

IL SANGUE

Il sangue è un tessuto fluido attraverso il quale si realizza il trasporto di sostanze nutritive, gas, ormoni e prodotti di rifiuto. Il sangue, inoltre, trasporta cellule specializzate che difendono i tessuti periferici da infezioni e malattie. Queste funzioni sono assolutamente essenziali in quanto un'area completamente priva di circolazione può morire nel giro di pochi minuti.

Il sangue nell'organismo ha le seguenti funzioni:

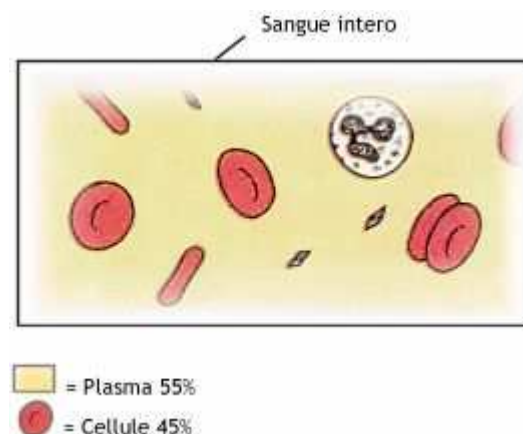
- **trasporta gas disciolti** portando ossigeno dai polmoni ai tessuti e anidride carbonica dai tessuti ai polmoni;
- **distribuisce le sostanze nutritive** assorbite nel tubo digerente o rilasciate dai depositi del tessuto adiposo o dal fegato;
- **trasporta i prodotti del catabolismo** dai tessuti periferici ai siti di eliminazione come i reni;
- **consegna enzimi e ormoni** a specifici tessuti-bersaglio;
- **regola il pH e la composizione elettrolitica** dei liquidi interstiziali in ogni parte del corpo;
- **riduce le perdite dei liquidi** attraverso i vasi danneggiati o ad altri lesionati. Le reazioni di coagulazione bloccano le interruzioni nelle pareti vascolari prevenendo modificazioni nel volume del sangue che possono intaccare seriamente la funzione cardiovascolare;
- **difende il corpo dalle tossine e dagli agenti patogeni**: infatti trasporta globuli bianchi, cellule specializzate che migrano nei tessuti periferici per "combattere" infezioni o rimuovere detriti e apporta anticorpi, proteine speciali che attaccano micro-organismi o agenti estranei. Il sangue, inoltre, riceve tossine prodotte da infezioni, danni fisici o attività metaboliche e le consegna al fegato e ai reni dove possono venire inattivate o espulse;
- **aiuta a regolare la temperatura del corpo** assorbendo e ridistribuendo calore. Il sangue, quasi al 50%, è fatto di acqua che ha una capacità straordinariamente elevata di trattenere calore.

L'organismo umano contiene 5-6 litri di sangue, equivalenti all' 8%circa del peso corporeo.

Componenti del sangue

Il sangue è formato da due principali componenti:

1. una parte liquida, **il plasma**, che costituisce il 55-60%del volume del sangue;
2. **una serie di cellule specializzate** (i cosiddetti "elementi figurati") presenti in sospensione nel plasma (globuli rossi, globuli bianchi, piastrine). Mediamente questi elementi corpuscolari rappresentano il 40-45% del volume totale del sangue.



Il plasma

Il plasma ha densità poco più alta di quella dell'acqua proprio perché è formato per più del 90% proprio da acqua, nella quale sono disciolte numerose sostanze: proteine, ormoni, sostanze nutritive (glucosio, vitamine, amminoacidi, lipidi), gas (diossido di carbonio, ossigeno), ioni (sodio, cloruro, calcio, potassio,

magnesio) e sostanze di rifiuto come l'urea. Le sostanze presenti in quantità maggiore sono le proteine, principalmente di tre tipi:

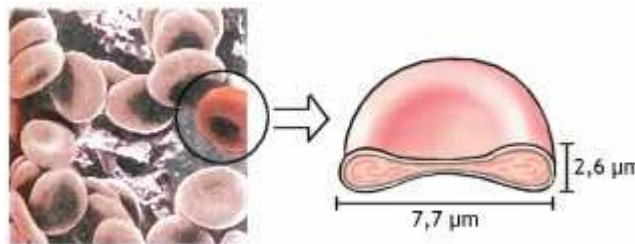
1. **le albumine**, con importanti funzioni osmotiche;
2. **le globuline**, che trasportano i grassi e sono essenziali nei processi immunitari. Esse includono:-
le **immunoglobuline**: chiamate anche anticorpi, attaccano le proteine estranee e gli agenti patogeni;
- le **proteine vettrici**, le quali trasportano ioni e ormoni che altrimenti potrebbero passare attraverso il filtro renale. Sia alle albumine che alle globuline si possono attaccare lipidi, quali i trigliceridi, gli acidi grassi o il colesterolo che non sono solubili in acqua. Le globuline coinvolte nel trasporto dei lipidi sono chiamate lipoproteine.
3. **il fibrogeno**, fondamentale nella coagulazione del sangue. Le proteine plasmatiche contribuiscono a mantenere costantemente a 7,4 il pH del sangue (funzione tampone); per l'organismo, inoltre, esse rappresentano una riserva di proteine importante e, soprattutto, immediatamente disponibile.

