

LA CIRCOLAZIONE

Il trasporto delle sostanze nutritive, dell'ossigeno (O₂), dell'acqua e degli ormoni ai tessuti avviene per mezzo del sistema circolatorio, costituito da un meccanismo di pompaggio (**cuore**) e da una serie di canali (**vene, arterie, capillari**), nei quali viene spinto il **sangue**.

Le **arterie** portano il sangue dal cuore alle varie regioni del corpo, mentre le **vene** portano il sangue dalle varie regioni del corpo al cuore.

C'è anche un **sistema di vasi** che porta la **linfa**, un liquido incolore, dalle varie parti del corpo al sistema venoso.

Il sangue

Il plasma

Il **plasma** è costituito per il 90% da acqua e per il 10% da proteine, carbonati, cloruri e fosfati, oltre che da sodio, potassio e manganese.

Nel plasma vi sono anche i prodotti di trasformazione del cibo che sono stati assimilati (glucosio, acidi grassi, amminoacidi).

Il plasma è molto importante per la **coagulazione del sangue**; quando questo esce, a causa di una ferita, si forma normalmente il **coagulo**, che impedisce ulteriori perdite di sangue.

Questo fenomeno inizia quando dalle **piastrine** si libera la **trombochinasi**, un enzima che si combina con gli **ioni di calcio** (Ca⁺²); la trombochinasi agisce sulla **protrombina** e con gli ioni di calcio forma la **trombina**.

A sua volta la trombina agisce sul **fibrinogeno** (una proteina solubile del sangue) trasformandolo in **fibrina**, una proteina che ha l'aspetto di una massa di fibrille che vanno a costituire il **coagulo**: questo progressivamente si ritrae e lascia libero il **siero** (plasma senza fibrina).

Nel sangue è presente anche l'**eparina** che **impedisce la formazione della trombina**; se però si verificano delle alterazioni, si possono formare dei **piccoli coaguli**, che occludono i vasi provocando la **trombosi**.

Gli elementi figurati

Nel plasma sanguigno ci sono **tre tipi di cellule**:

- **Globuli rossi (o eritrociti)**

hanno un diametro di circa 7 micron; sono **cellule senza nucleo** (anucleate); hanno la forma di dischetti concavi al centro. Sono presenti in un numero molto elevato: negli adulti si hanno circa **4-5 milioni** di globuli rossi per un volume di un **millimetro cubo**; nei neonati si arriva a 7 milioni.

Sono prodotti dal **midollo rosso delle ossa (organo emopoietico)** e, durante il primo anno di vita, dalla **milza**, un organo posto nella estremità sinistra della cavità addominale; la milza è collegata alla circolazione sanguigna mediante i vasi splenici.

Il globuli rossi **restano nel sangue dai 50 ai 100 giorni**, poi sono distrutti nella milza e nel fegato. Contengono l'**emoglobina**, una proteina di colore rosso che trasporta ossigeno (O₂) e anidride carbonica (CO₂).

- **Globuli bianchi (o leucociti)**

Sono cellule di vario tipo e, in un **millimetro cubo** di sangue, ce ne sono **dai 5 agli 8 mila**; in pratica si ha un globulo bianco ogni 600 globuli rossi.

Sono cellule che presentano costantemente il nucleo (**cellule nucleate**), non contengono emoglobina e sono **incolori**.

La funzione principale dei leucociti è quella di **eliminare i batteri**, fagocitandoli. Quando c'è un'infezione, i leucociti aumentano di numero e attaccano i batteri. Il **pus** si forma in una ferita infetta ed è costituito da globuli bianchi degenerati e da residui di batteri.

- **Piastrine**

Hanno una forma irregolare, sono più piccole degli eritrociti, sono incolori e contengono la **tromboplastina**.

Il cuore

E' un organo cavo, muscoloso, avvolto in un sacco membranoso (**pericardio**).

Il cuore situato fra i due polmoni, è inclinato in basso verso sinistra, nel mezzo delle costole 5^a e 6^a.

Il cuore è diviso in due lati (uno destro e uno sinistro), separati mediante un **setto longitudinale**; ognuno dei due lati è costituito a sua volta dall'**atrio (cavità superiore)** o **orecchietta** e dal **ventricolo (cavità inferiore)**. I due lati, normalmente, dopo la nascita non comunicano più tra di loro.

