaco.
- La regione posta al di sopra della giunzione gastro-esofagea è il **fondo**. Essa è in continuità con la parete postero-inferiore del diaframma.
- Il **corpo** dello stomaco corrisponde alla regione posta tra il fondo e la curvatura della J. E' la porzione più dilatata ed è quella all'interno della quale avviene il rimescolamento del cibo ingerito con le secrezioni gastriche.
- Il **piloro** rappresenta la curvatura della J ed è diviso in : **antro pilorico**, connesso al corpo dello stomaco, e **canale pilorico** connesso al duodeno (segmento prossimale dell'intestino tenue) per l'interposizione dello **sfintere pilorico** che regola il passaggio del **chimo** (rimescolamento delle sostanze ingerite con gli acidi e gli enzimi gastrici).

A stomaco vuoto, la mucosa si solleva in pieghe longitudinali dette **pliche gastriche (rugae)** che consentono la dilatazione del lume gastrico.

La tonaca muscolare dello stomaco e la muscolaris mucosae posseggono, oltre al doppio strato (strato superficiale liscio longitudinale e strato circolare più profondo) un ulteriore strato di muscolo liscio-obliquo interiore che rafforza la parete dello stomaco e favorisce il rimescolamento gastrico. Il peritoneo viscerale che riveste la superficie esterna dello stomaco si continua con due meseri:

- **Grande omento:** forma una borsa che pende anteriormente dalla grande curvatura, anteriormente ai visceri addominali.
- **Piccolo omento:** a livello della piccola curvatura dello stomaco, mantiene in posizione lo stomaco e fornisce una via di comunicazione da e verso il fegato.

Lo stomaco è vascolarizzato da **tre rami del tronco celiaco: arteria gastrica di sinistra, arteria lienale (o splenica), arteria epatica comune.**



**Figura 1. Stomaco, ghiandole ossintiche**

Lo stomaco è rivestito da epitelio cilindrico semplice costituito da cellule secernenti un muco che protegge l'epitelio dagli enzimi e dall'acidità del succo gastrico. La mucosa presenta delle infossature chiamate **fossette gastriche**, alla base (**colletto**) delle quali sono presenti cellule staminali che rimpiazzano le cellule superficiali che via via, sfaldandosi, vengono incluse nel chimo.

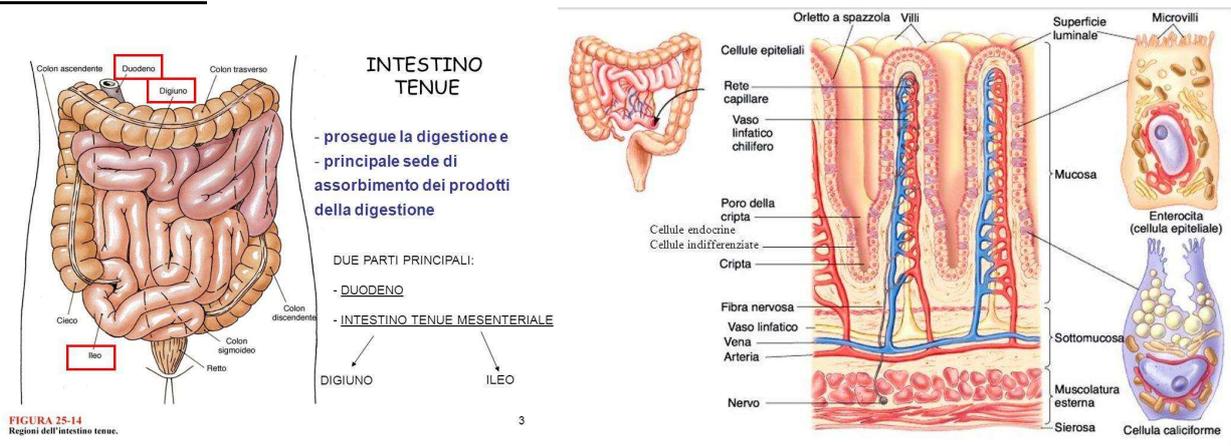
Nella lamina propria sottostante l'epitelio sono presenti diverse **ghiandole gastriche** (tubulari semplici e ramificate) che comunicano con le fossette gastriche. Si individuano **4 tipi** di cellule secernenti:

- **Cellule mucose del colletto:** secernono muco.
- **Cellule parietali (o cellule ossintiche):** Secernono HCL (acido cloridrico) e fattore intrinseco. L'HCL abbassa il PH del succo gastrico, uccide i micro-organismi, degrada le pareti cellulari e i tessuti connettivi presenti nel cibo, e attiva la secrezione delle cellule principali.) mentre il fattore intrinseco facilita l'assorbimento della vitamina B12 attraverso il rivestimento intestinale. Le cellule parietali secernono inoltre grelina (regola l'appetito).
- **Cellule principali (o zimogeniche):** Secernono *pepsinogeno* (precursore della pepsina, enzimi che digerisce le proteine). Lo stomaco dei neonati secerne inoltre *rennina* e *lipasi gastrica* (digestione dei grassi del latte.).
- **Cellule enteroendocrine (o enterocromaffini):** Secernono almeno 7 sostanze differenti che regolano la digestione. Di queste, le **cellule G**, abbondanti nella regione pilorica, secernono l'ormone **gastrina** nel momento in cui il cibo entra nello stomaco, stimolando l'attività

secretoria delle cellule parietali e principali, oltre a promuovere l'attività della muscolatura liscia della parete gastrica, intensificando il rimescolamento.

La regolazione dell'attività gastrica è controllata sia dal SNC sia da ormoni che agiscono a livello locale. La regolazione nervosa avviene ad opera del *nervo vago* (sistema parasimpatico) e dei *rami del plesso celiaco* (sistema simpatico). La vista o il pensiero del cibo stimolano le fibre del vago che innervano le cellule parietali, principali e mucose. L'arrivo del cibo stimola i recettori da stiramento, provocando contrazioni riflesse della tonaca e secrezione di gastrina da parte delle cellule enteroendocrine. La gastrina stimola l'attività delle cellule parietali (in misura maggiore) e principali. L'attivazione del sistema simpatico ha effetto inibente sull'attività gastrica: i due ormoni secreti dal tenue, la **secretina** e la **colecistochinina** inibiscono la secrezione gastrica e stimolano la secrezione di fegato e pancreas.

## **INTESTINO TENUE**



Il ruolo fondamentale dell'intestino tenue consiste nell'assorbimento e nella digestione delle sostanze nutritive. L'assorbimento si svolge per il 90% a livello del tenue e solo per il 10% nella porzione prossimale del crasso. L'intestino tenue può essere suddiviso in tre regioni:

- **DUODENO:** E' il tratto più breve (25cm) e con il diametro maggiore. E' connesso al piloro per mezzo dello sfintere pilorico che regola la comunicazione gastro-duodenale. Forma una C che abbraccia il pancreas, la prima porzione della quale è intra-peritoneale, mentre successivamente è retro-peritoneale (L1-L4). Il duodeno è un recipiente di rimescolamento, ricevendo il chimo dallo stomaco e le secrezioni digestive da fegato e pancreas.
- **DIGIUNO:** Il confine tra duodeno e digiuno è segnato dalla flessura duodeno-digiunale. A questo livello il tenue ritorna intra-peritoneale. Questo tratto è lungo 2,5m, ed è qui che avviene la maggior parte dell'assorbimento dei nutrienti.
- **ILEO:** E' il terzo ed ultimo tratto, intra-peritoneale, dell'intestino tenue, nonché il più lungo (3,5m). Termina a livello della valvola ileocecale che controlla il flusso di materiale dall'ileo al cieco dell'intestino crasso.

Il duodeno non possiede un proprio meso di sostegno, mentre il digiuno e l'ileo sono supportati da un **mesentere** a forma di ventaglio. I vasi sanguigni, linfatici e i nervi raggiungono questi segmenti del tenue passando attraverso il connettivo del mesentere.

La superficie interna dell'intestino tenue mostra una serie (circa 800) di pieghe trasversali (**pliche circolari**) analoghe a quello dello stomaco, ma permanenti: la loro funzione consiste nell'aumentare notevolmente la superficie di assorbimento intestinale.

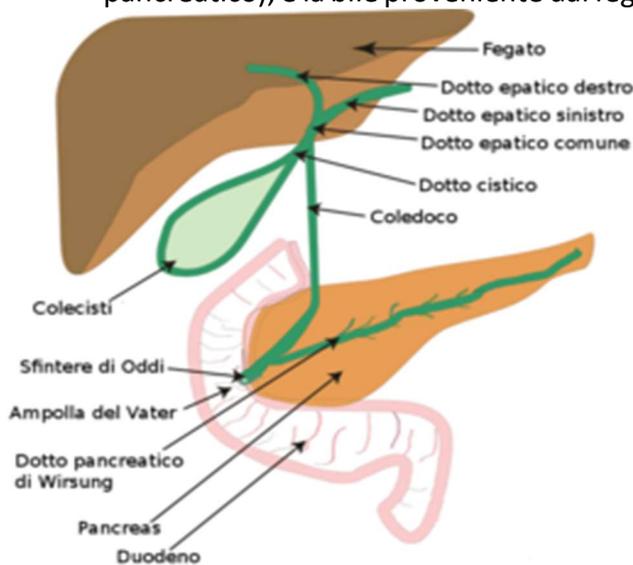
La tonaca mucosa dell'intestino tenue si solleva a formare una serie di digitazioni chiamate **villi intestinali**. Ogni villo è rivestito da un epitelio cilindrico semplice, con cellule (**enterociti**) che mostrano al polo apicale un *orletto a spazzola* costituito da microvilli. Nel complesso, quindi, ciascuna plica supporta una foresta di villi a loro volta rivestiti da cellule le cui superfici esposte contengono microvilli. Tutto questo apparato incrementa la superficie assorbente fino a  $200m^2$ . Tra

gli enterociti sono presenti anche **cellule calciformi mucipare** il cui muco si deposita sulla superficie epiteliale. Alla base dei villi, nelle cripte intestinali, vi è lo **sbocco delle ghiandole intestinali** (*cripte di Lieberkuhn*) che si trovano sotto la lamina propria, contenenti cellule staminali; le cripte inoltre contengono cellule enterocromaffini responsabili della produzione di numerosi ormoni.

La lamina di ciascun villo contiene inoltre numerose cellule linfatiche, noduli linfatici ed una estesa rete di capillari che trasportano le sostanze nutritive al circolo portale epatico. Ogni villo contiene inoltre un capillare linfatico, chiamato **vaso chilifero**, che trasportano sostanze come i **chilomicroni** (complessi lipidici e proteici), che, non entrando nei capillari, vengono trasportati, tramite la linfa, al dotto toracico dove saranno poi immessi nel circolo venoso.

Ogni regione dell'intestino tenue ha specializzazioni istologiche correlate alla propria funzione primaria:

- **DUODENO:** Contiene numerose ghiandole che producono muco. Infatti, oltre alle cripte intestinali, sono presenti, nella tonaca sottomucosa, **ghiandole sottomucose duodenali** (**ghiandole di Brunner**) che producono grandi quantità di muco allo scopo di proteggere l'epitelio dall'acidità del chimo gastrico oltre che contenere tamponi che elevano i livelli di PH. Ciò è reso necessario solo nel primo tratto del duodeno; nel percorso dal duodeno al digiuno i livelli di PH passano da 1-2 a 7-8. Inoltre, a circa metà della sua lunghezza, attraverso l'**ampolla duodenale** (o **ampolla epatopancreatica**), che si apre nel duodeno a livello della **papilla duodenale**, i tamponi ed enzimi provenienti dal pancreas (grazie al dotto pancreatico), e la bile proveniente dal fegato (grazie al dotto coledoco) entrano nel duodeno.



- **DIGIUNO:** Le pliche e i villi rimangono molto evidenti nella prima parte del digiuno dove avviene la gran parte dell'assorbimento delle sostanze nutritive.
- **ILEO:** Le pliche e i villi si riducono in dimensioni e numero poiché la maggior parte dell'attività assorbente si completa prima che il materiale raggiunga il tratto terminale dell'ileo. Sono presenti in questi tratto **noduli linfatici aggregati** (*placche di Peyer*), soprattutto nel tratto terminale dell'ileo, vicino all'ingresso dell'intestino crasso, che contiene una grande quantità di batteri potenzialmente dannosi.

Le secrezioni dell'intestino tenue e delle ghiandole annesse, chiamate **succo intestinale**, sono controllate dal SNC e da ormoni. L'attività secernente è avviata da riflessi locali e dalla stimolazione parasimpatica vagale, mentre la stimolazione simpatica inibisce la secrezione. Le cellule enteroendocrine duodenali producono *secretina* e *colecistochinina* che coordinano le attività secretorie di stomaco, duodeno, fegato e pancreas. Il controllo del movimento (onde peristaltiche) avviene principalmente ad opera di riflessi nervosi mediati dai plessi sottomucoso e mioenterico,

anche se la stimolazione parasimpatica aumenta la sensibilità di questi riflessi e accelera le contrazioni peristaltiche e i movimenti di segmentazione.

### **INTESTINO CRASSO**

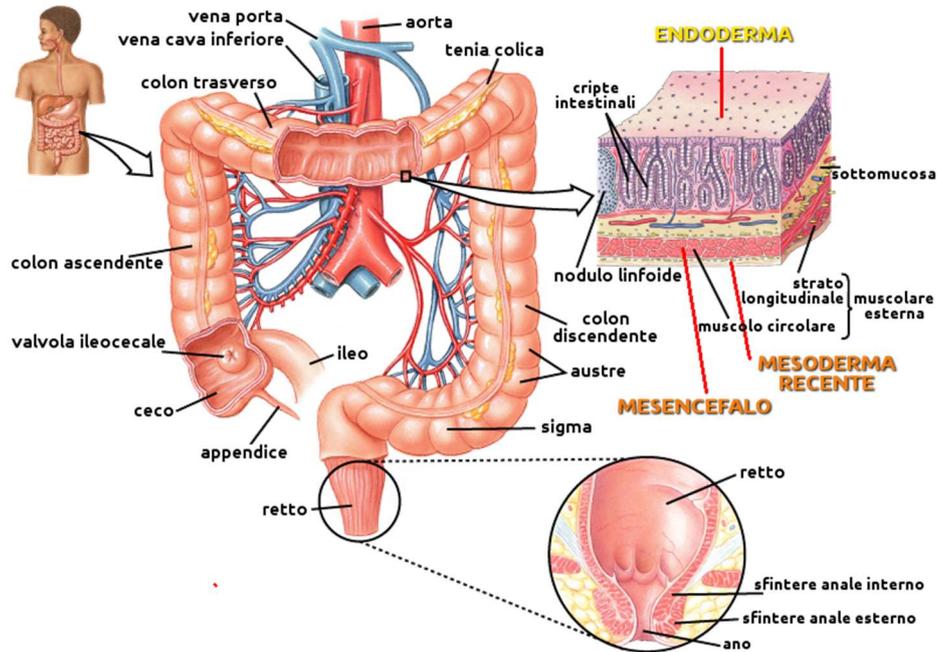
Ha la forma di ferro di cavallo e comincia dopo il tratto terminale dell'ileo, terminando a livello dell'ano. Chiamato anche *grosso intestino*, le sue funzioni sono sia di riassorbimento di elettroliti/acqua/vitamine, sia di compattazione e accumulo del materiale fecale per la defecazione.

Può essere suddiviso in 3 parti: **cieco, colon, retto**.

- **CIECO:** L'ileo si congiunge all'intestino cieco – intraperitoneale - nel quale si apre a livello della **papilla ileale**, circondata da muscoli che formano la **valvola ileocecale**, che regola il passaggio di materiale nel crasso. Sulla superficie postero-mediale del cieco è connessa l'**appendice (appendice vermiforme)**, un sottile organello cavo possedente noduli linfatici. A livello del cieco avviene la raccolta e l'immagazzinamento dei materiali, e l'inizio della compattazione del materiale fecale.
- **COLON:** Presenta caratteristiche distintive, come: presenza di tasche (**haustra**) lungo tutta la parete che ne consente un buon margine di distensione e allungamento; presenza di tre nastri isolati di muscolatura liscia disposti longitudinalmente sulla superficie esterna del colon chiamati **tenie del colon**; presenza di sacche di tessuto adiposo a forma di goccia (**appendici epiploiche o appendici grasse del colon**).

Il colon può essere suddiviso in 4 regioni:

- **COLON ASCENDENTE:** Inizia a livello del margine superiore del cieco salendo fino alla parete postero-laterale della cavità peritoneale, fino alla superficie inferiore del fegato, dove si piega a sinistra a livello della **flessura colica destra (flessura epatica)** che segna il confine tra il colon ascendente e il colon trasverso.
- **COLON TRASVERSO:** Ha inizio dalla flessura colica destra, incurvandosi anteriormente, e attraversando la parete addominale da destra verso sinistra. La prima porzione è intraperitoneale, e separata dalla parete addominale dal grande omento. Giunto sul lato sinistro, il trasverso passa sotto la grande curvatura dello stomaco diventando retro-peritoneale, e, a livello della milza, piega ad angolo retto a formare la **flessura colica sinistra (flessura splenica)**, per poi procedere inferiormente.
- **COLON DISCENDENTE:** Scende retro-peritoneale fino a quando a livello della fossa iliaca si congiunge con un segmento a forma di S, il colon sigmoideo.
- **COLON SIGMOIDEO:** E' intra-peritoneale, inizia a livello della **flessura sigmoidea** e termina a livello del retto
- **RETTO:** Forma gli ultimi 15cm del canale digerente. Il colon sigmoideo scarica il materiale fecale nel retto, organo molto estendibile, che ne consente l'accumulo temporaneo. L'ultimo tratto del retto, il **canale anale**, si solleva in piccole pieghe, le **colonne anali**, che segnano il passaggio da un epitelio cilindrico ad uno stratificato non cheratinizzato. Il canale termina a livello dell'**ano (orifizio anale)**. Lo strato circolare della tonaca muscolare forma lo **sfintere anale interno**, costituito da muscolatura liscia involontaria, mentre lo **sfintere anale esterno** circonda la porzione distale del canale anale, ed è costituito da muscolatura striata volontaria.



Le caratteristiche istologiche che differenziano l'intestino crasso dal tenue sono:

- Pareti più sottili nel crasso, ma diametro 3 volte più grande di quello del tenue.
- Assenza di microvilli nel crasso.
- Maggiore abbondanza di cellule calciformi nel crasso, con lo scopo di produrre grandi quantità di muco e favorire la lubrificazione della zona.
- Presenza di grandi noduli linfatici sparsi nella sottomucosa.
- Lo strato longitudinale della tonaca muscolare è ridotto alle bande muscolari delle tenie del colon. La loro funzione consiste nel rimescolare il materiale e promuovere la peristalsi.

Il passaggio di materiale dal cieco al colon avviene lentamente, attraverso movimenti di peristalsi e segmentazione, in modo da favorire la compattazione del materiale fecale. Energetiche contrazioni (**movimenti di massa**) avvengono poi a livello del trasverso, sotto lo stimolo della distensione di stomaco e duodeno; queste spingono il materiale fecale verso il retto, producendo lo stimolo alla defecazione. Il retto, che generalmente rimane vuoto, viene riempito quando una di queste energetiche contrazioni spinge le feci dal colon sigmoideo nel retto. La conseguente distensione della parete rettale stimola poi la defecazione, portando al rilascio dello sfintere anale interno, e al passaggio del materiale fecale nel canale anale. Quando lo sfintere anale esterno, sotto il controllo della volontà, si rilascia, le feci vengono espulse all'esterno.

### GHIANDOLE ANNESSE AL CANALE DIGERENTE

Le principali ghiandole annesse al canale digerente sono le **ghiandole salivari, il fegato, la cistifellea e il pancreas**. Il loro compito consiste nell'accumulare enzimi e tamponi essenziali per le funzioni digestive. Fegato e pancreas svolgono inoltre funzioni esocrine.

### FEGATO

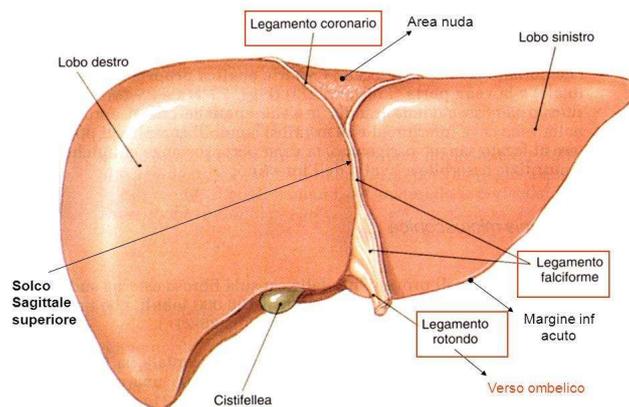
È il viscerale più voluminoso, e si trova nella regione ipocondriaca destra ed epigastrica. Svolge funzioni metaboliche e sintetiche essenziali che possono essere ricondotte a tre categorie principali:

- **Regolazione metabolica:** Il fegato controlla i livelli di lipidi, carboidrati e amminoacidi circolanti. Le cellule epatiche inoltre controllano il livello dei metaboliti nel sangue aggiustandolo secondo necessità, rimuove i prodotti di scarto, oltre ad assorbire ed accumulare le vitamine liposolubili A,D,E,K.
- **Regolazione ematologica:** Rappresenta la principale riserva di sangue dell'organismo, ricevendo circa il 25% della gittata cardiaca. Durante il passaggio nei sinusoidi (capillari)

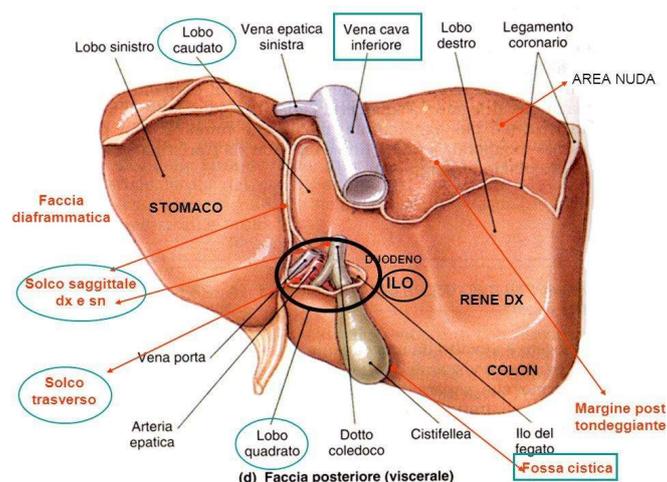
epatici, i fagociti rimuovono i globuli rossi invecchiati o danneggiati, gli organismi patogeni e/o i detriti cellulari; inoltre, gli epatociti sintetizzano proteine plasmatiche che contribuiscono alla concentrazione osmotica del sangue.

- **Sintesi e secrezione di bile:** La bile viene sintetizzata dagli epatociti, accumulata nella cistifellea e, infine, secreta nel lume del duodeno. E' costituita per lo più di acqua, piccole quantità di ioni, bilirubina (pigmento derivante dall'emoglobina) e sali biliari (varietà di lipidi). L'acqua e gli ioni diluiscono neutralizzando gli acidi del chimo quando entra nell'intestino tenue, mentre i sali biliari emulsionano i lipidi del chimo.

Il fegato è avvolto da una capsula fibrosa e rivestita da uno strato di peritoneo viscerale. Sulla faccia anteriore, il **legamento falciforme**, segna il confine tra il **lobo sinistro** e il **lobo destro**, inspessendosi sul margine inferiore, dove contiene il **legamento rotondo**. Il fegato è sospeso dalla superficie inferiore del diaframma dal **legamento coronario**. Le superfici (facce) superiore, anteriore e posteriore del fegato sono dette superfici (facce) diaframmatiche; la faccia inferiore è invece definita superficie (faccia) diaframmatica. Il fegato viene descritto suddiviso in 4 lobi: **lobo destro**, **lobo sinistro**, **lobo caudato** (la vena cava inferiore lo separa dal lobo destro) e **lobo quadrato** (compreso tra lobo sinistro e cistifellea). La nuova terminologia chirurgica suddivide il fegato in base alle principali suddivisioni di arteria epatica, vena porta e dotti epatici, individuando 4 segmenti, da destra verso sinistra: **posteriore, anteriore, mediale, laterale**.



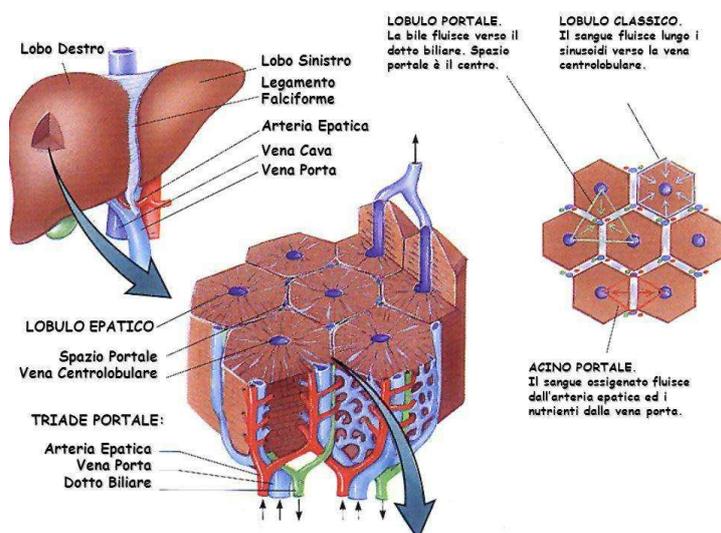
(c) Faccia anteriore (parietale)



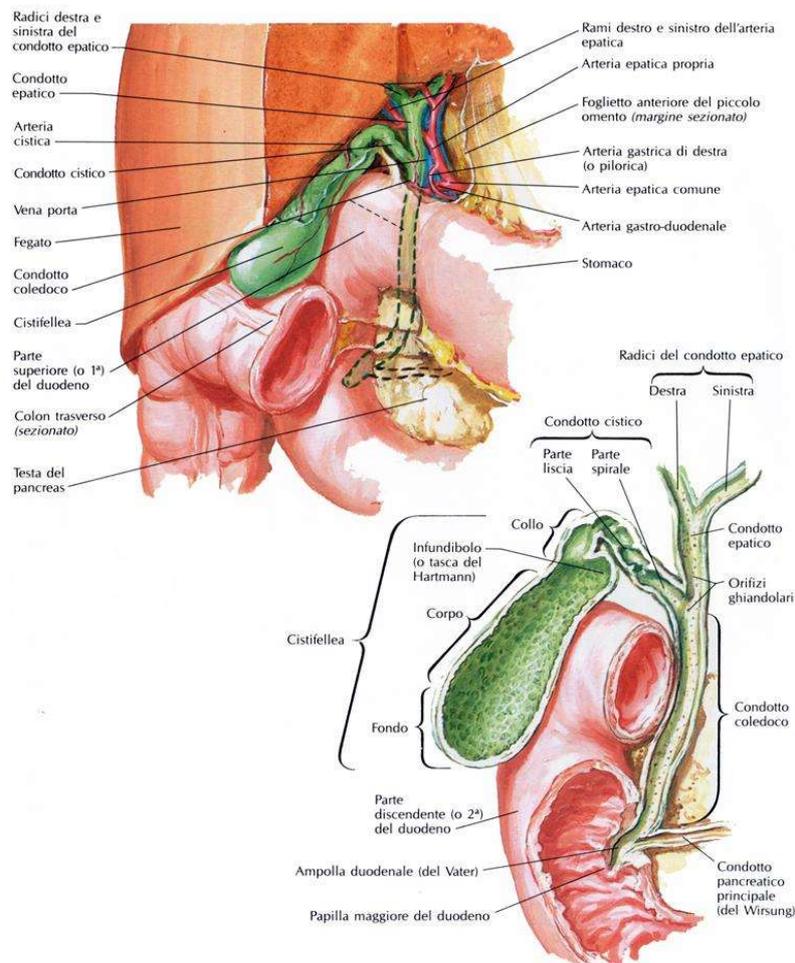
(d) Faccia posteriore (viscerale)

I vasi sanguigni e altre strutture afferenti raggiungono il fegato, attraverso il piccolo omento, a livello di una regione nota come **ilo epatico**. Due sono i vasi che convogliano il sangue al fegato: l'**arteria epatica** - (1/3 del totale) porta sangue ossigenato -, e la **vena porta** - (2/3 del totale) trasporta sostanze nutritive assorbite a livello intestinale-. Il ritorno venoso è garantito invece dalle **vene epatiche** che si aprono a livello della vena cava inferiore.

Il fegato presenta un'organizzazione istologica con unità funzionali. Ogni lobo epatico presenta infatti circa 100.000 **lobuli epatici**, formati da cellule epatiche (**epatociti**) che si organizzano a formare all'interno del lobulo una serie di lamine di forma irregolare. Tra le lamine si interpongono piccoli capillari sanguiferi (**sinusoidi**) che confluiscono nella **vena centrolobulare**; piccole aperture poste nei sinusoidi permettono il passaggio di sangue e sostanze verso gli epatociti. Sono presenti inoltre, nei sinusoidi, numerose **cellule di Kupfer** (*cellule stellate reticoloendoteliali*), cellule fagocitiche la cui funzione è quella di eliminare agenti patogeni, detriti cellulari e globuli rossi danneggiati. In sezione trasversale, un lobulo ha forma esagonale e presenta **sei spazi portali** (*triadi portali*), posti uno ad ogni angolo, contenenti ciascuno: un ramo della vena porta, un ramo dell'arteria epatica propria, un piccolo ramo del dotto biliare. Rami arteriosi e venosi portano il sangue a sinusoidi di lobuli adiacenti, permettendo agli epatociti di assorbire e secernere sostanze da e verso le superfici esposte; dai sinusoidi il sangue va verso la vena centro-lobulare. Le varie vene centro-lobulari convergono nelle vene epatiche che si aprono nella vena cava inferiore.



La **bile** viene secreta a livello dei **canalicoli biliari**, che, convergono poi verso un dotto biliare nello spazio portale più vicino. I **dotti epatici destro** e **sinistro** raccolgono la bile da tutti i dotti biliari dei lobi epatici, convergendo nel **dotto epatico comune** che esce dal fegato. Da qui la bile può: fluire nel **coledoco** che si apre nel duodeno o fluire nel **dotto cistico** diretto alla cistifellea.



### **CISTIFELLEA (COLECISTI)**

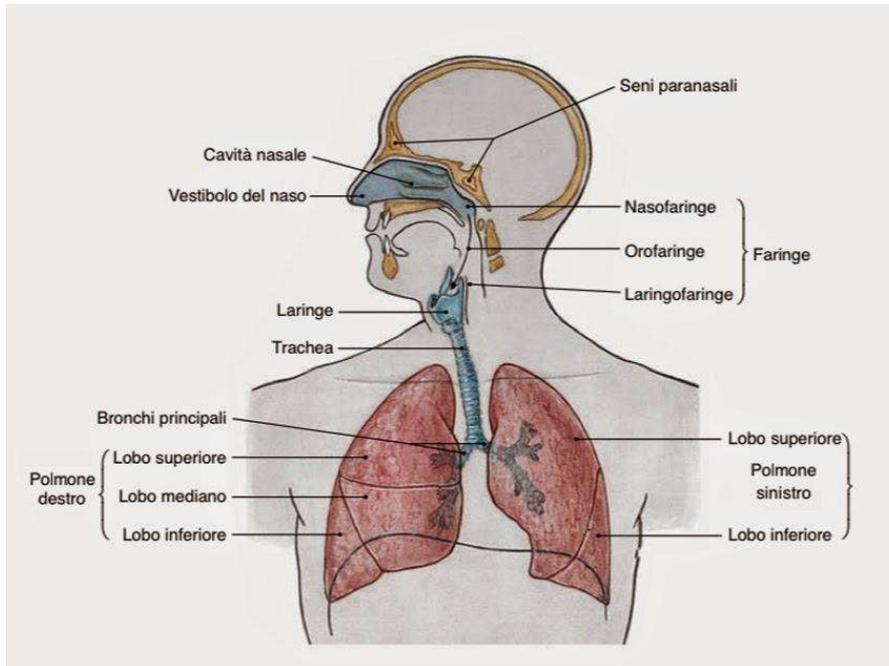
E' un organo muscolare cavo a forma di pera posta sulla superficie viscerale del lobo destro del fegato. Può essere suddivisa in tre regioni: **fondo**, **corpo** e **collo**. La parete della cistifellea è composta da tre strati: mucosa (con pieghe a formare **criptae** macose), lamina propria (tessuto areolare) e muscolaris externa composta da fibre muscolari lisce. Svolge due importanti funzioni: deposito e modificazione della bile tramite l'assorbimento di acqua e la concentrazione di sali biliari e altri componenti. L'arrivo di chimo contenente grandi quantità di lipidi e proteine parzialmente digerite stimola la produzione dell'ormone **colecistochinina** (CCK) che viene immesso in circolo a livello duodenale. La CCK provoca il rilasciamento dello **sfintere di Oddi** (sfintere che blocca il passaggio della bile a livello dell'ampolla duodenale) e la contrazione della cistifellea.

### **PANCREAS**

E' un organo retro-peritoneale, collocato posteriormente allo stomaco, che si estende dal duodeno fino alla milza. Si possono individuare nel pancreas: una **testa**, un **corpo** e una **coda**. E' principalmente un organo esocrino che produce tamponi ed enzimi digestivi, sebbene abbia anche un'importante funzione endocrina. Le sue secrezioni sono trasportate attraverso il **dotto pancreatico principale** (*dotto di Wirsung*) che le convoglia verso l'ampolla duodenale; può essere presente un **dotto pancreatico accessorio** (*dotto di Santorini*) che si apre nel duodeno a livello della papilla duodenale minore. Istologicamente il pancreas è un esempio di ghiandola tubulo-acinosa. E' suddiviso in **lobuli**, all'interno dei quali sono presenti gli **acini pancreatici**, rivestiti da epitelio cubico semplice, e le **isole pancreatiche endocrine** (*Isole di Langerhans*) che rappresentano solo l'1%. Gli acini pancreatici secernono il **succo pancreatico**, una miscela di acqua, ioni ed enzimi digestivi che svolgono la loro azione nell'intestino tenue. Gli enzimi secreti dal pancreas vengono classificati in base al loro bersaglio: le **lipasi** (lipidi); le **carboidrasi** (zuccheri e amidi), le **nucleasi** (acidi nucleici),

gi **enzimi proteolitici** (**proteasi** per le grosse molecole proteiche, e **peptidasi** per le piccole catene peptidiche.). I dotti pancreatici secernono tamponi (bicarbonato di sodio) per neutralizzare il chimo acido e stabilizzare il PH del contenuto intestinale. Le secrezioni pancreatiche avvengono in risposta ad ormoni secreti nel duodeno: **secretina** (stimola la produzione di tamponi) e **colecistochinina** (stimola la secrezione di enzimi pancreatici).

### APPARATO RESPIRATORIO



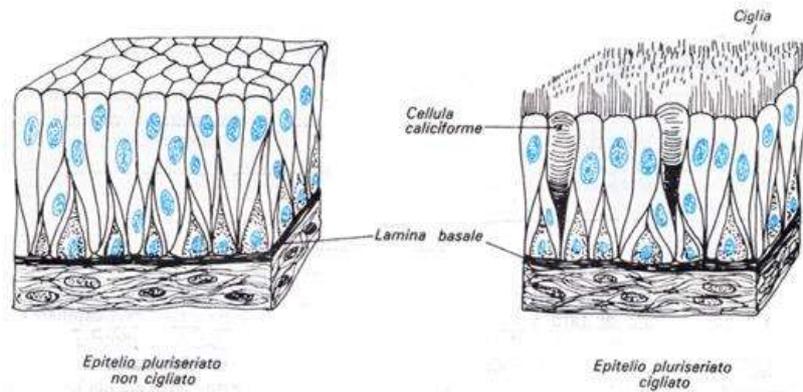
L'apparato respiratorio permette lo scambio di gas tra l'aria e il sangue. E' possibile suddividerlo in:

- **Tratto superiore dell'apparato respiratorio (vie aeree superiori):** Comprendono il naso, le cavità nasali, i seni paranasali, la faringe. Queste vie di passaggio hanno lo scopo di filtrare, riscaldare ed umidificare l'aria, proteggendo le vie aeree inferiori da detriti e agenti patogeni.
- **Tratto inferiore dell'apparato respiratorio (vie aeree inferiori):** Comprendono la laringe, la trachea, i bronchi e i polmoni.

La porzione delle vie respiratorie che si estende dalle cavità nasali fino ai più piccoli bronchioli posti all'interno dei polmoni è in sostanza la *porzione di conduzione* dell'apparato respiratorio, ovvero quella che porta l'aria verso le superfici di scambio. La porzione che comprende i bronchioli respiratori e gli alveoli, a livello dei quali avvengono gli scambi gassosi, rappresenta la *porzione respiratoria* dell'apparato respiratorio.

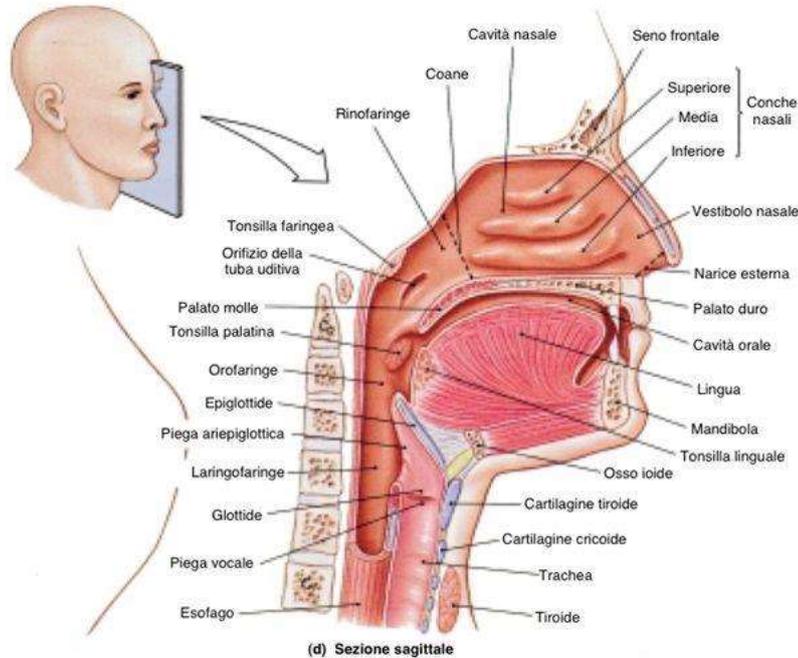
#### **EPITELIO RESPIRATORIO**

E' un epitelio pseudo-stratificato, cilindrico e ciliato con numerose cellule calciformi (la faringe è costituita invece da un epitelio pavimentoso stratificato). Le cellule calciformi dell'epitelio producono un muco denso e viscoso che ricopre le superfici esterne dell'epitelio; questo muco intrappola le particelle estranee e i microrganismi. Le ciglia hanno la funzione di indirizzare questi agenti estranei/nocivi verso la faringe, da cui possono poi passare allo stomaco per venire esposti agli acidi ed enzimi gastrici. Questo meccanismo di filtrazione è alla base del sistema difensivo dell'apparato respiratorio.



