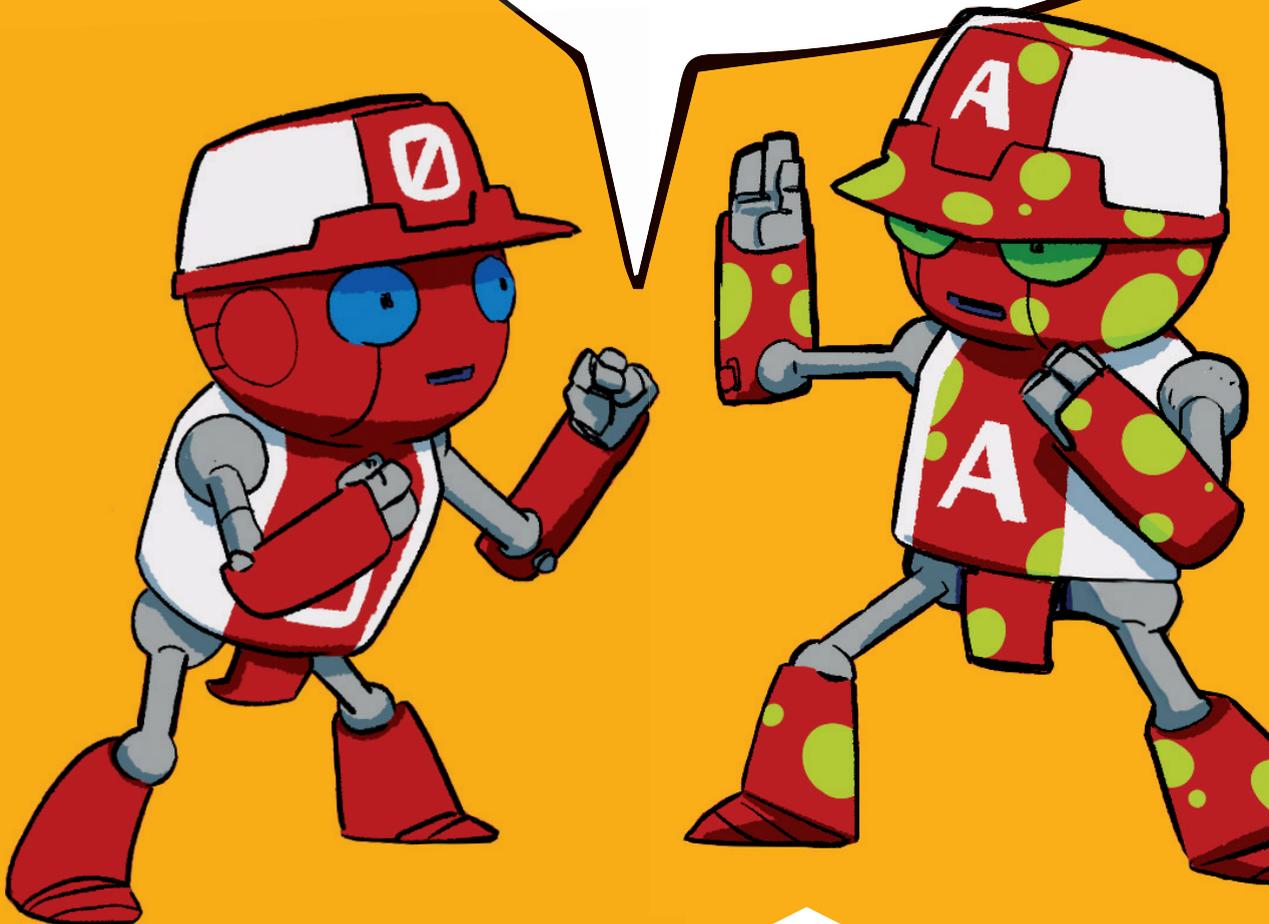




Stefano Fontana

COME CIRCOLA LA VITA

Cos'è il sangue e perché
è importante donarlo





Stefano Fontana

COME CIRCOLA LA VITA

Cos'è il sangue e perché
è importante donarlo

© copyright 2022 by Carocci editore

Finito di stampare nel mese di luglio 2022 da EuroLit

Progetto grafico di Ulderico Iorillo e Valentina Pochesci

Riproduzione vietata ai sensi di legge (art. 171 della legge 22 aprile 1941, n. 633)
Senza regolare autorizzazione, è vietato riprodurre questo volume anche parzialmente
e con qualsiasi mezzo, compresa la fotocopia, anche per uso interno o didattico.

Volume stampato su carta Polyedra Onjob 300 g (copertina) e 100 g (interni)





05 Prefazione

07 PARTE PRIMA COME CIRCOLA LA VITA

08 Introduzione

08 Il sangue

12 La “fabbrica” del sangue

13 La donazione e la trasfusione di sangue

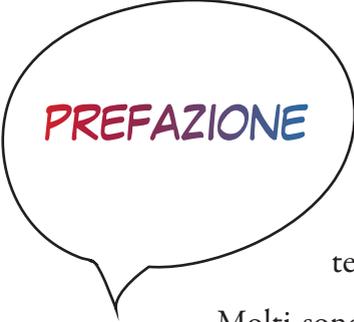
21 Le analisi

22 I gruppi sanguigni

30 Conclusioni e prospettive: perché non c'è il sangue artificiale?

33 PARTE SECONDA SANGUE

47 Glossario



PREFAZIONE

Quanto sono conosciute le ricadute, sulla nostra vita quotidiana, della ricerca scientifica e della pratica medica? Quali sono le “passioni” e le motivazioni che animano i ricercatori e i professionisti della salute? Che cosa conosciamo della loro professione?

Molti sono gli sforzi che la società mette in atto per far conoscere la scienza e le sue implicazioni alle persone comuni. Pensiamo, ad esempio, alla varietà di opuscoli che promuovono l'importanza di uno stile di vita sano e, in generale, il benessere. Naturalmente anche la scuola fa la sua parte, proponendo dei principi di alfabetizzazione scientifica e la sensibilizzazione su una serie di tematiche che favoriscono la costruzione di una cultura scientifica per i nostri giovani.

