

Arianna Pollastro

Apparato circolatorio cardiovascolare e linfatico

APPARATO CIRCOLATORIO CARDIOVASCOLARE

L'apparato circolatorio è composto da due componenti: l'**apparato circolatorio sanguigno**, in cui scorre il sangue, e l'**apparato circolatorio linfatico**, in cui scorre la linfa.

Questi apparati hanno degli organi ad essi associati, che sono diversi a seconda del tipo di apparato: nel caso dell'apparato sanguigno l'organo associato è il **cuore**, nel linfatico ci saranno gli **organi linfoidi secondari**.

Le due apparati, nonostante le differenze, sono in strettissima comunicazione tra loro.

Apparato circolatorio sanguigno

È composto dall'organo cuore e da vasi sanguigni tipici, che possono essere:

- arterie;
- vene;
- arteriole;
- capillari;
- venule.

Facciamo ora una piccola distinzione tra gli organi pieni e gli organi cavi...

Gli organi cavi possiedono all'interno un **lume**, cioè una cavità.

Gli organi pieni invece sono costituiti da una porzione funzionale, il **parenchima**, che è sostenuto da tessuto connettivo, definito **stroma**.

Arterie e vene sono organi cavi.

Se andiamo però a confrontare gli strati che compongono le arterie, da quelli che compongono le vene, notiamo delle differenze strutturali: entrambe hanno una struttura **tritonaca**, cioè sono costituite da tre strati; lo strato più interno, definito **tonaca intima**, nelle arterie è costituito da un endotelio, da una lamina elastica e da una membrana basale, nelle vene questa lamina elastica è assente.

La **tonaca media** nelle arterie è costituita dal tessuto muscolare liscio e da una lamina elastica esterna; nelle vene è costituita sempre da muscolatura liscia, ma non è presente la lamina elastica esterna.

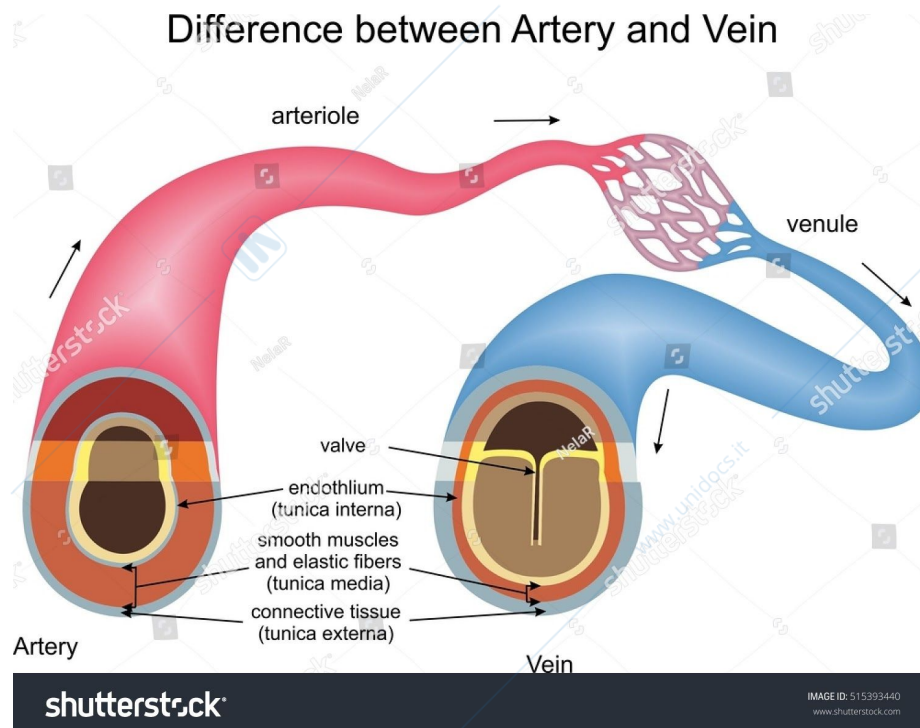
La **tonaca avventizia** è piuttosto simile tra le due; nella tonaca esterna delle arterie abbondano le fibre di collagene e di elastina, che permettono ad esse di resistere alle alte pressioni. La tonaca esterna delle vene è invece povera di fibre elastiche.

Le differenze che abbiamo visto ci fanno comprendere che le arterie sono vasi di integrità strutturale maggiore rispetto alle vene, e possiedono inoltre una muscolatura maggiore ed un compartimento elastico migliore.

Le arterie vengono infatti definite ***vasi di resistenza***, in cui la pressione del sangue è molto elevata (massima in sistole, minima in diastole), mentre le vene vengono definite ***vasi di capacità***, in quanto quello che conta è il volume del sangue contenuto.

La pressione che il sangue esercita sulle pareti non è costante, e diminuisce man mano che ci si allontana dal cuore.

Nelle arterie il sangue scorre più velocemente ma è in quantità minore rispetto alle vene, dove scorre invece più lentamente.



Arterie

Le arterie portano il sangue dal cuore ai tessuti, e come abbiamo detto devono sopportare una pressione del sangue notevole e intermittente.

Questa pressione e la velocità del sangue si riducono ogni volta che le arterie si ramificano, sia a causa dell'attrito, sia perché il volume del sangue si distribuisce in più vasi.

Pressione e velocità devono mantenersi comunque sempre elevati per consentire al sangue di raggiungere la periferia del corpo.

Vene

Il flusso sanguigno attraverso le vene che si trovano sopra livello del cuore è favorito dalla gravità; sotto il livello del cuore, invece, il ritorno venoso avviene contro la gravità.

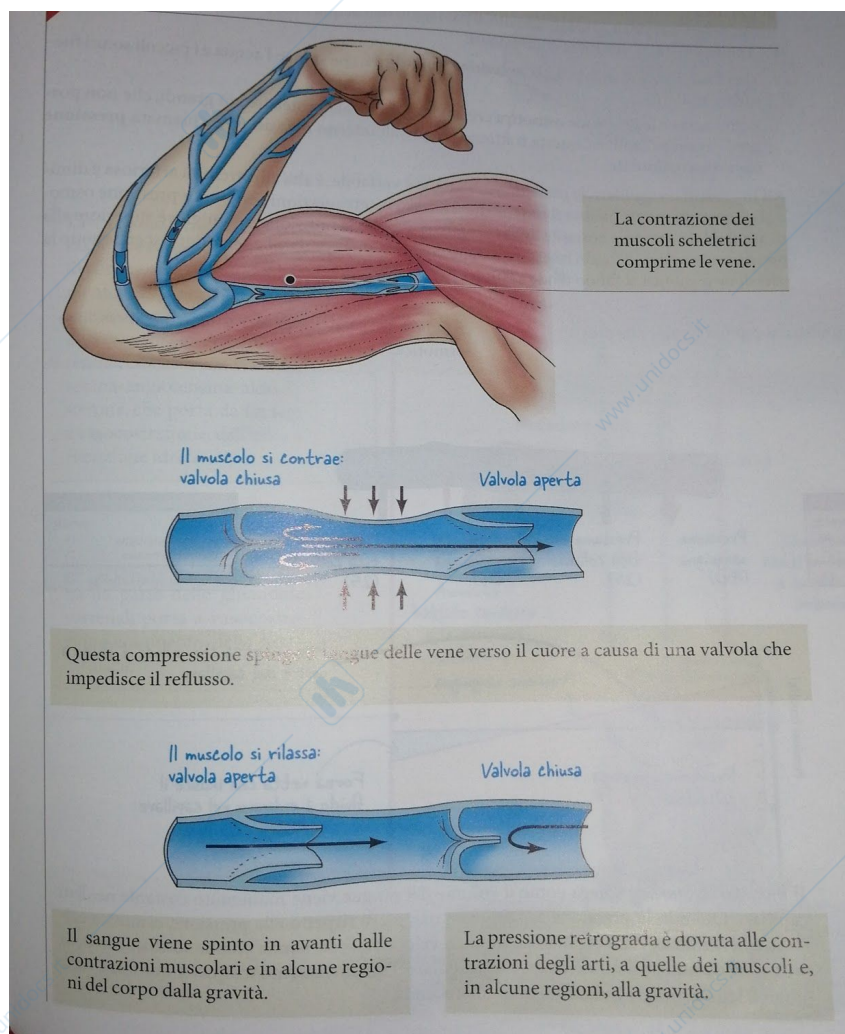
La forza più importante che spinge il sangue da queste regioni al cuore è la compressione delle vene dovuta alla contrazione dei muscoli scheletrici circostanti.

Per passare da arteria a vena ci sono i vasi intermedi.

Ma come funzionano le vene?

Per impedire che la contrazione muscolare spinga il sangue nella direzione sbagliata, molte vene degli arti inferiori contengono delle **valvole** definite **a nido di rondine**, che sono costituite da dei lembi di tessuto che dalle pareti sporgono verso l'interno del vaso. Queste valvole si aprono a senso unico e impediscono il reflusso del sangue, perciò, ogni volta che una vena viene compressa, il sangue viene spinto in avanti in direzione del cuore.

Questa cosa è particolarmente importante per gli arti inferiori in quanto grazie alle valvole presenti nelle vene delle gambe le contrazioni dei muscoli agiscono come delle pompe vascolari ausiliari quando camminiamo o corriamo.



Arteriole

Sono vasi di piccolo calibro, che conservano comunque la struttura tipica delle arterie (riducono solamente alcune lamine di spessore).

Le arterie si ramificano infatti lontano dal cuore in arteriole.

Le cellule della muscolatura liscia, nelle pareti delle arteriole, permettono a questi vasi di restringersi (**vasocostrizione**) o dilatarsi (**vasodilatazione**), variando così la quantità di sangue che fluisce al loro interno, e di conseguenza la distribuzione del sangue nei differenti tessuti del corpo.

La vasocostrizione può essere la risposta ad una diminuzione della temperatura corporea, mentre la vasodilatazione a un suo aumento.

Le arteriole sono molto ramificate e danno origine a tantissimi capillari.

Capillari

Il sangue nei capillari fluisce molto lentamente, in modo da facilitare gli scambi con le cellule.

I capillari derivano dalle arteriole e sono vasi così sottili e così piccoli da consentire lo scambio tra i nutrienti contenuti nel sangue e l'ambiente esterno; essi, infatti, a livello strutturale sono costituiti solo da un endotelio, da una lamina basale e da un pericita.

In questo modo il capillare è estremamente sottile, ed è in grado di permettere ai nutrienti di uscire e andare verso i tessuti, e ai cataboliti e gli scarti che i tessuti introducono di entrare nei capillari per poi essere smaltiti attraverso gli organi deputati a farlo.

Questi scambi sono gassosi, e avvengono per diffusione semplice, secondo gradiente di concentrazione.

In molti tessuti del corpo, soprattutto nell'intestino e nelle ghiandole endocrine, i capillari presentano piccoli fori (detti **fenestrazioni**) chiusi da un sottile diaframma, che li rende più permeabili rispetto alla membrana endoteliale.

Gli scambi tra il sangue e i liquidi interstiziali possono avvenire in diverse modalità; generalmente la maggior parte delle sostanze si muove attraversando la membrana plasmatica delle cellule endoteliali che rivestono i capillari.

In particolare, le sostanze liposolubili e molte piccole molecole passano per diffusione, muovendosi da un'area dove sono concentrate maggiormente verso un'area dove sono concentrate in maniera minore, mentre alcuni ioni e piccole molecole polari possono attraversare le membrane all'interno di vescicole, quindi per endocitosi ed esocitosi.

Talvolta delle piccole molecole entrano e escono attraverso le fessure intercellulari o i pori dei capillari fenestrati.

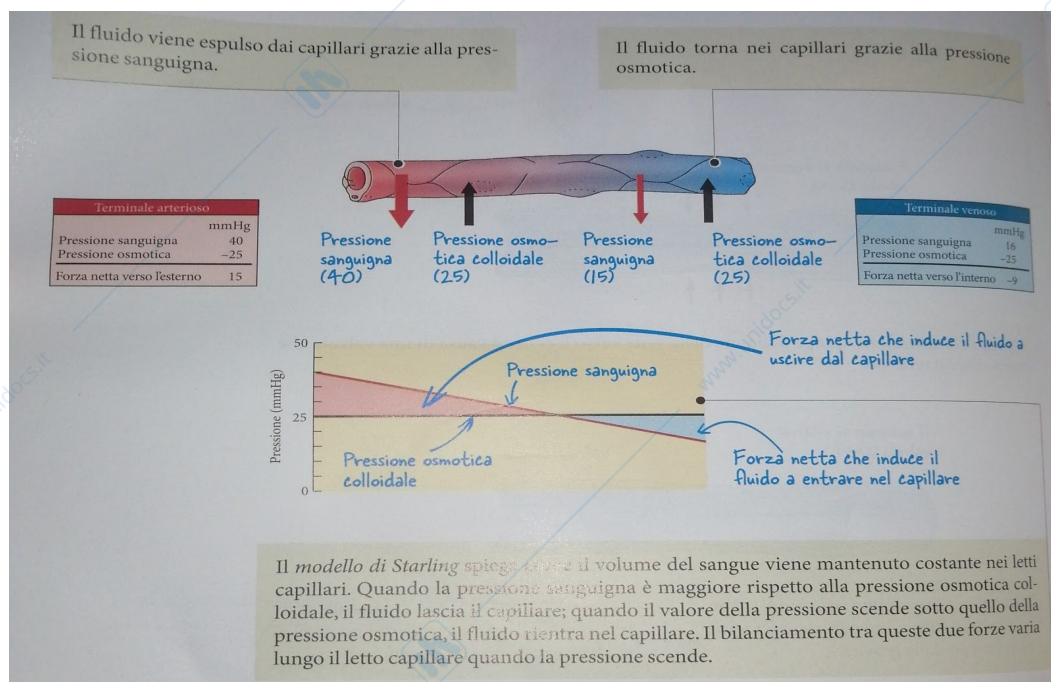
I capillari che si trovano nei differenti tessuti, in ogni caso sono diversamente selettivi; possiamo dire che tutti i capillari sono permeabili all'ossigeno molecolare, all'anidride carbonica, al glucosio e a piccoli ioni come sodio e cloro.

Il passaggio dell'acqua e dei piccoli soluti in essa disciolti è condizionato da due forze contrastanti:

- una forza è rappresentata dalla **pressione sanguigna**, che tende a spingere l'acqua e i piccoli soluti fuori dai capillari;
- l'altra forza è la **pressione osmotica** creata dalle molecole proteiche più grandi, che non possono lasciare i capillari. Questa forza trattiene l'acqua all'interno dei vasi ed è chiamata **pressione osmotica colloidale**.

All'interno di un capillare la pressione sanguigna è variabile, in quanto è particolarmente alta alle estremità arteriose e diminuisce mentre il sangue fluisce verso le terminazioni venose; la pressione osmotica colloidale invece è costante lungo i capillari.

Finché la pressione sanguigna è superiore alla pressione osmotica il fluido lascia il capillare, ma quando la pressione sanguigna scende sotto la pressione osmotica il fluido tende a rifluire nel capillare.



Venule

Le venule, unendosi, formano le vene.

Esse raccogliono il sangue che arriva dai capillari e lo fanno confluire nelle vene.

IL CUORE

Il cuore si trova centralmente nella cavità toracica.