## VIE AEREE SUPERIORI

# Vie respiratorie superiori



## NASO E CAVITA' NASALI

L'aria entra nell'apparato respiratorio attraverso le due **narici**. La porzione iniziale della cavità nasale è chiamata **vestibolo**, ed è sostenuta da un paio di sottili cartilagini laterali e due paia di sottili cartilagini alari (*cartilagine alare maggiore e minore*). La porzione ossea del **setto nasale**, formato dalla fusione della lamina perpendicolare dell'etmoide con la lamina del vomere, separa le cavità nasali di destra e di sinistra. I **cornetti nasali (turbinati) superiore, medio e inferiore** sporgono verso il setto nasale dalle pareti laterali delle cavità nasali; per passare dal vestibolo alle **coane** l'aria circola tra i cornetti adiacenti attraverso i **meati superiore, medio e inferiore**. I meati sono strette insenature che conferiscono un moto vorticoso all'aria che, entrando, rimbalza sulle superfici dei cornetti; questo permette non solo di intrappolare nel muco le particelle trasportate, filtrando l'aria, ma anche di prolungarne il tempo di riscaldamento e umidificazione. Il pavimento della cavità nasale è costituito dal **palato duro**, formato dall'osso mascellare e palatino, che separa le cavità nasali dalla

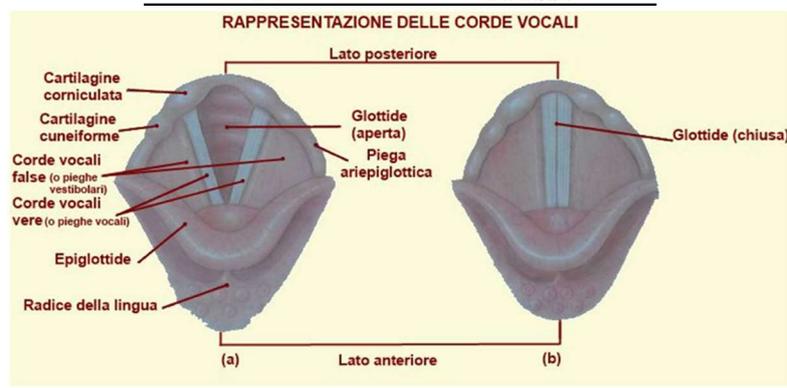
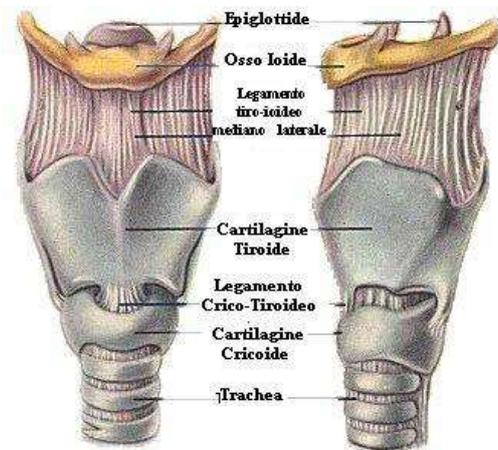
cavità orale. Posteriormente al palato duro, si estende il **palato molle**, segnando il confine tra la **rinofaringe** e il resto della faringe. E' a livello delle **coane** che le cavità nasali si aprono nella rinofaringe.

## FARINGE

Mette in comunicazione tra loro naso, bocca e gola. Viene suddivisa in 3 regioni:

- **Rinofaringe:** E' la porzione superiore della faringe, comunica con la porzione posteriore delle cavità nasali attraverso le coane, ed è separata dalla cavità orale tramite il palato molle. E' rivestita da un tipico epitelio respiratorio,.
- **Orofaringe:** Si estende tra il palato molle e la base della lingua a livello dell'osso ioide. A livello del confine tra rinofaringe e orofaringe l'epitelio respiratorio cambia divenendo pavimentoso stratificato non cheratinizzato.
- **Laringofaringe:** Comprende la parte di faringe che si trova tra l'osso ioide e l'ingresso dell'esofago.

## VIE AEREE INFERIORI



## LARINGE

La laringe inizia a livello di C3/C4 e termina a livello di C7. Il corpo della laringe è formato da 3 grandi cartilagini impari:

- **Cartilagine tiroidea:** E' una cartilagine ialina, anche nota come **pomo D'Adamo**, ed è la più voluminosa delle tre, andando a coprire le pareti anteriore e laterale. Il margine inferiore si articola con la cartilagine cricoide, mentre la faccia posteriore fornisce attacco legamentoso all'epiglottide.
- **Cartilagine cricoide:** Posta inferiormente alla cartilagine tiroidea, ha la forma di un anello completo. Insieme alla cartilagine tiroidea, proteggono la **glottide** e l'ingresso della trachea, oltre a fornire attacco a importanti muscoli e legamenti laringei.
- **Epiglottide:** Prende attacco sulle superfici posteriori della cartilagine tiroidea e dell'osso ioide, proiettandosi al di sopra della glottide. Durante la deglutizione, l'innalzamento della

laringe, porta l'epiglottide a ripiegarsi sulla glottide impedendo l'entrata di cibo e/o liquidi nelle vie respiratorie.

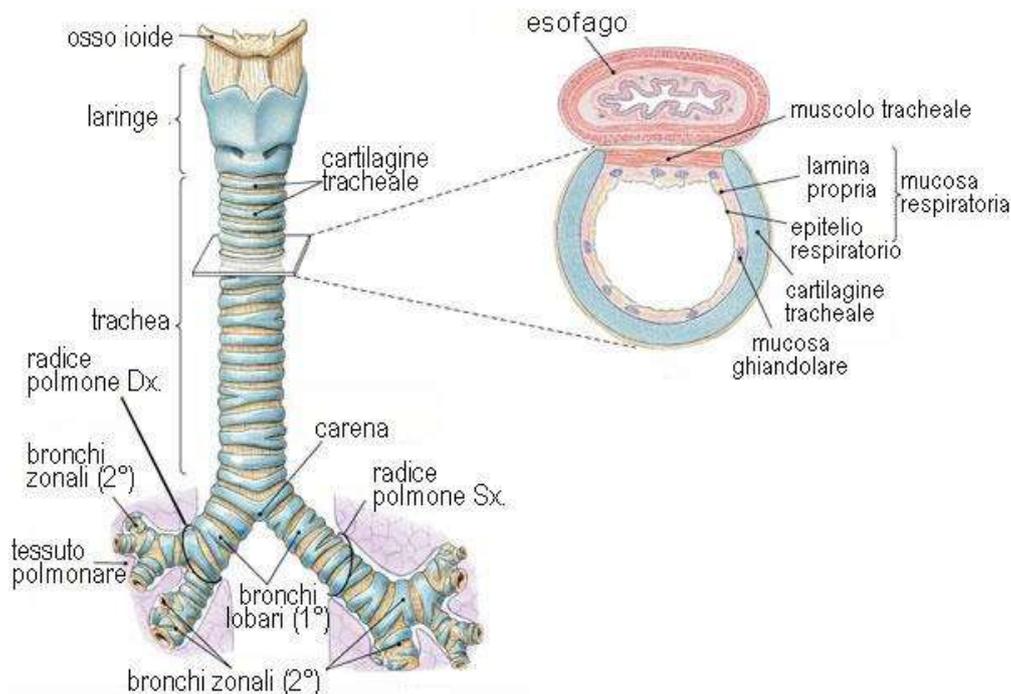
La laringe comprende anche 3 paia di piccole cartilagini:

- **Cartilagini aritenoidee pari:** Cartilagini ialine che si articolano con il margine superiore della cartilagine cricoidea.
- **Cartilagini corniculate:** Cartilagini ialine che si articolano con il margine superiore delle cartilagini aritenoidee partecipando ai meccanismi di apertura e chiusura della glottide oltre che di produzione del suono.
- **Cartilagini cuneiformi:** Cartilagini elastiche poste tra le porzioni laterali di ciascuna cartilagine aritenoidea e l'epiglottide.

**Legamenti intrinseci** connettono tutte le 9 cartilagini. **Legamenti estrinseci** connettono invece la cartilagine tiroidea all'osso ioide e la cartilagine cricoidea alla trachea. I **legamenti vestibolari** e i **legamenti vocali** si estendono tra la cartilagine tiroidea e le cartilagini aritenoidee. Questi legamenti sono rivesti da pieghe mucose, conosciute come **pieghe vestibolari** e **pieghe vocali**, che si proiettano verso la glottide. Le pieghe vocali sono coinvolte nella produzione del suono, e per questo sono anche definite **corde vocali vere**, mentre le pieghe vestibolari, che in realtà prevengono l'entrata di corpi estranei nella glottide, non prendendo parte alla fonazione, sono definite **corde vocali false**.

La **fonazione** avviene grazie al passaggio dell'aria attraverso la glottide che, determinando la vibrazione delle pieghe vocali, produce onde sonore. L'intensità (altezza) del suono prodotto dipende da diametro, lunghezza (parametri legati alle dimensioni della laringe) e tensione delle corde vocali (contrazione dei muscoli che fanno variare la posizione relativa delle cartilagini tiroidea e aritenoidea). Nel processo di fonazione viene coinvolta l'intera laringe, mentre i fenomeni di risonanza e amplificazione coinvolgono la faringe, la cavità orale, le cavità nasali e i seni paranasali. La **muscolatura laringea** comprende 2 diversi gruppi di muscoli: **muscoli intrinseci** (un gruppo regola la tensione delle corde vocali, un altro gruppo apre e chiude la glottide) e **muscoli estrinseci** (mantengono stabile la posizione della laringe). Durante la deglutizione i muscoli intrinseci ed estrinseci cooperano per impedire l'entrata di solidi o liquidi nella glottide.

## TRACHEA

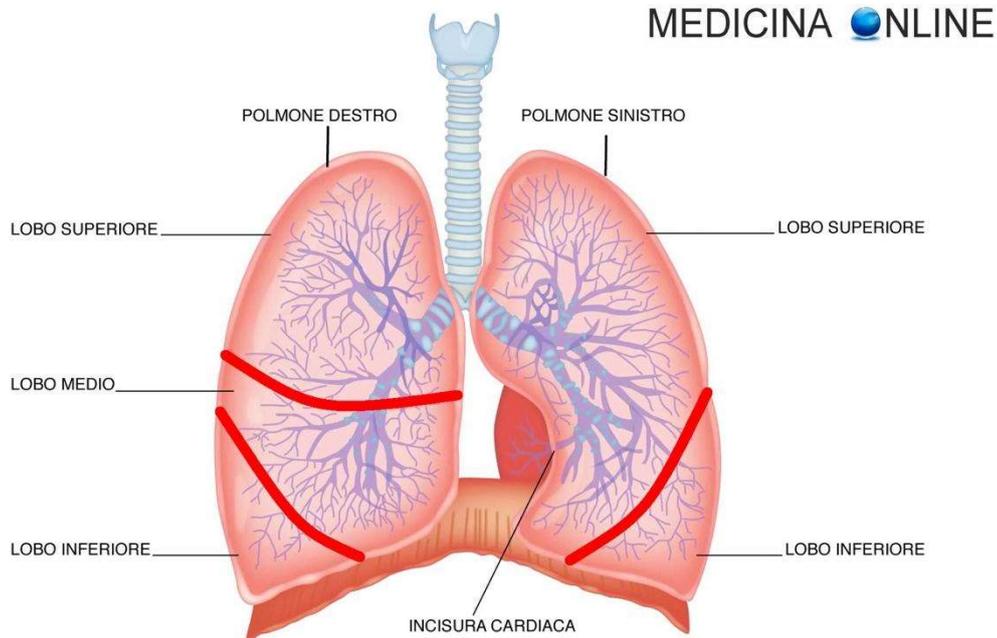


La trachea inizia anteriormente alla vertebra C6 con l'attacco legamentoso alla cartilagine cricoidea, e termina nel mediastino, a livello di T5, dove si biforca a formare i bronchi principali destro e sinistro. Il rivestimento della trachea consiste in **epitelio respiratorio** poggiante su un tessuto connettivo lasso definito **lamina propria**. Entrambi formano la **tonaca mucosa della trachea**. Quest'ultima è circondata da uno strato di connettivo, contenente ghiandole mucose, definito **tonaca sottomucosa**, che comunica con la superficie epiteliale tramite dotti escretori. Esternamente la trachea è composta da 15-20 **anelli cartilaginei tracheali** a forma di C uniti da **legamenti anulari**. Essi hanno lo scopo di rinforzare e proteggere il passaggio aereo. Un legamento elastico e una banda di muscolatura liscia (**muscolo tracheale**) connettono posteriormente i margini di ciascun anello tracheale; l'attivazione del simpatico determina il rilasciamento di questo muscolo, aumentando il diametro tracheale.

### **BRONCHI PRINCIPALI**

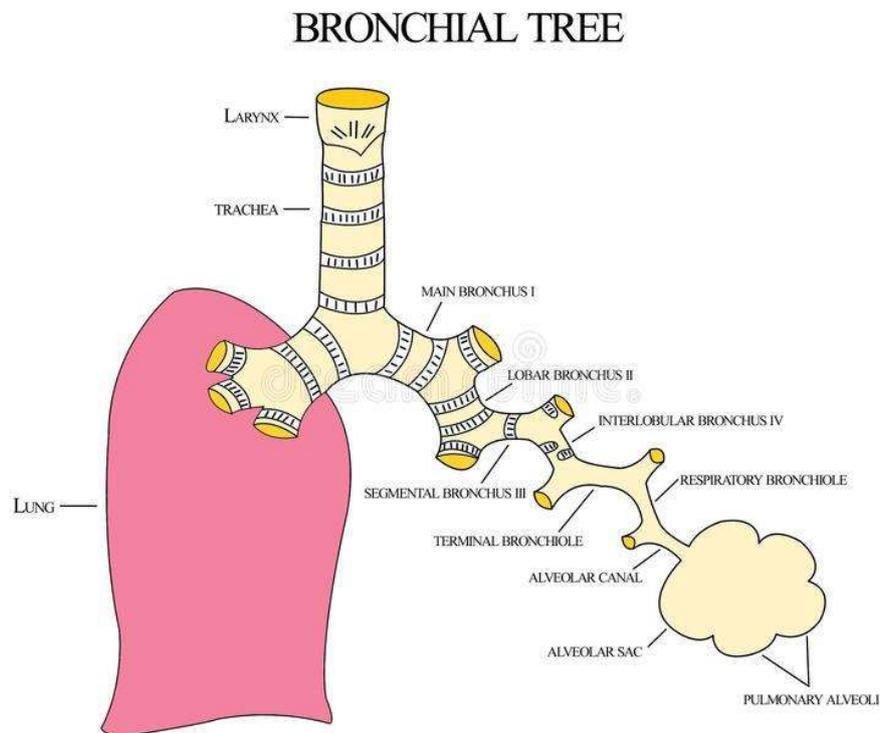
La trachea si ramifica nel mediastino, a livello di una cresta, la **carena**, nei due **bronchi extra-polmonari: bronchi principali destro e sinistro**. Il bronco di destra ha un diametro maggiore di quello di sinistra e scende con andamento più verticale. Prima di suddividersi ulteriormente nel polmone, ciascun bronco passa in un incavo situato nella faccia mediale del polmone: l'**ilo**. L'ilo è il punto di passaggio di vasi e nervi destinati al polmone; quest'ultimi, insieme ai due polmoni, sono ancorati al mediastino da un traliccio di tessuto connettivo chiamato **radice** del polmone.

### **I POLMONI**

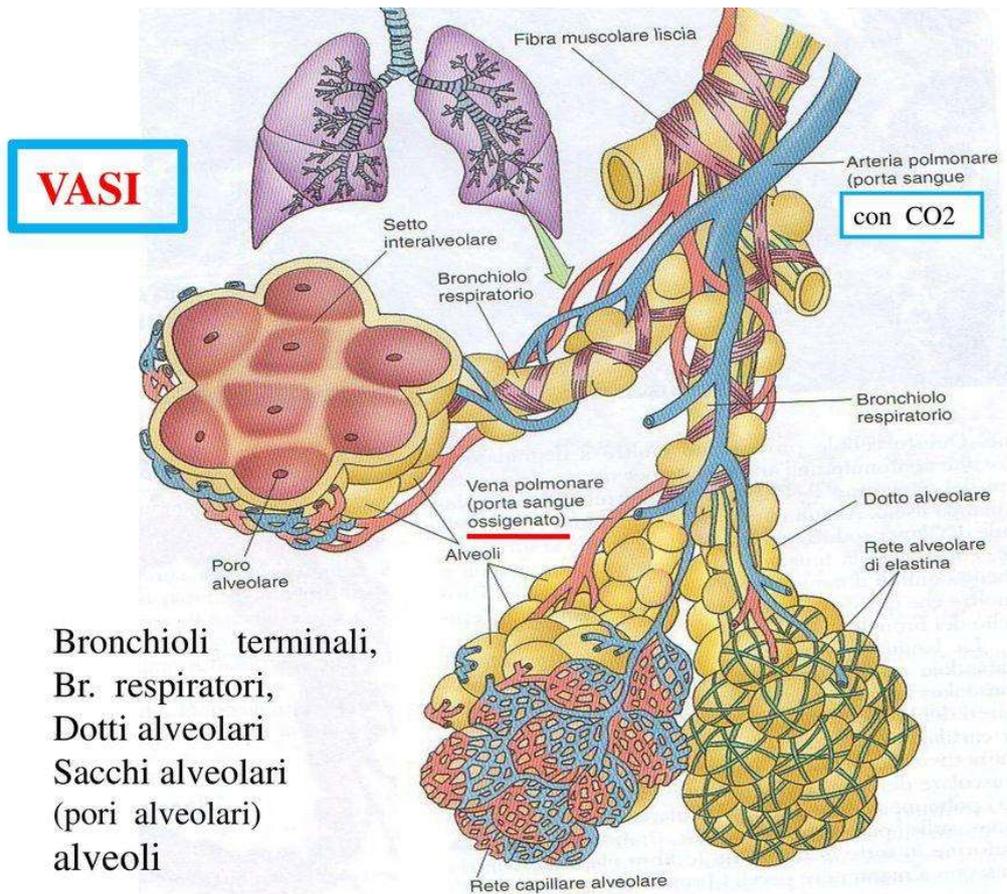


Situati nelle rispettive cavità pleuriche destra e sinistra, i due polmoni hanno la forma di un cono tronco, e presentano una **base**, concava e ampia che poggia sulla faccia superiore del diaframma, e un **apice** che si estende fino alla base del collo. Entrambi sono suddivisi in **lobi** da profonde **scissure**. Il polmone destro presenta **3 lobi (superiore, medio, inferiore)** separati dalle **scissure obliqua e orizzontale** ed ha un volume maggiore rispetto al sinistro. Il polmone sinistro presenta solo **2 lobi (superiore e inferiore)** separati dalla **scissura obliqua**, ed ha un volume maggiore poiché il cuore e i grossi vasi si proiettano in gran parte verso la cavità pleurica di sinistra. Sulla superficie esterna si

individua una **faccia (superficiale) costale**, convessa, in rapporto con la superficie interna della gabbia toracica, e una **faccia (superficiale) mediastinica** che contiene l'ilo. La faccia mediale del polmone sinistro contiene l'**incisura cardiaca**.



I bronchi principali (**bronchi extra-polmonari**) e le rispettive ramificazioni (**bronchi intra-polmonari**) formano l'**albero bronchiale**. Ogni bronco principale si suddivide a formare **bronchi lobari** (o **secondari**), uno per ciascun lobo (3 nel polmone destro: **bronco lobare superiore, medio, inferiore**; 2 nel polmone sinistro: **bronco lobare superiore e inferiore**), che a loro volta si ramificano per formare i **bronchi segmentali** (o **zonali** o **terziari**), ciascuno dei quali ventila un segmento bronco-polmonare; nella fattispecie, nel polmone destro il lobo superiore è ventilato da tre bronchi segmentali, il medio da due, l'inferiore da cinque, mentre nel polmone sinistro il lobo superiore contiene quattro bronchi segmentali, mentre il lobo inferiore cinque. Ogni lobo può essere ulteriormente diviso in **segmenti (zone) bronco-polmonari** costituite da tessuto polmonare associato a un singolo bronco segmentale. A mano a mano che i bronchi si ramificano, la componente cartilaginea diminuisce progressivamente per ridursi a semplici placche cartilaginee.

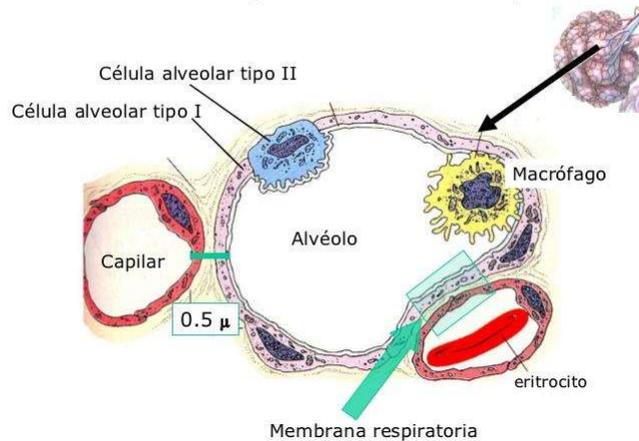


All'interno di un segmento bronco-polmonare, ogni bronco si ramifica ripetutamente fino ad ottenere 6500 **bronchioli terminali**, in cui prevale il tessuto muscolare regolata dal sistema nervoso autonomo (l'attivazione del simpatico determina **bronco-dilatazione** mentre la stimolazione del parasimpatico provoca **bronco-costrizione**). Ogni bronchiolo terminale invia aria ad un singolo lobulo polmonare, dove si ramifica in numerosi **bronchioli respiratori** che costituiscono la più sottile ramificazione dell'albero bronchiale e conducono l'aria alle superfici polmonari di scambio. Le cellule epiteliali dei bronchioli respiratori e dei bronchioli terminali sono cubiche, le ciglia sono rare e mancano ghiandole mucose sottostanti. I bronchioli respiratori si connettono agli **alveoli**, sede terminale delle vie aeree, attraverso i **dotti alveolari**, vie di passaggio che terminano a livello dei **sacchi alveolari**, camere connesse a più alveoli. Ogni alveolo è connesso a un ampio reticolo di capillari peri-alveolari circondati da fibre elastiche; oltre ad una funzione di sostegno, queste fibre facilitano il processo di espirazione riducendo le dimensioni degli alveoli durante l'atto respiratorio. L'epitelio alveolare è un epitelio pavimentoso in cui si riscontrano:

- **Pneumociti di tipo I (o cellule alveolari di tipo I)**
- **Pneumociti di tipo II (o cellule alveolari di tipo II):** producono il **surfactante**, una sostanza oleosa che riduce la tensione superficiale del liquido che riveste la superficie alveolare.
- **Macrofagi alveolari:** Hanno la funzione di proteggere l'epitelio da eventuali particelle estranee.

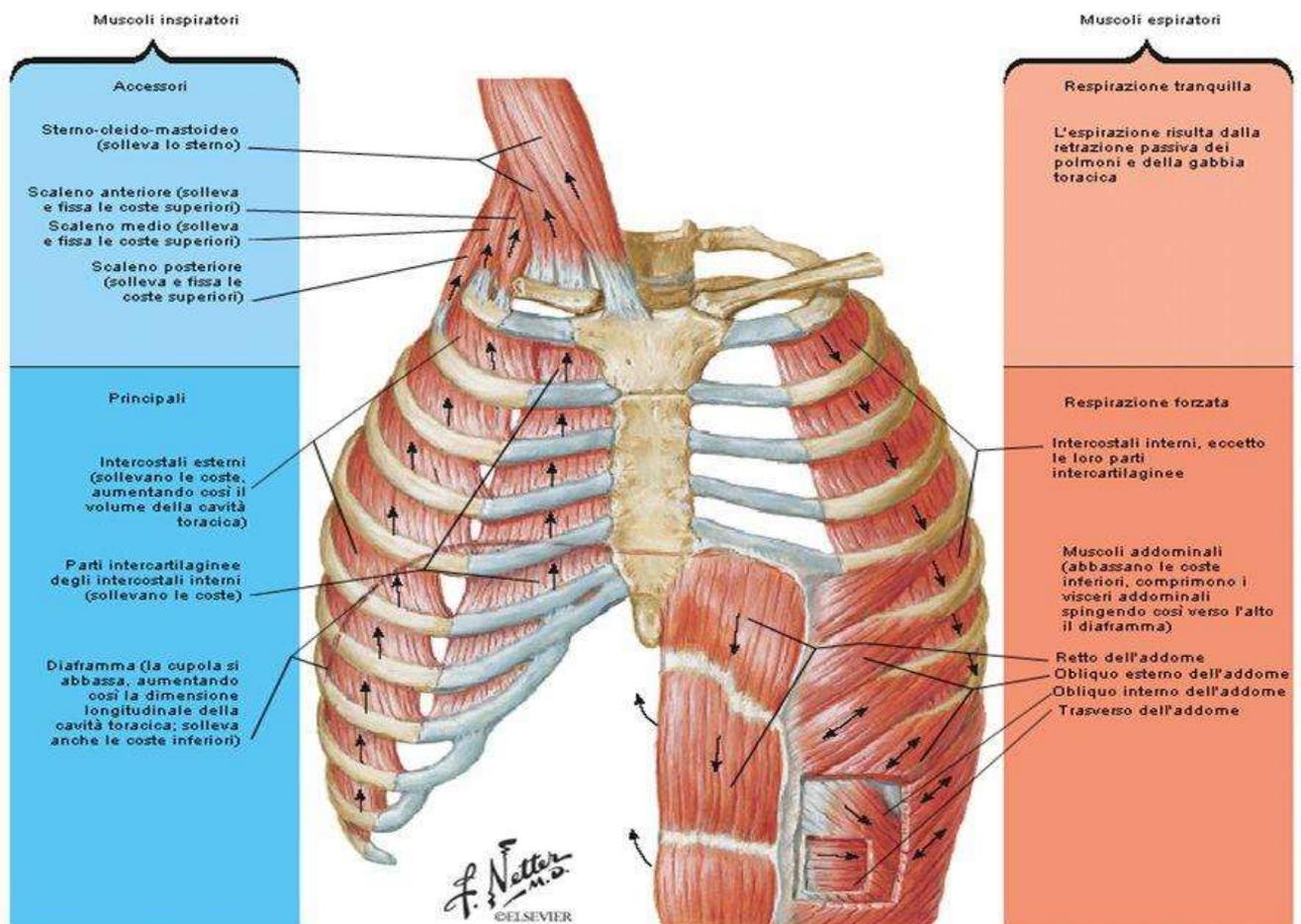
Gli scambi gassosi avvengono nell'area in cui le lamine basali dell'epitelio alveolare e dell'endotelio dei capillari adiacenti sono fuse tra loro.

La unidad alveolo-capilar es el lugar donde se efectúa el intercambio de gases: Membrana respiratoria



## MUSCOLI RESPIRATORI E VENTILAZIONE POLMONARE

### Muscoli della respirazione



La **ventilazione polmonare**, o respirazione, è il movimento di aria da e verso l'albero bronchiale fino agli alveoli dove avvengono gli scambi gassosi. La respirazione avviene ad opera dei muscoli respiratori; i più importanti sono il **muscolo diaframma**, e gli **intercostali interni ed esterni**.

Il diaframma, contraendosi, si appiattisce, portando ad un aumento del volume della cavità pleurica e ad una riduzione della pressione intra-pleurica che permette l'ingresso dell'aria nei polmoni; il rilascio del diaframma riduce tale volume favorendo l'espirazione. La contrazione degli intercostali

esterni eleva le coste aumentando l'ampiezza della gabbia toracica lungo l'asse antero-posteriore, contribuendo quindi all'inspirazione. L'azione degli intercostali interni, invece, contribuisce all'espiazione attraverso l'abbassamento delle coste e la riduzione del volume della cavità toracica. All'occorrenza (aumento di profondità e frequenza respiratoria) vengono attivati anche dei **muscoli respiratori accessori**:

- **Muscoli respiratori accessori dell'inspirazione:** Sternocleidomastoideo, dentato anteriore, piccolo pettorale e scaleni cooperano con gli intercostali esterni nell'innalzare le coste e favorire l'inspirazione.
- **Muscoli respiratori accessori dell'espiazione:** Trasverso del torace, obliqui e retto dell'addome cooperano con gli intercostali interni al momento dell'espiazione.

I movimenti respiratori possono essere classificati, a seconda che l'espiazione sia passiva o attiva, in:

- **Eupnea (respirazione tranquilla):** L'inspirazione richiede una contrazione muscolare, mentre l'espiazione è un processo passivo che sfrutta lo stiramento delle fibre elastiche presenti nei polmoni e nei muscoli scheletrici coinvolti nella respirazione. L'eupnea si può realizzare o attraverso una **respirazione diaframmatica (respirazione profonda)** o attraverso una **respirazione costale (respirazione superficiale)**.
- **Iperpnea (respirazione forzata):** Sia l'inspirazione che l'espiazione sono processi attivi che richiedono l'azione dei muscoli accessori della respirazione, tra cui anche i muscoli addominali.

### CENTRI RESPIRATORI DELL'ENCEFALO

I **centri respiratori** sono costituiti da tre paia di nuclei posti nella formazione del ponte e del midollo allungato (bulbo). Essi sono:

- **Centro del ritmo respiratorio:** Posto nel bulbo, controlla il ritmo basale e la profondità del respiro. Comprende due gruppi: il **gruppo respiratorio dorsale GRD**(centro inspiratore) controlla i motoneuroni che innervano i muscoli diaframma ed intercostali esterni, intervenendo nella respirazione sia tranquilla che forzata; il **gruppo respiratorio ventrale GRV** agisce solo nella respirazione forzata.
- **Centro apneustico e pneumotassico:** Posti nel ponte, sono nuclei pari che correggono le efferenze del centro del ritmo, modificando velocità e profondità del respiro in risposta a stimoli sensitivi o a informazioni provenienti dai **centri superiori** (corteccia cerebrale e ipotalamo).

La respirazione è di per sé un fenomeno inconscio, la cui regolazione consta di 3 riflessi:

- Riflessi mediati da meccanocettori in risposta a variazioni di volume dei polmoni/pressione arteriosa.
- Riflessi mediati da chemocettori in risposta a variazioni di Pco<sub>2</sub>, Ph, Po<sub>2</sub>.
- Riflessi protettivi in seguito ad aggressioni meccaniche/irritazioni dell'apparato respiratorio.

## APPARATO URINARIO

L'apparato urinario si occupa dell'eliminazione, attraverso l'urina, dei prodotti di scarto generati dal metabolismo cellulare. Esso è costituito da:

- **Ren:** producono urina.
- **Ureteri:** Trasportano l'urina nella vescica urinaria.
- **Vescica urinaria:** Deposito temporaneo dell'urina prima dell'eliminazione.

- **Uretra:** Conduce l'urina all'esterno.

L'apparato urinario svolge inoltre altre funzioni essenziali, come:

- Regolazione delle concentrazioni plasmatiche di soluti (sodio, potassio, cloruro, calcio e altri ioni) controllandone l'eliminazione con le urine.
- Regolazione di volume e pressione sanguigna mediante: (1) modulazione del volume di acqua persa con le urine; (2) rilascio di **eritropoietina -EPO-** (stimola la produzione di globuli rossi da parte del midollo osseo); (3) rilascio di **renina** (ormone che stimola la produzione di angiotensina, che a sua volta stimola la produzione di **aldosterone** che porta ad aumento della pressione ematica).
- Stabilizzazione del PH ematico.
- Conservazione delle sostanze nutritizie.
- Eliminazione di urea, acido urico, sostanze tossiche e farmaci.
- Sintesi di **calcitriolo** (ormone derivante dalla vitamina D3) che stimola l'assorbimento degli ioni calcio da parte dell'epitelio intestinale.
- Coopera con il fegato per la detossificazione da veleni e la deaminazione degli aminoacidi.

### estensione RENI

I due reni sono posti ai lati della colonna vertebrale (tra T12 e L3). Il rene destro è più basso del rene sinistro per la presenza del fegato. Entrambi i reni, insieme alle ghiandole surrenali e agli ureteri si trovano in posizione retroperitoneale, compresi tra il peritoneo parietale e i muscoli del dorso. Tre strati di tessuto connettivo proteggono e stabilizzano i reni:

- **Capsula fibrosa (renale):** Riveste la superficie esterna dell'organo offrendo protezione meccanica. E' costituita da fibre collagene.
- **Capsula adiposa:** Costituita dal **grasso perirenale** che circonda la capsula fibrosa.
- **Fascia renale:** Costituita dall'estensione delle fibre collagene attraverso il grasso perirenale a formare un connettivo denso che, unendosi alla fascia renale controlaterale, e alla fascia profonda che circonda i muscoli del dorso, ancora i reni alle strutture circostanti.

Ogni rene ha un colorito rosso bruno e la forma di un fagiolo (10cm di lunghezza x 5cm di larghezza x 3cm di spessore), e contiene, sul margine mediale, una depressione chiamata l'**ilo** renale, che rappresenta il punto di entrata per l'arteria renale e di uscita per la vena renale e l'uretere. La **capsula renale** che riveste i reni presenta due strati: uno interno che, invaginandosi a livello dell'ilo, riveste il **seno renale** (una cavità all'interno del rene), ed uno esterno che stabilizza le formazioni che attraversano l'ilo.

La superficie interna del rene comprende:

- La **corticale renale:** E' la porzione più esterna, a contatto con la capsula, e dal colorito rosso bruno e dall'aspetto granulare.
- La **midollare renale:** Posta internamente alla corticale, di colore più scuro e striata, consiste di 6-18 formazioni triangolari/coniche chiamate **piramidi renali** (di Malpighi). Queste piramidi posseggono una base rivolta verso la corticale, mentre l'apice (**papilla renale**) si proietta nel seno renale; sono separate tra loro da bande di tessuto corticale dette **colonne renali** (di Bertin). Un **lobo renale** comprende una piramide renale, l'area corticale sovrastante e la porzione adiacente di colonna renale; ed in nei lobi renali che avviene la produzione di urina, grazie alla presenza dei **nefroni**. L'urina prodotta fluisce attraverso i dotti presenti in ogni papilla scaricandola in un'area a forma di coppa chiamata **calice minore**. Quattro o cinque calici minori convergono a formare un **calice maggiore**, che, a loro volta, convergono a formare la **pelvi renale**, un'ampia camera a forma di imbuto che riempie quasi interamente il seno renale, continuandosi, a livello dell'ilo, con l'uretere.

I reni ricevono il 25% della gittata cardiaca. Ogni rene riceve la rispettiva **arteria renale**, che, una volta entrata nel seno renale, si ramifica in **arterie segmentali**. Quest'ultime, a loro volta, si dividono ulteriormente in una serie di **arterie interlobari** che si estendono attraverso le colonne renali; le arterie interlobari si continuano nell' **arterie arcuate**, il cui decorso è parallelo alla base delle piramidi, tra la corticale e la midollare. Le arterie arcuate danno origine ad un certo numero di **arterie interlobulari** che vascolarizzano porzioni del lobo renale adiacente. Da ciascuna arteria interlobulare si ramificano numerose **arteriole efferenti** destinate ai corpuscoli dei singoli nefroni. Dalle arteriole efferenti del glomerulo dei nefroni il sangue, passando attraverso una rete di capillari e venule, converge nelle **vene interlobulari**, che a loro volta portano il sangue alle **vene arcuate**, che si svuotano a loro volta nelle **vene interlobari**, destinate infine ad unirsi per formare la **vena renale** che raggiunge la vena cava inferiore. Non sono presenti vene segmentali.

La produzione di urina è controllata in parte da meccanismi di autoregolazione che riguardano il flusso e la velocità di filtrazione del sangue; meccanismi ormonali e nervosi si integrano. I reni sono innervati dal SNC simpatico e parasimpatico, grazie alla presenza di un **nervo renale**, per ciascun rene, che penetra a livello dell'ilo, e, seguendo le ramificazioni di ogni arteria renale, raggiunge i singoli nefroni.

L'unità anatomo-funzionale del rene è il **nefrone**. E' composto da un **corpuscolo renale**, una camera a forma di coppa che contiene una rete di circa 50 capillari raggomitolati a formare il **glomerulo**; è nel glomerulo che avviene il processo di filtrazione. Il sangue arriva al glomerulo tramite un' **arteriola afferente** e ne fuoriesce, filtrato, tramite un'arteriola **efferente**. Il **filtrato glomerulare** lascia poi il corpuscolo renale per passare in un'altra porzione del nefrone: il **tubulo**. Esso è composto da varie porzioni: **tubulo contorto prossimale (TCP)**, **ansa di Henle**, **tubulo contorto distale (TCD)**. Dal TCD il nefrone si apre su un sistema di **dotti collettori**, che, scendendo dalla corticale alla midollare, portano il filtrato verso un **dotto papillare** che lo riversa nella pelvi renale. Circa l'85% dei nefroni è rappresentato da **nefroni corticali** che si trovano quasi interamente nella corticale, mentre il 15% da **nefroni iuxtamidollari** la cui ansa di Henle, piuttosto lunga, si approfonda nelle piramidi renali.

Il **corpuscolo renale** è costituito dalla **capsula glomerulare** (capsula di Bowman), che comprende:

- L'**epitelio parietale** (capsulare) che la riveste. E' un epitelio pavimentoso semplice.
- Lo **spazio capsulare**.
- L'**epitelio viscerale** (glomerulare) che ricopre i capillari glomerulari. E' formato da grandi cellule chiamate **podociti**.
- Il **polo vascolare** che è il punto in cui gli epitelii viscerali e parietali si continuano l'uno nell'altro. E' nel polo vascolare che il sangue entra attraverso un'arteriola **afferente** e ne fuoriesce mediante un'arteriola **efferente**.

