

# APPUNTI DI ANATOMIA E FISIOLOGIA UMANA

A cura di Pierluigi Badon

Fonte: POCKET STUDY  
In: <http://pocketstudy.blogspot.com/>

# ANATOMIA E FISIOLOGIA UMANA

## Premessa

La scienza si basa su sistemi logici di ricerca attraverso la sperimentazione. La conoscenza scientifica è in continua evoluzione ed è influenzata da cultura e società.

- ∞ Ipotesi: idea o principio da testare con esperimenti.
- ∞ Esperimenti: prove per verificare una ipotesi.
- ∞ Teoria: ipotesi dimostrata per mezzo di esperimenti.
- ∞ Legge: teoria con elevato grado di sicurezza.

## Anatomia

Branca della biologia che studia la Morfologia del corpo.

Anatomia macroscopica: studio del corpo e delle sue parti basato esclusivamente su ciò visibile ad occhio nudo.

Anatomia microscopica: studio di parti del corpo usando un microscopio.

- ∞ Citologia: studio delle cellule.
- ∞ Istologia: studio dei tessuti.

Anatomia patologica: studio delle strutture alterate da malattia.

Anatomia sistematica: studio dei sistemi del corpo.

## Fisiologia

Branca della biologia che studia le funzioni del corpo.

### Caratteristiche della vita

- ∞ Reattività
- ∞ Conduttività
- ∞ Accrescimento
- ∞ Respirazione
- ∞ Digestione
- ∞ Assorbimento
- ∞ Secrezione
- ∞ Escrezione
- ∞ Circolazione
- ∞ Riproduzione

Metabolismo: insieme di reazioni che si svolgono nell'organismo.

### Termini per la descrizione

*Posizione di riferimento: corpo eretto con braccia ai lati e palmo delle mani rivolto in avanti. Testa e piedi rivolti in avanti.*

Termini direzionali:

- ∞ Superiore
- ∞ Inferiore
- ∞ Ventrale
- ∞ Dorsale
- ∞ Mediale
- ∞ Laterale
- ∞ Proximale

## Cavità del corpo

Le cavità, o gli spazi, del corpo contengono gli organi interni, o i visceri. Le due cavità principali sono denominate le cavità ventrali e dorsali. Il ventrale è la più grande cavità e si divide in due parti (cavità toraciche e addominopelvica) dal diaframma, un muscolo respiratorio a cupola.

### Cavità ventrale

- ∞ Cavità toracica (Cavità pleuriche DX e SX, Mediastino)
- ∞ Cavità addominopelvica (Cavità addominale, Cavità Pelvica)

### Cavità dorsale

- ∞ Cavità cranica
- ∞ Cavità vertebrale

## Regioni del corpo

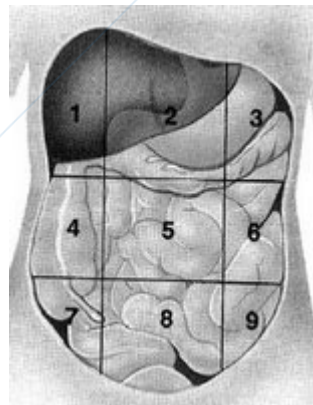
Ai fini descrittivi e di studio relativi all'anatomia umana il corpo umano viene suddiviso topograficamente in regioni del corpo umano.

### Suddivisione assiale

- ∞ Testa
- ∞ Collo
- ∞ Tronco

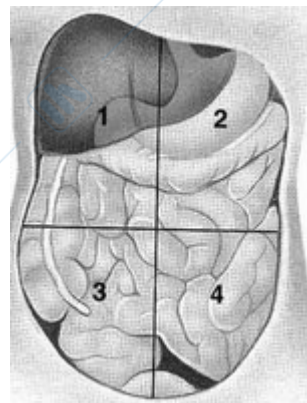
### Suddivisione appendicolare

- ∞ Arti superiori
- ∞ Arti inferiori



Regioni addominali

- ∞ Ipocondrio DX e SX (fig. 1 e 3)
- ∞ Epigastrio (fig. 2)
- ∞ Regione lombare DX e SX (fig. 4 e 6)
- ∞ Regione Ombelicale (fig. 5)
- ∞ Regione iliaca (inguinale) DX e SX (fig. 7 e 9)
- ∞ Ipogastrio (fig. 8)

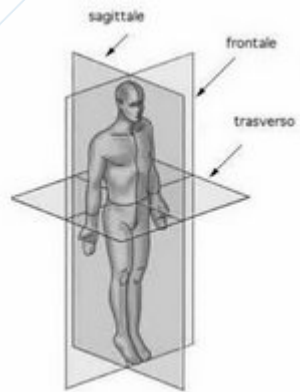


Quadranti addominopelvici

- ∞ Superiore DX e SX (fig. 1 e 2)
- ∞ Inferiore DX e SX (fig. 3 e 4)

## Piani e sezioni

I piani sono linee di orientamento lungo le quali possono essere effettuate sezioni per dividere il corpo o parti di esso in parti più piccole.



Piano sagittale:

Piano antero posteriore che divide il corpo in 2 parti (DX e SX)

Piano frontale (coronale):

Piano longitudinale che divide il corpo nelle 2 parti anteriore e posteriore.

Piano trasversale:

Piano che divide il corpo nelle parti superiore e inferiore.

## Somatipo

Endomorfo: Fisico pesante e rotondo con accumuli di tessuto adiposo

∞ "forma a mela": tessuto adiposo concentrato nell'addome

∞ "forma a pera": tessuto adiposo concentrato nelle cosce

Mesomorfo: Fisico muscoloso

Ectomorfo: Fisico minuto con scarso accumulo di tessuto adiposo

## Omeostasi

Mantenimento di un ambiente interno stabile nell'organismo.

Esempi:

- Regolazione della temperatura:

"Valore Programmato" (Normale) attorno ai 37°C.

- Regolazione della glicemia:

"Valore Programmato" da 80 a 100 mg/100 ml di sangue

Meccanismi omeostatici

Sono meccanismi di autoregolazione per mantenere o ripristinare l'omeostasi per mezzo di "Feedback" (circuito di controllo a retroazione).

Componenti dei meccanismi di controllo:

- Meccanismi di rilevazione del segnale

Sensori specifici che rilevano e reagiscono ad ogni variazione rispetto alla norma

- Centri integratori o di controllo

Centri dove l'informazione viene analizzata, integrata. In caso di necessità provvedono all'avvio di azioni specifiche.

- Meccanismi effettori

Influenzano direttamente le variabili fisiologiche controllate.

- Circuiti a feedback

Processo con il quale l'informazione ritorna "dall'effettore" al "centro integratore".

Sistemi di controllo a feedback:

- Negativo (inibitori)
- Positivo (eccitatori)

Risposta anticipata

L'informazione trasmessa da un circuito a feedback che rende attivo in anticipo il circuito a feedback che riceve l'informazione.

## **Apparati e sistemi**

*Il corpo umano è composto da apparati e sistemi che riuniscono organi differenti e che permettono lo svolgersi in maniera coordinata del complesso di funzioni di più organi.*

### **APPARATO TEGUMENTARIO**

#### **ORGANI PRINCIPALI**

Pelle  
Capelli  
Ghiandole sudoripare  
Unghie

#### **FUNZIONI PRINCIPALI**

Protegge dai pericoli ambientali  
Aiuta a regolare la temperatura del corpo  
Fornisce informazioni sensitive

### **APPARATO LOCOMOTORE SCHELETRICO**

#### **ORGANI PRINCIPALI**

Ossa  
Cartilagini  
Legamenti associati  
Midollo osseo

#### **FUNZIONI PRINCIPALI**

Fornisce sostegno e protezione agli altri tessuti  
Immagazzina calcio e altri minerali  
Forma le cellule del sangue

### **APPARATO LOCOMOTORE MUSCOLARE**

#### **ORGANI PRINCIPALI**

Muscoli scheletrici con associati tendini e aponeurosi (guaine tendinee)

#### **FUNZIONI PRINCIPALI**

Permette il movimento  
Fornisce protezione e sostegno per tessuti  
Genera calore che mantiene la temperatura del corpo

### **SISTEMA NERVOSO**

#### **ORGANI PRINCIPALI**

Cervello  
Midollo spinale  
Nervi periferici  
Organi di senso

#### **FUNZIONI PRINCIPALI**

Ordina risposte immediate agli stimoli  
Coordina o regola l'attività di altri apparati

Fornisce ed interpreta informazioni sensitive sulle condizioni esterne

## **SISTEMA ENDOCRINO**

### **ORGANI PRINCIPALI**

Ghiandola ipofisi  
Ghiandola tiroide  
Pancreas  
Ghiandola surrenale  
Gonadi (testicoli ed ovale)  
Tessuti endocrinali in altri apparati

### **FUNZIONI PRINCIPALI**

Ordina le variazioni a lungo termine nell'attività di altri apparati  
Regola l'attività metabolica e l'energia usata dal corpo  
Controlla molti cambiamenti strutturali durante lo sviluppo

## **APPARATO GENITALE (maschile)**

### **ORGANI PRINCIPALI**

Testicoli  
Epididimi  
Dotti deferenti  
Vescichette seminali  
Prostata  
Pene  
Scroto

### **FUNZIONI PRINCIPALI**

Produce le cellule sessuali maschili (spermatozoi) e ormoni

## **APPARATO GENITALE (femminile)**

### **ORGANI PRINCIPALI**

Ovaie  
Tube uterine  
Utero  
Vagina  
Piccole e grandi labbra  
Clitoride  
Ghiandole mammarie

### **FUNZIONI PRINCIPALI**

Produce le cellule sessuali femminili (ovociti) ed ormoni  
Sostiene lo sviluppo dell'embrione dal concepimento al parto  
Produce latte per il nutrimento del neonato

## **APPARATO URINARIO**

### **ORGANI PRINCIPALI**

Reni  
Canali Ureteri  
Vescica urinaria  
Uretra

### **FUNZIONI PRINCIPALI**

Elimina i prodotti di rifiuto dal sangue  
Controlla l'equilibrio idrico mediante la regolazione del volume delle urine prodotte  
Trattiene le urine prima della eliminazione volontaria  
Regola la concentrazione ionica ed il ph del sangue

## **APPARATO DIGERENTE**

### **ORGANI PRINCIPALI**

Denti  
Lingua  
Faringe  
Esofago  
Stomaco  
Intestino tenue  
Intestino crasso  
Fegato  
Colecisti  
Pancreas

### **FUNZIONI PRINCIPALI**

Elabora e digerisce i cibi  
Assorbe e conserva l'acqua  
Assorbe nutrienti, acqua e prodotti di degradazione della dieta: (zuccheri, proteine e grassi)  
Immagazzina le riserve energetiche

## **APPARATO RESPIRATORIO**

### **ORGANI PRINCIPALI**

Cavità nasali  
Seni paranasali  
Laringe  
Trachea  
Bronchi  
Polmoni  
Alveoli

### **FUNZIONI PRINCIPALI**

Trasporta aria agli alveoli (luoghi nei polmoni dove avviene lo scambio dei gas)  
Fornisce ossigeno alla circolazione ematica  
Rimuove l'anidride carbonica dalla circolazione ematica  
Produce suoni per la comunicazione

## **SISTEMA LINFATICO**

### **ORGANI PRINCIPALI**

Milza  
Timo  
Vasi linfatici  
Linfonodi  
Tonsille

### **FUNZIONI PRINCIPALI**

Difende da infezioni e malattie

## **APPARATO CARDIOVASCOLARE**

### **ORGANI PRINCIPALI**

Cuore  
Sangue  
Vasi sanguigni

### **FUNZIONI PRINCIPALI**

Trasporta le cellule ematiche, l'acqua, nutrienti, prodotti di rifiuto, ossigeno e anidride carbonica.  
Distribuisce calore e collabora al controllo della temperatura corporea

## **Apparato tegumentario**

## IN SINTESI

**L'apparato tegumentario è costituito da:**

- **Cute (pelle o tegumento)**
- **Annessi cutanei (unghie, peli e ghiandole della pelle)**

Le principali funzioni dell'apparato tegumentario sono:

- La difesa dell'organismo da potenziali danni esogeni di natura chimica e fisica e da insulti biologici (batteri, funghi o virus).
- La funzione di assorbimento ed escrezione (per la regolazione dello scambio di calore con l'esterno).
- La funzione sensoriale (ricca di terminazioni nervose sensitive, la cute è l'organo di senso più esteso del corpo).

## COLORE DELLA PELLE

Fattore determinante per la colorazione della pelle è la quantità di melanina.

In assenza di melanina si parla di uno stato congenito detto albinismo.

La melanina si forma nei melanociti a partire dalla tirosina che regola questo processo con l'aiuto di alcuni ormoni (ACTH), del carotene e dell'esposizione alla luce solare.

Altre modificazioni cromatiche della pelle sono dovute al flusso di sangue nella pelle e ai livelli di deossiemoglobina circolante.

## MODIFICAZIONI NEL CORSO DELLA VITA

### ***Nel bambino***

La pelle è liscia, priva di rughe, elastica e flessibile. Provvista di poche ghiandole sudoripare e caratterizzata da rapide guarigioni delle lesioni.

### ***Nell'adulto***

Sviluppano e si attivano ghiandole sebacee e sudoripare con relativo aumento della produzione di sudore e di sebo.

### ***Nell'anziano***

Diminuisce l'attività delle ghiandole sebacee e sudoripare. Si ha la comparsa di rughe e la diminuzione nella capacità del corpo di abbassare la temperatura corporea.

## **LA CUTE (pelle)**

La cute è l'organo più esteso e pesante dell'intero corpo umano (in media: 2 metri quadrati di superficie e 15 kg di peso). Questo è organo di rivestimento esterno del corpo.

La pelle (o cute, o membrana cutanea) è caratterizzata da 2 strati primari: epitelio (esternamente) e derma (in profondità) che si connette agli organi sottostanti mediante uno strato connettivo sottocutaneo detto ipoderma.

Il colore della cute varia per ogni individuo, e dipende da il colorito del sangue che vi circola, la presenza di pigmenti sottocutanei e il colore proprio della cute stessa (variabile in base al grado di assorbimento della luce).

## TIPI DI PELLE

Pelle sottile - 1-3 mm di spessore

Pelle spessa - 4-5 mm di spessore

## EPIDERMIDE

È lo strato più superficiale della cute e ha funzione protettiva.

È un epitelio pluristratificato più o meno corneificato, di spessore variabile tra 50 micron e 1,5 mm, formato da strati cellulari con diverse caratteristiche.

## TIPI DI CELLULE

### Cheratinociti

I principali elementi strutturali dello strato esterno della pelle.

#### Melanociti

Cellule che producono pigmento che contribuisce al colore della pelle e al filtraggio dei raggi ultravioletti.

#### Cellule di Langerhans

Partecipano alla risposta immunitaria.

### STRATI CELLULARI

#### Corneo

Strato più superficiale di cellule morte cheratinizzate.

#### Lucido

Cellule cariche di eleidina (precursori di cheratina). Strato assente nella pelle sottile.

#### Granuloso

Cellule disposte in 2 o 4 strati cariche di granuli di cheratoialina. Contiene alti livelli di enzimi lisosomiali.

#### Spinoso

Cellule disposte in 8 o 10 strati con desmosomi. Cellule ricche di RNA.

#### Basale

Monostrato di cellule colonnari dove avviene la mitosi.

#### Germinativo

Insieme dei strati basale e spinoso.

### ACRESCIMENTO E RIPARAZIONE EPIDERMIDE

Il tempo richiesto dalle cellule dell'epidermide per formarsi nello strato basale e migrare verso la superficie della pelle viene detto Turnover (tempo di rigenerazione) ed è di circa 35 giorni.

Più breve è il Turnover e più aumenta lo spessore dello strato corneo formando le callosità.

### DERMA

È lo strato della cute posto inferiormente all'epidermide, di spessore variabile da 0.3 mm a 4 mm, costituito da tessuto connettivo riccamente vascolarizzato e innervato.

Le funzioni del derma sono quelle di sostegno, vascolarizzazione per l'epidermide e quella di difesa e rigenerazione.

Serve come area di riserva di acqua ed elettroliti e contiene speciali recettori sensoriali, fibre muscolari, follicoli piliferi, molti vasi sanguigni, ghiandole sebacee e sudoripare.

Ruolo fondamentale nella termoregolazione mediante una ricca componente di anse capillari delle papille del derma.

### STRATI DEL DERMA

#### **Strato papillare**

Fine fibre di collagene e fibre elastiche. Forma le creste che determinano le impronte digitali.

#### **Strato reticolare**

Dense fibre di collagene e fibre elastiche che rendono la pelle distensibile.

### ACCRESCIMENTO E RIPARAZIONE

Durante la riparazione di una ferita, i fibroblasti formano una massa densa di nuove fibre connettivali che se non vengono rimpiazzate da tessuto normale, formano la cicatrice.

### ANNESI CUTANEI

#### PELI

#### UNGHIE

## GHIANDOLE DELLA PELLE

### FUNZIONI DELLA PELLE

#### PROTEZIONE

Barriera fisica contro i microrganismi (mediante film di superficie/barriera meccanica).  
 Barriera contro sostanze chimiche dannose (mediante film di superficie/barriera meccanica).  
 Riduce gli effetti di traumi meccanici (mediante resistenza dei tessuti).  
 Impedisce la disidratazione (mediante cheratina).  
 Protegge dalle radiazioni UV (mediante melanina).

#### FILM DI SUPERFICIE

*Barriera protettiva formata da miscela di residui e secreti delle ghiandole sudoripare e sebacee con frammenti di cellule epiteliali desquamate dalla superficie della pelle.*

*Il film ha funzione antibatterica e antimicotica, di lubrificazione, di idratazione, di tamponamento contro sostanze irritanti e di blocco per agenti tossici.*

#### SENSIBILITA'

La pelle agisce come organo di senso. I suoi recettori rilevano stimoli di dolore, pressione, tatto e temperatura mediante recettori della sensibilità generale o somatica.

#### MOVIMENTO SENZA DANNO

La pelle è elastica. Questo permette la crescita del corpo e le modificazioni dei contorni durante il movimento.

#### ESCREZIONE

Regolando il volume e il contenuto del sudore, il corpo può influenzare il volume totale dei liquidi (acqua) e la quantità di scorie (acido urico, ammoniaca e urea).

#### FUNZIONE ENDOCRINA

Mediante l'esposizione alle radiazioni UV, un prodotto contenuto nella pelle detto 7-deidrocolesterolo viene convertito in colecalciferolo (precursore della vitamina D). Questa sostanza viene, mediante il sangue, trasportata al fegato dove verrà convertita in vitamina D.

#### IMMUNITA'

La pelle è dotata di cellule con capacità fagocitaria che distruggono i batteri e di cellule (del Langerhans) che fanno scattare la reazione immunitaria per determinate malattie innescando le cellule T helper.

#### OMEOSTASI TERMICA

La pelle svolge un ruolo fondamentale nel mantenimento dell'omeostasi della temperatura corporea equilibrando il calore prodotto e il calore perduto.

##### PRODUZIONE CALORE

Il principale fattore della produzione di calore è la quantità di lavoro muscolare impiegato, dal metabolismo degli alimenti nei muscoli scheletrici e nel fegato.

##### PERDITA DI CALORE

L'80% del calore viene disperso dalla pelle e il rimanente 20% da mucose dei tratti digerente, respiratorio e urinario.

- Evaporazione

- Irraggiamento (trasferimento di calore senza contatto fisico)

- Conduzione (trasferimento di calore con contatto fisico)

- Convezione (trasferimento di calore per il movimento dell'aria)

La perdita di calore attraverso la pelle è controllata da un circuito di feedback negativo. I recettori dell'ipotalamo assicurano il monitoraggio della temperatura interna. Se aumenta, l'ipotalamo invia un segnale nervoso a ghiandole sudoripare e ai vasi della pelle. Questa azione continua finché la temperatura del corpo torna normale.

## Apparato locomotore

***L'apparato locomotore umano è l'insieme delle strutture anatomiche che permettono il movimento.***

***E' costituito dallo scheletro, dal sistema muscolare, tendini e articolazioni.***

***Lo scheletro è formato da ossa che sono collegate dai tendini ai muscoli.***

***I muscoli, contraendosi, determinano lo spostamento dei segmenti ossei sfruttando articolazioni e legamenti. Tutto ciò permette il movimento dell'organismo.***

## APPARATO SCHELETRICO

Costituiscono lo scheletro l'insieme delle strutture ossee del corpo aventi funzione di sostegno e di protezione dei tessuti molli.  
Le ossa, grazie alla connessione con il sistema muscolare, funzionano da leve consentendo il movimento.

Ci sono due tipi di tessuti dell'osso: compatto e spugnoso. I nomi implicano che i due tipi differiscano nella densità. Ci sono tre tipi di cellule che contribuiscono attivamente alla corretta formazione della matrice ossea:

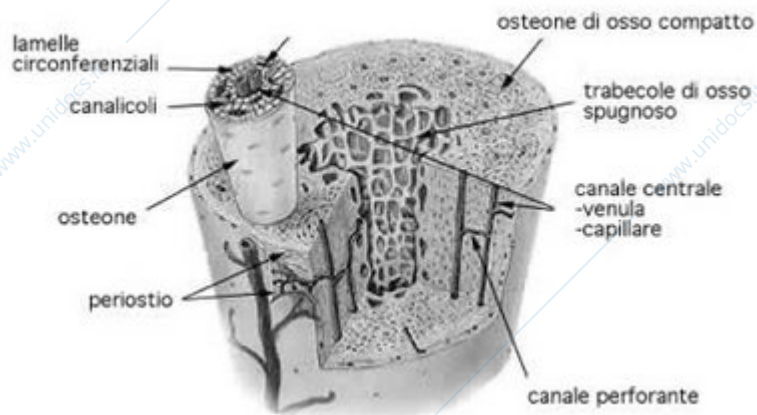
**Osteoblasti** – cellula ossea immatura che produce componenti organici della matrice.

**Osteoclasti** – cellula multinucleata che secerne acidi ed enzimi che erodono la matrice

**Osteocita** – cellula ossea matura che mantiene la matrice dell'osso

## CONFORMAZIONE INTERNA DELLE OSSA

OSSO COMPATTO E OSSO SPUGNOSO (DIPLOE)



### tessuto osseo compatto

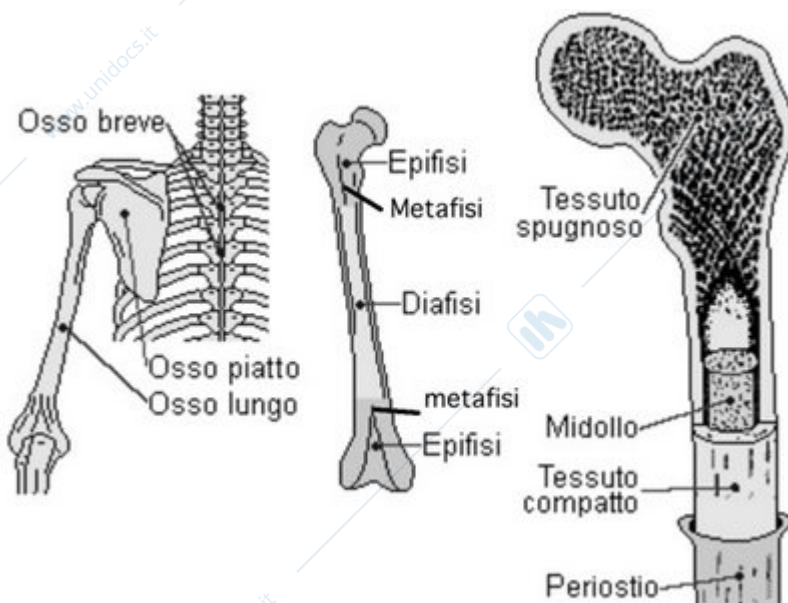
risultante dalla sovrapposizione di numerose lamelle ossee;

### tessuto osseo spugnoso

costituito da tante piccole cavità, delimitate dall'intreccio di lamelle ossee;

### tessuto osseo reticolare

simile al precedente ma con cavità maggiori.



I tipi principali di ossa sono lunghe, corte, piatte ed irregolare.

### Ossa lunghe

Più lunghe che larghe, costituite da una lunga diafisi con due estremità. Sono soprattutto osso compatto ma

possono avere una grande quantità di osso spugnoso alle estremità. Le ossa lunghe includono le ossa della coscia, del piede, del braccio e dell'avambraccio anteriore.

### Ossa brevi

Le ossa brevi sono di dimensioni verticali ed orizzontali approssimativamente uguali. Sono fatte soprattutto di osso spugnoso, che è coperto da uno strato sottile dell'osso compatto. Le ossa brevi includono le ossa del polso e della caviglia.

### Ossa piatte

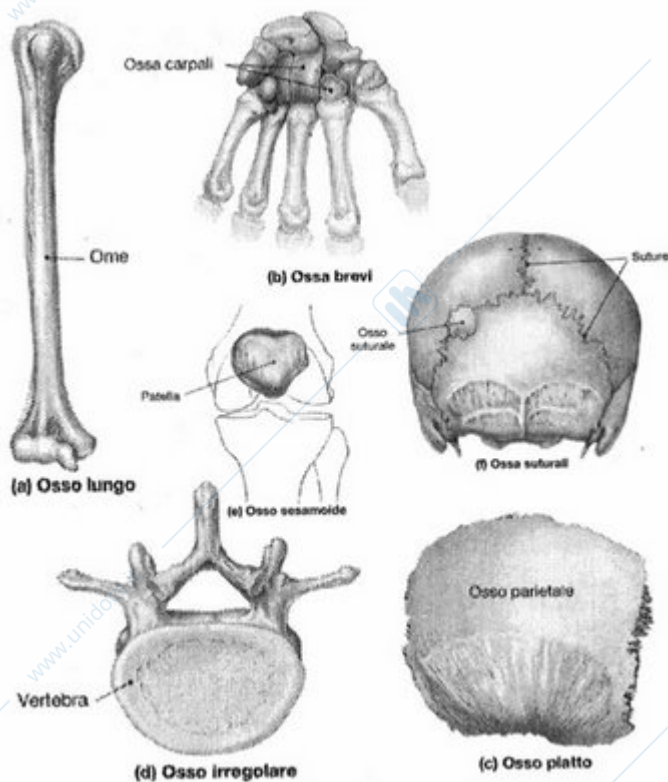
Le ossa piatte sono sottili, appiattite e curve solitamente. La maggior parte delle ossa del cranio sono ossa piatte.