Gli elementi figurati

Le maggiori componenti cellulari del sangue sono i globuli rossi, i globuli bianchi e le piastrine.

I globuli rossi

Come altri elementi del sangue, i globuli rossi vengono prodotti nel midollo delle ossa brevi o piatte (ala iliaca, sterno, corpi vertebrali) nonché nelle epifisi di omero e femore. I globuli rossi, o eritrociti, rappresentano un po' meno della metà del volume totale del sangue (40% per la donna e 45% per l'uomo). La forma di un globulo rosso ricorda quella che si ottiene schiacciando una pallina di plastilina tra pollice e indice. Tale forma biconcava garantisce una superficie maggiore di quella di una cellula sferica di uguale volume, ciò esalta la capacità della cellula di assorbire e cedere ossigeno attraverso la sua membrana.



Una delle caratteristiche più appariscenti dei globuli rossi è il colore rosso, dovuto al pigmento **emoglobina**, una grossa molecola proteica contenente ferro, che rappresenta circa un terzo del peso della cellula. Non meno del 97% dell'ossigeno trasportato dal sangue è fissato nell'emoglobina e per il resto sostanzialmente è composto da una membrana plasmatica e da un citoscheletro. **La molecola di emoglobina raccoglie l'ossigeno dove la concentrazione è elevata**, come nei capillari dei polmoni, **e lo cede dove la concentrazione è bassa**, in altri tessuti del corpo. Ceduto l'ossigeno, una parte dell'emoglobina si combina con il diossido di carbonio prodotto dal metabolismo cellulare e ritorna ai polmoni.

Grazie all'emoglobina, il nostro sangue può trasportare una quantità di ossigeno 70 volte superiore a quella che sarebbe possibile se l'ossigeno fosse semplicemente disciolto nel plasma. Legando a sé l'ossigeno, l'emoglobina subisce una lieve modificazione di forma che ne altera il colore. Infatti il sangue deossigenato è di colore marrone-rosso scuro, ma appare bluastro attraverso la cute, mentre il sangue ossigenato è di colore rosso ciliegia.

I globuli rossi, come anche le piastrine, sono gli unici elementi dell'organismo privi di nucleo.

Per tale ragione non sono in grado di replicarsi né di produrre proteine.

Un globulo rosso immesso nella corrente circolatoria **ha una vita media di circa 4 mesi** (115-120 giorni) prima di venire fagocitato da macrofagi localizzati soprattutto a livello della milza. Queste cellule svolgono la cosiddetta funzione della "eritrocateresi". I globuli rossi giovani sono in grado di rimodellarsi e sopravvivere senza subire danni, superando perciò il "filtro" esistente a livello della milza.

Il numero dei globuli rossi del sangue si mantiene costante grazie a un meccanismo di **feedback negativo**, al quale partecipa l'ormone eritropoietina. L'eritropoietina viene messa in circolo dai reni in risposta a una carenza di ossigeno, quale si può verificare per esempio ad alta quota o in seguito a una perdita di sangue. L'ormone sollecita il midollo osseo ad accelerare la sintesi di nuove cellule. Quando il

livello di ossigeno nei tessuti torna a valori adeguati, la produzione di eritropoietina viene inibita, e il tasso di produzione dei globuli rossi ritorna nella norma.



Il gruppo sanguigno è determinato da proteine specifiche presenti sulla membrana dei globuli rossi. **Il sangue è infatti classificato in gruppi, A, B, AB o 0 a seconda della presenza o meno di proteine specifiche** (indicate con le lettere A e B) **sulla membrana plasmatica dei globuli rossi**. Nel sangue di gruppo A è presente la proteina A, nel sangue di gruppo B la proteina B e nel sangue di gruppo AB entrambe le proteine, al contrario, nel sangue di gruppo 0 entrambe le proteine sono assenti. Inoltre, nel plasma di ciascun individuo sono presenti anticorpi contro le proteine mancanti sui suoi globuli rossi (quindi ad esempio un individuo con sangue di gruppo A possiede anticorpi contro le proteine B).