È un organo **impari**, in quanto ve n'è è una sola copia (come accade per la vescica e per il fegato), **mediano**, in quanto è distribuito lungo l'asse mediano del corpo, e **cavo**, in quanto è fatto da diversi strati, da diverse tonache.

È un organo grande quanto un pugno chiuso e ha una forma quasi conica, ma leggermente asimmetrica.

È una struttura prevalentemente muscolare, che ha la funzione di pompa intermittente per spingere il sangue all'interno dei vasi.

Posizione

Il cuore è posto in una regione definita **mediastino**, al centro della cavità toracica.

Tuttavia il cuore non è posto in maniera dritta, ma è polarizzato in due direzioni: la sua base, infatti, è più a destra rispetto al suo apice, e l'apice è nel quinto spazio intercostale di sinistra. Il cuore inoltre è anche polarizzato dall'indietro in avanti, in quanto la base del cuore è più indietro rispetto all'apice.

Il cuore è circondato da altri organi: i **polmoni** (ai lati), i **grandi vasi**, l'**esofago** (posteriore rispetto al cuore), la **trachea** e i **bronchi** (superiori rispetto al cuore), il **diaframma** (inferiore rispetto al cuore), lo **sterno** e le **coste** (anteriori rispetto al cuore).

Struttura

Se apriremo la cassa toracica e cerchiamo il cuore, non vedremo subito l'organo, ma prima il **pericardio**, che è una sorta di sacchetto di tessuto connettivo in cui l'organo è contenuto; questo avvolge non soltanto il cuore ma anche l'inizio dei grandi vasi, che dal cuore partono e arrivano nel **peduncolo vascolare**: i vasi in questione sono **aorta**, **tronco polmonare**, **cava superiore** e **inferiore**.

Il pericardio è composto da due grandi componenti: un **pericardio fibroso**, che è il più esterno, con tessuto connettivo resistente, e un **pericardio sieroso**, che è il più sottile e possiede una membrana a parte.

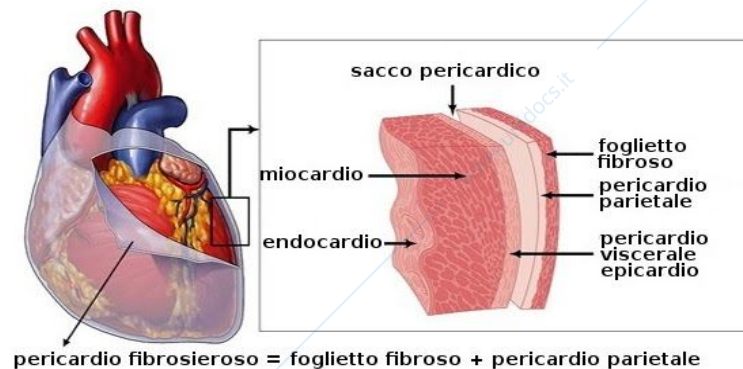
Il pericardio sieroso in particolare è formato da due foglietti, un **foglietto parietale** e uno **viscerale**; il foglietto parietale aderisce al pericardio fibroso e ne è in continuità; il foglietto viscerale è in contatto con l'organo, e aderisce ad esso intimamente, tanto da diventare una delle tonache che compone il cuore (**epicardio**).

Tra l'epicardio e il foglietto parietale è compresa la **cavità pericardica**, che è piena di liquido, e questa caratteristica permette ai due foglietti di scivolare uno sopra l'altro: in questo modo il cuore è libero di muoversi discretamente.

L'**endocardio** è invece il sottile strato epiteliale che riveste le cavità interne e forma le valvole. Esso segue e riveste il miocardio in tutte le sue anfrattuosità.

Tra l'epicardio e l'endocardio vi è il **miocardio**, che è la porzione muscolare; questo è importantissimo perché permette al cuore di contrarsi. È costituito da tessuto muscolare striato, posto più internamente.

Il miocardio viene discriminato in **miocardio di lavoro** e **miocardio di conduzione** (dove le cellule sono più piccole e si occupano di generare e trasmettere l'onda di depolarizzazione necessaria per la contrazione del cuore).



Morfologia esterna

Se andassimo a rimuovere il pericardio dal cuore potremmo vederne la morfologia esterna.

Come abbiamo detto il cuore ha forma conica; di conseguenza possiamo identificare una **base**, un **apice**, **due facce** (una *anteriore* o *retrosternale*, e una *postero-inferiore* o *diaframmatica*), le **auricole degli atri**, e i **ventricoli**.

Inoltre notiamo che ci sono dei **solchi**.

Questi solchi sono delle proiezioni dei **setti** che internamente dividono il cuore in quattro cavità:

- **solco interventricolare**, che divide due ventricoli, sinistro e destro;
- **solco atrioventricolare**, che divide gli atri dai ventricoli;
- **solco interatriale**, ben visibile dalla faccia posteriore, divide l'atrio destro dall'atrio sinistro.

Guardando dalla faccia posteriore, questi solchi riuniti formano una specie di croce, la **croce *cux cordis***, che in corrispondenza del centro ha lo sbocco del seno coronarica, che sbucca verso l'atrio destro.

Tra i vasi che sporgono dal cuore troviamo il **peduncolo vascolare**, il **tronco polmonare**, l'**aorta**, le due **cave polmonari**, e dei vasi posti sul cuore, che occupano questi solchi, che sono le **coronarie**.

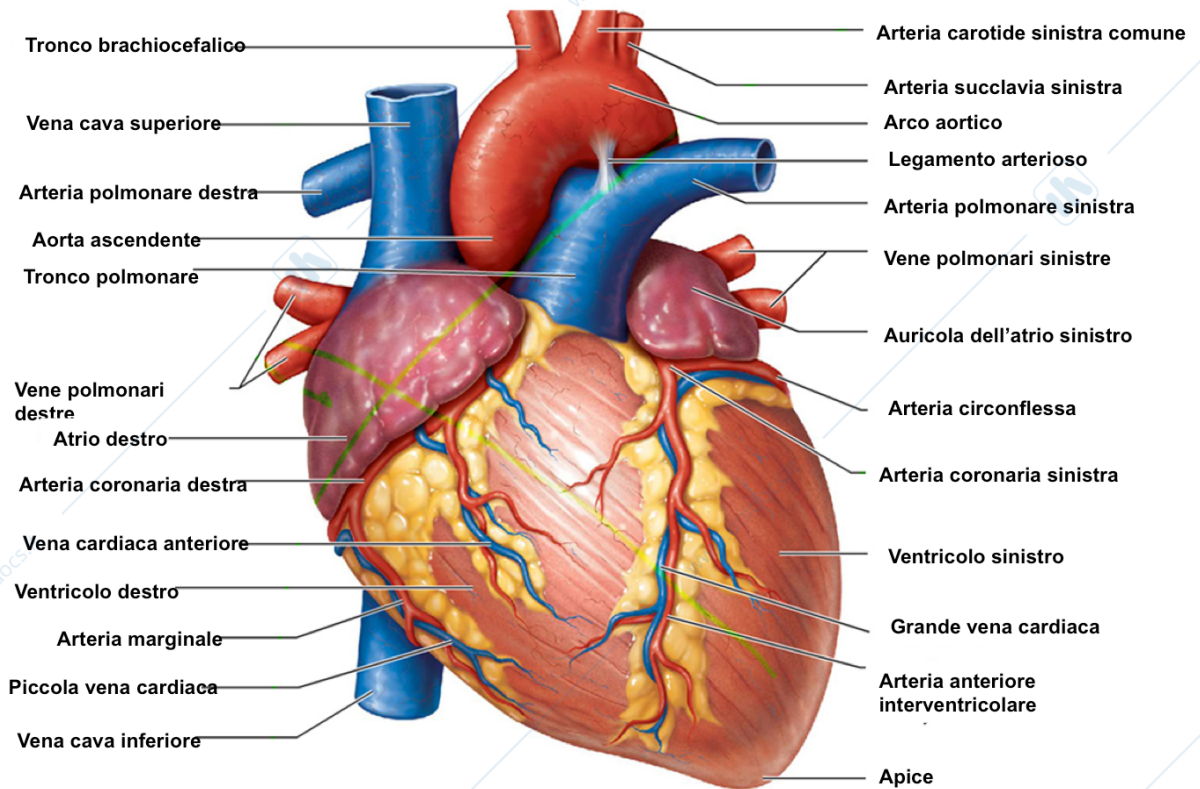
La circolazione delle coronarie è **arteriosa**, quindi dall'aorta si dipartono un'arteria coronaria di destra e una di sinistra, che occupano il solco atrioventricolare.

La porzione sinistra si divide subito in **arteria circonflessa** nel solco atrioventricolare e in **arteria interventricolare** che va a occupare il solco interventricolare.

Le due arterie fanno il giro di tutto l'organo per poi approfondarsi e percorrere tutti i solchi, andando a nutrire tutto il cuore.

Dopo che le arterie si capillarizzano si riuniranno e formeranno le **vene cardiache**, che riunendosi formeranno il **seno coronarico**, che entra poi nell'altro di destra.

Il seno interventricolare fa il giro del cuore, fino a incontrare il **marginale acuto** nell'**incisura cardiaca**.



Le **auricole** sono ben visibili dalla faccia retrosternale del cuore e sono frastagliate; esse sporgono anteriormente e sono costituite dai **muscoli pettinati**, che servono a garantire all'atrio una riserva di volume interno che non vada ad aumentare troppo il volume complessivo.

Infatti le auricole vanno a circondare i vasi, che le riempiono di sangue, e grazie alle loro anfrattuosità esse sono in grado di avere un volume interno molto elevato, senza occupare di troppo il volume esterno.

Morfologia interna

Nel cuore sono presenti quattro cavità, l'**atrio destro**, l'**atrio sinistro**, il **ventricolo destro** e il **ventricolo sinistro**.

L'atrio destro comunica con il ventricolo destro e l'atrio sinistro con il ventricolo sinistro, ma i due atri non possono comunicare tra loro perché è interposto il **setto interatriale**, così come i due ventricoli non comunicano perché vi è in mezzo il **setto interventricolare**.

Gli atri sono lisci, tranne che nella porzione delle auricole, e sono anche abbastanza continui nella loro parete, salvo che per le vene che vi sboccano e che rilasciano il sangue all'interno.

Nel caso dell'atrio destro ci sarà l'**orifizio per la vena cava superiore e per la vena cava inferiore**, e l'**orifizio per il seno coronarico**.

Nella parete dell'atrio destro è visibile la **fossa ovale**, che ha origine embrionale: quando siamo ancora in stadio embrionale e fetale, i due atri comunicano mediante un foro, in quanto nel grembo materno la circolazione polmonare è fuori uso, ed è inutile che il sangue vada ai polmoni, in quanto si ossigena già grazie alla placenta.

È quindi presente anche un **atrio** di questa fossa ovale, che è come una cicatrice di questo vecchio foro, che quando iniziamo a respirare autonomamente si chiude.

Nell'atrio sinistro si intravede l'abbozzo della fossa ovale e gli orifizi per le vene polmonari.

Il pavimento degli atri è cavo, in modo da consentire il passaggio del sangue dall'atrio al ventricolo.

Sui bordi del pavimento ci sono dei lembi valvolari, da cui si sviluppano le valvole atrioventricolare, che sono la **valvola mitrale** o **bicuspidè** e la **valvola tricuspide**.

I lembi che compongono queste valvole sono ancorati mediante delle **corde tendinee** ai **muscoli papillari**, e i lembi sono due nella valvola bicuspidè, e tre nella valvola tricuspide.

Essendo le valvole ancorate tramite le corde tendinee ai muscoli papillari, quando questi si contraggono le corde tendinee si tendono e quindi il sangue non riesce a tornare dal ventricolo all'atrio.

I ventricoli sono delle camere più ampie degli atri, e più anfrattuose.

Nel ventricolo ci sono delle rientranze e delle sporgenze della parete, dovute al miocardio, che prendono il nome di **trabecole carnee**; se queste sono delle rientranze si chiamano **trabecole carnee di terzo ordine**, se sono delle sporgenze sono **trabecole carnee di secondo ordine**.

I muscoli papillari sono delle trabecole carnee di primo ordine e sono in numero limitato all'interno del ventricolo, ma comunque sufficiente a tendere tutte le corde tendinee della valvola; un muscolo papillare può avere più di una corda tendinea ancorata ad esso.

Il ventricolo presenta una zona intermedia e una zona di afflusso del sangue, che ha una forma di cono e serve a proiettare il sangue dal ventricolo al vaso.

Nell'atrio nel ventricolo possiamo individuare due **valvole semilunari**, che sono la **valvola semilunare aortica** e la **valvola semilunare polmonare**; queste due valvole servono come le valvole atrioventricolari a impedire il reflusso del sangue, ma stavolta dal vaso nel ventricolo.

La parete del ventricolo sinistro è circa 3 volte più spessa della parete del ventricolo di destra, poiché il ventricolo sinistro manda il sangue nella **circolazione sistemica**, cioè in quella circolazione che arriva a tutto il corpo, mentre il ventricolo di destra invia il sangue solo ai polmoni.

Sistema di conduzione

Il miocardio di conduzione è organizzato con un **nodo senoatriale** che è una sorta di "pacemaker naturale" ed è la zona da cui parte l'onda di depolarizzazione; esso si trova più o meno in corrispondenza dello sbocco della vena cava superiore nell'atrio di destra.

Questa onda di depolarizzazione dal nodo senoatriale si propaga nell'atrio di sinistra e poi nell'atrio di destra, fino a raggiungere una struttura nodulare che è il **nodo atrioventricolare**; in questo modo capiamo bene che, durante la contrazione cardiaca, i primi a contrarsi sono gli atri, e successivamente i ventricoli.

Il segnale di contrazione, dal nodo atrioventricolare passa al ventricolo mediante il **fascio atrioventricolare di His**.

Tutte le valvole sono sullo stesso piano, che è il **piano valvolare del cuore**, che si è sviluppato proprio perché le valvole necessitano di aggrapparsi allo scheletro fibroso del cuore.

Il fascio atrioventricolare di His attraversa questo piano ed è l'unico punto in cui il segnale può attraversare questo piano valvolare del cuore, che è estremamente isolante, in quanto è costituito da tessuto connettivo.

Se non ci fosse il fascio atrioventricolare di His si potrebbero verificare delle **aritmie**, cioè delle contrazioni non sincronizzate con il cuore.

Una volta che il segnale attraversa il fascio di His decorre nello spessore del setto atrioventricolare, e si divide nella branca sinistra del fascio di His e nella branca destra del fascio di His; la branca sinistra arriva fino alla punta del cuore, mentre la branca destra piegherà un po' prima.

Le due branche risalgono lungo le pareti del cuore sfociando nelle **fibre del Purkinje**, che sono delle fibre terminali.

Da questo capiamo che l'ultima parte che si contrarrà sono le pareti ventricolari.

Ciclo di contrazione cardiaca

Il ciclo di contrazione del cuore prevede due fasi, una di **diastole**, in cui le pareti del cuore sono rilassate, e una fase di **sistole**, in cui invece le pareti si stanno contraendo.

Iniziamo a descrivere questo ciclo dal **momento 0**, ovvero un momento di **diastole atriale e ventricolare**, cioè di relax generale, in cui l'organo è rilassato e il sangue può quindi entrare all'interno degli atri e passare in maniera *passiva* (visto che le valvole sono chiuse) nei ventricoli.