### Ossa irregolari

Sono soprattutto osso spugnoso che è coperto di strato sottile dell'osso compatto. Le vertebre ed alcune delle ossa nel cranio sono ossa irregolari.

### Ossa sesamoide

Articolazione (patella)



Tutte le ossa hanno le marcature e caratteristiche di superficie che rendono un osso specifico unico. Ci sono fori, depressioni, sfaccettature regolari, linee, proiezioni ed altre marcature. Questi rappresentano solitamente i passaggi per i vasi ed i nervi, i punti dell'articolazione con altre ossa o i punti del collegamento per i tendini ed i legamenti.

L'osso è una struttura dinamica in continua trasformazione, infatti è provvisto di vasi arteriosi e venosi, vasi linfatici e nervi.

## ARTICOLAZIONI

Le articolazioni concorrono con le ossa a formare l'apparato dello scheletro, in cui assolvono a due funzioni: rendere le ossa solidali, consentire il movimento reciproco delle ossa contigue e quindi di segmenti scheletrici tra loro.

I tipi di articolazione presenti nel corpo umano sono circa una trentina.

A seconda delle parti scheletriche coinvolte, le articolazioni devono far fronte a esigenze contrastanti: una

statica, l'altra dinamica. Ciò avviene mediante due categorie fondamentali di articolazioni, le sinartrosi e le diartrosi. Un tipo particolare di articolazione è poi quello delle anfiartrosi intervertebrali.

Nelle sinartrosi, tra le ossa messe in relazione è interposto un altro tessuto con funzione meccanica, cosicché le sinartrosi sono definite articolazioni per continuità. Sul contorno del punto articolare possono esistere dispositivi connettivali detti legamenti periarticolari.

Sono sinartrosi le suture, in cui le ossa entrano in contatto per mezzo dei loro margini sottili (come nel caso delle ossa craniche), tra i quali sta del tessuto connettivo, senza presenza di legamenti;

Le sincondrosi, in cui le ossa sono unite da un tratto di cartilagine ialina, come nel caso della giunzione tra coste e cartilagini costali;

Le sinfisi, come nel caso di quella pubica, un tipo di articolazione solitamente rinforzata da numerosi legamenti.

Nelle diartrosi invece i capi articolari sono in contatto tramite superfici cartilaginee, tra le quali si mantiene uno spazio o intervallo articolare. In questo spazio talvolta trova posto un disco fibroso, o menisco, con funzione di "cuscinetto". Nelle diartrosi le ossa sono unite da una sorta di manicotto che impedisce il distacco dei due segmenti ed è composto da una capsula articolare e da legamenti articolari.

Tra superficie articolare e faccia interna del manicotto si crea una cavità articolare, rivestita di una membrana, detta sinoviale, contenente un liquido detto sinovia, che ha il compito di facilitare lo scorrimento delle superfici cartilaginee.

Le diartrosi sono dette articolazioni per contiguità e comprendono: le artrodie, le enartrosi, le condiloartrosi, i ginglimi (articolazioni come il ginocchio e il gomito), nonché articolazioni complesse derivanti dall'insieme di più tipi di diartrosi tra ossa, che restano però unite da un'unica capsula, con una sola cavità sinoviale.

Le articolazioni possono essere:

#### **mobili (diartrosi)**

o *articolazioni per contiguità* le ossa terminano con capi articolari, ricoperti di cartilagine ialina, di forma tale da adattarsi l'uno all'altro, uniti da un cordoncino fibroso detto *legamento articolare*. Sono circondati da un manicotto connettivale (*capsula articolare*) che verso l'interno diventa sottile (*membrana sinoviale*). Fra la cartilagine e la membrana sinoviale la cavità articolare è bagnata dalla *sinovia*, liquido secreto dalla membrana omonima. Sono dette *enartrosi* quando le superfici articolari sono sferiche.

#### **immobili (sinartrosi)**

o *articolazioni per continuità* (ossa craniche, pubiche ecc.) le ossa sono collegate da connettivi di varia natura; se il connettivo ossifica (*sinostosi*) le ossa diventano immobili.

#### **semimobili (anfiartrosi)**

fra le superfici articolari è frapposto un disco fibro-cartilagineo.

### **APPARATO MUSCOLARE**

Il sistema muscolare rappresenta dal 40 al 50% del peso corporeo.

I muscoli scheletrici del corpo sono muscoli volontari, cioè sono soggetti al controllo che avviene tramite impulsi di eccitazione, cui consegue la contrazione del muscolo medesimo.

Altrettanto veloce, rispetto alla contrazione, è il rilasciamento dei muscoli: ciò consente l'esecuzione di movimenti anche di ridottissima entità e ad elevata frequenza. Alla contrazione di uno o, più frequentemente, di più muscoli, consegue l'esecuzione del movimento di un segmento corporeo.

Esistono 501 diversi muscoli scheletrici.

I muscoli prendono origine ed hanno inserzione nelle ossa tramite i tendini, strutture ligamentose dotate di particolare robustezza.

#### **TIPI DI MUSCOLO VOLONTARIO (STRIATI)**

**In base alla forma** vengono classificati in:

##### **Muscoli lunghi**

hanno la lunghezza che prevale sulla larghezza e sullo spessore

### Muscoli larghi

hanno lo spessore nettamente inferiore alla lunghezza e alla larghezza

### Muscoli brevi

hanno la lunghezza, la larghezza e lo spessore pressochè uguali

### Muscoli anulari

circondano gli orifizi naturali del corpo divisi in:

- *Muscoli orbicolari*

*si comportano come gli altri muscoli scheletrici*

- *Muscoli sfinteri*

*con un accentuato tono muscolare ed in continua contrazione*

**In base al numero dei punti di origine** vengono classificati in:

### Muscoli monocipiti

hanno un solo punto di origine.

### Muscoli bicipiti

hanno due punti di origine.

### Muscoli tricipiti

sono quelli che hanno tre punti di origine.

### Muscoli quadricipiti

hanno quattro punti di origine.

**In base al tipo di unione tra fasci muscolari e tendini** vengono classificati in:

### Muscoli cilindrici

hanno un corpo muscolare cilindrico che si fonde con i cordoni tendinei alle estremità

### Muscoli larghi

hanno un corpo muscolare piatto che si fonde con le aponeurosi alle estremità

### Muscoli pennati

hanno un tendine centrale sul quale vanno a confluire e a tendersi le fibre muscolari

### Muscoli semipennati

hanno due lamine tendinee fra le quali sono tese le fibre muscolari

### Muscoli pluripennati

hanno molti tendini di origine sui quali vanno a confluire e a tendersi le fibre muscolari



**In base alla sinergia di contrazione con altri muscoli** vengono classificati in:

### Muscoli agonisti

insieme determinano un certo movimento.

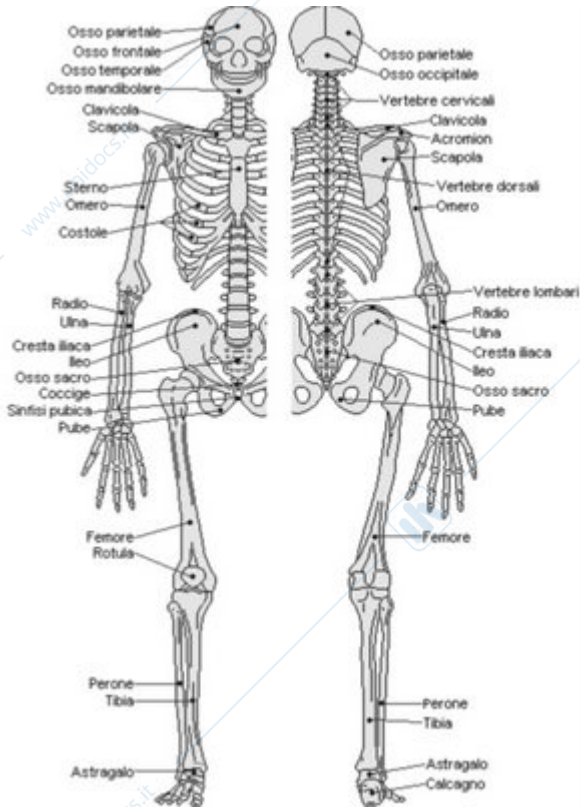
### Muscoli antagonisti

determinano un movimento opposto agli agonisti.

**Muscoli sinergici**

coadiuvano gli agonisti nel determinare un certo movimento.

**Apparato locomotore - Scheletro**  
**APPARATO SCHELETRICO (206 ossa principali)**

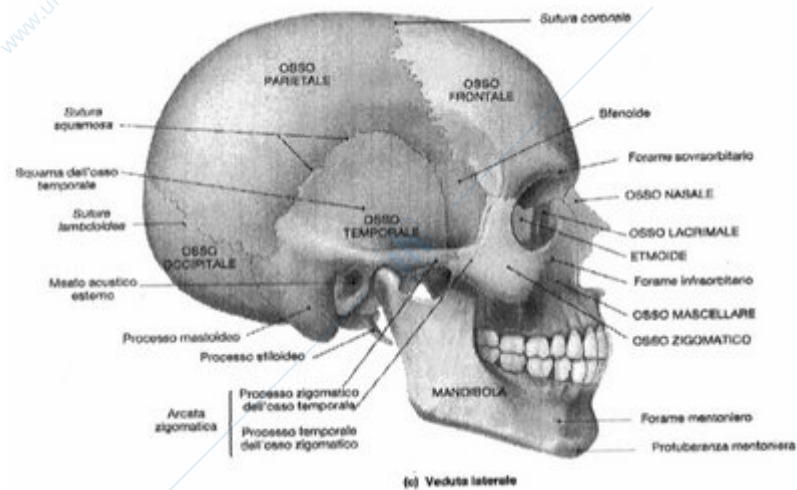


**- Scheletro assile (80 ossa)**

**Testa**

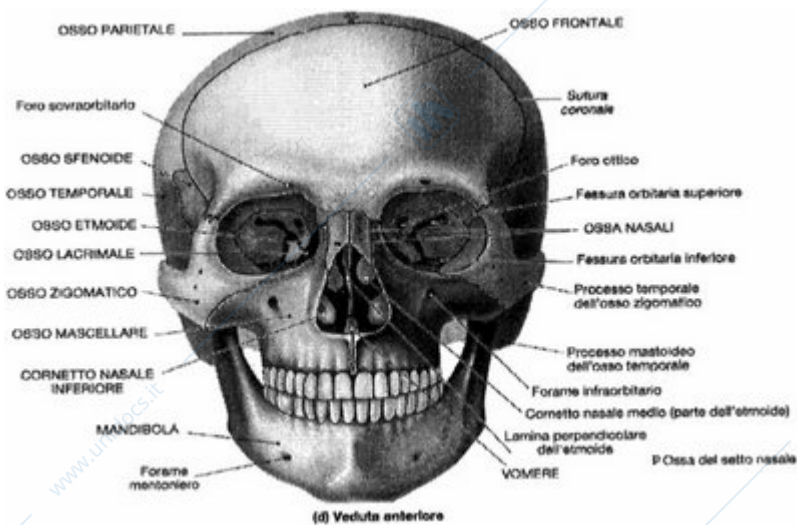
**Cranio**

- Frontale (1)
- Parietali (2)
- Temporali (2)
- Occipitale (1)
- Sfenoide (1)



**Faccia**

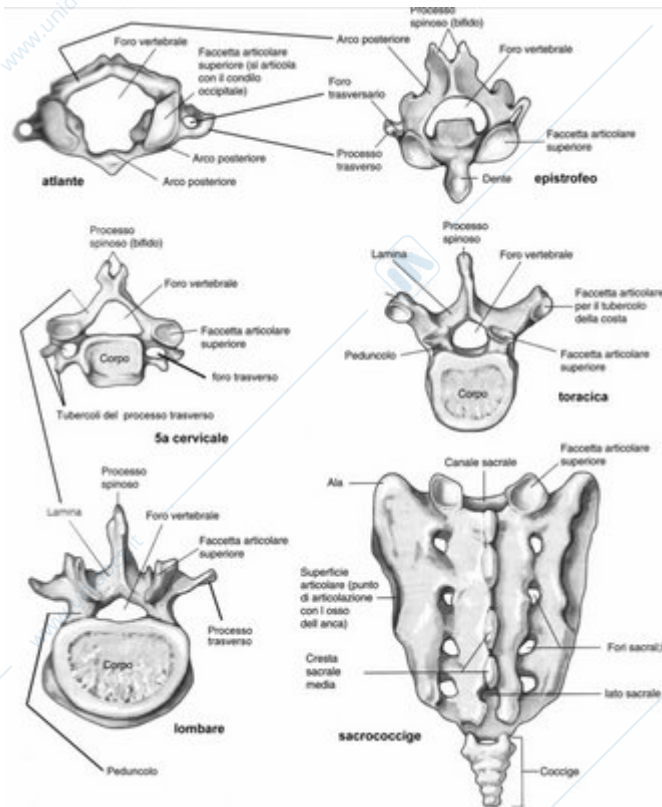
- Mascellari (2)
- Mandibolari (1)
- Zigomatici (2)
- Nasali (2)
- Lacrimali (2)
- Palatine (2)
- Vomere (1)
- Cornetti inferiori (2)



**Ioide (sopra la laringe)**

**Colonna vertebrale**

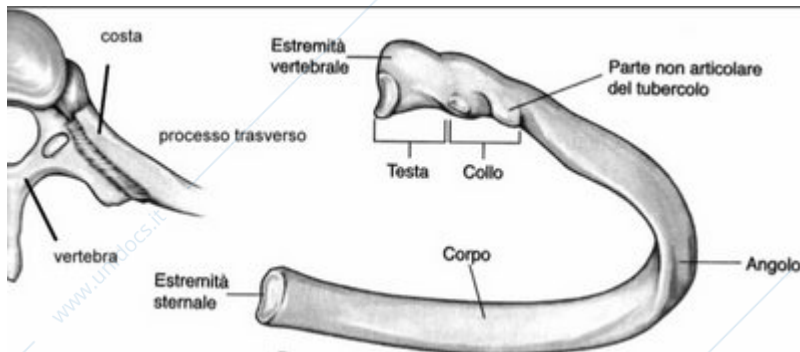
- Vertebre cervicali (7)
- Vertebre dorsali (12)
- Vertebre lombari (5)
- Vertebre sacrali (1 formato da 5 ossa saldate tra loro)
- Coccige (1 formato da 3-4 ossa saldate)



**Gabbia toracica**

Coste (o costole. 12 paia. Ultime 2 paia costole false non articolate con sterno)

Sterno (1 composto da: Manubrio, Corpo, Processo xifoideo)

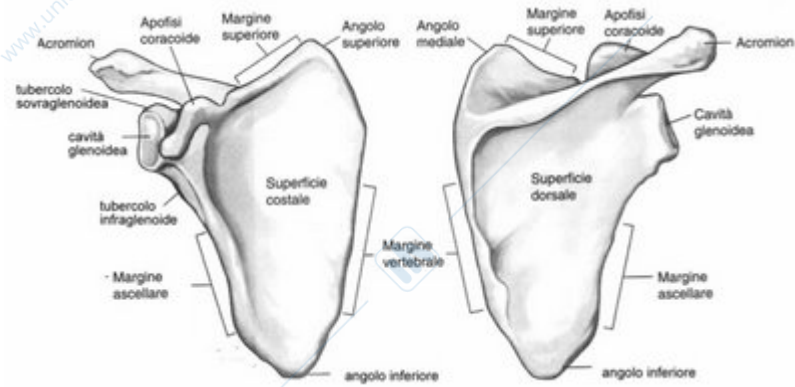


**- Scheletro appendicolare (126 ossa)**

**Cingolo scapolare**

Scapola (2)

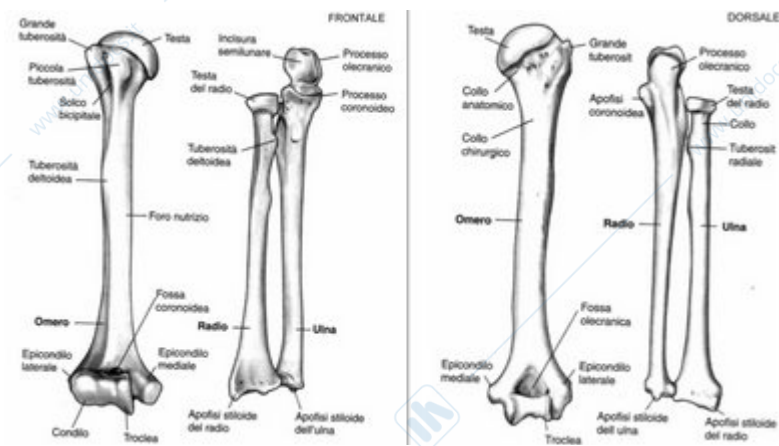
Clavicola (2)



**Arti superiori**

Braccia - Omeri (2)

Avambraccia formate da Ulna (2) e Radio (2)

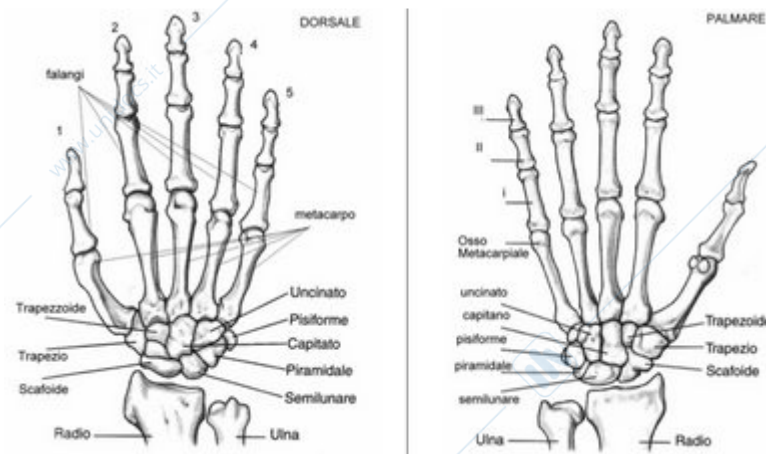


**Mani**

Ossa carpali (polso 16 ossa)

Ossa metacarpali (10)

Falangi (28)



**Cingolo pelvico** (pervi femminile meno profonda e pi  larga; arco pubico pi  grande)

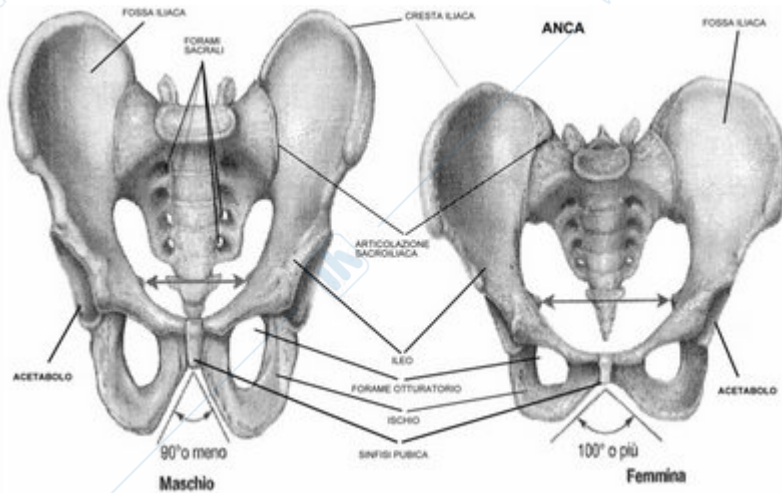
Sacro

Coccige

Oso dell'anca

Ileo

Ischio



**Pube**  
**Arti inferiori**

**Cosce**

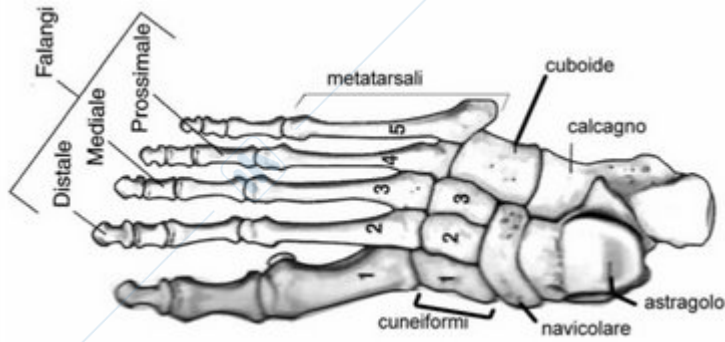
- Femori (2)
- Patelle (sesamoidi 2)

**Gambe**

- Tibie (2)
- Fibule (2)



**Piedi**  
Tarsali  
Metatarsali



Falangi (28)

## Apparato locomotore - Articolazioni IN SINTESI

Due o più ossa contigue si uniscono tra loro per mezzo delle articolazioni. Classificate in base all'ampiezza del movimento si classificano in:

### - **sinartrosi** (fisse)

Si trovano tra le ossa del cranio e vengono dette suture.

### - **anfiartrosi** (semimobili)

Sono dotate di legamenti o di dischi cartilaginei tra i due capi articolari. Queste articolazioni permettono movimenti ridotti e sono individuabili tra le vertebre, le ossa dell'anca e dell'osso sacro.

### - **diartrosi** (mobili)

Si trovano tra le ossa degli arti, tra cranio e mandibola o prima vertebra cervicale.

Oltre ai capi articolari, sono formate da:

**sinovia** (membrana che produce liquido sinoviale lubrificante)

**capsula** (manicotto che avvolge i capi articolari impedendone il distacco)

Inseriti sui capi articolari troviamo fasci di tessuto connettivo che impediscono lo spostamento fuori dagli assi di movimento consentiti, i **legamenti**.

## **SINARTROSI** *Articolazioni fibrose*

Le ossa delle articolazioni si uniscono completamente e strettamente, permettendo movimenti piccoli o nulli.

### **Sindesmòsi**

Sono le articolazioni nelle quali i legamenti uniscono due ossa.

### **Suture**

Esse si trovano solo nel cranio; piccole sporgenze dentate di ossa adiacenti si giustappongono le une alle altre.

### **Gonfòsi**

Queste sono situate fra la radice del dente e il processo alveolare della mandibola o mascellare.

## **ANFIARTROSI** *Articolazioni cartilaginee*

I capi articolari sono uniti da cartilagine o da fibrocartilagine; permettono una motilità ridotta.

### **Sincondròsi**

È la cartilagine ialina interposta fra i capi articolari.

### **Sinfisi**

Si tratta di articolazioni nelle quali un cuscinetto o disco fibrocartilagineo è interposto fra i capi articolari.

## **DIARTROSI Articolazioni sinoviali**

Articolazioni pienamente mobili.

Suddivise, in base al numero di movimenti possibili, in:

### **Articolazioni uniassiali**

Sono diartrosi che permettono il movimento attorno a un solo asse e su un solo piano:

-Articolazioni a troclea

le estremità articolari delle ossa formano un'unità a cardine che permette solamente la flessione e l'estensione.

### **Articolazioni biassiali**

Esse permettono movimenti attorno a due assi perpendicolari e su due piani sempre perpendicolari:

-Articolazione a trocoide

il processo di un osso si articola con l'anello o con un'incisione dell'altro osso.

### **Articolazioni multiassiali**

Sono diartrosi che permettono movimenti attorno a tre o più assi su tre o più piani:

- Articolazioni a sella

diartrosi in cui i capi articolari assomigliano a piccole selle in modo da adattarsi reciprocamente; il solo esempio del corpo è nelle mani.

- Còndilo

prominenza ossea che entra a far parte di un'articolazione.

(Còndiatrosi: articolazione che può compiere tutti i movimenti eccetto quello di rotazione).

- Articolazioni a còndilo (ellissoidale)

diartrosi nelle quali un condilo si adatta a una cavità ellittica.

-Enartrosi (articolazioni sferoidali)

le articolazioni più mobili; la testa sferica di un'estremità si adatta in una sfera cava.

- Artrodie

superfici articolari relativamente piane che permettono movimenti di traslazione lungo diversi assi.

## **ARTICOLAZIONI DEL CORPO UMANO**

Articolazioni del busto:

- articolazioni del capo (occipito-atlantoidea ed atlanto-epistrofea);
- articolazioni della colonna vertebrale (intervertebrali);
- articolazioni vertebro-costali;
- articolazioni costo-sternali.

Articolazioni degli arti superiori:

- complesso articolare della spalla (sterno-clavicolare, acromio-clavicolare e scapolo-omerale);
- articolazione del gomito (omero-radio-ulnare superiore);
- articolazione del polso (radio-carpica e radio-ulnare inferiore);
- articolazioni della mano.

Articolazioni degli arti inferiori:

- articolazione dell'anca (coxo-femorale);
- articolazione del ginocchio (femoro-rotuleo-tibiale);

Dispensa di anatomia e fisiologia del corpo umano.

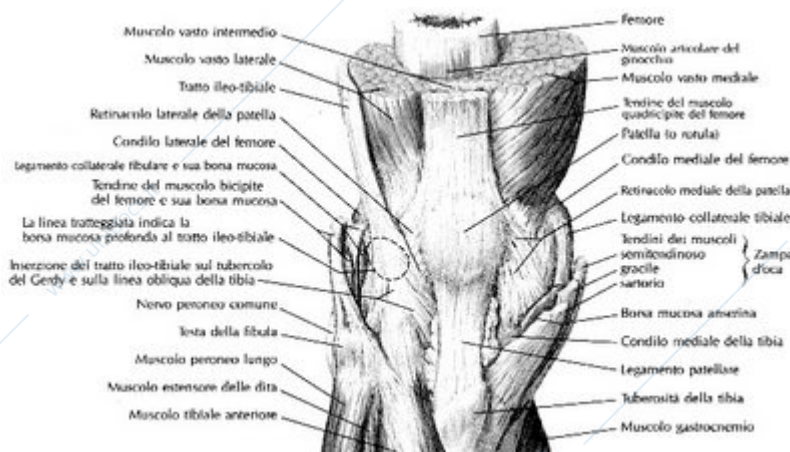
- articolazione della caviglia (tibio-tarsica e peroneo-tibiale inferiore);
- articolazioni del piede.