La **parte destra del cuore** contiene sangue povero di ossigeno e ricco di anidride carbonica; la **parte sinistra** invece contiene sangue ricco di ossigeno e povero di anidride carbonica. E' sbagliato parlare di «sangue venoso» nel primo caso e di «sangue arterioso» nel secondo.

Atrio e ventricolo dello stesso lato comunicano per mezzo della **valvola atrioventricolare**, che permette al sangue di scorrere solamente **a senso unico**: dall'atrio superiore al ventricolo inferiore.

La **valvola atrioventricolare destra** è detta anche **tricuspide**, perché è formata da tre lembi; la **valvola atrioventricolare sinistra** è detta anche **bicuspid** o **valvola mitrale**, perché è formata da due lembi e assomiglia alla mitra (cappello episcopale).

Negli atri del cuore arriva il sangue trasportato dalle vene che arrivano dalla periferia (sangue povero di ossigeno e ricco di anidride carbonica) **e dai polmoni** (sangue ricco di ossigeno e povero di anidride carbonica).

Dai ventricoli del cuore parte il sangue verso i polmoni (sangue povero di ossigeno e ricco di anidride carbonica) **e verso gli organi periferici** (sangue ricco di ossigeno e povero di anidride carbonica).

Il **battito cardiaco** è dovuto alla capacità che ha il muscolo del cuore (**miocardio**) di contrarsi ritmicamente; questo **ritmo** può essere modificato dal sistema nervoso autonomo che innerva il cuore.

L'**onda di contrazione** si propaga nel cuore in un'**area nervosa autonoma** detta **nodo seno-atriale** (regolatore di velocità, **pacemaker**).

Gli **impulsi** che partono dal **nodo seno-atriale** si diffondono con un'**onda** che raggiunge il **nodo atrio-ventricolare**; quest'ultimo **viene attivato dagli impulsi e propaga l'onda ai ventricoli**.

Il tempo che intercorre tra la conduzione dell'impulso fra il nodo seno-atriale ed il nodo atrio-ventricolare (circa 1/15 di secondo), permette agli atri di completare la loro contrazione prima che cominci quella dei ventricoli.

La **contrazione (sistole)** è seguita da un periodo di **rilassamento (diastole)**.

Nella diastole atriale (**distensione atriale**) entrambi gli atri superiori aspirano il sangue dalle vene. Entrambi i ventricoli in contrazione (**sistole ventricolare**) e il sangue viene spinto verso i polmoni o inviato ai vari distretti periferici.

Solo successivamente i ventricoli entrano in una fase di distensione (**diastole ventricolare**), mentre entrambi gli atri superiori si contraggono (**sistole atriale**): il sangue passa così dagli atri ai rispettivi ventricoli.

Gli atri si contraggono quindi sempre prima dei ventricoli ed il lato di destra leggermente in anticipo sul lato di sinistra.

La circolazione del sangue

Il sangue scorre all'interno delle **arterie**, delle **vene** e dei **vasi capillari**.

Le **arterie** sono dei **vasi elastici**, formati da **tre strati concentrici di tessuti connettivi, elastici e muscolari**; hanno la **parete interna liscia**. A causa della loro elasticità, le arterie si espandono e assorbono la pressione causata dalla contrazione dei ventricoli del cuore. La pressione causata dalla contrazione del **ventricolo sinistro** nell'**arteria aorta** è più grande di quella causata dalla contrazione del **ventricolo destro** nell'**arteria polmonare**, poiché quest'ultima è più piccola.

Quando i ventricoli si contraggono, la pressione arteriosa aumenta e viene detta **pressione sistolica**; l'elasticità delle pareti mantiene parte di questa pressione anche quando i ventricoli sono in riposo. Questo è il momento della più bassa pressione nelle arterie (**pressione diastolica**).

La pressione sistolica determina nelle arterie un aumento di pressione che si propaga con lo stesso ritmo del battito cardiaco. Quest'onda di propagazione viene definita **polso** e, in alcuni casi, come nelle arterie superficiali, può essere avvertita al tatto.

La velocità di propagazione nelle grosse arterie è di circa 40 cm al secondo e di 5 cm al secondo nelle arterie più piccole.