Abbiamo ora la **sistole atriale**, in quanto, come abbiamo detto, il segnale genera negli atri.

Il sangue che era contenuto negli atri viene spremuto all'interno dei ventricoli e in questo modo i ventricoli si riempiono di sangue.

Quando inizia la **sistole ventricolare** il sangue che si trova nei ventricoli tenderebbe a tornare negli atri (poiché i liquidi hanno la tendenza naturale a spostarsi da un luogo dove c'è più pressione, a un luogo dove c'è meno pressione), ma si chiudono le valvole, quindi il sangue rimane bloccato all'interno del ventricolo e non può più tornare nell'atrio.

Il primo *tum* del *tu-tum* che fa il cuore è il rumore delle valvole atrioventricolari che si chiudono.

Quindi il ventricolo prima della sistole ventricolare è una camera completamente chiusa e piena di liquido incomprimibile; quando inizia la sistole aumenta la pressione all'interno del ventricolo, si aprono le due valvole semilunari, il sangue fuoriesce e le pareti del ventricolo si contraggono, accorciandosi.

Abbiamo poi la sistole ventricolare vera e propria, cioè l'espulsione del sangue dal ventricolo all'interno dei vasi.

Ora i vasi sono pieni di sangue e i ventricoli riversano il sangue negli atri, svuotandosi.

Il sangue che va nei vasi tenderebbe a ritornare nei ventricoli, ma si chiudono le valvole semilunari, impedendo il reflusso del sangue all'indietro; è la chiusura di queste valvole semilunari che provoca il secondo *tum* del *tu-tum*.

Gli atri, mentre tutto ciò accade, sono in diastole, in stato di relax, quindi il sangue può rientrare nelle camere, che si riempiono di sangue, e il ventricolo resta invece vuoto; in questo modo le valvole atrioventricolari si riaprono e il sangue può ritornare dall'atrio nel ventricolo.

Battito cardiaco in soldoni

Il numero di pulsazioni cardiache al minuto è detto ***frequenza cardiaca*** ed è di circa **70**.

Per ***gittata cardiaca*** si intende il volume di sangue pompato dal ventricolo sinistro in un minuto; in un adulto a riposo è di circa 5 litri al minuto.

Il totale di sangue espulso nella sistole è detto **volume di eiezione** o **gittata sistolica** ed è di circa 70 ml.

Esso dipende da:

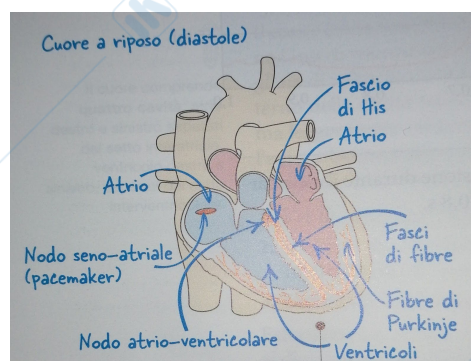
- la **forza di contrazione del ventricolo**, influenzata da:
 - il **sistema nervoso**, che influenza la produzione dell'ormone adrenalina e quindi aumenta la forza di contrazione;
 - dal **grado di riempimento**, in quanto all'aumentare del riempimento, aumenta la forza di contrazione;
- dalla **pressione arteriosa all'inizio della sistole**, che più è grande, più è minore il volume di eiezione.

Il muscolo cardiaco è in grado di contrarsi autonomamente, ma tuttavia la contrazione è influenzata anche da altri fattori:

- **fattori nervosi**: i **barorecettori** percepiscono i cambiamenti della pressione sanguigna e trasmettono la loro stimolazione ai centri cardiaci del midollo allungato, che mandano impulsi al nodo senoatriale attraverso
 - **SN simpatico**, che libera **noradrenalina** e **adrenalina**, quindi aumenta la frequenza, la forza di contrazione e di conseguenza la gittata cardiaca e la pressione arteriosa (c'è vasocostrizione in periferia);
 - **SN parasimpatici**, che libera **acetilcolina** che diminuisce la frequenza e la forza di contrazione (c'è vasodilatazione in periferia);
- **fattori ormonali**: l'adrenalina secreta dalle ghiandole surrenali fa aumentare la frequenza cardiaca;
- **temperatura corporea**: l'aumento di temperatura fa aumentare la frequenza cardiaca.

Le cellule del muscolo cardiaco sono in contatto l'una con l'altra attraverso delle ***giunzioni serrate***; ciò consente allo stimolo che determina la contrazione di diffondersi velocemente da cellula a cellula. In questo modo grandi gruppi di cellule muscolari si contraggono contemporaneamente.

La contrazione coordinata è indispensabile per pompare il sangue in maniera efficace.



Alcune cellule muscolari cardiache, chiamate **cellule pacemaker**, possono dare origine al battito cardiaco senza alcuna stimolazione proveniente dal sistema nervoso.

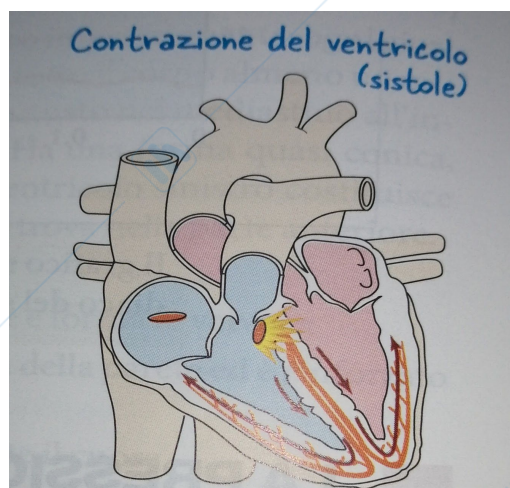
Il pacemaker primario del cuore è un nodo di cellule muscolari cardiache modificate, chiamato **nodo senoatriale**, è localizzato al limite tra la vena cava superiore e l'atrio destro.

Il nodo senoatriale si attiva e i potenziali si diffondono negli atri, che si contraggono.

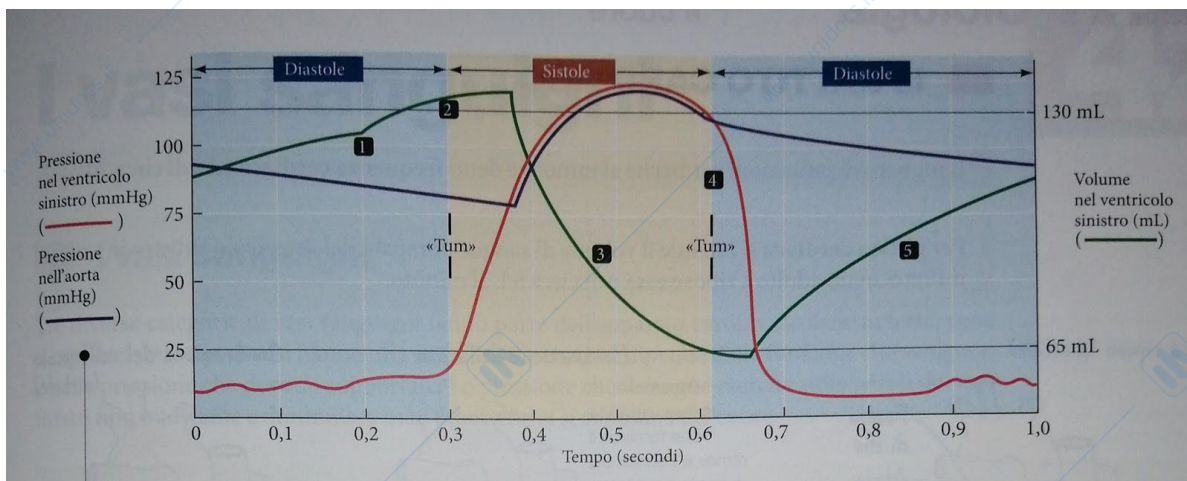
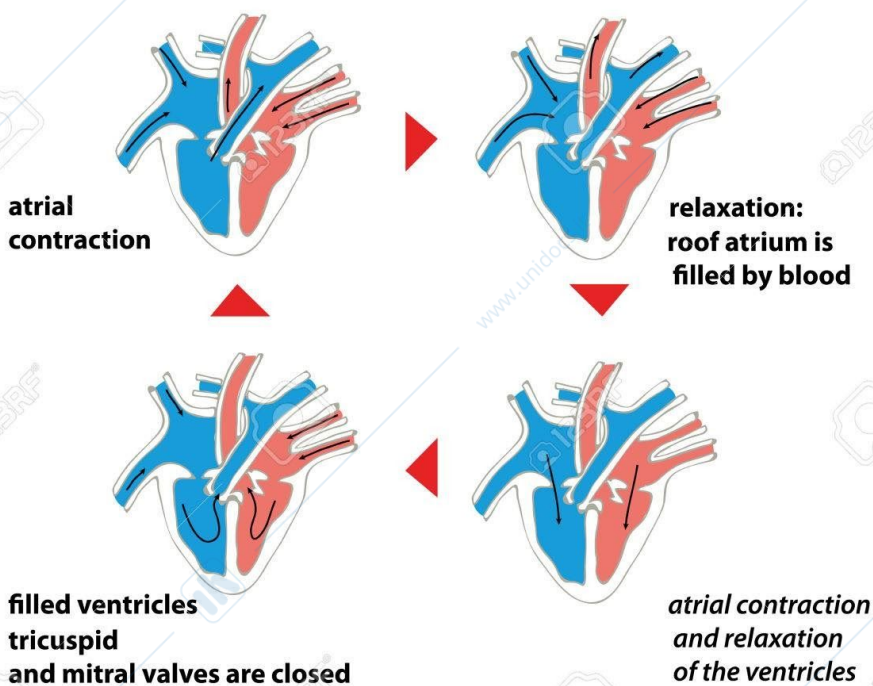


La contrazione degli atri stimola il **nodo atrioventricolare**.

Con un leggero ritardo, in modo da permettere agli atri di completare la loro contrazione prima che inizi quella dei ventricoli, esso genera impulsi che vengono condotti ai ventricoli attraverso fibre muscolari specializzate, il **fascio di His** e le **fibre di Purkinje**, che diffondono lo stimolo attraverso la massa muscolare dei ventricoli, a partire dalla loro parte più bassa, causandone la contrazione.



The Cardiac Cycle



Il grafico mostra i cambiamenti nel volume e nella pressione durante il ciclo cardiaco del solo ventricolo sinistro; il ciclo cardiaco dura 0,8 secondi.

LA PRESSIONE SANGUIGNA

La pressione sanguigna è la forza esercitata dal sangue sulle pareti dei vasi sanguigni, ed è generata dall'azione pompante del cuore.

Viene espressa in millimetri di mercurio (**mmHg**).

Nella circolazione sistemica, la pressione è massima nel ventricolo sinistro durante la sistole, diminuisce gradualmente durante il percorso nelle arterie, e poi bruscamente a livello delle **arteriole precapillari** (sottili arterie da cui si formano le reti di capillari) e questo valore diminuisce ancora gradualmente durante il percorso nei capillari e nelle vene, fino a raggiungere un valore minimo allo sbocco delle vene cave nell'atrio destro.

Nella piccola circolazione, analogamente, la pressione è massima nel ventricolo destro e nelle arterie polmonari; poi diminuisce per arrivare ai valori minimi in corrispondenza dello sbocco nell'atrio sinistro delle vene polmonari.

In condizioni di pressione arteriosa superiore alla norma si parla di **ipertensione**; quando i valori sono inferiori di **ipotensione**.

Nell'arteria principale del braccio la pressione può essere misurata con uno strumento chiamato **sfigmomanometro**, che abbina un manicotto gonfiabile a un misuratore di pressione.

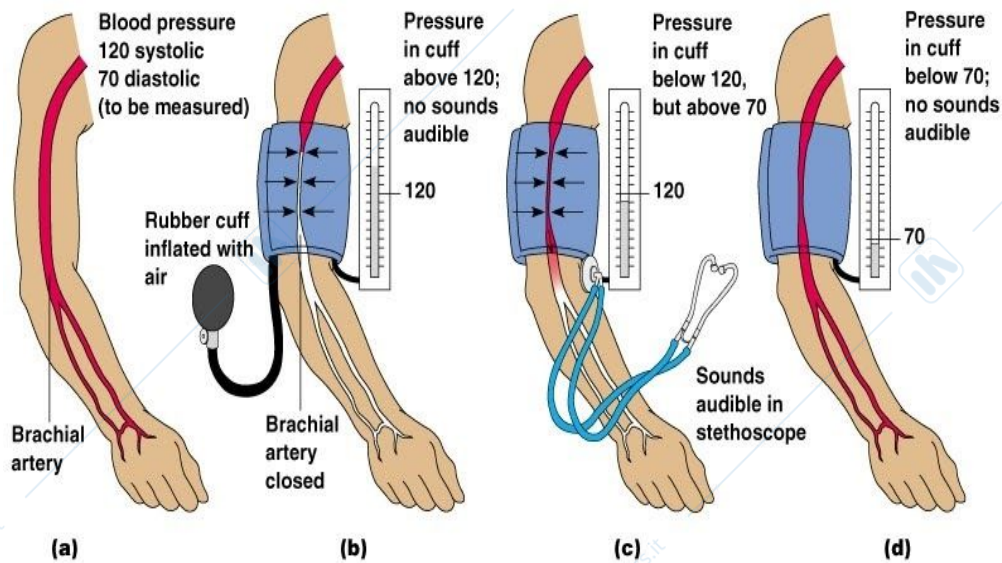
Può essere anche utilizzato uno **stetoscopio** per percepire i suoni creati dai vasi sanguigni.

Con lo sfigmomanometro si misura la **pressione massima** che è necessaria per comprimere un'arteria, così che il sangue non possa fluire attraverso essa (**valore sistolico**), e la **pressione minima** che permette il flusso di sangue attraverso l'arteria (**valore diastolico**).

La pressione sanguigna si indica con:

valore sistolico/valore diastolico

(per esempio 120/70).



Come si misura la pressione?

Come prima cosa il manicotto viene gonfiato fino a bloccare il flusso sanguigno; la pressione nel manicotto viene poi lentamente diminuita finché non si percepisce il suono di una pulsazione.

La pressione viene ulteriormente abbassata finché il suono diventa continuo.

In un giovane adulto i valori medi di pressione sono 120 per la massima e 80 per la minima, con notevoli variazioni individuali.

Il suono della pulsazione lascia il posto a un lieve soffio del flusso sanguigno.

Regolazione pressione sanguigna

La pressione sanguigna dipende da due fattori principali:

- il **flusso sanguigno**, che a sua volta dipende dal volume di sangue circolante e dalla gittata cardiaca;
- la **resistenza opposta dai vasi**, che dipende dal grado di vasocostrizione e dalla viscosità del sangue.