### I MEZZI DI CONNESSIONE tra le articolazioni:

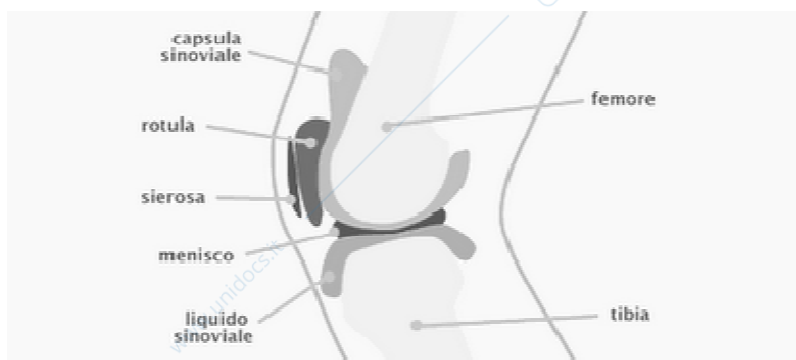
- la capsula articolare  
manicotto di tessuto connettivo denso, che si inserisce tra i segmenti ossei in connessione rivestendo completamente l'articolazione;
- i legamenti  
cordoni fibrosi che uniscono un capo osseo con l'altro. Sono molto resistenti e possono situarsi all'interno o all'esterno della capsula articolare;
- i tendini dei muscoli  
si inseriscono in stretta vicinanza della rima articolare di un osso, insieme alla capsula articolare ed ai legamenti, permettono all'articolazione una maggiore stabilità;
- le cartilagini articolari  
generalmente cartilagine ialina o fibrosa, rivestono le superfici articolari. In alcune articolazioni si frappone anche un disco cartilagineo (es.: articolazione del ginocchio). La cartilagine articolare è soffice, compressibile, estensibile e deformabile. Inoltre tende a riacquistare sempre il suo spessore di riposo;
- la membrana sinoviale  
secerne un liquido vischioso che ha lo scopo di facilitare lo scorrimento tra le due superfici a contatto.

### IL GINOCCHIO

Femore, tibia e rotula sono le tre ossa che formano lo scheletro dell'articolazione del ginocchio.



All'interno del ginocchio, interposti tra tibia e femore, esistono:



### **menischi**

strutture elastiche con funzione ammortizzatrice tra i due capi ossei; per ogni ginocchio ve ne sono due, uno detto mediale l'altro laterale, di forma grossolanamente a ferro di cavallo adagiati sulla superficie tibiale dell'articolazione del ginocchio. Essi sono addossati e fusi con la capsula articolare, possiedono una discreta mobilità e deformabilità che consente loro di adattarsi ai mutamenti spaziali che si verificano durante i diversi movimenti articolari; la loro funzione è di stabilizzare il movimento di scivolamento e rotolamento dell'estremità femorale, grossolanamente sferica, su una superficie piatta quale è quella della tibia.

### **legamenti crociati**

sono 2, anteriore e posteriore. Si tendono tra il femore e la tibia con la funzione di stabilizzare i due capi ossei evitando lo "slittamento" di uno rispetto all'altro durante il movimento, mantenendo stabile l'articolazione insieme al Quadricipite e al Bicipite Femorale, i due grandi muscoli della gamba.

### **legamenti collaterali**

all'esterno dell'articolazione, ma intimamente connessi con la capsula articolare, mediale e laterale, tesi dal femore alla tibia con la funzione di "contenere" il ginocchio nei movimenti di lateralità.

### **legamenti alari**

agiscono nei movimenti di scorrimento durante la flessione estensione mantenendo la rotula in sede, mediale e laterale, che corrono rispettivamente dal margine interno della rotula al femore e dal margine esterno rotuleo al femore.

### **cartilagine articolare**

ricopre le estremità del femore, della rotula e della tibia ed ha la funzione di proteggere l'osso sottostante.

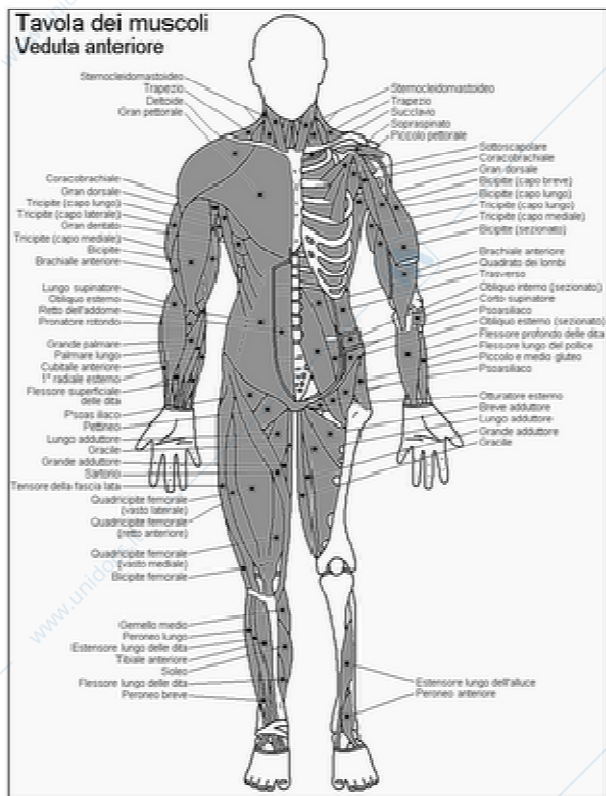
## **Apparato locomotore - Muscoli**

### **MUSCOLI**

Organi costituiti da tessuto contrattile.

Circa 600 muscoli scheletrici Striati (si inseriscono sulle ossa per mezzo dei tendini fasci di tessuto connettivo fibroso) distinti principalmente in:

- Paralleli
- Convergenti
- Pennati
- Multipennati
- Orbicolari.



## MUSCOLI DEL CAPO

- EPICRANICO MIMICI
- PROCERO MIMICI
- NASALE MIMICI
- DILATATORE DELLE NARICI MIMICI
- QUADRATO DEL LABBRO SUPERIORE MIMICI
- GRANDE ZIGOMATICO MIMICI
- CANINO MIMICI
- RISORIO (O DEL SANTORINI) MIMICI
- TRIANGOLARE (O DEPRESSORE DEL LABBRO) MIMICI
- QUADRATO DEL LABBRO INFERIORE (O DEL MENTO) MIMICI
- MENTALE (O ELEVATORE DEL MENTO) MIMICI
- ORBICOLARE DELLA BOCCA (O LABIALE) MIMICI
- BUCCINATORE MIMICI
- ORBICOLARE DELL'OCCHIO MIMICI
- AURICOLARE ANTERIORE MIMICI
- AURICOLARE SUPERIORE MIMICI
- AURICOLARE POSTERIORE MIMICI
  
- TEMPORALE MASTICATORI
- MASSETERE MASTICATORI
- PTERIGOIDEO ESTERNO MASTICATORI

## MUSCOLI DEL COLLO

- PLATISMA MIMICI
  
- STENOCLEIDOMASTOIDEO REGIONE LATERALE
- SCALENO ANTERIORE REGIONE LATERALE
- SCALENO MEDIO REGIONE LATERALE
- SCALENO POSTERIORE REGIONE LATERALE
  
- MUSCOLI SOPRAIOIDEI REGIONE ANTERIORE
- MUSCOLI SOTTOIOIDEI REGIONE ANTERIORE

MUSCOLO LUNGO DEL CAPO REGIONE PREVERTEBRALE  
LUNGO DEL COLLO REGIONE PREVERTEBRALE  
PICCOLO RETTO ANTERIORE DEL CAPO REGIONE PREVERTEBRALE  
RETTO LATERALE DEL CAPO REGIONE PREVERTEBRALE

### **MUSCOLI DEL DORSO**

ROMBOIDEO (GRANDE E PICCOLO) SPINO OMERALI  
ELEVATORE DELLA SCAPOLA SPINO OMERALI  
GRAN DORSALE SPINO OMERALI  
TRAPEZIO SPINO OMERALI

DENTATO POSTERIORE INFERIORE SPINO COSTALI  
DENTATO POSTERIORE ANTERIORE SPINO COSTALI

SPLENIO (DEL CAPO E DEL COLLO) SPINO DORSALI  
SACROSPINALE SPINO DORSALI  
LUNGHISSIMO SPINO DORSALI  
ILEOCOSTALE SPINO DORSALI  
SPINOSO SPINO DORSALI  
TRASVERSO-SPINALI SPINO DORSALI  
INTERTRAVERSARI SPINO DORSALI  
INTERSPINALI SPINO DORSALI  
SACROCOCCIGEO POSTERIORE SPINO DORSALI

GRANDE RETTO DORSALE DEL CAPO VERTEBRO-OCCIPITALE  
PICCOLO RETTO DORSALE DEL CAPO VERTEBRO-OCCIPITALE  
OBLIQUO SUPERIORE DEL CAPO VERTEBRO-OCCIPITALE  
OBLIQUO INFERIORE DEL CAPO VERTEBRO-OCCIPITALE

### **MUSCOLI DEL TORACE**

GRANDE PETTORALE TORACO-OMERALI  
PICCOLO PETTORALE TORACO-OMERALI  
SUCCLAVIO TORACO-OMERALI  
DENTATO ANTERIORE TORACO-OMERALI

INTERCOSTALI ESTERNI PROPRI DEL TORACE  
INTERCOSTALI INTERNI PROPRI DEL TORACE  
ELEVATORI DELLE COSTE PROPRI DEL TORACE  
SOTTOCOSTALI PROPRI DEL TORACE  
TRIANGOLARE DELLO STERNO PROPRI DEL TORACE

DIAFRAMMA

### **MUSCOLI DELL'ADDOME**

MUSCOLO RETTO DELL'ADDOME REGIONE ANTERO-LATERALE  
PIRAMIDALE REGIONE ANTERO-LATERALE  
GRANDE OBLIQUO REGIONE ANTERO-LATERALE  
PICCOLO OBLIQUO REGIONE ANTERO-LATERALE  
TRASVERSO REGIONE ANTERO-LATERALE  
CREMASTERE REGIONE ANTERO-LATERALE

QUADRATO DEI LOMBI REGIONE POSTERIORE

### **MUSCOLI DEL BACINO**

Dispensa di anatomia e fisiologia del corpo umano.

PUBOCOCCIGEO E ILEOCOCCIGEO REGIONE POSTERIORE  
COCCIGEO REGIONE POSTERIORE  
RETTOCOCCIGEO REGIONE POSTERIORE

### **MUSCOLI DEL PERINEO**

TRASVERSO DEL PERINEO REGIONE POSTERIORE  
ISCHIOCAVERNOSO REGIONE POSTERIORE  
BULBOCAVERNOSO REGIONE POSTERIORE  
TRASVERSO PROFONDO DEL PERINEO REGIONE POSTERIORE  
MUSCOLO DI WILSON REGIONE POSTERIORE  
SFINTERE ESTERNO DELL'URETRA REGIONE POSTERIORE  
SFINTERE ESTERNO DELL'ANO REGIONE POSTERIORE

### **MUSCOLI ARTI SUPERIORI**

DELTOIDE SPALLA  
SOPRASPINATO SPALLA  
SOTTOSPINATO SPALLA  
PICCOLO ROTONDO SPALLA  
GRANDE ROTONDO SPALLA  
SOTTOSCAPOLARE SPALLA

BICIPITE DEL BRACCIO BRACCIO  
CORACOBRAHIALE BRACCIO  
BRACHIALE ANTERIORE BRACCIO  
TRICIPITE DEL BRACCIO BRACCIO

PRONATORE ROTONDO AVAMBRACCIO  
GRANDE PALMARE AVAMBRACCIO  
PICCOLO PALMARE AVAMBRACCIO  
CUBITALE ANTERIORE AVAMBRACCIO  
FLESSORE SUPERFICIALE DELLE DITA AVAMBRACCIO  
FLESSORE LUNGO DEL POLLICE AVAMBRACCIO  
FLESSORE PROFONDO DELLE DITA AVAMBRACCIO  
PRONATORE QUADRATO AVAMBRACCIO  
ANCONEO AVAMBRACCIO  
ESTENSORE COMUNE DELLE DITA AVAMBRACCIO  
ESTENSORE PROPRIO DEL MIGNOLO AVAMBRACCIO  
CUBITALE POSTERIORE AVAMBRACCIO  
ABDUTTORE LUNGO DEL POLLICE AVAMBRACCIO  
ESTENSORE CORTO DEL POLLICE AVAMBRACCIO  
ESTENSORE LUNGO DEL POLLICE AVAMBRACCIO  
ESTENSORE PROPRIO DELL'INDICE AVAMBRACCIO  
BRACHIORADIALE AVAMBRACCIO  
PRIMO RADIALE ESTERNO AVAMBRACCIO  
SECONDO RADIALE ESTERNO AVAMBRACCIO  
SUPINATORE AVAMBRACCIO

ABDUTTORE BREVE DEL POLLICE MANO  
FLESSORE BREVE DEL POLLICE MANO  
OPPONENTE DEL POLLICE MANO  
ADDUTTORE DEL POLLICE MANO  
PALMARE BREVE MANO  
ABDUTTORE DEL MIGNOLO MANO  
FLESSORE BREVE DEL MIGNOLO MANO  
OPPONENTE DEL MIGNOLO MANO  
LOMBRICALI MANO  
INTEROSSEI PALMARI MANO

INTEROSSEI DORSALI MANO

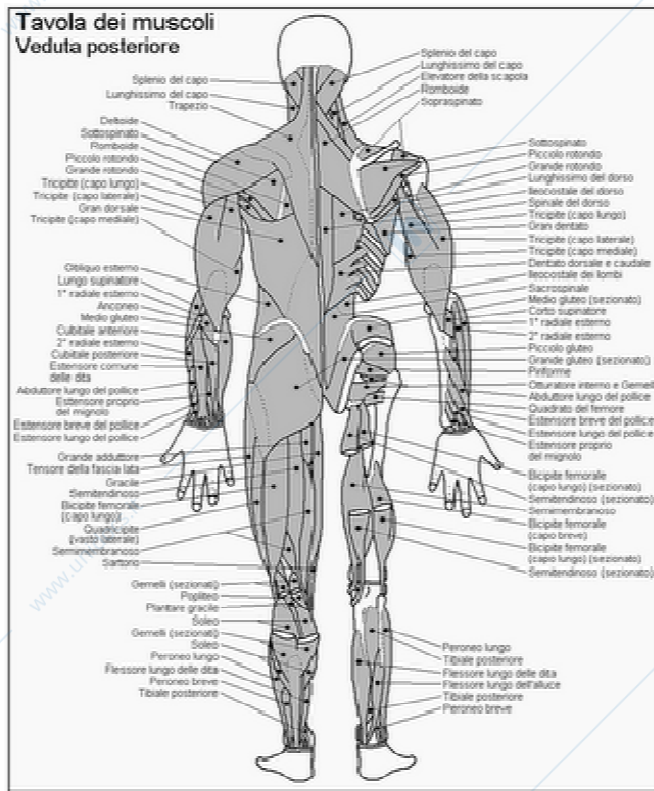
## MUSCOLI ARTI INFERIORI

PSOAS ILIACO PELVI  
PICCOLO PSOAS PELVI  
OTTURATORE ESTERNO PELVI  
GRANDE GLUTEO PELVI  
MEDIO GLUTEO PELVI  
PICCOLO GLUTEO PELVI  
PIRIFORME PELVI  
OTTURATORE INTERNO PELVI  
GEMELLO SUPERIORE PELVI  
GEMELLO INFERIORE PELVI  
QUADRATO DEL FEMORE PELVI

TENSORE DELLA FASCIA LATA COSCIA  
SARTORIO COSCIA  
QUADRICIPITE FEMORALE COSCIA  
GRACILE O RETTO INTERNO COSCIA  
PETTINEO COSCIA  
MEDIO ADDUTTORE COSCIA  
PICCOLO ADDUTTORE COSCIA  
GRANDE ADDUTTORE COSCIA  
BICIPITE DEL FEMORE COSCIA  
SEMITENDINOSO COSCIA  
SEMIMEMBRANOSO COSCIA

TIBIALE ANTERIORE GAMBA  
ESTENSORE LUNGO DELLE DITA GAMBA  
ESTENSORE LUNGO DELL'ALLUCE GAMBA  
PERONEO ANTERIORE GAMBA  
PERONEO LUNGO GAMBA  
PERONEO BREVE GAMBA  
TRICIPITE DELLA SURA GAMBA  
TRICIPITE DELLA SURA GAMBA  
PLANTARE GAMBA  
POPLITEO GAMBA  
TIBIALE POSTERIORE GAMBA  
FLESSORE LUNGO DELLE DITA GAMBA  
FLESSORE LUNGO DELL'ALLUCE GAMBA

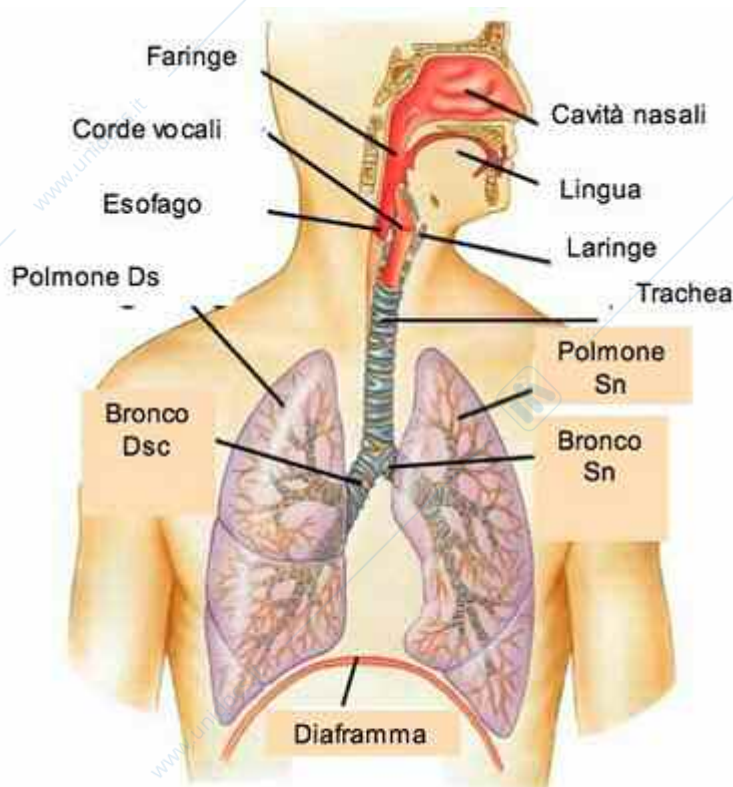
ABDUTTORE DELL'ALLUCE PIEDE  
FLESSORE BREVE DELL'ALLUCE PIEDE  
ADDUTTORE DELL'ALLUCE PIEDE  
ABDUTTORE DEL QUINTO DITO PIEDE  
FLESSORE BREVE DEL QUINTO DITO PIEDE  
OPPONENTE DEL QUINTO DITO PIEDE  
FLESSORE BREVE DELLE DITA PIEDE  
QUADRATO PLANTARE PIEDE  
LOMBRICALI PIEDE  
INTEROSSEI PLANTARI PIEDE  
ESTENSORE BREVE DELLE DITA PIEDE  
INTEROSSEI DORSALI PIEDE



## Apparato respiratorio

Insieme di organi che permettono gli scambi di gas (ingresso di ossigeno ed eliminazione di anidride carbonica) fra organismo ed ambiente.

È composto da organi cavi, le vie aerifere e dai polmoni, organi parenchimatosi in cui avviene la funzione dell'ematosi (scambio di gas tra aria e sangue).

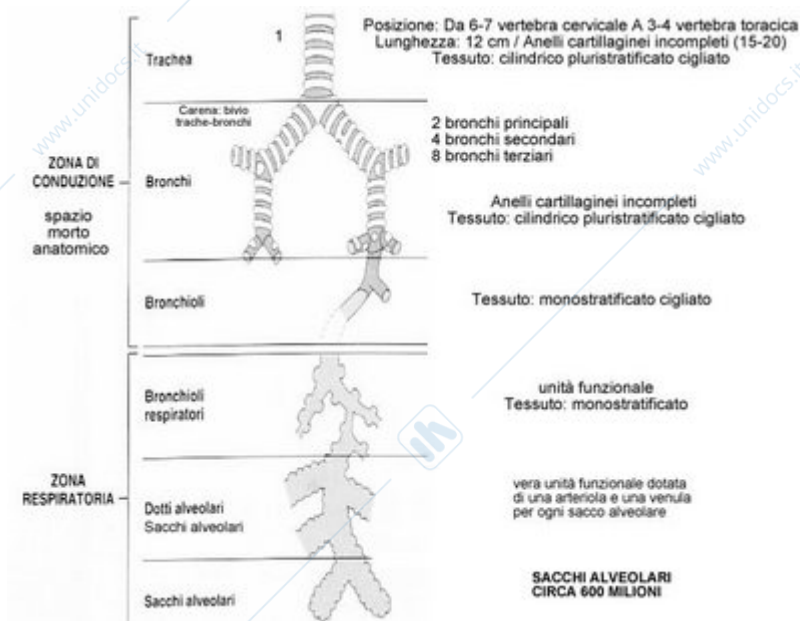


## LE VIE AREIFERE

La mucosa che tappezza le pareti interne di questi organi ha varie funzioni, come quella di riscaldare mediante vascolarizzazione, umidificare con la secrezione ghiandolare e filtrare l'aria con muco e ciglia. L'aria così trattata arriva ai polmoni

Si dividono in:

- Superiori  
Naso esterno, cavità nasali e paranasali, rinofaringe.
- Inferiori  
Condotto laringo-tracheale e dai bronchi.



## CAVITÀ NASALI

Le cavità nasali sono dei condotti simmetrici allungati sul piano sagittale, anfrattuosi, che si aprono anteriormente con le narici e posteriormente accedono alla faringe tramite le coane. In ogni cavità è possibile individuare una parte anteroinferiore che corrisponde alla parte interna delle ali del naso, il vestibolo del naso, ed una parte posteriore, più ampia detta cavità nasale propriamente detta. Il vestibolo del naso è una fessura delimitata medialmente dalla cartilagine del setto e dalla parte mediale della cartilagine alare, e lateralmente dalla cartilagine alare stessa

## CAVITÀ PARANASALI

Le cavità paranasali (frontali, sfenoidali, mascellari) sono cavità pneumatiche il cui significato non è ben chiaro, ma sembra servano a rendere più leggero il massiccio facciale e che partecipino ai fenomeni di risonanza per la fonazione.

Le cavità paranasali sono rivestite da un epitelio cilindrico semplice con ciglia vibratili e cellule calciformi intercalate, che aderisce strettamente al periostio.

I seni frontali sono scavati nell'osso frontale.

I seni mascellari, contenuti nel corpo dell'osso mascellare, sono i più voluminosi tra le cavità paranasali e la

loro forma e dimensione variano in rapporto alle variazioni dell'osso mascellare.

I seni sfenoidali, di forma cuboide, sono contenuti nel corpo dell'osso sfenoide e, come i seni frontali, sono separati dal un setto che spesso è asimmetrico.

## FARINGE

*Divisa in rinofaringe, orofaringe e ipofaringe*

*E' un condotto a concavità anteriore con un asse perpendicolare a quello della bocca. La sua mucosa è riccamente innervata (simpatico, glosso-faringeo) e molto riflessogena. E' distinta in tre piani: nasale, orale e laringeo.*

## LARINGE

La laringe è un condotto che si estende dalla 4° alla 6° vertebra cervicale. Impari e mediano che fa seguito alla faringe e precede la trachea; essa occupa una posizione mediana all'interno del collo e si estende per circa 4 cm in lunghezza, 4 cm in larghezza e 3.5 cm in diametro anteroposteriore. Ha la forma di una piramide triangolare con base superiore e apice tronco inferiore, che diventa trachea.

L'apertura superiore della laringe è detto adito laringeo ed è delimitato anteriormente dal margine libero dell'epiglottide.

La cavità della laringe è molto meno ampia della sua circonferenza esterna, e due pieghe, le pieghe ventricolari (superiori) e le corde vocali (inferiori) permettono di dividerla in tre segmenti: un vestibolo, una parte media e una inferiore.

La rima del glottide è il punto più stretto della laringe, e corrisponde all'apertura determinata dall'allontanamento delle corde vocali.

La laringe ha il compito oltre che di convogliare l'aria inspirata ed espirata, anche quello della fonazione e di impedire il transito del bolo alimentare nelle vie respiratorie.

è costituita di vari pezzi cartilaginei uniti tra loro e con gli altri organi tramite legamenti. La mobilità dei pezzi cartilaginei è dovuta alla presenza di muscoli; le cartilagini sono unite fra loro da una membrana elastica, profondamente alla quale si trova la tonaca mucosa che riveste il lume.

La fonazione è una funzione complessa che avviene grazie all'partecipazione di molto organi: inizia a livello polmonare, dove l'aria viene espirata con quantità e pressione regolata; l'aria mette in vibrazione le corde vocali, la cui distanza e tensione ha un ruolo fondamentale. A questo punto servono delle casse di risonanza per amplificare il suono, e queste sono le cavità paranasali, orale e faringea, che agiscono insieme; infine la lingua e lo stato di costrizione dei muscoli orofaringei ha fondamentale importanza nell'emissione di suoni diversi e per la produzione del linguaggio.

## CARTILAGINI PRINCIPALI DELLA LARINGE

Le cartilagini principali della laringe sono:

**cartilagine tiroide**

la più grande, impari, a forma di scudo costituito dall'unione di due lamine quadrilateri verticali che si uniscono medialmente dando origine alla prominente laringea (o pomo d'Adamo).

**cartilagine cricoide**

è l'elemento fondamentale della laringe in quanto dà attacco a tutte le altre cartilagini e a molti muscoli laringei: si trova sotto la cartilagine tiroide e sopra il primo anello tracheale

**cartilagini aritenoidi**

sono due piccole cartilagini di forma piramide triangolare con base in basso, molto mobili per l'attacco di numerosi muscoli, che si trovano appoggiate alla parte superiore della lamina della cartilagine cricoide.

**cartilagine epiglottide**

ha la forma di una fogliola con picciolo, il quale è unito alla cartilagine tiroide, rispetto alla quale è posteriore, per mezzo del legamento tireoepiglottico.

## TRACHEA E BRONCHI

La trachea e i bronchi presentano la stessa struttura, sono cioè formati esternamente da anelli cartilaginei ialini incompleti nella parte posteriore, e internamente da una tonaca mucosa, costituita da epitelio cilindrico pluristratificato cigliato intercalato da cellule mucipare caliciformi che si presenta liscio in avanti e con pieghe longitudinali indietro.