Le **vene** hanno la parete più sottile di quella delle arterie e con un numero di fibre minore, ma il diametro di queste ultime è maggiore. Le vene più grandi sono munite di **valvole**, associate a due a due, a forma di coppetta, di nido di rondine, con i margini liberi che combaciano tra loro. Quando passa il sangue, i margini si discostano, lasciando passare il flusso di sangue; se il sangue tende a scendere, a rifluire, le valvole, riempite di sangue, si dilatano ed i margini liberi si chiudono impedendo al sangue di indietreggiare. Le vene hanno una pressione sanguigna molto più bassa di quella arteriosa, perché il sangue, passando attraverso i vasi capillari, perde progressivamente intermini di pressione.

Il sangue che proviene dal cervello scende grazie alla forza di gravità, mentre quello che viene dalle parti inferiori, rispetto alla posizione del cuore, è aiutato dalla contrazione della muscolatura scheletrica e dalle deformazioni che la gabbia toracica subisce durante i movimenti di inspirazione e di espirazione.

I **capillari periferici della grande circolazione** hanno una parete sottile, formata da un solo strato; il loro calibro è di circa 8-10 micron. Il sangue vi scorre molto lentamente (0,5 – 1 mm al secondo) ed i globuli rossi, per poter passare, devono disporsi in singole file.

Le sostanze nutritive e l'ossigeno (O₂) passano lentamente, attraverso la parete dei capillari, negli spazi dei tessuti e anche nel plasma.

I prodotti di rifiuto delle cellule (come ad esempio la anidride carbonica, CO₂) passano attraverso la parete del capillare, dalle cellule al sangue.

Quello che interessa il flusso di O₂ e di CO₂ a livello dei capillari periferici è un tipico esempio di scambio secondo gradiente di concentrazione e in controcorrente. Infatti all'entrata nel distretto capillare (parte arteriosa) il sangue è ricco di O₂ e povero di CO₂; all'uscita del distretto capillare (parte venosa) il sangue è povero di O₂ e ricco di CO₂.

I **capillari venosi** si riuniscono poi nelle **vene** che trasportano, come già detto, il sangue ricco di sostanze di rifiuto, povero di O₂ e ricco di CO₂

Le principali arterie e vene del corpo umano

Le **arterie partono dai ventricoli del cuore** (parte inferiore), si ramificano in arteriole e vasi capillari arteriosi per poi riunirsi in vasi capillari venosi, in venule ed in **vene che vanno verso gli atri del cuore** (parte superiore).

E' importante notare che le **arterie** e le **vene** sono così definite, cioè **in rapporto al verso del movimento del sangue che trasportano** e non al tipo di sangue che trasportano.

Il **sangue periferico che proviene dalla regione superiore del corpo** (capo, braccia) passa in piccole vene (venule), che confluiscono in vene più grosse; queste a loro volta confluiscono nella vena cava superiore.

Il **sangue periferico che proviene dalla regione inferiore del corpo** (are toraco-addominale e arti inferiori) si raccoglie alla fine nella **vena cava inferiore**.

Vena cava superiore e **vena cava inferiore** confluiscono a livello dell'**atrio di destra del cuore**. Da qui, attraverso la **valvola tricuspide atrio-ventricolare**, il sangue passa nel **ventricolo destro**.

Dal **ventricolo destro** parte l'**arteria polmonare**, che si divide abbastanza presto in due e questi vasi portano il sangue ai **polmoni**.

Questa è la prima parte della piccola circolazione.

Dai **polmoni**, dopo che ha ceduto CO₂ e assorbito O₂, il sangue è «ossigenato» e torna al cuore (**atrio di sinistra**) mediante **quattro vene polmonari**.

Questa è la seconda parte della piccola circolazione.

La **piccola circolazione** è detta anche **circolazione polmonare** (ventricolo destro, polmoni, atrio sinistro).

Dall'**atrio di sinistra**, attraverso la **valvola atrio-ventricolare bicuspidale (o mitrale)**, il sangue passa nel **ventricolo di sinistra** (parte inferiore).

Dal **ventricolo di sinistra** il sangue passa nell'**arco aortico** e nell'**arteria aorta** che si dirama e distribuisce il sangue stesso **a tutti i distretti periferici**.

In questo caso parliamo di inizio della **grande circolazione** (ventricolo sinistro, periferia corporea, atrio destro).