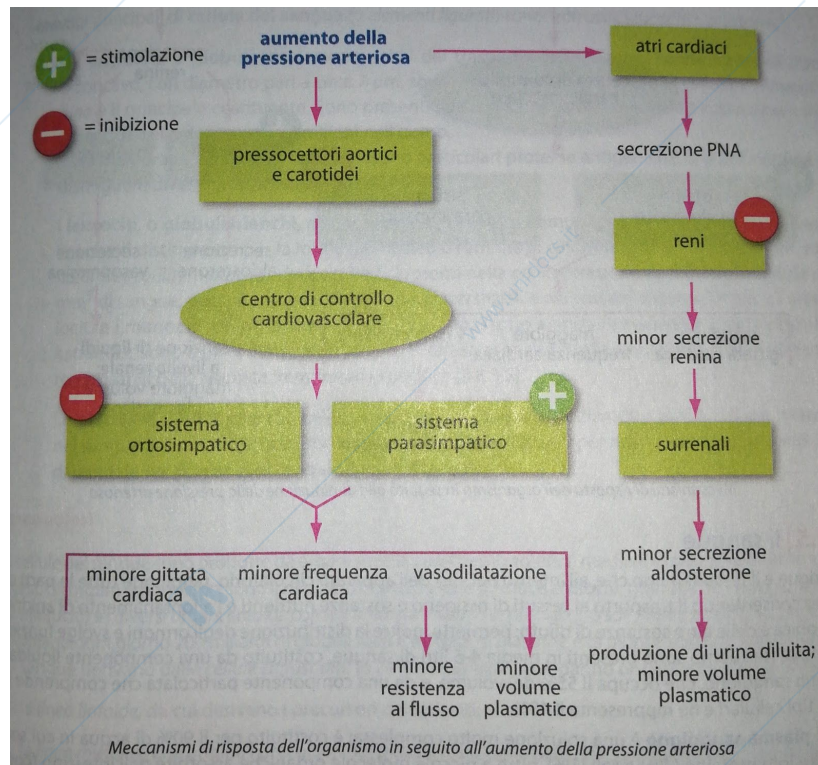
Per regolare la pressione sanguigna l'organismo agisce su tre diversi meccanismi:

- l'**attività cardiaca**, cioè la frequenza delle contrazioni;
- la **resistenza del sistema vascolare**, cioè la vasocostrizione e la vasodilatazione;
- il **volume sanguigno**.

I recettori del volume sanguigno sono presenti nell'atrio destro del cuore, mentre i sensori di pressione sono posti sulla parete dell'arco aortico nella carotide: le informazioni provenienti da questi sensori raggiungono gli specifici centri regolatori posti nel midollo allungato, da cui hanno origine risposte finalizzate al ripristino della pressione fisiologica.

In seguito a un aumento della pressione sanguigna, la prima reazione dell'organismo è data da una riduzione dell'attività del sistema ortosimpatico e da un'attivazione del parasimpatico; questo determina una diminuzione della frequenza e della gittata cardiaca, oltre alla dilatazione dei vasi periferici.

La vasodilatazione favorisce la fuoriuscita di fluidi a livello dei letti capillari e quindi la diminuzione del volume plasmatico.



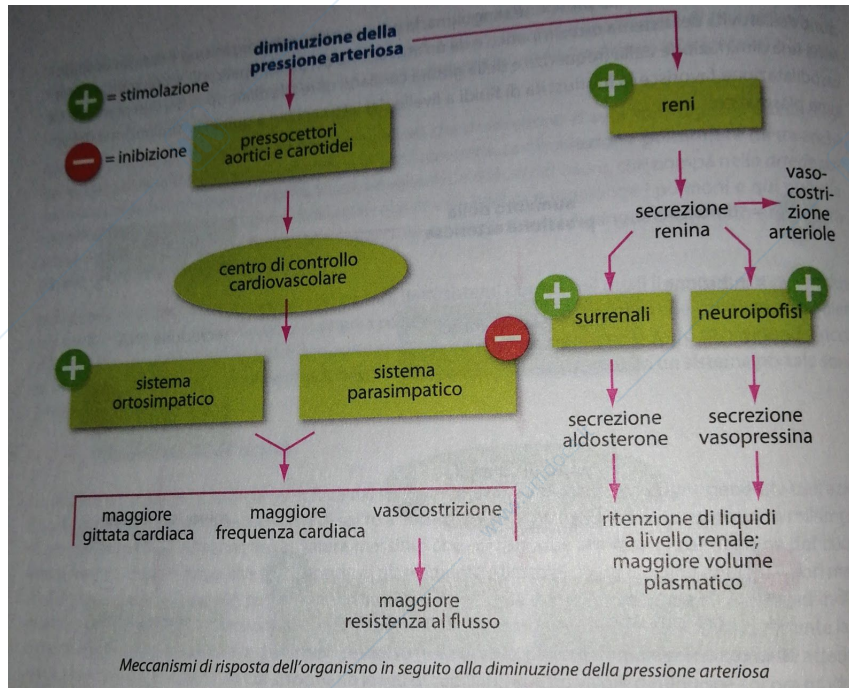
Il sistema nervoso quindi permette delle risposte rapide alle variazioni della pressione, mentre per la regolazione a lungo termine della pressione sanguigna è importante l'azione di diversi ormoni, tra cui l'**aldosterone** e l'**ADH**, che favoriscono il riassorbimento di acqua a livello renale, la formazione di urina concentrata e l'aumento del volume plasmatica.

Oltre a questi ormoni sono da ricordare la **renina** ed il **peptide natriuretico atriale**; la prima, prodotta in risposta alla produzione di urina diluita stimola la secrezione di aldosterone e favorisce la ritenzione idrica, il secondo, prodotto in risposta a un aumento della pressione sanguigna, inibisce la secrezione di renina e in tal modo favorisce l'eliminazione di liquidi e la diminuzione della pressione sanguigna.

La pressione è anche controllata dalla **secrezione di adrenalina**, che provoca una vasocostrizione periferica e un aumento della forza di contrazione, con aumento della frequenza cardiaca, il che provoca broncodilatazione e dilatazione della pupilla (mitriasi).

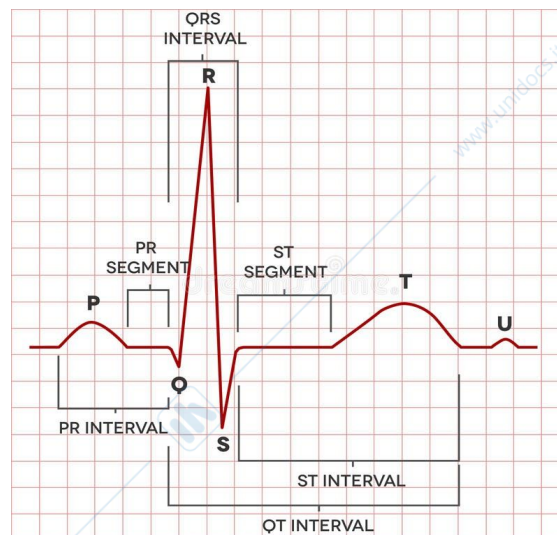
Si ricorda infine che anche le **variazioni della temperatura corporea** alterano, anche se lievemente, la pressione sanguigna; in caso di aumento della temperatura si ha la

vasodilatazione, quindi la pressione sanguigna diminuisce, mentre in caso di diminuzione della temperatura si verifica la vasocostrizione, e quindi la pressione aumenta.



L'ELETTROCARDIOGRAMMA

Gli stimoli elettrici che diffondono nel muscolo cardiaco vengono rilevati dagli elettrodi sul torace del paziente, e registrati dallo strumento **elettrocardiografo**; le variazioni rispetto ad un normale tracciato possono essere utilizzate per diagnosticare problemi cardiaci.



P corrisponde alla depolarizzazione del muscolo dell'atrio.

Q, R, S insieme corrispondono alla depolarizzazione dei ventricoli.

T corrisponde al rilassamento e alla polarizzazione dei ventricoli.

I suoni uditi attraverso lo stetoscopio vengono prodotti all'inizio e alla fine della sistole.

I rumori cardiaci possono inoltre essere ascoltati anche da un **fonendoscopio**, e possono essere registrati da un **fonocardiogramma**.

I VASI

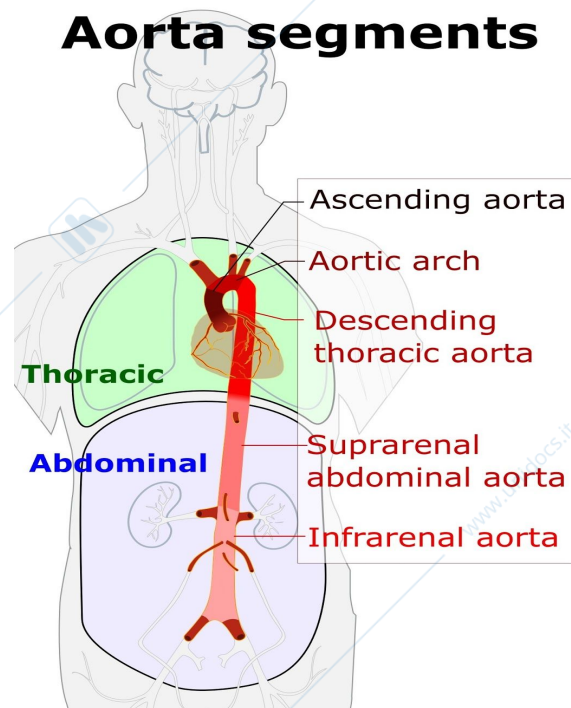
Vasi del torace

Arterie

L'arteria principale del torace è l'**aorta**, da cui nascono poi tutte le altre arterie minori.

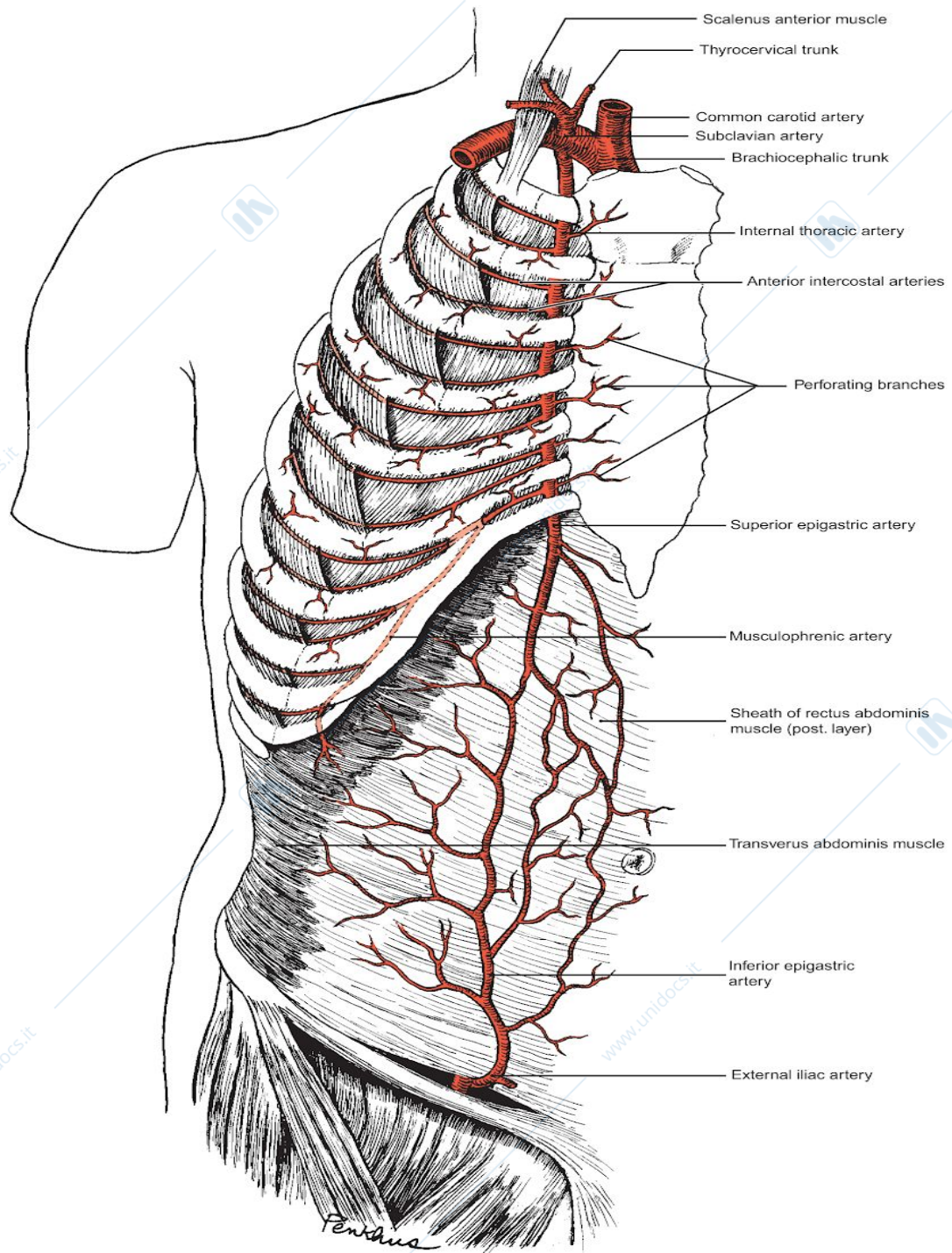
Essa origina dalla fuoriuscita del cono di eiezione del ventricolo sinistro, da cui riceve direttamente il sangue, e si divide in tre porzioni: abbiamo una prima porzione ascendente, in cui l'aorta va verso l'alto, una porzione in cui l'aorta fa un arco, sormontando il bronco principale di sinistra e portandosi all'indietro e verso sinistra (**arco aortico**), e una porzione discendente, che prende il nome di **aorta toracica**.

L'aorta attraverserà poi il diaframma e diventerà **aorta addominale**.



Dall'aorta dipartono i **rami parietali**, che servono per nutrire tutta la struttura toracica, e i **rami viscerali**, che servono a nutrire gli organi del torace e della regione mediastinica, quindi gli organi esofagei e bronchiali.

Da ricordare, tra i rami dell'aorta, c'è il **tronco brachiocefalico**, che si divide in **arteria carotide comune di destra** e **arteria succlavia destra**, e **arteria carotide comune di sinistra** e **succlavia di sinistra**.



THE INTERNAL THORACIC AND EPIGASTRIC ARTERIAL ANASTOMOSIS

Vene

Le vene del torace partono dalla periferia e si riuniscono poi in un vaso centrale.