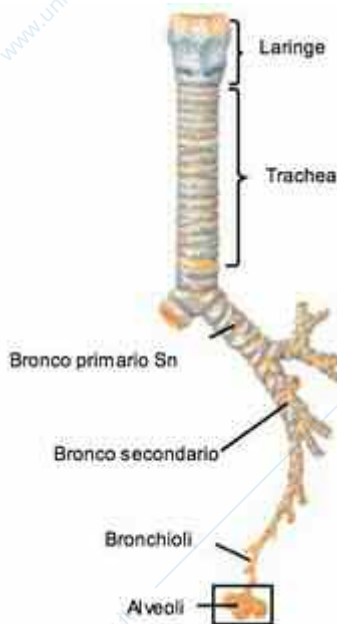
La trachea è un canale impari e mediano che si estende, in proiezione, dal limite fra la 6° e la 7° vertebra cervicale, facendo seguito alla laringe, alla 3°-4° vertebra toracica (o, in proiezione anteriore, alla 2° cartilagine costale), punto in cui si biforca nei bronchi.

Ha una lunghezza di circa 12 cm e un diametro di 1,7 cm ed è costituita da circa 15-20 anelli cartilaginei che si

susseguono fra loro tenuti insieme dai legamenti anulari, anelli che posteriormente sono incompleti per la presenza di una parete membranosa, e che mantengono la trachea sempre pervia.

I bronchi derivano dalla diramazione della trachea (carena) a livello della 2° cartilagine costale: inizialmente si hanno due bronchi principali, uno destro e uno sinistro, che poi si arborizzano quando raggiungono l'ilo polmonare e quindi penetrano all'interno dell'organo; i primi vengono anche detti bronchi extrapolmonari, i secondi bronchi

intrapolmonari. Il punto di biforcazione interno è detto sprone tracheale.



## I POLMONI

I polmoni sono gli organi in cui avvengono gli scambi gassosi fra aria e sangue (ematosi).

Sono destro e sinistro, entrambi contenuti nella cavità toracica e delimitano medialmente una zona compresa tra lo sterno e la colonna vertebrale, denominato mediastino (spazio che accoglie il cuore, il timo, i grossi vasi, l'esofago, la trachea e i bronchi).

I polmoni sono avvolti da una sierosa, la pleura, che consta di due foglietti tra i quali si trova uno spazio, la cavità pleurica, in cui esiste una pressione negativa che permette la dilatazione dei polmoni durante l'inspirazione.

I polmoni hanno una altezza di circa 25 cm, un diametro anteroposteriore di 16 e uno trasverso di 11 a destra e 8 a sinistra; nella femmina i valori sono lievemente inferiori che nel maschio.

Nel polmone si distinguono una base, un apice e due facce, laterale e mediale:

La base o faccia diaframmatica

di forma semilunare concava medialmente, poggia sul diaframma, e da questo è separata a destra del lobo destro del fegato, a sinistra dal lobo sinistro del fegato, dallo stomaco e dalla milza e posteriormente dalla ghiandola surrenale e dai poli superiori dei reni.

La faccia laterale

la più estesa, convessa, si estende, in avanti, fin quasi alla linea mediana, e posteriormente fino ai corpi delle vertebre toraciche.

**La faccia mediale**

corrisponde al mediastino e presenta nel suo punto di mezzo, leggermente più spostato verso la parte posteriore, un'area infossata, l'ilo polmonare, in cui entrano nella compagine del polmone i bronchi, le arterie e ne escono le vene.

La superficie del polmone è percorsa da scissure che dividono l'organo in lobi polmonari: le scissure sono una a sinistra e due a destra.

Superiormente i polmoni si estendono con l'apice fino a 1-3 cm oltre la clavicola.

I bronchioli terminali, ognuno dei quali fornisce un acino, si divide a sua volta in due bronchioli alveolari, i quali presentano, sulla loro superficie, estroflessioni emisferiche, gli alveoli; questi, man mano che il bronco procede, si fanno sempre più numerosi, fino a formare completamente dei condotti a fondo cieco che rappresentano la fine delle vie respiratorie, i sacchi alveolari.

Gli alveoli polmonari sono costituiti da un epitelio e da un sottostante strato connettivale riccamente vascolarizzato, per la funzione di ematosi.

## Differenze dei polmoni

### **Scissure**

Polmone Sinistro: 1 scissura (obliqua)

Polmone Destro: 2 scissure (obliqua e orizzontale)

### **Lobi**

Polmone Sinistro: 2 lobi (superiore e inferiore)

Polmone Destro: 3 lobi (superiore, inferiore e medio)

### **Incisura cardiaca**

Polmone Sinistro: 1 incisura mediale corrispondente all'apice del cuore.

### **Ilo**

Polmone Sinistro: Inserimento del bronco sinistro si trova sotto l'arteria polmonare sinistra.

Polmone Destro: Inserimento del bronco destro si trova affianco all'arteria polmonare destra.

## PLEURE

Le pleure sono due membrane sierose che avvolgono i polmoni, si distinguono in pleura viscerale e pleura parietale, e sono del tutto indipendenti fra loro, anche se vengono a contatto dietro allo sterno.

La pleura viscerale è una membrana sottile e trasparente che aderisce intimamente alla superficie del polmone e si ripiega su se stessa a livello dell'ilo polmonare, continuando così nella pleura parietale.

La pleura parietale può essere divisa in tre parti: una parte costale, una mediastinica e una diaframmatica.

La parte costale è spessa e resistente e si mette in rapporto, attraverso la fascia endotoracica, ai muscoli del torace; nella parte superiore, detta cupola pleurica, si trova l'apparato sospensore della pleura, costituito dai legamento costopleurale, dal legamento scalenopleurale e dal legamento vertebropleurale.

La parte mediastinica è una membrana sottile e trasparente e la parte diaframmatica è una membrana che aderisce intimamente al diaframma.

## Apparato respiratorio - Fisiologia

Il sistema respiratorio comprende:

### Ventilazione polmonare

### Scambio dei gas a livello polmonare e tissutale (diffusione O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>)

### Trasporto dei gas nel sangue

### Regolazione del respiro.

EVENTI COINVOLTI NEL PROCESSO DI SCAMBIO GASSOSO

- **VENTILAZIONE POLMONARE**

*movimento di aria dall'esterno all'interno del polmone e viceversa*

- **DIFFUSIONE FRA ALVEOLI E SANGUE**

*movimento di O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> attraverso la membrana respiratoria*

- **PERFUSIONE POLMONARE**

*flusso sanguigno polmonare richiesto per apportare sangue e rimuovere sangue dalla zona di scambio*

- **RAPPORTO VENTILAZIONE-PERFUSIONE**

*importante per l'efficacia degli scambi gassosi*

- **TRASPORTO O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> NEL SANGUE**

- **TRASFERIMENTO O<sub>2</sub> DAI CAPILLARI ALLE CELLULE E CO<sub>2</sub> IN DIREZIONE OPPOSTA**

- **UTILIZZAZIONE O<sub>2</sub> E PRODUZIONE CO<sub>2</sub> NELLE CELLULE**

## VENTILAZIONE POLMONARE

Il respiro si divide in due fasi:

- **inspirazione**

Aria in entrata nei polmoni

- **espirazione**

Aria in uscita nei polmoni

## MECCANISMO DELLA VENTILAZIONE POLMONARE

Il controllo della ventilazione è regolato da meccanismi che regolano la funzione degli scambi gassosi nel polmone.

Le 2 fasi della ventilazione avvengono mediante 2 gradienti di pressione dei gas:

- **nell'inspirazione**

La pressione degli alveoli è inferiore alla pressione atmosferica.

- **nell'espirazione**

La pressione degli alveoli è superiore alla pressione atmosferica.

Il polmone non è dotato di strutture di sostegno o muscolari, ma è adeso alla gabbia toracica attraverso la pleura (parietale e viscerale).

Le variazioni di volume del polmone dipendono dai movimenti della gabbia toracica.

I gradienti pressori vengono stabiliti da cambiamenti nelle dimensioni della cavità toracica mediante contrazione dei muscoli respiratori.

I polmoni si espandono mediante:

- movimenti verso l'alto e verso il basso del diaframma.
- elevazione e abbassamento delle coste.

Lavoro respiratorio si compone di:

- Lavoro compiuto dai muscoli per espandere i polmoni
- Lavoro per vincere la resistenza tessutale non elastica (viscosità)
- Lavoro per vincere la resistenza delle vie aeree

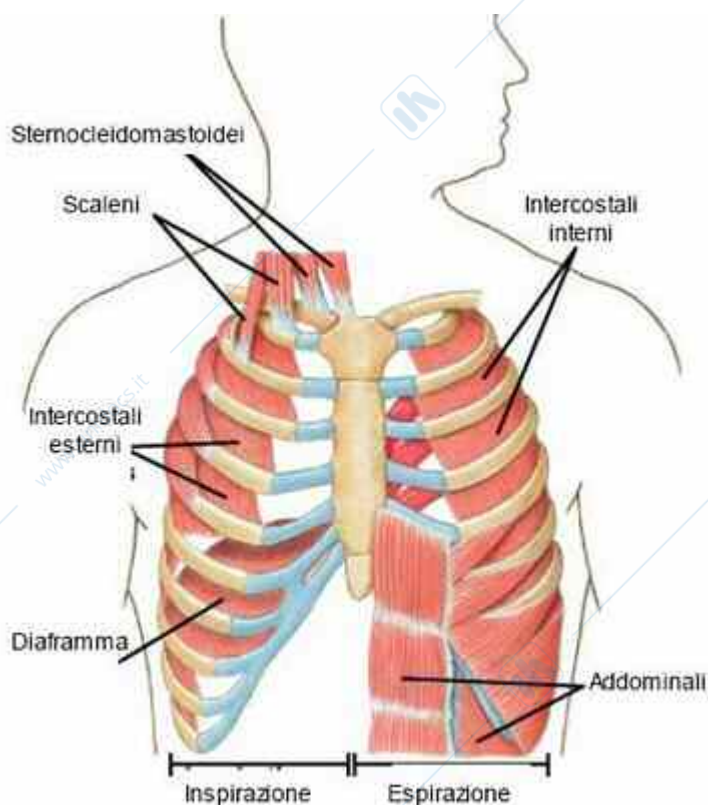
## MUSCOLI RESPIRATORI

Inspiratori (Aumentano il volume gabbia toracica)

- Diaframma
- Intercostali esterni
- Sternocleidomastoidei
- Scaleni

Espiratori (Riducono il volume gabbia toracica, attivi nell'espiazione forzata)

- Intercostali interni (esercizio fisico, fonazione, canto, fase espiratoria starnuto e tosse)
- Addominali (Per aumentare la pressione endoaddominale)
- Accessori (Grande dorsale, Dentato posteriore-inferiore, Quadrato dei lombi)



## PRESSIONI RESPIRATORIE

La pressione dello spazio pleurico è normalmente compresa tra -10 e -12 mmHg.

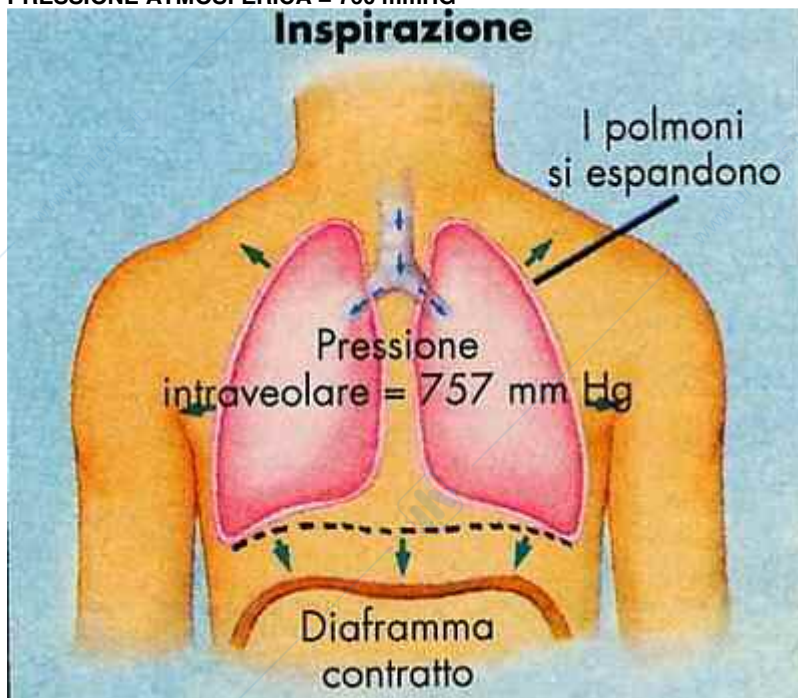
Il polmone (struttura elastica) è adeso alla gabbia toracica grazie alle pleure. Non è mai in equilibrio elastico, ed è quindi sottoposto continuamente ad una forza di retrazione, espressa dalla negatività dello spazio pleurico. L'adesione tra polmone e gabbia toracica è mantenuta dalla continua aspirazione del liquido

pleurico da parte dei linfatici, che impedendo lo scollamento del polmone dalla parete toracica, contribuiscono al mantenimento della negatività endopleurica.

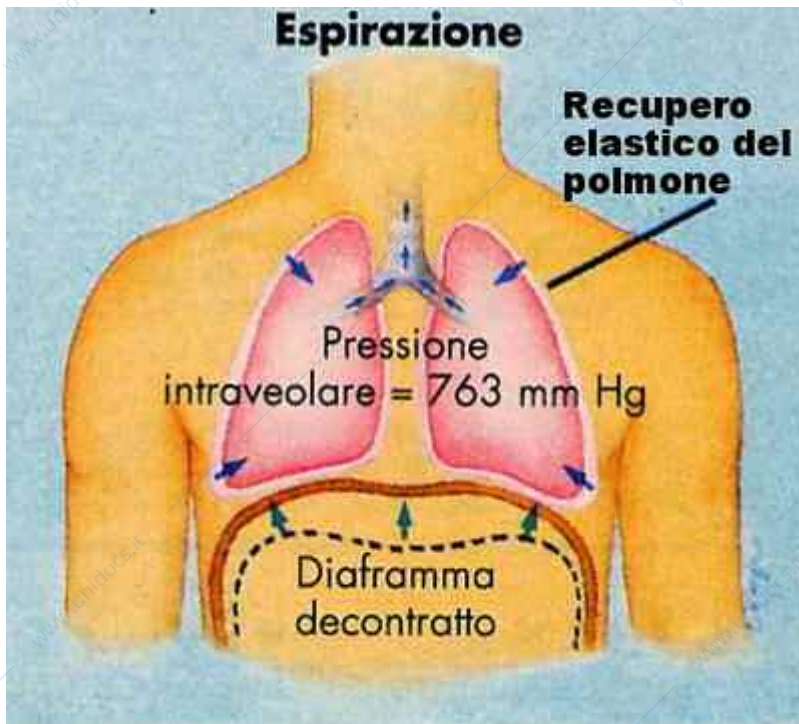
La forte negatività dello spazio endopleurico è prodotta dalla tendenza che i capillari della pleura hanno di assorbire qualsiasi traccia di liquido o gas dallo spazio pleurico.

La pressione endoalveolare durante un atto respiratorio completo normale varia da -3mmHg a +3mmHg. Durante un atto respiratorio forzato può arrivare a circa -80mmHg durante l'inspirazione e +100mmHg durante l'espirazione

**PRESSIONE ATMOSFERICA = 760 mmHG**



**PRESSIONE ATMOSFERICA = 760 mmHG**



## LEGGE DI BOYLE

Il volume dei gas, a temperatura costante, è inversamente proporzionale alla pressione.

Il movimento di aria dall'esterno all'interno del polmone e viceversa, è assicurato da un gradiente pressorio che si crea tra l'esterno ( $P$  atmosferica) e l'interno del polmone ( $P$  alveolare).

Per la Legge di Boyle la Pressione Alveolare si modifica attraverso cambiamenti del Volume Polmonare.

Es.

L'aria entra nei polmoni quando nell'espansione del torace, la pressione intratoracica ha un decremento, con diminuzione della pressione intralveolare.

## ISPIRAZIONE

Aumento delle dimensioni della cavità toracica mediante:

- Contrazione dei muscoli ispiratori (diaframma)

- Compliance (elasticità del tessuto polmonare)

L'espansibilità dei polmoni e del torace viene espressa dall'incremento che subisce il volume polmonare per ogni unità in più di pressione endoalveolare.

Normalmente ammonta a 0,13 litri per centimetro d'acqua di pressione (ogni volta che la pressione alveolare viene aumentata di 1 cm H<sub>2</sub>O, i polmoni si espandono di 130 ml).

## ESPIRAZIONE (processo passivo)

Diminuzione delle dimensioni della cavità toracica mediante:

- rilassamento muscoli ispiratori

- pressione tra pleura viscerale e parietale sempre inferiore alla pressione atmosferica.
- tendenza passiva dei tessuti polmonari a tornare elasticamente alla loro dimensioni iniziali.

Resistenza tessutale non elastica (viscosità)

E' l'energia richiesta per risistemare le molecole costitutive il parenchima polmonare e la gabbia toracica al fine di disporle in una differente dimensione.

## **VOLUMI POLMONARI**

- VT = volume tidal o volume corrente (v.m.m.a. 500 ml)

E' la quantità di aria inspirata ed espirata per ogni atto respiratorio normale.

- VER = volume espiratorio di riserva (v.m.m.a. 1100 ml)

È il volume di aria che può essere emessa mediante una espirazione forzata oltre la normale espirazione.

- VIR = volume inspiratorio di riserva (v.m.m.a. 3000 ml)

E' il volume di aria che può essere inspirato oltre il volume corrente

- VR = volume residuo (v.m.m.a. 1200 ml)

È il volume di aria che rimane nei polmoni al termine di una espirazione forzata (volume minimale)  
Assicura la presenza di aria negli alveoli, per areare il sangue, anche nelle pause tra gli atti respiratori.  
Si evitano in questo modo oscillazioni delle concentrazioni di O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> tra un atto respiratorio e l'altro.

- FR = frequenza respiratoria media fisiologica dell'adulto (12 atti al minuto)

Il sistema respiratorio ha la capacità di aumentare il proprio volume minuto:

Fino a 25 volte (150 l/min) per brevi periodi.

Fino a 20 volte (120 l/min) per lunghi periodi.

- VM = volume minuto (6000 ml/min)

$VT \times FR (500 \times 12)$

- VA = ventilazione alveolare (4200 ml/min)

quantità di aria che arriva negli alveoli ogni minuto

$FR \times (VT - VSM) 12 \times (500 - 150)$

- spiometro

Strumento per la misurazione del volume di aria.

## **CAPACITÀ POLMONARI**

- CP = capacità polmonare

Somma di più volumi polmonari

I fattori che modificano le capacità polmonari sono la:

Struttura corporea

Posizione del corpo

Forza dei muscoli respiratori

Compliance polmonare (elasticità del tessuto polmonare)

- CV = capacità vitale (4600 ml)

E' la massima quantità di aria che si può espellere dai polmoni con una espirazione forzata al massimo alla fine di una inspirazione forzata al massimo.

$VIR + VT + VER (3000 + 500 + 1100)$

- CI = capacità ispiratoria (3500 ml)

Quantità di aria che un soggetto può inspirare alla fine di una espirazione tranquilla fino alla distensione massima dei suoi polmoni.

VIR + VT (3000+500)

- CFR = capacità funzionale residua (2300 ml)

Quantità di aria residua nel polmone alla fine di una espirazione tranquilla

VER + VR (1100+1200)

- CPT = capacità polmonare totale (5800 ml)

E' il massimo volume di aria che può essere contenuto nei polmoni al termine di una inspirazione forzata

VIR + VT + VER + VR (3000+500+1100+1200)

- VA = Ventilazione alveolare (350 ml)

Volume di aria inspirata che raggiunge gli alveoli utile ai fini dello scambio respiratorio

volume corrente (VT) meno il volume dello spazio morto (500-150)

- Spazio morto anatomico (150 ml)

Aria contenuta nelli vie respiratorie superiori che non partecipano agli scambi gassosi.

Fattori che modificano lo spazio morto

diminuisce: in posizione supina e con l'espirazione forzata

aumenta: con l'età e con la massima espansione polmonare

- Spazio morto fisiologico

Spazio morto anatomico + volume degli alveoli non funzionanti (es. Patologie polmonari).

## LEGGI DELLA DIFFUSIONE (LEGGE DI FICK)

La velocità di trasferimento di un gas attraverso una lamina di tessuto è

direttamente proporzionale:

- all'area del tessuto

- alla differenza di concentrazione del gas fra i due lati

- al coefficiente di diffusione del gas

inversamente proporzionale:

- allo spessore del tessuto

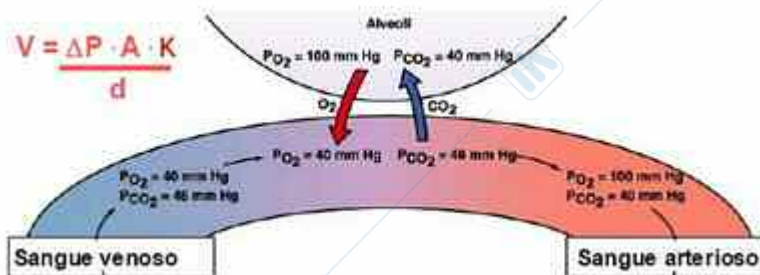
Sulla base di questa legge i fattori che influenzano la diffusione dei gas attraverso la membrana respiratoria sono:

1) lo spessore della membrana

2) la superficie della membrana

3) la differenza di pressione

4) il coefficiente di diffusione dei gas



A = superficie di scambio

K = coefficiente di diffusione  $\alpha/\sqrt{PM}$

d = distanza di diffusione, spessore membrana respiratoria

## SCAMBIO DEI GAS NEI POLMONI

Lo scambio dei gas nei polmoni ha luogo tra l'aria alveolare e il sangue che attraversa i capillari polmonari.

Lo scambio dei gas respiratori avviene, quindi, a livello dell'unità alveolo-capillare.

Gli alveoli sono circa **300 x 10 elevato alla sesta** e formano una superficie di scambio totale di circa **140 metri quadri**.

Gli scambi gassosi avvengono a livello della membrana respiratoria (alveolo-capillare).

Lo spessore ridotto della membrana facilita il processo di diffusione dei gas.

## SCAMBIO DEI GAS NEL SANGUE

Il sangue trasporta l'ossigeno e l'anidride carbonica come soluti o combinanti con altri composti chimici.

*Appena entrati nel circolo ematico la CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> si disciolgono nel plasma, poichè i liquidi possono portare solo una piccola quantità di gas in soluzione, per questo si uniscono rapidamente ad altre molecole, come l'emoglobina, oppure a proteine plasmatiche.*

*Una volta che le molecole gassose si sono unite una con l'altra, la loro concentrazione plasmatica diminuisce e una maggior quantità di gas può diffondere nel plasma.*

### EMOGLOBINA

L'emoglobina è un pigmento proteico di colore rosso presente soltanto all'interno dei globuli rossi. È una proteina quaternaria, costituita da quattro differenti catene polipeptidiche-due catene alfa e due catene beta-ciascuna associata ad un gruppo eme contenete ferro.

Una molecola di ossigeno può combinarsi con una molecola di ferro in ciascun gruppo eme.

L'emoglobina, si comporta come una specie di spugna per l'ossigeno.

Le molecole di anidride carbonica si combinano con le catene polipeptidiche alfa e beta.

### TRASPORTO DI OSSIGENO

Il sangue ossigenato contiene circa 0.3 ml di O<sub>2</sub> disciolto per 100 ml di sangue.

L'emoglobina aumenta la capacità di trasporto di ossigeno del sangue.

L'ossigeno viaggia in due forme: come O<sub>2</sub> disciolto nel plasma e associato all'emoglobina ossiemoglobina.

L'ossiemoglobina trasporta la maggioranza dell'ossigeno totale trasportato dal sangue.

*Poiché il sangue ossigenato ha una PO<sub>2</sub> di 100 mmHg, 100 millilitri contengono disciolti circa 0,3 ml di ossigeno.*

*La quantità esatta di ossigeno nel sangue, dipende principalmente dalla quantità di emoglobina presente, (di norma 100 ml di sangue contengono circa 15 g di emoglobina)*

*Per combinarsi con l'emoglobina, naturalmente, l'ossigeno deve diffondersi dal plasma ai globuli rossi.*

*Diversi fattori influenzano la velocità con cui l'emoglobina si combina con l'ossigeno a livello dei capillari polmonari.*

*Un aumento della PO<sub>2</sub> del sangue accelera l'associazione dell'emoglobina con l'ossigeno.*

*HB + O<sub>2</sub> aumento PO<sub>2</sub> = HbO<sub>2</sub>*

*L'ossigeno si associa rapidamente con l'emoglobina-così rapidamente che circa il 97% dell'emoglobina si lega all'ossigeno nel tempo che il sangue impiega a lasciare i capillari dei polmoni per ritornare al cuore.*

*L'ossigeno viaggia in due forme diverse:*

*-disciolto nel plasma*

*-legato all'emoglobina (l'emoglobina trasporta la maggior parte dell'ossigeno totale trasportato nel sangue)*

### TRASPORTO DEL BIOSSIDO DI CARBONIO

Una piccola quantità di CO<sub>2</sub> disciolta nel plasma è trasportata come soluto (10%).

Meno di un quarto dell'anidride carbonica del sangue si combina coi gruppi NH<sub>2</sub> (amminici) dell'emoglobina e altre proteine per formare carbaminoemoglobina (20%).

Più di due terzi dell'anidride carbonica vengono trasportati nel plasma come ione bicarbonato (70%).

*Il biossido di carbonio viene trasportato nel sangue per diverse vie*

### **ANIDRIDE CARBONICA DISCIOLTA**

Una piccola quantità di  $CO_2$  si scioglie nel plasma e viene trasportata come soluto, circa il 10%, è questa  $CO_2$  disciolta che produce  $PCO_2$  del plasma sanguigno.

### **COMPOSTI CARBOMINICI**

Da un quinto a un quarto della  $CO_2$  del sangue si unisce con i gruppi  $NH_2$  (amminici) degli aminoacidi che formano le catene polipeptidiche dell'emoglobina e di diverse altre proteine plasmatiche. Quando il biossido di carbonio si lega con i gruppi amminici, formano composti carbaminici.

### **BICARBONATO**

Più di due terzi della  $CO_2$ , trasportata dal sangue si trova in forma di ioni bicarbonato. Quando la  $CO_2$  si scioglie nell'acqua, alcune molecole di  $CO_2$  si associano all' $H_2O$  per formare acido carbonico. Una volta formate, alcune molecole di  $H_2CO_3$  si dissociano per formare  $H^+$  e ioni carbonio.

## **SCAMBIO SISTEMICO**

Lo scambio dei gas nei tessuti ha luogo tra il sangue arterioso che fluisce attraverso i capillari dei tessuti e le cellule.

L'ossigeno esce dai capillari del sangue arterioso perché il gradiente di pressione dell'ossigeno favorisce questo passaggio.