La filtrazione avviene grazie alla pressione sanguigna che spinge i fluidi e i soluti disciolti nello spazio capsulare. Affinché ciò avvenga, questi fluidi e soluti devono passare **tre barriere fisiche**:

- **Endotelio capillare**: E' fenestrato, con pori di dimensioni sufficienti ad impedire il passaggio dei globuli rossi, ma non la diffusione di soluti.
- **Lamina basale**: E' una lamina densa che circonda l'endotelio capillare e permette il passaggio di piccole proteine plasmatiche, ioni e sostanze nutritive. Quando la lamina densa circonda due o più capillari, tra le cellule endoteliali sono presenti **cellule del mesangio** che forniscono sostegno fisico ai capillari regolandone anche il diametro, e inglobano sostanze che potrebbero ostruire la lamina densa.
- **Epitelio glomerulare**: I podociti presentano dei pedicelli che avvolgono la superficie esterna della lamina basale; questi pedicelli sono intervallati da fessure ristrette chiamate **diaframmi di filtrazione** che bloccano il passaggio della maggior parte delle proteine plasmatiche, e

permettono il passaggio nello spazio capsulare di un filtrato formato solo da acqua, ioni, piccole molecole organiche e piccole proteine plasmatiche.

Il **tubulo contorto prossimale (TCP)**, situato al lato opposto del polo vascolare, è rivestito da un epitelio cubico (o cilindrico) semplice con orletto a spazzola (presenza di microvilli sul polo apicale). L'assorbimento rappresenta la funzione principale del TCP. Durante il passaggio del filtrato glomerulare, queste cellule riassorbono tutti i nutrienti organici, le proteine plasmatiche e il 60% di ioni.

L'**ansa di Henle** rappresenta la continuazione del TCP. E' composta da un **segmento discendente**, che si approfonda nella midollare, costituito da un epitelio di rivestimento più sottile, in cui avviene un ulteriore riassorbimento di acqua (grazie anche alla presenza di sottili capillari, i **vasa recta**), ed da un **segmento ascendente**, composto da un epitelio più spesso, in cui avviene il riassorbimento di ioni sodio e cloruro.

Il **tubulo contorto distale (TCD)** continua l'ansa di Henle, attraversando, nel suo tratto iniziale, il polo vascolare del corpuscolo renale, decorrendo tra le due arteriole. Le sue caratteristiche strutturali (diametro inferiore e cellule epiteliali senza microvilli) lo differenziano dal TCP poiché la sua funzione principale è la secrezione (ioni, acid e altre sostanze) e riassorbimento di ioni sodio e calcio sotto controllo ormonale (aldosterone).

L'**apparato iuxtaglomerulare** è composto dalla **macula densa** (cellule dell'epitelio del TCD vicine all'arteriola afferente), dalle **cellule iuxtaglomerulari** (fibre muscolari lisce presenti nella parete dell'arteriola afferente) e **cellule del mesangio extraglomerulari** (nello spazio tra glomerulo, e arteriole afferente ed efferente). Ha funzione endocrina e secreta due ormoni (**renina** ed **eritropoietina**) che agiscono aumentando il volume ematico, i livelli di emoglobina e pressione sanguigna.

Il TCD si apre nel **sistema di dotti collettori**, composto dai **tubuli reunienti** (connettono ogni nefrone al dotto collettore più vicino) che confluiscono in **dotti collettori**, che a loro volta sfociano in un **dotto papillare**, più grande dei precedenti, che a sua volta si svuota nei calici minori, in quelli maggiori e successivamente nella pelvi renale. Il sistema collettore provvede a regolare il volume e la concentrazione osmotica: se la quantità di soluti nella sostanza midollare è alta, la membrana di questi dotti sarà più permeabile, lasciando passare acqua e rendendo l'urina più concentrata e viceversa. L'ormone **antidiuretico (ADH/vasopressina)** è responsabile del controllo della permeabilità a livello del dotto collettore. Maggiore è la quantità di ADH, maggiore è la quantità di acqua riassorbita, e maggiormente risulterà concentrata l'urina.

Gli **ureteri** hanno lo scopo di trasportare l'urina. Si tratta di due condotti muscolari retroperitoneali che dai reni si dirigono inferiormente, passando medialmente al grande psoas, verso la vescica (il decorso differisce tra i due sessi) in cui penetrano posteriormente. Lo sbocco nella vescica avviene a livello degli **sbocchi ureterali**, fessure che impediscono il reflusso di urina.

La parete degli ureteri è composta di 3 strati: una tonaca muscolare interna rivestita da epitelio di transizione, una tonaca muscolare intermedia composta da fibre longitudinali (interne) e circolari (esterne) e una tonaca avventizia di connettivo in continuità con la capsula fibrosa renale e con il peritoneo. Le contrazioni peristaltiche della parte muscolare aspirano l'urina dalla pelvi renale e la indirizzano verso la vescica.

La **vescica** è un organo muscolare cavo che funge da deposito dell'urina. Lo strato esterno è ricoperto di sierosa, mentre le sue pareti interne sono costituite da una tonaca mucosa con epitelio di transizione, una sottomucosa, e una tonaca muscolare composta da tre strati che forma il **muscolo detrusore** della vescica, le cui contrazioni spingono l'urina nell'uretra. Topograficamente presenta collocazioni differenti a seconda dei sessi: nel maschio si trova tra il retto e la sinfisi pubica, mentre nella donna inferiormente all'utero e anteriormente alla vagina. Sulla faccia superiore, ancorata al peritoneo sono presenti i **legamenti ombelicali mediano** e **laterali** che la mantengono in loco; la faccia posteriore è ancorata tramite legamenti alle ossa pelviche e pubiche. La mucosa che riveste la vescica si solleva in pieghe che scompaiono a vescica piena di urina. La zona che circonda gli sbocchi degli ureteri e l'origine dell'uretra è definita **triangolo vescicale**; in questa zona, in cui sono assenti le pieghe, l'urina viene incanalata, attraverso il **collo vescicale** nell'uretra. La presenza di uno **sfintere uretrale interno** muscolare, involontario, fornisce un controllo involontario sul rilascio di urina da parte della vescica.

L'**uretra** si estende dal collo della vescica all'esterno del corpo. Nella femmina l'uretra è molto breve (3-5cm), si estende dalla vescica al vestibolo, con l'**orifizio uretrale esterno** posto sulla parete anteriore della vagina; nel maschio è più lunga (18-20cm), estendendosi dal collo della vescica all'apice del pene, e dividendosi in tre porzioni:

- **Uretra Prostatica:** attraversa la prostata.
- **Uretra membranosa:** comprende il breve segmento che penetra nel diaframma urogenitale (pavimento muscolare della cavità pelvica). Il diaframma urogenitale presenta uno strato di muscolatura scheletrica che forma lo **sfintere uretrale esterno**, controllato volontariamente.
- **Uretra peninea:** si estende dal margine distale del diaframma urogenitale all'orifizio uretrale esterno che si trova all'apice del pene.

Il processo di **minzione** consiste nello svuotamento della vescica, ed è regolato da un meccanismo riflesso denominato **riflesso della minzione** in cui i recettori da stiramento presenti nella parete della vescica vengono stimolati quando la vescica è piena. Il processo della minzione implica il rilascio dello sfintere uretrale esterno e la facilitazione inconscia del riflesso della minzione; se il rilasciamento dello sfintere esterno non avviene volontariamente, il rilascio di entrambi gli sfinteri può verificarsi per via riflessa quando la vescica raggiunge la sua capacità limite.

## APPARATO GENITALE MASCHILE

La funzione principale dell'apparato genitale consiste sia nel produrre, accumulare, provvedere alla maturazione e trasportare i **gameti**, le cellule riproduttive (**spermatozoi** nel maschio e **cellula uovo** nella donna), sia nel produrre gli **ormoni sessuali**. L'apparato genitale comprende:

- **Organi riproduttivi (gonadi):** Producono i gameti e gli ormoni sessuali.

- **Le vie genitali:** Dotti che ricevono, accumulano e trasportano i gameti.
- **Ghiandole annesse:** Riversano le loro secrezioni nelle vie genitali o in altri dotti escretori.
- **Genitali esterni:** Strutture perineali associate all'apparato genitale.

Le gonadi (**testicoli**) dell'apparato genitale maschile producono **testosterone** e circa 500 milioni di spermatozoi al giorno. Quest'ultimi attraversano una serie di dotti (**epididimo, dotto deferente, dotto eiaculatore, uretra**) nei quali sono riversati i secreti delle ghiandole annesse (**vescichetta seminale, prostata, ghiandola bulbouretrale**) formando lo **sperma** (o seme). I genitali esterni comprendono lo **scroto** (al cui interno si trovano i testicoli) e il **pene** (organo erettile).

Durante lo sviluppo i testicoli si formano nella cavità addominale in posizione adiacente ai reni; successivamente, durante il settimo mese, avviene il processo di **discesa dei testicoli** in cui gli ormoni stimolano la contrazione del **gubernacula testis** (un cordone di connettivo e fibrocellule muscolari che si estende dal margine inferiore di ciascun testicolo alla parete di una piccola sacca peritoneale situata inferiormente), che ne favoriscono la migrazione. Durante questo processo i testicoli sono accompagnati dai dotti deferenti, dai vasi sanguigni e linfatici oltre che dai nervi testicolari, che andranno poi a formare il **funicolo spermatico**.

Il **funicolo spermatico** è infatti composto dal rispettivo **dotto deferente**, dall'**arteria testicolare**, **plesso pampiniforme della vena testicolare** e dai **nervi ileoinguinale** e **genitofemorale** del plesso lombare. Esso fuoriesce dall'**anello inguinale superficiale** e, scorrendo nel **canale inguinale**, raggiunge la **borsa scrotale**.

Lo **scroto** è suddiviso internamente in due camere (esternamente questa separazione è demarcata dal **rafe scrotale**). Ogni testicolo occupa una **cavità scrotale**; tra la cavità scrotale e il testicolo è interposta una membrana sierosa, la **tonaca vaginale**, che, ricoprendo la superficie esterna del testicolo, ne riduce l'attrito con la parete interna della cavità scrotale. A sua volta la tonaca vaginale è ricoperta dal **muscolo cremastere** (muscolo scheletrico la cui contrazione, controllata dal riflesso cremasterico, allontana o avvicina i testicoli dal corpo in seguito a variazioni di temperatura compatibili con lo sviluppo degli spermatozoi). Al di sopra del m. cremastere, lo scroto è composto da una **fascia scrotale superficiale**, dal **dartos** (strato muscolare le cui contrazioni determinano le rugosità della parete scrotale) e dalla **cute scrotale**.

Al di sotto della tonaca vaginale, la **tonaca albuginea** (strato di connettivo fibroso) ricopre i testicoli. Le fibre collagene della tonaca albuginea si estendono all'interno del testicolo formando **setti** che convergono verso il **mediastino** del testicolo. Questi setti dividono il parenchima testicolare in **lobuli**, nei quali sono presenti i **tubuli seminiferi**, sottili condotti spiralizzati nei quali avviene la produzione di spermatozoi. Ogni tubulo seminifero è connesso al mediastino mediante un **tubulo retto**, andando a formare, con gli altri tubuli retti, la **rete testis**, un reticolo connesso all'epididimo mediante **condotti afferenti** più ampi. Ciascun tubulo è circondato da una lamina propria, e gli spazi tra i tubuli sono riempiti da tessuto connettivo lasso al cui interno sono presenti vasi sanguigni e **cellule di Leyding**, cellule interstiziali che producono gli ormoni sessuali maschili (**androgeni**) tra cui il **testosterone** (viene prodotto in risposta all'ormone **LH**/ormone luteizzante), che, oltre a stimolare la spermatogenesi e a promuovere la maturazione degli spermatozoi, determina i caratteri sessuali secondari, lo sviluppo e la maturazione di organi di altri apparati, oltre che stimolare la crescita e il metabolismo in tutto il corpo.

La **spermatogenesi** è il processo di formazione degli spermatozoi. Avviene nello strato cellulare più esterno dei tubuli seminiferi dove cellule staminali (**spermatogoni**) si attivano durante la pubertà, dividendosi. Ad ogni divisione, una delle cellule figlie rimane nello strato esterno del tubulo seminifero, mentre l'altra viene spinta verso il lume, andandosi a differenziare in **spermatocita primario**. Questo andrà incontro a due divisioni meiotiche che porteranno alla formazione dapprima di **due spermatociti secondari**, ognuno dei quali, a sua volta, porterà alla formazione di **due spermatidi**. Da questo punto in poi comincia il processo di **sperminogenesi**, in cui ogni spermatide darà vita ad uno **spermatozoo**. Durante questo processo gli spermatidi sono accolti all'interno delle **cellule del Sertoli**. Quando lo spermatide si è differenziato in spermatozoo maturo, si stacca dalla cellula di Sertoli e raggiunge il lume del tubulo seminifero. L'intero processo dura circa 9 settimane.

La peculiarità delle **cellule del Sertoli** è soprattutto quella di mantenere la **barriera ematotesticolare** (formata dalle giunzioni serrate tra le cellule di Sertoli) isolando il lume dei tubuli seminiferi dalla circolazione generale in modo da controllare l'ambiente che circonda gli spermatociti e gli spermatidi, rendendolo stabile. Inoltre forniscono supporto per la spermatogenesi, per la sperminogenesi, secernono **inibina** (deprime la produzione ipofisaria di FSH e del fattore di rilascio delle gonadotropine/GnRH), e la **proteina legante gli androgeni (ABP)**.

In ogni spermatozoo si possono individuare tre regioni distinte:

- La **testa**: Ha la forma di un uovo appiattito e contiene cromosomi altamente compattati. L'apice contiene l'**acrosoma**, un compartimento rivestito da membrana che contiene enzimi che intervengono nelle fasi preliminari della fecondazione.
- Un segmento intermedio composto da un breve **collo** e da un **corpo** in cui sono presenti mitocondri che forniscono l'energia necessaria al movimento.
- La **coda** che rappresenta l'unico esempio di **flagello** di tutto il corpo umano. Esso permette spostamenti grazie a movimenti "a cavatappo".

Gli spermatozoi mancano di molte strutture intra-cellulari e di riserve di glicogeno, per cui devono assorbire nutrienti (per lo più fruttosio) dal fluido che li circonda.

Durante la spermatogenesi gli spermatozoi vanno incontro a maturazione morfologica. E' nelle **vie spermatiche** che avviene la loro maturazione funzionale. Dopo la loro maturazione essi vengono trasportati lungo i tubuli retti, e, attraverso la rete testis, nell'**epididimo**, il cui lume è rivestito da un epitelio cilindrico pseudostratificato con lunghe stereociglia. L'epididimo è localizzato lungo il margine posteriore del testicolo, e si caratterizza come un lungo tubulo ripiegato e avvolto su stesso a formare piccole circonvoluzioni a spirale. Può essere suddiviso in:

- **Testa**: Tratto superiore che riceve gli spermatozoi dai condotti efferenti che provengono dal mediastino testicolare.
- **Corpo**: Inizia dall'ultimo condotto efferente e si estende inferiormente lungo il margine posteriore del testicolo.
- **Coda**: Il punto in cui l'epididimo cambia direzione e si fa ascendente. In questo tratto cambia anche l'epitelio e scompaiono le ciglia. La coda si prosegue poi nel dotto deferente.

Le principali funzioni dell'epididimo sono : controllo e modificazione della composizione del fluido prodotto dai tubuli seminiferi, riciclaggio degli spermatozoi alterati, accumulo degli spermatozoi e facilitazione del processo di maturazione funzionale (che si completa con il processo di **capacitazione**).

Il **dotto deferente** inizia come coda dell'epididimo, risale, come parte del funicolo spermatico, attraverso il canale inguinale, passa posteriormente alla vescica urinaria curvando inferiormente

lungo la superficie laterale della stessa, verso il margine postero superiore della prostata. Qui si espande in una porzione definita **ampolla** deferenziale, costituito da uno strato di muscolatura liscia le cui contrazioni hanno lo scopo di far progredire gli spermatozoi e il fluido lungo il condotto. Il tratto terminale di ciascuna ampolla si unisce alla base della rispettiva vescichetta seminale per formare il **dotto eiaculatore**, un breve condotto che, penetrando attraverso la capsula della prostata, si apre nell'uretra.

L'uretra maschile rappresenta un via di passaggio comune agli apparati urinario e genitale.

Le **ghiandole annesse all'apparato genitale maschile** vanno a contribuire alla produzione della maggior parte del liquido seminale. Esse sono: **vescichette seminali**, **prostata** e **ghiandole bulbouretrali**. La loro funzione primaria è attivare gli spermatozoi, fornire loro nutrienti necessari per la motilità e produrre sostanze tampone in grado di neutralizzare l'acidità di uretra e vagina.

Le **vescichette seminali** si trovano tra la parete posteriore della vescica e la parete anteriore del retto. Sono ghiandole molto attive dotate di un epitelio di rivestimento cilindrico pseudostratificato, le cui secrezioni contribuiscono per il 60% al volume del liquido seminale. Il fluido prodotto contiene concentrazioni alte di fruttosio, che vengono velocemente metabolizzate dagli spermatozoi, e grazie alle quali iniziano a battere il flagello divenendo molto mobili.

La **prostata** è un piccolo organo ghiandolare (ghiandole tubulo-alveolari composte) con una ricca componente fibro-muscolare di forma rotondeggiante. Produce il **liquido prostatico**, una secrezione lievemente acida che contribuisce per il 20-30% al volume del liquido seminale, oltre a secernere la **plasmina seminale**, un composto che può contribuire a prevenire infezioni del tratto urinario maschile.

Le **ghiandole bulbouretrali** (ghiandole di Cowper) sono 2 piccoli corpuscoli rotondeggianti situati alla base del pene, compresi nello spessore del diaframma urogenitale. Sono ghiandole tuboalveolari mucose che secernono un muco denso, appiccicoso e alcalino che contribuisce a neutralizzare l'acidità dell'urina che può permanere nell'uretra, oltre che lubrificare l'apice del pene.

Il volume di sperma (2-5ml) rilasciato durante una normale eiaculazione viene definito **eiaculato**. Esso contiene:

- Spermatozoi.
- Liquido seminale: Una composizione di ioni e nutrienti peculiare proveniente dalle secrezioni combinate di vescichette seminali (60%), prostata (30%), cellule di Sertoli ed epididimo (5%), ghiandole bulbouretrali (5%).
- Enzimi: come una proteasi che contribuisce a dissolvere il muco vaginale e la plasmina seminale, enzima antibatterico.

Il **pene** è un organo tubulare che ha il compito di condurre l'urina verso l'esterno del corpo e lo sperma all'interno della vagina durante il rapporto sessuale. Viene suddiviso in tre regioni:

- **Radice**: porzione fissa che connette il pene ai rami dell'ischio nell'ambito del triangolo urogenitale.
- **Corpo (asta)**: Porzione mobile che contiene 3 masse di **tessuto erettile**. In stato di riposo, le fibrocellule muscolari sono in tensione, riducendo l'apporto ematico al tessuto erettile; in seguito a stimolazione parasimpatica, la muscolatura liscia delle pareti arteriose si rilassa, i vasi si dilatano, il flusso sanguigno aumenta, i canali vascolari vengono riempiti di sangue e

si manifesta l'**erezione**. Sulla superficie ventrale del pene si trovano i **corpi cavernosi** cilindrici, che si dirigono, a livello della base, a formare la **crura** (radici del pene), connettendosi al rispettivo ramo ischiatico con legamenti di tessuto connettivo. Ogni corpo cavernoso contiene un'**arteria profonda del pene**. L'uretra penina è circondata dal **corpo spongioso**, un manicotto di tessuto erettile che si estende dal diaframma urogenitale all'apice del pene, dove si espande a formare il glande. Il **bulbo** del pene rappresenta l'estremità prossimale ispessita del corpo spongioso.

- **Glande:** Porzione distale espansa che contiene l'orifizio uretrale. L'apice del pene è circondato dal **prepuzio**, una piega cutanea che inizia in corrispondenza del collo del pene; esso contiene **ghiandole del prepuzio** che secernono una sostanza cerosa (**smegma**)

Il rilascio dello sperma avviene in due fasi:

- **Emissione:** Il sistema nervoso simpatico coordina le contrazioni peristaltiche che miscelano le componenti fluide dello sperma all'interno delle vie spermatiche.
- **Eiaculazione:** Avviene con potenti contrazioni ritmiche a carico dei muscoli ischiocavernoso e bulbocavernoso, situati nel pavimento pelvico. Le contrazioni di entrambi i muscoli sono controllate da riflessi che coinvolgono i tratti lombare inferiore, e sacrale superiore del midollo spinale.

### APPARATO GENITALE FEMMINILE

L'apparato genitale femminile ha lo scopo di produrre gameti funzionali, oltre che di fornire le condizioni necessarie allo sviluppo e al nutrimento dell'embrione. E' composto da:

- **Ovaie**
- **Tube uterine (tube di Falloppio o ovidotti)**
- **Utero**
- **Vagina**
- **Genitali esterni**

Ovaie, tube uterine e utero sono compresi nello spessore di un esteso legamento peritoneale noto come **legamento largo**. Le tube uterine si estendono lungo il margine superiore del legamento largo e sono stabilizzate da una sua piega definita **mesosalpinge**, mentre un'altra piega, il **mesovario**, stabilizza la posizione di ciascun ovaio. I legamenti larghi si connettono alle pareti laterali e al pavimento della cavità pelvica, dove continuano con il peritoneo parietale, formando due tasche: il **cavo rettouterino** (di Douglas) si forma tra la parete posteriore dell'utero e la parete anteriore del retto; il **cavo vescicouterino** si forma tra la parete anteriore dell'utero e la parete posteriore della vescica. Il legamento largo ha lo scopo di limitare i movimenti di rotazione e laterali dell'utero e dei genitali associati.

Le **ovaie** sono piccoli organi pari di forma ovalare appiattita situati nei pressi delle pareti laterali della cavità pelvica. Producono gameti ed ormoni. La loro posizione è stabilizzata dal mesovario e da un paio di legamenti di supporto: il **legamento utero-ovarico** (parete laterale dell'utero – superficie mediale dell'ovaio) e il **legamento sospensore** (superficie laterale dell'ovaio – parete pelvica). Quest'ultimo è il vero mezzo di fissità dell'ovaio, e nel suo spessore contiene l'**arteria ovarica**, la **vena ovarica**, che, insieme a nervi e vasi linfatici si connettono all'ovaio a livello dell'**ilo**. La superficie di ciascun ovaio è rivestito da un epitelio cubico semplice detto **epitelio geminativo**, che a sua volta riveste uno strato di connettivo denso detto **tonaca albuginea**. Il parenchima ovarico può essere suddiviso in una zona corticale, più esterna, dove ha luogo la produzione di gameti, e in una zona midollare in profondità.

L'**ovogenesi** è il processo che porta alla produzione di gameti femminili; comincia dalla nascita, rimane silente fino alla pubertà, dove si svolge con ciclicità mensile (**ciclo ovarico**), e termina con la menopausa.

Le cellule staminali femminili, gli **ovogoni**, a differenza di quelle maschili, completano le loro divisioni mitotiche prima della nascita; pertanto, fin dalla nascita, nelle due ovaie sono presenti circa 2 milioni di **ovociti primari** alloggiati all'interno di formazioni specializzate costituite da uno strato di epitelio follicolare pavimentoso, andando a formare il **follicolo ovarico primordiale**. Alla pubertà, l'aumento di concentrazione dell'ormone FSH ipofisario dà il via al ciclo ovarico, suddivisibile in varie tappe:

- **Formazione dei follicoli primari:** I follicoli primordiali si trasformano in **follicoli primari**. Le cellule follicolari diventano più grandi, e si viene a creare uno spazio tra l'ovocita in via di sviluppo e le cellule follicolari più interne, definito **zona pellucida**. Le cellule follicolari, definite **cellule della granulosa**, forniscono in questo stadio i nutrienti necessari all'ovocita in via di sviluppo. In questa fase le cellule dello stroma ovarico formano uno strato di **cellule tecali** attorno al follicolo, e, insieme alle cellule della granulosa, lavorano per rilasciare ormoni steroidei chiamati **estrogeni**. La funzione degli estrogeni è stimolare l'accrescimento osseo e muscolare, mantenere i caratteri sessuali secondari, e la funzionalità degli organi costituenti le vie genitali e le ghiandole annesse, oltre che provvedere alla riparazione della mucosa interna. L'**estradiolo** è il principale ormone che viene rilasciato in questa fase che precede l'ovulazione.
- **Formazione dei follicoli secondari:** Avviene un aumento dello spessore della parete follicolare, e le cellule follicolari più interne iniziano a produrre il **liquido follicolare** che si accumula all'interno di piccole cavità fino a separare gli strati follicolari esterni ed interni.
- **Formazione del follicolo terziario:** Intorno all'8-10° giorno dall'inizio del ciclo ovarico le ovaie contengono un solo follicolo secondario destinato a proseguire il suo sviluppo. Dal 10° al 14° giorno avviene la trasformazione in **follicolo terziario (follicolo ovarico maturo)** o follicolo di Graaf, in cui l'ovocita si proietta nella porzione centrale espansa, l'**antro follicolare**. Da qui comincia la prima divisione meiotica che porta alla formazione di un **ovocita secondario** e di un **globulo polare**. L'ovocita secondario prosegue fino alla metafase della II divisione meiotica che non viene completata fino a che non avviene la fecondazione; quando ciò avviene si produce una cellula uovo e un secondo globulo polare. In definitiva l'ovogenesi produce una singola cellula uovo.
- **Ovulazione:** Avviene al 14° giorno di un ciclo di 28 giorni, ed è il momento del rilascio del gamete. Le cellule follicolari formano una **corona radiata** attorno all'ovocita. Quando il follicolo si rompe, il contenuto follicolare, compreso l'ovocita, viene riversato nella cavità peritoneale. L'ovulazione viene provocata dall'aumento della concentrazione dell'ormone LH provocata dal picco di estrogeni prodotti dal follicolo maturo. La fase che va dall'inizio del ciclo ovarico al completamento dell'ovulazione viene definita **fase follicolare**.
- **Formazione del corpo luteo:** A seguito dell'espulsione dell'ovocita, le cellule follicolari rimanenti invadono l'area e proliferano sotto l'effetto dell'ormone LH, andando a formare il **corpo luteo**, organo endocrino di breve durata. I lipidi del corpo luteo secernono ormoni steroidei noti come **progestinici**, tra i quali il principale è il **progesterone**, ormone principale del periodo post-ovulatorio, la cui funzione principale è quella di preparare l'utero per la gravidanza.
- **Formazione del corpus albicans:** Se non avviene la fecondazione, il corpo luteo comincia a degenerare dopo 12 giorni dopo l'ovulazione, con crollo dei livelli di estrogeni e progesterone. I fibroblasti trasformano il corpo luteo in **corpus albicans**, segnando la fine del ciclo ovarico. La **fase luteinica** del ciclo ovarico va dal momento dell'ovulazione

all'involutione del corpo luteo, e dura 14 giorni. Il crollo dei livelli di estrogeni e progesterone richiama la secrezione ipotalamica di **ormone stimolante il rilascio delle gonadotropine (GnRH)** che stimola la produzione di FSH e LH da parte dell'ipofisi, così da far ricominciare un nuovo ciclo.

Normalmente solo un ovocita secondario viene espulso dalla cavità pelvica; tutti gli altri vanno incontro ad **atresia**.

Le **tube uterine** sono condotti cavi che oltre a fungere da trasportatori dell'ovocita secondario, forniscono un ambiente ricco di nutrienti, contenente lipidi e glicogeno utili sia agli spermatozoi che agli embrioni in via di sviluppo. Ogni tuba può essere divisa in 4 regioni:

- **Infundibolo:** È l'estremità più vicina all'ovaio. Presenta numerose proiezioni digitiformi dette **fimbrie**.
- **Ampolla:** È la porzione intermedia della tuba. È qui che ha luogo la fecondazione.
- **Istmo:** L'ampolla termina con l'istmo, un breve segmento adiacente alla parete uterina.
- **Parte Uterina:** È la porzione della tuba che si apre nella cavità uterina.

L'epitelio cilindrico semplice che riveste la tuba è formato da cellule ciliate secernenti, mentre la mucosa è circondata da strati di muscolatura liscia. Le contrazioni simultanee delle cellule muscolari e i movimenti della ciglia permettono il trasporto di materiali lungo la tuba.

L'**utero** è un piccolo organo a forma di pera che fornisce protezione meccanica, nutrimento e rimozione dei rifiuti all'embrione in via di sviluppo. In condizioni fisiologiche, è in posizione di **antiflessione**, ovvero piegato in avanti in prossimità della base, giacendo sulla faccia superiore e posteriore della parete uterina; se invece si piega indietro verso il sacro, si parlerà di **retroflessione**. Oltre al **legamento largo**, tre paia di legamenti rendono stabile la posizione dell'utero limitandone i movimenti:

- **I legamenti utero-sacrali:** Si estendono dalle pareti laterali dell'utero alla faccia anteriore del sacro.
- **I legamenti rotondi:** Hanno origine sui margini laterali dell'utero, subito al di sotto delle tube uterine, e, attraversando il canale inguinale, terminano nel tessuto connettivo dei genitali esterni.
- **I legamenti cardinali:** Si estendono dalla base dell'utero e vagina alle pareti laterali delle pelvi.

Si possono individuare tre porzioni dell'utero:

- Il **corpo:** È la porzione più voluminosa.
- Il **fondo:** È la porzione arrotondata del corpo, situata superiormente all'attacco delle tube uterine.
- Il **collo (cervice):** È la porzione inferiore dell'utero, che va dall'istmo alla vagina. Il collo si proietta all'interno della vagina formando una superficie curva che circonda l'**orifizio uterino esterno**, grazie al quale la vagina comunica con il **canale cervicale**, un canale ristretto che si apre nella **cavità uterina** del corpo grazie all'**orifizio uterino esterno**.

La parete uterina è costituita da tre strati muscolari:

- **Miometrio:** È lo strato muscolare esterno. Rappresenta il 90% della massa dell'utero. Le sue contrazioni risultano fondamentali per spingere il feto dall'utero alla vagina.
- **Endometrio:** Chiamato anche tonaca mucosa, è uno strato interno ghiandolare, che, sotto l'influenza di ormoni estrogeni, subisce e provoca modifiche, durante le varie fasi del ciclo, che interessano anche i tessuti circostanti. Può essere suddiviso in uno **strato basale** esterno

(connette l'endometrio al miometrio) e uno **strato funzionale**, interno, vicino alla cavità uterina, che contiene la maggior parte delle ghiandole uterine.

- **Perimetrio:** Una membrana sierosa che ricopre in maniera incompleta il fondo e la faccia anteriore e posteriore del corpo uterino, in continuità con il rivestimento peritoneale.

La vascolarizzazione dell'utero avviene ad opera di rami delle **arterie** e **vene uterine** e **ovariche** oltre che di numerosi vasi linfatici. I rami delle arterie uterine formano, all'interno del miometrio, le **arterie arcuate** che circondano l'endometrio. Da quest'ultime originano le **arterie radiali** da cui originano a loro volta le **arterie rette** che vascolarizzano lo strato basale dell'endometrio, e le **arterie spirali** che irrorano lo strato funzionale.

Il **ciclo uterino** (ciclo mestruale) ha una durata media di 28 giorni e può essere suddiviso in tre fasi:

- **Fase mestruale (mestruazione):** In questa fase, che dà il via al ciclo uterino, e che dura 1-7 giorni, avviene la completa distruzione dello strato funzionale dell'endometrio. Il sangue scorre nel connettivo dello strato funzionale e passa poi, unitamente all'endometrio degenerato, nel lume uterino, e, attraverso l'orifizio uterino esterno, nella vagina. Questa fase si verifica in seguito alla diminuita concentrazione di estrogeni e progestinici al termine del ciclo ovarico, e continua fino a quando il gruppo successivo di follicoli raggiunge un grado di sviluppo tale da produrre alti livelli di estrogeni.
- **Fase proliferativa:** Nei giorni successivi alla fase mestruale, sotto l'azione degli estrogeni circolanti, le cellule epiteliali delle ghiandole si moltiplicano e diffondono attraverso la superficie endometriale, ripristinando l'integrità dell'epitelio uterino. Questo processo avviene nel momento in cui i follicoli primari e secondari aumentano di dimensioni, ed è stimolata dagli estrogeni secreti dai follicoli in via di sviluppo.
- **Fase secretiva:** Durante questa fase, sotto la stimolazione di estrogeni e progestinici prodotti dal corpo luteo, le ghiandole endometriali si dilatano e incrementano le loro secrezioni. Il ciclo uterino termina quando termina la produzione ormonale da parte del corpo luteo; ha inizio quindi un nuovo ciclo, con la fase mestruale e la desquamazione dello strato funzionale.

Per **menarca** si intende il primo ciclo uterino (pubertà), mentre con **menopausa** si intende il momento in cui si manifesta l'ultimo ciclo uterino (45-55anni).

La **vagina** è un condotto muscolo-mucoso che si estende dal collo dell'utero al vestibolo, uno spazio delimitato dai genitali esterni. La vagina decorre parallelamente all'intestino retto, con il quale si trova posteriormente a contatto, mentre anteriormente l'uretra decorre lungo la parete della vagina, nel tratto che va dalla vescica urinaria alla sua apertura nel vestibolo. All'estremità prossimale della vagina, il collo dell'utero si proietta nel **canale vaginale** formando un recesso poco profondo chiamato **fornice**. La vagina svolge tre funzioni principali:

- Via di passaggio per l'eliminazione del flusso mestruale.
- Riceve il pene e gli spermatozoi durante l'accoppiamento.
- È l'ultimo canale del parto, attraverso il quale passa il feto.

Vagina e vestibolo sono separati per mezzo di una piega elastica di tessuto epiteliale, l'**imene**. I muscoli bulbocavernosi circondano i lati dell'orifizio vaginale ricoprendo i **bulbi del vestibolo**, ammassi di tessuto erettile ai lati dell'ingresso della vagina. La vagina contiene una popolazione batterica che produce secrezioni acide capaci di limitare la crescita di agenti patogeni; le sostanze tampone prodotte contenute nel liquido seminale riducono questa acidità permettendo la motilità degli spermatozoi.

Il lume vaginale è rivestito da un epitelio pavimentoso pluristratificato (non cheratinizzato) che in stato di riposo si solleva in pieghe chiamate **rughe**.

La regione che comprende gli organi genitali esterni femminili viene chiamata **vulva** (o pudendo). La vagina si apre nel **vestibolo**, uno spazio delimitato dalle **piccole labbra**; l'uretra termina anch'essa a livello del vestibolo, ma anteriormente all'orifizio vaginale. Anteriormente all'orifizio uretrale si proietta nel vestibolo il **clitoride**, costituito da tessuto connettivo erettile omologo ai corpi cavernosi del pene. Nel bulbo vestibolare sono comprese le **ghiandole vestibolari maggiori** (ghiandole di Bartolino) che riversano tramite due dotti escretori le loro secrezioni nel vestibolo, nei pressi dei margini posterolaterali dell'orifizio vaginale. I limiti esterni della vulva sono segnati dal **monte di Venere** (sporgenza dovuta a tessuto adiposo sottocutaneo che si trova anteriormente alla sinfisi pubica) e dalle **grandi labbra** (circondano le piccole labbra e le secrezioni del vestibolo). Ghiandole sebacee e sudoripare apocrine riversano il loro secreto a livello della superficie interna delle grandi labbra.

Le **ghiandole mammarie** producono il latte per lo svezzamento del neonato. Esse si trovano una per lato sulla faccia anteriore del torace, nel tessuto sottocutaneo del **cuscinetto adiposo pettorale**. Ogni mammella termina anteriormente con una sporgenza conica chiamata **capezzolo**, punto nel quale i dotti delle sottostanti ghiandole mammarie si aprono sulla superficie corporea. Il capezzolo è circondato da una regione chiamata **areola**, di colorito rosa scuro e aspetto granulare per la presenza di sottostanti ghiandole sebacee. Il parenchima ghiandolare della mammella è diviso in lobi secernenti, che, attraverso dei dotti lobulari convergono a formare un solo **dotto galattofaro** che, a livello del capezzolo, si espandono a formare **seni galattofari**. Il sistema di dotti è circondato da tessuto connettivo denso che forma i **legamenti sospensori della mammella**, mentre uno strato di tessuto connettivo lasso separa il complesso mammario dai sottostanti muscoli pettorali.

### **APPARATO LINFATICO**

Il **sistema linfatico** è costituito da diverse componenti:

- La **linfa** è il tessuto connettivo fluido trasportato e regolato da questo sistema. Ha una composizione simile al plasma, ma contiene una minore concentrazione di proteine.
- I **vasi linfatici** all'interno dei quali scorre la linfa che viene convogliata nella circolazione venosa.

- I **linfociti** sono le cellule che si trovano in sospensione all'interno della linfa e sono deputate alla risposta immunitaria.
- **Tessuti Linfoidi e Organi Linfoidi**: Si classificano in **primari** (timo e midollo osseo), responsabili dello sviluppo e della maturazione dei linfociti, e **secondari** (linfonodi, tonsille, appendice, polpa bianca della milza, placche di Peyer), dove i linfociti immaturi o attivati si dividono per produrre cellule dello stesso tipo.

Le funzioni principali del sistema linfatico sono:

- Produzione, mantenimento e distribuzione dei linfociti.
- Mantenimento della **volemia** (volume sanguigno) ed eliminazione delle variazioni locali nella composizione chimica del fluido interstiziale (flusso di acqua e soluti dal plasma al fluido interstiziale e ritorno alla circolazione stessa attraverso i vasi linfatici).
- Via alternativa per il trasporto di ormoni, sostanze nutritive (alcuni lipidi) e sostanze di scarto.

### STRUTTURA DEI VASI LINFATICI

A differenza dei vasi sanguigni, i **vasi linfatici** veicolano la linfa solo dalla periferia alla circolazione venosa. Si differenziano in **capillari linfatici** (o terminali linfatici) e **dotti/tronchi linfatici** (vasi collettori).

I capillari linfatici differiscono dai capillari sanguigni per:

- Maggiore diametro.
- Pareti più sottili per la mancanza di una lamina basale continua.
- Aspetto irregolare e appiattito.
- Elevata permeabilità a causa delle interruzioni presenti tra le cellule endoteliali che non presentano giunzioni serrate tra loro. Queste interruzioni sono sufficientemente larghe da lasciar passare nei capillari non solo il fluido interstiziale con i soluti disciolti, ma anche virus, detriti cellulari o batteri presenti in un tessuto danneggiato o infetto.

Nell'intestino tenue, dove trasportano i lipidi assorbiti, i capillari linfatici sono molto sviluppati e vengono chiamati **vasi chiliferi**.