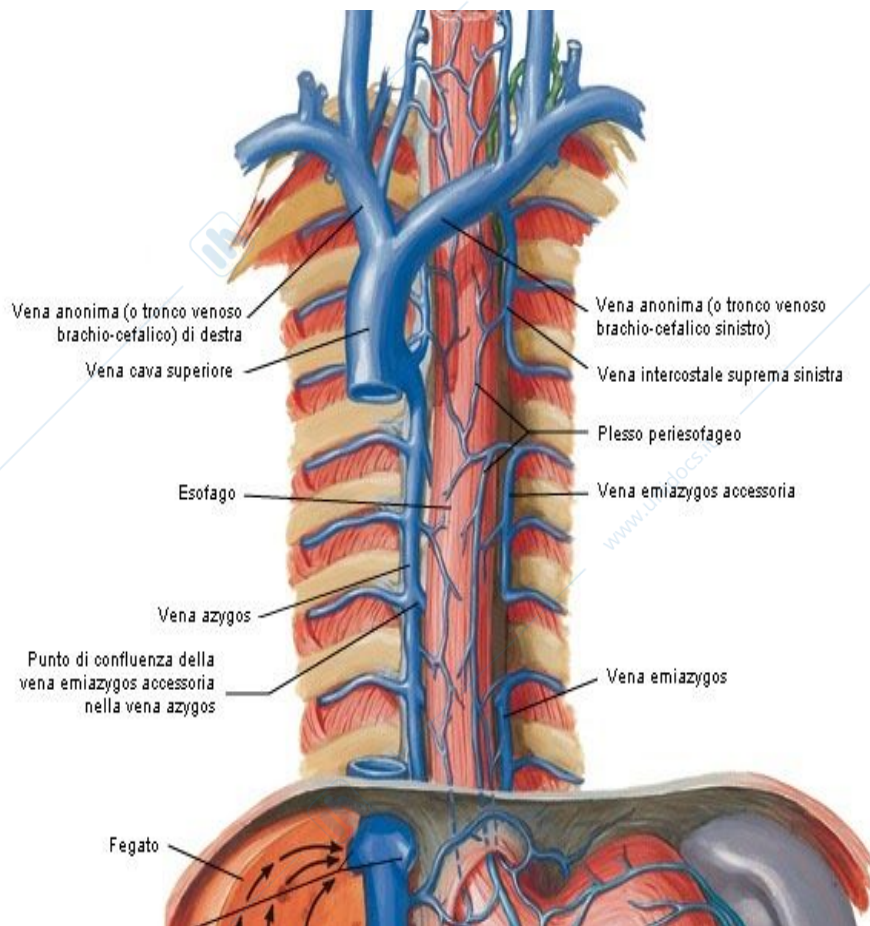
Sono presenti la **vena succlavia**, che riceve anche la **giugulare esterna** e la **vertebrale**, e la **giugulare interna**; queste due vene formano un altro tronco brachiocefalico.

I due tronchi si riuniscono a formare la **vena cava superiore**, che riceverà il sangue da altre vene, come la **vena azygos**, che arriva direttamente dall'addome al pari del **emiazygos**.

La **vena cava inferiore** si sviluppa dall'addome, e di conseguenza riceve tutto il sangue della porzione inferiore del corpo.

Essa attraversa il diaframma mediante un orifizio dedicato e raggiunge l'atrio di destra.

Nell'atrio di destra sbocca anche il **seno coronario**.



Vasi di collo e testa

Arterie

Nel collo salgono le **carotidi**; la carotide comune in particolare fa parte della **struttura fascio-vascolo-nervosa del collo**, che è una guaina di tessuto connettivo che accoglie al suo

interno la **carotide comune**, la **carotide interna**, la **giugulare interna** e il **nervo vago**.

La carotide comune sale nel collo fino ad arrivare alla cartilagine tiroidea, e poi si divide in carotide esterna e in carotide interna.

La **carotide esterna** porta il sangue alle strutture esterne del cranio, quindi non entra nella scatola cranica; avremo quindi dei rami cutanei che vanno a nutrire la porzione più superficiale della testa, come l'**arteria temporale superficiale** e l'**arteria occipitale**, e rami che vanno a nutrire le strutture più profonde ma comunque esterne alla scatola cranica, come l'**arteria mascellare**, che si approfonda a nutrire le strutture interne dello splancnocranio.

La **carotide interna** penetra nel **foro carotideo** e entra a livello della base del cranio.

L'arteria succlavia si sviluppa in **arteria vertebrale**, che percorre la parte cervicale della schiena tramite un tragitto segnato dal foro presente nei processi trasversi delle vertebre cervicali, e infine entra nel grande foro occipitale entrando a far parte della scatola cranica.

L'arteria vertebrale e la carotide interna formano una struttura particolare, il **poligono di Willis**.

Questo poligono è un **circolo anastomotico**, cioè ci sono tanti vasi che confluiscono tutti l'uno dentro l'altro, ma mantengono al contempo la loro indipendenza; in questo modo viene unito tutto il sangue che arriva alla porzione cerebrale, e persistono delle comunicazioni, in modo tale che anche se un vaso viene tappato, sono presenti altri vasi che continuano a portare il sangue.

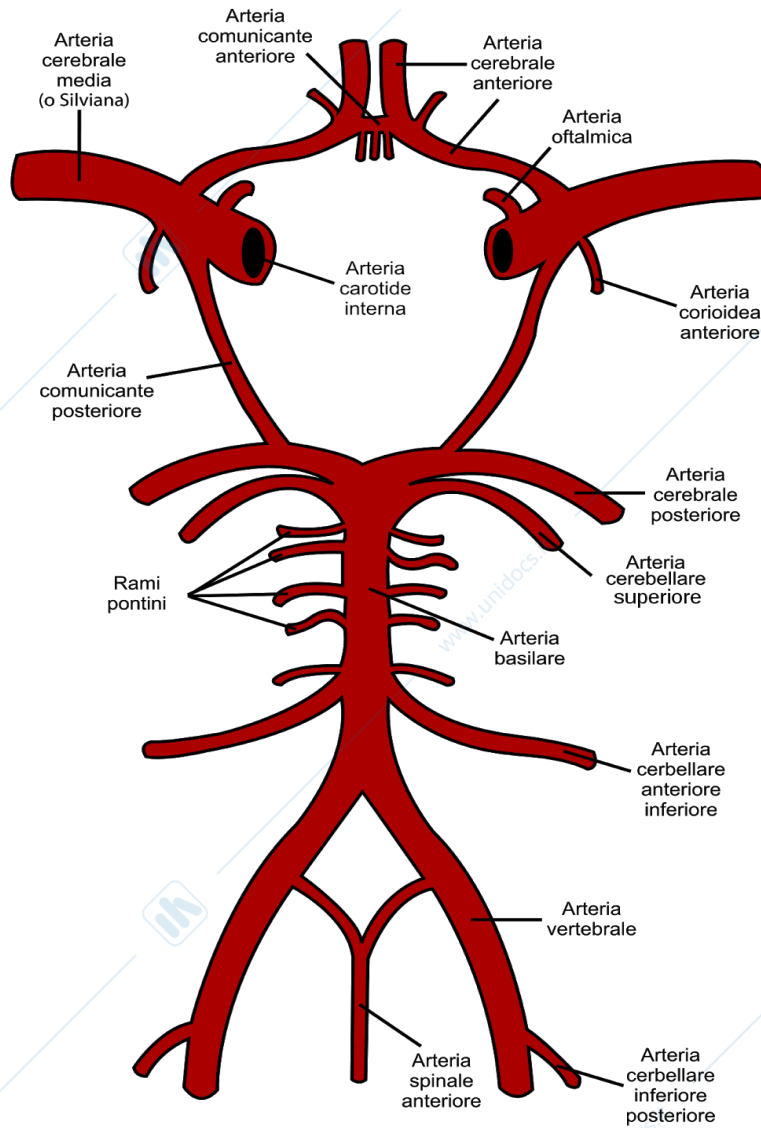
Ma come si costituisce questo poligono?

Come abbiamo detto le arterie vertebrali entrano nel grande foro occipitale, e si uniscono a formare le **arterie basilari**; dall'arteria vertebrale si sviluppano una serie di strutture della scatola cranica, come l'**arteria cerebellare** per il cervelletto, l'**arteria continua** per il ponte e per la restante parte del tronco encefalico, e l'**arteria cerebrale posteriore destra e sinistra**.

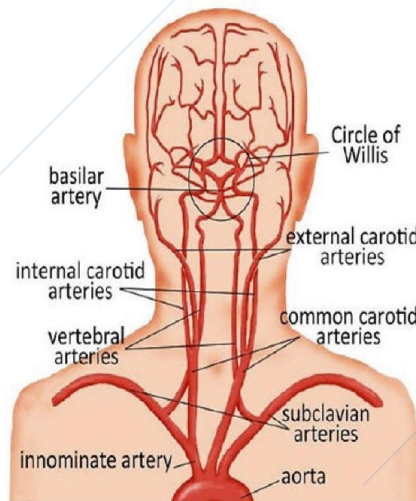
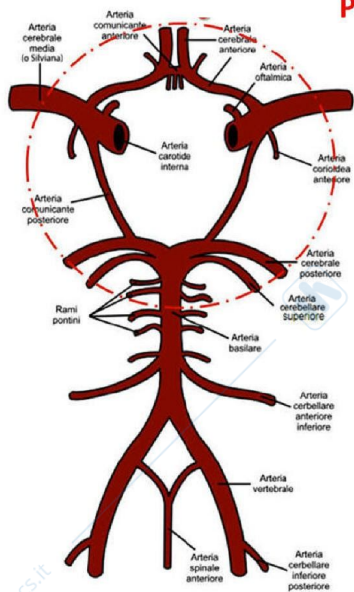
Dalle arterie cerebrali posteriori si diparte un **ramo** che raggiunge la carotide interna, dal quale poi si sviluppano le **arterie cerebrali medie** (o **silviane** poiché percorrono la scissura di Silvio) e le **arterie cerebrali anteriori**.

Le due arterie cerebrali anteriori, destra e sinistra, comunicano mediante l'**arteria comunicante anteriore**.

Tutte e 6 le arterie cerebrali destre e sinistre formano il poligono, disposto alla base del cranio.



POLIGONO DI WILLS



Vene

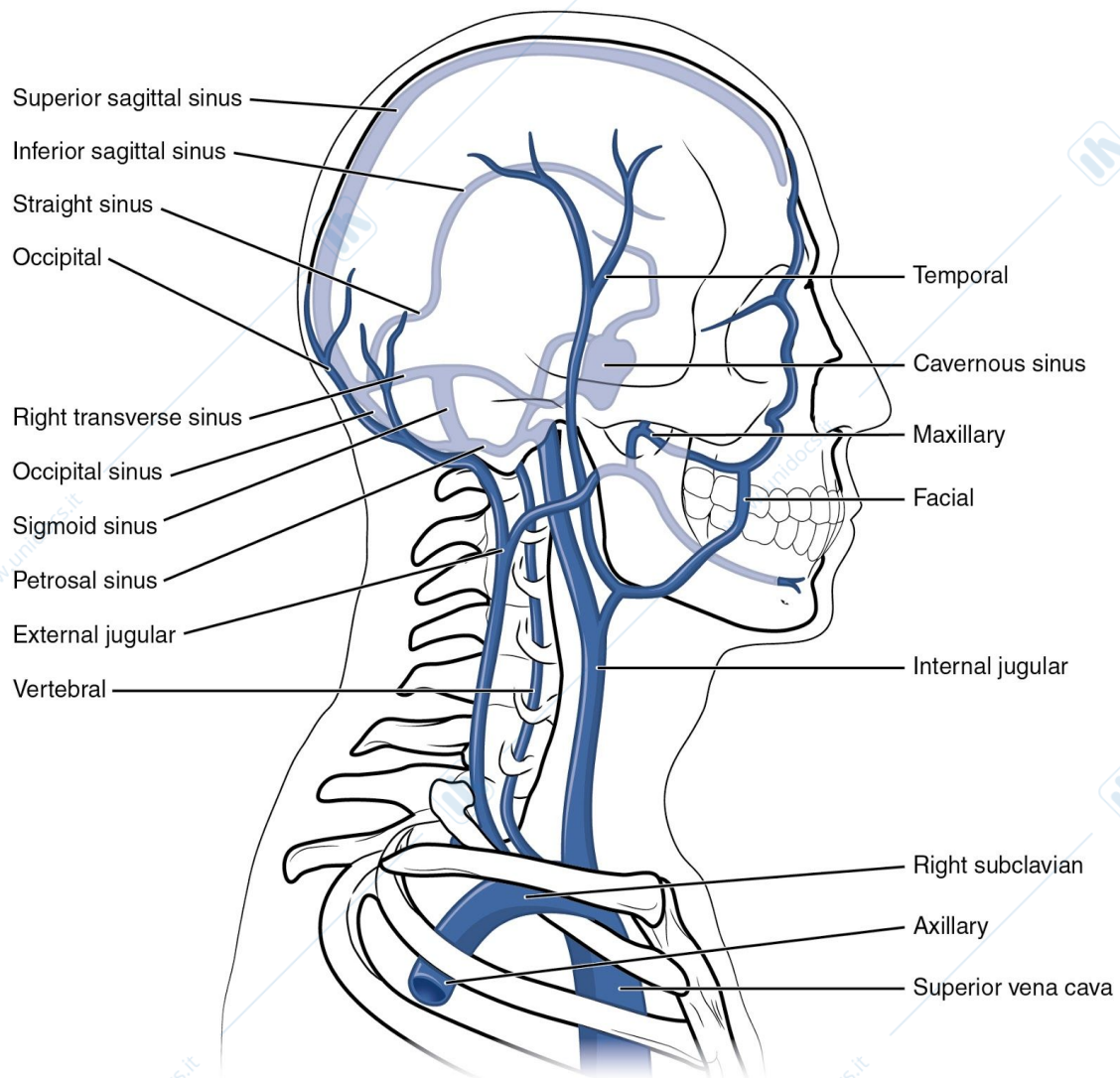
Le vene dalla superficie si riuniscono a formare dei vasi sempre più grandi, fino a formare la **vena giugulare esterna**, che raccoglie il sangue dalle strutture superficiali.

Le strutture interne alla scatola cranica raccolgono invece il sangue mediante i **seni venosi della dura madre** (come il seno sagittale inferiore e superiore o il seno retto); da questi seni venosi ha origine la **giugulare interna**, che appunto prende il sangue da quasi tutte le strutture interne alla scatola cranica.

È presente anche la **vena vertebrale** che fuoriesce dal foro occipitale.

La vena giugulare interna, la vena vertebrale e la vena giugulare esterna scendono nel collo e si uniscono alla **vena succlavia**.

La succlavia e la giugulare interna formano poi il **tronco encefalico destro**, che si sviluppa infine nella cava superiore.



Vasi dell'addome

Arterie

L'aorta ha proseguito a livello addominale, attraversando il diaframma mediante il **forame aortico**, che si trova tra i due pilastri mediali del muscolo, e, una volta entrata a livello addominale, essa produce i **rami per i visceri** e i **rami per la parete addominale**.

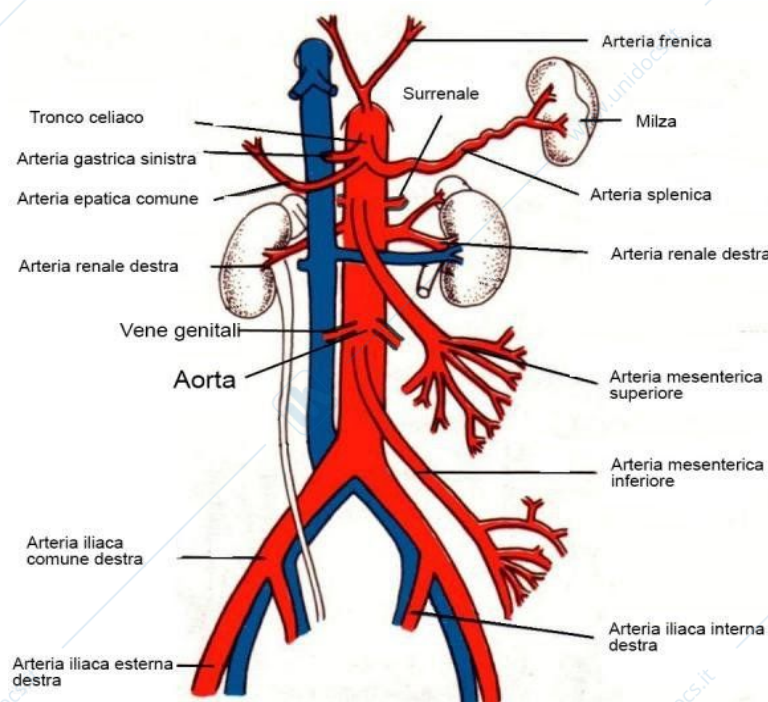
I rami per i visceri più importanti sono il **tronco celiaco** (o **tripode celiaco**), la **mesenterica superiore** e la **mesenterica inferiore**. Il tronco celiaco fornisce il sangue allo stomaco, al fegato e alla milza, mentre la mesenterica superiore e quella inferiore forniscono il sangue a tutto l'intestino.