Appena l'ossigeno disciolto si diffonde dal sangue arterioso, la  $PO_2$  del sangue decresce accelerando la dissociazione dell'emoglobina che rilascia più ossigeno al plasma per la diffusione verso le cellule.

### **Direzioni di scambio**

Lo scambio di anidride carbonica tra tessuti e sangue ha luogo in direzione opposta allo scambio di ossigeno.

Effetto Bohr - l'aumento della  $PCO_2$  fa diminuire l'affinità tra ossigeno ed emoglobina.

Effetto Haldane - l'aumentato carico di anidride carbonica causa diminuzione della  $PO_2$ .

## **REGOLAZIONE DEL RESPIRO**

I principali integratori che controllano i nervi destinati ai muscoli inspiratori ed espiratori sono localizzati nel tronco dell'encefalo.

### **Centri bulbari della ritmicità**

I centri bulbari della ritmicità generano il ritmo di base del ciclo respiratorio. Questa area comprende due centri di controllo interconnessi: il Centro inspiratorio e il Centro espiratorio.

### **Alterazione della ritmicità**

Il ritmo fondamentale del respiro può essere alterato da differenti stimoli diretti ai centri bulbari della ritmicità. Input da:

#### **Centro apneustico del ponte**

stimolano i centri inspiratori ad aumentare la durata e profondità dell'inspirazione.

#### **Centro pneumotassico del ponte**

inibisce il centro apneustico e il centro ispiratore per prevenire una sovrainsufflazione polmonare.

## **Fattori che influenzano il respiro**

Stimoli sensitivi provenienti dal sistema nervoso rappresentano il meccanismo a feedback per i centri bulbari della ritmicità.

Modificazioni della PO<sub>2</sub>, PCO<sub>2</sub> e pH del sangue arterioso influiscono sull'area bulbare della ritmicità:

- La PO<sub>2</sub> del sangue arterioso ha scarsa influenza se resta al di sopra di un certo livello.
- La diminuzione del pH del sangue stimola i chemiorecettori dei corpi carotidei e aortici.
- La PCO<sub>2</sub> agisce sui chemiorecettori bulbari. Se aumenta, ne risulta un respiro accelerato e se decresce il respiro rallenta.

Effetto massimo delle variazioni di O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> e pH sulla ventilazione alveolare per:

- Diminuzione di O<sub>2</sub> (pO<sub>2</sub><60mmHg) corrisponde ad un aumento del 66% sulla ventilazione.
- Diminuzione di pH (pH 7,1) corrisponde ad un aumento del 400% sulla ventilazione.
- Aumento di pH (pH 7,6) corrisponde ad una diminuzione del 80% sulla ventilazione.
- Aumento di pCO<sub>2</sub> ha corrisponde ad un aumento del 1000% sulla ventilazione.

La pressione arteriosa controlla il respiro attraverso il meccanismo dei pressoriflessi.

I riflessi di Hering - Breuer concorrono al controllo del respiro regolando la profondità degli atti respiratori e il volume respiratorio (VR).

La corteccia cerebrale influisce (anche coscientemente) sul respiro aumentandone o diminuendone la frequenza e la profondità.

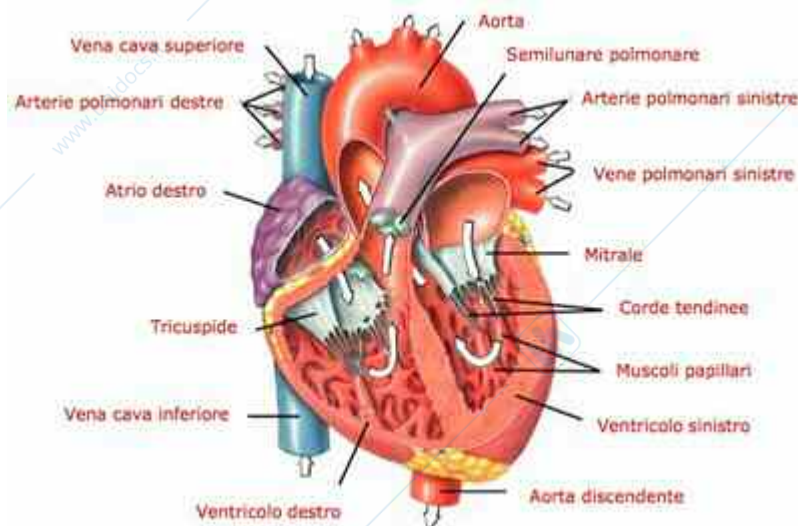
La temperatura corporea: Quando la temperatura del sangue si eleva, l'ipotalamo promuove una serie di reazioni neurogene tendenti ad abbassarla. Una di queste reazioni, evidente negli animali, è l'ansimare.

## Apparato cardiovascolare

### IL CUORE

Il cuore è un organo muscolare che presenta quattro cavità e ha la forma e la grandezza di un pugno chiuso. Si trova nel mediastino subito dietro il corpo dello sterno fra i punti articolari 2 e 4 costa si trova per due terzi a sinistra e per un terzo a destra.

L'apice del cuore guarda verso sinistra, la base si trova subito dopo la seconda costa di destra.



### Struttura

Il cuore possiede un suo involucro costituito da un ampio sacco chiamato pericardio costituito da una parte fibrosa ed una seriosa la prima costituita da tessuto connettivo bianco spesso delimitato al suo interno da una membrana liscia e umida (il foglietto parietale del pericardio stesso). Lo stesso tipo di membrana riveste il cuore internamente ed è conosciuta come foglietto viscerale, il secondo ricopre bassamente il cuore, con

uno spazio limitato tra il foglietto viscerale e parietale (spazio pericardio).

### **Struttura del pericardio**

- Pericardio fibroso:

Ampio sacco connettivale che circonda il cuore

- Pericardio sieroso:

Costituito da due strati:

- Foglietto parietale: Delimitante la superficie interna del pericardio fibroso

- Foglietto viscerale: Aderente alla superficie esterna del muscolo cardiaco.

Fra i foglietti viscerale e parietale vi è uno spazio virtuale, lo spazio pericardio che contiene una piccola quantità di liquido pericardio.

### **Tessuti delle pareti cardiache**

Tre distinti strati di tessuto costituiscono le pareti cardiache sia negli atri che nei ventricoli.

Epicardio:

Strato esterno del cuore è composto da un foglietto viscerale del pericardio sieroso può anche essere chiamato pericardio sieroso.

Miocardio:

Parte intermedia costituita dalla parte muscolare del cuore, spessa e contrattile. Le fibre muscolari del cuore hanno la capacità di contrarsi liberamente e questo permette al cuore di essere una pompa per il sangue.

Endocardio:

Tessuto endoteliale che ricopre la superficie interna della parte miocardia, somiglia ad un epitelio pavimentoso semplice, ricopre internamente il cuore adattandosi alle sue diverse travate muscolari (trabecole).

### **Cavità**

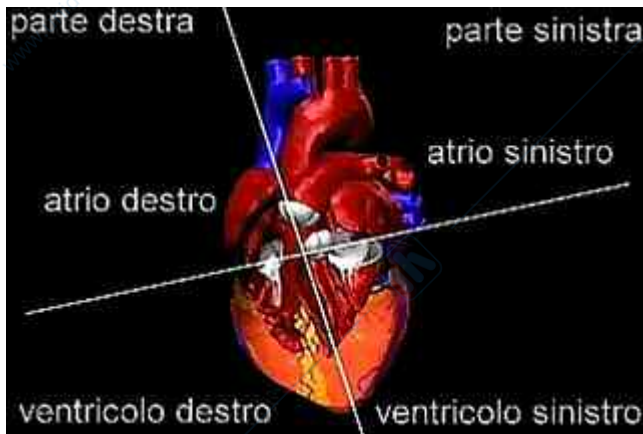
La parte interna del cuore è divisa in quattro cavità, le due superiori sono dette atri le due inferiori ventricoli.

Atri:

Sono dette cavità di afflusso, quelle dove arriva il sangue per mezzo dei vasi detti vene (vena cava superiore e inferiore) negli atri troviamo delle strutture dette auricola.

Ventricoli:

Sono le cavità inferiori del cuore che ricevono sangue dagli atri e lo pompano lontano dal cuore nelle arterie. Essendo così specializzati la struttura del loro miocardio è più spessa di quella degli atri, ancora di più lo è quella del ventricolo sinistro che deve pompare il sangue per tutto il flusso sanguigno ed ha quindi bisogno di dare una spinta maggiore.



### Le valvole

Sono dispositivi meccanici che permettono il flusso di sangue in una sola direzione. Il cuore ne possiede quattro:

- Valvole atrioventricolari:

Le troviamo una nell'atrio destro e una nel sinistro :

- Valvola tricuspide:

Si trova nell'atrio destro consta di tre lembi di endocardio, il margine libero di ogni lembo è ancorato ai muscoli papillari del ventricolo destro da diverse strutture dette corde tendinee.

- Valvola bicuspidata:

Differentemente dalla tricuspide viene chiamata così perché formata da due lembi (valvola mitrale)

La struttura anatomica delle due valvole permette al sangue di poter passare dall'atrio al ventricolo senza tornare indietro.

Valvole semilunari:

Le valvole semilunari vengono chiamate così perché composte da due lembi a forma di semiluna si suddividono in:

- Valvola semilunare polmonare:

Si trova all'entrata dell'arteria polmonare e permette l'entrata del sangue dal ventricolo destro all'arteria polmonare.

- Valvola semilunare aortica:

Si trova all'entrata dell'aorta e permette il flusso del sangue dal ventricolo sinistro all'aorta ascendente.

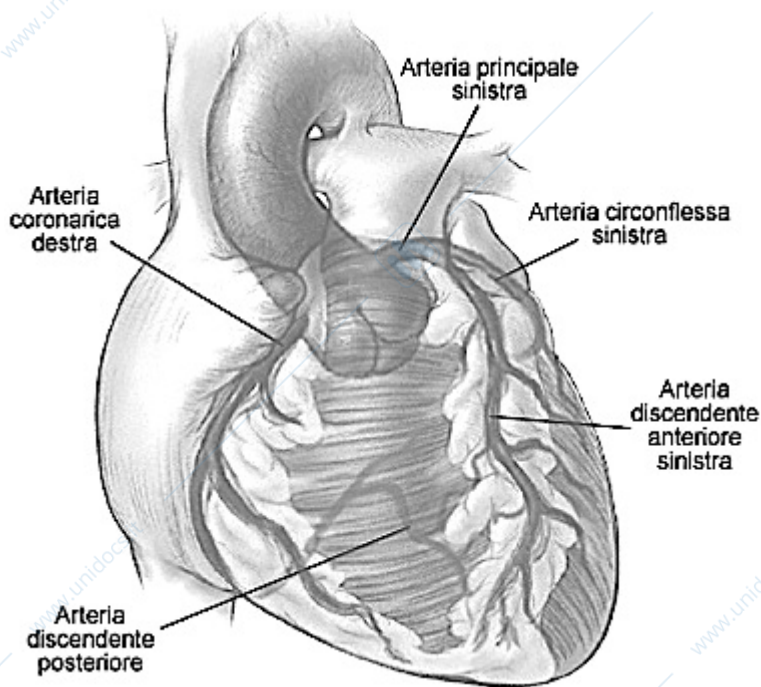
### Vascularizzazione

Il cuore ovviamente per vivere ha bisogno di essere continuamente irrorato, questo lavoro è eseguito da due grandi arterie che circondano il cuore che sono l'arteria coronaria destra e sinistra.

Esse ricevono il sangue, che irrorerà poi tutto il cuore dalla chiusura della valvola semilunare aortica. Quando il sangue viene spinto dal ventricolo sinistro nell'aorta ascendente le valvole si chiudono, sulla loro superficie troviamo una struttura che rappresenta l'entrata delle coronarie.

*Arteria coronaria sinistra - circonflessa - intraventricolare anteriore*

*Arteria coronaria destra - intraventricolare posteriore*



## Conduzione

Il cuore ha un sistema di conduzione proprio formato da quattro strutture:

- **Nodo senoatriale:**  
Consiste in qualche centinaio di cellule localizzate sulla parete striale destra vicino allo sbocco della vena cava superiore.
- **Nodo atrioventricolare:**  
E' costituito da un piccolo ammasso di tessuto muscolare cardiaco specializzato, situato nell'atrio destro nella parete inferiore del setto interatriale
- **Fascio atrioventricolare:**  
Sistema di fibre muscolari che originano dal nodo atrioventricolare e si distribuiscono in due branche.
- **Fibre di purkinje:**  
Dai fasci atrioventricolari nascono e fibre che si estendono fino ai muscoli papillari e alle pareti dei ventricoli.

## VASI SANGUIGNI

Ci sono tre tipi di vasi sanguigni:

- **Arterie:**  
Strutture che portano il sangue lontano dal cuore, sono sempre cariche di ossigeno, ad eccezione dell'arteria polmonare. le arterie di calibro più piccolo sono dette arteriole
- **Capillari:**  
Sono vasi microscopici che portano il sangue dalle piccole arterie alle piccole vene, cioè dalle arteriole alle venule
- **Vene:**  
Struttura che porta il sangue verso il cuore sono sempre cariche di anidride carbonica ad eccezione delle vene polmonari, i vasi di calibro più piccolo sono dette venule.

**Ci sono delle differenze sostanziali tra vene ed arterie nella loro struttura.**

**ARTERIE:**

**Tonaca intima:**

Di solito festonata per la contrazione della parete, di muscolatura liscia (endotelio)

**Lamina elastica interna:**

Presente

**Tonaca media:**

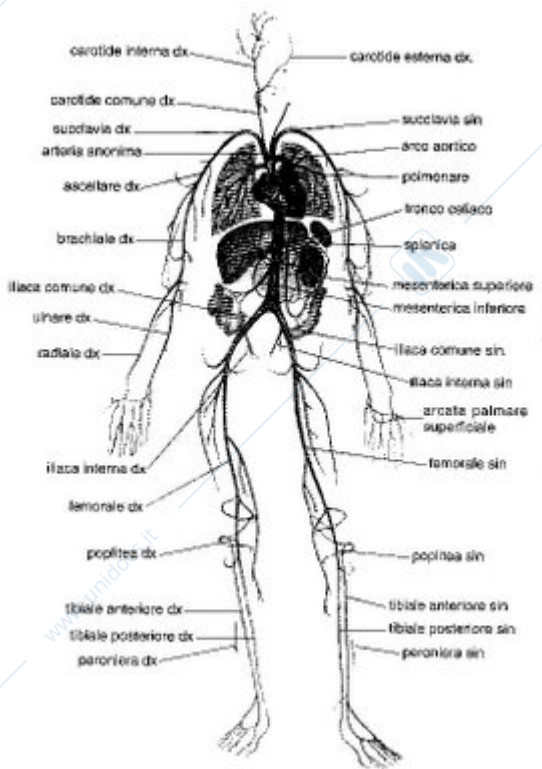
Spessa con prevalenza di muscolo liscio e fibre elastiche

**Lamina elastica esterna:**

Presente

**Tonaca esterna o avventizia:**

Fibre di collagene ed elastiche



**VENE:**

**Tonaca intima:**

Spesso liscia

**Lamina elastica interna:**

Assente

**Tonaca media:**

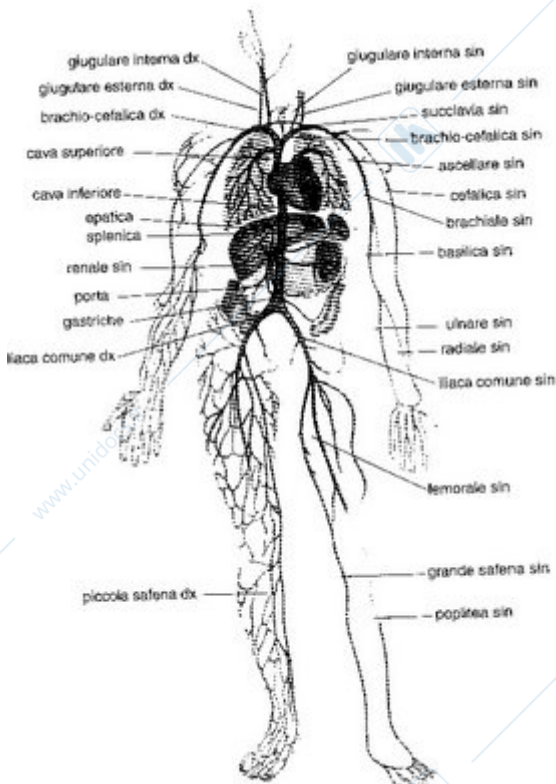
Sottile con prevalenza di muscolo liscio fibre di collagene

**Lamina elastica esterna:**

Assente

Dispensa di anatomia e fisiologia del corpo umano.

Tonaca esterna o adventizia:  
Fibre di collagene ed elastiche e muscolari lisce.



## Apparato cardiovascolare - Fisiologia

*Il ruolo vitale del sistema cardiovascolare nel mantenere l'omeostasi dipende dal movimento continuo e controllato del sangue attraverso i milioni di capillari, raggiungendo direttamente o indirettamente tutte le cellule del corpo.*

*Il sangue deve non solo muoversi all'interno del circuito chiuso dei vasi, sotto la spinta dell'attività cardiaca, ma anche essere diretto e distribuito secondo la necessità dei vari distretti dell'organismo.*

*I migliaia di capillari provvedono a questa giusta distribuzione.*

Numerosi sono i meccanismi che influenzano questo processo

### CONDUZIONE

L'attività specifica del muscolo cardiaco è la contrazione, in ciò esso assomiglia a gli altri muscoli solo che il suo sistema di contrazione è più specializzato, proprio perché deve funzionare come una pompa che immette il sangue nei circoli per distribuirlo a tutto l'organismo.

#### Nodo senoatriale

Consiste in qualche centinaio di cellule localizzate sulla parete atriale destra vicino allo sbocco della vena cava superiore. L'impulso cardiaco che dà inizio alla contrazione nasce proprio dal nodo senoatriale. Queste cellule possiedono un ritmo intrinseco che gli permette senza alcuna stimolazione di impulsi nervosi di poter dare l'impulso alla contrazione. Dopo questa prima fase di stimolo l'impulso si propaga attraverso tutti gli atri per poi arrivare al nodo atrioventricolare.

#### Nodo atrioventricolare

è costituito da un piccolo ammasso di tessuto muscolare cardiaco specializzato, situato nell'atrio destro nella parete inferiore del setto interatriale la sua stimolazione è fortemente rallentata per permettere la fine della contrazione degli atri. Dopo essere passato per questo nodo l'impulso raggiunge il fascio di His.

**Fascio atrioventricolare o fascio di His**

è un sistema di fibre muscolari che originano dal nodo atrioventricolare e si distribuiscono in due branche, una di destra e una di sinistra fino a raggiungere le fibre di purkinj.

**Fibre di purkinje**

Dai fasci atrioventricolari nascono e fibre che si estendono fino ai muscoli papillari e alle pareti dei ventricoli.

**CIRCOLO CARDIACO**

Con l'espressione circolo cardiaco si intendono tutti gli eventi che si verificano durante ogni battito del cuore, che consistono nella contrazione, Sistole, e nel rilasciamento, Diastole, di entrambi gli atri e i ventricoli. Il cuore non si pompa come un'unica entità ma abbiamo prima la contrazione degli atri e poi quella dei ventricoli. Proprio questa successione permette al cuore di pompare il sangue in tutto il circolo.

Il circolo cardiaco è stato diviso nel suo complesso in un certo numero di intervalli che sono:

**Sistole atriale**

In questa fase c'è una prima parte in cui gli atri ricevono sangue, man mano che vengono riempiti le valvole atrioventricolari sono aperte sotto la spinta del sangue stesso, mentre le valvole semilunari sono chiuse, permettendo così il riempimento dei ventricoli. Questa fase del ciclo cardiaco equivale all'onda P dell'ECG. Quando il ventricolo è totalmente riempito comincia a contrarsi e le valvole atrioventricolari si chiudono.

**Contrazione ventricolare isovolumetrica**

Iso è un prefisso che sta ad indicare uguaglianza uniformità. Durante il periodo di contrazione ventricolare isovolumetrica, che si verifica tra l'inizio della sistole e l'apertura delle valvole semilunari, il volume ventricolare rimane costante, mentre la pressione cresce rapidamente, in questo istante le valvole sono tutte chiuse proprio perché in un primo momento la pressione non è abbastanza forte per aprire le valvole semilunari. Questa fase corrisponde all'onda R (del complesso QRS) dell'ECG, con la comparsa del primo tono cardiaco.

**Eiezione**

Le valvole semilunari si aprono sotto la pressione del sangue che ha superato la pressione dell'arteria polmonare e della aorta. Una prima fase chiamata eiezione rapida è caratterizzata da un notevole aumento della pressione ventricolare e aortica e del flusso sanguigno aortico. L'onda T dell'ECG corrisponde all'ultima fase dell'eiezione, definita ridotta (caratterizzata da una leggera diminuzione del volume ventricolare. Una piccola quantità di sangue rimane sempre nei ventricoli chiamato volume residuo.

**Rilasciamento ventricolare isovolumetrico**

Corrisponde alla diastole ventricolare che è rappresentato dal periodo che intercorre tra la chiusura delle valvole semilunari all'apertura delle valvole atrioventricolari. Al termine dell'eiezione le valvole semilunari, sempre per il concetto di pressione, si richiudono per non far tornare indietro il sangue, le valvole atrioventricolari rimangono chiuse fino a quando la pressione all'interno degli atri non supera quella dei ventricoli in diastole. Si assiste così ad una drastica diminuzione della pressione intraventricolare, entrambi i sistemi valvolari sono chiusi e i ventricoli si stanno rilasciando, il secondo tono cardiaco viene avvertito in questa fase del ciclo cardiaco.

**Riempimento ventricolare passivo**

Corrisponde alla fase di ritorno del sangue venoso all'interno degli atri, essi aumentando la loro pressione inducendo l'apertura delle valvole atrioventricolari, l'afflusso è molto rapido 0,1 secondi e porta ad un drastico aumento del volume nei ventricoli l'improvviso afflusso di sangue nei ventricoli è seguito da un continuo ma lento scorrimento del sangue dagli atri chiamato diastasi dura circa 0,2 secondi ed è caratterizzata da un aumento della pressione nei ventricoli

*Il cuore produce tipici suoni durante il ciclo cardiaco. Il primo tono detto sistolico corrisponde alla contrazione dei ventricoli e alla vibrazione prodotta dalla chiusura delle valvole atrioventricolari, ha una durata minore ed è meno intenso del secondo tono detto diastolico, breve e acuto, causato dalle vibrazioni dovute alla chiusura delle valvole semilunari. I toni cardiaci hanno una notevole importanza dato che danno informazioni circa lo stato delle valvole del cuore.*

## L'ELETTROCARDIOGRAMMA

La conduzione dell'impulso genera una piccola corrente elettrica nel cuore che, diffusa nei tessuti circostanti può raggiungere la superficie del corpo.

Ciò permette di registrare l'attività del cuore attraverso uno strumento chiamato: elettrocardiogramma, esso è composto da una serie di onde che corrispondono alle fasi di polarizzazione e depolarizzazione del cuore che possono essere lette con delle onde.

L'elettrocardiogramma è formato da un'onda P che rappresenta la depolarizzazione degli atri un complesso QRS che rappresenta la depolarizzazione dei ventricoli e un'onda T che rappresenta la ripolarizzazione dei ventricoli.

### Onda P

Rappresenta la depolarizzazione degli atri, cioè il passaggio degli impulsi dal nodo senoatriale alla muscolatura degli atri. Dopo questa fase potremmo vedere sul tracciato una piccola pausa.

### Complesso QRS

Rappresenta la Depolarizzazione dei ventricoli. Nello stesso momento in cui i ventricoli si depolarizzano gli atri ripolarizzano

### Onda T

Rappresenta la ripolarizzazione dei ventricoli.

## PRINCIPI FONDAMENTALI DELLA CIRCOLAZIONE

I fluidi si muovono in risposta ad un gradiente di pressione fra punti diversi del loro percorso

- 1) Un fluido non può scorrere quando la pressione è la stessa in tutte le sue parti
- 2) Un fluido scorre solo quando la sua pressione è più elevata in un'area rispetto a un'altra e fluisce sempre dall'area a pressione più elevata verso quella a pressione più bassa. (Legge di Newton)

Il sangue circola dal ventricolo sinistro e ritorna all'atrio destro, grazie all'esistenza di un gradiente di pressione fra queste due strutture. Quando il ventricolo sinistro si contrae spingendo il sangue verso l'aorta è di 120 mmHg quando il ventricolo di sinistra si rilancia, la pressione diminuisce arrivando ad 80 mmHg.

La progressiva diminuzione della pressione, man mano che il sangue fluisce nel torrente circolatorio è direttamente correlata alla resistenza. La resistenza aortica è pari a 0. L'azione di pompa del cuore causa fluttuazioni della resistenza aortica (sistole pari a 120 mmHg diastole pari a 80 mmHg).

Mentre la pressione media è quasi costante varia solo di 1 o 2 mmHg La maggior caduta di pressione (50 mmHg) si ha nelle arteriole che offrono la maggior resistenza al flusso ematico.

## PRESIONE ARTERIOSA

I più importanti fattori che determinano la pressione arteria sono:

### GITTATA CARDIACA

La gittata cardiaca è direttamente proporzionale al volume di sangue espulso dai ventricoli ad ogni sistole e alla frequenza cardiaca. Il volume di sangue espulso ad ogni battito cardiaco (volume sistolico) è uno dei principali fattori che determinano la gittata cardiaca, quindi quanto è maggiore la gittata sistolica tanto maggiore sarà la gittata cardiaca.

Ci sono dei fattori che influenzano sia la gittata sistolica sia la frequenza cardiaca:

### Fattori che influenzano la gittata sistolica

Possono essere fattori meccanici, nervosi e chimici che regolano la forza della sistole Un fattore meccanico importante sono le fibre del miocardio, maggiore è la quantità di sangue che ritorna al cuore per minuto, più distese saranno le fibre; più forte è la contrazione ventricolare, maggiore è il volume di sangue che il

ventricolo espelle ad ogni contrazione (legge di Starling). Tenendo conto della legge di Starling possiamo dire che la gittata sistolica è direttamente proporzionale all'aumento del ritorno venoso.

Due sono i principali fattori che influenzano il ritorno venoso:

### **Atti respiratori**

Ogni volta che il diaframma si contrae, la cavità toracica necessariamente si dilata diminuendo le dimensioni di quella addominale, questo porta alla diminuzione della pressione presente nella cavità toracica (vena cava e arti), mentre quella della cavità addominale e delle vene addominali aumenta. Questo cambiamento pressorio agisce come una pompa respiratoria che consente il fluire del sangue nel torrente circolatorio.