Il progetto *Let's Science!* – realizzato da Fondazione IBSA per la ricerca scientifica in collaborazione con il Dipartimento dell'educazione, della cultura e dello sport del Canton Ticino (DECS) – prende avvio proprio da queste riflessioni. Il partenariato ha permesso di individuare interessanti aree tematiche che sono state affrontate coinvolgendo gli scienziati operanti sul territorio cantonale. Sono state così accostate due realtà – la ricerca scientifica e la scuola – spesso distanti, favorendo il dialogo tra professionisti e allievi, coinvolti in workshop tematici allo scopo di sviluppare una sensibilità sia al tema che alla sua comunicazione.

Ma qual è stato l'orizzonte tematico del progetto e quali le riflessioni che hanno portato a determinate scelte strategiche? La scienza e la ricerca, specie nella biomedicina e nelle discipline correlate, avanzano rapidamente e il continuo ampliarsi dei campi di indagine richiede un costante sforzo di aggiornamento sia per mantenere una prospettiva storica che per accogliere le non poche novità. Poter disporre di informazioni scientificamente corrette, proposte attraverso un linguaggio accessibile, apre la possibilità a ragazze e ragazzi di avvicinarsi e appassionarsi a tematiche giudicate in genere “difficili”.

Nasce così la collana *Let's Science!* che si propone di ampliare il panorama degli argomenti scientifici che possono essere approfonditi a scuola. I temi, di natura interdisciplinare e direttamente correlati con la salute e il benessere della persona, sono presentati in modo innovativo: il testo scientifico è infatti

accompagnato da una storia realizzata partendo dall'esperienza di classi delle scuole medie cantonali che, accompagnate dai loro docenti, hanno sviluppato delle sceneggiature originali tradotte poi in altrettanti fumetti da professionisti del settore.

Non ci resta, dunque, che invitare il giovane lettore a lasciarsi sorprendere dai campi di ricerca di sicuro fascino di *Let's Science!* che aprono a loro volta opportunità di ulteriori domande e approfondimenti. Chissà che qualcuno tra questi lettori non diventi a sua volta un giorno colei o colui che compirà importanti passi avanti nella comprensione della complessità della vita e del delicato equilibrio che permette di vivere sani e felici. Buona lettura!

SILVIA MISITI

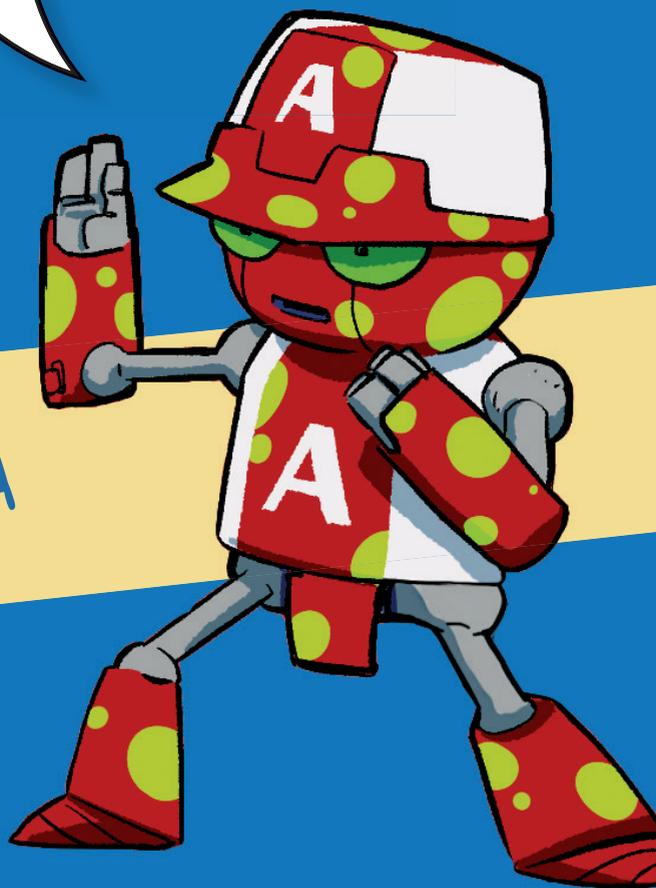
Direttore della Fondazione IBSA per la ricerca scientifica

NICOLÒ OSTERWALDER

Consulente didattico della Divisione scuola per le scienze naturali (DECS)

Come
circola
la vita

PARTE PRIMA



INTRODUZIONE

Il sangue è un organo affascinante. Nel corso della storia, ancor prima che se ne scoprissero la natura e le funzioni, al sangue sono stati dati i significati più diversi, in relazione con la vita, la morte, l'umore, la famiglia. Ritroviamo questa pluralità di significati in molti proverbi e modi di dire: buon sangue non mente, avere il sangue blu, consanguineo, non corre buon sangue, cavar sangue da una rapa, un fatto di sangue, a sangue freddo, un sanguinario ecc. Questi riferimenti ricorrenti al sangue derivano dal fatto che è l'unico organo liquido del nostro organismo e, come tale, porta la vita a tutte le parti del corpo. Inoltre, grazie al suo colore, è visibile ogni qual volta ci provochiamo una ferita.

Il sangue ha un'enorme quantità di funzioni, tra queste quella di essere un'efficientissima rete di comunicazione tra gli organi e i tessuti: una specie di **internet del corpo umano**. Al contrario di altri organi, il sangue può essere rigenerato ma, per la sua complessità, non può essere prodotto in fabbrica o in laboratorio, soprattutto in maniera così efficiente come lo fa il corpo umano.

E questo spiega l'importanza di quell'atto di altruismo che è la donazione di sangue. È possibile, infatti, prelevarne una quantità definita da una vena, senza nuocere alla salute del donatore. Alcune delle sue componenti, successivamente, possono essere isolate e utilizzate nel trattamento di pazienti in diverse situazioni.

In questo volumetto cercheremo di conoscere meglio quest'organo così affascinante e lo seguiremo nel suo viaggio dal donatore al paziente.

IL SANGUE

Il sangue è un **organo liquido che scorre nelle arterie e nelle vene del nostro organismo**. In una persona adulta se ne trovano, a seconda della massa corporea, tra i 4 e i 7 litri. Il cuore pompa a riposo circa 5 litri di sangue al minuto in direzione di tutti gli organi e tessuti; questa quantità può aumentare considerevolmente se l'organismo ne ha bisogno, ad esempio se facciamo dello sport.