L'aorta prosegue fino a livello della quarta e quinta vertebra lombare, per poi triforcarsi in due rami più grandi, l'**iliaca comune destra** e l'**iliaca comune sinistra**, e un ramo più minuto, la **sacrale mediana**.

Facciamo un piccolo approfondimento sul tronco celiaco...

Il tronco celiaco è una delle prime diramazioni dell'aorta addominale; è un breve tratto che si divide in tre rami, che sono: l'**arteria gastroepatica**, che porta il sangue al fegato e stomaco e si svilupperà in **epatica comune**, che a sua volta si formerà in **epatica destra**, l'**arteria lienale**, che porta il sangue a milza e pancreas, e l'**arteria gastrica sinistra**, che nutre lo stomaco lungo la piccola curvatura.

Nel tronco celiaco vi è un sistema di **anastomosi ad arcata** tipico delle arterie mesenteriche, che è la modalità in cui il sangue giunge all'intestino: la mesenterica superiore, infatti, porta il sangue all'intestino tenue e alla prima parte del crasso, mentre la mesenterica inferiore porta il sangue alla seconda parte del crasso e fino all'intestino sigmoide.



Vene

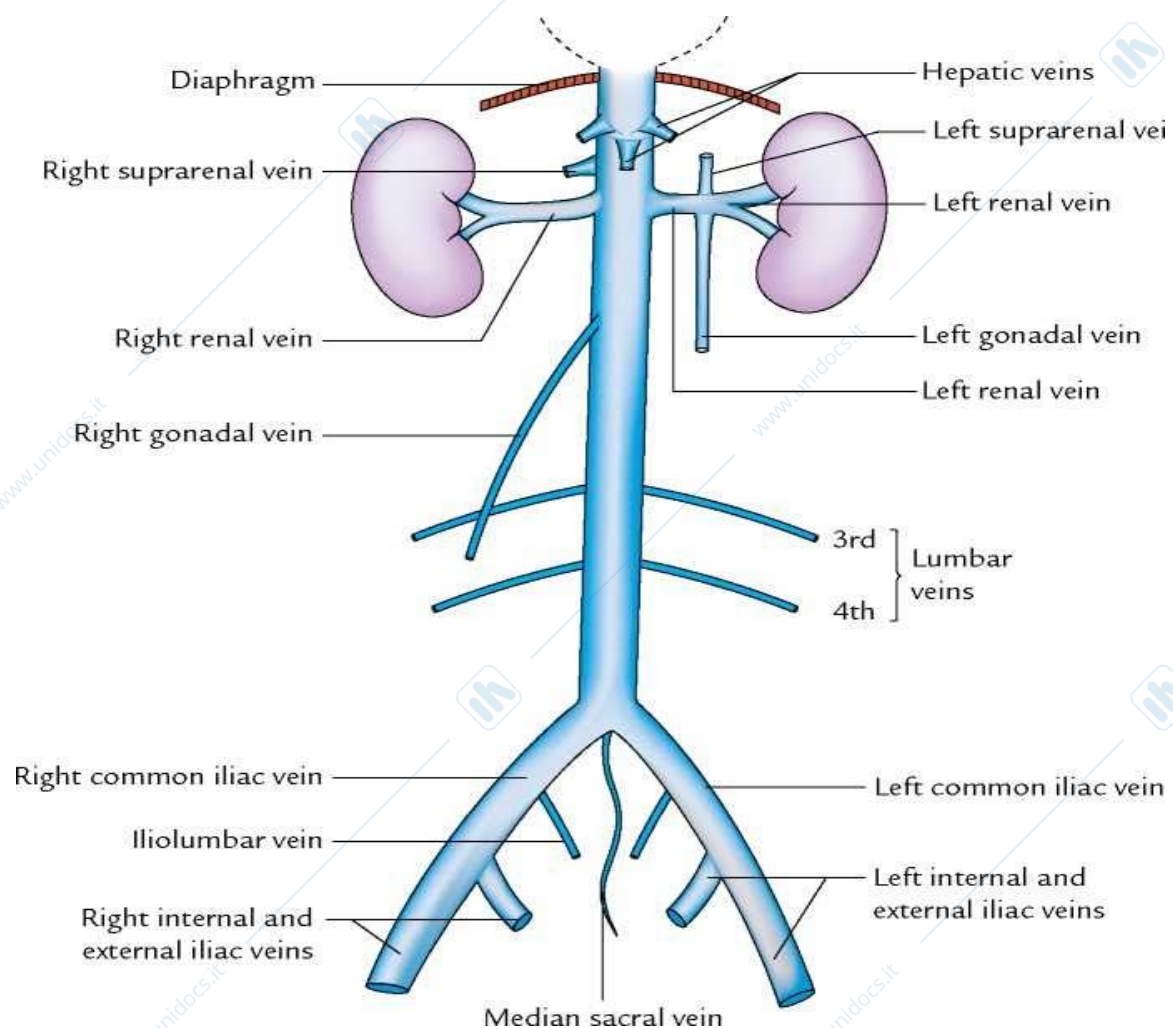
L'iliaca esterna e l'iliaca interna, che costituiscono le iliache comuni, si riuniscono dove si divideva l'aorta per formare la **vena cava inferiore**, che serve a raccogliere il sangue degli organi contenuti nella cavità addominale, come le vene epatiche, le vene renali, le vene surreali e le vene genitali.

L'azigos e l'emiazigos si sviluppano a partire dalle **vene lombari**, che sono una derivazione delle iliache; in particolare l'azigos risale attraversando il diaframma e scavalcando il bronco di destra, e si tuffa nella vena cava superiore, quindi fa da collegamento tra la vena cava inferiore e quella superiore.

Nell'intestino non ci sono vene, ma ad esso sono collegate le **vene epatiche**, poiché a livello addominale si sviluppa il sistema venoso della vena porta.

I visceri principali dell'addome, infatti, prendono il sangue e lo riuniscono in tre vene: una **vena lienale**, una **vena mesenterica inferiore** e una **vena mesenterica superiore**.

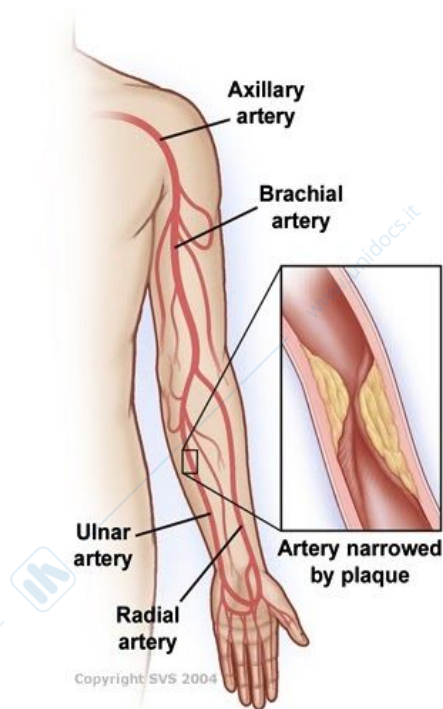
Queste tre vene formano la vena porta, che si dirige verso l'ilo del fegato, che è un organo pieno e, in questo modo, le vene si ricapillarizzano e si costituisce una rete di capillari tra le vene epatiche; queste vene epatiche, che servono a drenare il sangue, si riuniscono in numero variabile e sbucano nella vena cava inferiore.



Vasi dell'arto superiore

Arterie

Le arterie dell'arto superiore derivano dalla succlavia, che passa sotto la clavicola diventando **arteria ascellare** e prosegue sviluppandosi in **arteria brachiale**; dall'arteria brachiale derivano l'**arteria radiale** e l'**arteria ulnare**, che finiscono con le **arcate palmari**, che servono a nutrire la porzione terminale dell'arto superiore.



Vene

Abbiamo una **rete venosa superficiale** e una **rete venosa profonda**, ma entrambe confluiscono nella vena succlavia.

La circolazione venosa superficiale ha inizio nella mano, con gli **archi venosi superficiali**, che proseguono sull'avambraccio sviluppandosi in **vena mediana**, **vena basilica mediale** e **vena cefalica laterale**.

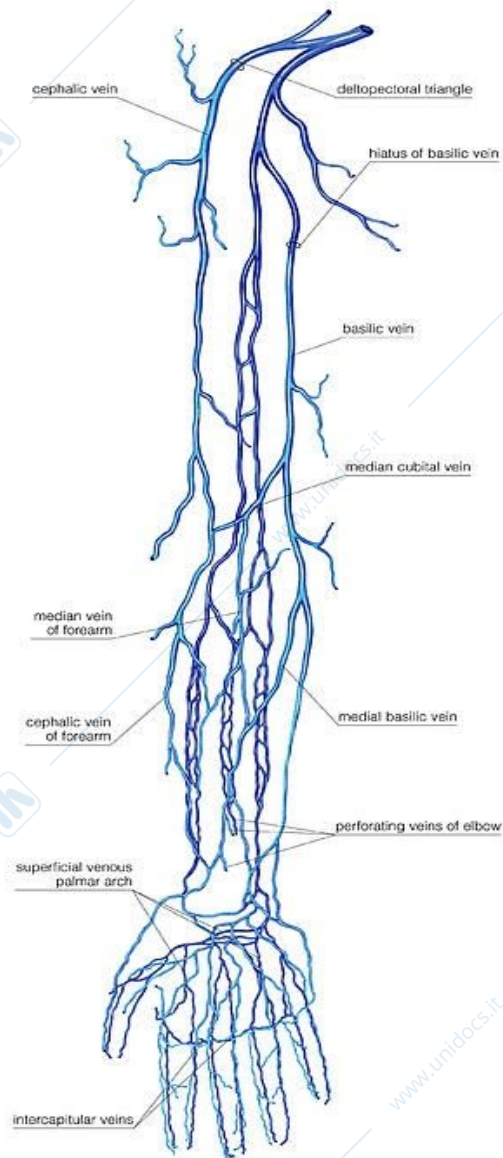
La vena basilica e la vena cefalica proseguono come vene superficiali fino alla spalla.

La vena basilica, in particolare, si riunirà alla **vena brachiale** per formare la **vena ascellare**, mentre la cefalica resterà indipendente, fino ad approfondarsi e unirsi alla vena ascellare per formare la **vena succlavia**.

Per quanto riguarda invece la circolazione venosa profonda, sono presenti le **arcate venose profonde**, che si riuniscono nelle vene che formano per confluenza le **vene ulnari** e le **vene radiali**, che si riuniscono a formare la vena brachiale.

La vena brachiale poi si anastomizza, cioè confluisce nella basilica e forma l'ascellare.

Anche la cefalica confluisce e genera la succlavia.



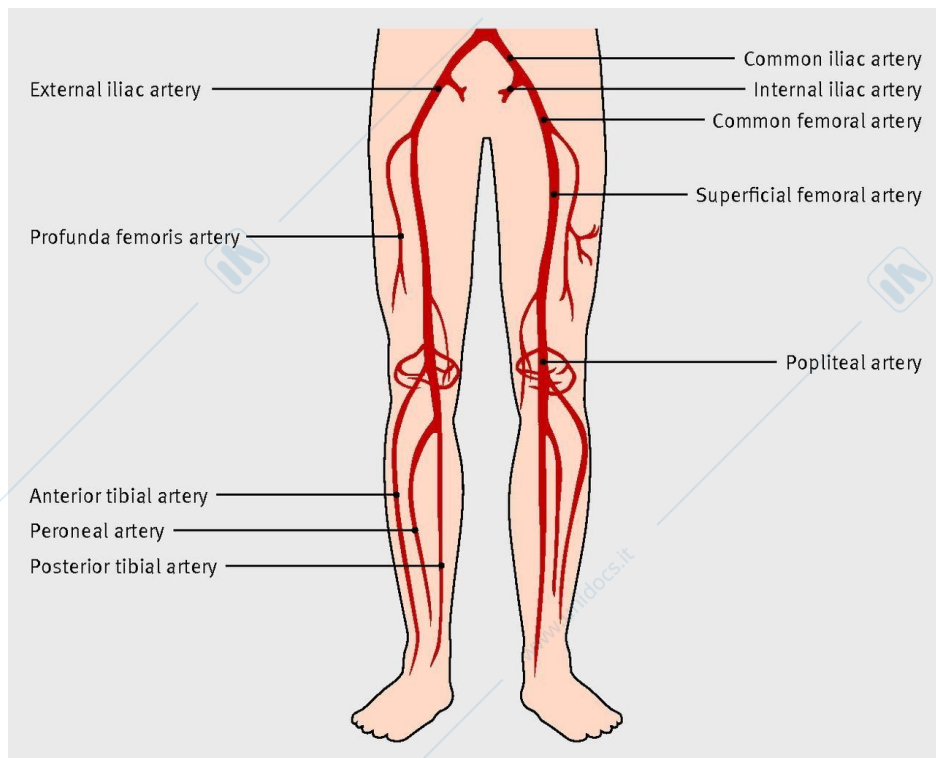
Vasi dell'arto inferiore

Arterie

L'**iliaca comune** genera l'**iliaca esterna** e l'**iliaca interna**.

L'iliaca interna attraversa la **piccola pelvi** posteriormente e va così a nutrire tutte le strutture che fanno parte del perineo.

L'iliaca esterna attraversa l'inguine ed entra nella gamba come **arteria femorale**, che decorre lungo tutta la coscia per diventare poi **arteria poplitea** a livello del ginocchio e **arteria tibiale anteriore** e **posteriore**, **arteria peroniera** e **arteria plantare**.



Vene

Sono presenti le **vene plantari profonde e superficiali** che generano radici superficiali e profonde.

Dalle radici profonde si sviluppa la **vena femorale profonda**, che è la principale dell'arto inferiore; essa torna a diventare **iliaca esterna** ed **interna** e poi **iliaca comune**.

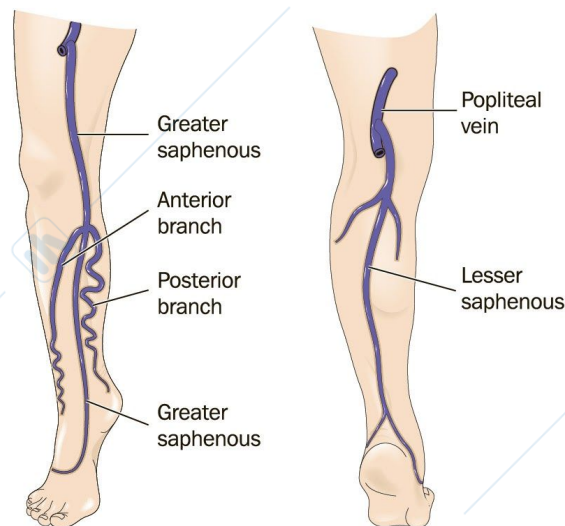
Altre radici profonde derivano dalle **digitali e plantari profonde**, e sono le **vene tibiali posteriori e anteriori**, la **vena peroniera** e la **vena poplitea**, che diventa poi vena femorale profonda.