I capillari linfatici sono presenti nella maggior parte dei tessuti, mancando in quelli non vascolarizzati (matrice ossea e cartilagine, cornea, epidermide, orecchio interno, midollo osseo, SNC.).

Dai capillari linfatici la linfa passa in vasi linfatici di calibro sempre maggiore, fino ai tronchi linfatici della cavità toracica e addomino-pelvica. Come le vene, anche i grossi vasi linfatici presentano valvole interne molto ravvicinate, che permettono il flusso della linfa in un'unica direzione, evitandone il reflusso. Le contrazioni ritmiche della muscolatura liscia presente nella parete dei vasi linfatici, della muscolatura scheletrica, e i movimenti respiratori lavorano insieme per favorire il movimento della linfa nei vasi linfatici.

Con **linfedema** si intende la compromissione o l'ostruzione di un vaso linfatico, o di una valvola; in tale circostanza il drenaggio linfatico rallenta e il volume di fluido interstiziale aumenta progressivamente.

La linfa che scorre nei capillari linfatici viene raccolta da due gruppi di vasi linfatici:

- **Vasi linfatici superficiali**: Decorrono insieme alle vene superficiali e si trovano nel sottocute, nel tessuto connettivo lasso delle membrane mucose (apparato digerente, respiratorio, urinario e riproduttivo) e sierose (cavità pleurica, pericardica e peritoneale).

- **Vasi linfatici profondi:** Grossi vasi che accompagnano il decorso di arterie e vene profonde raccogliendo la linfa proveniente dalla muscolatura scheletrica e da altri organi di collo/arti/tronco oltre che visceri della cavità toracica e addominopelvica.

Nel tronco i vasi linfatici superficiali e profondi convergono a formare vasi di calibro maggiore detti **tronchi linfatici** (tronchi lombari, intestinali, broncomediastinici, succlavii e giugulari). A loro volta i tronchi linfatici si svuotano in due grossi vasi collettori, chiamati **dotti linfatici**, che convogliano la linfa nella circolazione venosa. Essi sono:

- **Dotto toracico (linfatico sinistro):** Raccoglie la linfa dalla porzione sottodiaframmatica del corpo e dalla metà sinistra sopradiaframmatica. Inizia anteriormente a livello di L2, con una camera sacciforme chiamata **cisterna del chilo**, che riceve la linfa dai tronchi lombare destro, sinistro e dai tronchi intestinali. Dalla sua origine risale nel torace passando attraverso lo iato aortico e, dopo aver raccolto la linfa dai tronchi bronco-mediastinico sx, succlavio sx e giugulare sx, si svuota nel punto di confluenza della vena succlavia sx con la base della vena giugulare interna sx.
- **Dotto linfatico destro:** Drena la metà dx del corpo al di sopra del diaframma, ricevendo la linfa da piccoli vasi linfatici, svuotandosi nel sistema venoso nel punto in cui confluiscono la vena giugulare interna destra e la succlavia destra.

## LINFOCITI

I linfociti sono le cellule del sistema linfatico e sono deputati all'immunità specifica. Vengono attivati in seguito al riconoscimento di microrganismi invasori, cellule somatiche anomale e/o proteine estranee, e intervengono mediante attacchi sia fisici che chimici; viaggiano lungo il corpo trasportati dal sangue, raggiungono i tessuti periferici e ritornano nella circolazione sanguigna attraverso il sistema linfatico. Esistono tre classi differenti di linfociti:

- **Linfociti T (timo-dipendenti):** Rappresentano l'80% dei linfociti circolanti, originano dal midollo osseo e poi migrano al timo dove si differenziano e diventano immunocompetenti. Si suddividono in **linfociti T citotossici**, responsabili dell'**immunità cellulo mediata**, attaccando cellule estranee o virus mediante contatto diretto; **linfociti T Helper** o **soppressori** che regolano la risposta immunitaria controllando l'attivazione e l'attività dei linfociti B; **linfociti T di memoria** che vengono prodotti in seguito all'esposizione ad un particolare antigene, potendo rimanere silenti a lungo e attivandosi solo quando l'antigene si ripresenta a contatto con l'organismo.
- **Linfociti B (bone marrow derived):** Originano e divengono immunocompetenti nel midollo osseo. Rappresentano il 10%-15% dei linfociti circolanti. In seguito a stimolazione antigenica si differenziano in **plasmacellule** deputate alla produzione di **anticorpi** (chiamati anche immunoglobuline) proteine solubili che reagiscono con specifici bersagli chimici, gli **antigeni** (brevi sequenze amminoacidiche di un complesso proteico). Il complesso antigene-anticorpo porta alla neutralizzazione e alla distruzione dell'antigene. Gli anticorpi si diffondono nel sangue, e sono responsabili dell'**immunità umorale**. Dai linfociti B derivano anche i **linfociti B di memoria** che vengono attivati quando un antigene ricompare nell'organismo.
- **Linfociti NK (natural killer):** Rappresentano il 5%-10% dei linfociti circolanti. Effettuano un controllo costante dei tessuti periferici (**sorveglianza immunitaria**) attaccando cellule estranee, cellule normali infettate da virus e cellule cancerose che compaiono in tessuti normali.

La **risposta immunitaria** mediata dai linfociti può essere di due tipi:

- **Immunità cellulo-mediata:** Attacco ad opera dei linfociti T attivati.
- **Immunità anticorpo-mediata:** Attacco ad opera di anticorpi circolanti prodotti dalle plasmacellule derivate dai linfociti B.

Dopo la comparsa di un antigene, un macrofago lo fagocita esponendo frammenti antigenici sulla propria membrana plasmatica, in modo da esporli ai linfociti T (**presentazione antigenica**). I recettori specifici presenti sulla membrana dei linfociti legano specificamente l'antigene attivando la risposta immunitaria. La capacità di un linfocita di riconoscere uno specifico antigene viene definita **immunocompetenza**.

I linfociti hanno un ciclo vitale più lungo delle altre cellule del sangue e si mantengono grazie ad un processo noto come **linfopoiesi** che avviene nel midollo osseo o nel timo. Grazie a questo processo, le cellule staminali linfoidi pluripotenti, sotto l'influenza di interleuchina-7 presenti nel midollo osseo producono cellule staminali linfocitarie con due diversi destini:

- Alcune rimangono nel midollo osseo e si dividono a produrre linfociti NK e B che subito acquisiscono l'immunocompetenza. I primi circolano continuamente nei tessuti periferici, mentre i linfociti B risiedono nei linfonodi, nella polpa bianca della milza e nei tessuti linfatici.
- Le altre cellule staminali migrano nel timo, dove, sotto l'effetto di ormoni timici producono cellule figlie che vanno incontro a maturazione funzionale in linfociti T. Quest'ultimi migrano poi nella milza, nel midollo osseo e negli organi linfoidi.

Si definisce **tessuto linfoide** un particolare tipo di tessuto connettivo nel quale predominano i linfociti. Gli **organi linfoidi secondari** sono aggregati di linfociti fittamente stipati in una rete di sostegno di fibre reticolari; hanno forma tipicamente ovalare, non sono circondati da una capsula fibrosa, e si trovano all'interno della parete di vari segmenti del tratto digerente (ileo, appendice, cistifellea); spesso mostrano una zona centrale pallida, il **centro germinativo**, contenente linfociti B. Gli aggregati linfoidi sparsi lungo il sistema digerente forma il **MALT (tessuto linfoide associato alle mucose)**. Gli organi linfoidi presenti nella parete della faringe prendono il nome di **tonsille**; nell'organismo umano ne esistono 5:

- Un'unica **tonsilla faringea (adenoide)**
- Un paio di **tonsille palatine**
- Un paio di **tonsille linguali**.

Le **placche di Peyer** sono aggregati linfoidi presenti nell'intestino tenue; inoltre le pareti dell'appendice contengono un ammasso di noduli linfatici fusi.

#### **ORGANI LINFOIDI**

Gli organi linfoidi presentano una capsula fibrosa connettivale che li separa dai tessuti circostanti. Essi sono: i **linfonodi**, la **milza**, il **timo**.

I **linfonodi** sono piccoli organi linfoidi di forma ovalare rivestiti da una capsula fibrosa connettivale densa che crea, all'interno dell'organo, setti fibrosi chiamati **trabecole**. Ogni linfonodo possiede dei vasi **linfatici afferenti**, che recano al linfonodo la linfa proveniente dai tessuti periferici, e dei **vasi linfatici efferenti** collocati nella regione dell'**ilo** del linfonodo, dove sono presenti anche vasi sanguigni e nervi. La linfa che circola nel linfonodo attraversa dapprima la regione chiamata **seno sottocapsulare** che presenta fibre reticolari, macrofagi e cellule dendritiche che attivano i linfociti T. Successivamente la linfa fluisce nella regione della **corticale esterna** dove sono presenti linfociti B aggregati, per poi raggiungere la **corticale profonda**, dove sono presenti i linfociti T. Infine la linfa raggiunge la zona **midollare** dove plasmacellule e linfociti B sono organizzati in formazioni chiamate **cordoni midollari**, per poi passare attraverso il **seno midollare**, raggiungere i vasi efferenti, e lasciare infine il linfonodo. In sostanza i linfonodi agiscono come filtri che rimuovono il 99% degli antigeni, purificando la linfa prima che questa raggiunga la circolazione venosa. I linfonodi di maggiori dimensioni prendono il nome di **ghiandole linfatiche**, e sono presenti in aree particolarmente suscettibili a lesioni o a invasioni come il collo, le ascelle e l'inguine. Tra essi menzioniamo i **linfonodi cervicali, ascellari, poplitei, inguinali, toracici, addominali** e il **tessuto linfoide delle placche di Peyer, i linfonodi intestinali e mesenterici**.

Il **timo** si trova posteriormente al manubrio sternale, nella porzione superiore del mediastino. Raggiunge le sue massime dimensioni in età puberale, permettendo la maturazione di un adeguato numero di linfociti T delle diverse popolazioni, in modo da permettere al sistema immunitario un'efficace risposta alla maggior parte dei patogeni (immunità acquisita). E' rivestito da una capsula che lo divide in due **lobi timici**, a loro volta suddivisi in **lobuli** da **setti** che si estendono dalla capsula. Ogni lobulo è formato da una densa zona **corticale** esterna e da una **midollare centrale**. La zona corticale contiene le cellule staminali linfoidi che si dividono producendo cellule figlie che maturano in linfociti T, migrando poi nella zona midollare. Nella zona midollare sono presenti invece **cellule reticolari** (organizzate in formazioni chiamate **corpuscoli timici di Hassall**) che producono ormoni timici responsabili del differenziamento dei linfociti T. I capillari del timo, simili a quelli del SNC, non permettono liberi scambi tra il liquido intestiziale e il sangue (**barriera ematotimica**); ciò previene la prematura stimolazione dei linfociti T in via di sviluppo da parte di antigeni circolanti.

La **milza** è l'organo linfoide di dimensioni maggiori. Essa svolge, nei confronti del sangue, le stesse funzioni svolte dai linfonodi nei confronti della linfa:

- Rimuove le cellule del sangue anomale tramite fagocitosi.
- Accumula ferro derivante dal riciclaggio dei globuli rossi.
- Da inizio alla risposta immunitaria mediata da linfociti B e T in seguito a contatto con gli antigeni presenti nel sangue.

La milza si estende dalla IX alla XI costa di sinistra, lungo il margine laterale dello stomaco cui è connessa mediante il **legamento gastrosplenico** (o **gastrolienale**). E' incuneata tra stomaco (**area gastrica**), diaframma (**faccia diaframmatica**) e rene (**area renale**). La sua faccia viscerale (area gastrica e renale) presenta l'**ilo** con l'**arteria splenica**, la **vena splenica** e i **vasi linfatici**. E' delimitata da una capsula connettivale composta da fibre collagene ed elastiche. Le componenti cellulari all'interno formano la **polpa**, che si suddivide in:

- **Polpa rossa**: contiene eritrociti e linfociti.
- **Polpa bianca**: contiene macrofagi.

### **APPARATO CARDIOVASCOLARE**

L'apparato cardiovascolare è costituito dal complesso di **cuore** (la pompa, composta da **due atri**, destro e sinistro, e **due ventricoli** destro e sinistro. Ad ogni battito, si contraggono prima gli atri e poi i ventricoli.), **sangue** (il fluido pompato), **arterie** (condotti che trasportano il sangue lontano dal

cuore), **vene** (condotti che riportano il sangue al cuore) e **capillari** (piccoli vasi “di scambio” che connettono arterie e vene permettendo lo scambio di sostanze nutritive e di rifiuto tra sangue e tessuti circostanti.).

Il sangue scorre attraverso due circolazioni separate:

- La **circolazione polmonare** che, per mezzo delle **arterie polmonari** e delle **vene polmonari** trasporta il sangue ricco di anidride carbonica dal cuore ai polmoni, per riportare poi il sangue ricco di ossigeno di nuovo al cuore.
- La **circolazione sistemica** che, per mezzo delle **arterie sistemiche** e delle **vene sistemiche** trasporta il sangue ricco di ossigeno dal cuore ai tessuti periferici, riportando il sangue ricco di anidride carbonica di nuovo al cuore.

Il cuore si trova, posteriormente allo sterno, nella **cavità pericardica**, sita nel mediastino, tra le cavità pleuriche. Il **pericardio** che avvolge il cuore e riveste la cavità pericardica può essere suddiviso in due strati:

- **Pericardio fibroso**: è lo strato più esterno del pericardio. Fornisce ancoraggio fibroso alla base del mediastino (con il diaframma).
- **Pericardio sieroso**: sito in profondità, è composto a sua volta da due strati di membrana: un **pericardio viscerale** (epicardio) che riveste la superficie del cuore e un **pericardio parietale** che aderisce alla superficie interna del pericardio fibroso.

Lo spazio delimitato dal pericardio viscerale e dal pericardio parietale è definito **cavità pericardica**. Al suo interno è presente il **liquido pericardico**, secreto dalle sierose pericardiche, con azione lubrificante e di riduzione degli attriti.

## STRUTTURA DELLA PARETE CARDIACA

La parete del cuore risulta costituita (dall'esterno verso l'interno) da tre strati distinti:

- **Epicardio**: Corrisponde al pericardio viscerale che riveste la superficie interna del pericardio fibroso.
- **Miocardio**: Composto da strati di tessuto muscolare cardiaco, tessuto connettivo, basi sanguigni e nervi. Il miocardio atriale è sottile e contiene strati che si dispongono a formare un 8. Il miocardio ventricolare è molto più spesso, e l'orientamento dei cardiomiociti varia da strato a strato (gli strati profondi si dispongono a spirale.)
- **Endocardio**: E' l'epitelio pavimentoso semplice che riveste la superficie interna del cuore.

Le cellule cardiache sono i **cardiomiociti** (oppure **miocardiociti**), caratterizzate dall'aver piccole dimensioni, un solo nucleo posizionato al centro, e miofibrille organizzate in sarcomeri che conferiscono il classico aspetto striato tipico del muscolo scheletrico. Ciononostante, esistono differenze significative tra muscolo cardiaco e muscolo scheletrico:

- I cardiomiociti sono totalmente dipendenti dalla respirazione aerobica per la sintesi di ATP.
- I tubuli a T dei cardiomiociti non formano triadi con il reticolo sarcoplasmatico.
- La contrazione del miocardio è indipendente dallo stimolo nervoso.
- I cardiomiociti sono uniti mediante giunzioni cellulari specializzate: i **dischi intercalare**.

I dischi intercalare sono caratteristici del tessuto muscolare cardiaco. Hanno aspetto dentellato, e sono costituiti da:

- **Desmosomi**: Collegano le membrane cellulare di due cardiomiociti, stabilizzandone la posizione.
- **Fasce aderenti**: Sono giunzioni aderenti specializzate che legano le miofibrille di cellule adiacenti, in modo che le cellule muscolari possano contrarsi simultaneamente, con la massima efficienza.

Sono inoltre presenti, a livello di un disco intercalare, **giunzioni comunicanti** (gap-junction), strutture che consentono la diffusione di ioni e piccole molecole tra una cellula e l'altra, creando una connessione diretta.

I cardiomiociti risultano pertanto connessi sia dal punto di vista meccanico, che chimico ed elettrico, funzionando come un'unica enorme cellula, formando un *sincizio funzionale* (la contrazione di una cellula si propaga attraverso tutto il miocardio).

Lo **scheletro fibroso** del cuore è invece costituito da un'impalcatura di tessuto connettivo composto in gran parte da fibre elastiche, reticolari e collagene. Guaine fibrose separano gli strati muscolari superficiali da quelli profondi, assolvendo a funzioni importanti quali fornire stabilità e sostegno fisico ai cardiomiociti, alle valvole, ai vasi e ai nervi, fornire elasticità al cuore affinché dopo la contrazione, ritorni alla forma originaria, oltre che isolare fisicamente le fibre muscolari atriali da quelle ventricolari.

### **ORIENTAMENTO E ANATOMIA DI SUPERFICIE DEL CUORE**

Il cuore è leggermente spostato e ruotato a sinistra rispetto alla linea mediana del corpo. Si individuano una **base**, corrispondente alla porzione più ampia del cuore (da cui emergono i grossi vasi della circolazione sistemica e polmonare), localizzata a livello della terza cartilagine costale; e un **apice**, corrispondente all'estremità arrotondata del cuore, diretta lateralmente e obliquamente a sinistra, che raggiunge il V spazio intercostale. La base del cuore forma il  **margine superiore**, l'atrio destro forma il  **margine destro**, il ventricolo sinistro e una porzione di atrio sinistro formano il  **margine sinistro**, mentre il  **margine inferiore** è costituito principalmente dal ventricolo destro. Il ventricolo destro forma gran parte della  **faccia sterno-costale** del cuore, mentre il ventricolo sinistro forma gran parte della  **faccia diaframmatica** del cuore.

Le quattro camere del cuore sono associate a solchi visibili sulla superficie esterna: il **solco interatriale** separa i due atri; il **solco coronario** segna il limite tra atri e ventricoli; il **solco interventricolare anteriore** e il **solco interventricolare posteriore** segnano i confini tra ventricolo destro e sinistro. A livello del solco coronario e dei solchi interventricolari, il tessuto connettivo dell'epicardio contiene una abbondante quota di tessuto adiposo, nel quale decorrono le arterie e le vene che irrorano il cuore.

Gli atri spingono il sangue venoso diretto verso il ventricolo, mentre i ventricoli spingono il sangue all'interno dei vasi dando inizio alla circolazione polmonare e sistemica. Queste differenze funzionali si risolvono anche a livello strutturale: gli atri hanno una parete muscolare sottile ed estendibile (l'**auricola** o **appendice atriale**). Ciascun atrio comunica con il ventricolo dello stesso lato per mezzo di **valvole**, pieghe di endocardio che si inseriscono a livello degli orifizi di comunicazione tra atri e ventricoli. Lo scopo delle valvole è quello di impedire il reflusso di sangue mantenendone l'unidirezionalità dagli atri ai ventricoli. Esaminiamo ora, singolarmente, le quattro camere del cuore:

L'**atrio destro** riceve il sangue povero di ossigeno dalla circolazione sistemica mediante due grosse vene: la **vena cava superiore**, collocata postero-superiormente all'atrio dx, riporta il sangue proveniente da testa, collo, torace e arti superiori; e la **vena cava inferiore**, collocata postero-inferiormente all'atrio dx, riporta il sangue proveniente dai tessuti e organi della cavità addominale, pelvica e dagli arti inferiori. Le **vene reflue** (vene cardiache) del cuore raccolgono il sangue della parete cardiaca. Individuiamo inoltre i **muscoli pettinati**, rilievi muscolari che si estendono sulla superficie interna dell'auricola dx fino alla parete atriale anteriore e un **setto inter-atriale** che separa atrio dx e sx, e una **fossa ovale**, residuo del foro di Botallo (presente durante lo sviluppo embrionale).

Il **ventricolo destro** riceve il sangue povero di ossigeno dall'atrio dx attraverso la **valvola atrioventricolare (AV) destra**, chiamata anche **tricuspide**. Essa è costituita da tre lembi fibrosi (**cuspidi**) le cui estremità libere danno attacco a fascetti di fibre collagene (**corde tendinee**) che

originano da estroflessioni muscolari coniformi (**muscoli papillari**) che si dipartono dalla superficie interna del ventricolo. La superficie interna del ventricolo presenta inoltre delle pieghe muscolari irregolari (**trabecole carnee**) e il **fascio moderatore**, una cresta muscolare che si estende dal setto interventricolare alla parete anteriore del ventricolo dx fino alla base dei muscoli papillari. La porzione superiore del ventricolo dx prosegue con il **cono arterioso** che termina a livello della **valvola semilunare polmonare**, che regola il passaggio verso il **tronco polmonare** dal quale ha inizio la circolazione polmonare; da qui infatti il sangue prosegue nelle **arterie polmonari dx e sx** che, a livello del rispettivo polmone, si dirameranno per dare origine ai capillari attraverso le cui pareti avverranno gli scambi gassosi.

L'**atrio sinistro** riceve il sangue dalla circolazione polmonare per mezzo di **quattro vene polmonari**: due di **destra** e **due** di sinistra. Il sangue ossigenato fluisce dall'atrio sx al ventricolo sx per mezzo della **valvola atrioventricolare (AV) sinistra**, chiamata anche **valvola mitrale** (o **valvola bicuspid**), costituita da due lembi fibrosi. L'atrio sx non possiede muscoli pettinati, ma trabecole sottili; presenta inoltre l'auricola.

Il **ventricolo sinistro**, rispetto al ventricolo dx, ha pareti più spesse, in virtù della necessità di pompare il sangue all'intera circolazione sistemica. La sua organizzazione interna è simile a quella del ventricolo dx, tuttavia presenta alcune peculiarità: le trabecole carnee sono più robuste; non esiste un fascio moderatore; inoltre sono presenti due grossi muscoli papillari anziché tre. Dal ventricolo sx il sangue raggiunge l'**aorta ascendente** attraverso la **valvola semilunare aortica**; in corrispondenza dei lembi di questa valvola, dilatazioni sacciformi (**seni aortici**) impediscono che i lembi della valvola aderiscano alle pareti dell'aorta durante l'apertura valvolare. Dall'aorta ascendente il sangue passa poi nell'**arco aortico** e poi nell'**aorta discendente**. Il tronco polmonare e l'arco aortico sono uniti per mezzo del **legamento arterioso**.

## **STRUTTURA E FUNZIONE DELLE VALVOLE CARDIACHE**

Le valvole atrioventricolari (AV) sono site tra gli atri e i ventricoli; ciascuna valvola presenta 4 componenti:

- Un anello di tessuto connettivo che entra nella costituzione dello scheletro fibroso del cuore.
- Cuspidi di tessuto connettivo.
- Corde tendinee che ancorano i margini delle cuspidi a:
- Muscoli papillari della parete cardiaca.

Le valvole semilunari, che controllano l'efflusso di sangue dai due ventricoli, non necessitano di corde tendinee in quanto le posizioni relative delle cuspidi sono stabili.

Durante una **diastole ventricolare** (periodo di rilasciamento ventricolare), i ventricoli si riempiono di sangue, i muscoli papillari non sono contratti e la valvola atrioventricolare aperta non offre resistenza al deflusso del sangue dall'atrio al ventricolo. In questa fase, le valvole semilunari sono chiuse.

Durante una **sistole ventricolare** (fase di contrazione del ventricolo), il sangue tende a refluire verso gli atri, chiudendo le cuspidi delle valvole AV da un lato, e dall'altro si dirige verso la rispettiva arteria aprendo le valvole semilunari. La tensione dei muscoli papillari e delle corde tendinee permette il mantenimento dei lembi in sede e ne impedisce il ribaltamento all'interno dell'atrio, impedendo il reflusso di sangue nell'atrio (es. condizione patologica del prolasso mitralico).

## **VASI CORONARICI**

La **circolazione coronarica** fornisce il sangue alla muscolatura cardiaca. Essa comprende una estesa rete di vasi: l'**arteria coronarica dx** e l'**arteria coronarica sx** (hanno origine alla base dell'aorta ascendente, all'interno dei seni aortici) e le **vene cardiache**.

L'**arteria coronarica destra (ACD)** fornisce sangue all'atrio destro, a una porzione dell'atrio sinistro, al setto interatriale, a tutto il ventricolo destro. I suoi rami principali sono: i **rami atriali** che vascolarizzano il miocardio dell'atrio dx; i **rami ventricolari** da cui origina il **ramo marginale destro** che si estende lungo la superficie anteriore del ventricolo destro, e il **ramo interventricolare posteriore** che decorre verso l'apice nel solco interventricolare posteriore; un ulteriore ramo che, penetrando nella parete atriale, raggiunge il nodo senoatriale (SA) e il nodo atrioventricolare (AV).

L'**arteria coronarica sinistra** fornisce sangue a gran parte del ventricolo sinistro, gran parte dell'atrio sinistro, una porzione ristretta del ventricolo destro e ai due terzi anteriori del setto interventricolare. All'altezza del solco coronarico si biforca in un **ramo circonflesso** (da cui originano posteriormente un **ramo marginale sinistro** e un **ramo ventricolare posteriore** sinistro) e in un **ramo interventricolare anteriore**.

Interconnessioni presenti tra le arterie sono definite **anastomosi**, e la loro funzione è quella di mantenere relativamente costante l'irrorazione sanguigna alla muscolatura ventricolare indipendentemente dalle fluttuazioni di pressione che si presentano nelle arterie coronarie sx e dx. Le **vene cardiache magna** e **media**, la **vena cardiaca parva**, la **vena posteriore del ventricolo sinistro** e le **vene cardiache anteriori** raccolgono il sangue dalle piccole vene che drenano i capillari miocardici e trasportano il sangue verso il **seno coronario**, una grande vena posta nella parete posteriore del solco coronario.

#### **COORDINAZIONE DELLA CONTRAZIONE CARDIACA**

Il cuore lavora in **cicli di contrazione**; il periodo compreso tra l'inizio di un battito cardiaco e l'inizio del successivo corrisponde ad un **ciclo cardiaco**. Durante un ciclo cardiaco si avranno periodi alternati di contrazione (**sistole**), in cui una camera spinge il sangue nella camera adiacente o in un tronco arterioso, e periodi di rilasciamento (**diastole**). Per ogni camera del cuore, pertanto, è possibile individuare due fasi.

Il sangue defluisce da un atrio solo se la valvola AV è aperta e la pressione atriale supera quella ventricolare. In maniera analoga, il sangue fluisce da un ventricolo ad un tronco arterioso solo se la valvola semilunare è aperta e la pressione ventricolare è maggiore di quella arteriosa.

A differenza del muscolo scheletrico, la contrazione del muscolo cardiaco è controllata dal sistema nervoso autonomo, insorgendo indipendentemente dagli stimoli nervosi e/o ormonali (**autoritmicità**), sebbene quest'ultimi possano influenzarla modificando il ritmo di base della contrazione. Le contrazioni cardiache seguono una sequenza precisa: dapprima si contraggono gli atri, e poi i ventricoli. Speciali fibrocellule cardiache, le **cellule di conduzione**, coordinano la contrazione. Esistono due popolazioni distinte di cellule di conduzione: le **cellule nodali**, responsabili del ritmo cardiaco, e le **fibre di conduzione** deputate alla distribuzione dello stimolo contrattile al miocardio comune. Le cellule nodali hanno la caratteristica peculiare di avere delle membrane cellulari che si depolarizzano spontaneamente fino al livello di soglia; tutte le cellule nodali sono collegate tra loro, con le fibre di conduzione e con le normali fibrocellule muscolari. In questo modo il potenziale d'azione si propaga attraverso il sistema di conduzione raggiungendo tutto il tessuto muscolare cardiaco. Non tutte le cellule nodali però si depolarizzano alla stessa velocità; quelle che si depolarizzano per prime, e che trasmettono l'impulso alle altre cellule nodali si chiamano **cellule pacemaker** (segnapassi), e sono collocate nel **nodo senoatriale (SA)**, chiamato anche **pacemaker** cardio, e sito nella parete posteriore dell'atrio destro, in prossimità dello sbocco della vena cava superiore. Analizzando quindi le varie componenti del sistema di conduzione, avremo:

- Il **nodo senoatriale (SA)**: Contiene le cellule pacemaker che generano l'impulso.

- Le **vie internodali**: fibre di conduzione che trasportano lo stimolo contrattile al nodo AV, stimolando anche le cellule muscolari cardiache di entrambi gli atri.
- Il **nodo atrioventricolare (AV)**: Rallenta di 100ms la diffusione dell'attività elettrica diretta verso il fascio AV.
- **Fascio AV (Fascio di His)**: Trasporta l'impulso dal nodo AV ai **rami destro e sinistro del fascio** verso l'apice del cuore. Gli impulsi si trasmettono anche ai muscoli papillari del ventricolo destro attraverso il **fascio moderatore**, in modo da tendere le corde tendinee prima che i ventricoli si contraggano.
- Le **fibre di Purkinje**: trasmettono in maniera rapidissima l'impulso alle cellule contrattili del miocardio ventricolare.

Sebbene l'attività delle cellule nodali sia controllata dal sistema nervoso autonomo, alcuni neurotrasmettitori come l'**acetilcolina (ACh)** rilasciata dai neuroni parasimpatici è in grado di rallentare la depolarizzazione, riducendo la frequenza cardiaca; al contrario, la **noradrenalina** rilasciata dai neuroni simpatici aumenta l'indice di depolarizzazione aumentando la frequenza cardiaca.

## APPARATO CARDIOVASCOLARE

Il sangue viene veicolato ai vari distretti dell'organismo mediante due grandi circolazioni:

- La **circolazione polmonare** trasporta, per mezzo delle due arterie polmonari, il sangue ai due polmoni.
- La **circolazione sistemica** trasporta, per mezzo delle arterie che originano dall'aorta, il sangue ossigenato a tutti i tessuti periferici.

All'interno dei singoli organi avvengono poi ulteriori suddivisioni che portano alla formazione di arterie sempre più piccole che forniscono il sangue ai **capillari**; è tramite le pareti dei capillari che avvengono infatti gli scambi chimici (sostanze nutritive e di scarto) e gassosi tra il sangue e i fluidi interstiziali. Il sangue che lascia i capillari entra poi in una rete di piccole vene che gradatamente convergono a formare vene di calibro maggiore che confluiscono nella vena cava superiore o inferiore.

### **ORGANIZZAZIONE ISTOLOGICA DEI VASI SANGUIGNI**

Sia le arterie che le vene sono costituite da tre strati distinti:

- **Tonaca Intima**: È lo strato più interno di un vaso sanguigno. È composto da un rivestimento endoteliale e da un sottostante strato di connettivo contenente fibre elastiche. Nelle arterie lo strato esterno della tonaca intima contiene uno spesso strato di fibre elastiche chiamato **membrana elastica interna**.

- **Tonaca Media:** E' lo strato intermedio. Contiene fasci concentrici di muscolatura liscia immersi in una rete di tessuto connettivo lasso. Le fibrocellule muscolari, disposte circolarmente intorno al vaso, in seguito a stimolazione simpatica del SNA possono: contrarsi riducendo il diametro del vaso (**vasocostrizione**); rilassarsi aumentando il diametro del lume (**vasodilatazione**). Tra la tonaca media e la tonaca avventizia si trova un sottile strato di fibre elastiche (**membrana elastica esterna**).
- **Tonaca Avventizia:** E' lo strato più esterno. Forma una guaina di tessuto connettivo intorno al vaso, costituito da fibre collagene e fibre elastiche che, disperdendosi nei tessuti circostanti, forniscono stabilità e ancoraggio ai vasi. Nelle vene questo strato è più spesso rispetto alla tonaca media.

Le pareti dei vasi di maggior calibro ricevono sangue da piccole arterie e vene chiamate **vasa vasorum**.

### DIFFERENZE TRA LE ARTERIE E LE VENE

Vene e arterie viaggiano tipicamente accanto accolte in una sottile banda di tessuto connettivo. In sezioni istologiche, si possono evidenziare differenze saliente tra i due tipi di vasi:

- Le pareti delle arterie sono più spesse di quelle delle vene a causa di un maggior numero di fibre muscolari ed elastiche presenti nella tonaca media.
- Le pareti delle arterie, in sezione, mantengono una forma circolare, a differenza delle vene che tendono a collassare, apparendo schiacciate o distorte.
- Il rivestimento endoteliale di un'arteria, a differenza di una vena, si solleva in pieghe quando quest'ultima si contrae (quando non sottoposta a pressione sanguigna).

### LE ARTERIE

Nel suo percorso dal cuore ai capillari periferici, il sangue scorre attraverso una serie di arterie di diametro sempre minore:

1. **ARTERIE ELASTICHE:** Chiamate anche **arterie di conduzione** sono grossi vasi il cui diametro è superiore a 2,5cm. Trasportano grandi volumi di sangue, e comprendono il **tronco polmonare** e **aortico** con i rispettivi rami collaterali principali (**arterie polmonari, arterie carotidi comune, succlavie ed iliache comuni**). Presentano pareti non molto spesse in relazione al diametro del vaso, ma estremamente resilienti grazie alla presenza di un'alta percentuale di fibre elastiche nella tonaca media, capaci di sopportare i cambiamenti pressori durante un ciclo cardiaco.
2. **ARTERIE MUSCOLARI:** Chiamate anche **arterie di distribuzione** (o di medio calibro) distribuiscono il sangue ai muscoli scheletrici e agli organi interni. Hanno un diametro tipico di 0,4cm e presentano, nella loro tonaca media, una prevalente componente di fibrocellule muscolari. Esempi di arterie muscolari sono le **arterie carotidi esterne del collo**, le **arterie brachiali delle braccia**, le **arterie femorali delle cosce** e le **arterie mesenteriche dell'addome**. La regolazione simpatica del SNA coordina il flusso sanguigno in queste arterie attraverso i fenomeni di vasocostrizione e vasodilatazione.

Il passaggio tra arterie elastiche e muscolari è graduale a mano a mano che ci si allontana dal cuore.

3. **ARTERIOLE:** Hanno un diametro medio di circa 30 nanometri. Presentano una tonaca avventizia scarsamente definita e una tonaca media costituita da fibrocellule muscolari lisce che non formano uno strato completo. Questi vasi controllano il flusso sanguigno tra le arterie e i capillari, modificano il loro diametro in risposta alle condizioni locali o alla stimolazione simpatica o endocrina.

### CAPILLARI

Sono i vasi sanguigni più piccoli e delicati, e gli unici le cui pareti permettono gli scambi tra il sangue e i fluidi interstiziali circostanti. Presentano un diametro medio di circa 8 micrometri (vicino a quello

di un eritrocita), e sono caratterizzati da un cilindro endoteliale contornato da una lamina basale. Si individuano tre tipi di capillari:

- **CAPILLARI CONTINUI:** Le cellule endoteliali sono connesse tra loro mediante giunzioni strette e/o desmosomi, formando un rivestimento completo.
- **CAPILLARI FENESTRATI:** Le cellule endoteliali non formano un rivestimento completo, presentando dei pori (fenestrature) che permettono scambi molto rapidi di fluidi e soluti di piccole dimensioni. Sono presenti maggiormente nel plesso coroideo dell'encefalo, o in vari organi endocrini come ipotalamo, ipofisi, epifisi, surreni, tiroide, e nei siti di filtrazione del rene.
- **CAPILLARI SINUSOIDI:** Presentano pori più grandi dei capillari fenestrati, e una lamina basale più sottile. Seguono i contorni interni degli organi complessi, permettendo un ampio scambio di fluidi e soluti di grandi dimensioni. Sono presenti nel fegato, nel midollo osseo e nelle surreni.

Quattro sono i meccanismi di base responsabili dello scambio di materiali attraverso le pareti dei capillari:

- Diffusione attraverso le cellule endoteliali dei capillari.
- Diffusione attraverso le aperture presenti tra le cellule endoteliali adiacenti.
- Diffusione attraverso i pori dei capillari fenestrati.
- Trasporto vescicolare (endocitosi sul versante luminale ed esocitosi sul versante basale).

I capillari formano a loro volta una rete interconnessa detta **plesso capillare** o **letto capillare**, in cui dozzine di capillari si riversano in numerose venule. All'imbocco di ciascun capillare si trova un anello di tessuto muscolare liscio definito **sfintere precapillare**; la contrazione (abbassamento dei livelli di CO<sub>2</sub>) o il rilasciamento (aumento dei livelli di CO<sub>2</sub>) delle fibrocellule muscolari lisce di questo tessuto regolano il flusso ematico. Essendo regolato da questi sfinteri, il flusso ematico nei capillari è molto variabile, soprattutto in risposta alle modificazioni regionali della domanda di ossigeno da parte dei tessuti. La presenza di **anastomosi arteriose** (fusione tra più **arterie collaterali**) permettono un maggior afflusso sanguigno ai capillari di organi come cuore, cervello, stomaco o regioni con richieste circolatorie significative. **Anastomosi artero-venose** sono invece connessioni dirette tra arteriole e venule comuni nei visceri e nelle articolazioni, laddove cambiamenti nella posizione del corpo potrebbero ostacolare il flusso ematico attraverso l'uno o l'altro vaso.

## LE VENE

Le vene raccolgono il sangue da tessuti ed organi e lo riportano al cuore. Come per le arterie, anche per le vene sono presenti gli stessi tre strati che compongono la parete del vaso, sebbene a differenza delle arterie corrispondenti, le vene presentano maggiore variabilità strutturale, e pareti più sottili e meno elastiche (a causa della minore pressione di scorrimento del sangue all'interno).

## VENULE

Sono le vene di calibro inferiore; raccolgono il sangue dal letto capillare. Variano molto per dimensioni e caratteristiche: le più piccole sono simili a capillari dilatati; quelle con diametro inferiore a 50micron mancano della tonaca media, mentre quelle di diametro superiore a 50micron contengono tutti e tre gli strati, sebbene la tonaca media è sottile e dominata da tessuto connettivo.

## VENE DI MEDIO CALIBRO

Hanno un diametro tra 2-9 mm. Presentano una tonaca media composta da una piccola quota di fibre muscolari lisce e una spessa tonaca avventizia composta da fasci longitudinali di fibre elastiche e collagene.

## VENE DI GROSSO CALIBRO

Comprendono la vena cava inferiore e superiore e i loro principali affluenti della cavità toracica e addominopelvica. Tutti gli strati sono più spessi. La tonaca media è circondata da una spessa tonaca avventizia composta da fibre elastiche e fibre collagene.

## VALVOLE VENOSE

Le venule e le vene di medio calibro posseggono **valvole** (pieghe della tonaca intima) che agiscono come le valvole del cuore: prevengono il reflusso di sangue, lo compartimentalizzano all'interno delle vene, e, grazie alla contrazione dei muscoli scheletrici (**pompa muscolare scheletrica**) il sangue viene pompato verso il cuore. Le vene di grosso calibro come la vena cava non hanno valvole.