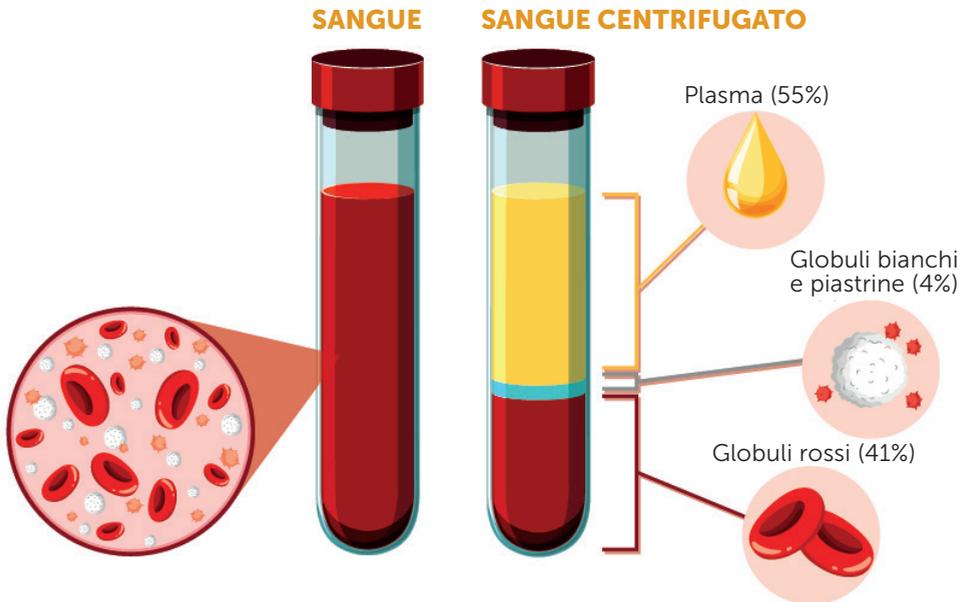
© LA COMPOSIZIONE DEL SANGUE

Quali elementi compongono il sangue?

Il sangue è composto da più elementi: il plasma, i globuli rossi, i globuli bianchi e le piastrine. Se centrifughiamo una provetta di sangue, troveremo nella metà superiore un liquido giallo chiaro, il **plasma**, che ne rappresenta la parte liquida vera. Nella metà inferiore si raccoglie la parte corpuscolare, ovvero quella formata dalle cellule che circolano nei nostri vasi sanguigni sospese nel plasma. Ogni tipo di cellula ha delle funzioni specifiche, tutte essenziali per la sopravvivenza dell'organismo [**figura 1** ].

Nel plasma si trovano migliaia di sostanze diverse che vengono trasportate tra gli organi e i tessuti dell'organismo: sostanze nutrienti che forniscono l'energia necessaria alla sopravvivenza, sostanze prodotte dal metabolismo che devono essere eliminate, ormoni che – trasportati da un organo all'altro – regolano il

 **Figura 1** Composizione del sangue

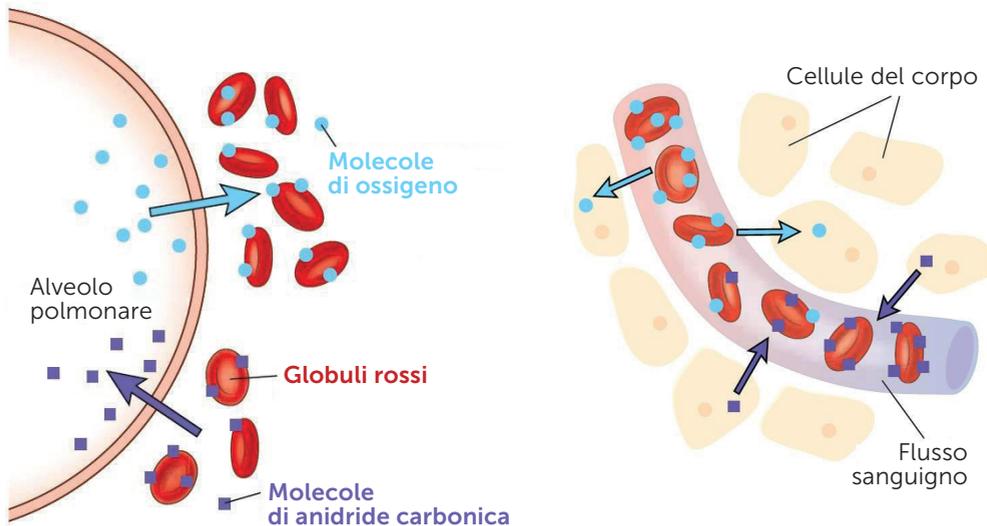


funzionamento del nostro corpo, anticorpi che ci proteggono dall'invasione di microorganismi, proteine che provocano la coagulazione del sangue in caso di ferite e molte altre ancora.

I **globuli rossi (o eritrociti)** si occupano principalmente del **trasporto dell'ossigeno** dai polmoni agli organi che ne hanno bisogno per il loro funzionamento. I globuli rossi svolgono questo compito grazie all'**emoglobina**: una molecola che conferisce al sangue il tipico colore rosso e annovera tra le sue componenti il ferro, a cui si lega l'ossigeno. L'assunzione di ossigeno nei polmoni e il suo rilascio ai tessuti sono regolati da un meccanismo complesso e non ancora completamente compreso, che permette di adattare l'approvvigionamento al bisogno [figura 2 ].

I **globuli bianchi (o leucociti)** sono le cellule del sistema immunitario. Assieme agli anticorpi, **rappresentano l'esercito che difende il nostro organismo dai nemici indesiderati**. Nei mesi dopo la nascita, il nostro sistema immunitario impara molto rapidamente a distinguere tra le caratteristiche specifiche del nostro corpo e quelle di altri individui o di altri organismi.