Per quanto riguarda le radici superficiali, esse sono delle **vene cutanee** presenti sul dorso del piede; in particolar modo ci sono due vene che originano rispettivamente da dietro il malleolo fibulare e da dietro il malleolo tibiale, che sono la **piccola safena** e la **grande safena**.

La piccola safena è una vena della gamba che parte da dietro il malleolo fibulare (o il perone) e si riunisce alla vena poplitea, a livello del ginocchio.

La grande safena invece è indipendente per più tempo, in quanto diviene prima vena della gamba, poi vena della coscia ed infine si riunisce alla vena femorale in corrispondenza dell'articolazione coxo-femorale.

Confluendo nella femorale si avvia poi per diventare **vena iliaca esterna**.



In generale, per quanto riguarda le vene, esse si dipartono dalla periferia e si muovono verso il centro, mentre le arterie partono dal centro e vanno verso la periferia.

LA DOPPIA CIRCOLAZIONE

L'apparato cardiovascolare è un sistema chiuso organizzato in modo da formare due circuiti distinti:

- la **circolazione polmonare**, che serve ad ossigenare il cuore ed eliminare il diossido di carbonio;
- la **circolazione sistemica**, che invece distribuisce l'ossigeno, i nutrienti e le sostanze utili a tutti i tessuti del corpo, e preleva il diossido di carbonio e le sostanze di scarto.

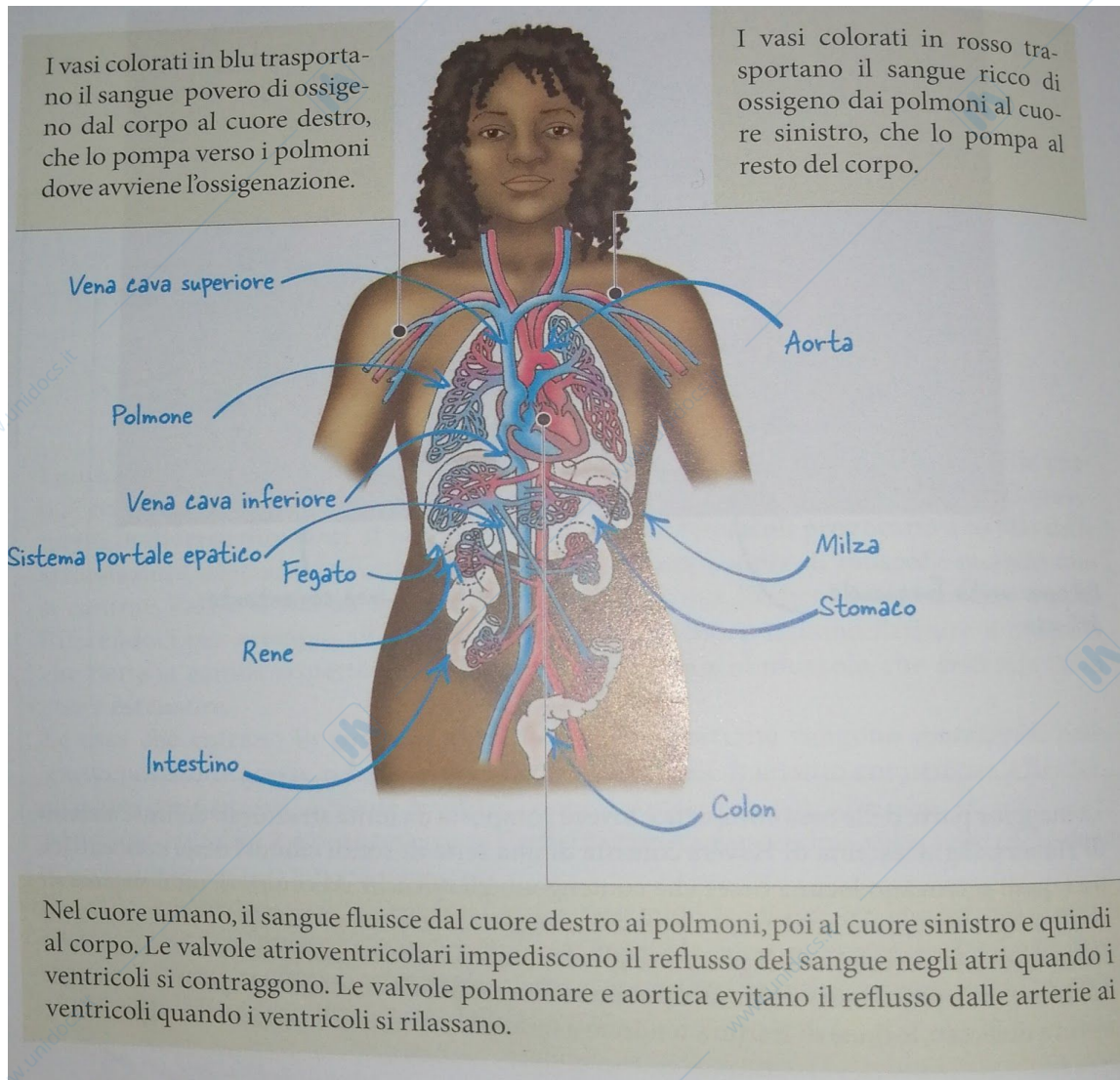
L'apparato circolatorio si dice **chiuso** se il sangue circola sempre entro i vasi e si dice **aperto** se il sangue circola entro alcuni vasi, poi esce e penetra nelle lacune dei tessuti.

Curiosità

- Tutti gli animali a simmetria raggiata, i plattelminti e gli pseudocelomati sono privi di apparato circolatorio;
- negli artropodi e nei molluschi l'apparato circolatorio è aperto, in quanto il cuore spinge il sangue (**emolinfa**) in vasi che si aprono nelle cavità del corpo e negli spazi tra gli organi, da cui ritorna al cuore attraverso apposite aperture;
- nei pesci il sangue rifluito dal corpo è sospinto dal cuore alle branchie, dove si ossigena, e quindi passa in un grosso vaso da cui si distribuisce a tutto il corpo. La circolazione nei pesci è detta **semplice** e **completa**; semplice perché un giro completo di sangue passa una sola volta attraverso il cuore, completa perché il sangue povero di ossigeno che attraversa il cuore, e quello ricco di ossigeno che dalle branchie va ai tessuti, non si mescolano mai. Il cuore è formato da un atrio e da un ventricolo;
- nei mammiferi e negli uccelli la circolazione è doppia e il cuore presenta due atri e due ventricoli;

- negli anfibi e nei rettili il cuore presenta due atri e un ventricolo e la circolazione è incompleta.

ANATOMIA APPARATO CARDIOVASCOLARE



Rivediamo in breve come funziona la circolazione...

Il sangue povero di ossigeno proveniente dai tessuti del corpo entra nell'atrio destro e fluisce attraverso una valvola atrioventricolare nel ventricolo destro (valvola tricuspide).

La maggior parte del sangue entra nel ventricolo mentre il cuore è rilassato, nell'intervallo tra i battiti.

Subito dopo la fine di questo periodo di riempimento passivo del ventricolo, l'atrio si contrae, e aggiunge un piccolo volume di sangue a quello già presente nel ventricolo.

Il ventricolo destro pompa il sangue attraverso la valvola polmonare nel circuito polmonare.

Dal circuito polmonare il sangue ritorna all'atrio sinistro e fluisce attraverso una valvola atrioventricolare nel ventricolo sinistro (valvola bicuspidale o mitrale, chiamata così per la sua somiglianza con la **mitria**, un copricapo liturgico).

Come accade nella porzione destra del cuore, la maggior parte del riempimento del ventricolo sinistro è passiva, ma il ventricolo si riempie completamente grazie alla contrazione atriale che avviene subito dopo la fine del periodo di riempimento passivo.

Infine il ventricolo sinistro pompa il sangue attraverso la valvola aortica nel circuito sistemico.

Disturbi dell'apparato cardiocircolatorio e del sangue

Anemia

Con il termine generico di anemia si intende una condizione clinica caratterizzata da una ridotta concentrazione di eritrociti o di emoglobina nel sangue.

Fra i sintomi si ricordano debolezza, pallore della cute e delle mucose, tachicardia e vertigini.

Le cause possono essere:

- **una perdita di sangue;**
- **produzione insufficiente di globuli rossi per carenze alimentari:** la carenza di ferro causa una forma detta *anemia ferropiva*, mentre la carenza di vitamina B12 è responsabile dell'*anemia perniciosa*;
- **produzione insufficiente di globuli rossi per malattie del midollo osseo:** l'*anemia aplastica* è caratterizzata dalla riduzione del numero di cellule del sangue e dalla riduzione dei loro precursori presenti nel midollo osseo. Questa grave malattia può essere causata da alcuni farmaci e dall'esposizione alle radiazioni;
- nel caso dell'**anemia emolitica** gli eritrociti sono prodotti in modo normale ma vengono distrutti rapidamente. I sintomi sono un basso numero di eritrociti, aumento della bilirubina, che conferisce colore giallastro alle congiuntive e alla pelle. Può essere causata dalle reazioni autoimmuni, da carenze enzimatiche, come nel caso del favismo, oppure dall'ingestione di sostanze tossiche;
- **malattie genetiche**, come l'*anemia falciforme*, dovuta a una mutazione genetica o l'*anemia mediterranea*. Sotto il nome di anemia mediterranea o *talassemia* si raggruppano malattie ereditarie, caratterizzate da un'emoglobina alterata, che hanno diversi gradi di gravità: nella forma più lieve (eterozigote), detta anche talassemia minor, gli individui colpiti non ne risentono; la forma più grave (omozigote), detta anche talassemia major è invece caratterizzata da bassi valori di emoglobina e bilirubina elevata, deformazione delle ossa del cranio e le aspettative di vita sono notevolmente minori di quelle degli individui sani.

Aneurisma

Un aneurisma è dovuto alla dilatazione irreversibile di un tratto di un'arteria; può essere congenito o dovuto a patologie della parete dei vasi.

Aritmia cardiaca

L'aritmia è un'anomalia del ritmo e della frequenza delle pulsazioni cardiache, dovuta ad alterazioni degli impulsi elettrici responsabili delle contrazioni cardiache.

Normalmente il cuore batte con una frequenza ritmica regolare compresa tra i 50 e 100 battiti al minuto.

Tachicardia: frequenza delle pulsazioni superiore alla norma.

Bradicardia: frequenza delle pulsazioni inferiore alla norma.

Arteriosclerosi

Arteriosclerosi è un termine generico che indica ispessimento e indurimento delle pareti delle arterie, con perdita di elasticità.

Aterosclerosi

L'aterosclerosi è il caso più comune di arteriosclerosi, caratterizzato dalla presenza di lesioni accompagnate da notevoli quantità di grassi.

La degenerazione aterosclerotica dei vasi è dovuta alle placche di *ateroma*, placche costituite da grassi, proteine, frammenti cellulari e tessuto fibroso che si formano in condizioni di elevata colesterolemia sulla parete dei vasi.

Questo ispessimento riduce il lume dei vasi, ostacolando il flusso del sangue ed è responsabile di complicazioni, spesso mortali come trombosi, emorragie cerebrali e infarto.

I fattori di rischio che favoriscono l'insorgenza dell'aterosclerosi e delle malattie cardiovascolari connesse sono: elevata concentrazione nel sangue di grassi (**iperlipidemia**) e in particolare di colesterolo (**ipercolesterolemia**), fumo, abitudini di vita sedentari, obesità, stress e situazioni patologiche, come ipertensione e diabete.

Dal punto di vista farmaceutico si utilizzano farmaci ipocolesterolemizzanti, anticoagulanti e antiaggreganti piastrinici.

Embolia

L'embolia è l'occlusione di un vaso sanguigno da parte di un corpo estraneo.

Colpisce spesso le arterie degli arti, e la causa più frequente è la presenza di un trombo, che si frammenta in minuscoli coaguli sanguigni, i quali procedono con la corrente sanguigna e si arrestano dove il vaso diventa troppo stretto, provocando ischemia dei tessuti a valle dell'occlusione.

L'**embolia gassosa** è dovuta all'entrata in circolo di una bolla d'aria, evento che si può verificare durante un intervento chirurgico oppure nei subacquei che fanno immersione con le bombole in caso di errori durante la risalita.

Ictus

Detto anche colpo apoplettico, è la morte improvvisa di una parte delle cellule cerebrali.

Le cause possono essere due: occlusione di un'arteria, con conseguente ischemia cerebrale o emorragia di un'arteria.

I principali fattori di rischio sono aterosclerosi, fumo e ipertensione.

Infarto

In generale con infarto si intende la necrosi di una parte di un organo in seguito a insufficiente apporto di ossigeno.

L'infarto miocardico è la necrosi di parte del tessuto cardiaco dovuto all'occlusione delle arterie coronarie che irrorano il cuore.

Come per l'ictus, i principali fattori di rischio sono l'aterosclerosi, il fumo e l'ipertensione.

Ischemia

È lo stato di sofferenza di un tessuto dovuto a insufficiente apporto di ossigeno con il sangue.

Ittero

Il termine ittero indica la colorazione gialla della cute dovuta all'aumento della bilirubina nel sangue.

Tra le cause possibili vi sono un'aumentata distribuzione dei globuli rossi, determinata da una particolare forma di anemia, oppure la diminuita funzionalità del fegato, a causa di processi infiammatori, come in caso di epatite.

Nei neonati si assiste normalmente alla comparsa di un *ittero fisiologico*, dovuto al fatto che l'emoglobina fetale è diversa dall'emoglobina presente dopo la nascita, quindi al momento della nascita i globuli rossi fetali vengono distrutti e sostituiti con nuovi eritrociti.

Leucemia

Il termine leucemia indica un gruppo di malattie caratterizzate dalla proliferazione incontrollata con conseguente accumulo dei leucociti presenti nel sangue.

I tipi diversi di leucemia si differenziano principalmente per i fattori scatenanti, le cellule interessate e la rapidità di progressione.

Shock

È una condizione clinica caratterizzata da insufficienza circolatoria, con ridotta ossigenazione e conseguente sofferenza dei tessuti.

Lo shock è caratterizzato principalmente da ipotensione arteriosa (la massima generalmente è inferiore a 90 mmHg), accompagnata da debolezza muscolare, confusione mentale, cute pallida e cianotica e sudorazione abbondante.

Nelle forme più gravi se non si interviene in tempo può sopraggiungere il coma.

Le cause dello shock possono essere diverse: un'emorragia, gravi perdite di liquidi, un cattivo funzionamento del cuore o lesioni del midollo spinale.

Lo *shock anafilattico* è una reazione allergica estremamente violenta dovuta al fatto che l'allergene, che può essere un farmaco, un veleno di un insetto o un cibo, scatena una risposta immunitaria che causa una forte vasodilatazione e fuoriuscita di liquidi dai vasi, con conseguente forte calo della pressione sanguigna.

Trombosi

La trombosi è la formazione di trombi, cioè coaguli di sangue all'interno del cuore e dei vasi.

Può essere dovuta ad alterazioni della parete dei vasi, al rallentamento della circolazione oppure da alterazioni dei fattori plasmatici responsabili della coagulazione.