## DISTRIBUZIONE DEL SANGUE E DEI VASI SANGUIGNI

Il volume ematico risulta essere non equamente ripartito tra vene e arterie:

- 30-35% (1,5lt.) del volume ematico è distribuito tra cuore, arterie e capillari.
- 65-70% (3,5lt.) del volume ematico è distribuito nel sistema venoso.

## CIRCOLAZIONE POLMONARE

La circolazione polmonare è costituita da arterie e vene che trasportano il sangue tra il cuore e i polmoni. La distanza che viene percorsa è relativamente breve, motivo per cui, essendo la pressione sanguigna in uscita minore, le pareti delle arterie polmonari sono più sottili rispetto a quelle delle arterie sistemiche.

La circolazione polmonare comincia a livello della valvola semilunare del tronco polmonare che, sdoppiandosi nelle **arterie polmonari destra e sinistra**, porta il sangue deossigenato ai polmoni. Qui, le arterie polmonari si ramificano in arterie sempre più piccole, e poi in arteriole polmonari, e in capillari; quest'ultimi circondano gli alveoli polmonari, la sede in cui avvengono gli scambi gassosi. Lasciati i capillari alveolari, il sangue entra nelle venule, che, unendosi poi a formare vene via via più grandi, confluiscono nelle quattro **vene polmonari** (due per ciascun polmone) dirette all'atrio sinistro, dove termina la circolazione polmonare.

Le arterie della circolazione polmonare differiscono dalle arterie della circolazione sistemica in quanto trasportano sangue deossigenato.

## CIRCOLAZIONE SISTEMICA

La circolazione sistemica (84% del volume ematico totale) comincia a livello della valvola semilunare aortica che collega il ventricolo sinistro del cuore all'aorta ascendente. Quest'ultima si ripiega nell'arco aortico, per poi proseguire nell'aorta discendente. A livello dell'arco aortico da origine a 3 arterie elastiche: il **tronco brachiocefalico** (o "arteria anonima"), l'**arteria carotide comune di sinistra** e l'**arteria succlavia di sinistra**. A sua volta il tronco brachiocefalico risale per un breve tratto prima di suddividersi in **arteria carotide comune di destra** e **arteria succlavia di destra**. Tutte queste arterie trasportano sangue alla testa, al collo, alle spalle e agli arti superiori.

## ARTERIE SUCCLAVIE

Le arterie succlavie danno origine a tre rami principali:

- Il **tronco tireocervicale**: fornisce sangue ai muscoli e ai tessuti del collo, della spalla e della parte superiore del dorso.
- L'**arteria toracica interna**: fornisce sangue al pericardio e ai tessuti della parete anteriore del torace.
- L'**arteria vertebrale**: forniscono sangue al midollo spinale, e, inoltre, unendosi alla vertebrale di sinistra, forma l'**arteria basilare** che, attraverso il forame magno del cranio, rifornisce di sangue l'encefalo.

Lasciata la cavità toracica, passando tra la clavicola e la prima costa, l'arteria succlavia diviene **arteria ascellare**, andando ad irrorare i muscoli della regione pettorale ed ascellare, per poi divenire, distalmente, **arteria brachiale**, che, insieme all'**arteria brachiale profonda**, irrorano le regioni del braccio. A livello della fossa cubitale l'arteria brachiale si divide in **arteria radiale**, che segue il radio, e **arteria ulnare** che segue l'ulna, che irrorano l'avambraccio. Arrivate poi al polso, quest'ultime si anastomizzano formando due **arcate palmari** (superficiale e profonda) che irrorano il palmo della mano e le **arterie digitali** del pollice e delle dita.

## ARTERIE CAROTIDI

Le arterie carotidi comuni risalgono profondamente il collo ai lati della trachea, suddividendosi, ciascuna per lato, a livello della laringe, in una **arteria carotide esterna** (che porta sangue alle strutture del collo, della faringe, dell'esofago, della laringe, della mandibola e della faccia) e in un'**arteria carotide interna** che, entrando nel cranio a livello dei canali carotici delle ossa temporali, si divide a sua volta in tre rami: **arteria oftalmica** (vascolarizza l'occhio), **arteria cerebrale anteriore** (vascolarizza i lobi frontali e parietali dell'encefalo) e **arteria cerebrale media** (vascolarizza il mesencefalo e le superfici laterali degli emisferi cerebrali). Le arterie carotidi interne riforniscono di sangue la metà anteriore dell'encefalo, mentre il resto dell'encefalo riceve sangue dalle arterie vertebrali. Al fine di evitare brusche e pericolose interruzioni dell'apporto ematico all'encefalo, le arterie carotidi interne e l'arteria basilare sono interconnesse per mezzo di un circuito anastomotico ad anello definito **circolo arterioso cerebrale** (o circolo di Willis) che circonda l'infundibolo dell'ipofisi. Alla base dell'arteria carotide interna è presente il **seno carotideo**, una struttura contenente recettori coinvolti nella regolazione cardiocircolatoria.

### **AORTA DISCENDENTE**

Fa seguito all'arco aortico, e viene suddivisa dal diaframma in **aorta toracica** e **aorta addominale**.

### **AORTA TORACICA**

Inizia a livello di T5 e termina a livello di T12 (punto di passaggio attraverso il diaframma), decorrendo posteriormente nel mediastino, lievemente a sinistra della colonna vertebrale. I rami dell'aorta toracica vengono classificati in:

- **Rami viscerali:** vascolarizzano gli organi toracici: le **arterie bronchiali**, le **arterie pericardiche**, le **arterie mediastiniche** e le **arterie esofogee**.
- **Rami parietali:** vascolarizzano la parete toracica: le **arterie intercostali** e le **arterie freniche superiori** (vascolarizzano la porzione superiore del diaframma).

### **AORTA ADDOMINALE**

Scende posteriormente alla cavità peritoneale, leggermente a sinistra rispetto alla colonna vertebrale, circondata da una certa quota di tessuto adiposo. L'aorta addominale vascolarizza le pareti e gli organi addomino-pelvici. Avremo rami diretti ai visceri e rami diretti alla parete addominale, ai reni e alle strutture esterne alla cavità peritoneale.

I rami diretti ai visceri, impari, che originano dalla parete anteriore dell'aorta addominale. Sono tre: **tronco celiaco**, **arteria mesenterica superiore** e **arteria mesenterica inferiore**.

- Il **tronco celiaco** a sua volta si divide in tre rami: **arteria gastrica sinistra** (vascolarizza lo stomaco e la porzione inferiore dell'esofago); **arteria splenica** o **lineale** (vascolarizza la milza e il pancreas); **arteria epatica comune** (vascolarizza il fegato, lo stomaco, la colecisti e il duodeno).
- L'**arteria mesenterica superiore** origina 2,5 cm inferiormente al tronco celiaco e da origine ad arterie per il pancreas, il duodeno, l'intestino tenue e per la maggior parte del crasso.
- L'**arteria mesenterica inferiore** origina circa 5cm al di sopra del segmento terminale dell'aorta e irrorla la porzione terminale del colon e del retto.

I rami per la parete addominale, per i reni e per le strutture esterne alla cavità peritoneale sono pari e originano lungo le pareti laterali dell'aorta addominale. Queste arterie pari sono 5:

- Le **arterie freniche inferiori** vascolarizzano la porzione inferiore del diaframma e la porzione inferiore dell'esofago.
- Le **arterie surrenali** vascolarizzano le ghiandole surrenali.
- Le **arterie renali** vascolarizzano, raggiungendoli in sede retroperitoneale, i reni.
- Le **arterie gonadiche** vascolarizzano nel maschio i testicoli e lo scroto (**arterie testicolari**) e nella femmina le ovaie, le tube e l'utero (**arterie ovariche**).
- Le **arterie lombari** originano a livello della parete posteriore dell'aorta e vascolarizzano le vertebre, il midollo spinale e la parete addominale.

A livello del **segmento terminale dell'aorta (L5)**, l'aorta addominale si divide nelle **arterie iliache comuni destra e sinistra** e la piccola **arteria sacrale media**. Le arterie iliache comuni portano sangue alla pelvi e agli arti inferiori decorrendo lungo la superficie interna dell'ileo, posteriormente al cieco e al sigmoideo, dividendosi poi all'altezza del sacro in due rami per ciascun lato:

- Un'**arteria iliaca interna**, più piccola, che entra nella cavità pelvica per vascolarizzare la vescica urinaria, le pareti interne ed esterne della pelvi, i genitali esterni e la faccia mediale della coscia.
- Un'**arteria iliaca esterna** più grande che porta sangue agli arti inferiori.

L'arteria iliaca esterna discende attraversando il muscolo ileopsoas e la parete addominale emergendo, a livello della superficie antero-mediale della coscia come **arteria femorale**. Quest'ultima si dirama, da un lato, inferiormente in **arteria femorale posteriore** (da origine alle **arterie circonflesse mediali e laterali** che vascolarizza i muscoli profondi della coscia), mentre dall'altro prosegue inferiormente e posteriormente al femore dove, a livello della fossa poplitea, attraversando il muscolo grande adduttore, diviene **arteria poplitea**. Si ramifica successivamente in **arteria tibiale anteriore** (vascolarizza i muscoli della regione anteriore della gamba) e in **arteria tibiale posteriore**; quest'ultima, a sua volta, da origine all'**arteria fibulare** (o arteria peronea) che prosegue lungo la faccia inferiore della tibia. A livello della caviglia, l'arteria tibiale anteriore dà luogo all'**arteria dorsale del piede** (vascolarizza la caviglia e la porzione dorsale del piede formando l'**arcata dorsale del piede**), mentre l'arteria tibiale posteriore dà luogo alle **arterie plantari laterale e mediale** (vascolarizzano la caviglia e la porzione plantare del piede formando l'**arcata plantare del piede**). Anastomosi a livello delle due arcate danno luogo a piccole arterie che vascolarizzano la porzione distale del piede e delle dita.

#### **VENE SISTEMICHE**

Le vene raccolgono il sangue proveniente dagli organi e dai tessuti periferici. Tutte le vene sistemiche, ad eccezione delle vene cardiache, confluiscono poi nella **vena cava inferiore (VCI)** o nella **vena cava superiore (VCS)**. Generalmente le arterie e le vene di ciascun lato decorrono spesso fianco a fianco, viaggiando insieme ai nervi periferici. Differenze significative tra i sistemi arteriosi e venosi riguardano la variabilità del drenaggio venoso oltre che la presenza, soprattutto nel collo e negli arti, di due gruppi di vene, uno superficiale e uno profondo, che giocano un ruolo importante nel controllo della temperatura corporea.

#### **VENA CAVA SUPERIORE (VCS)**

La VCS riceve il sangue dai tessuti e dagli organi di testa, collo, torace, spalle e arti superiori.

#### **RITORNO VENOSO DAL CRANIO**

Il drenaggio del sangue dagli emisferi cerebrali avviene grazie a **vene cerebrali superficiali** e **vene cerebrali interne**.

Le vene cerebrali superficiali si svuotano in una serie di seni durali di cui il più ampio è il **seno sagittale superiore** sito nella compagine della falce cerebrale.

La maggior parte delle **vene cerebrali interne** si unisce invece nell'encefalo a formare la **grande vena cerebrale** che, raccogliendo il sangue dagli emisferi, drena il sangue nel **seno retto**.

Altre vene cerebrali drenano il sangue nel **seno cavernoso**; da qui, attraverso i **seni petrosi** il sangue raggiunge la giugulare interna.

I seni venosi convergono, nella regione della sutura lambdoidea, poi nel **confluente dei seni**, in corrispondenza del quale si formano i **seni trasverso destro e sinistro**. Ciascun seno drena poi in un **seno sigmoideo** che, penetrando nel foro giugulare, lascia il cranio sullo stesso lato assumendo il nome di **vena giugulare interna**. Le **vene vertebrali** drenano il midollo spinale e la superficie posteriore del cranio; scendono nei fori trasversi delle vertebre cervicali, e si svuotano nelle **vene brachiocefaliche**.

#### **VENE SUPERFICIALI DELLA TESTA E DEL COLLO**

Le vene superficiali della testa convergono a formare le **vene temporali** e **mascellari**, che drenano nella giugulare esterna, e le **vene faciali** che drenano nella giugulare interna. La **vena giugulare esterna** decorre superficialmente al muscolo sternocleidomastoideo, e posteriormente alla clavicola, sboccando nella **vena succlavia**.

#### **RITORNO VENOSO DAGLI ARTI SUPERIORI**

Le **vene digitali** confluiscono nelle **vene palmari superficiali** e nelle **vene palmari profonde** della mano interconnesse a formare le **arcate venose palmari superficiali e profonde**.

L'arco superficiale si svuota nelle **vene cefalica** (lato radiale), nella **vena antebrachiale mediana** e nella **vena basilica** (lato ulnare). Le vene cefalica e basilica si interconnettono poi anteriormente al gomito nella **vena cubitale mediana**.

Le vene palmari profonde drenano invece nelle **vene radiale** e **ulnare** che, dopo aver attraversato il gomito, formano la **vena brachiale** che scorre parallelamente all'arteria brachiale.

Proseguendo in direzione del tronco la vena basilica e la vena brachiale confluiscono nell'ascella a formare la vena ascellare.

#### **VENA CAVA SUPERIORE (VCS)**

La vena cefalica unendosi alla vena ascellare forma la vena succlavia che si continua nel torace passando sopra la prima costa, lungo la clavicola, per fondersi con le vene giugulari interna ed esterna, oltre che con la vena vertebrale, per creare la **vena brachiocefalica** (o vena anonima). A livello della I e II costa le due vene brachiocefaliche si uniscono a formare la **vena cava superiore (VCS)**. La **vena azygos** è l'unico affluente della VCS, confluendovi a livello di T2, dopo aver ricevuto il sangue dalla più piccola e simmetrica vena **emyazygos**. Le vene azygos ed emyazygos sono le due principali vene di raccolta del sangue refluo dalla cavità toracica, ricevendo il sangue dalle **vene intercostali** (drenano il sangue dai muscoli del torace), dalle **vene esofagee** (drenano il sangue dall'esofago) e dalle vene che drenano il sangue da altre strutture del mediastino.

#### **VENA CAVA INFERIORE (VCI)**

La vena cava inferiore raccoglie il sangue venoso dagli organi sottodiaframmatici. Il sangue che lascia i capillari del piede viene raccolto in due archi plantari interconnessi: l'**arco venoso dorsale** (superficiale) e l'**arco venoso plantare** (profondo). L'arco venoso plantare risale lungo la gamba nelle profonde **vena tibiale anteriore**, **vena tibiale posteriore** e **vena fibulare**, mentre l'arco venoso dorsale confluisce nelle due vene superficiali **vena grande safena** e la **vena piccola safena**; quest'ultima incontra, a livello della fossa poplitea, la **vena poplitea**, formata dalla convergenza delle vene tibiale e fibulare. Raggiunto il femore, la vena poplitea diventa **vena femorale**, confluendo poi, in prossimità dell'anca, nella **vena iliaca esterna** insieme alla vena grande safena, alla **vena femorale circonflessa** e alla **vena femorale profonda**. Le **vene iliache esterne** (ricevono sangue dagli arti inferiori, dalla pelvi e dalla porzione inferiore dell'addome), decorrendo lungo la superficie interna dell'osso iliaco con l'omolaterale **vena iliaca interna** (formata dall'unione della **vena glutea**, **vena pudenda interna**, **vena otturatoria**, **vena sacrale laterale**) che drena il sangue proveniente dagli organi pelvici dello stesso lato. L'unione della vena iliaca interna con la vena iliaca esterna da origine alla **vena iliaca comune**. Le vene iliache comuni di destra e sinistra, risalendo obliquamente, si uniscono, a livello di L5, a formare la **vena cava inferiore**.

A livello addominale, la VCI riceve il sangue proveniente da sei gruppi principali di vene: le **vene lombari** (drenano la porzione lombare dell'addome); le **vene gonadiche** (drenano le ovaie e i testicoli); le **vene epatiche**, le **vene renali** (le più voluminose vene tributarie della VCI), le **vene surrenali** (drenano il sangue provenienti dalle ghiandole surrenali); le **vene freniche** (drenano il diaframma).

#### **SISTEMA PORTALE EPATICO**

A seguito dell'assorbimento dei nutrienti dopo la digestione, il sangue venoso, povero di ossigeno e ricco di sostanze nutritive lascia lo stomaco e l'intestino per confluire, attraverso il **sistema epatico**

**portale**, direttamente nel fegato, per essere elaborato ed immagazzinato. Insieme al sangue povero di ossigeno e ricco di nutrienti, il fegato riceve anche sangue ossigenato e povero di nutrienti dalla circolazione sistemica attraverso l'arteria epatica. Il fegato quindi, attraverso il sistema portale epatico, regola la concentrazione di nutrienti nel sangue in modo da mantenere stabile la composizione sanguigna nella circolazione sistemica indipendentemente dalle attività digestive. Dal fegato, successivamente, attraverso le vene epatiche, il sangue si svuota nella VCI. Le vene tributarie della **vena porta** sono: la **vena mesenterica inferiore** (raccoglie il sangue dai capillari della porzione inferiore dell'intestino crasso), la **vena splenica** (raccoglie il sangue dallo stomaco, dall'intestino tenue, e 2/3 del crasso) e dalla **vena mesenterica superiore** (raccoglie il sangue dallo stomaco, dall'intestino tenue e da 2/3 dell'intestino crasso). La vena porta riceve inoltre affluenti dalla **vena gastrica** e dalla **vena cistica**.

### INTEGRAZIONE E CONTROLLO

Il sistema nervoso, insieme al sistema endocrino, controlla e regola le attività di altri apparati. Entrambi possiedono un meccanismo di comunicazione chimica con tessuti ed organi bersaglio, che presentano caratteristiche peculiari differenti: il sistema nervoso risponde rapidamente ad uno stimolo modificando l'attività di un organo o di un sistema con una risposta di breve durata; le risposte endocrine, invece, sono tipicamente più lente ma durano più a lungo.

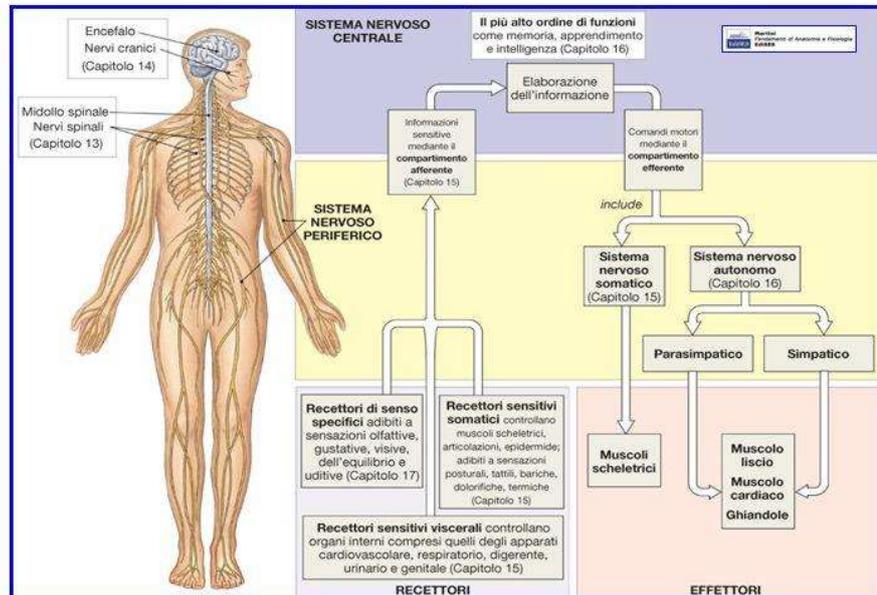
### **ORGANIZZAZIONE DEL TESSUTO NERVOSO**

# SISTEMA NERVOSO

## SN Centrale (SNC) SN cerebrospinale neurasse

- Encefalo (cervello, cervelletto e tronco encefalico)
- Midollo spinale (porzione extracranica)

- Gangli cerebrospinali
- Nervi cranici e spinali



## SN Periferico (SNP) → Volontario o somatico → Involontario, vegetativo, viscerale o autonomo (SNA)

Il **sistema nervoso** comprende tutto il tessuto nervoso presente nel corpo umano, e si suddivide in:

- **SISTEMA NERVOSO CENTRALE (SNC):** E' costituito dall'encefalo e dal midollo spinale. Essi sono i centri di controllo responsabili dell'integrazione, elaborazione e coordinamento delle informazioni sensitive e degli stimoli motori.
- **SISTEMA NERVOSO PERIFERICO (SNP):** Comprende i nervi periferici. E' responsabile del trasporto delle informazioni sensitive al SNC (**compartimento afferente**) e dei comandi motori dal SNC ai tessuti ed organi periferici (**compartimento efferente**). Entrambi i compartimenti hanno una componente sia viscerale che somatica. Il compartimento afferente inizia con un **recettore (somatico e/o viscerale e/o per la sensibilità specifica)** che trasporta le informazioni sensitive. Il compartimento efferente comincia all'interno del SNC e termina a livello di un **effettore**. Esso comprende:
  - **sistema nervoso somatico (SNS)** che controlla le contrazioni (volontarie o involontarie) della muscolatura scheletrica.
  - **Sistema nervoso autonomo (SNA)** o visceromotore che regola le attività della muscolatura liscia e cardiaca e delle ghiandole. Le attività del SNA sono fuori dal controllo cosciente.

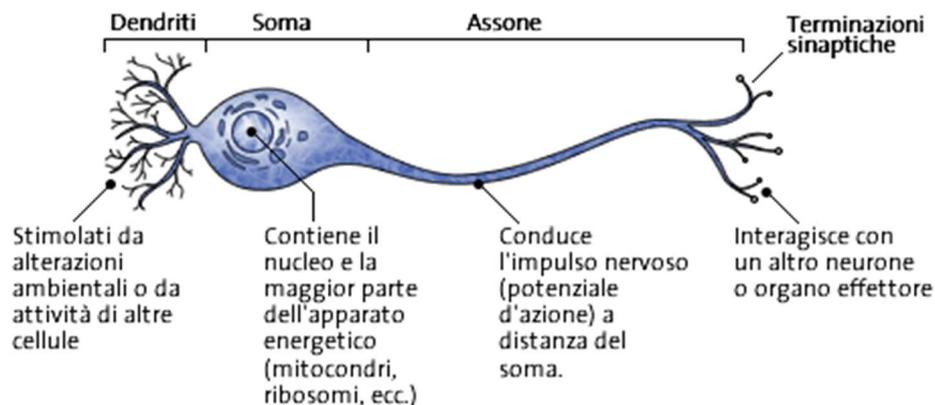
Il tessuto nervoso possiede due diversi tipi di cellule: i **neuroni** (cellule nervose) e la **neuroglia** (cellule gliali).

I **neuroni** sono responsabili del trasferimento e dell'elaborazione delle informazioni. Un neurone è composto da quattro componenti:

- Un corpo cellulare (**pirenoforo** o **soma**) che contiene il nucleo, i mitocondri e altri organuli cellulari (come agglomerati di ribosomi fissi e liberi che costituiscono la **sostanza tigroide**, o *corpo di Nissl*, responsabile del colore grigio). Il **pericarion** rappresenta il citoplasma che circonda il nucleo e il nucleolo del neurone. Il citoscheletro del pericarion contiene

neurofilamenti e neurotubuli, con fasci chiamati **neurofibrille** che si estendono nei dendriti e nell'assone.

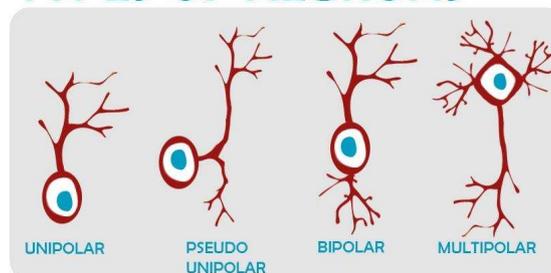
- I **dendriti** che sono ramificazioni del corpo cellulare terminanti con processi chiamati **spine dendritiche** che ricevono informazioni da altri neuroni.
- Un lungo **assone** che conduce l'impulso nervoso (**potenziale d'azione**). Un assone può ramificarsi lungo il suo percorso formando *rami collaterali* terminanti in una serie di *arborizzazioni terminali* (**telodendri**) terminanti a loro volta con:
- Una o più **terminazioni sinaptiche** che, grazie a specifici **bottoni sinaptici**, trasmettono l'impulso ad un altro neurone o ad effettori (muscolari e/o ghiandolari).



I neuroni possono essere classificati su base morfologica e funzionale.

Su *base morfologica* individuiamo 4 tipologie di neuroni che si differenziano per il numero di terminazioni che emerge dal corpo cellulare:

## TYPES OF NEURONS



- **Neuroni anassonici:** In cui non è possibile distinguere i dendriti dagli assoni. Si trovano nel SNC.
- **Neuroni bipolari:** Possiedono due terminazioni separate dal pirenoforo. Svolgono un ruolo importante nello scambio di informazioni sensitive, uditive, olfattive e visive, e presentano assoni amielinici.
- **Neuroni pseudounipolari:** La terminazione dendritica e assonale sono in continuità, con il pirenoforo collocato lateralmente. Caratterizzano i neuroni sensitivi del SNP, e possono avere l'assone amielinico.
- **Neuroni multipolari:** Possiedono diversi dendriti e un solo assone e rappresentano il tipo più comune del SNC. Sono i neuroni che controllano i muscoli scheletrici, e possiedono un assone mielinico.

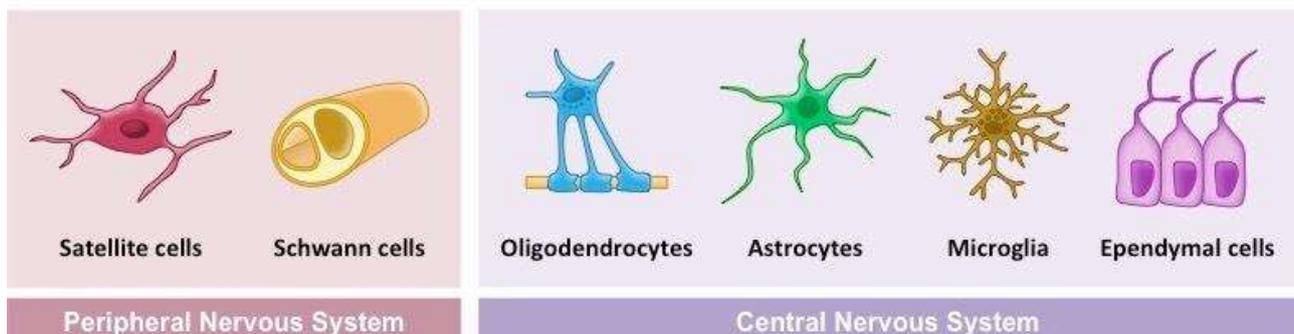
Su *base funzionale* individuiamo tre categorie di neuroni:

- **Neuroni sensitivi:** Sono neuroni pseudounipolari il cui pirenoforo è localizzato nei gangli periferici, al di fuori del SNC. Formano il compartimento afferente del SNP raccogliendo le informazioni dal mondo esterno, grazie alla presenza di specifici recettori, e le trasmettono al SNC grazie ai propri assoni (**fibre afferenti**). Come detto in precedenza, si suddividono in

**neuroni sensitivi somatici e neuroni sensitivi viscerali.** I recettori si suddividono a loro volta in **esterocettori** che raccolgono informazioni dall'ambiente esterno (sensibilità specifica come vista, olfatto e udito, oltre che tatto, temperatura e pressione); **proprioecettori** che monitorano la posizione e i movimenti dei muscoli scheletrici e delle articolazioni; **enterocettori** che ricevono informazioni dagli apparati digerente, respiratorio, urinario, riproduttivo, oltre che pressorie, dolorifiche e gusto (sensibilità specifica).

- **Neuroni motori:** Chiamati anche **motoneuroni** formano il compartimento efferente del sistema nervoso. Si individuano due componenti del SNP: il **sistema nervoso somatico (SNS)** e il **sistema nervoso autonomo (SNA)**. Il SNS comprende i motoneuroni che innervano i muscoli scheletrici. I pirenofori di questi neuroni si trovano nel SNC e i loro assoni (**fibre efferenti**) si estendono fino alle giunzioni neuromuscolari che controllano i muscoli scheletrici. Il SNA comprende i **motoneuroni viscerali**; anch'essi si suddividono in due gruppi: un gruppo che presenta il pirenoforo nel SNC, e un altro in che presenta il pirenoforo nei gangli periferici. I neuroni del SNC, attraverso i loro assoni (**fibre pregangliari**) che si estendono dal SNC ai gangli controllano i neuroni gangliari, i cui assoni (**fibre postgangliari**) li connettono agli effettori periferici. Come già detto, a differenza del SNS, il SNA non è sotto il controllo volontario.
- **Interneuroni:** Collocati esclusivamente nell'encefalo o nel midollo spinale, si trovano tra i neuroni sensitivi e i neuroni motori, e il loro scopo è quello di modulare le afferenze sensitive, coordinando gli impulsi motori. Il loro numero supera quello di tutti gli altri neuroni. Possono essere classificati, sulla base dei loro effetti, in *eccitatori* ed *inibitori*. Gli interneuroni del SNC formano **raggruppamenti neuronali**, ossia un insieme di neuroni connessi per svolgere specifiche funzioni. E' proprio la tipologia di raggruppamento (**circuito neuronale**) che permette lo svolgimento di particolari funzioni, individuando 5 tipologie di circuiti: **1. Circuito divergente** permette la propagazione di impulsi specifici da un neurone verso altri neuroni; **2. Circuito convergente** permette la conduzione di impulsi da diversi neuroni che contraggono sinapsi sullo stesso neurone post-sinaptico; **3. Circuito di elaborazione seriale** in cui neuroni singoli lavorano in maniera sequenziale; **4. Circuito di elaborazione in parallelo** avviene quando diversi neuroni stanno elaborando la stessa informazione nello stesso tempo; **5. Circuito riverberante** permette, attraverso assoni collaterali che tornano verso la sorgente dell'impulso, un meccanismo a feedback eccitatorio o inibitorio.

Le **cellule gliali (neuroglia)**, presenti sia nel SNC che nel SNP, costituiscono una rete di supporto per il tessuto nervoso, con funzione anche fagocitaria. Sono presenti in numero maggiore (5 volte) rispetto ai neuroni, sono più piccole, e, a differenza dei neuroni, mantengono la capacità di dividersi.



La **neuroglia del SNC** comprende quattro tipi di cellule gliali: gli **astrociti**, gli **oligodendrociti**, la **microglia** e le **cellule ependimali**.

- **ASTROCITI:** Sono le cellule più grandi e più numerose. Svolgono varie funzioni, tra cui "controllo dell'ambiente intestiziale" attraverso lo scambio di ioni e altre molecole con il

fluido extracellulare; "*mantenimento della barriera emato-encefalica*" rivestendo i capillari del SNC, le cui cellule endoteliali formano la **barriera ematoencefalica**; "*formazione di una rete di sostegno tridimensionale per il SNC*" grazie alla presenza di numerosi microfilamenti cellulari; "*riparazione del tessuto nervoso danneggiato*" grazie alla produzione di tessuto cicatriziale a livello della lesione; "*guida allo sviluppo neuronale embrionale*" attraverso la produzione di sostanze chimiche conosciute come fattori neurotrofici.

- **OLIGODENDROCITI:** Offrono supporto strutturale mielinizzando gli assoni del SNC avvolgendoli con una guaina, costituita per lo più da tessuto adiposo, con funzione isolante. Le aree dell'assone del neurone ricoperte di mielina sono definite **internodi**, mentre le interruzioni della guaina mielinica, tra oligodendrociti adiacenti, sono definite **nodi di Ranvier**.

Nel SNC le regioni in cui predominano gli assoni mielinici costituiscono la **sostanza bianca** mentre quelle in cui predominano gli assoni amielinici costituiscono la **sostanza grigia**.

- **MICROGLIA:** Sono le cellule più piccole della neuroglia. Svolgono funzione fagocitaria verso detriti cellulari, prodotti di rifiuto, agenti patogeni e cellule tumorali.
- **CELLULE EPENDIMALI:** Formano l'**ependima**, uno strato cellulare che riveste i ventricoli cerebrali e il canale centrale del midollo spinale, andando a regolare la produzione, la circolazione, la composizione e il riassorbimento del **liquido cerebrospinale (LCS)**. Hanno una forma cubica o cilindrica, e posseggono sottili ramificazioni che prendono contatto diretto con le cellule gliali del tessuto nervoso circostante. Le cellule ependimali che ricoprono i ventricoli possiedono inoltre delle ciglia.

A livello periferico, i pironofori del SNP sono riuniti in raggruppamenti detti **gangli**; gli assoni di questi neuroni sono tenuti insieme ed avvolti da tessuto connettivo, formando i **nervi periferici**.

La **neuroglia del SNP** avvolge ed isola i pironofori e gli assoni del SNP. Essa comprende due citotipi gliali: le **cellule satellite** e le **cellule di Schwann**.

- **CELLULE SATELLITE:** Circondano i pironofori nei gangli periferici regolando i livelli di O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>, gli scambi di sostanze nutritive e scorie.
- **CELLULE DI SCHWANN:** Chiamate anche **neurolemmociti** sono responsabili della mielinizzazione (formano un rivestimento fosfolipidico pluristratificato) degli assoni periferici. Il rivestimento citoplasmatico delle cellule di Schwann è chiamato **neurolemma** mentre la membrana cellulare di un assone è l'**assolemma**.

La mielina aumenta la velocità con cui l'impulso nervoso, o potenziale d'azione, si propaga lungo l'assone per raggiungere il bersaglio grazie comunicazione sinaptica (ricordiamo che la sinapsi è il sito di comunicazione tra un neurone ed un'altra cellula). Una sinapsi tra neuroni può essere di tre differenti tipi:

- Sinapsi asso-somatica: coinvolge un terminale sinaptico e il soma di un altro neurone.
- Sinapsi asso-dendritica: coinvolge un terminale sinaptico e un dendrite.
- Sinapsi asso-assonica: coinvolge un terminale sinaptico e un assone.

Quando una sinapsi consente la comunicazione tra un neurone e un altro citotipo si parla di **giunzioni neuro-effettrici** (es. giunzioni neuro-muscolari).

Si parlerà di **sinapsi vescicolare** (sinapsi chimiche) tra due neuroni quando un neurotrasmettitore rilasciato a livello della membrana presinaptica di un bottone sinaptico si lega ad un recettore sulla membrana post-sinaptica innescando un cambiamento momentaneo del **potenziale di membrana** (differenza di carica ai due lati della membrana cellulare) della cellula ricevente. La comunicazione avviene in una sola direzione (neuroni presinaptici->neuroni postsinaptici), e gli effetti possono essere di breve durata in quanto le molecole di neurotrasmettitore possono essere rimosse per azione enzimatica. Nelle **sinapsi non vescicolari** (sinapsi elettriche) le membrane cellulari pre e post

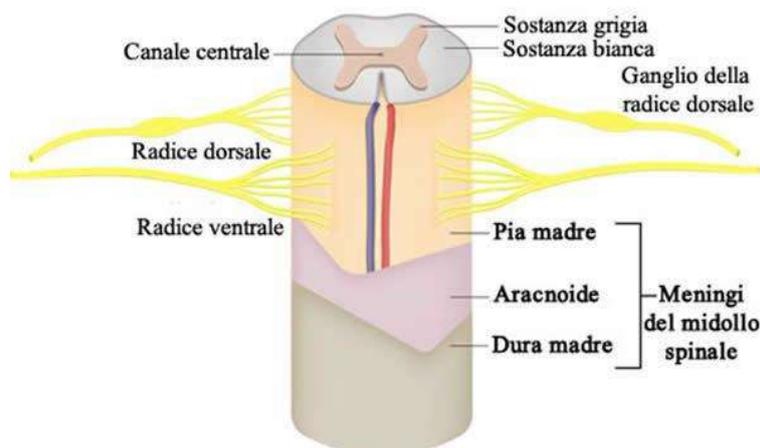
sinaptiche sono collegate mediante gap-junction che permettono il passaggio veloce dell'impulso nervoso attraverso il movimento di ioni tra le cellule. Le sinapsi non vescicolari sono più rare delle precedenti, e, a differenze di quest'ultime, possono condurre l'impulso in entrambe le direzioni.

## MIDOLLO SPINALE E NERVI SPINALI

Sebbene molte informazioni vengano integrate nell'encefalo, il midollo spinale è in grado di integrare ed elaborare proprie informazioni. Esso si estende dal forame magno del cranio al margine inferiore di L1. La superficie dorsale presenta un solco longitudinale poco profondo chiamato **solco mediano posteriore** mentre la superficie ventrale presenta una profonda incisura chiamata **fessura mediana anteriore**. A livello cervicale e dorsale il midollo spinale presenta rigonfiamenti (**rigonfiamento cervicale** e **rigonfiamento lombare**) caratterizzati da una maggiore quantità di sostanza grigia e di inter-neuroni che integrano le informazioni sensitive e provvedono al coordinamento dei motoneuroni somatici che controllano i muscoli degli arti. Al di sotto del rigonfiamento lombare, il midollo spinale diventa appiattito e conico, andando a formare il cosiddetto **cono midollare**, da cui si diparte il **filum terminale**, un'espansione di tessuto fibroso che termina nel legamento coccigeo, contribuendo a mantenere in situ il midollo spinale. Il filum terminale e le lunghe radici ventrali e dorsali che si estendono dal cono midollare prendono il nome di **cauda equina**. L'intero midollo spinale si può suddividere in 31 segmenti, identificabili da una lettera ed un numero, corrispondenti alla zona vertebrale. Ogni segmento contiene un paio di **gangli della radice dorsale**, contenenti i pirenofori dei neuroni sensitivi; da essi si dipartono le **radici dorsali** formate dagli assoni dei neuroni sensitivi presenti nel ganglio. Ventralmente sono collocati invece le **radici ventrali** costituite dagli assoni efferenti dei neuroni motori somatici e, a certi livelli, anche viscerali, che controllano gli organi effettori periferici. L'unione delle radici dorsale e ventrale di ciascun segmento forma il **nervo spinale**, che passa attraverso il foro intervertebrale. I nervi spinali sono pertanto nervi misti, possedendo sia fibre afferenti sensitive che fibre efferenti motorie. Il midollo spinale si accresce fino all'età di 4 anni, seguendo lo sviluppo della colonna vertebrale; dall'età di 4 anni, lo sviluppo della colonna vertebrale continua mentre si arresta la crescita del midollo. Il midollo spinale di un uomo adulto può arrivare a misurare 45 cm.