 **Figura 2** Assunzione di ossigeno nei polmoni e cessione ai tessuti da parte dei globuli rossi



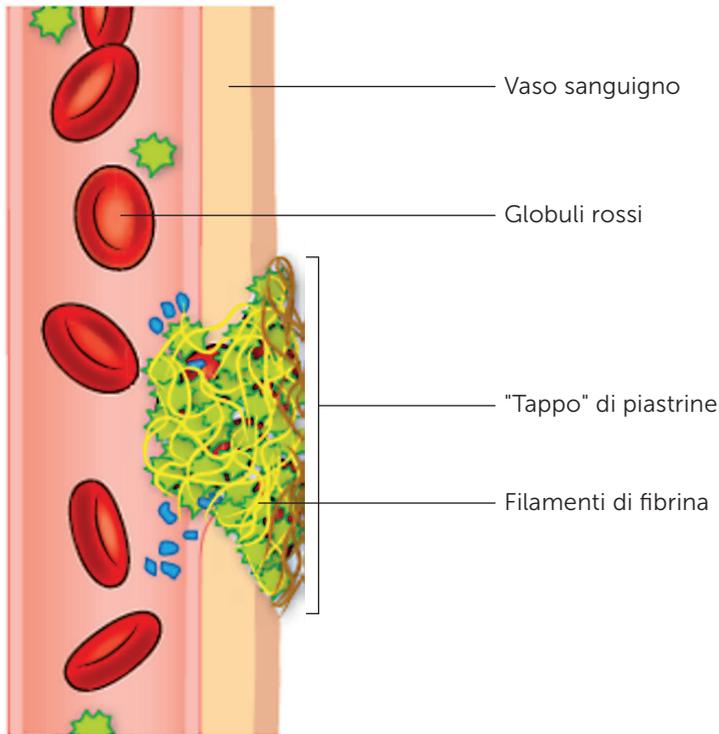
Queste caratteristiche specifiche, che si differenziano da specie a specie e da persona a persona, sono chiamate **antigeni**. Gli antigeni riconosciuti come “nostri” vengono tollerati dal sistema immunitario, mentre quelli identificati come “estranei”, ad esempio un virus o una trasfusione di cellule del sangue appartenenti a un altro individuo, provocano una **reazione da parte dei globuli bianchi**. In questa battaglia, diversi tipi di globuli bianchi assumono ruoli diversi: riconoscere il nemico, aggredirlo direttamente o formare degli anticorpi, che a loro volta si legheranno all’antigene estraneo per eliminarlo. Il sistema immunitario utilizza due strategie principali per difendersi da corpi estranei: la risposta immunitaria innata e quella adattativa [tabella 1 

Le **piastrine (o trombociti)** sono **frammenti di cellule derivate dai megacariociti del midollo osseo** che hanno il compito di tappare le falle nelle pareti dei vasi sanguigni quando ci feriamo o quando queste sono danneggiate da una malattia. Le piastrine rappresentano il veicolo di primo intervento in caso di **emorragia** (emostasi primaria). Nella loro azione vengono poi seguite dai **fattori della coagulazione**, proteine presenti nel plasma che in seguito al ferimento del vaso sanguigno e all’azione delle piastrine consolidano il coagulo e fermano l’emorragia (emostasi secondaria) [figura 3 

 **Tabella 1** Globuli bianchi implicati nelle due tipologie di risposta immunitaria

TIPO DI RISPOSTA	TIPI DI GLOBULI BIANCHI IMPLICATI	FUNZIONE
Risposta innata	Granulociti, monociti, macrofagi, cellule Natural Killer	La risposta innata agisce subito contro qualsiasi agente estraneo, anche se mai incontrato prima. Immediata ma meno specifica della risposta adattativa, che segue poco dopo.
Risposta adattativa	Linfociti T, linfociti B, anticorpi, linfociti memoria	La risposta adattativa segue quella innata ed è attivata da monociti o macrofagi se l’agente estraneo è nuovo. Può essere autonoma ed essere attivata da linfociti memoria se l’agente è già conosciuto (ad esempio, il contatto con un germe dopo essere stati vaccinati). È specifica per il tipo di agente riscontrato.

 **Figura 3** “Tappo” di piastrine e filamenti di fibrina



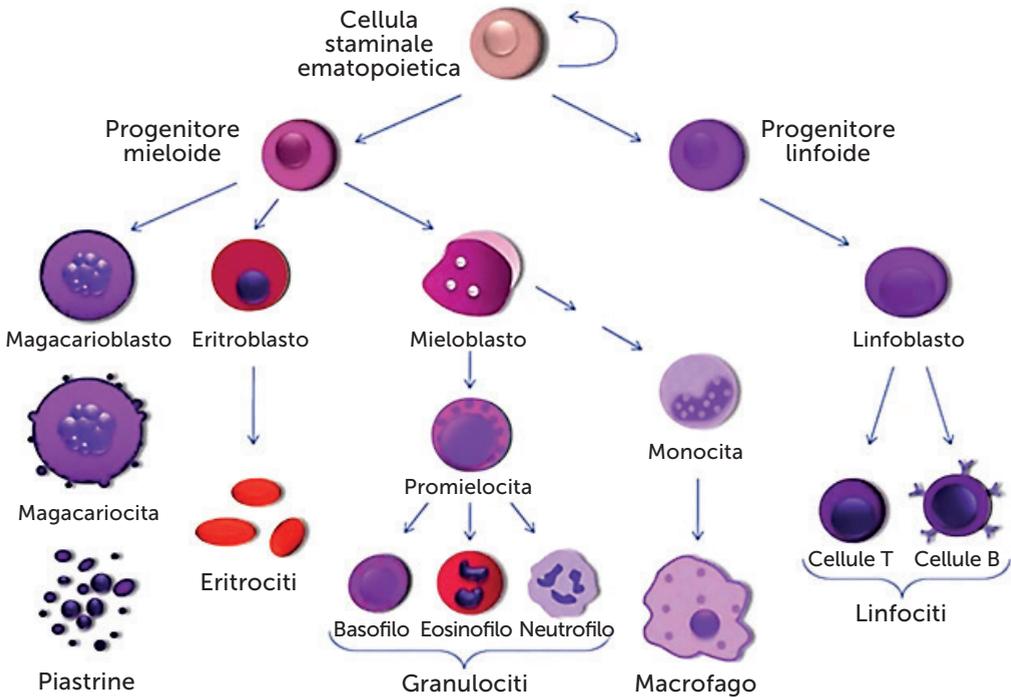
LA "FABBRICA" DEL SANGUE

Il sangue si forma nel midollo osseo a partire dalle sue cellule madre, le **cellule staminali ematopoietiche**. Queste sono in grado di **rigenerarsi in continuazione** e di differenziarsi in ogni tipo di cellula del sangue in modo molto efficiente [figura 4 possono essere utilizzate per il

trapianto di midollo o di cellule staminali in pazienti affetti da malattie del sangue come la leucemia. Se pensiamo che la totalità dei globuli rossi viene rigenerata circa ogni 4 mesi e quella delle piastrine circa ogni 10 giorni, capiamo perché il sangue sia difficilmente riproducibile in laboratorio!