La trombosi spesso interessa le vene degli arti, le arterie cerebrali e le coronarie, con conseguenze diverse a seconda del sito colpito e delle dimensioni del coagulo.

Quando colpisce le arterie terminali il tessuto interessato va incontro a necrosi, provocando un infarto, mentre è meno grave quando colpisce i vasi venosi, causando ristagno sanguigno ed edema.

APPARATO CIRCOLATORIO LINFATICO

Il liquido che fuoriesce dai capillari arteriosi e non viene riassorbito forma la **linfa**, che ha composizione simile al fluido interstiziali.

Questa linfa torna al sangue attraverso un secondo sistema circolatorio, che è il sistema linfatico, distinto da quello cardiovascolare e formato dall'insieme di **vasi linfatici**.

Il sistema linfatico inizia con dei sottilissimi capillari linfatici a fondo cieco che raccolgono la linfa dai tessuti e la conducono in vasi linfatici di calibro maggiore; questi confluiscono a loro volta nel **dotto toracico** e nella **grande vena linfatica**, che riversano infine il loro contenuto nelle **vene succlavie** alla base del collo.

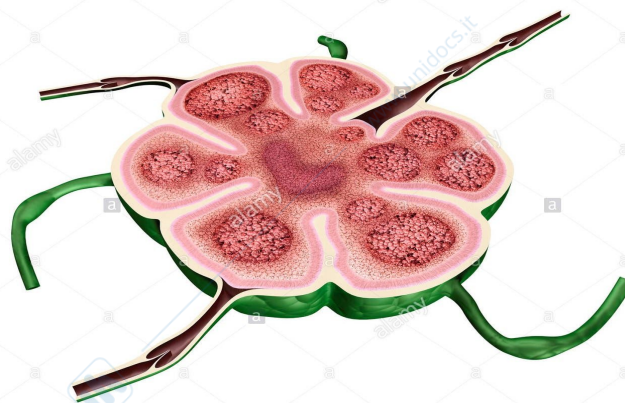
Dato che il sistema linfatico non è dotato di un organo propulsore, il flusso della linfa nei vasi linfatici è determinato dalla contrazione dei muscoli scheletrici e dai muscoli respiratori e procede nella giusta direzione grazie alla presenza lungo i vasi di valvole che impediscono il reflusso.

Oltre alla funzione di drenaggio dei liquidi in eccesso, il sistema linfatico ha il compito di trasportare al sangue i grassi assorbiti dall'intestino.

Un'altra funzione di primaria importanza è quella di collaborare con il sangue alla difesa dell'organismo, grazie ai **linfonodi**, piccole masse di tessuto spugnoso che contengono un gran numero di globuli bianchi, principalmente macrofagi e linfociti, e che sono collocati lungo il percorso dei vasi linfatici più grandi.

Da un punto di vista circolatorio l'apparato linfatico è piuttosto simile al cardiovascolare venoso, in quanto anch'esso risale dalla periferia verso il centro, verso il dotto toracico.

Lungo il decorso dei vasi linfatici, in determinate zone del corpo, tra cui il collo, le ascelle e l'inguine, sono disseminati i **linfonodi**, piccoli organi spugnosi e tondeggianti che hanno la funzione di filtrare la linfa, rimuovendo e distruggendo le particelle estranee, e di arricchirla di linfociti.



alamy stock photo

FXN495
www.alamy.com

Sezione trasversale di un linfonodo

Quindi in sostanza la circolazione linfatica segue dei **tronchi**: i vasi linfatici dalla periferia fanno capo a un gruppo di linfonodi, che poi mediante vari tronchi si riuniscono nel dotto toracico.

Esso, insieme alla **cisterna del chilo** (la sua base) risale e va a riunirsi con la circolazione sistemica a livello della vena succlavia di sinistra; questo ci fa intuire che la circolazione linfatica è piuttosto asimmetrica tra destra e sinistra.

Gran parte della linfa del corpo fluisce tutta a livello della vena succlavia di sinistra, che riceve i tronchi lombari destro e sinistro, che prendono tutta la linfa dagli arti inferiori e dai gruppi di linfonodi che si trovano a livello lombare e ileopelvico; in particolare il **tronco intestinale** prende la linfa dai visceri della cavità addominale, il **tronco linfatico giugulare** prende la linfa dalla testa e dai linfonodi cervicali di sinistra, il **tronco linfatico succlavio di sinistra** prende la linfa dal lato superiore di sinistra e porta il sangue dall'arto superiore di sinistra verso il dotto toracico, che prende quasi tutto il corpo tranne che nella metà destra della testa, l'arto superiore di destra e una piccola parte del torace di destra, che comunque fa capo ai linfonodi ascellari.

Confluente al dotto linfatico di destra vi sono il **tronco linfatico**, la **giugulare di destra**, il **tronco succlavio di destra** e il **broncomediastinico di destra**.

Il punto dove si innesta il dotto toracico è leggermente posteriore rispetto a dove si innesta la giugulare interna.

ORGANI DEL SISTEMA LINFATICO

Organi linfoidi primari

Midollo osseo

Vedi lezione istologia.

Timo

È un organo pieno, impari e mediano posizionato superiormente e anteriormente rispetto al cuore.

Spesso non è rappresentato nell'individuo adulto in quanto è in fase di forte regressione; è infatti un organo ben sviluppato nei bambini ma man mano riduce le sue dimensioni e perde parenchima in favore di tessuto inerte.

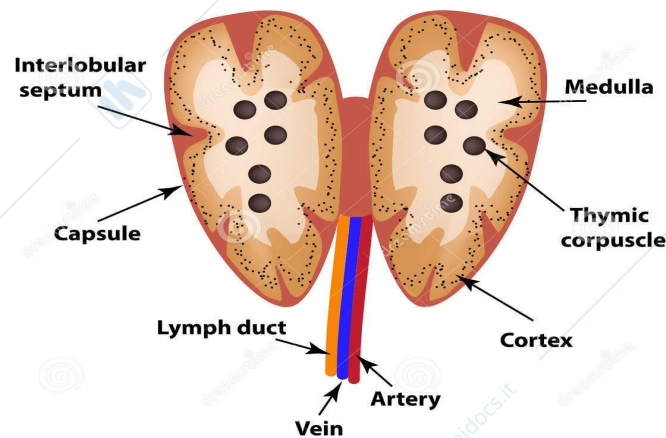
Andando a vedere come è organizzato internamente il timo vediamo che è un **organo capsulato**, quindi presenta una capsula di connettivo che lo circonda.

Gli organi pieni non hanno strati, ma stroma e parenchima, infatti lo stroma è il connettivo di sostegno che negli organi linfoidi è una trama tridimensionale di tessuto reticolare. Il parenchima si organizza in una corticale e in una midollare.

Le cellule molto indifferenziate che derivano dal midollo osseo (perché comunque le cellule che derivano dal timo derivano dal midollo osseo) e che appartengono ai precursori della linea linfoide maturano nel timo divenendo linfociti T; questo processo di maturazione si sviluppa dalla corticale verso la midollare, che quindi nella midollare ci sono meno linfociti T, ma più maturi.

I linfociti T sono quindi in grado di dare la memoria immunologia, ma non producono gli anticorpi; la produzione di anticorpi la possono fare solo i linfociti B.

STRUCTURE OF THE THYMUS



Download from
Dreamstime.com
This material is copyrighted © 2012. All rights reserved.

85238920
Iryna Timonina | Dreamstime.com

Organi linfoidi secondari

M.A.L.T

Il M.A.L.T è il tessuto associato alle mucose (Lymphoid Tissue Mucosa Associated).

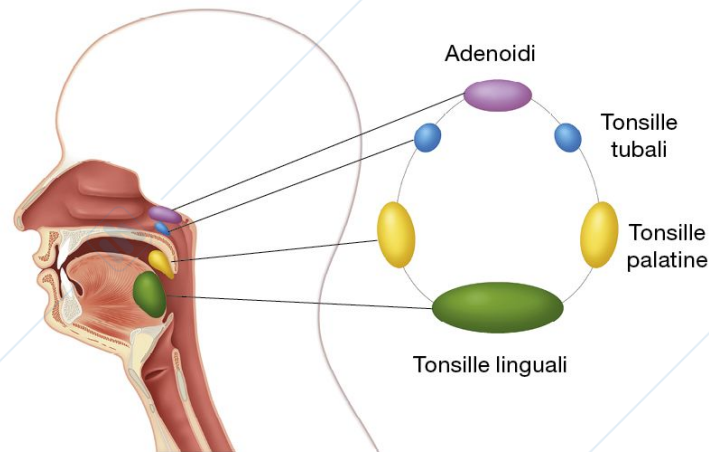
Ogni mucosa presenta una sua conformazione che può avere natura linfoide.

Un esempio ne sono le **placche di Peyer**, che sono aggregati di tessuto linfoide che stanno all'interno dello spessore dell' intestino.

Un altro esempio sono gli **aggregati di linfociti B**, che producono delle immunoglobuline della classe A, che rilasciano a livello delle mucose per contrastare qualunque azione dall'esterno.

Una conformazione particolare che associamo al M.A.L.T. è l'**anello del Waldeyer**, composto dalle tonsille che sono annesse alle altre vie aeree e all' inizio dell' apparato digerente; quindi fondamentalmente a livello della faringe è presente la **tonsilla faringe**, la **tonsilla tubarica**, dove sbocca la **tuba di Eustachio**, la **tonsilla palatina**, che sta tra i due archi palatini, e la **tonsilla linguale**, che sta dietro la lingua.

Queste strutture formano un anello di tessuto linfoide secondario in cui non vengono prodotte nuove cellule, ma vi è l'incontro tra **cellule dell'immunità** e **antigeni**, cioè le cellule che arrivano dall'esterno.



Milza

La milza è un organo pieno, impari, localizzato a sinistra del corpo.

In particolar modo è in rapporto con il pancreas, che gli sta medialmente, con il rene, che gli sta posteriormente e leggermente inferiormente, con il diaframma e con le coste.

La milza è un organo **intraperitoneale**, in quanto è avvolto dal peritoneo.

Ha forma irregolarmente ovoidale con due facce: una **faccia diaframmatica**, che guarda verso il diaframma, e una **faccia viscerale**, che a sua volta si divide in una **faccia renale** e in una **faccia gastrica**.

Poiché la milza è in rapporto anche con lo stomaco è presente un margine intermedio che coincide con l'**ilo** dell'organo; gli organi pieni sono caratterizzati da un'apertura in cui entrano i vasi e i nervi e quest'apertura si chiama ilo, o porta dell'organo.

È presente poi un **margine anteriore** e un **margine posteriore**.

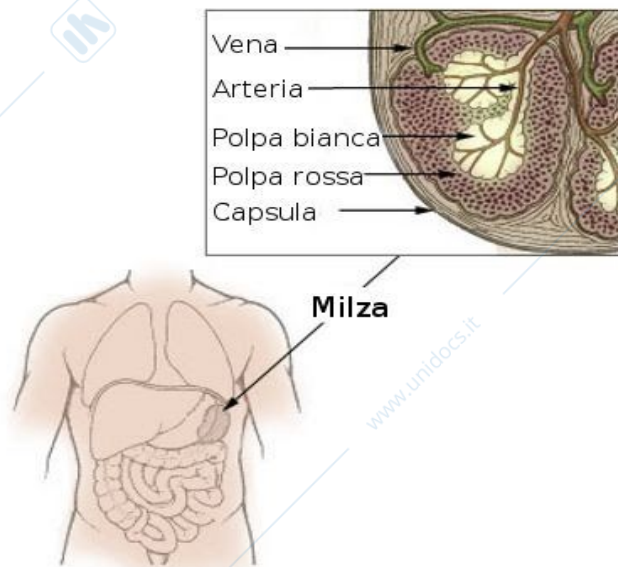
Per quanto riguarda l'architettura interna della milza, questa dipende fortemente dalla vascolarizzazione dell'organo, cioè dai vasi che entrano all'interno della milza; questo poiché la milza, oltre a essere un organo linfoide, è anche un organo **emocateretico**, ovvero si occupa di smaltire i globuli rossi che sono ormai troppo "vecchi".

Il parenchima dell'organo si organizza intorno ai vasi; se guardiamo il derivato dell'arteria lienale, attorno a questa troviamo del tessuto linfoide, quindi la componente dell'organo che gli permette di svolgere l'attività linfoide.

Se guardiamo più distante tra le vene e la **polpa bianca**, che fondamentale si organizza nei **seni venosi**, ecco che troviamo la **polpa rossa**, che, appunto, essendo impregnata di sangue acquisisce questa tipica colorazione.

La polpa rossa è molto più rappresentata della polpa bianca in quanto la milza svolge questo ruolo di filtro di sangue e di depurazione del sangue, tant'è che le lesioni a carico della milza provocano di solito ingenti sanguinamento.

Milza



Linfonodi

Essendo anch'esso un organo linfoide secondario, non genera nessuna cellula dell'immunità, ma consente l'incontro tra le cellule dell'immunità e le cellule dell'antigene.

I linfonodi si possono immaginare come delle grosse spugne attraverso le quali la linfa "cola"; la linfa, infatti, arriva ai linfonodi tramite dei **linfatici afferenti** e esce poi dai **linfatici efferenti** tramite l'ilo dell'organo.

I linfonodi hanno anche i vasi nutritizi e le terminazioni nervose.

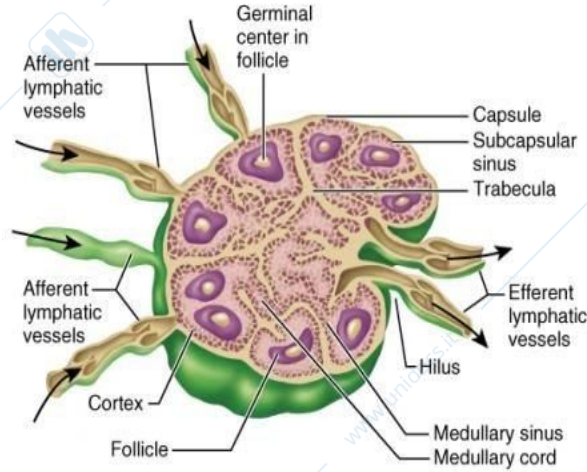
Riconosciamo una **zona midollare** dell'organo da una **zona corticale**; la zona corticale presenta delle strutture circolari che sono i **centri germinativi**; in questi centri si ha un'abbondanza di linfociti, in particolar modo di linfociti B e di cellule correlate, come le cellule dendritiche o i macrofagi.

Alternati ai centri germinativi troviamo delle zone di competenza delle cellule T, quindi fondamentalmente vediamo che il linfonodo è suddiviso in zone a prevalenza di linfociti B e zone a prevalenza di linfociti T.

Anche i linfatici afferenti e efferenti sono dotati di valvole, in modo che la linfa non torni indietro, come le vene.

I linfonodi si organizzano in grandi gruppi; i gruppi di linfonodi più notabili sono i **linfonodi cervicali** nel collo, i **linfonodi ascellari** a cui fanno capo i linfatici dell'arto

superiore e parte della linfa della mammella, i **linfonodi del torace**, situati profondamente e i **linfonodi dell'addome** e **della pelvi**, quindi il gruppo dei **lomboaortici**, il gruppo degli **iliaci** e il gruppo degli **inguinali**, che prendono fondamentalmente il sangue che arriva dagli arti inferiori.



(a)
Copyright © 2001 Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