Una serie di membrane specializzate, le **meningi spinali**, offrono stabilità e protezione fisica al midollo, coprendolo e circondando i nervi periferici. Le meningi spinali sono tre: la **dura madre**, l'**aracnoide**, e la **pia madre**. Le meningi spinali si continuano poi, a livello del forame magno del cranio, con le **meningi encefaliche** che circondano l'encefalo.

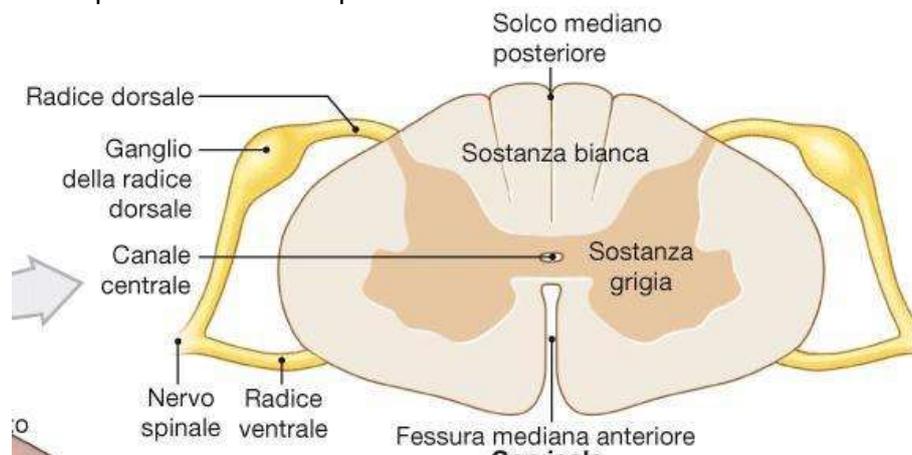
### MENINGI DEL MIDOLLO SPINALE



La **DURA MADRE** forma lo strato di rivestimento più esterno del midollo spinale. E' costituita da tessuto connettivo denso irregolare, rivestito, internamente ed esternamente, da un epitelio pavimentoso semplice. Tra l'epitelio esterno della dura madre e le pareti del canale vertebrale è presente uno **spazio epidurale** contenente tessuto aereolare, vasi sanguigni e tessuto adiposo. Cranialmente la dura madre presenta inserzioni lungo il contorno del forame magno del cranio, mentre caudalmente si assottiglia formando un cordone fibroso che si fonde con le componenti del filum terminale a formare il **legamento coccigeo** che, estendendosi lungo il canale sacrale, termina fondendosi con il periostio del sacro e del coccige.

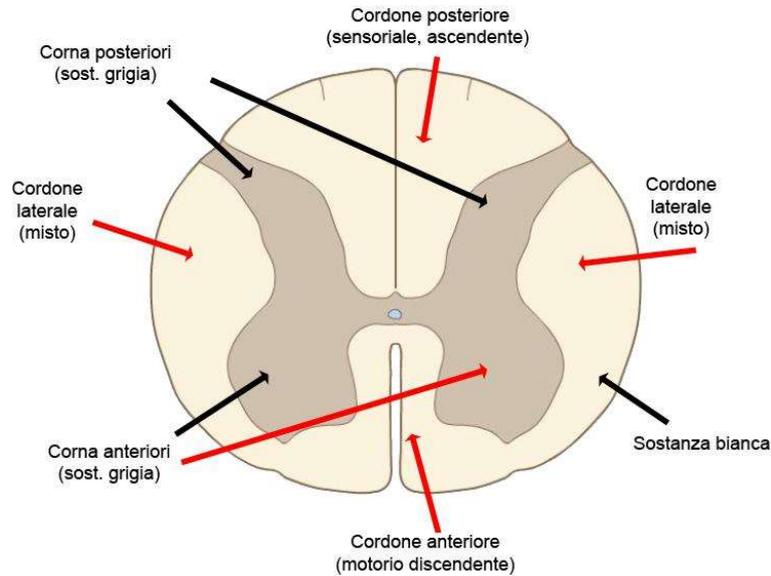
L'**ARACNOIDE** è lo strato meningeo intermedio. E' costituito da un epitelio pavimentoso semplice, ed è separato dallo strato più interno, la pia madre, mediante lo **spazio subaracnoideo** all'interno del quale, in una delicata rete di fasci di fibre (trabecole aracnoidee) che si estendono dalla superficie interna dell'aracnoide alla superficie esterna della pia madre, scorre il **liquido cerebrospinale (LCS)**. Il LCS ha sia una funzione protettiva, sia di trasporto di gas, sostanze nutritive e di rifiuto oltre che messaggeri chimici.

La **PIA MADRE** è lo strato meningeo più interno, strettamente adesa al sottostante tessuto nervoso, e le cui fibre elastiche e collagene sono intrecciate con le trabecole aracnoidee. Dalla pia madre originano, da entrambi i lati del midollo spinale, tra le radici dorsale e ventrale dei nervi spinali, i **legamenti denticolati** che hanno lo scopo di fissare il midollo stabilizzandolo. Le meningi spinali circondano le radici ventrali e dorsali a livello dei fori intervertebrali, continuandosi con il connettivo che circonda i nervi spinali e i loro rami periferici.



La fessura mediana anteriore e il solco mediano posteriore dividono il midollo spinale in due metà, al cui centro è evidente una zona a forma di H di **sostanza grigia**, costituita dai corpi cellulari dei neuroni. Al centro di questa H è presente il **canale centrale**. Le proiezioni della sostanza grigia verso la superficie esterna del midollo spinale sono chiamate **corna**, mentre la **sostanza bianca**, situata in periferia, contiene assoni mielinici e amielinici. I pirenofori dei neuroni della sostanza grigia sono organizzati in gruppi definiti **nuclei**, con specifiche funzioni. I **nuclei sensitivi**, collocati nelle **corna posteriori** (dorsali) contengono nuclei sensitivi viscerali e somatici, mentre i **nuclei motori**, collocati nelle **corna anteriori** (ventrali) presiedono al controllo motorio somatico. I segmenti del midollo compreso tra T1 e L2 possiedono delle **corna laterali** (corna intermedie) che contengono motoneuroni viscerali. Posteriormente e anteriormente al canale centrale sono presenti **due commessure** che contengono assoni diretti orizzontalmente a connettere i 2 antimeri del midollo spinale. I nuclei motori sono organizzati in maniera tale che i nervi diretti ai muscoli scheletrici di strutture più prossimali siano localizzati più medialmente nella sostanza grigia rispetto ai nuclei che

innervano i muscoli scheletrici di strutture più distali; inoltre, all'aumentare del numero di muscoli innervati da un tratto specifico di midollo, variano anche le dimensioni delle corna anteriori.



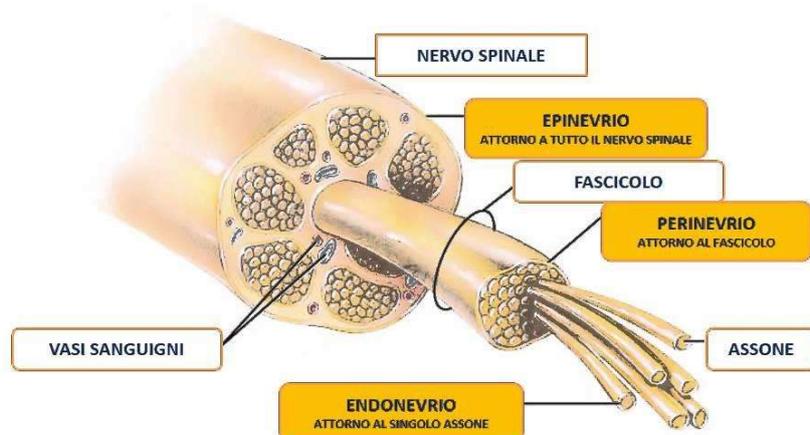
La sostanza bianca può essere suddivisa in regioni, o **cordoni** (chiamati anche fascicoli). Si individuano i **cordoni posteriori** (tra le corna posteriori e il solco mediano posteriore), i **cordoni anteriori** (tra le corna anteriori e la fessura mediana anteriore) e i **cordoni laterali**. Ogni cordone contiene "fasci" o **tratti** i cui assoni condividono caratteristiche strutturali e funzionali: uno specifico fascio può trasportare informazioni sensitive oppure comandi motori; tutti gli assoni di un dato tratto conducono informazioni nella stessa direzione: i **fasci ascendenti** trasportano informazioni sensitive verso l'encefalo, mentre i **fasci discendenti** conducono informazioni motorie al midollo spinale

Esistono 31 paia di nervi spinali: 8 cervicali, 12 toracici, 5 lombari, 5 sacrali e 1 coccigeo. Mentre i nervi cervicali seguono la numerazione della vertebra che immediatamente li segue, i nervi spinali caudali a T1 prendono il nome della vertebra immediatamente precedente.

Ogni nervo presenta 3 strati concentrici di tessuto connettivo:

- **EPINEVRIO:** È lo strato esterno, composto da tessuto connettivo irregolare denso in cui sono presenti fibre di collagene e fibroblasti. In corrispondenza dei fori intervertebrali l'epinevrio si continua con la dura madre.
- **PERINEVRIO:** Suddivide il nervo in **fascicoli** composto da fasci di assoni. È composto da fibre collagene, fibre elastiche e fibroblasti.
- **ENDONEVRIO:** Circonda gli assoni ricoperti dalle cellule di Schwann. È costituito da tessuto connettivo lasso irregolare e da fibre elastiche e collagene.

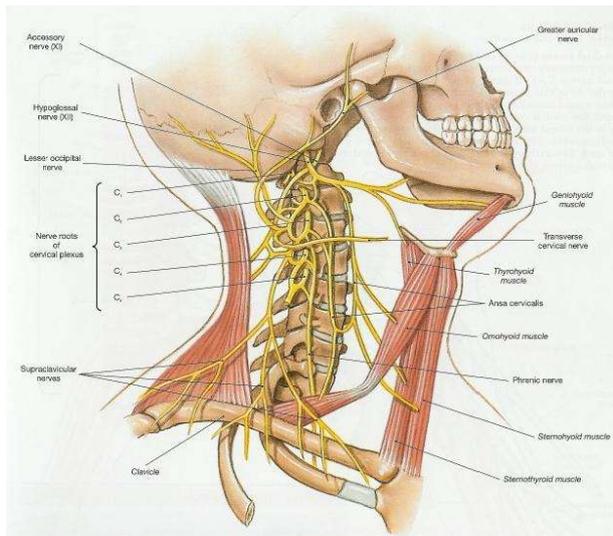
## I NERVI SPINALI



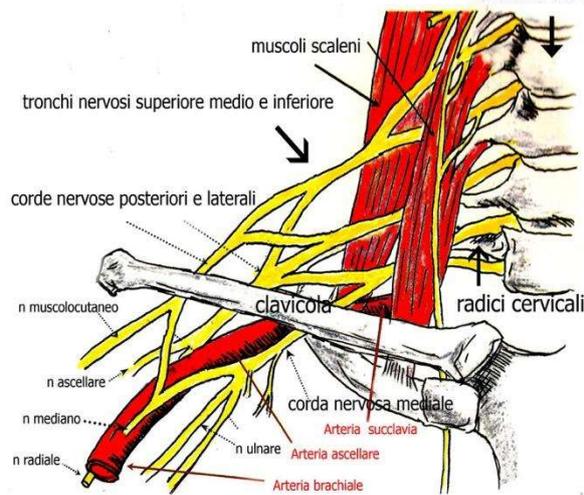
www.laurapirotta.it

Ogni nervo spinale si forma dall'unione di una radice dorsale e di una ventrale nel momento in cui attraversa il foro intervertebrale. Allontanandosi dal midollo, il nervo forma due rami: un **ramo dorsale** che provvede all'innervazione sensitiva e motoria dei muscoli del dorso e del collo, e un **ramo ventrale** che innerva i muscoli scheletrici della parete ventro-laterale del corpo e gli arti. La distribuzione delle fibre sensitive dei rami dorsali e ventrali riflette la distribuzione segmentale del midollo spinale: ogni paio di nervi spinali innerva una specifica regione cutanea nota come **dermatomero**. I nervi spinali a livello di T1 e L2 presentano quattro rami: un ramo dorsale, un ramo ventrale, e due **rami comunicanti**: un **ramo comunicante bianco** che porta le fibre motorie (assoni pregangliari mielinici) viscerali verso il **ganglio simpatico** (autonomo). Dal ganglio partono due gruppi di fibre postgangliari amieliniche: un gruppo per la muscolatura liscia e le ghiandole del dorso, della parete corporea e degli arti, che formano il **ramo comunicante grigio**; mentre le fibre pre e post gangliari dirette agli organi interni non ritornano ai nervi spinali, ma formano una serie di nervi autonomi (vegetativi) indipendenti. Mentre i rami dorsali provvedono all'innervazione sensitiva segmentale, i rami ventrali di nervi spinali adiacenti fondono le loro fibre producendo una serie di tronchi nervosi composti: i **plessi nervosi**. Esistono quattro plessi nervosi principali: il **plesso cervicale**, il **plesso brachiale**, il **plesso lombare** e il **plesso sacrale**.

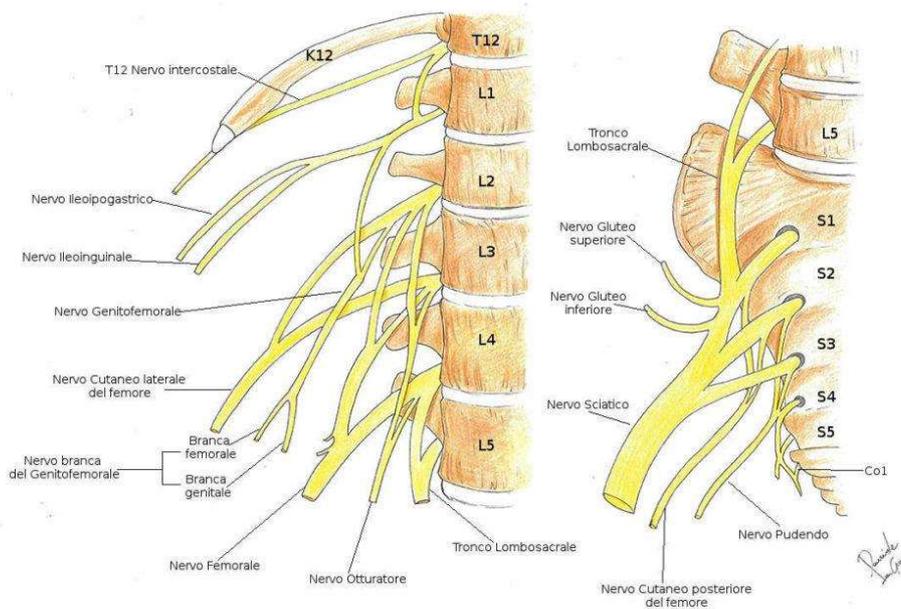
Il **PLESSO CERVICALE** è costituito dai rami ventrali dei nervi spinali C1-C4 e da alcune fibre provenienti da C5. I rami cutanei di questo plesso innervano la testa, il collo e il torace, mentre i rami muscolari innervano 5 muscoli del collo (m.genioioide, m.tiroideo, m.omoioideo, m.sternoioideo, m. sternotiroideo). Di questo plesso fa parte anche il **nervo frenico** deputato all'innervazione motoria e sensitiva del diaframma.



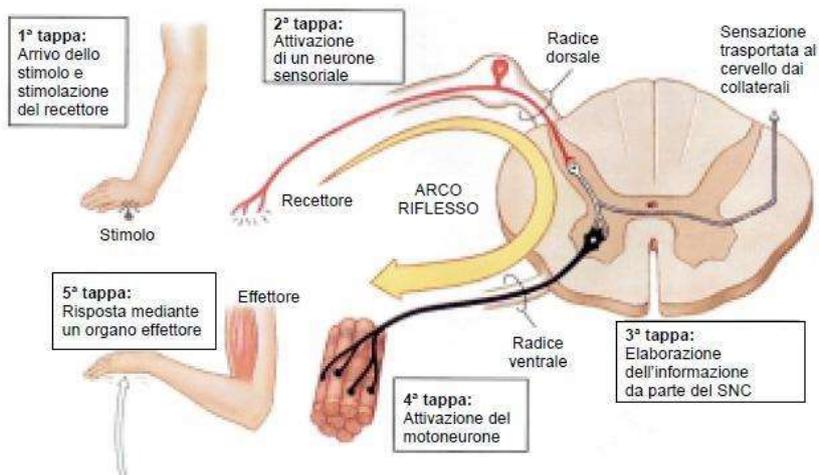
vertebre cervicali



Il **PLESSO BRACHIALE** è formato dai rami ventrali dei nervi spinali C5-T1, e innerva il cingolo scapolare e gli arti superiori. I rami ventrali convergono a formare i **tronchi superiore, medio e inferiore**; da ciascun tronco origina una **divisione anteriore** e una **divisione posteriore**, che a loro volta danno origine ad una **corda posteriore**, una **corda laterale** e una **corda mediale**. Dal plesso brachiale originano il **nervo ascellare** (m. deltoide e m. piccolo rotondo; sensibilità cute della spalla), il **nervo musculocutaneo** (m. flessori del braccio; sensibilità della cute della superficie laterale dell'avambraccio), il **nervo mediano** (m. flessori dell'avambraccio; sensibilità della cute della superficie anterolaterale della mano), il **nervo radiale** (m. estensori del braccio e dell'avambraccio; m. supinatore, estensori delle dita ed abductore del pollice; sensibilità della cute della superficie postero-laterale dell'arto), e il **nervo ulnare** (m. flessore ulnare del carpo, metà ulnare del flessore profondo delle dita, m. adduttore del pollice; sensibilità della cute della superficie mediale della mano).



Il **PLESSO LOMBORE** origina dai rami ventrali dei nervi spinali T12-L4, mentre il **PLESSO SACRALE** origina dai rami ventrali dei nervi spinali L4-S4. Poiché i rami ventrali di entrambi i plessi si distribuiscono all'arto inferiore, coinvolgendo entrambi i nervi spinali L4-L5, si parla spesso di **PLESSO LOMBO-SACRALE**. Del plesso lombare menzioniamo il **nervo genito-femorale** (sensibilità cute antero-mediale della coscia e di parte dei genitali esterni), il **nervo cutaneo-laterale della coscia** (sensibilità cute atero-laterale e posteriore della coscia), il **nervo femorale** (m. quadricipite, m. sartorio, m. pettineo, m. ileopsoas; sensibilità porzione antero-mediale della coscia, e porzione mediale di gamba e piede), il **nervo otturatorio** (m. gracile, m. otturatorio esterno, m. adduttori; sensibilità porzione mediale della coscia). Per quanto concerne il plesso sacrale, parte del ramo ventrale di L4 e il ramo ventrale di L5 formano il **tronco lombosacrale**. Menzioniamo il **nervo ischiatico** (il nervo più voluminoso del corpo. Innerva i muscoli: bicipite femorale, semimembranoso, semitendinoso e grande adduttore; avvicinandosi alla fossa poplitea, si divide in **nervo tibiale** e **nervo peroneo**) e il **nervo pudendo** (muscoli del perineo, tra cui diaframma urogenitale, sfintere anale esterno e sfintere distale dell'uretra. Sensibilità dalla cute dei genitali esterni e dai muscoli scheletrici ad essi correlati come m. bulbospongioso e m. ischiocavernoso).



Con il termine **riflesso** si intende una risposta motoria involontaria ed immediata conseguente ad uno stimolo specifico. Il “percorso nervoso” che caratterizza un riflesso prende il nome di **arco riflesso**, e si articola in 5 tappe:

1. Arrivo dello stimolo e attivazione del recettore. Ogni recettore ha un caratteristico range di sensibilità.
2. Trasmissione dell'informazione al SNC grazie alla fibra afferente che trasmette il potenziale d'azione al midollo spinale tramite la radice dorsale.
3. Elaborazione dell'informazione. Un neurotrasmettitore rilasciato da un terminale sinaptico di un neurone sensitivo raggiunge la membrana post-sinaptica di un motoneurone o di un inter-neurone. L'obiettivo dell'elaborazione di questa informazione è la selezione di un'appropriata risposta motoria attraverso l'attivazione di motoneuroni specifici.
4. Attivazione di un motoneurone. L'assone del motoneurone trasmette il potenziale d'azione verso la periferia attraverso la radice ventrale del nervo spinale.
5. Risposta di un effettore periferico (muscolo scheletrico o ghiandola).

I riflessi possono essere inoltre classificati in:

- **Congeniti** (geneticamente determinati) e **acquisiti** (appresi dopo ripetute esposizioni allo stimolo) a seconda dello sviluppo.
- **Spinali ed encefalici** (o **cranici**) a seconda che vengano elaborati nel midollo spinale o nell'encefalo.
- **Somatici** (controllano la contrazione della muscolatura scheletrica, e includono i riflessi da stiramento) e **viscerali** (o autonomi, che controllano l'azione della muscolatura liscia, cardiaca e delle ghiandole) a seconda della natura della risposta motoria che generano.
- **Monosinaptici** (una sinapsi, tra neurone sensitivo e motoneurone) o **polisinaptici** (due o più sinapsi che coinvolgono un neurone sensitivo, inter-neuroni e motoneuroni) a seconda della complessità del circuito che coinvolgono. I riflessi polisinaptici presentano generalmente un ritardo più lungo tra stimolo e risposta, ma anche una maggiore complessità nelle risposte, proprio perché gli inter-neuroni possono controllare diversi gruppi muscolari. Un'ulteriore differenza è fornita dal fatto che i riflessi monosinaptici coinvolgono generalmente un solo segmento di midollo spinale, mentre i riflessi polisinaptici possono integrare risposte motorie di differenti segmenti. Un esempio di riflesso monosinaptico è il **riflesso da stiramento** (es. riflesso patellare) in cui la variazione di lunghezza percepita dai **fusi neuromuscolari** (particolari fibre muscolari la cui lunghezza è monitorata da neuroni sensitivi) innesca la contrazione del muscolo stesso. Questo riflesso risulta molto importante soprattutto in ambito posturale (riflesso posturale) perché permette, attraverso la regolazione automatica della lunghezza muscolare, il mantenimento della postura corretta.

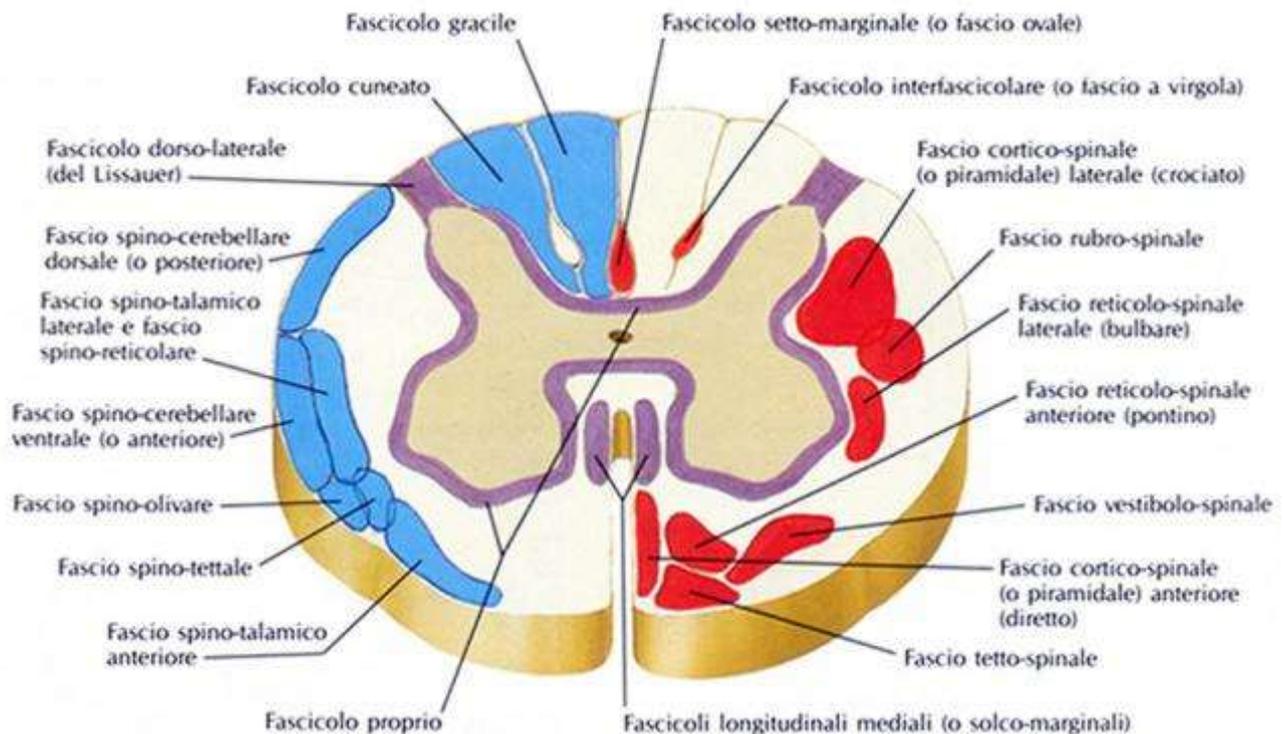
Sebbene le attività motorie riflesse avvengano automaticamente, senza il coinvolgimento di centri encefalici superiori, quest'ultimi possono, attraverso fasci discendenti che contraggono sinapsi con interneuroni e motoneuroni lungo il midollo spinale, modulare i riflessi.

### VIE SENSITIVE

Le informazioni sensitive afferenti (via ascendente) e motorie efferenti (via discendente) viaggiano attraverso “vie” che consistono in una serie di fasci e di nuclei associati. I fasci sono generalmente pari (disposti bilateralmente al midollo spinale), e coinvolgono encefalo e midollo spinale. Dal nome del fascio è possibile desumerne origine (parte iniziale del nome) e destinazione (parte terminale).

Principali fasci di fibre del midollo spinale

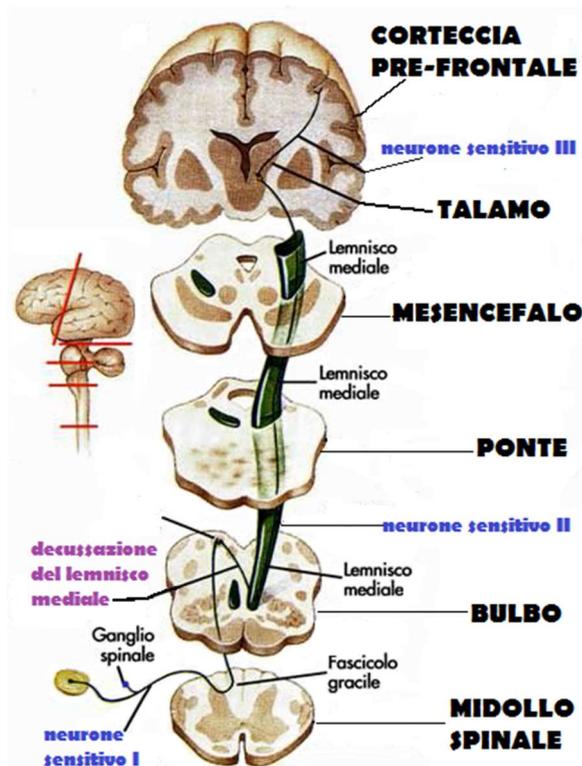
- Vie ascendenti
- Vie discendenti
- Fibre che vanno in ambedue le direzioni



**VIE SENSITIVE (SOMATOSENSITIVE)**

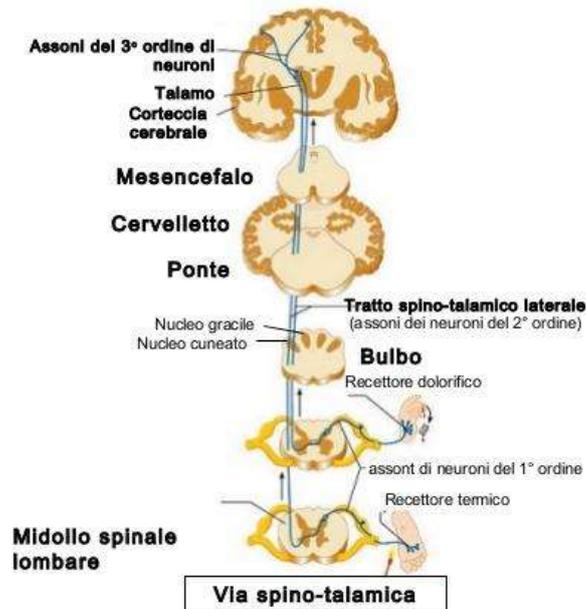
Esistono tre vie sensitive che mandano le informazioni riguardanti la sensibilità somatica alla corteccia sensitiva degli emisferi cerebrali. Queste vie si articolano su una catena di neuroni (**neuroni sensitivi di primo, secondo e terzo ordine**); per ciascuna via, i neuroni sono organizzati secondo tre principi anatomici:

- *Disposizione, nel midollo spinale, a seconda della sensibilità trasportata.*
- *Organizzazione mediolaterale per cui le informazioni sensitive che arrivano al midollo da un nervo sensitivo che entra ad un livello inferiore, viaggiano in posizione mediale rispetto alle informazioni entrate nel midollo spinale ad un livello superiore.*
- *Organizzazione somato-topica, per cui le fibre ascendenti sensitive sono organizzate all'interno delle singole vie a seconda del sito di origine all'interno del corpo (es. le fibre sensitive che provengono dall'arto superiore formano fasci organizzati provenienti da mano, polso, avambraccio e braccio.)*



**VIA DEL CORDONE POSTERIORE:** Chiamata anche **via spino-bulbo-talamica** (oppure di **Goll e Burdach**) o **via del lemnisco mediale** trasporta informazioni (tipo di stimolo, sito della stimolazione, momento di inizio e fine dello stimolo) altamente localizzate provenienti dalla cute dell'apparato muscolo-scheletrico inerenti la sensibilità propriocettiva cosciente, tattile finemente discriminata, pressoria e vibratoria alla corteccia sensitiva primaria dell'emisfero cerebrale sul lato opposto del corpo. Dalle radici dorsali dei nervi spinali, gli assoni dei neuroni sensitivi di primo ordine che entrano nel midollo spinale inferiormente a T6 ascendono formando il **fascicolo gracile** mentre quelle che entrano a livello di T6 o superiormente ascendono formando il **fascicolo cuneato**. A livello del midollo allungato (bulbo), i neuroni di primo ordine contraggono sinapsi con i neuroni dei nuclei gracile e cuneato. I neuroni sensitivi di secondo ordine, lasciati i nuclei, decussano immediatamente ascendendo nella metà controlaterale del tronco encefalico, e risalendo tramite un fascio chiamato **lemnisco mediale** (lungo l'ascesa accoglie fibre sensitive dei nervi cranici V, VII, IX, X che trasportano lo stesso tipo di informazioni sensitive) trasmettono l'informazione al talamo del lato opposto. Nel talamo, le informazioni vengono integrate dal nucleo ventrale posterolaterale, raggruppate a seconda della regione del corpo coinvolta e proiettate a specifiche regioni della corteccia sensitiva primaria (lesioni alla corteccia sensitiva primaria rendono impossibile la determinazione della provenienza della sensazione). Ad ogni regione della corteccia sensitiva primaria corrisponde un'area corporea identificata dalla mappa fornita dall'**homunculus sensitivo**, in cui le dimensioni di una regione sono correlate al numero di recettori sensitivi presenti in quella regione).

## Vie sensoriali ascendenti



**VIA SPINO TALAMICA:** Chiamata anche **sistema anterolaterale** trasporta informazioni inerenti la sensibilità protopatica (grossolana), termica, pressoria e dolorifica. Gli assoni dei neuroni sensitivi di primo ordine contraggono sinapsi all'interno delle corna posteriori; da qui i neuroni di secondo ordine decussano nella metà opposta del midollo, per ascendere come **fasci spino-talamici anteriore e laterale**. Questi fasci raggiungono i nuclei ventrali postero-laterali del talamo dove contraggono sinapsi con i neuroni sensitivi di terz'ordine, i cui assoni trasportano le informazioni sensitive alla corteccia sensitiva primaria.

**VIA SPINO-CEREBELLARE:** Conduce al cervelletto informazioni propriocettive riguardanti la contrazione dei muscoli (organi tendinei di Golgi), grado di tensione dei tendini (fusi neuromuscolari) e posizione delle articolazioni (propriocettori nelle capsule articolari). Gli assoni dei neuroni sensitivi di primo ordine contraggono sinapsi con i neuroni sensitivi di secondo ordine a livello delle corna posteriori del midollo spinale. Da qui, gli assoni che decussano formano il **fascio spino-cerebellare anteriore** (ventrale) che, decussando ulteriormente, terminano nella metà ipsilaterale del cervelletto; gli assoni del **fascio spino-cerebellare posteriore** (dorsale) non decussano a livello del midollo spinale e raggiungono direttamente la corteccia cerebellare. La risposta cerebellare permette il coordinamento fine dei movimenti corporei. Dal momento che i neuroni della via spino-cerebellare non contraggono sinapsi a livello del talamo, e non vengono inviate alla corteccia cerebrale, le informazioni propriocettive di questa via vengono elaborate a livello inconscio.

### VIE MOTORIE

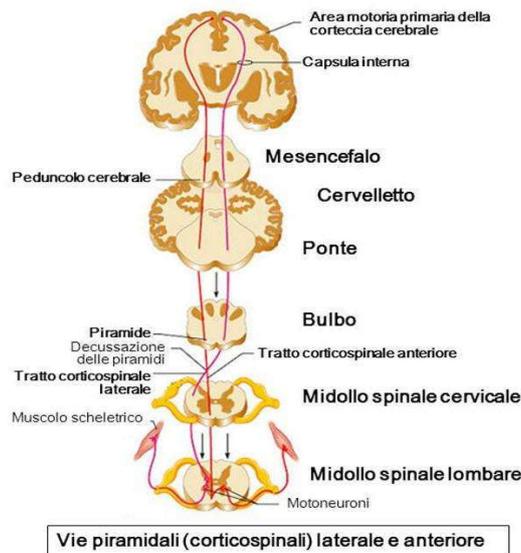
Il SNC invia risposte motorie agli stimoli sensitivi tramite il sistema nervoso somatico SNS (impulsi per la contrazione della muscolatura scheletrica) e il sistema nervoso autonomo SNA o viscerale (assoni di neuroni pre-gangliari nel SNC controllano neuroni gangliari posti in periferia, la cui stimolazione si traduce in impulsi per la contrazione della muscolatura liscia dei visceri, del muscolo cardiaco e delle ghiandole). L'attività entro queste vie è monitorata da centri motori superiori che si trovano nei nuclei della base e nel cervelletto.

### **SISTEMA PIRAMIDALE**

E' deputato al controllo cosciente volontario della muscolatura scheletrica. Questa via si articola su almeno due motoneuroni: un **motoneurone superiore** che ha origine dalle cellule piramidali della corteccia motoria primaria, e un **motoneurone inferiore** (cui giungono gli assoni dei centri superiori poc'anzi menzionati) situato in un nucleo motore del tronco encefalico o del midollo spinale. L'attività del motoneurone superiore stimolare il motoneurone inferiore, il quale, tramite il proprio assone, si porta fuori dal SNC per innervare la muscolatura scheletrica. La via piramidale contiene 3 paia di fasci discendenti:

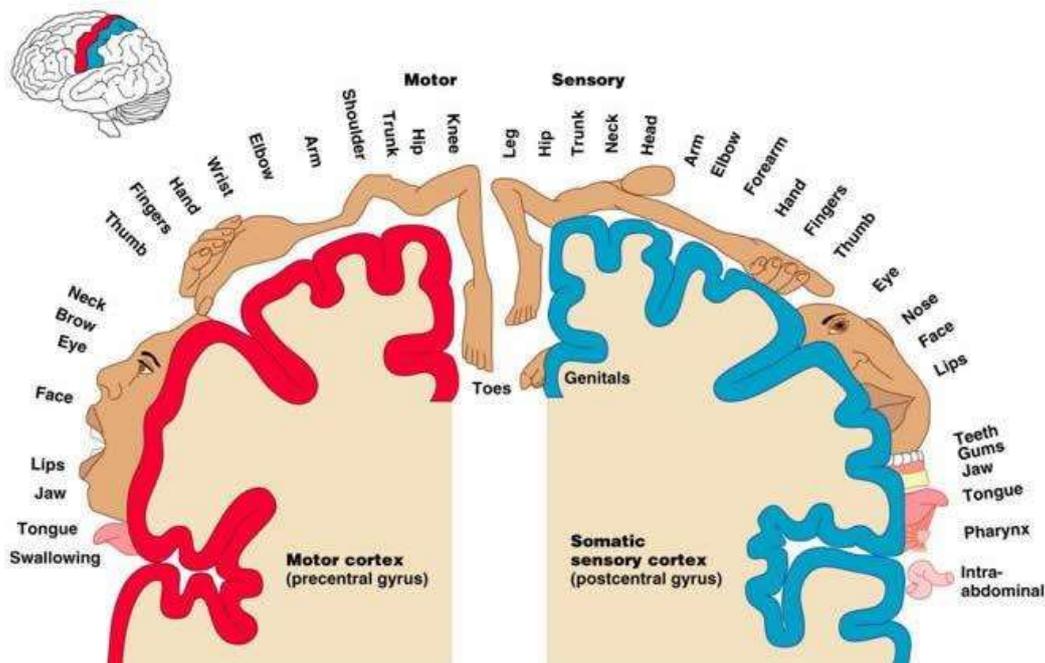
- **FASCI CORTICO-NUCLEARI:** Contraggono sinapsi con i nuclei motori dei nervi cranici (III, IV, V, VI, VII, IX, XI, XII) assicurando il controllo volontario dei muscoli scheletrici oculari, masticatori, mimici, e di alcuni muscoli di collo e faringe.

### Vie motorie discendenti



- **FASCI CORTICO SPINALI ANTERIORI E LATERALI:** Contraggono sinapsi con i motoneuroni inferiori delle corna anteriori del midollo spinale. Le fibre motorie distribuite ai nuclei motori del midollo spinale formano i **fasci cortico-spinali**; questi fasci decorrono lungo il midollo allungato formando rigonfiamenti definiti **piramidi**. Circa l'80% degli assoni che costituiscono questi fasci decussano a questo livello portandosi sul lato opposto del midollo spinale nei **fasci cortico-spinali-laterali** contraendo sinapsi con i motoneuroni inferiori delle corna anteriori a tutti i livelli del midollo spinale; il rimanente 10% discende senza decussare formando i **fasci cortico-spinali-anteriori**; a livello del mielomero (tratto del midollo spinale) spinale corrispondente al bersaglio, gli assoni dei fasci corti-spinali-anteriori passano sul lato opposto attraverso la commensura bianca anteriore.