### **Muscoli scheletrici**

La contrazione dei muscoli scheletrici funziona come una pompa che riporta il sangue al cuore, ogni volta che un muscolo si contrae comprime le vene spingendo il sangue verso il cuore. La chiusura delle valvole semilunari lungo il decorso delle vene impedisce al sangue di tornare indietro, quando i muscoli sono rilassati. I lembi valvolari sostengono il sangue per non farlo defluire indietro. L'effetto netto della contrazione muscolare delle valvole venose è dunque di favorire il flusso di sangue verso il cuore e aumentare il ritorno venoso.

### **Fattori che influenzano la frequenza cardiaca**

Sono diversi i fattori che possono cambiare la frequenza cardiaca, uno dei più importanti è rappresentato dal rapporto tra gli impulsi simpatici e parasimpatici che ad ogni minuto vengono condotti al nodo seno atriale. Il sistema cardiovascolare ha a disposizione dei recettori chiamati barocettori sensibili ai cambiamenti di pressione essi inviano fibre nervose afferenti ai centri cardiaci di controllo situati nel bulbo.

#### **Barocettori carotidei**

Si trovano nel seno carotideo, una piccola dilatazione che si trova all'inizio della carotide interna localizzato sotto il muscolo sternocleidomastoideo. Questi barocettori attraverso il nervo di Hering e il glossofaringeo si dirigono nel centro di controllo cardiaco, in seguito gli stimoli del parasimpatico raggiungono il nodo SA per mezzo del nervo vago che rilascia acetilcolina che diminuisce la frequenza del nodo SA (inibizione vagale)

#### **Barocettori aortici**

Si trovano nella parete dell'arco aortico da lì partono delle fibre nervose che prima attraverso il nervo aortico e in seguito attraverso il nervo vago, giungono al centro di controllo cardiaco inducendolo ad aumentare l'inibizione vagale rallentando così il ritmo del cuore riportando la pressione ai normali valori

### **RESISTENZA PERIFERICA**

Si intende per resistenza periferica la forza di attrito del sangue sulle pareti dei vasi che è a sua volta determinata in parte dalla viscosità del sangue e in parte dal piccolo diametro delle arteriole e dei capillari. La resistenza offerta dalle arteriole è la causa di circa la metà della resistenza totale della circolazione sistemica

La tonaca muscolare che riveste le arteriole ha la capacità di contrarsi e rilassarsi per far passare il sangue, questo può variare la resistenza periferica al flusso sanguigno. Maggiore è la resistenza minore sarà l'afflusso nelle arteriole e quindi maggiore sarà il sangue che rimane nelle arterie che porta ad un aumento della pressione sanguigna.

In un'area del bulbo, chiamata centro vasomotorio, prende origine, se stimolato, un impulso che, attraverso le fibre simpatiche, giunge fino alla muscolatura liscia dei vasi inducendo la loro contrazione, in questo modo il centro vasomotorio svolge sia la funzione di regolatore della pressione sia quella di distribuzione del sangue nei vasi.

Un improvviso aumento della pressione sanguigna arteriosa stimola i barocettori aortici e carotidei da qui parte una stimolazione dei centri vasocostrittori e cardioinibitori. Una maggior quantità di impulsi per secondo raggiunge il cuore lungo le fibre vagali che fanno rallentare il ritmo del cuore mentre arteriole e venule si dilatano per il passaggio di sangue.

Il contrario avviene se c'è una diminuzione della pressione arteriosa, i barocettori inviano maggiori impulsi ai centri vasocostrittori del bulbo, stimolandoli essi a loro volta mandano impulsi lungo le fibre nervose dei muscoli lisci dei vasi e inducono vasocostrizione. Ciò provoca una fuoriuscita di maggiore quantità di sangue dai vasi di riserva, con aumento del ritorno venoso al cuore.

I chemiocettori vasomotori localizzati nei glomi aortici e carotidei sono particolarmente sensibili a un eccesso di concentrazione di anidride carbonica nel sangue, mentre sono meno sensibili a diminuzione dell'ossigeno e del pH del sangue arterioso.

Quando si verifica una di queste condizioni vengono stimolati i chemiocettori e le loro fibre mandano dei segnali ai centri vasocostrittori del bulbo, con conseguente vasocostrizione delle arteriole e dei sistemi venosi di riserva. (la vasocostrizione è attuata per il fatto che il cuore è stimolato ad aumentare la frequenza cardiaca) Questo sistema agisce come emergenza quando si verifica una grave ipossia. Abbiamo poi il meccanismo di riflesso ischemico bulbare quando la quantità di sangue che raggiunge il cervello diventa inadeguata i neuroni entrano in uno stato di sofferenza, stimolando intensamente e direttamente i centri vasocostrittori dando luogo ad una marcata costrizione delle arteriole e delle vene.

### **VOLUME DI SANGUE CIRCOLANTE**

Più aumenta il volume del sangue più sarà il sangue che ritorna al cuore.

La maggior parte dei meccanismi che apportano variazioni del volume plasmatico agiscono modificando la ritenzione di acqua nell'organismo

Secondo il principio di Starling, diversi fattori controllano il movimento dei fluidi e dei soluti nei due sensi attraverso i capillari sanguigni.

Questi fattori includono forze dirette verso l'esterno e verso l'interno, ed è proprio l'equilibrio tra queste due forze che determina lo spostamento di un fluido, è la pressione osmotica che tende a promuovere la diffusione di liquido verso l'interno.

All'estremità arteriosa di un vaso la pressione sanguigna diretta all'esterno è maggiore rispetto a quella osmotica diretta all'interno così per equilibrio il liquido fuoriesce dai vasi permettendo così gli scambi di materiali nel liquido interstiziale. All'estremità venosa di un capillare la pressione osmotica aumenta rispetto a quella idrostatica permettendo ai liquidi di rientrare. Circa il 90% dei liquidi che lascia il capillare all'estremità arteriosa viene recuperato in quella venosa. Il 10% restante verrà filtrato dai capillari linfatici per poi essere versato nel torrente venoso.

Ci sono tre meccanismi che influenzano il volume totale del sangue:

#### **Meccanismo dell'ormone antidiuretico (adh)**

L'ADH viene rilasciato dalla neuroipofisi e agisce sul rene in modo da ridurre la quantità di acqua eliminata dall'organismo. L'ADH agisce aumentando la quantità di acqua che i reni riassorbono dalla preurina prima che venga escreta come urina definita dal corpo. Più ADH viene secreto, più acqua verrà riassorbita dal sangue, maggiore diventerà il volume plasmatico.

#### **Sistema renina-angiotensina-aldosterone**

La renina innesca una serie di eventi che portano alla secrezione

#### **Ormone natriuretico atriale (ANH)**

Tale ormone viene secreto da cellule specializzate in risposta ad un eccessivo stiramento delle pareti atriali (si ricorda che questo ormone viene prodotto da cellule specializzate che si trovano negli atri) Il sovraccarico delle cavità atriali si verifica quando il ritorno venoso è eccessivo. L'ANH permette la perdita di sangue dal plasma, promuovendo la diminuzione della volemia del sangue. L'ANH permette la perdita di sodio nelle urine, inducendo un aumento della diuresi per osmosi

## **Apparato urinario**

### **IN SINTESI**

L'apparato escretore è costituito dai reni, 2 organi che hanno il compito di filtrare il sangue e produrre urina (liquido contenente acqua in cui sono disciolte sostanze di rifiuto e sostanze nutritive in eccesso) e dalle vie urinarie (comprendenti ureteri, vescica e uretra) che trasportano, accumulano ed eliminano l'urina.

Questo apparato:

- regola il contenuto di acqua nel sangue
- regola la concentrazione di ioni nel sangue
- mantiene costante il pH del sangue
- regola l'eliminazione del glucosio e dei rifiuti azotati
- secerne ormoni (es. angiotensina che regola la pressione sanguigna e l'eritropoietina che regola il contenuto di ossigeno nel sangue)

### **I RENI**

Forma: ovoidale o a fagiolo, sormontato da ghiandola surrenale.

Posizione: ai lati della colonna vertebrale.

Dimensioni medie: 10 cm di lunghezza e 7 cm di larghezza.

Il rene è costituito al suo interno da:

- zona corticale (corteccia)
- zona midollare (midollo)
- pelvi o bacinetto renale (cavità centrale)

L'unità funzionale del rene è il nefrone (1 milione di nefroni, circa, nelle zone corticale e midollare) composto da:

- glomerulo (massa compatta di vasi capillari)
- capsula di bowman (struttura a calice che avvolge il glomerulo)
- un lungo tubulo distinto in tubulo prossimale, ansa di henle, tubulo distale e dotto collettore.

#### FORMAZIONE DELL'URINA

Il glomerulo del nefrone riceve il sangue dalle arteriole renali (ramificazione dell'arteria renale) e lo filtra, trattenendo acqua e molte sostanze disciolte nel sangue.

Il liquido filtrato si raccoglie nella capsula di bowman e percorre il tubulo.

Nei capillari peritubulari (capillari che avvolgono il tubulo) rimane sangue povero di acqua e ad elevata concentrazione di soluti (molecole troppo grandi per attraversare la parete dei capillari).

Nei tubuli avvengono 2 processi:

##### - il riassorbimento

*trasferimento dell'acqua e dei nutrienti dal tubulo prossimale ai capillari peritubulari che portano queste sostanze nella vena renale.*

##### - la secrezione tubulare

*trasferimento dai capillari peritubulari al tubulo distale di altre sostanze di rifiuto non filtrate dal glomerulo nel primo processo.*

#### ANATOMIA DEI RENI

I reni presentano una forma a fagiolo e si trovano in posizione retroperitoneale (posteriormente al peritoneo) contro la parete posteriore dell'addome.

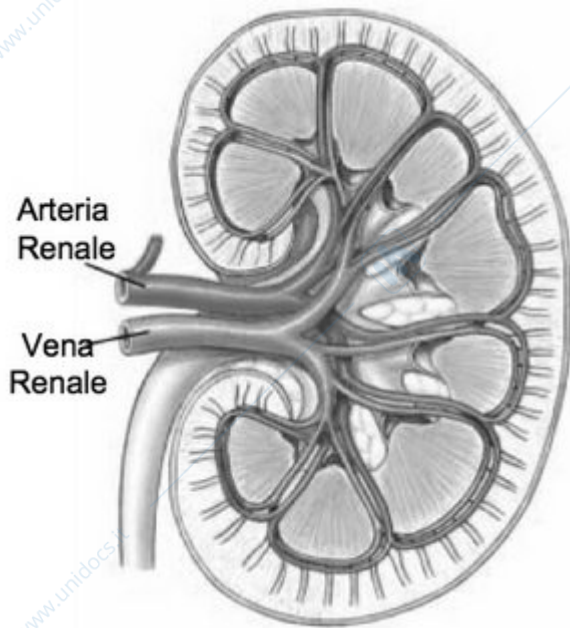
Sono collegati ai lati della colonna, dall'ultima vertebra toracica fino alla terza vertebra lombare.

Di solito il rene destro è collocato più basso di quello sinistro per la presenza del fegato.

I reni sono avvolti da una lamina di grasso che li protegge da eventuali traumi e sono mantenuti nella loro sede anatomica da lamine di tessuto connettivo dette fasci renali.

La superficie mediale di ogni rene ha un'incisura concava chiamata ilo dal quale entrano ed escono:

- arteria renale.
- vena renale.
- nervi.
- vasi linfatici.
- uretere.



### Vasi sanguigni dei reni

I reni sono organi altamente irrorati.

Il sangue è portato ai reni da un grande ramo collaterale dell'arteria addominale, l'ARTERIA RENALE.

L'arteria renale si divide dando origine ad ARTERIE LOBARI.

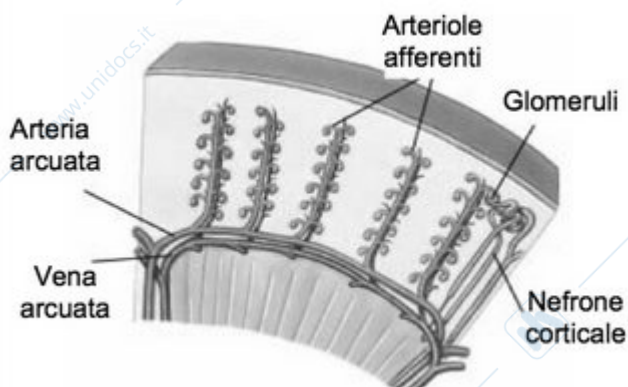
A sua volta, le arterie lobari si ramificano dando origine (tra le piramidi della midollare) alle ARTERIOLE INTERLOBULARI.

Le arterie interlobulari si dirigono verso la corticale, all'altezza delle basi delle piramidi renali formando le ARTERIE ARCUATE da qui hanno origine le arterie che penetrano nella corticale dette ARTERIE INTERLOBULARI.

Dalle arterie interlobulari nascono dei rami collaterali importanti che sono i due rami che portano sangue e fanno riuscire il sangue dal nefrone stesso che sono:

- **arteriola afferente** (che porta il sangue).
- **arteriola efferente** (che fa uscire il sangue).

*A differenza degli altri organi, nel rene il sangue viene portato via da un'arteriola e non da una venula. Il sangue dei capillari viene poi trasportato per mezzo di venule nelle vene di calibro più grande.*



### STRUTTURE DEL RENE

Il rene è composto da una serie di struttura collegate ad esso che servono per lo svolgimento della sua funzione.

#### **Ureteri**

Gli ureteri sono condotti di lunghezza compresa tra i 28 e i 34 cm che conducono l'urina dai reni alla vescica urinaria.

Originano dalla pelvi renale e raggiungono l'angolo laterale della vescica per poi aprirsi agli angoli laterali del trigono.

La parete degli ureteri è composta da uno strato di mucosa, uno muscolare ed uno fibroso esterno.

### **Vescica urinaria**

È un contenitore a parete muscolare che si trova posteriormente alla sinfisi pubica e anteriormente al retto. La sua parete è principalmente formata da fibre muscolari lisce che costituiscono nel loro insieme il muscolo detrusore.

La mucosa viscerale è costituita da pieghe che ne facilitano la distensione, nel momento in cui si riempie.

### **Uretra**

È un condotto tappezzato da mucosa che origina a livello del trigono e sbocca all'esterno.

Nella donna si trova direttamente dietro il pube e anteriormente alla vagina ed è lunga circa 3 cm.

Nell'uomo si estende con un percorso ricurvo per circa 20 cm, attraversando il centro della ghiandola prostatica (dove è raggiunta da due dotti eiaculatori) e sfociando attraverso il pene fino al meato urinario del glande.

## **L'INTERNO DEL RENE**

L'interno del rene è suddiviso in due parti:

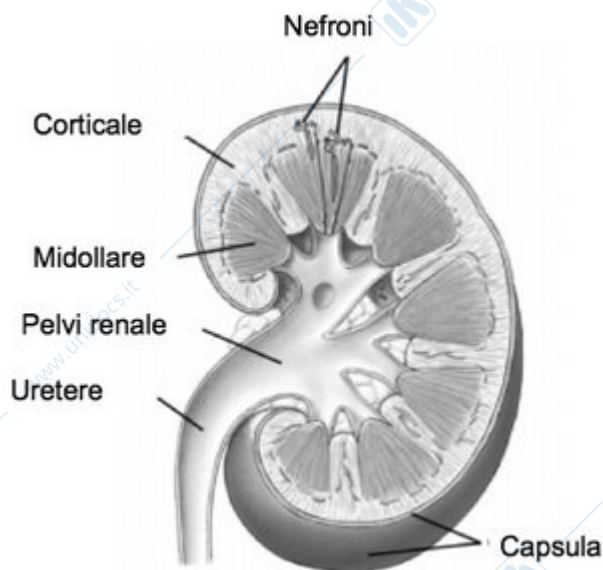
### **Midollare**

È la parte più esterna, attraversata da una serie di strutture triangolari chiamate Piramidi renali. La base di ogni piramide è rivolta verso la periferia mentre il vertice chiamato Papilla è rivolto verso l'ilo.

Ciascuna papilla si sporge in una struttura simile ad una coppa, chiamata calice.

I calici sono considerati l'insieme del sistema idraulico dei reni perché da essi l'urina fuoriesce una volta prodotta e trasportata fuori dal corpo.

I calici si riuniscono insieme a formare una struttura ad ampolla chiamata pelvi renale, questa si spinge, all'uscita dall'ilo per continuarsi negli ureteri.



### **Corticale**

Nella corticale del rene troviamo una struttura chiamata Nefrone che costituisce l'unità funzionale del rene.

Il nefrone è formato da una serie di strutture che concorrono alla filtrazione e all'assorbimento di una serie di sostanze e alla produzione dell'urina, queste strutture sono:

- **Glomerulo renale** (avvolto dalla capsula di bowman)

Un groviglio di capillari con pareti formate da piccole cellule endoteliali dotate di pori necessari alla filtrazione del materiale per l'assorbimento delle sostanze.

- **Capsula di bowman**

La capsula ha una forma a coppa ed è formata da due strati di cellule endoteliali che formano il foglietto parietale (esterno) e quello viscerale (interno formato da una serie di cellule chiamate podociti che operano da filtro). I fluidi, le scorie e gli elettroliti passano attraverso i pori dei capillari glomerulari entrano in questo spazio costituendo il filtrato glomerulare che formerà l'urina.

#### - **Tubulo contorto prossimale**

La seconda parte del nefrone. La parte più vicina alla capsula di Bowman. La sua parete è dotata di cellule con un orletto a spazzola rivolte verso il lume che aumentano la superficie luminale della cellula.

#### - **Ansa di Henle**

Si trova subito dopo il tubulo prossimale. È costituita da un braccio discendente, un'ansa e un braccio ascendente.

#### - **Tubulo contorto distale**

La parte convoluta del tubulo renale che ha seguito distalmente all'ansa di Henle.

#### - **Dotto collettore**

Un tubulo rettilineo in cui sfociano i tubuli distali di vari nefroni i dotti collettori si congiungono per formare un collettore che si apre in prossimità della papilla renale.

### **Apparato juxtaglomerulare**

L'apparato juxtaglomerulare si trova nel punto in cui l'arteriola afferente si trova in contatto con il tubulo distale. È importante perché è responsabile del controllo dell'omeostasi del flusso ematico.

Grandi cellule muscolari della parete dell'arteriola afferente, dette cellule juxtaglomerulari contengono granuli di renina (sostanza che attiva l'angiotensina che determina vasocostrizione e aumenta la pressione arteriosa).

Le cellule juxtaglomerulari sono molto sensibili ai cambi di pressione e si comportano come dei meccanocettori.

## **Apparato urinario - Fisiologia**

L'apparato urinario ha quattro funzioni principali:

- Funzione emuntoria: Eliminare i prodotti azotati dal catabolismo proteico
- Equilibrio idrosalinico: Trattiene ed elimina acqua e alcuni ioni
- Funzione secretiva: Produca renina, eritropoietina, prostaglandine
- Funzione di regolazione: Regola la produzione di ADH e aldosterone

## **FORMAZIONE URINA**

L'urina è formata tramite una serie di fattori che constano di tre fasi principali:

### **Filtrazione**

Come abbiamo già spiegato in precedenza il foglietto viscerale della capsula è formato da delle cellule chiamate podociti, la parte liquida del sangue filtra attraverso di essi per tre motivi:

#### - **Osmosi**

passaggio spontaneo di un liquido di una soluzione attraverso una membrana semipermeabile, dalla parte più diluita a quella più concentrata.

#### - **Pressione osmotica**

Forza (misurata in mmHg) esercitata contro le pareti della membrana semipermeabile dalle molecole di una soluzione a maggior concentrazione, che attrae il solvente della soluzione a minor concentrazione.

- Pressione idrostatica

Forza (misurata in mmHg) di un liquido che preme contro una superficie.

*Quando arriva il sangue dall'arteriola la pressione idrostatica del glomerulo è pari a 60 mmHg mentre la p. osmotica della capsula è pari a 0.*

*Poi c'è la pressione osmotica del glomerulo che è di 32 mmHg e la p. idrostatica della capsula che è pari a 18 mmHg.*

*La filtrazione dai glomeruli alla capsula avviene in base alla stessa modalità per cui si ha filtrazione dagli altri capillari nello spazio interstiziale.*

*Il principale fattore che stabilisce un gradiente pressorio tra il sangue dei glomeruli e il filtrato della capsula è la p. idrostatica del sangue glomerulare.*

*La pressione effettiva di filtrazione è data dalla p. idrostatica glomerulare che è influenzata dalla pressione arteriosa sistemica ed all'opposizione della p. osmotica del plasma glomerulare e la p. idrostatica del filtrato della capsula, quindi la pressione di filtrazione netta è uguale alla p. idrostatica del glomerulo - la somma della p. osmotica del glomerulo + la p. idrostatica della capsula.*

### **P.idrostatica g. + P. osmotica della capsula**

Forze che tendono a far uscire acqua fuori dal glomerulo.

### **P. osmotica g. + P. idrostatica della capsula**

Forze che tendono a far entrare acqua nel glomerulo.

## **Riassorbimento**

Dal glomerulo il filtrato passa:

### **nel tubulo prossimale**

essenzialmente il riassorbimento è tra i tubuli e i capillari, ci sono da calcolare nel tubulo quattro spazi lume del tubulo, cellule epiteliali del tubulo, interstizio, papillare peritubulare.

L'acqua deve passare tutti questi spazi, lo ione sodio  $Na^+$  è molto importante per il riassorbimento delle sostanze, ogni cellula possiede la sua pompa del sodio che richiede energia (ATP) per trasportare il sodio nell'interstizio che si accumulerà per grosse quantità da lì per diffusione passerà nei capillari peritubulari, per osmosi dove va il sodio viene trasportata anche l'acqua e quindi si ha anche il riassorbimento dell'acqua.

Le altre sostanze vengono trasportate a cavallo del sodio. Il glucosio ad esempio si lega al sodio tramite un carrier che lo trasporta, una volta entrato nella cellula si divide dal sodio e per diffusione passerà prima nell'interstizio e poi nel sangue, (i diabetici hanno quantità di glucosio nelle urine perché non ci sono abbastanza carrier per trasportare una quantità di glucosio eccessiva) L'urea viene riassorbita per diffusione, tutte le altre sostanze (cloruro potassio) sono cariche negativamente perciò si legano al sodio che è positivo.

### **Ansa di Henle**

L'ansa è formata da due tratti:

- discendente

in cui abbiamo una parete molto permeabile che permette all'acqua e all'urea di poter uscire a seconda dei gradienti di concentrazione, infatti in questa branca dell'ansa c'è una forte concentrazione di sodio e cloro che dal tubulo passano nell'interstizio, l'acqua, naturalmente, per osmosi passa nell'interstizio, per questo meccanismo si ha una concentrazione della pre-urina di 12 volte superiore, le cose cambiano quando arriviamo nel tratto ascendente.

- ascendente

normalmente gli ioni sodio e cloro dovrebbero tornare nel tubulo per ristabilire un gradiente di concentrazione, ma questo non avviene perché la membrana della parte ascendente è molto più ispessita e limita la diffusione di molte sostanze, in circostanze normali l'acqua per osmosi dovrebbe passare nell'interstizio ma il tratto ascendente è relativamente permeabile all'acqua.

A questo punto troviamo nel liquido tubulare una bassa concentrazione di soluto e nell'interstizio un'alta concentrazione di soluto. Questo meccanismo serve per portare grandi quantità di sodio nell'interstizio che ci servirà in seguito quando entrerà in gioco l'ormone ADH sulle membrane del tubulo distale e del dotto collettore.

**Tubuli distali e dotti collettori**

Nel tubulo distale abbiamo ancora il riassorbimento di sodio, mediante il trasporto attivo.

Le cellule delle pareti sono impermeabili all'acqua, che non segue per osmosi il sodio quindi la concentrazione del soluto nel liquido continua a scendere, se non entrassero in gioco gli ormoni ci sarebbe la produzione di un'urina troppo diluita e quindi una facile disidratazione.

L'ormone antidiuretico (ADH) ha come bersaglio le pareti delle cellule di queste strutture, rendendole permeabili all'acqua, permettendo ad essa di poter uscire e di ristabilire un equilibrio.

Nei dotti collettori si verifica anche il riassorbimento dell'urea, quando entrando in gioco l'ADH si ha assorbimento dell'acqua per osmosi.

Quando viene riassorbita l'acqua dai tubuli distali la concentrazione dell'urea nel tubulo si alza. Poiché la concentrazione dell'urea diviene più alta all'altezza del tratto distale dei dotti collettori rispetto all'interstizio, l'urea diffonde all'esterno dei dotti collettori, concorrendo a mantenere alta la concentrazione del soluto nella midollare. Meno della metà dell'urea che lascia i dotti viene riassorbita tramite i vasi retti e molta di essa diffonde nella midollare verso il tratto ascendente dell'ansa di Henle, quindi l'urea prende parte ad un meccanismo contro corrente, che mantiene alta la pressione osmotica necessaria per formare urina concentrata.

**Secrezione**

Oltre a provvedere alla secrezione le cellule tubulari concorrono alla formazione di molte sostanze, la secrezione tubulare, infatti, porta numerose sostanze dal sangue al liquido tubulare.

I tubuli distali e i dotti collettori secernono sostanze come potassio, idrogeno e ammonio.

C'è a questo livello un vero e proprio scambio in cui si acquistano ioni potassio ( $K^+$ ) e idrogeno ( $H^+$ ) in cambio di ioni sodio ( $Na^+$ ) che ritorna al sangue.

**REGOLAZIONE DEL VOLUME DELL'URINA**

Nella regolazione del volume dell'urina entrano in gioco numerosi ormoni tra i quali:

**Ormone antidiuretico (ADH)**

come abbiamo visto, se non viene riassorbita acqua dai tubuli si avrebbe non solo un aumento del volume dell'urina, ma anche una perdita continua di acqua da parte dell'organismo, L'ADH agisce sulle pareti dei tubuli rendendoli permeabili e favorendo il riassorbimento dell'acqua.

**Aldosterone**

Questo ormone aumenta il riassorbimento del sodio a livello dei tubuli, causando uno squilibrio osmotico che porta di conseguenza al riassorbimento dell'acqua.