Da dove
ha origine
il sangue?

 **Figura 4** Ematopoiesi

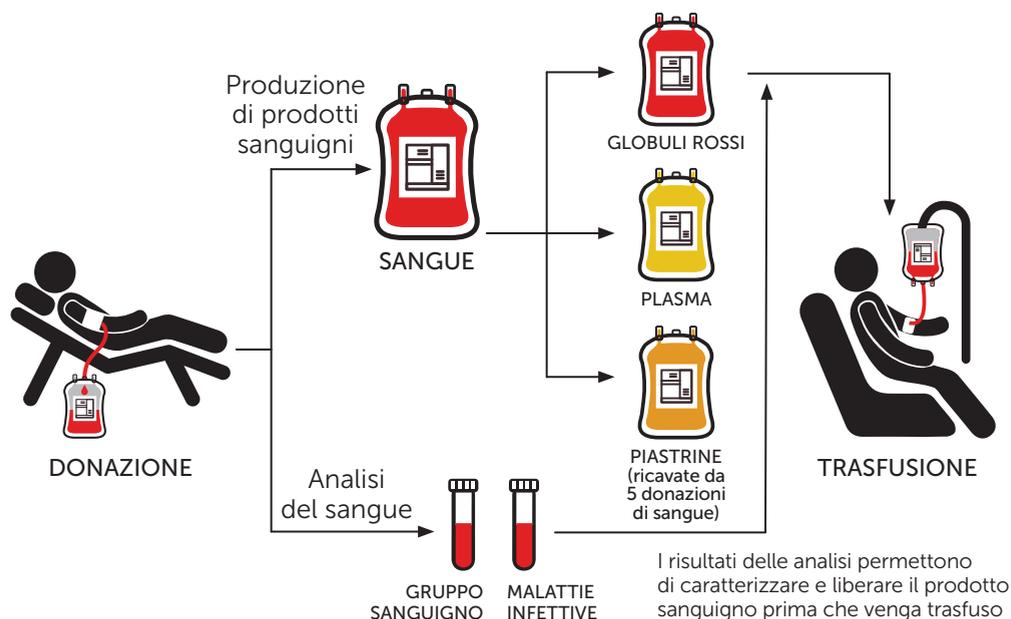


LA DONAZIONE E LA TRASFUSIONE DI SANGUE

Il sangue può essere prelevato da un individuo sano con una **donazione di sangue** e somministrato a un paziente a scopo terapeutico con una **trasfusione**. La raccolta di sangue a partire da una vena del braccio di un donatore e la sua infusione in una vena di un paziente sono procedure semplici e generalmente ben tollerate [figura 5 ]. Il sangue del donatore si rigenera rapidamente e la trasfusione può così contribuire a salvare delle vite in molte situazioni.

Abbiamo appena visto che ogni singola componente del sangue ha delle funzioni specifiche. Pertanto, dopo la donazione, le componenti del sangue vengono separate e somministrate separatamente al paziente, a seconda dei suoi bisogni.

 **Figura 5** Dalla donazione alla trasfusione



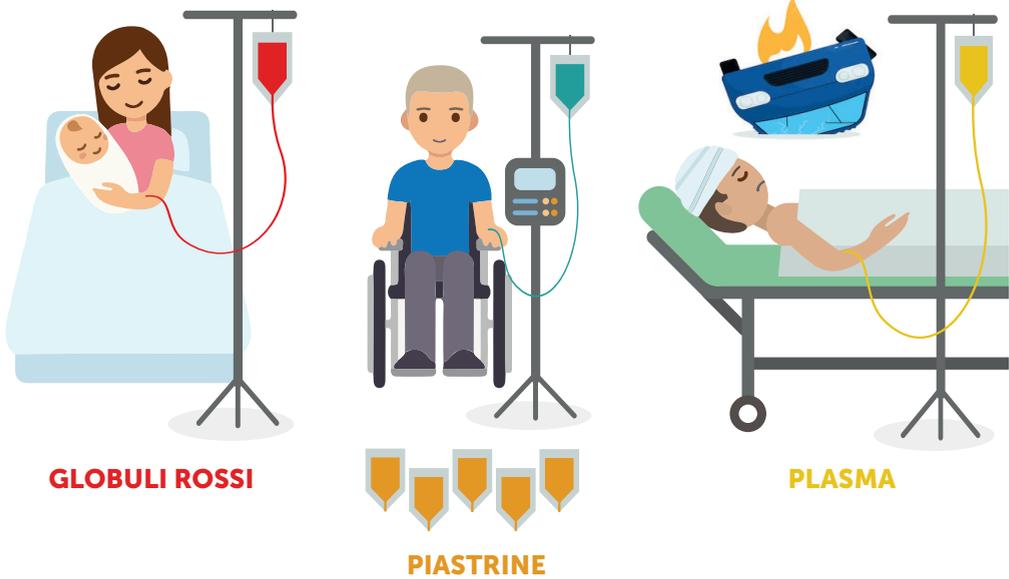
Abbiamo anche visto che il nostro sistema immunitario reagisce al contatto con antigeni estranei al nostro corpo. Questo succede anche se un paziente viene trasfuso con il sangue di un altro individuo. Come risolvere questo problema? Per la trasfusione di sangue – o di sue componenti – è necessario rispettare i cosiddetti **gruppi sanguigni**, caratteristiche specifiche delle cellule del sangue che si differenziano da un individuo all'altro.

Nei prossimi capitoli affronteremo questi temi più in dettaglio. Ma prima vediamo qual è l'utilità del sangue e quali sono i pazienti che ne hanno bisogno.

© **INDICAZIONI ALLA TRASFUSIONE DI COMPONENTI DEL SANGUE**

Abbiamo visto che ogni componente del sangue ha delle funzioni precise all'interno dell'organismo. Per questo motivo, ogni paziente sottoposto a una trasfusione riceverà la componente del sangue adatta al suo bisogno [figura 6 ]. Vediamo ora attraverso alcuni esempi pratici quali componenti del sangue sono indicate per la trasfusione e in quali situazioni.