Nel cuore, invece, abbiamo già visto che il moto del sangue è a senso unico, dall'atrio al rispettivo ventricolo.

Il sangue che è uscito dai ventricoli e si trova ancora nelle **arterie prossime al cuore** (**arteria polmonare** e **arteria aorta**) non rifluisce per la presenza, in questi importanti condotti, di due **valvole**. Queste ultime si chiudono quando c'è il rilassamento ventricolare (diastole); si aprono invece durante la contrazione ventricolare (sistole).

Alla base dell'arteria aorta si originano le **due arterie coronarie** che irrorano il **cuore**.

L'**aorta**, dopo essere originata dal ventricolo sinistro, **si innalza per un breve tratto**, poi gira a sinistra descrivendo un **arco aortico**; poi scende (**aorta toracica e aorta addominale**).

Dall'**arco aortico** parte, **in modo ascendente**:

- l'**arteria anonima**, che si biforca, formando:
- la **carotide destra** e la **succlavia destra**;
- la **carotide sinistra** e la **succlavia sinistra**.

Le **carotidi irrorano la regione cefalica** (testa); le **succlavie irrorano le braccia**.

Dalla **regione toracica dell'aorta** si dipartono i rami che vanno verso:

- i **bronchi**;
- l'**esofago**;
- le **regioni intercostali**.

Dalla **regione addominale dell'aorta** si originano in particolare:

- l'**arteria gastrica**, che va allo **stomaco**;
- l'**arteria epatica**, che va al **fegato**;
- l'**arteria splenica**, che va alla **milza**;
- le **arterie mesenteriche**, che irrorano l'**intestino** ed il **pancreas**.

All'**altezza della 4ª vertebra lombare**, l'**aorta si biforca** in:

- **arterie iliache interne** (**destra e a sinistra**), che irrorano gli **organi del bacino**;
- **arterie iliache esterne** (**destra e a sinistra**), che irrorano gli arti inferiori.

Come è già stato detto, le arterie si ramificano in arteriole e vasi capillari arteriosi per poi riunirsi in vasi capillari venosi, in venule ed in vene che vanno verso gli atri del cuore.

Le **vene giugulari** raccolgono il **sangue del capo** e sboccano nelle **vene succlavie**, che formano la **vena cava superiore** diretta all'**atrio destro del cuore**.

La **vena cava inferiore** raccoglie invece il **sangue delle vene iliache e renali**. Il sangue che viene dal **tubo digerente** è ricco di sostanze nutritive e viene condotto al **fegato** mediante la **vena porta**; nel fegato si raccoglie nelle **vene epatiche** che sboccano appunto nella **vena cava inferiore**, anch'essa diretta all'**atrio destro del cuore**.

La linfa

A livello dei capillari sanguigni, il **plasma** trasuda negli **spazi intercellulari**.

Si forma così la **linfa**, un liquido incolore e trasparente che contiene leucociti; per mezzo della linfa giungono alle cellule le sostanze nutritive e in essa si versano i prodotti di rifiuto.

Questo particolare liquido che bagna i tessuti è continuamente rinnovato perché vi sono i **capillari linfatici**, nei quali scorre la linfa, che si diramano proprio negli interstizi cellulari.

La linfa è poi convogliata nei **vasi linfatici**, che convergono in **due vasi principali**:

- il **dotto toracico** che raccoglie la linfa dalla **parte inferiore e sinistra del corpo** e sbocca nella **vena succlavia sinistra**;
- la **vena linfatica** che raccoglie la linfa della **parte destra e superiore del corpo** e sbocca nella **vena succlavia destra**.

I **vasi chiliferi**, provenienti dall'**intestino** contengono **linfa particolarmente ricca di grassi**, che viene versata nella **cisterna di Pequet**, che confluisce nel **dotto toracico**.

I **vasi linfatici** presentano una **serie di valvole** (simili a quelle delle vene) che impediscono il riflusso della linfa.

Lungo i vasi linfatici vi sono dei **noduli (gangli linfatici)**, le cui funzioni sono:

- **filtrare la linfa**, trattenendo i batteri e le tossine;
- **produrre globuli bianchi** (linfociti); infatti si gonfiano quando c'è maggior carico di lavoro, in seguito ad un'infezione in atto.