**Ormone natiuretico atriale (ANH)**

è secreto dalle cellule specializzate delle pareti degli atri, promuove la natiuresi (eliminazione di  $Na^+$  con l'urina) agisce indirettamente come antagonista, promuovendo la secrezione di sodio nei tubuli renali, in sintesi l'ANH inibisce la secrezione di aldosterone e contrasta il meccanismo aldosterone-ADH

**COMPOSIZIONE DELL'URINA**

Per circa il 95% l'urina è composta da acqua nella quale sono disciolte una serie di sostanze:

**Scorie azotate**

Dal metabolismo proteico come l'urea, acido urico, ammoniaca, creatinina

**Elettroliti**

Ioni sodio, potassio, ammonio, cloro, bicarbonato, fosfato e solfato.

**Tossine**

Durante le malattie, le tossine batteriche lasciano l'organismo attraverso l'urina.

## Pigmenti

Il colore giallognolo deriva dalla degradazione delle emazie invecchiate

## Ormoni

Elevati livelli ormonali hanno come risultato quantità di ormoni nel filtrato glomerulare.

## Sistema nervoso - SNC

Il sistema nervoso è composto da sistema nervoso centrale e sistema nervoso periferico.

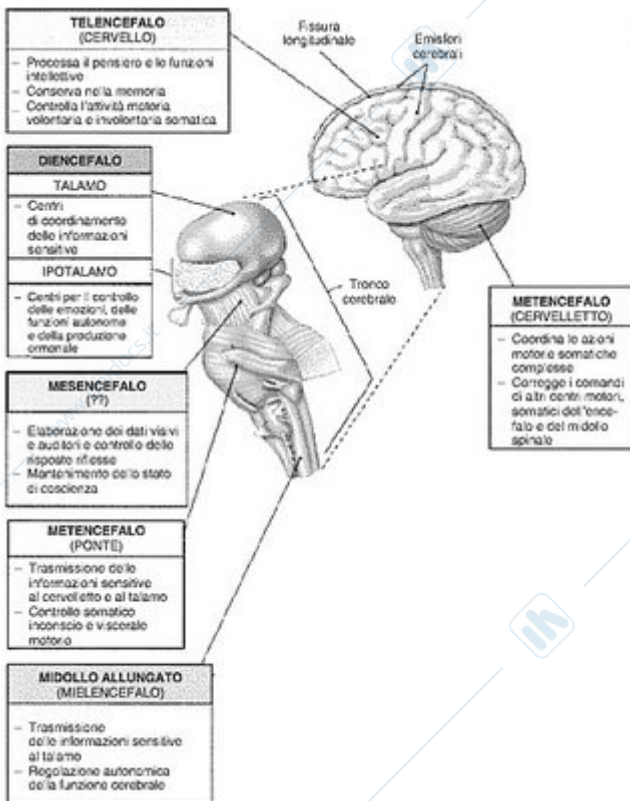
### SISTEMA NERVOSO CENTRALE (SNC)

è costituito dall'encefalo, racchiuso nella scatola cranica, e dal midollo spinale, contenuto invece nel canale vertebrale. Ogni singolo segmento midollare ha la capacità di controllare autonomamente funzioni motorie specifiche (riflessi).

Il SNC è responsabile dell'integrazione, analisi e coordinazione dei dati sensoriali e dei comandi motori. E' anche la sede di funzioni più importanti quali l'intelligenza, la memoria, l'apprendimento e le emozioni.

A differenza del sistema nervoso periferico, il SNC non è solo in grado di raccogliere e trasmettere informazioni, ma anche di integrarle.

Il sistema nervoso centrale funge da regolatore fondamentale delle funzioni del corpo; essenziale per la sopravvivenza ed è capace di integrare frammenti di informazioni provenienti da tutto il corpo, dare ad esse un senso, prendere decisioni.



## ENCEFALO

Nell'encefalo si riconoscono tre parti fondamentali:

### - Prosencefalo:

**cervello**  
**talamo**  
**ipotalamo**

- **Mesencefalo;**

- **Rombencefalo**  
**cervelletto**  
**ponte**  
**midollo allungato**

### **Cervello propriamente detto (telencefalo)**

Diviso in due emisferi cerebrali che svolgono funzioni differenti e appaiono essere anatomicamente differenti. Lo strato superficiale dei due emisferi prende il nome di corteccia cerebrale. Questa è una struttura di circa 3 mm di spessore, disposta in modo da formare pieghe (circonvoluzioni) separate da piccoli o grandi solchi (scissure). Rispetto a una superficie liscia della stessa estensione, grazie a questa disposizione l'area della corteccia aumenta notevolmente, raggiungendo circa 2360 cm<sup>2</sup>. La corteccia cerebrale è formata soprattutto dai corpi delle cellule nervose, i neuroni. Osservata in sezione al microscopio, appare di colore marrone-grigiastro e viene quindi chiamata anche sostanza grigia che riveste la sostanza bianca (fibre nervose mieliniche).

Gli emisferi cerebrali sono separati da una profonda scissura, detta scissura longitudinale, e sono uniti alla base da un robusto fascio di fibre nervose, il corpo calloso, che ne rappresenta la principale connessione. Ciascun emisfero è suddiviso in quattro lobi, che prendono il nome dalle ossa del cranio che li ricoprono (lobo frontale, lobo parietale, lobo temporale e lobo occipitale). La scissura centrale, o scissura di Rolando (un ampio solco della corteccia cerebrale) divide il lobo frontale da quello parietale, mentre la scissura laterale, o scissura di Silvio, divide il lobo temporale dai sovrastanti lobi frontale e parietale.

L'encefalo comprende quattro cavità: due ventricoli laterali, collegati attraverso i forami di Monro a un terzo ventricolo, che comunica con il quarto ventricolo mediante l'acquedotto di Silvio.

Nei ventricoli cerebrali e negli spazi tra le meningi si trova il liquor (o liquido cefalorachidiano o liquido cerebrospinale); esso è presente anche nel canale centrale del midollo spinale. Il liquor, limpido e incolore, possiede composizione simile a quella del plasma sanguigno, anche se i diversi componenti sono presenti in proporzioni diverse. Tale liquido svolge una funzione di protezione meccanica delle delicate strutture cerebrali; inoltre, esso media lo scambio di sostanze tra capillari sanguigni e tessuto nervoso.

### **Talamo (diencefalo)**

Funge da centro di smistamento degli impulsi nervosi

### **Ipotalamo (diencefalo)**

Coinvolto in molti processi omeostatici e nella produzione di alcuni ormoni

### **Mesencefalo**

Il tratto più breve del tronco encefalico.

### **Metencefalo (cervelletto)**

Appoggia sul midollo allungato e sul ponte. Il midollo allungato, il ponte e il cervelletto lavorano in stretta collaborazione e controllano importanti funzioni del movimento.

### **Metencefalo (ponte)**

Tratto del tronco encefalico. Presenta connessioni importanti con il cervelletto

### **Mielencefalo (midollo allungato)**

Tratto del tronco encefalico. La parte più antica dell'encefalo conosciuta anche come bulbo.

Nel midollo allungato i fasci motori, provenienti dalla corteccia telencefalica e diretti al midollo spinale, formano le piramidi, dove avviene la decussazione di queste vie motorie.

## **MIDOLLO SPINALE**

Contenuto nel canale vertebrale dal grande forame occipitale fino al margine inferiore della prima vertebra

lombare. Di forma cilindrica-ovale che si restringe all'estremità caudale.  
Ha due rigonfiamenti, uno nella regione cervicale e uno nella regione lombare.  
La fessura mediana anteriore e il solco mediano posteriore sono due docce di cui l'anteriore è la più profonda e ampia.

### **Fibre delle radici nervose dorsali**

Portano informazioni sensitive al midollo spinale.  
Gangli delle radici dorsali: sede del protoneurone delle vie sensitive del midollo (contengono neuroni unipolari destinati alla sostanza grigia del midollo spinale o del bulbo).

### **Fibre della radice nervose ventrale**

Portano informazioni fuori del midollo spinale. I neuroni di origine sono multipolari e si trovano nella sostanza grigia del midollo spinale.

### **Interneuroni**

Sono situati nella parte centrale della sostanza grigia del midollo spinale.

### **Nervi spinali**

33 o 34 paia di nervi misti si formano per l'unione delle radici ventrali e dorsali.

### **Materia grigia**

- Estesa per tutta la lunghezza del midollo.
- È prevalentemente formata dal pericarione dagli interneuroni e dai neuroni motori.
- In sezioni trasversali presenta la forma della lettera H con due braccia o corna anteriori e due posteriori e una coppia di corni laterali.

### **Materia bianca**

- Circonda la sostanza grigia ed è divisa, in ciascuna metà del midollo, in tre funicoli: anteriore, laterale e posteriore.
- Ciascun funicolo consta di vari fasci di assoni suddivisi in tratti.
- Il nome dei tratti spinali indica la sede del tratto, la struttura in cui gli assoni hanno origine e la struttura nella quale terminano.

### **Funzione del midollo spinale**

- Centri di tutti i riflessi spinali; i centri per i riflessi sono localizzati nella sostanza grigia del midollo.
- Fornisce due vie di conduzione da e per il cervello:
- Tratti ascendenti - conducono impulsi dal midollo al cervello.
- Tratti discendenti - conducono impulsi dal cervello al midollo spinale.

### **Tratti**

I tratti sono formati da fasci di assoni.

Essi sono organizzazioni strutturali e funzionali di fibre nervose:

- Strutturale - tutti gli assoni di un tratto hanno origine nella stessa struttura e terminano in una struttura comune.
- Funzionale - tutti gli assoni di un tratto sono al servizio della medesima funzione generale.

### **Tratti ascendenti (sensitivi)**

- Tratti spinotalamici laterali - sensibilità tattile protopatica (cruda), sensibilità termica e dolorifica.
- Tratti spinotalamici anteriori - sensibilità tattile protopatica e di pressione.
- Fascicoli gracile e cuneato - sensibilità tattile discriminata e propriocettiva cosciente.
- Tratti spinocerebellari - propriocettiva incosciente.

### **Tratti discendenti (motori)**

- Tratti corticospinali laterali - movimenti volontari della metà controlaterale del corpo.
- Tratti corticospinali anteriori - movimenti volontari della metà omolaterale del corpo.
- Tratti reticolospinali laterali - trasmettono impulsi facilitatori ai neuroni motori inferiori.
- Tratti reticolospinali mediali - impulsi inibitori ai neuroni motori inferiori.
- Tratti rubrospinali - impulsi che coordinano i movimenti del corpo e il mantenimento della postura.

## Sistema nervoso - SNP

Il sistema nervoso è composto da sistema nervoso centrale e sistema nervoso periferico.

### SISTEMA NERVOSO PERIFERICO (SNP)

è costituito da tutto il tessuto nervoso al di fuori del SNC.

Il sistema nervoso periferico svolge essenzialmente la funzione di trasmissione del segnale attraverso fasci di conduzione.

I segnali, afferenti da un'unità periferica (organo) o in uscita (efferenti) verso un'unità periferica, decorrono in fibre separate (assoni) che generalmente sono raggruppate in un fascio di conduzione unitario (nervo).

Un nervo contiene esclusivamente assoni, cellule di Schwann e tessuto connettivo.

I corpi delle cellule nervose sono raggruppati nei gangli del sistema nervoso periferico e nei nuclei del midollo spinale e del tronco encefalico.

### DIVISIONI FUNZIONALI

#### Somatico

Agisce su muscolatura volontaria.

I motoneuroni del sistema nervoso somatico stabiliscono sinapsi con i muscoli scheletrici e controllano il movimento volontario. I loro corpi cellulari si trovano nella sostanza grigia del midollo spinale, e i loro assoni raggiungono direttamente i muscoli controllati.

#### Vegetativo o autonomo

I motoneuroni del sistema nervoso autonomo controllano le risposte involontarie. Essi stabiliscono sinapsi con il cuore, i muscoli lisci e le ghiandole.

Il sistema nervoso autonomo è controllato sia dal midollo allungato sia dall'ipotalamo. Si usa suddividere il sistema nervoso autonomo in sistema nervoso simpatico e sistema nervoso parasimpatico.

Il sistema nervoso simpatico agisce sugli organi interni in modo da preparare l'organismo ad affrontare un'attività logorante o dispendiosa da un punto di vista energetico: il cuore batte più velocemente, il sangue defluisce dal sistema digerente per poter meglio irrorare i muscoli, le pupille si dilatano per ricevere una maggior quantità di luce e le vie aeree nei polmoni si espandono in previsione di un maggior afflusso di ossigeno.

Il sistema nervoso parasimpatico è invece associato ad attività caratteristiche dei momenti di ozio. Sotto il suo controllo la muscolatura liscia del sistema digerente entra in piena attività, il battito cardiaco rallenta e le vie respiratorie si restringono.

Inoltre gli assoni parasimpatici si trovano nei nervi che hanno origine dall'encefalo (mesencefalo e midollo allungato) e dalla base del midollo spinale. Al contrario gli assoni simpatici si trovano nei nervi che hanno origine dalle sezioni mediana e inferiore del midollo spinale. In entrambi i sistemi simpatico e parasimpatico si trovano due neuroni che trasmettono messaggi in sequenza dal sistema nervoso centrale a ciascun organo bersaglio, ma le sinapsi che stabiliscono sono localizzate in sedi diverse.

Nel sistema nervoso simpatico la sinapsi è localizzata nei gangli vicini al midollo spinale, mentre nel sistema nervoso parasimpatico la sinapsi è localizzata nei gangli più piccoli situati intorno o in prossimità di ciascun organo bersaglio.

### I GANGLI

I gangli sono strutture ovoidali, invisibili ad occhio nudo o di pochi millimetri, costituiti dall'insieme di alcuni pirenofori, o corpi cellulari di neuroni, delimitati da tessuto connettivo. Da essi fuoriescono gli assoni e i dendriti, che formano le fibre nervose, sia sensitive sia motorie. I gangli sono sparsi nell'organismo, in particolare ne sono distribuiti 33 paia ai lati della colonna vertebrale, sono presenti in gran quantità nella parete dell'intestino ed in altri distretti corporei. Questi piccoli "cervellini" sono in grado di controllare funzioni semplici, ma in modo autonomo. Per esempio, esiste un ganglio nervoso a livello della caviglia, che controlla il posizionamento del piede sul terreno per evitare le storte. Quando questo ganglio funziona male si hanno spesso distorsioni ricorrenti dell'articolazione tibio-tarsica.

## Apparato digerente - Fisiologia

L'apparato digerente è quell'insieme di organi preposto alla nutrizione, il cibo viene elaborato e sospinto dalla bocca al retto con movimenti che aiutano sminuzzamento e rimescolamento. In questo processo vengono, secrete sostanze favorenti digestione e assorbimento del cibo che viene ridotto a molecole assorbibili che vengono trasportate nel sangue.

La parete intestinale è delimitata al suo interno da mucosa, le cui cellule sono specializzate per l'assorbimento e la secrezione. All'esterno da una superficie sierosa.

Gli strati muscolari, che sono circolari e longitudinali, assicurano il rimescolamento e la progressione di quanto viene ingerito.

**L'apparato digerente lavora sotto l'effetto del sistema nervoso autonomo parasimpatico e simpatico.**

### Parasimpatico:

- *Distensione gastrica, inibisce la progressione*
- *Fa muovere i mediatori chimici che innescano le sostanze per la digestione*

### Simpatico

- *Favorisce la progressione del cibo*

Le fibre nervose costituiscono un plesso a forma di rete nella sottomucosa dove, le fibre, ricevono e trasmettono alle cellule muscolari e ai mediatori chimici.

L'innervazione parasimpatica segue sempre il nervo vago nel tratto gastrointestinale superiore e il nervo pelvico nella sua parte inferiore.

La sua stimolazione determina aumento della secrezione salivare, gastrica, pancreatico, contrazione della muscolatura liscia e rilasciamento degli sfinteri.

Il simpatico segue, invece le fibre pregangliari che terminano nei gangli celiaco mesenterico superiore mesenterico inferiore ed ipogastrico.

Le fibre postgangliari trasmettono informazioni alle cellule muscolari, endocrine ed esocrine attraverso mediatori chimici (acetilcolina o peptici).

L'apparato digerente secerne sostanze dette ormoni e peptici sono sostanze secrete da cellule disperse all'interno dell'apparato si distinguono in:

### - Ormoni

sostanze rilasciate da ghiandole o cellule endocrine, agiscono a distanza i più conosciuti sono la gastrina per l'acido cloridrico e la secretina per il pancreas per gli enzimi

### - Peptici paracrini

sostanze rilasciate da c. endocrine agiscono localmente non vanno nel sangue come gli ormoni ma rimangono dove vengono prodotti il più conosciuto è la somatostatina che viene prodotta dal pancreas manda il segnale di innalzare o abbassare insulina e glucagone

### - Peptici neurocrini

vengono rilasciati in risposta ad un potenziale di azione i più comuni sono acetilcolina e noradrenalina.

## MASTICAZIONE

La masticazione rimescola il cibo lo lubrifica, facilita la deglutizione, riduca la grandezza delle particelle l'enzima più importante che viene prodotto è amilasi provoca l'inizio della digestione dei carboidrati, troviamo un altro enzima ma in piccole quantità, che favorisce la digestione dei grassi che è la lipasi.

## DEGLUTIZIONE

Questa fase viene attivata volontariamente solo in seguito diventa involontaria quando attraverso movimenti

involontari il continua ad essere sospinto.  
Si divide in tre fasi:

- Fase buccale

è una fase volontaria con cui la lingua spinge il bolo verso il faringe

- Fase faringea

è una fase parzialmente volontaria dove si solleva il palato molle, chiudendo verso il rinofaringe. L'epiglottide chiude l'apertura della laringe, si rilascia lo sfintere esofageo superiore creando un'onda peristaltica che spinge il bolo per l'esofago.

- Fase esofagea

lo sfintere esofageo superiore si chiude e l'onda peristaltica più la forza di gravità favoriscono la progressione verso lo sfintere esofageo inferiore (cardias) che si rilascia successivamente lo sfintere si contrae per evitare il reflusso del bolo

## STOMACO

Lo stomaco quando viene raggiunto dal bolo si rilassa per permettere l'ingresso del cibo.

Lo stomaco è formato da una muscolatura circolare ed obliqua e di quella longitudinale che gli permettono il rimescolamento e la progressione del cibo.

Lo stomaco per le sue funzioni secerne determinate sostanze:

### **Acido cloridrico**

necessario per la digestione delle proteine, svolge anche l'importante funzione di disinfettare, viene secreto in tre fasi:

- Cefalica

inizia ancora prima dell'atto di alimentarsi, l'odore del cibo stimola la produzione dell'acido cloridrico, la masticazione e la deglutizione stimolano il nervo vago che stimola la cellule gastriche a produrre HCl e gastrina.

- Gastrica

la distensione dello stomaco stimola il nervo vago che stimola la produzione della gastrina che potenzia la stimolazione dell'HCl

- Intestinale

modesta e di breve durata

L'acido cloridrico è dannoso per la mucosa gastrointestinale che è protetta da una barriera costituita dal muco e da bicarbonati.

Alcune condizioni (alimenti, farmaci, infezioni, alcool, digiuno) alterano le difese e si hanno ulcere o infiammazioni.

### **Pepsinogeno**

Lo stomaco produce pepsinogeno, che in presenza di HCl viene trasformato in pepsina (enzima attivo) Serve per la digestione delle proteine.

### **Il fattore intrinseco**

Viene prodotto dallo stomaco, è una sostanza che permette l'assorbimento della vitamina B12 dal tenue. Se manca il f.i. (gastroresecati), si hanno gravi anemie.

Nel tenue giunge il contenuto gastrico, ormai trasformato in CHIMO.

Qui deve trovare dei bicarbonati, che ne neutralizzino l'acidità: la mucosa duodenale non è molto protetta dall'HCl e gli enzimi digestivi (lipasi, proteasi, amilasi) richiedono pH alcalino.

## INTESTINO TENUE

Nell'intestino transitano circa 9 litri di liquido nelle 24 h, la maggior parte di acqua, 1 litro di saliva, 2 di succo gastrico, 3 di succo pancreatico e biliari.

La maggior parte dell'assorbimento si ha nel tenue e solo in piccola parte nel colon.

Nel duodeno, il chimo viene a contatto con il succo pancreatico e con la bile.

Il pancreas esocrino secerne circa 1 litro di liquidi al giorno nel duodeno. Il succo pancreatico è costituito da acqua, ioni bicarbonato ed enzimi (amilasi, lipasi, proteasi).

La secrezione è regolata in 3 fasi:

- Cefalica

l'odorato ed il gusto stimolano attraverso il vago una secrezione iniziale

- Gastrica

secrezione stimolata dalla distensione gastrica

- Intestinale

la più importante.

L'arrivo del primo chimo nel duodeno stimola la produzione di colecistochinina, di secretina e di acetilcolina. Queste 3 sostanze provocano la secrezione di enzimi e di bicarbonati e contemporaneamente (colecistochinina) la contrazione della colecisti ed il rilasciamento dello sfintere di ODDI.

La bile, prodotta dal fegato, è necessaria per la digestione e l'assorbimento di lipidi.

E' costituita da: acqua, acidi biliari, pigmenti biliari, colesterolo.

Viene formata in modo continuo nelle cellule epatiche, si riversa mediante i dotti biliari nella colecisti e riversata nel duodeno quando la colecisti si contrae.

Ciò avviene quando il chimo giunge al duodeno, e viene prodotta colecistochinina.

Gli acidi biliari vengono coniugati ad acido glicolico e taurocolico.

Si formano sali biliari, molto idrosolubili. Questi hanno una molecola idrofoba, che si dispone all'interno, verso le molecole di lipidi ed una idrofila, che si dispone all'esterno. (si organizzano intorno alle goccioline di grasso).

Molte molecole, così disposte, formano delle micelle (emulsione), che possono essere assorbite.

Gli acidi biliari, una volta utilizzati tornano al fegato (circolo enteroepatico)

La bilirubina è un pigmento biliare e deriva dal catabolismo dell'emoglobina. Sta nella bile, attraverso la quale viene eliminata nelle feci.

Nel tenue la motilità permette il mescolamento del chimo con gli enzimi digestivi (contrazioni di segmentazione) e la progressione (contrazioni peristaltiche).

Nel cieco e nel colon si hanno contrazioni di segmentazione che provocano le caratteristiche austraie e movimenti di massa (1-3 al giorno), che spingono il contenuto per lunghi tratti.

Nel colon distale il contenuto è semisolido perché l'acqua si è riassorbita.

Quando il retto si distende si crea il riflesso retto-sfinterico (contrazioni della parete addominale e rilasciamento dello sfintere anale interno. Lo sfintere esterno è sotto il controllo della volontà.

## LA DIGESTIONE

La digestione comporta la degradazione chimica del cibo in molecole assorbibili. Gli enzimi digestivi si trovano nella saliva, nel succo gastrico, nel succo pancreatico e sulla membrana delle cellule intestinali. L'assorbimento dei nutrienti dal lume intestinale al sangue, può avvenire attraverso una via cellulare (le sostanze attraversano le cellule) o paracellulare (attraverso le giunzioni intracellulari e gli spazi intercellulari).

I villi intestinali aumentano la superficie assorbente. La superficie delle cellule epiteliali che ricoprono i villi è ulteriormente aumentata da microvilli, che le conferiscono un aspetto caratteristico (orletto a spazzola).

### **I carboidrati**

Per essere assorbiti, i carboidrati (zuccheri), assunti con i cibi generalmente come molecole di

polisaccaridi, devono essere ridotti a monosaccaridi (GLUCOSIO, GALATTOSIO, FRUTTOSIO).

I polisaccaridi vengono scissi dall'amilasi (dapprima nella saliva, poi nel duodeno) in disaccaridi (destrine, maltosio, maltotriosio).

Negli alimenti sono presenti dei disaccaridi (trealosio, lattosio, sacca-rosio) che non necessitano delle amilasi per essere assorbiti. I disaccaridi vengono convertiti in monosaccaridi dagli enzimi delle cellule dell'orletto a spazzola.

Glucosio, galattosio e fruttosio attraversano le cellule epiteliali dell'intestino tenue e di qui giungono al sangue.

Alcuni disturbi digestivi rendono inefficaci i meccanismi di scissione dei disaccaridi, che, non potendo essere assorbiti, permangono nel lume intestinale, provocando diarrea (di tipo "osmotico").

L'intolleranza al lattosio (deficit di lattasi nell'orletto a spazzola) ne è un tipico esempio.

### **Le proteine**

Le proteine possono essere assorbite come aminoacidi, di peptidi e tripeptidi. L'assorbimento avviene nel tenue.

La prima digestione avviene nello stomaco ad opera della pepsina, e continua nel tenue grazie alle proteasi secrete dal pancreas ed a quelle presenti sull'orletto a spazzola.

Tripsinogeno e chimotripsinogeno (enzimi pancreatici per le proteine) devono essere attivati da enzimi dell'orletto a spazzola.

La maggior parte delle proteine non viene ridotta ad aminoacidi, ma viene assorbita come dipeptidi e tripeptidi. Questi vengono ridotti ad aminoacidi prima di essere riversati nel sangue, ad opera di enzimi contenuti all'interno del citoplasma delle cellule intestinali.

Nelle malattie del pancreas esocrino (pancreatiti croniche, fibrosi cistica) mancano le proteasi, ma anche lipasi ed amilasi, con cattivo assorbimento ("malassorbimento") di tutti i nutrienti.

### **I lipidi**

La digestione dei lipidi (grassi), inizia nello stomaco, dove i movimenti di rimescolamento servono a frammentare i lipidi in goccioline abbastanza piccole da accrescere l'area su cui gli enzimi agiscono. Il primo enzima è nello stomaco (lipasi linguale). Nel tenue i grassi vengono a contatto con gli enzimi pancreatici.

Questo contatto è favorito dagli acidi biliari che si dispongono intorno alle goccioline di grasso, che, trovandosi tutte circondate da cariche negative si respingono allontanandosi l'una dall'altra.

La lipasi pancreatica scinde i trigliceridi in un monogliceride e due acidi grassi. La colesteroloesterasi scinde gli esteri del colesterolo in colesterolo ed acidi grassi e forma glicerolo dai trigliceridi.

La fosfolipasi scinde i fosfolipidi in lisolecitina ed acidi grassi.

Tutti questi prodotti finali vengono solubilizzati in micelle circondate da acidi biliari, che dispongono verso l'esterno la loro parte idrofila.

Le micelle rilasciano i grassi all'interno delle cellule, gli acidi biliari restano nel lume intestinale e di qui tornano al fegato attraverso la venaporta (circolo enteroepatico)

All'interno delle cellule intestinali si ricostituiscono trigliceridi, esteri del colesterolo e fosfolipidi. Questi vengono coniugati ad apoproteine a formare chilomicroni.