 **Figura 6** Diversi pazienti, con diverse necessità, ricevono diverse componenti del sangue



Un paziente, per diversi motivi, può avere un **valore dei globuli rossi e dell'emoglobina troppo basso**. Questa situazione è definita **anemia**. Le cause possono essere molteplici, ad esempio una perdita di sangue (emorragia) o una malattia del sangue. In quest'ultimo caso, il problema può essere sia la produzione insufficiente nel midollo osseo, sia l'eliminazione prematura nei vasi sanguigni o nella milza. Il sangue presente in quantità insufficiente non riuscirà quindi a trasportare abbastanza ossigeno dai polmoni agli organi che ne hanno bisogno. L'organismo cercherà di compensare questa mancanza con una respirazione più rapida e un battito cardiaco accelerato, come avviene quando facciamo dello sport, provocando una sensazione di mancanza del respiro, stanchezza e palpitazioni. Ma quando questa capacità di compensazione non è più sufficiente, sarà necessaria una trasfusione di globuli rossi per ripristinare il trasporto di ossigeno.

Un paziente in trattamento con chemioterapia per una **leucemia** ha generalmente – oltre a un'anemia – dei **valori delle piastrine molto bassi**. Questo

perché la leucemia e la terapia impediscono al midollo osseo di produrre normalmente le cellule del sangue. Ma con un numero troppo basso di piastrine in circolazione aumenta il rischio di sanguinare, in quanto le piastrine non sono sufficienti per chiudere (è la funzione di “tappo” di cui abbiamo parlato) eventuali lesioni dei vasi sanguigni causate dalla leucemia, dalla terapia o da altre complicazioni che sopravvengono durante il trattamento. Quindi, questi pazienti hanno bisogno – durante tutta la durata del trattamento e in aggiunta agli eritrociti – di trasfusioni con concentrati di trombociti che permettono di ridurre il rischio di emorragia.

Ci sono situazioni in cui è necessario trasfondere più prodotti contemporaneamente. Un paziente che perde più litri di sangue in seguito a un intervento chirurgico o a un incidente avrà bisogno allo stesso tempo di eritrociti, per garantire l’apporto di ossigeno ai suoi organi, così come di piastrine e di plasma affinché il sangue coaguli e il paziente smetta di sanguinare.

Sono necessarie molte trasfusioni in caso di:

- ⊙ incidenti gravi con ferite, lesioni di organi e fratture ossee multiple;
- ⊙ Interventi importanti, per esempio al cuore o a grossi vasi sanguigni;
- ⊙ emorragie gravi durante il parto;
- ⊙ pazienti con leucemie o altre malattie del sangue.

Il numero di prodotti trasfusi a un paziente può andare da uno a diverse decine. In casi particolarmente gravi, per esempio in pazienti con ferite multiple causate da un’incidente, può essere necessario trasfondere una quantità di prodotti corrispondenti a più di un volume completo del loro sangue, che varia generalmente tra i 4 e i 7 litri. Per coprire il bisogno di prodotti sanguigni, in Svizzera sono necessarie circa 730 donazioni di sangue al giorno (dato 2021)!

⊙ LA DONAZIONE DI SANGUE

Ma da dove viene il sangue trasfuso negli ospedali e nelle cliniche svizzere?

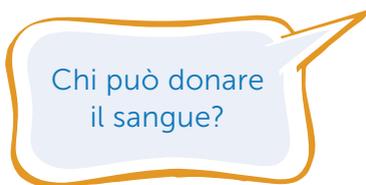
I Servizi Trasfusionali della Croce Rossa Svizzera hanno il compito di approvvigionare il Paese con i prodotti sanguigni. **La donazione di sangue è volontaria e non remunerata**: rappresenta quindi un **atto di solidarietà** di individui

sani nei confronti di pazienti che ne hanno bisogno. La donazione di sangue è un atto semplice ma che permette di aiutare il prossimo e salvare delle vite.

La scelta di donare deve essere libera, nessuno deve essere spinto a farlo, né con un obbligo legale, né con degli incentivi. Ad esempio, donare il sangue in cambio di soldi può spingere gli individui a farlo anche in situazioni in cui questo non è opportuno, come in caso di malattia. Infatti, durante una malattia (ad esempio, un'infezione), la donazione non solo è rischiosa per sé stessi, in quanto non verrà ben tollerata, ma si corre il rischio di trasmettere l'infezione al paziente trasfuso e quindi di mettere in pericolo la sua salute. Gli standard del Consiglio d'Europa sui prodotti sanguigni promuovono la donazione volontaria non remunerata.

La legge svizzera e quella della maggior parte dei Paesi europei considera il sangue come un **farmaco**. Ciò significa che è sottoposto a controlli molto stretti per garantirne qualità e sicurezza, esattamente come avviene per qualsiasi altro medicamento. Questa regola vale durante tutte le fasi della sua lavorazione: la donazione, la separazione in componenti, l'analisi, la conservazione, il trasporto e l'utilizzazione.

La differenza rispetto ad altri farmaci è che il sangue **non può essere prodotto in fabbrica in modo standardizzato**, ma deve essere ricavato da singoli individui disposti a donarlo. Ogni donatore, però, è un individuo che possiede caratteristiche proprie e questo spiega la necessità di verificarne la compatibilità con il paziente prima della trasfusione, un controllo che non è previsto quando somministriamo un altro medicamento.



Una donazione corrisponde a 450 ml di sangue, a cui vanno aggiunti 30-40 ml da destinare alle analisi necessarie per controllarlo [figura 7 ]. In base alla massa corporea del donatore, questa quantità **rappresenta tra l'8 e il 12% del suo volume sanguigno**. Per que-

sto motivo, individui con peso e massa corporea maggiore sopportano meglio la donazione. Chiunque ha tra i 18 e i 60 anni, pesa oltre 50 kg ed è in buona salute, può quindi donare il sangue. Chi però è già donatore a 60 anni può continuare a donare fino a 75 anni, se il suo stato di salute lo consente.