La corteccia motoria primaria, come detto, contiene le cellule piramidali deputate alla risposta motoria. Come per la corteccia sensitiva primaria, anche per la corteccia motoria primaria, le aree motorie corticali seguono una mappa (**homunculus motorio**) in cui a punti differenti corrispondono specifiche regioni corporee. L'area motoria deputata a una specifica regione della corteccia è proporzionale al numero delle unità motorie reclutate, piuttosto che alle dimensioni reali. Pertanto, maggiore e più raffinato è il grado di controllo motorio richiesto, tanto maggiore sarà l'area rappresentata sull'homunculus. A differenza dell'homunculus sensitivo, nell'homunculus motorio, una regione corporea contenente molte unità motorie, non necessariamente presenta elevata sensibilità (es.occhio).



### SISTEMA MOTORIO INVOLONTARIO O EXTRAPIRAMIDALE

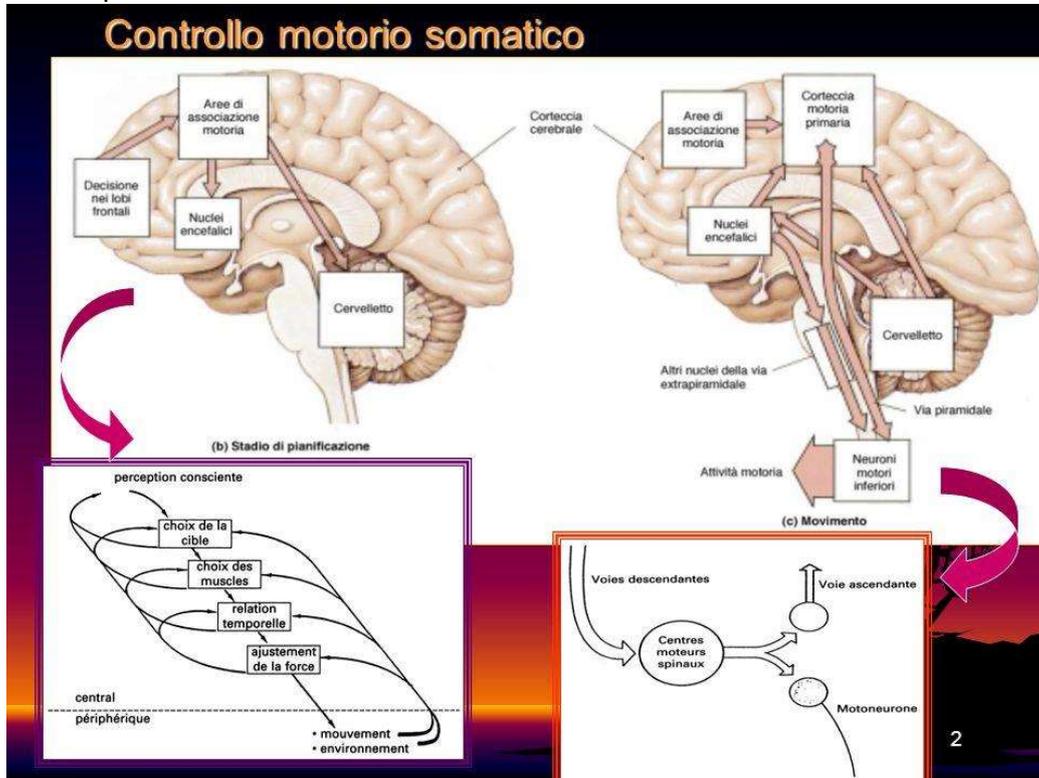
Comprende nuclei (posti in diversi centri del cervello, diencefalo e tronco encefalico) e fasci ad essi associati che inviano comandi motori somatici a seguito dell'elaborazione eseguita a livello inconscio. Le vie motorie che caratterizzano il sistema extra-piramidale possono modificare o dirigere la contrazione della muscolatura scheletrica stimolando, facilitando o inibendo i motoneuroni inferiori. Queste vie sono:

- **FASCI VESTIBOLO-SPINALI:** I **nuclei vestibolari**, tramite il nervo vestibolare (VIII) ricevono informazioni dai recettori posti nell'orecchio interno in seguito a variazioni nella posizione della testa. Inviano quindi impulsi motori che modificano la posizione di testa, collo, occhi e arti. Hanno lo scopo di mantenere la postura e l'equilibrio
- **FASCI TETTO-SPINALI:** I nuclei di questi fasci sono localizzati nel mesencefalo, nei **collicoli superiore** e **collicoli inferiore**. Essi ricevono informazioni visive ed uditive, e, tramite i fasci tetto-spinali, gli assoni di questi neuroni dirigono cambiamenti di testa, collo e arti superiori in risposta a luci intense, movimenti improvvisi e forti rumori.
- **FASCI RETICOLO-SPINALI:** La **formazione reticolare** è una rete di neuroni che si estende nel tronco encefalico e che riceve impulsi da quasi tutte le vie ascendenti e discendenti. Attraverso i fasci reticolo-spinali, gli assoni dei motoneuroni superiori della formazione reticolare esercitano degli effetti a seconda dell'regione della formazione reticolare stimolata.
- **FASCI RUBRO-SPINALI:** I motoneuroni di questi fasci si trovano nei **nuclei rossi** del mesencefalo. Essi sono principalmente implicati nel controllo del tono muscolare e dei movimenti delle parti distali degli arti superiori.

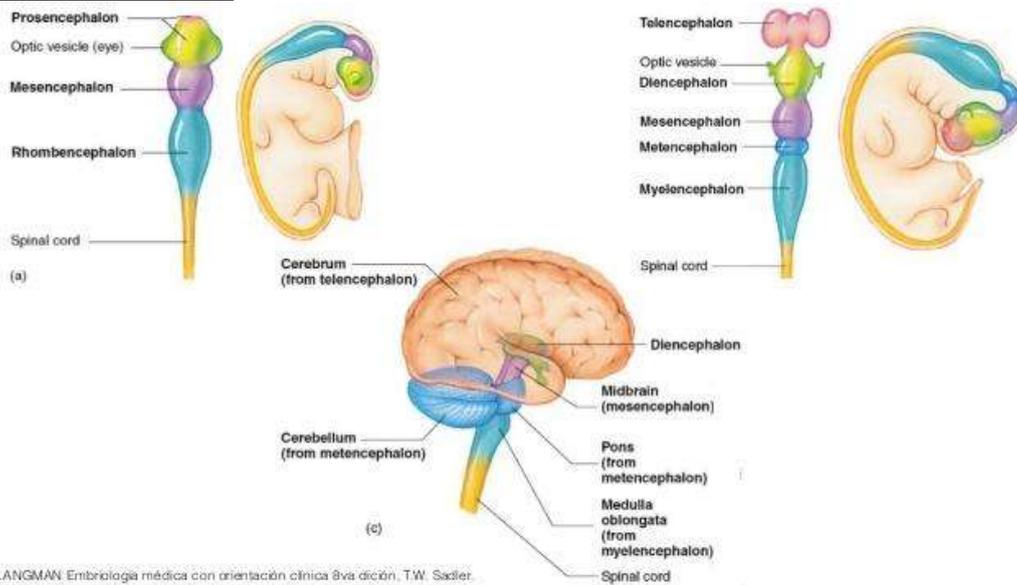
### LIVELLI DI CONTROLLO DELL'ATTIVITA' MOTORIA

Il controllo della motilità somatica si articola su diversi livelli, che vanno da semplici riflessi spinali ed encefalici (livello inferiore) che producono una risposta riflessa immediata, a schemi di movimento volontario più elaborati (livello superiore). Questa suddivisione garantisce l'assenza di tempi morti nelle varie tappe dell'elaborazione delle informazioni, poiché, mentre il riflesso spinale fornisce una risposta programmata rapida, automatica, che mantiene l'omeostasi, la risposta corticale è più complessa, richiedendo un tempo maggiore sia per la preparazione che per l'esecuzione.

Nel momento in cui si decide di effettuare un movimento, l'informazione parte dalla corteccia del lobo frontale e raggiunge le aree associative motorie, che a loro volta la inviano al cervelletto e ai nuclei della base. Dall'area associativa l'informazione raggiunge la corteccia motoria primaria da cui parte il movimento. Il feedback proveniente dal cervelletto e dai nuclei della base modificano il comando, in modo che le efferenze lungo i sistemi laterale e mediale possano dirigere aggiustamenti involontari nella posizione e nel tono muscolare.



## ENCEFALO E NERVI CRANICI



LANGMAN, Embriologia médica con orientación clínica 8va edición, T.W. Sadler.

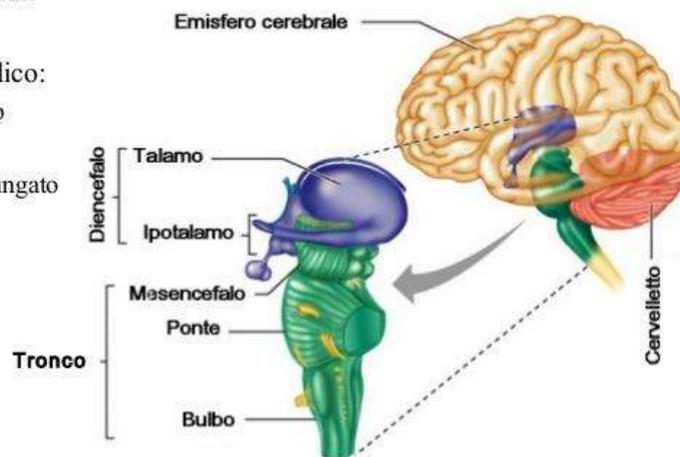
L'encefalo di un uomo adulto contiene circa il 95% di tutto il tessuto nervoso presente nell'organismo. Un encefalo adulto pesa circa 1,4kg in media e ha un volume di 1350cc. In embriologia, il SNC nasce come tubo neurale contenente una cavità (**neurocele**) riempita di liquido. Dalla IV settimana di sviluppo, l'espansione del neurocele nella porzione cefalica del tubo neurale porta alla formazione di **tre vescicole cerebrali primarie**:

il **prosencefalo**, il **mesencefalo** e il **romboencefalo**. A partire dalla VI settimana, da queste si formano **tre vescicole cerebrali secondarie**:

- Dal prosencefalo si formerà il **telencefalo**, che costituirà il cervello (i due emisferi cerebrali) e il **diencefalo**, cavo, che presenta un tetto ed una cavità posteriore (**epitalamo**), due pareti laterali (**talamo di destra** e **talamo di sinistra**) e un pavimento (**ipotalamo** e **subtalamo**).
- Il mesencefalo non si suddivide, ma le sue pareti si inspessiscono e il neurocele diventa un canale sottile con un diametro paragonabile a quello del canale centrale del midollo spinale.
- La porzione di romboencefalo adiacente al mesencefalo forma il **metencefalo**, la cui porzione dorsale andrà a formare il **cervelletto** mentre la porzione ventrale il **ponte**. La porzione di romboencefalo più vicina al midollo spinale diventa il **miencefalo** che andrà a formare il midollo allungato o bulbo.

## Le quattro principali regioni del cervello

- Emisferi cerebrali
- Diencefalo
- Tronco encefalico:
  - Mesencefalo
  - Ponte
  - Midollo allungato (bulbo)
- Cervelletto

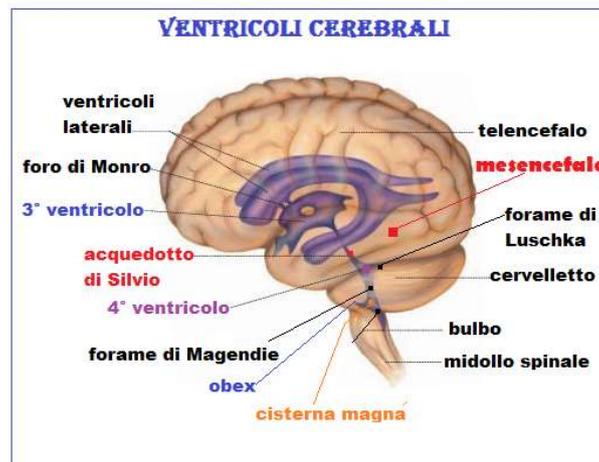


L'encefalo può essere suddiviso in sei principali regioni:

- **MIDOLLO ALLUNGATO O BULGO**: rappresenta il punto di connessione tra midollo spinale e **tronco encefalico** (\*). Trasmette le informazioni sensitive al talamo e ad altri centri encefalici, e contiene principali centri per la regolazione delle funzioni autonome come la frequenza cardiaca, la pressione sanguigna e la digestione.
- **PONTE**: E' posto sopra al midollo allungato, e connette il cervelletto al tronco encefalico. Nel ponte sono presenti nuclei coinvolti nel controllo motorio viscerale e somatico inconscio.
- **MESENCEFALO**: Si trova sopra al ponte. E' sede dell'elaborazione delle informazioni visive ed uditive, della generazione di riflessi motori somatici, e del mantenimento dello stato di coscienza.
- **DIENCEFALO**: Porzione profonda dell'encefalo in continuità con il cervello. Presenta quattro suddivisioni: la porzione superiore è l'**epitalamo** contenente l'epifisi (ghiandola pineale secernente melanina); i due lati sono il **talamo destro** e il **talamo sinistro**, centri di trasmissione ed elaborazione delle informazioni sensitive; il fondo è rappresentato dall'**ipotalamo** - contenente centri coinvolti nel controllo delle emozioni, delle funzioni autonome e nella produzione di ormoni (nell'ipotalamo è presente l'**ipofisi** o **ghiandola pituitaria**) - e dal **subtalamo**.
- **CERVELLETTO**: Sito posteriormente al ponte e inferiormente agli emisferi cerebrali. Ha il compito di correggere automaticamente le attività motorie sulla base di informazioni sensitive e della memoria di movimenti acquisiti.

- **CERVELLO (o TELENCEFALO):** E' la porzione più voluminosa dell'encefalo, ed è suddiviso in due **emisferi cerebrali** separati da una **scissura longitudinale**. La superficie del cervello è nota come **corteccia cerebrale**, ed è composta da sostanza grigia. Su di essa sono presenti dei **solchi**, atti a separare le circonvoluzioni della materia grigia, dette **giri**. Il cervello viene generalmente suddiviso in **lobi** (ad opera di solchi più ampi) che prendono il nome dalle ossa del cranio con cui contraggono rapporto topografico. Il cervello è sede dei processi cognitivi consci, delle funzioni intellettive, del ricordo e delle attività motorie complesse.

(\*) Midollo allungato, ponte e mesencefalo formano il **tronco encefalico**  
**VENTRICOLI ENCEFALICI**



I **ventricoli** sono cavità situate all'interno dell'encefalo contenenti liquido cerebrospinale (LCS) e tappezzate da cellule ependimali. Nell'encefalo adulto sono presenti quattro ventricoli:

- **Primo e secondo ventricolo**, uno per ciascun emisfero cerebrale, formano i **ventricoli laterali**, separati dal **setto pellucido**. Ciscun ventricolo laterale presenta un corpo (situato nel lobo parietale), un corno anteriore (si estende nel lobo frontale), un corno posteriore (si proietta nel lobo occipitale) e un corno inferiore (curva infero-lateralmente nel lobo temporale). Non vi è comunicazione diretta tra i due ventricoli laterali, ma ciascuno di essi comunica con il **terzo ventricolo (ventricolo diencefalico)** per mezzo del rispettivo **foro interventricolare (forame di Monro)**.
- **Terzo ventricolo**, chiamato anche **ventricolo diencefalico**. Dal terzo ventricolo, un sottile canale chiamato **acquedotto mesencefalico (o cerebrale o del Silvio)** connette il terzo al quarto ventricolo.
- **Quarto ventricolo** ha inizio tra il ponte e il cervelletto, e si estende fino alla porzione superiore del midollo allungato, continuandosi nel canale centrale.

Le strutture anatomiche che forniscono protezione, nutrimento e sostegno all'encefalo sono: le ossa del cranio, le meningi encefaliche, il liquido cerebrospinale e la barriera ematoencefalica.

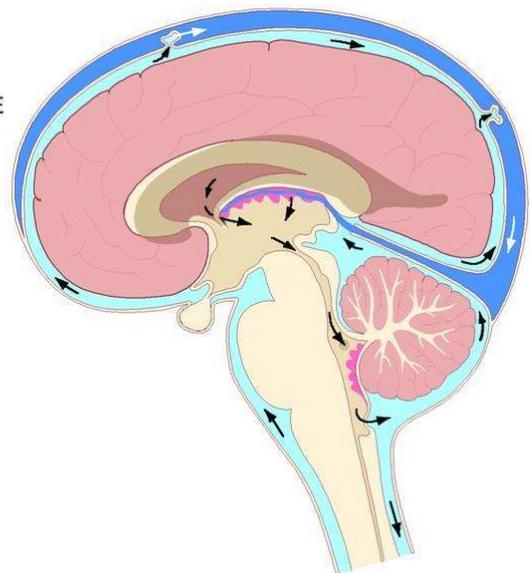
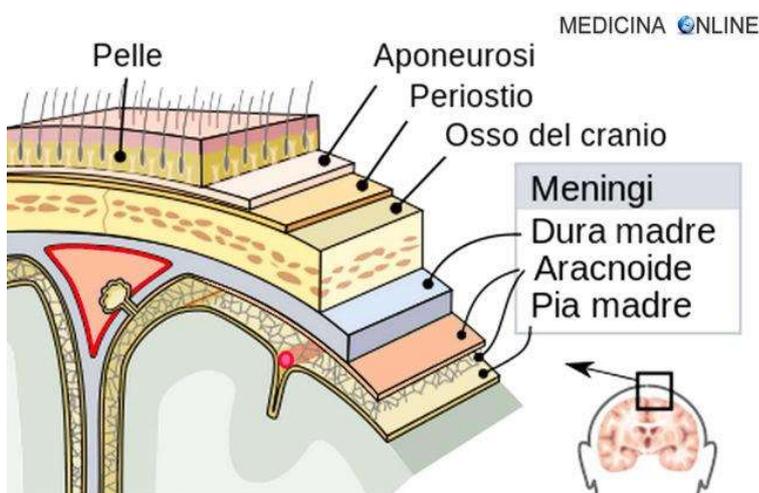
### **MENINGI ENCEFALICHE**

Le meningi encefaliche circondano l'encefalo fornendo protezione. Gli strati che le costituiscono sono: la **dura madre** (esterno), l'**aracnoide** (intermedio) e la **pia madre** (interno). Questi strati si continuano con le meningi che circondano il midollo spinale.

- **DURA MADRE:** E' costituita da due strati fibrosi: lo **strato meningeo** (interno) e lo **strato endostiale** (esterno) fuso al periostio. Questi strati sono separati da un sottile spazio che contiene fluido interstiziale e vasi sanguigni, tra cui le vene note come **seni durali**, in cui confluiscono le vene encefaliche. La dura madre forma, nella cavità cranica, dei prolungamenti che creano dei veri e propri setti atti a fornire supporto all'encefalo, limitandone i movimenti. Essi sono: la **falce cerebrale**, che si proietta tra gli emisferi cerebrali

nella scissura longitudinale, andando ad inserirsi, nella sua porzione inferiore, sulla crista galli dell'etmoide (anteriormente), sulla crista occipitale interna, e sul tentorio del cervelletto posteriormente; il **tentorio del cervelletto** che, separando gli emisferi cerebrali da quelli cerebellari, sostiene i due lobi occipitali del cervello. A livello del tentorio è posto il **seno trasverso**; la **falce cerebellare** che si estende sotto il tentorio del cervelletto e divide i due emisferi cerebellari; il **diaframma della sella** che ancora la dura madre allo sfenoide e ricopre la base dell'ipofisi.

- **ARACNOIDE**: E' posta tra la dura madre e la pia madre; lo spazio che separa l'aracnoide dalla pia madre, detto **spazio subaracnoideo**, contiene una delicata rete di fibre elastiche e collagene, le **trabecole aracnoidee**, tra le quali scorre il liquido cerebrospinale, oltre che arterie e vene cerebrali. Esternamente, lungo l'asse del seno sagittale superiore, estroflessioni digitiformi (**granulazioni aracnoidee** o del Pacchioni) dell'aracnoide perforano la dura madre proiettandosi nei seni venosi e permettendo il riassorbimento del LCS nella circolazione venosa.
- **PIA MADRE**: E' una membrana altamente vascolarizzata che costituisce lo strato più profondo delle meningi encefaliche. Aderisce alla superficie encefalica tramite le terminazioni degli astrociti, e agisce come pavimento sul quale poggiano gli ampi vasi cerebrali che, ramificandosi sulla superficie dell'encefalo, vanno a vascolarizzare le aree superficiali della corteccia.



### **BARRIERA EMATOENCEFALICA**

Questa barriera, costituita dalle cellule endoteliali (strettamente adese tra loro mediante giunzioni serrate) che rivestono internamente i capillari del sistema nervoso centrale, provvede ad isolare il tessuto che lo costituisce dall'ambiente circostante, mantenendo un ambiente interno costante. La permeabilità selettiva del rivestimento endoteliale (sostanze liposolubili mediante diffusione attraverso la membrana e sostanze idrosolubili mediante meccanismi di trasporto attivo e/o passivo) è sotto il controllo di sostanze secrete dagli astrociti. Grazie a questa organizzazione, i neuroni vengono riforniti costantemente di glucosio, e allo stesso tempo è mantenuta, il più bassa possibile, la concentrazione del neurotrasmettitore glicina. La barriera ematoencefalica è continua in tutto il SNC, presentando interruzioni solo in 3 punti: in alcune porzioni dell'ipotalamo e della ghiandola pineale (epifisi), in modo da permettere la diffusione degli ormoni prodotti nella circolazione generale, e a livello dei ventricoli dove la permeabilità delle cellule endoteliali dei capillari che si proiettano nella pia madre è riparata dalla presenza di cellule ependimali modificate che, unite tra loro mediante giunzioni serrate, formano i **plessi coroidei**, siti di produzione del LCS. Il **liquido cerebrospinale (LCS)** svolge diverse importanti funzioni:

- Impedisce il contatto tra le delicate strutture nervose e le ossa circostanti.
- Sostiene l'encefalo (è sospeso e galleggia nel LCS)
- Trasporta sostanze nutritive, messaggeri chimici e prodotti di rifiuto.

Soprattutto quest'ultima funzione è garantita dalla presenza dei plessi coroidi dei ventricoli; essi sono infatti responsabili della produzione di LCS (fino a 500ml al giorno) regolando gli scambi tra i capillari e il liquido cerebrospinale attraverso meccanismi di trasporto attivo e passivo. A del LCS, infatti, il sangue contiene una maggiore concentrazione di proteine in sospensione, oltre a differenze nella concentrazione di ioni, amminoacidi e lipidi. Il LCS prodotto nei ventricoli laterali fluisce attorno ai fori interventricolari nel terzo ventricolo, e successivamente nell'acquedotto mesencefalico, fino al quarto ventricolo, dal quale passa nello spazio subaracnoideo attraverso due **fori laterali** (del Luschka) e un **foro mediano** (del Magendie). Una piccola quota defluisce invece al canale centrale del midollo spinale. Il LCS scorre nello spazio subaracnoideo che circonda l'encefalo, per rientrare poi nella circolazione generale principalmente attraverso le granulazioni aracnoidee. Essendo che i neuroni hanno una elevata richiesta di energia (glucosio), e sono privi di mioglobina (non possono immagazzinare ossigeno), è necessario un costante apporto energetico e di O<sub>2</sub>; apporto realizzato da un'ampia rete vascolare. Il sangue arterioso raggiunge l'encefalo attraverso le arterie carotidi e le arterie vertebrali, mentre la maggior parte del sangue venoso lascia il cranio attraverso le vene giugulari interne che drenano i seni durali.

### **MIDOLLO ALLUNGATO (o BULBO)**

Il midollo allungato connette il midollo spinale al tronco encefalico. La sua porzione caudale, infatti, è di forma rotondeggiante, e, proprio come il midollo spinale possiede un sottile canale centrale. Nel midollo allungato sono presenti centri associati a funzioni specifiche:

- Il **nucleo gracile** e il **nucleo allungato** sono nuclei sensitivi e motori che agiscono come stazioni intermedi e centri di elaborazione trasmettendo le informazioni sensitive somatiche al talamo.
- I **nuclei olivari** trasmettono al cervelletto informazioni provenienti dal midollo spinale, dalla corteccia cerebrale, dal diencefalo e dal tronco encefalico.
- Nuclei motori e sensitivi associati ai 5 nervi cranici che innervano i muscoli della faringe, del collo, del dorso, e di alcuni organi interni del dorso e della cavità toracica e addominale.
- **Centri riflessi**, presenti nella **formazione reticolare**, responsabili della regolazione di funzioni autonome. Tra essi: i **centri cardiovascolari** che modificano frequenza ed intensità delle contrazioni cardiache, e i **centri del ritmo del respiro** che controllano la frequenza di base dei movimenti respiratori.

### **IL PONTE**

Il ponte si trova tra il midollo allungato e il mesencefalo. Posteriormente al ponte si trovano gli emisferi cerebellari, separati dallo stesso ponte mediante il quarto ventricolo. Il ponte è connesso al cervelletto mediante tre peduncoli cerebellari. Esso contiene:

- Nuclei motori e sensitivi per i 4 nervi cranici che innervano i muscoli masticatori, la superficie anteriore della faccia, il muscolo retto laterale (m. estrinseco occhio), gli organi dell'udito e dell'equilibrio presenti nell'orecchio interno.
- La formazione reticolare del ponte contiene due centri respiratori, **apneustico** e **pneumotassico**, che modificano l'attività del centro del ritmo del respiro presente a livello del bulbo.

### **MESENCEFALO**

Il mesencefalo contiene i nuclei che elaborano le informazioni visive ed uditive e generano risposte riflesse a tali stimoli. La superficie posteriore del mesencefalo situata posteriormente all'acquedotto mesencefalico è detta **tetto** del mesencefalo (lamina quadrigemina); qui sono presenti due paia di nuclei sensitivi, i **collicoli superiori** e **inferiori** (o **tubercoli quadrigemini**) che rappresentano stazioni

intermedie delle vie ottiche e uditive. Sono inoltre presenti, su ciascuna metà del mesencefalo, due nuclei: il **nucleo rosso** che integra informazioni provenienti dal cervello e dal cervelletto e indirizza comandi motori per il mantenimento del tono muscolare e della posizione degli arti, mentre la **sostanza nera** regola le efferenze motorie dai nuclei della base. Inoltre fasci di fibre nervose (**peduncoli cerebrali**) presenti sulle superfici ventro-laterali del mesencefalo contengono fibre ascendenti che contraggono sinapsi nei nuclei talamici e fibre discendenti della via cortico-spinale.

### **DIENCEFALO**

E' costituito dall'epitalamo, dai due talami (destra e sinistra), dall'ipotalamo e dal subtalamo. Il diencefalo connette gli emisferi cerebrali al tronco encefalico.

### **EPITALAMO**

Costituisce il tetto e la parete posteriore del terzo ventricolo. Contiene posteriormente la **ghiandola pineale** (o **epifisi**), struttura endocrina che secreta l'ormone **melatonina**, importante regolatore dei ritmi circadiani, con effetti secondari sulle funzioni riproduttive.

### **TALAMO**

I due talami sono formazioni ovoidali che costituiscono le pareti del diencefalo e circondano il terzo ventricolo che li separa. I nuclei talamici sono centri di controllo delle informazioni sensitive e motorie. All'interno dei talami sono presenti 5 nuclei:

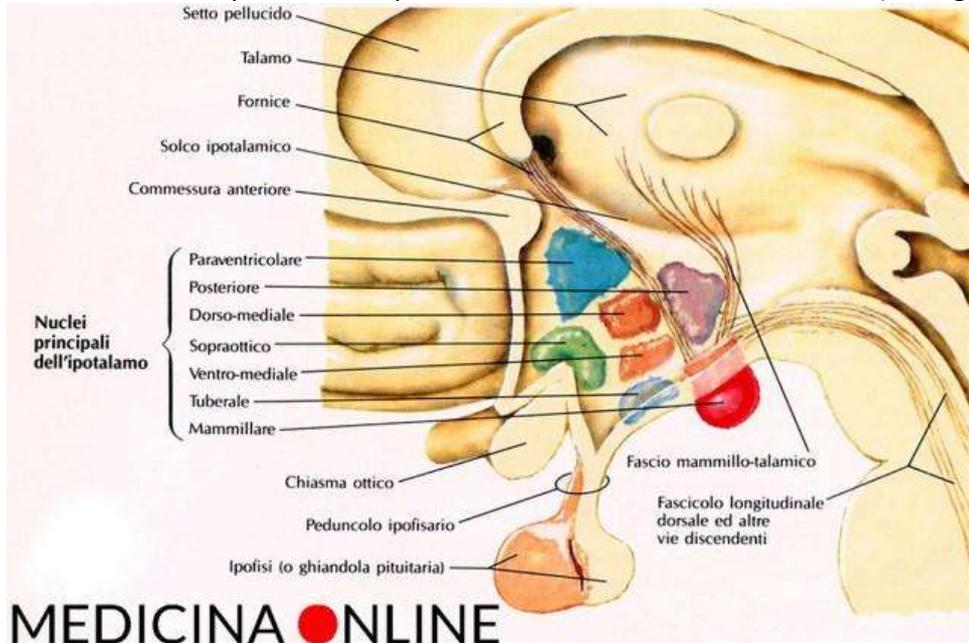
- **Nuclei anteriori:** fanno parte del sistema limbico e svolgono un ruolo importante nelle emozioni, nella memoria e nell'apprendimento.
- **Nuclei mediali:** correlati al mantenimento della coscienza degli stati emozionali.
- **Nuclei ventrali:** trasmettono informazioni sensitive da e verso i nuclei della base e la corteccia cerebrale. Fanno parte inoltre di un circuito a feedback che aiuta a pianificare un movimento e a metterlo in atto.
- **Nuclei posteriori:** comprendono il **pulvinar** che integra informazioni sensitive per proiettarle alle aree associative della corteccia cerebrale; **nucleo genicolato laterale** riceve informazioni visive e le proietta alla corteccia visiva; **nuclei genicolati mediali** trasmettono informazioni uditive provenienti dall'orecchio interno alla corteccia uditiva.
- **Nuclei laterali:** sono coinvolti nelle emozioni e nell'integrazione delle informazioni sensitive.

### **IPOTALAMO**

L'ipotalamo contiene centri coinvolti nelle emozioni e nei processi viscerali, controllando non solo numerose funzioni autonome, ma fungendo anche da centro di collegamento tra sistema nervoso centrale e sistema endocrino. L'ipotalamo forma il pavimento del terzo ventricolo, e si estende dalla regione superiore al **chiasma ottico**, inferiormente al quale si trova l'**infundibulum** che connette l'ipotalamo all'ipofisi. Le funzioni ipotalamiche comprendono:

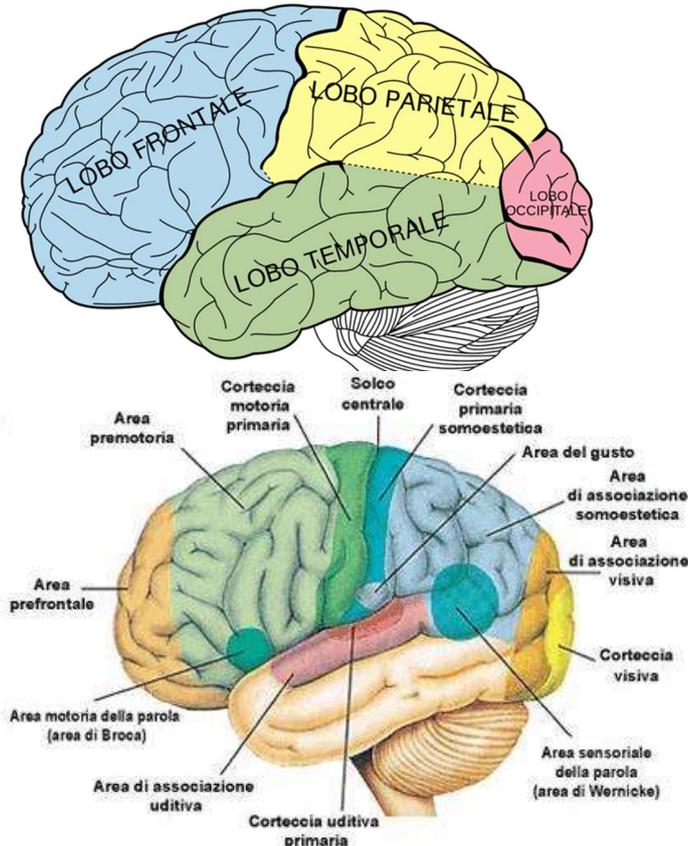
- Controllo inconscio della muscolatura scheletrica grazie a nuclei che stimolano centri dell'encefalo guidando funzioni motorie somatiche associate a stimoli emozionali come collera, piacere, dolore, eccitazione.
- Controllo delle funzioni autonome attraverso il coordinamento dell'attività di altri centri del tronco encefalico impiegati nella regolazione della frequenza cardiaca, della pressione sanguigna, dell'attività respiratoria e delle funzioni digestive.
- Coordinazione delle attività dei sistemi nervoso ed endocrino attraverso l'inibizione o la stimolazione delle cellule endocrine dell'ipofisi.
- Secrezione dell'ormone **antidiuretico** che riduce l'eliminazione di acqua a livello renale e dell'ormone **ossitocina** che stimola la contrazione della muscolatura liscia uterina e della prostata.
- Emozioni e comportamento attraverso la produzione di sensazione che portano cambiamenti nei comportamenti volontari e involontari.

- Coordinamento tra funzioni volontarie e autonome, nella divisione simpatica (stimolazione del metabolismo tissutale, aumento della reattività in seguito a situazione di allerta ) e parasimpatica (rilassamento e promozione di attività sedentarie e conservazione dell'energia) del SNA.
- Regolazione della temperatura corporea e controllo dei ritmi circadiani (ciclo giorno-notte).



MEDICINA ONLINE

## CERVELLO (o TELENCEFALO)



Il cervello è costituito da **due emisferi cerebrali** che poggiano sul diencefalo e sul tronco encefalico. Gli emisferi sono ricoperti da uno spesso strato di sostanza grigia, la **corteccia**, che forma la superficie superiore e laterale del cervello. La superficie corticale forma una serie di **giri** rilevati, o circonvoluzioni, separati da **solchi** poco depressi, o da **scissure** più profonde. Le circonvoluzioni

incrementano l'area di superficie degli emisferi cerebrali, rappresentando un ulteriore spazio per i neuroni corticali. I due emisferi cerebrali sono separati per mezzo di una profonda **scissura longitudinale**; e ciascun emisfero può essere suddiviso in **lobi** che prendono il nome dall'osso del cranio con il quale contraggono rapporto. Avremo pertanto un **solco centrale** che si estende lateralmente alla scissura longitudinale, dividendo ciascun emisfero in un **lobo frontale** anteriore, e un **lobo parietale** posteriore. Inferiormente al solco centrale, il **solco laterale** ne segna il confine, individuando il **lobo temporale** (al di sotto del quale si trova l'insula). Posteriormente al lobo parietale, il **solco parieto-occipitale** ne individua il confine, individuandone posteriormente il **lobo occipitale**. Ogni lobo contiene regioni funzionali i cui confini sono meno facilmente definibili. Va ricordato che ogni emisfero cerebrale riceve informazioni sensitive e genera comandi motori destinati alla metà opposta del corpo.

### **AREE MOTORIE E SENSITIVE DELLA CORTECCIA CEREBRALE**

Il solco centrale separa le aree motorie e sensitive della corteccia. Avremo pertanto il **giro precentrale** del lobo frontale la cui superficie forma la **corteccia motoria primaria**. I neuroni della corteccia motoria primaria prendono il nome di **cellule piramidali**, e controllano la muscolatura volontaria attraverso la via cortico-spinale (sistema piramidale). Posteriormente al solco centrale avremo il **giro postcentrale** del lobo parietale, la cui superficie forma la **corteccia sensitiva primaria**. I neuroni di questa regione ricevono informazioni sensitive somatiche dai recettori tattili, pressori, dolorifici, gustativi, e termici dalli vie del cordone posteriore e dalla via spino-talamica. L'informazione che raggiunge la corteccia sensitiva è di tipo cosciente, ma, allo stesso tempo, tramite rami collaterali, l'informazione raggiunge anche nuclei della base e altri centri nervosi, in modo da poter essere processata sia a livello conscio che inconscio. E' importante sottolineare che ciascuna delle regioni sensitive e motorie sono connesse ad una vicina **area associativa** che ha lo scopo di integrare le informazioni: esse infatti non ricevono informazioni sensitive in modo diretto, né generano comandi motori, ma interpretano le informazioni sensitive che arrivano in un'altra area della corteccia cerebrale e pianificano, preparano e contribuiscono a coordinare i comandi motori. Ad esempio, l'**area associativa sensitiva somatica** permette di comprendere la dimensione, la forma e la consistenza di un oggetto, mentre l'**area associativa motoria somatica** (corteccia pre-motoria) utilizza i ricordi di schemi di movimento acquisiti per coordinare le attività motorie. Altre aree della corteccia presiedono a differenti funzioni. La **corteccia visiva** del lobo occipitale riceve invece informazioni visive, mentre la **corteccia uditiva** e la **corteccia olfattiva** del lobo temporale ricevono informazioni concernenti i suoni e gli odori rispettivamente. La **corteccia gustativa**, sita anteriormente all'insula, riceve informazioni dai recettori gustativi di lingua e faringe.