Queste particelle sono troppo grandi per penetrare nei capillari ematici perciò entrano in quelli linfatici e raggiungono il dotto toracico e da qui il sangue.

In caso di insufficienza pancreatica o biliare i grassi non assorbiti si ritrovano nelle feci.

Le vitamine A, D, E, K sono liposolubili ed il loro assorbimento segue quello dei grassi.

Le vitamine del gruppo B, la C, la biotina, l'acido folico, l'acido nicotinico e l'acido pantotenico, idrosolubili, vengono assorbite nel tenue.

L'assorbimento della vitamina B12, richiede la presenza del fattore intrinseco, di origine gastrica.

Il Calcio viene assorbito nel tenue, grazie alla forma attiva della vitamina D. Il Ferro viene assorbito nell'intestino e trasportato nel sangue legato alla transferrina.

Solo 100-200 ml vengono perduti con le feci, mentre la maggior parte dei 9 litri viene riassorbita dalle cellule epiteliali del tenue e del colon.

Un difetto di assorbimento dell'acqua provoca diarrea. Con la diarrea si perdono anche molti elettroliti (soprattutto potassio, ma anche sodio, cloro, bicarbonati).

Nel digiuno si ha assorbimento di bicarbonato di sodio.

Nell'ileo si assorbe cloruro di sodio

Nel colon avviene uno scambio di sodio (riassorbito dal lume) con potassio (secreto nelle feci).  
Con la diarrea diminuiscono i liquidi circolanti: diminuisce la pressione arteriosa. La perdita di bicarbonati (presenti in grande quantità nel lume intestinale) provoca abbassamento del pH nel sangue (acidosi).  
La diarrea osmotica è dovuta a sostanze osmoticamente attive, non assorbibili. La diarrea secretoria è dovuta ad infezioni.

Nel fegato si svolgono quattro funzioni fondamentali:

#### **FUNZIONE METABOLICA**

C'è un grande lavoro all'interno del fegato per il metabolismo di parecchie sostanze. Gli aminoacidi (proteine) assorbiti dopo la digestione vengono rielaborati a formare nuove proteine (albumina, fattori della coagulazione, proteine di trasporto) l'albumina ha un compito molto importante perché rappresenta lo scheletro di tutte le proteine che regolano la pressione oncotica.

#### **GLUCIDI**

il glucosio, dopo l'assorbimento viene immagazzinato in glicogeno. Durante il digiuno il glucosio viene liberato e messo in circolo.

#### **LIPIDI**

nel fegato i lipidi vengono elaborati e coniugati con le proteine a formare lipo-proteine, questo lavoro gli serve per trasportare i grassi in circolo dove ce n'è bisogno.

#### **ORMONI**

vengono attivati ed inattivati nel fegato. Vengono trasportati nel sangue da proteine di origine epatica.

#### **VITAMINE**

B1-B6-B12-vit.K-A-D, vengono attivate nel fegato

#### **FUNZIONE DETOSSINANTE**

La maggior parte delle sostanze chimiche (farmaci, veleni, inquinanti ambientali) con le quali l'organismo viene in contatto, passa attraverso il filtro del fegato e qui viene elaborata ed inattivata.

I metaboliti passano nella bile e con essa vengono riversati nell'intestino, oppure passano nel sangue e successivamente vengono rielaborati nei reni ed eliminati nelle urine.

#### **FUNZIONE di PRODUZIONE della BILE**

Funzione fondamentale per la digestione dei grassi e per l'assorbimento delle vitamine. Con la bile vengono immesse nell'intestino sostanze che devono essere eliminate con le feci.

#### **FUNZIONE DI IMMAGAZZINAMENTO**

Gli zuccheri vengono riassorbiti dal fegato che li trasforma in glucosio e li immagazzina in molecole di glicogeno. I grassi sono immagazzinati come trigliceridi ed esteri del colesterolo.

Le principali cause di danno del fegato sono:

**SOSTANZE TOSSICHE** (alcool, farmaci, sostanze chimiche)

**INFEZIONI** (virus, batteri, parassiti)

**ALTERAZIONI del METABOLISMO** (accumulo di grassi)

## TUMORI

### GLI ORMONI

Gli ormoni, messaggeri chimici, che hanno la capacità di trasmettere informazioni a distanza da una cellula all'altra, stimolando o inibendo, lo fanno attraverso un sistema complesso di messaggi chimici attraverso dei recettori.

Le cellule che producono ormoni sono generalmente contenute in organi definiti come ghiandole.

Ipofisi, tiroide, paratiroidi, surrene, gonadi, pancreas insulare sono organi interamente rappresentati da cellule a funzione endocrina, pertanto sono appropriatamente definibili come ghiandole.

Ipotalamo, reni, apparato digerente, contengono al loro interno, fra le altre, cellule che producono sostanze di tipo ormonale.

L'insieme di questi organi produttori di ormoni costituisce l'apparato endocrino.

Gli ormoni agiscono legandosi a proteine specifiche poste sulla superficie delle loro proprie cellule bersaglio (recettori).

La sensibilità dei tessuti bersaglio può diminuire per rimozione dei recettori dalla superficie (down regulation) o può aumentare per maggiore espressione dei recettori (up regulation)

Gli ormoni sono secreti in concentrazioni molto basse, per questo il loro dosaggio è difficile.

Il dosaggio biologico (bioassay) misurava l'effetto proprio dell'ormone studiato. Una unità era la più piccola quantità di ormone necessaria a provocare una piccola risposta fisiologica

Oggi si preferisce usare il metodo di dosaggio radioimmunologico (radioimmunoassay) che misura una reazione antigene-anticorpo.

Viene messa a contatto una quantità nota (x) di anticorpo (una proteina capace di legare l'ormone) con il siero in esame: l'ormone in esso contenuto si legherà all'anticorpo specifico. Si aggiungerà poi una quantità nota (x) di ormone marcato radioattivamente: si potrà legare solo la quantità di ormone marcato che troverà anticorpi liberi.

Se si misura la quantità di ormone radioattivo libero si trova quanto ormone del paziente si è legato all'anticorpo.

Ci sono tre tipi di ormoni:

#### 1) sintesi degli ormoni proteici

Nel nucleo il gene per un ormone viene trascritto su di un RNAm. Nei ribosomi si ha la sintesi del preproormone. Nel reticolo endoplasmatico esso si modifica in pro-ormone. Nell'apparato di Golgi il prodotto viene impacchettato in vescicole secretorie, dove avvengono trasformazioni e si produce l'ormone. Questo resta pronto finché la cellula non viene stimolata a secernere, per esocitosi, il suo prodotto (la vescicola si avvicina alla superficie cellulare, la sua membrana si fonde con la membrana cellulare e il contenuto si riversa all'esterno)

#### 2) sintesi degli ormoni steroidei

Il colesterolo viene dal sangue e viene immagazzinato nelle ghiandole in vescicole citoplasmatiche. Nelle diverse ghiandole sono contenuti diversi enzimi che modificano la molecola del colesterolo nell'ormone specifico.

#### 3) sintesi degli ormoni aminici

derivano dalla tirosina le catecolamine e l'ormone tiroideo.

La secrezione degli ormoni deve adattarsi alle diverse necessità.

Può essere controllata attraverso un meccanismo nervoso, come avviene per le catecolamine, oppure con meccanismo a feedback.

La midollare surrenale riceve un impulso a mettere in circolo catecolamine dalla stimolazione di fibre simpatiche pregangliari.

Il meccanismo a feedback può essere negativo (frequente) o positivo (raro). Si ha feedback negativo quando un ormone messo in circolo esercita il suo effetto sulle cellule bersaglio e contemporaneamente frena lo stimolo che ne determina la secrezione. (ad es. l'ormone tiroideo).

Si ha feedback positivo quando l'ormone stimola l'incremento della produzione dello stesso ormone (ad es. gli estrogeni stimolano la secrezione di ormoni ipofisari che a loro volta aumentano la produzione di

estrogeni).

Gli ormoni agiscono sulle cellule grazie al loro legame con recettori specifici. Se diminuisce il numero o l'affinità dei recettori per l'ormone diminuisce la sensibilità delle cellule all'ormone, che diventa meno efficace nell'esplicare la sua funzione.

Gli ormoni agiscono legandosi al recettore ed attivando degli enzimi che provocano attivazione di alcune funzioni cellulari.

Un esempio è quello di ormoni come ACTH, gonadotropine ecc, che, legatisi al recettore stimolano l'adenilciclastasi, che dall'ATP fa formare AMPciclico, che a sua volta fosforila le proteine intracellulari. Questo meccanismo mette in funzione le cellule per lo scopo al quale sono preposte.

Altri ormoni (tiroxina, steroidi), dopo il legame con il recettore stimolano la trascrizione del DNA e la sintesi di nuove proteine.

## Apparato digerente - Anatomia

L'apparato digerente è quella parte del nostro organismo che comprende il tratto preposto **all'introduzione, alla processione, alla digestione ed all'assimilazione** dei nutrienti introdotti con l'alimentazione.

Gli organi che lo compongono sono:

### **cavità orale e faringe**

#### **intestino anteriore**

- esofago
- stomaco

#### **intestino medio o tenue**

- duodeno
- digiuno
- ileo

#### **intestino posteriore o crasso**

- colon
- retto
- canale anale

#### **organi annessi**

- ghiandole salivari
- fegato
- pancreas esocrino

Il tratto gastrointestinale è essenzialmente un tubo con pareti formate da tessuti organizzati in quattro strati partendo dall'interno:

#### **Mucosa**

è lo strato più interno della parete del tratto GI, le ghiandole secernono principalmente il loro contenuto in questa porzione di tessuto

#### **Sottomucosa**

Lo troviamo al di sotto della mucosa è uno strato più consistente formato da connettivo contiene numerosi vasi sanguigni e nervi che irrorano i tessuti

#### **Muscolare**

Avvolge la sottomucosa ed è formato da uno strato esterno di fibre longitudinali ed uno interno di fibre ad andamento circolare

#### **Sierosa**

La parte più esterna ed è costituita da uno strato di connettivo e dal peritoneo (foglietto parietale che avvolge

la cavità addominale)

### **Guance**

Le guance formano i confini laterali della cavità orale, anteriormente sono in continuità con le labbra e sono rivestite dalla mucosa che si riflette poi sulle gengive e sul palato.

### **Cavo orale**

Il cavo orale è formato da una parte superiore di osso chiamata palato duro, formato da quattro ossa due mascellari e due palatine e una parte inferiore chiamata palato molle, che forma la parete di separazione tra la bocca e il rinofaringe. L'apertura tra la bocca e l'orofaringe è detta istmo delle fauci. tutto è rivestito da tessuto epiteliale detto mucosa.

### **Lingua**

La lingua è formata da muscolo, la sua mucosa non è liscia ma presenta delle papille la quale funzione è quella di determinare delle rilevatezze, per lo stimolo del gusto.

La lingua non è libera ma collegata al pavimento orale da un legamento chiamato frenulo.

### **Denti**

I denti si occupano di una prima demolizione del cibo non solo attraverso la masticazione.

### **Ghiandole salivari**

(parotidi, sottomascellari, sottolinguali). La funzione principale della saliva è di iniziare la digestione dei carboidrati (attraverso l'azione di enzimi, quali l'amilasi) e di lubrificare (attraverso l'azione di muco) le sostanze sminuzzate dai denti.

La quantità maggiore di saliva è prodotta giornalmente da tre tipi di ghiandole tubulo-acinarie-composte che sono:

- le parotidi

le ghiandole di maggior dimensioni e si trovano sottostanti al muscolo massetere e sotto il corrispondente condotto uditivo esterno. Producono una saliva sierosa contenente enzimi ma priva di muco.

- i dotti parotidi

(chiamati anche di Stensen) sono lunghi circa 5 cm, attraversano tutto il muscolo buccinatore e sboccano nel vestibolo della bocca.

- le sottolinguali

sono le più piccole, si trovano anteriormente alle ghiandole sottomandibolari, ciascuna ghiandola è drenata da 8-20 condottini che si aprono sul pavimento della bocca. Producono un tipo di saliva formata solo da muco.

- le sottomandibolari

sono ghiandole miste poiché contengono sia elementi secernenti muco che elementi sierosi (produttori di enzimi). sono localizzate sotto l'angolo della mandibola (si possono palpare); i dotti escretori sboccano nella cavità della bocca.

### **Faringe**

L'atto di ingoiare, la deglutizione, sposta una massa rotondeggiante detta bolo dalla bocca allo stomaco.

Quando il bolo passa attraverso l'apertura ristretta l'istmo delle fauci entra nell'orofaringe (primo tratto della faringe). Nello stesso momento in cui noi ingoiamo il bolo l'epiglottide che si trova nel passaggio delle vie respiratorie detta laringe, si chiude permettendo al cibo di poter passare nelle vie digerenti e non in quelle respiratorie.

### **Esofago**

L'esofago è un tubo che dall'oro faringe percorre il torace e si dirige verso la cavità addominale, passa

attraverso il diaframma (zona che delimita la cavità toracica da quella addominale) per arrivare nello stomaco. A delimitare la fine dell'esofago e l'inizio dello stomaco abbiamo una valvola detta cardias, che nel momento in cui il bolo sta per arrivare nello stomaco si apre per il suo passaggio. È formato da un epitelio pavimentoso composto è uno strato spesso resistente alle abrasioni e in grado di proteggere l'esofago da eventuali abrasioni. Ogni estremità è delimitata da uno sfintere:

- Sfintere esofageo superiore  
impedisce l'entrata dell'aria durante la respirazione

- Sfintere esofageo inferiore  
detto anche cardias che è situato vicino allo iato esofageo (un foro del diaframma localizzato vicino alla giunzione fra l'estremità dell'esofago e lo stomaco) che permette l'entrata dell'esofago nella cavità addominale. Lo iato esofageo può cedere, facilitando la distensione della parte inferiore dell'esofago e dello sfintere inferiore e una risalita di parte dello stomaco nella cavità toracica (ernia iatale)

### **Stomaco**

Lo stomaco si trova nella cavità addominale, aderisce alla parte inferiore del diaframma e per la sua posizione contrae rapporti con il fegato alla sua destra e con la milza alla sua sinistra. Ha una forma a sacco è lungo 25-29 cm può contenere fino a 1300 cc di liquido circa. Si divide in tre parti principali:

- Fondo  
Tracciando una linea immaginaria che passa per il cardias possiamo definire il fondo.

- Corpo  
Dal fondo parte un'altra porzione detta corpo, nel corpo possiamo distinguere nella parte superiore una piccola curvatura dalla quale parte una struttura detta piccolo omento che collega lo stomaco al fegato (struttura fatta di tessuto fibroso e adiposo e rivestito da peritoneo). Nella parte inferiore troviamo una grande curvatura dalla quale parte una struttura detta grande omento che collega lo stomaco alla milza e si protrae fino in basso a rivestire tutte le matasse intestinali.

- Antro  
Dopo il corpo troviamo l'antro che termina con una struttura detta piloro che divide lo stomaco dall'intestino.

#### **Mucosa gastrica**

L'epitelio di rivestimento della mucosa gastrica è sollevato in pieghe denominate pliche della mucosa ed è marcato da depressioni chiamate fossette gastriche nelle fossette gastriche troviamo numerose ghiandole tubulari semplici che secernono numerosi enzimi digestivi e acido cloridrico.

### **Intestino tenue**

Intestino tenue è diviso in tre parti:

#### **- Duodeno**

La prima porzione del duodeno è un bulbo dilatato che assume un decorso prima discendente e poi trasversale alla colonna vertebrale, ha una forma a C e nella curva della C è incastrata la testa del pancreas. Nel duodeno, in un'area chiamata papilla duodenale, sboccano il coledoco (proseguimento del dotto epatico comune) e i dotti pancreatici.

#### **- Digiuno**

All'altezza del corpo e della coda del duodeno si forma un'ansa, chiamata ansa duodeno digiunale da lì inizia il digiuno.

Nel digiuno troviamo gli enterociti, sono cellule dell'intestino che servono all'assorbimento. Nella sottomucosa si trova una parte del tessuto linfatico con delle strutture chiamate placche del peye dove troviamo un'accumulo di linfociti.

#### **- Ileo**

Si trova all'altezza della fossa iliaca destra, è l'ultimo tratto dove finisce l'intestino tenue, in questo punto troviamo una valvola chiamata ileo cecale dove inizia l'intestino grasso.

#### **Parete dell'intestino tenue**

La parete dell'intestino tenue presenta delle pliche dotate di villi. I villi sono importanti modificazioni della

mucosa, ogni villo contiene un'arteriola, una venula e un vaso linfatico. Le cellule dei villi hanno una struttura simile ad un orletto a spazzola che a sua volta è formato da microvilli ultrasottili. Gli enzimi digestivi vengono prodotti da queste cellule. La presenza dei villi e dei microvilli accresce di circa 100 volte la superficie dell'intestino tenue, facendo sì che quest'organo risulti essere la sede principale della digestione e dell'assorbimento.

### **Intestino grasso**

Principalmente nel grasso avviene il riassorbimento dell'acqua e la formazione del materiale fecale. L'intestino grasso presenta dei lastri longitudinali e circolari che si chiamano tenie sono costituite da cellule muscolari lisce, si formano delle tasche (sporgenze) chiamate austre che rimescolano il contenuto intestinale assorbendo l'acqua.

#### **- Cieco**

La prima porzione termina a fondo cieco da dove prende il nome. Troviamo, in questo punto, l'appendicite vermiforme.

#### **- Ipocondrio**

Il grasso continua prendendo una via ascendente fino all'ipocondrio di destra dove c'è il fegato da lì fa una curva, all'altezza della flessura epatica e prende un decorso ascendente fino alla milza dove all'altezza della flessura splenica prende un decorso discendente, fino alla fossa iliaca sinistra.

#### **- Sigma**

Ultima parte del I.G. assume un decorso verticale e centrale ed esce dalla cavità addominale ed entra in quella pelvica, in questo punto troviamo il retto.

#### **Parete dell'intestino grasso**

La caratteristica di questo tessuto è la presenza di ghiandole intestinali mucose che secernono lubrificante che riveste le feci quando si sono formate

### **Retto**

Abbiamo una prima parte detta ampolla rettale dove troviamo un'altra porzione detta canale anale che finisce all'esterno con l'ano dove troviamo uno sfintere interno ed esterno.

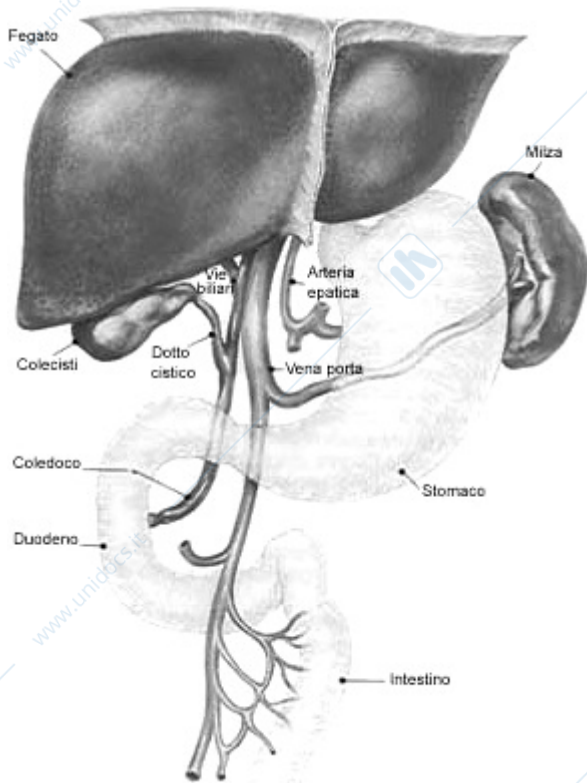
Il peritoneo si dispone intorno al grasso ed è chiamato mesocolon per l'ascendente e il traverso per il discendente troviamo il grande omento.

Plesso emorroidale = groviglio di capillari.

### **Fegato**

La più grande ghiandola del corpo del peso di circa 1.5 kg; trovasi al di sotto del diaframma; occupa l'ipocondrio destro e parte dell'epigastrio.

Il fegato è il primo organo che riceve il sangue carico di sostanze nutrienti dall'intestino e lo elabora per l'uso nel resto dell'organismo.



### L'ilo epatico (o peduncolo epatico)

Contiene le principali strutture vascolari del fegato:

- l'arteria epatica, che origina dal tripode celiaco, a sua volta ramo dell'aorta;
- la vena porta, che origina dalla confluenza della vena splenica (che proviene dalla milza) e della vena mesenterica superiore (che proviene dall'intestino);
- la via biliare, che origina dai canalicoli biliari che sono dentro al fegato e porta la bile prodotta dal fegato all'intestino.

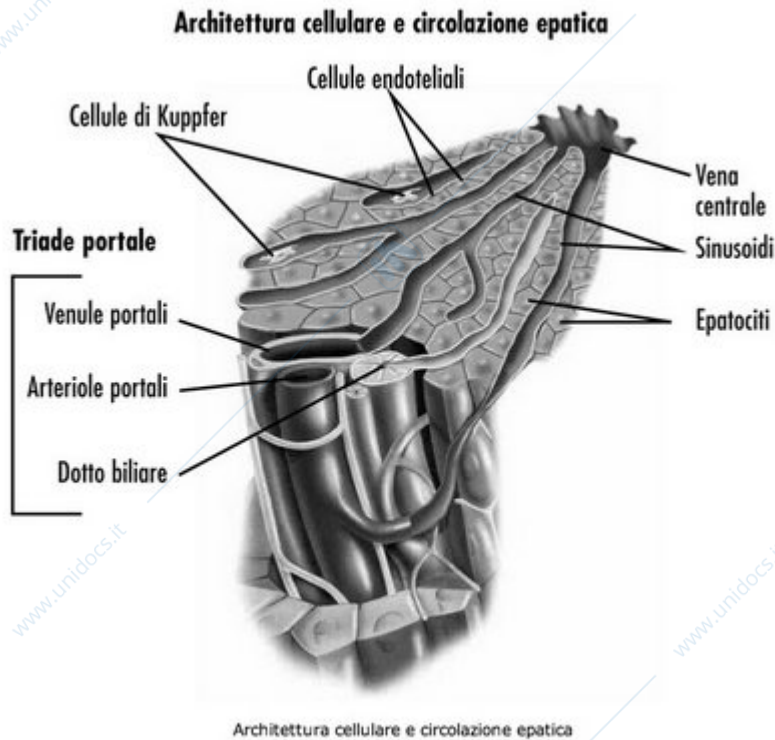
### Lobi

Due lobi separati dal legamento falciforme.

- Lobo sinistro - è circa 1/6 del fegato.
- Lobo destro - è i 5/6 del fegato; si divide in lobo destro, lobo caudato e lobo quadrato.

### Lobuli epatici

unità anatomo-funzionali del fegato; al centro di ciascun lobulo trovasi la vena centrolobulare.



### Dotti biliari

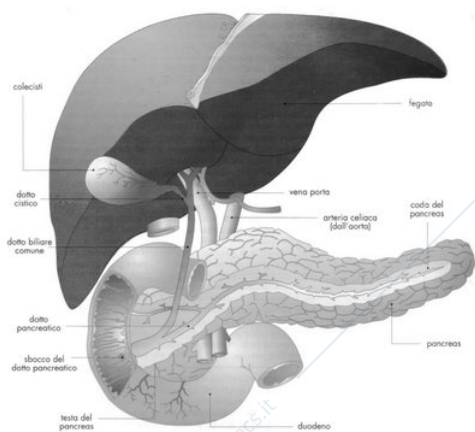
- I piccoli dotti biliari si riuniscono a formare due dotti epatici: destro e sinistro.
- I dotti epatici destro e sinistro si uniscono a formare un unico dotto epatico esterno al fegato.
- Il dotto epatico si unisce al dotto cistico per formare il dotto coledoco che sbocca nel duodeno.

### Funzioni del fegato

- Disintossicazione a opera degli epatociti  
le tossine ingerite e le sostanze tossiche formatesi nell'intestino possono essere trasformate in sostanze prive di tossicità.
- Il metabolismo del fegato svolge importanti ruoli nel metabolismo di proteine, grassi e carboidrati.
- Immagazzina sostanze come ferro e alcune vitamine.
- Produce importanti proteine del plasma.
- Secrezione della bile - nel fegato si formano dal colesterolo ai sali biliari, gli elementi essenziali della bile; gli epatociti secernono circa 0.5 litri di bile al giorno.

### Cistifellea

*Cistifellea o colecisti o vescichetta biliare*



La cistifellea è un serbatoio/magazzino di bile prodotta dal fegato che viene concentrata pronta a essere liberata nel duodeno secondo le necessità.  
Organo a forma di pera della lunghezza da 7 a 10 cm, con 3 cm di diametro nel punto più ampio; contiene

da 30 a 50 ml di bile; è situato inferiormente al fegato.

Funzioni della colecisti:

- Immagazzinamento della bile.
- Concentrazione della bile da 5 a 10 volte rispetto alla bile epatica.
- Scarico della bile concentrata nel duodeno.

## **Pancreas**

Ghiandola dal colore grigio-roseo; lunghezza 12-15cm; peso approssimativo 60g; estesa dal duodeno, dietro allo stomaco, fino alla milza.

Composto di tessuto ghiandolare endocrino ed esocrino:

- La parte esocrina è la maggioranza del pancreas; ha struttura tubolo acinosa composta; sottili dotti si riuniscono per formare il dotto pancreatico principale che sbocca nel duodeno.
- La parte endocrina è compresa tra le unità esocrine. Si definiscono isole pancreatiche; costituiscono solo il 2% della massa pancreatica; sono formate da cellule alfa e da cellule beta; versa i suoi secreti nei capillari sanguigni.

Il pancreas produce:

- Bicarbonato per il tamponamento chimico dell'acido gastrico nel duodeno.
- Enzimi digestivi per carboidrati, proteine e lipidi scaricati nell'intestino.
- Ormoni per la regolazione del metabolismo (specialmente del glucosio) tramite il flusso sanguigno.

### **Funzioni del pancreas**

Unità acinose e cellule secernenti endocrine.

Le unità acinose secernono:

- Bicarbonato (per neutralizzare l'acido cloridrico dello stomaco).
- Enzimi digestivi per carboidrati, lipidi e proteine.

Le cellule secernenti endocrine producono ormoni:

- Le cellule beta secernono insulina per stimolare l'assorbimento di glucosio ematico dalle cellule capaci di trasformarlo in glicogene (fegato, cervello, muscoli).
- Le cellule alfa secernono glucagone (inibitore di insulina).