I globuli bianchi I globuli bianchi (leucociti) **sono i responsabili delle difese immunitarie dell'organismo. Vi sono cinque categorie di globuli bianchi** (linfociti, monociti, neutrofili, basofili e eosinofili) che **insieme costituiscono meno dell'1% delle cellule del sangue**. Queste cellule si distinguono l'una dall'altra in base all'affinità per i coloranti, alle dimensioni e alla forma del nucleo. Esse svolgono una funzione difensiva contro gli aggressori provenienti dall'esterno e si avvalgono del sistema circolatorio per raggiungere il luogo attraverso cui sono penetrati elementi estranei. Per esempio, i monociti e i neutrofili usano la rete dei capillari per spostarsi dove qualche batterio è riuscito a introdursi sfruttando una ferita; giunti a destinazione filtrano attraverso le pareti dei capillari come minuscole amebe. Nei tessuti monociti danno origine ai macrofagi, cellule ameboidi capaci di incorporare particelle estranee. Quindi macrofagi e neutrofili inglobano i batteri che sono penetrati o altre cellule identificate come estranee ivi comprese le cellule cancerogene. Così facendo, i globuli bianchi subiscono una degradazione irreversibile, muoiono e si accumulano contribuendo a formare quella sostanza bianca nota come "pus", caratteristica delle zone infette. I linfociti intervengono nella risposta immunitaria. Il sistema immunitario consiste di circa duemila miliardi di linfociti. Molti di questi si trovano nel sangue e nella linfa distribuiti per tutto il corpo; altri si accumulano in organi specifici, soprattutto il timo, i linfonodi e la milza. La risposta immunitaria è il risultato delle iterazioni tra diversi tipi di linfociti e le molecole da essi prodotte. Ci sono infatti **due tipi di linfociti: linfociti B e linfociti T** in una fase precoce dello sviluppo embrionale, i linfociti T, in via di formazione, migrano nel timo (da qui il nome di linfociti T) e si differenziano nelle forme mature. I linfociti B maturano invece nello stesso midollo osseo (in inglese bone marrow, da cui proviene il loro nome). I linfociti B e T svolgono, nella risposta immunitaria, ruoli nettamente diversi; comunque le risposte che entrambi producono constano di tre fasi fondamentali:

1. **riconoscimento dell'invasore**
2. **l'attacco riuscito**
3. **la memorizzazione dell'invasore per impedire future infezioni.**

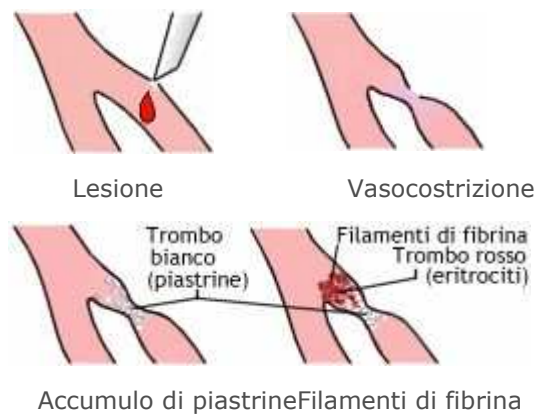
Meno abbondanti sono i basofili e gli eosinofili. La produzione di eosinofili è stimolata da un'infezione parassitaria, in seguito alla quale gli eosinofili convergono sugli aggressori e li ricoprono di sostanze letali. I basofili producono composti anticoagulanti e molecole, come l'istamina, che intervengono nelle reazioni infiammatorie.

Le piastrine Le piastrine non sono cellule intere, bensì frammenti di megacariociti, grosse cellule presenti nel midollo osseo che formano le piastrine come gemmazioni citoplasmatiche avvolte dalla membrana; una volta staccatesi dal megacariocita, le piastrine entrano nel sangue, dove **svolgono un ruolo essenziale nel processo di coagulazione**. Analogamente ai globuli rossi, **le piastrine sono**

prive di nucleo e il loro ciclo vitale è ancora più breve, compreso tra 10 e 12 giorni.

Le piastrine sono fondamentali quanto il fibrogeno nella coagulazione del sangue.

La formazione del coagulo è un processo che ha inizio quando le piastrine, insieme ad altri fattori contenuti nel plasma, giungono a contatto con una superficie irregolare, per esempio un vaso sanguigno lesionato. Le piastrine tendono ad aderire alle superfici irregolari, per cui si accumulano l'una sull'altra e, se il vaso è di piccolo diametro, lo otturano completamente. A integrare il meccanismo provvede poi la coagulazione del sangue che costituisce la più importante delle difese dell'organismo contro le emorragie. La lesione sulla superficie di un vaso sanguigno non soltanto induce le piastrine a esercitare le loro capacità adesive, ma anche ad innescare tra le proteine plasmatiche circolanti una complessa sequenza di eventi che culminano nella produzione dell'enzima trombina. La trombina catalizza la trasformazione del fibrogeno, una delle tante proteine ematiche, in molecole filiformi di fibrina.



Le molecole di fibrina si intrecciano fittamente tra di loro dando origine a una matrice fibrosa, una sorta di ragnatela proteica che immobilizza la porzione fluida del sangue, provocandone la solidificazione in una massa gelatinosa. Via via che nella ragnatela restano imprigionati i globuli rossi, la densità del coagulo aumenta. Le piastrine si attaccano poi al reticolo fibroso ed emanano estroflessioni appiccicose che si agganciano l'una con l'altra. Si crea così un coagulo denso e compatto che contrae la ferita ravvicinando le superfici danneggiate e favorendo la cicatrizzazione.