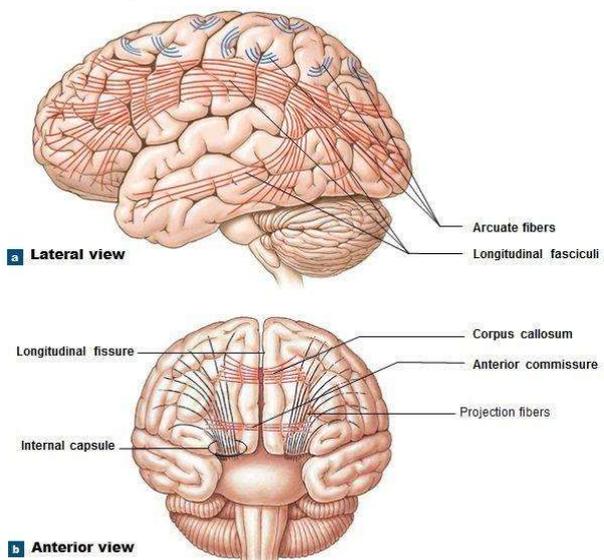
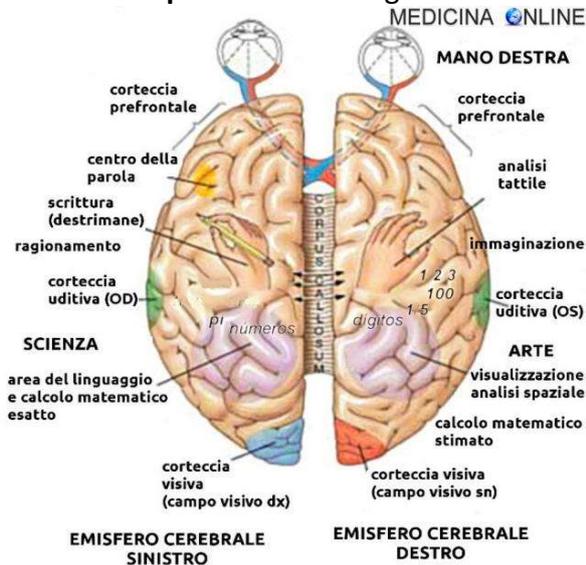
### **SPECIALIZZAZIONI DEGLI EMISFERI**

Le funzioni di ordine superiore non sono equamente distribuite su entrambi gli emisferi. Alcune abilità e funzioni motorie riflettono principalmente le attività di uno dei due emisferi cerebrali: ad esempio, il centro del linguaggio e il centro dell'interpretazione generale si trovano solitamente nello stesso emisfero cerebrale noto come **emisfero categorico** (o anche detto **emisfero dominante**) poiché determina anche se un individuo sarà destrimano o mancino, mentre la percezione spaziale, il riconoscimento dei volti, l'aspetto emozionale del linguaggio e le abilità musicali sono caratteristiche dell'**emisfero rappresentativo** (**emisfero non dominante**). Ad esempio l'emisfero cerebrale destro analizza le informazioni sensitive e mette il corpo in contatto con l'ambiente esterno attraverso l'identificazione di oggetti familiari tramite tatto, odorato o gusto.

### **SOSTANZA BIANCA**

La **sostanza bianca centrale**, coperta dalla sostanza grigia, è costituita da fibre mieliniche organizzate in fasci che si estendono da un'area corticale all'altra o che connettono aree della corteccia ad altre regioni dell'encefalo. Avremo:

- **Fibre associative:** interconnettono porzioni della corteccia cerebrale dello stesso emisfero. Le più brevi sono le **fibre arcuate**, mentre le più lunghe, i **fascicoli longitudinali**, connettono il lobo frontale con altri lobi dello stesso emisfero.
- **Fibre commensurali:** permettono la comunicazione tra due emisferi. I fasci commensurali più importanti sono il **corpo calloso** e la **commessura anteriore**.
- **Fibre di proiezione:** collegano il cervello con altre regioni dell'encefalo e del midollo spinale.

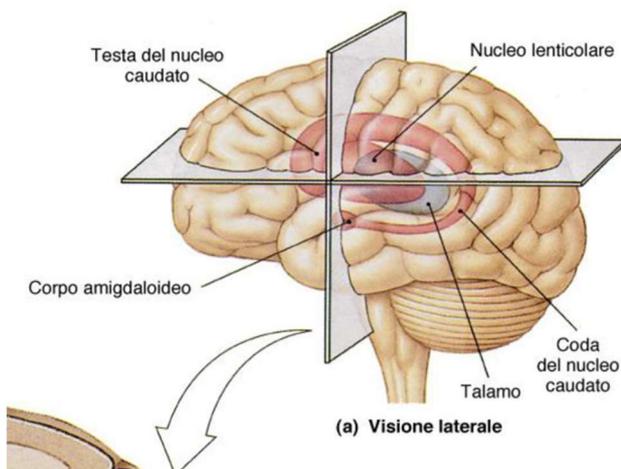


## NUCLEI DELLA BASE

I **nuclei della base** sono ammassi pari di sostanza grigia situati all'interno degli emisferi cerebrali, ciascuno al di sotto del pavimento del rispettivo ventricolo laterale. Sono circondati da sostanza bianca centrale e tra di essi o intorno ad essi vi sono fibre di proiezione o commensurali. Individuiamo:

- **NUCLEO CAUDATO:** Possiede una voluminosa testa, un'esile coda che piega seguendo la curva del ventricolo laterale. All'apice della coda vi è un nucleo, il **corpo amigdaloido** (o amigdala), che rappresenta un'importante componente del sistema limbico.
- **NUCLEO LENTICOLARE:** Comprende il **putamen** e il **globus pallidus**.
- **PUTAMEN**

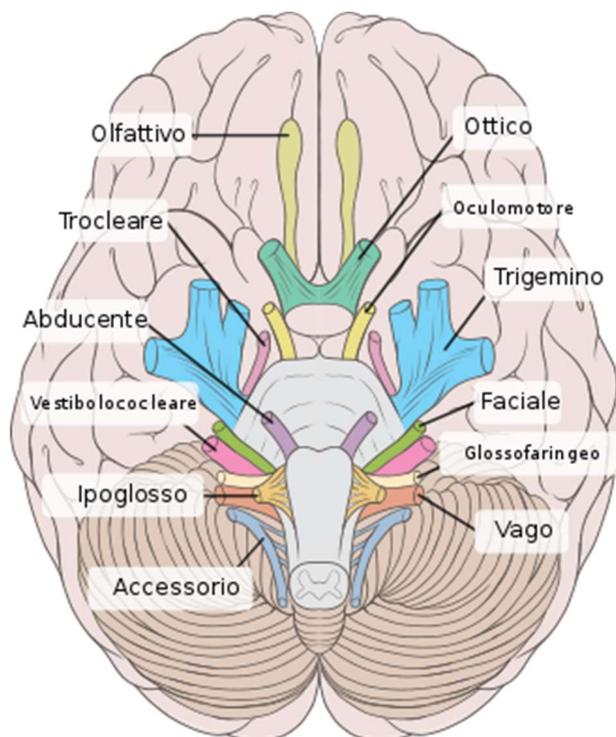
I nuclei della base sono coinvolti nel controllo motorio inconscio e nell'integrazione del tono della muscolatura scheletrica attraverso aggiustamenti involontari e modificazioni dei comandi motori volontari o degli schemi motori acquisiti, oltre che nell'elaborazione, integrazione e trasmissione di informazioni dalla corteccia cerebrale al talamo.



## SISTEMA LIMBICO

E' un raggruppamento funzionale, piuttosto che anatomico, che comprende nuclei e fasci che si trovano lungo il confine (limbus) tra cervello e diencefalo. Le funzioni del sistema limbico comprendono: controllo degli stati emozionali e delle condotte comportamentali correlate; collegamento delle funzioni intellettive cosce della corteccia cerebrale con le funzioni autonome inconsce di altre parti dell'encefalo; archiviazione della memoria. A livello corticale, il **lobo limbico**, dell'emisfero cerebrale consiste di giri (circonvoluzioni) e di strutture più profonde adiacenti al diencefalo, tra cui il **giro del cingolo**, il **giro dentato** e il **giro paraippocampo**, che nascondono un nucleo sottostante che è l'**ippocampo**, collocato in profondità nel lobo temporale. Il **fornice** è un tratto di sostanza bianca che collega l'ippocampo con l'ipotalamo. Altri nuclei sono rappresentati dai **corpi mamillare** e dal **nucleo anteriore**. Inoltre l'**amgdala** sembra essere un centro di integrazione tra sistema limbico, cervello e vari sistemi sensitivi.

## NERVI CRANICI



Esistono 12 paia di nervi cranici che si trovano sulla superficie ventro-laterale dell'encefalo. Il nome di ciascuno di essi ne riflette la funzione. Per la classificazione si utilizzano i numeri romani, o da soli, o seguiti dal prefisso "N" o "NC"; inoltre essi vengono classificati come: sensitivi, sensitivi specifici, motori e misti (sensitivi e motori). Ogni nervo cranico si connette all'encefalo in prossimità dei nuclei sensitivi e/o motori cui è associato

### NERVO OLFATTIVO (I N)

Il primo nervo cranico trasporta informazioni sensitive specifiche responsabili del senso dell'olfatto. I suoi recettori si trovano nelle conche nasali superiori dell'etmoide e nella porzione superiore del setto nasale. Essi attraversano la lamina cribrosa dell'etmoide come fascicoli, e contraggono sinapsi a livello dei **bulbi olfattivi**, e gli assoni dei neuroni post-sinaptici raggiungono il telencefalo lungo i sottili **fasci olfattivi**. I nervi olfattivi sono l'unico paio di nervi cranici connessi direttamente al telencefalo.

### NERVO OTTICO (II N)

Il secondo nervo cranico trasporta informazioni visive provenienti da speciali gangli sensitivi presenti nell'occhio. Questi nervi passano attraverso i canali ottici dello sfenoide, e convergono a livello del margine ventrale e anteriore del diencefalo nel **chiasma ottico**, dove le fibre di ciascun nervo decussano portandosi sul lato opposto controlaterale, mentre le fibre laterali provenienti da ciascun

tratto restano sullo stesso lato dell'encefalo. Dopo aver contratto sinapsi a livello dei nuclei genicolati laterali, le fibre di proiezione trasportano le informazioni al lobo occipitale dell'encefalo. In questo modo ogni emisfero cerebrale riceve informazioni visive dalla metà laterale della retina omolaterale e dalla metà laterale della retina controlaterale.

### **NERVO OCULOMOTORE (III N)**

Il terzo nervo cranico ha funzione motoria e controlla quattro dei sei muscoli estrinseci dell'occhio (m. retti superiore, inferiore, mediale; m. obliquo inferiore) e il m. elevatore della palpebra superiore. Inoltre trasporta fibre autonome pre-gangliari ai neuroni del **ganglio ciliare** che controllano i m. intrinseci dell'occhio (modificazione diametro pupillare). Questo muscolo origina dal mesencefalo e penetra nella cavità orbitaria attraverso la fessura orbitaria superiore.

### **NERVO TROCLEARE (IV N)**

Il quarto nervo cranico, il più piccolo dei nervi cranici, ha funzione motoria e innerva il muscolo obliquo superiore dell'occhio. Ha origine dal mesencefalo.

### **NERVO TRIGEMINO (V N)**

Il quinto nervo cranico è il più voluminoso tra tutti i nervi cranici. E' un nervo misto (innervazione sensitiva da testa e faccia; controllo motorio dei muscoli masticatori). Ha tre rami principali:

1° - **Ramo oftalmico**: E' un ramo sensitivo. Lascia il cranio attraverso la fessura orbitaria superiore e innerva le strutture contenute nella cavità orbitaria, la cavità nasale, i seni paranasali, la cute di fronte, sopracciglia, palpebre e naso.

2° - **Ramo mascellare**: E' un ramo sensitivo. Lascia il cranio a livello del foro rotondo e innerva la palpebra inferiore, il labbro superiore, le guance e il naso.

3° - **Ramo mandibolare**: E' un ramo misto. Lascia il cranio attraverso il foro ovale. La sua componente motoria innerva i muscoli masticatori mentre le fibre sensitive trasportano informazioni propriocettive provenienti da essi, nella fattispecie: cute delle tempie, gengive e denti dell'arcata inferiore, ghiandole salivari e porzione anteriore della lingua.

### **NERVO ABDUCENTE (VI N)**

Il sesto nervo cranico innerva il sesto muscolo estrinseco dell'occhio (m. retto laterale). Origina al confine tra il ponte e il midollo allungato e raggiunge l'orbita attraverso la fessura orbitaria superiore insieme ai nervi oculomotore e trocleare.

### **NERVO FACIALE (VII N)**

Il settimo nervo cranico è un nervo misto. I pironofori dei neuroni sensitivi si trovano nel **ganglio genicolato**, mentre i nuclei motori si trovano nel ponte. I neuroni sensitivi monitorizzano i propriocettori presenti a livello dei muscoli mimici (sensazioni pressorie sulla faccia, informazioni gustative dai recettori presenti sui 2/3 anteriori della lingua). Le fibre motorie somatiche controllano i muscoli superficiali del cuoio capelluto e della faccia, oltre che i muscoli profondi situati vicino all'orecchio. Il nervo faciale trasporta fibre autonome pre-gangliari al **ganglio pterigopalatino**, - le cui fibre post-gangliari innervano le ghiandole lacrimali e le piccole ghiandole delle cavità nasali e della faringe - e al **ganglio sottomandibolare** - le cui fibre post-gangliari innervano la ghiandola sottomandibolare e sottolinguale - .

### **NERVO VESTIBOLOTROCLEARE (VIII N)**

L'ottavo nervo cranico è anche definito *statoacustico* o *uditivo*. Presenta due rami principali: il **ramo vestibolare** origina a livello del vestibolo (porzione dell'orecchio interno deputata all'equilibrio), e i suoi assoni si portano a livello dei nuclei vestibolari del midollo allungato; il **ramo trocleare** controlla i recettori presenti nella coclea a rilevare gli stimoli sonori, e i suoi assoni si portano a livello dei nuclei cocleari presenti nel midollo allungato.

### **NERVO GLOSSOFARINGEO (IX N)**

Il nono nervo cranico è un nervo misto, a principale componente sensitiva. I neuroni sensitivi sono localizzati nel **ganglio superiore** (ganglio giugulare) e nel **ganglio inferiore** (ganglio petroso) e

trasportano informazioni sensitive generali della mucosa della faringe, del palato molle, oltre che le sensazioni del gusto provenienti dal terzo posteriore della lingua ad un nucleo del midollo allungato. Le fibre motorie somatiche controllano i muscoli faringei coinvolti nella deglutizione. Fibre motorie viscerali contraggono sinapsi nel **ganglio otico** con fibre post-gangliari che innervano la ghiandola parotide.

### **NERVO VAGO (X N)**

Il decimo nervo cranico è un nervo misto. Fornisce informazioni sensitive somatiche che riguardano il canale uditivo esterno, una porzione dell'orecchio, il diaframma e da recettori gustativi faringei, sebbene la maggior parte delle fibre afferenti vagali fornisce informazioni sensitive viscerali provenienti dai recettori presenti nell'esofago, nelle vie aeree e nei visceri addominali. I neuroni sensitivi sono localizzati nei **gangli superiore** (giugulare) e **inferiore** (nodoso). La componente autonoma trasporta fibre autonome pre-gangliari dirette al cuore, alla muscolatura liscia e alle ghiandole nelle aree controllate dalle sue fibre sensitive, compresi il tratto respiratorio, lo stomaco, diverse parti dell'intestino e la colecisti.

### **NERVO ACCESSORIO (XI N)**

L'undicesimo nervo cranico è un nervo a funzione motoria. E' costituito da due rami: il **ramo interno** origina dal midollo allungato e si unisce al nervo vago e innerva i muscoli volontari della deglutizione presenti nel palato molle e nella faringe, oltre che i muscoli intrinseci che innervano le corde vocali; il **ramo esterno** controlla i m. sternocleidomastoideo e trapezio. Le fibre motorie di questo ramo originano dalle corna anteriori del midollo spinale da C1 a C5.

### **NERVO IPOGLOSSO (XII N)**

Il dodicesimo nervo cranico è un nervo ad azione motoria. Dai nuclei motori del midollo allungato, attraverso il canale dell'ipoglosso nell'osso occipitale, raggiunge la lingua e provvede al controllo volontario dei suoi movimenti.

## SISTEMA NERVOSO AUTONOMO

Il sistema nervoso autonomo regola la temperatura corporea e coordina le attività degli apparati cardiovascolare, respiratorio, digerente, escretore e riproduttivo.

Come il SNS, il SNA possiede sia neuroni afferenti che neuroni efferenti. Le vie afferenti del SNA originano nei recettori viscerali; come nel SNS vengono elaborate a livello del SNC; nel SNA gli assoni dei motoneuroni viscerali posti nel SNC sono definite **fibre pre-gangliari**; queste contraggono sinapsi con **neuroni gangliari** posti al di fuori del SNC nei gangli del sistema nervoso autonomo. Gli assoni che da qui si dipartono e che vanno ad innervare tessuti ed organi periferici sono definiti **fibre post-gangliari**.

Il SNA è costituito da due divisioni:

- **Simpatica** (divisione toracolombare) con effetto eccitatorio, che prevale in condizione di stress e/o esercizio fisico.
- **Parasimpatica** (divisione craniosacrale) con effetto inibitorio, che prevale in condizioni di riposo.

Sebbene svolgano azioni opposte, le due divisioni possono agire anche in maniera indipendente (alcune strutture possono essere innervate solo da una delle due divisioni) o agire congiuntamente. Il SNA include anche una terza divisione, il **sistema nervoso enterico (SNE)** caratterizzato dalla rete neurale localizzata nel canale digerente (plesso sottomucoso e plesso mioenterico).

### DIVISIONE SIMPATICA

La divisione simpatica consiste di:

1. Neuroni pre-gangliari i cui pirenofori si trovano nelle corna laterali del midollo spinale a livello tra T1 – L2. Le fibre pre-gangliari rilasciano acetilcolina che ha effetto eccitatorio sui neuroni gangliari.
2. Pirenofori posti nei gangli adiacenti alla colonna vertebrale. Vi sono due tipi di gangli: **1. gangli della catena simpatica** (gangli paravertebrali o gangli laterali) le cui fibre post-gangliari controllano effettori posti nella parete corporea, nella testa, nel collo, negli arti, e gli organi nella cavità toracica; **2. gangli collaterali** (gangli pre-vertebrali) posti anteriormente alla colonna vertebrale le cui fibre post-gangliari innervano organi effettori della cavità addominopelvica; **3. Neuroni specializzati** posti nella regione della midollare del surrene aventi assoni che se stimolati rilasciano neurotrasmettitori che vanno in circolo come ormoni. La maggior parte delle fibre post-gangliari rilascia adrenalina e noradrenalina a livello delle giunzioni neuroeffettrici.

### CATENE GANGLIARI DELLA DIVISIONE SIMPATICA

Le radici ventrali dei nervi spinali che origano dai segmenti T1-L2 contengono fibre simpatiche pre-gangliari. Ciascuna radice ventrale si unisce alla corrispondente radice dorsale (che trasporta afferenze sensitive) per formare un nervo spinale che passa attraverso un foro intervertebrale. Superato il foro, si distacca dal nervo un **ramo comunicante bianco** costituito da fibre mieliniche pre-gangliari dirette ad un ganglio limitrofo della catena simpatica. Le fibre che entrano in un ganglio di questo tipo possono avere destini diversi: 1. Possono contrarre sinapsi nel ganglio a livello del sito di entrata; 2. Possono ascendere o discendere lungo la catena gangliare contraendo sinapsi ad un livello differente; 3. Possono passare senza contrarre sinapsi, e procedere o verso uno dei gangli

collaterali o verso la midollare del surrene. Nella divisione simpatica una singola fibra pre-gangliare contrae solitamente sinapsi con 32 neuroni gangliari (questa ampia divergenza fa sì che un singolo motoneurone simpatico del SNC può controllare vari effettori periferici e produrre una risposta complessa). Le fibre post-gangliari che innervano le ghiandole sudoripare o la muscolatura liscia dei vasi sanguigni superficiali vanno a costituire il **ramo comunicante grigio** che rientra nel nervo spinale per la successiva distribuzione.

Ogni catena gangliare è formata da 3 gangli simpatici cervicali, 11-12 toracici, 2-5 lombari, 4-5 sacrali e 1 coccigeo.

In sintesi:

- Solo i gangli da T1 a L2 ricevono fibre pre-gangliari attraverso rami comunicanti bianchi.
- Le catene gangliari cervicali, lombare (L3 – L5) e sacrale ricevono l'innervazione pre-gangliare dai segmenti toracico e lombare superiore tramite fibre pre-gangliari che ascendono o discendono lungo la catena.
- Ciascun nervo spinale riceve un ramo comunicante grigio da un ganglio della catena del simpatico.

### **NERVI SPLANCNICI E GANGLI COLLATERALI**

I **nervi splanchnici** sono fasci di fibre pregangliari che originano da T1-L2, passano attraverso le catene del simpatico senza interruzioni sinaptiche, e convergono sulla parete dorsale della cavità addomino-pelvica a formare i **nervi splanchnici grande, piccolo e lombare**. Quest'ultimi, a loro volta, convergono nei gangli collaterali(\*). Da qui, le fibre post-gangliari vanno ad innervare tessuti ed organi viscerali. L'effetto è: riduzione del flusso ematico, del dispendio energetico e di tutte le attività viscerali non importanti a breve termine per la sopravvivenza, oltre che rilascio delle riserve energetiche accumulate.

(\*) I gangli collaterali sono: **ganglio celiaco** (le fibre post-gangliari innervano stomaco, duodeno, fegato, cistifellea, pancreas, milza e reni); **ganglio mesenterico superiore** (le fibre post-gangliari innervano intestino tenue e tratto iniziale del crasso); **ganglio mesenterico inferiore** (le fibre post-gangliari innervano il tratto terminale del crasso, reni, vescica urinaria e organi genitali).

### **ATTIVAZIONE DELLA DIVISIONE SIMPATICA E RILASCIO DI NEUROTRASMETTITORI**

Le fibre pre-gangliari rilasciano acetilcolina (ACh) a livello delle sinapsi con i neuroni gangliari. Le fibre post-gangliari, stimulate, rilasciano noradrenalina a livello delle giunzioni effettrici (**sinapsi adrenergiche**). Le giunzioni effettrici sono costituite da ramificazioni dendritiche costituite da numerosi bottoni sinaptici (**varicosità**) che si mettono in rapporto con la superficie di numerose cellule effettrici. Gli effetti della stimolazione simpatica risultano principalmente da interazioni con recettori di membrana specifici per adrenalina e noradrenalina. Nella fattispecie esistono due classi di recettori sensibili a questi neuro-trasmettitori: i **recettori alfa** (stimolati principalmente da noradrenalina) e i **recettori beta** (stimolati sia da adrenalina che noradrenalina).

### **DIVISIONE PARASIMPATICA ( o CRANIOSACRALE)**

Questa divisione comprende:

- Neuroni pre-gangliari situati nel tronco encefalico e nei segmenti sacrali (S2-S4) del midollo spinale.
- Neuroni gangliari periferici posti o in gangli terminali (vicini agli organi bersaglio) o in gangli intramurali (nello spessore degli organi bersaglio).

A differenza della divisione simpatica, la stimolazione parasimpatica ha effetti specifici e localizzati: un neurone pre-gangliare contrae sinapsi con max 6-8 neuroni gangliari nello stesso ganglio, e le fibre post-gangliari raggiungono lo stesso organo target.

Le fibre pre-gangliari che lasciano il tronco encefalico decorrono all'interno dei nervi cranici III (oculomotore), VII (faciale), IX (glossofaringeo) e X (vago); da qui contraggono sinapsi con i **gangli ciliare** (III), **pterigopalatino** (VII), **sottomandibolare** (VII) e **otico** (IX), e vanno a controllare le

strutture viscerali della testa. Il nervo vago (X) fornisce innervazione parasimpatica (75%) ai gangli intramurali dei visceri della cavità toracica e addominale, mentre i **nervi sacrali** innervano i gangli intramurali di vescica urinaria, reni, organi sessuali e porzione terminale del crasso.

Gli effetti della divisione parasimpatica riguardano in generale una risposta di rilassamento (risposta "resta e riposa") con trasformazione e assorbimento del cibo. Tali effetti si realizzano mediante il rilascio del neuro-trasmittitore acetilcolina (ACh) sia a livello delle sinapsi tra fibre pre-gangliari e neuroni dei gangli terminali/intramurali, sia a livello sinaptico delle giunzioni neuro-effettrici; gli effetti sono localizzati e di breve durata. E' bene precisare che gli effetti del rilascio di ACh variano in base ai recettori stimolati sulle membrane post-sinaptiche. Esistono due tipi di recettori:

- **Recettori nicotinici:** Legano la nicotina. Sono presenti sulla superficie dei neuroni gangliari sia della divisione simpatica che parasimpatica. Il rilascio di questi recettori con ACh ha effetti eccitatori.
- **Recettori muscarinici:** Legano la muscarina. Sono presenti sulle membrane delle giunzioni neuro-effettrici sia della divisione simpatica che parasimpatica. La stimolazione di questi recettori può avere sia effetti eccitatori che inibitori a seconda degli enzimi attivati dal legame acetilcolina-recettore.

E' bene ricordare che la maggior parte degli organi vitali riceve una doppia innervazione (simpatica e parasimpatica). Nell'esempio della motilità del canale digerente: la simpatica ne riduce l'attività, mentre la parasimpatica la potenzia.

Nella cavità toracica e addomino-pelvica, le fibre simpatiche post-gangliari e le fibre pre-gangliari parasimpatiche si uniscono a formare una serie di **plessi**: cardiaco, polmonare, esofageo, celiaco, mesenterico inferiore e ipogastrico.

## **RIFLESSI VISCERALI**

I riflessi viscerali sono tutti riflessi polisinpatici del SNA che permettono risposte motorie automatiche che possono essere modificate, stimolate o inibite da centri superiori, in special modo ipotalamici. Possono essere di due tipi:

- **Riflessi viscerali lunghi:** Un recettore sensitivo in un tessuto periferico trasporta l'informazione, tramite una fibra afferente, al SNC, lungo le radici dorsali dei nervi spinali. La fase di elaborazione coinvolge inter-neuroni, che poi affidano la risposta a motoneuroni localizzati o nel tronco encefalico o nel midollo spinale. Le fibre pre-gangliari di questi neuroni contraggono sinapsi con un neurone post-gangliare in un ganglio autonomo (simpatico/parasimpatico) che andrà poi ad innervare un effettore periferico.
- **Riflessi viscerali brevi:** Bypassano il SNC. Coinvolgono neuroni sensitivi che contraggono sinapsi con interneuroni localizzati in un ganglio autonomo, che a loro volta contraggono sinapsi con un neurone post-gangliare che innerverà un effettore periferico.

Mentre i riflessi brevi sono risposte motorie molto semplici con effetti localizzati (piccole attività di una porzione d'organo), i riflessi lunghi coordinano le attività di un intero organo.

## SISTEMA ENDOCRINO

Il **sistema endocrino** reagisce agli stimoli ambientali attraverso la secrezione di sostanze chimiche chiamate **ormoni** ("ormò" dal greco "stimolare"). Gli ormoni così secreti influenzano l'attività metabolica di organi e tessuti bersaglio con un'azione persistente nel tempo. Ciò è reso possibile modulando attività e quantità degli enzimi citoplasmatici chiave per alcune reazioni metaboliche cellulari.

Il sistema endocrino comprende:

- **Cellule endocrine** (rilasciano gli ormoni secreti nel sangue, nel plasma o nel liquido interstiziale). L'attività endocrina viene regolata da **riflessi endocrini** avviati da: stimoli umorali (variazioni nella composizione del liquido ext. Cell.); stimoli ormonali; impulsi nervosi. Questi riflessi rispondono a meccanismi a **feedback negativo** (l'aumento della concentrazione di un ormone ne limita la secrezione) o a **feedback positivo** (la mancanza o l'insufficienza di un ormone ne stimola la produzione).
- **Cellule esocrine** (le secrezioni vengono rilasciate sulla superficie epiteliale).

E' possibile classificare gli ormoni in base alla loro composizione chimica:

- **Ormoni derivati degli aminoacidi**: ormoni tiroidei (derivati dalla tirosina); catecolamine (adrenalina e noradrenalina) rilasciate dalla midollare del surrene; melatonina, derivante dal triptofano e secreta dall'epifisi.
- **Ormoni peptidici**: sono formati da catene di aminoacidi, come gli ormoni ipofisari.
- **Ormoni steroidei**: sono ormoni derivati dal colesterolo e prodotti dagli organi riproduttivi o dalla corticale del surrene.
- **Eicosanoidi**: Molecole con un anello a 5 atomi di carbonio che coordinano le attività cellulari e influenzano processi enzimatici che si verificano nei liquidi extra-cellulari.

### **IPOFISI (GHIANOLA PITUITARIA)**

L'ipofisi è una ghiandola dalle dimensioni e peso di un acino d'uva (0,6g) situata inferiormente all'ipotalamo e contenuta in una depressione dell'osso sfenoide chiamata **sella turcica**. L'**infundibolo** che si estende dall'ipotalamo ne ricopre la superficie posteriore e superiore che costituisce il **lobo posteriore**, chiamato **neuroipofisi**. Il **lobo anteriore**, invece, può essere suddiviso in tre regioni: la **pars distalis** (porzione principale), la **pars intermedia** (ristretto filamento adiacente alla neuroipofisi) e la **pars tuberalis** (prolungamento della pars distalis che avvolge la porzione adiacente all'infundibolo). Il **diaframma della sella** circonda il peduncolo dell'infundibolo e mantiene l'ipofisi all'interno della sella turcica.

L'ipofisi produce 9 ormoni peptidici: 2 prodotti dall'ipotalamo e rilasciati dalla neuroipofisi e 7 dall'adenipofisi.

### **NEUROIPOFISI**

Il lobo posteriore dell'ipofisi, chiamato anche neuroipofisi, contiene assoni e terminazioni assoniche di più di 50.000 neuroni ipotalamici. Gli ormoni prodotti dai neuroni ipotalamici (**neurosecrezioni**) vengono immessi in circolo a livello della neuroipofisi. Essi sono:

- **ADH (ormone antidiuretico)**: Chiamato anche *vasopressina*, questo ormone viene rilasciato o quando c'è un aumento della concentrazione di elettroliti nel sangue o in seguito ad una caduta del volume o della pressione del sangue. La sua azione consiste nel ridurre la perdita

idrica favorendone il riassorbimento a livello renale, oltre che aumentare la pressione sanguigna creando vaso-costrizione periferica.

- **Ossitocina:** Stimola nelle donne la contrazione della muscolatura liscia uterina (per dare il via al travaglio e al parto) e delle cellule mioepiteliali che circondano le cellule secernenti della ghiandola mammaria favorendo l'eiezione di latte. Nel maschio stimola la contrazione della muscolatura liscia della prostata.

## ADENOIPOFISI

La secrezione ormonale adenoipofisaria viene regolata dall'ipotalamo mediante la secrezione di specifici fattori di regolazione (**fattori di rilascio RH** e **fattori di inibizione IH**) distribuiti all'adenoipofisi grazie al **sistema portale ipofisario** (il sistema di interconnessione di vasi sanguigni che collega l'ipotalamo all'ipofisi). Dei 7 ormoni prodotti dall'adenoipofisi, ad eccezione di uno, tutti gli altri sono prodotti dalla pars-distalis dell'adenoipofisi; di questi, 5 sono definiti **ormoni tropici**, poiché vanno a regolare la produzione ormonale di altre ghiandole endocrine:

- **Ormone Tireotropo (TSH):** Ha come bersaglio la tiroide. Stimola il rilascio di ormoni tiroidei T3 e T4.
- **Ormone Adrenocorticotropo (ACTH):** Ha come bersaglio le ghiandole surrenali. Stimola la produzione di *glucocorticoidi (GC)* che agiscono sul metabolismo del glucosio.
- **Gonadotropine:** Hanno come bersaglio le gonadi femminile (ovaio) e maschile (testicoli). Essi sono: **Ormone follicolo-stimolante (FSH):** Secreto dalle cellule gonadotrope, promuove lo sviluppo dell'ovocita all'interno del follicolo ovarico e la produzione di ormoni sessuali femminili (**estrogeni**). Nel maschio l'ormone FSH sostiene la spermatogenesi nei testicoli; **Ormone Luteizzante (LH):** nella femmina induce l'ovulazione e la secrezione di **progestinici** (ormoni steroidei che preparano alla gravidanza, tra cui il *progesterone*), mentre nel maschio stimola la produzione di **androgeni** (testosterone) nei testicoli.
- **Prolattina (PRL):** Stimola lo sviluppo delle ghiandole mammarie e la produzione di latte durante la gravidanza.
- **Ormone della crescita (GH):** Chiamato anche *somatotropina* stimola l'accrescimento e la riproduzione cellulare accelerando la sintesi proteica.
- **Ormone melanotropo (MSH):** Stimola la produzione e la distribuzione di melanina da parte dei melanociti cutanei. E' l'unico ormone secreto dalla pars intermedia dell'ipofisi.

L'ipotalamo possiede inoltre centri nervosi autonomi che esercitano un controllo nervoso diretto sulle cellule endocrine della regione midollare del surrene (secrezione di adrenalina e noradrenalina).

## GHIANDOLA TIROIDE

La tiroide è ubicata al di sotto della cartilagine tiroidea. Ha una forma a farfalla, costituita da due **lobi** uniti sulla linea mediana per mezzo di un **istmo**. E' vascularizzata dalle *arteria tiroidea superiore* e *inferiore*, mentre il ritorno venoso avviene ad opera delle *vene tiroidee superiore, media e inferiore*.

A livello istologico la tiroide è costituita da **follicoli tiroidei** dove vengono sintetizzati e accumulati gli ormoni tiroidei. I follicoli sono rivestiti da un epitelio cubico semplice composto da **tireociti** (o *cellule follicolari*). I tireociti circondano la **cavità follicolare** nel quale è contenuto il **colloide**, un secreto viscoso ad alta concentrazione proteica. Nel colloide i tireociti riversano una proteina globulare, derivante dalla tirosina, chiamata **tireoglobulina**; inoltre essi trasportano dal fluido interstiziale all'interno della cellula lo iodio, e combinarlo alla tireoglobulina per formare gli ormoni tiroidei **tiroxina (T4)** e **triiodotironina (T3)**. La secrezione degli ormoni avviene sotto stimolazione dell'ipotalamo, il quale rilascia il **TRH (ormone stimolante il rilascio della tireotropina)**, che a sua

volta stimola l'adenoipofisi a rilasciare **TSH (ormone tiro-stimolante)**, che a sua volta stimola i tireociti a rimuovere la tireoglobulina permettendo il rilascio di T3 e T4 in circolo per diffusione. I due ormoni tiroidei determinano un incremento dell'attività metabolica e del consumo di ossigeno in quasi tutte le cellule corporee.

Nella tiroide sono presenti inoltre cellule endocrine che non raggiungono il lume follicolare. Esse sono le **cellule C (cellule parafollicolari)**, responsabili della produzione di **calcitonina (CT)** che controlla la concentrazione di calcio nei fluidi corporei favorendone l'escrezione da parte del rene. Sulla superficie posteriore della tiroide sono invece presenti le **4 ghiandole paratiroidi**. Esse sono caratterizzate da due tipi cellulari: un tipo cellulare è costituito dalle *cellule ossifile* e *cellule di transizione*, inattive o immature; l'altro tipo cellulare è costituito dalle **cellule principali** che secernono **paratormone (PTH)** che, agendo a livello del rene, ne riduce l'escrezione, stimolando inoltre la produzione di un ormone renale, il **calcitriolo**, che favorisce l'assorbimento di calcio a livello intestinale.

### **TIMO**

Il timo è una ghiandola situata nel mediastino. Le sue dimensioni diminuiscono con il procedere della crescita, e dalla pubertà in poi ha inizio la fase di involuzione. Il timo produce la **timosina**, un complesso di ormoni diversi, ma complementari tra loro, che promuove lo sviluppo e la maturazione dei linfociti, e quindi contribuisce allo sviluppo e al mantenimento delle normali difese immunitarie.

### **GHIANDOLE SURRENALI**

Le ghiandole surrenali sono ghiandole endocrine retroperitoneali poste sul polo superiore di ciascun rene, circondate da una capsula fibrosa densa. Da un punto di vista istologico, ogni ghiandola può essere suddivisa in due regioni, ciascuna secernente ormoni diversi, ma con effetto sinergico nel controllo dello stress:

- **CORTICALE (esterna):** Produce ormoni steroidei chiamati **corticosteroidi**. Può essere suddivisa a sua volta in tre regioni, dalla capsula esterna alla midollare interna:

**Zona glomerulare** (15% del volume) secreta *mineralcorticoidi (MC)*, ormoni steroidei che controllano la composizione elettrolitica dei fluidi corporei. Il principale è l'**aldosterone** che agisce a livello dei tubuli renali determinando la ritenzione di ioni Na<sup>+</sup> e di H<sub>2</sub>O, e promuovendo la perdita di ioni K<sup>+</sup> con le urine.

**Zona fasciolata:** (78% del volume) secreta *glucocorticoidi (GC)*, regolatori del metabolismo del glucosio. I principali sono il **cortisolo** (convertito nel fegato in **cortisone**) e il **corticosterone**; questi ormoni agiscono accelerando i processi di sintesi di glucosio e di glicogeno, soprattutto a livello epatico, mobilizzando amminoacidi dalla muscolatura scheletrica o lipidi dal tessuto adiposo. Hanno un effetto antinfiammatorio.

**Zona reticolare:** (7% del volume) produce piccole quantità di ormoni sessuali androgeni. Stimolano lo sviluppo dei peli pubici nei ragazzi e nelle ragazze prima della pubertà, oltre che promuovere lo sviluppo della massa muscolare nelle femmine adulte.

- **MIDOLLARE (interna):** Contiene le **cellule cromaffini** innervate da fibre simpatiche pregangliari. Queste cellule secernono le *catecolamine*, **adrenalina** e **noradrenalina**, che agiscono promuovendo l'utilizzo dell'energia cellulare e la mobilitazione delle riserve energetiche.

### **PANCREAS**

Il pancreas è una ghiandola mista, a secrezione sia esocrina che endocrina, che si trova nella cavità addominopelvica, nell'ansa a forma di J tra stomaco e intestino. Il 99% di questa ghiandola è costituita dal **pancreas esocrino**, che produce una grande quantità di secreto, ricco di enzimi digestivi, che raggiunge il canale digerente tramite i dotti pancreatici. L'1% del pancreas è formato dal **pancreas endocrino**, costituito da piccoli raggruppamenti cellulari sparsi chiamati **isole pancreatiche** (o di *Langherans*). In ogni isola di Langherans si osservano 4 tipi cellulari principali:

- **Cellule Alfa:** Producono **glucagone** ad azione iperglicemizzante.
- **Cellule Beta:** Producono **insulina** ad azione ipoglicemizzante.
- **Cellule Delta:** Producono **somatostatina** ad azione inibente su produzione e secrezione di insulina e glucagone
- **Cellule F:** Producono il **polipeptide pancreatico (PP)** che inibisce la contrazione della colecisti e regola la produzione di alcuni enzimi pancreatici.