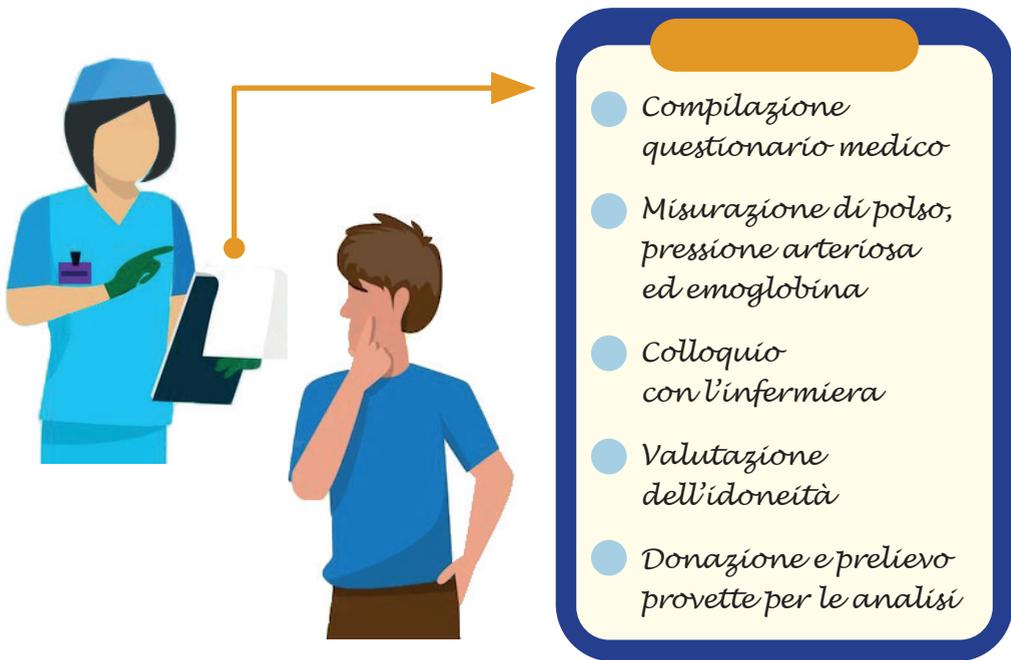
 **Figura 7** Provette prelevate da donatori di sangue per le analisi



Fonte: Servizio Trasfusionale della Svizzera Italiana, Croce Rossa Svizzera (CRS).

Prima di ogni donazione, è necessario compilare un **questionario medico**, che viene valutato da un'infermiera specializzata [figura 8 ]. In seguito, vengono misurati il **polso**, la **pressione arteriosa** e l'**emoglobina**. Quest'ultima per assicurarsi che il donatore abbia una "quantità" di sangue sufficiente per donare senza rischi. I controlli effettuati e i criteri di valutazione servono infatti ad assicurarsi che la donazione di sangue non rappresenti un rischio per il donatore o per chi riceverà il sangue. Ad esempio, un individuo con una malattia cardiaca tollererà meno bene la donazione, perché questa stimolerà il suo cuore in modo eccessivo. Oppure, se un individuo è affetto da una malattia virale del fegato (cosiddetta epatite) non può donare il sangue perché metterebbe a rischio il ricevente, perché questa malattia può essere trasmessa tramite il sangue.

 **Figura 8** I passi della valutazione del donatore



Una volta verificata l'idoneità, si può procedere alla donazione. Questa – come tutta la lavorazione del sangue che segue – avviene in un sistema chiuso di sacche e tubature di plastica saldate a un ago. Questo evita l'eventuale contaminazione con microorganismi durante la lavorazione. Dopo la disinfezione della cute, l'ago saldato alla sacca viene inserito in una vena del braccio. Dapprima vengono riempite le provette per le analisi necessarie; in seguito, il sangue fluisce nella sacca di raccolta contenente un anticoagulante, che impedisce al sangue di coagulare. La sacca viene posta su una bilancia apposta che la fa oscillare, mescolando il sangue con l'anticoagulante, e che ferma la raccolta automaticamente quando sono stati raggiunti i 450 ml [**figura 9** ].

Donare il sangue non è pericoloso. Per evitare sintomi legati alla riduzione del volume sanguigno è però importante prepararsi adeguatamente e osservare alcune semplici regole:

- ⦿ bere acqua o altre bibite prima e dopo la donazione;
- ⦿ non presentarsi a digiuno;
- ⦿ fare un piccolo spuntino dopo la donazione;
- ⦿ evitare sforzi estremi o allenamenti sportivi troppo faticosi il giorno stesso.

Queste misure si sono dimostrate efficaci per ridurre il rischio di vertigini o svenimenti, rischio molto basso ma che non può essere evitato totalmente.

 **Figura 9** Donazione di sangue dalla vena del braccio



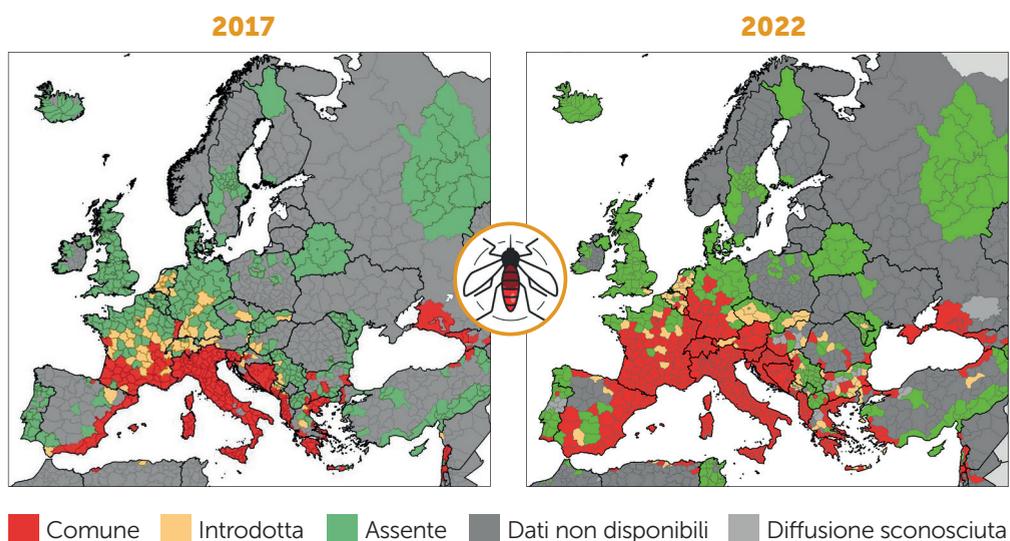
Fonte: Servizio Trasfusionale della Svizzera Italiana, CRS.

Come abbiamo visto, durante ogni donazione vengono prelevati 30-40 ml di sangue per eseguire le analisi di laboratorio che hanno due scopi principali.

1. Individuare possibili malattie infettive trasmissibili tramite il sangue.

Evidentemente non è possibile analizzare qualsiasi tipo di microorganismo esistente in natura che potrebbe causare malattie nell'essere umano. Le analisi si limitano alle malattie infettive di una certa gravità che hanno dimostrato di essere trasmissibili tramite la trasfusione di sangue, come diverse forme di epatite (epatite B, epatite C, epatite E) causate da diversi tipi di virus che possono circolare nel sangue e provocare un'inflammatione del fegato. Con il riscaldamento climatico in corso e l'estrema mobilità della popolazione, negli ultimi anni si sono poi aggiunte delle malattie tipiche di regioni più calde che si stanno diffondendo anche alle nostre latitudini. Alcune di queste vengono trasmesse da cosiddetti vettori, ad esempio le

 **Figura 10** Diffusione della zanzara tigre in Europa 2017-2022



Fonte: European Centre for Disease Prevention and Control.

<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/aedes-albopictus-current-known-distribution-europe-april-2017>

<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/aedes-invasive-mosquitoes-current-known-distribution-march-2022>

zanzare. Alcune specie di zanzare autoctone possono essere infettate con virus provenienti da regioni tropicali (ad esempio, la febbre di West Nile). Altre specie sono di origine tropicale ma si diffondono sempre di più alle nostre latitudini, come la zanzara tigre [figura 10 ], facilitando così la diffusione di nuovi virus quali la febbre di Dengue o il virus Chikungunya.

2. **Determinare il gruppo sanguigno del donatore** per poterlo poi confrontare con quello del paziente al momento della trasfusione e garantire che il sangue del paziente e del donatore siano compatibili. Nel prossimo capitolo impareremo a conoscere meglio i gruppi sanguigni e il loro significato.

I GRUPPI SANGUIGNI

⊙ UN PO' DI STORIA

I primi tentativi di trasfusione furono compiuti nel diciassettesimo secolo ed eseguiti con sangue di pecora. Tra le diverse teorie in voga a quei tempi, si supponeva che la trasfusione di sangue di pecora o di agnello fosse in grado di calmare gli animi di persone sofferenti di disturbi psichici con animo particolarmente agitato. Nel 1667, **Jean-Baptiste Denis**, medico di corte di re Luigi XIV di Francia, e Richard Lower e Edmund King, in Inghilterra, riportarono sorprendentemente alcuni successi con questa procedura, dovuti probabilmente alla quantità minima di sangue trasfuso, non sufficiente a produrre effetti collaterali [figura 11 ]. Si realizzò presto tuttavia che nella maggior parte dei casi la trasfusione di sangue animale portava a delle complicazioni gravi, fino al decesso. Circa 10 anni dopo fu quindi proibita per legge. Oggi sappiamo che queste reazioni sono provocate dal sistema immunitario, che riconosce le differenze tra i globuli rossi di diverse specie animali, e quindi anche tra l'uomo e la pecora.

Nel 1818 **James Blundell**, un ostetrico inglese, trasfuse per la prima volta sangue umano a una donna che sanguinava abbondantemente dopo il parto. Il sangue venne prelevato dal marito con una siringa e trasfuso direttamente alla donna.

A quando risale la prima trasfusione?

 **Figura 11** Primi tentativi di trasfusione con sangue di pecora



Fonte: Matthias Gottfried Purmann, *Grosser und gantz neugewundener Lorbeer-Krantz, oder Wund Artzney... Zum andern Mahl vermehrt heraus gegeben* (1705).

Negli anni successivi, Blundell trasfuse diversi pazienti in questo modo, e sembra che anche grazie a questa attività diventò molto ricco. Tuttavia, Blundell dovette riconoscere che in alcuni casi la trasfusione comportava un successo, mentre in altri causava gravi complicazioni, fino al decesso del paziente. Perché?

Per risolvere questo enigma bisogna attendere fino al 1900, quando il medico austriaco **Karl Landsteiner** osservò che mescolando il sangue di diversi individui, il sangue di alcuni di essi reagiva selettivamente con quello di altri, mentre in altri casi non si osservava nessuna reazione. Questa osservazione portò alla scoperta del primo gruppo sanguigno, il gruppo ABO. Questa scoperta valse a Landsteiner il premio Nobel per la medicina nel 1930. Ancora oggi il gruppo ABO resta il più importante da rispettare quando si trasfonde un paziente.

A cavallo degli anni 1939-40 fu scoperto il fattore Rhesus, un antigene appartenente al gruppo oggi denominato Rh. La scoperta di altri gruppi si susseguì sempre più rapida fino ad oggi, in cui esistono 43 gruppi sanguigni conosciuti.

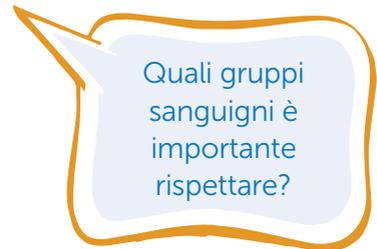
⊙ IL PRINCIPIO DELLA COMPATIBILITÀ

Abbiamo visto che il nostro sistema immunitario è in grado di distinguere tra caratteristiche proprie e caratteristiche estranee al nostro organismo. Queste caratteristiche vengono definite **antigeni**. I globuli bianchi e gli anticorpi che circolano nel nostro sangue sono in grado di riconoscere degli antigeni diversi dai nostri e di reagire contro di essi. Quindi, se trasfendiamo dei globuli rossi di un donatore che portano degli antigeni diversi da quelli del paziente, quest'ultimo potrà subire una complicazione trasfusionale che si manifesta come **reazione emolitica**, cioè gli anticorpi provocano una distruzione dei globuli rossi trasfusi. La gravità di questa reazione è variabile: alcuni antigeni estranei non causano nessun problema, altri possono comportare reazioni talmente gravi da mettere in pericolo la vita del paziente.

Ecco perché prima di una trasfusione bisogna sempre verificare la compatibilità tra donatore e paziente.

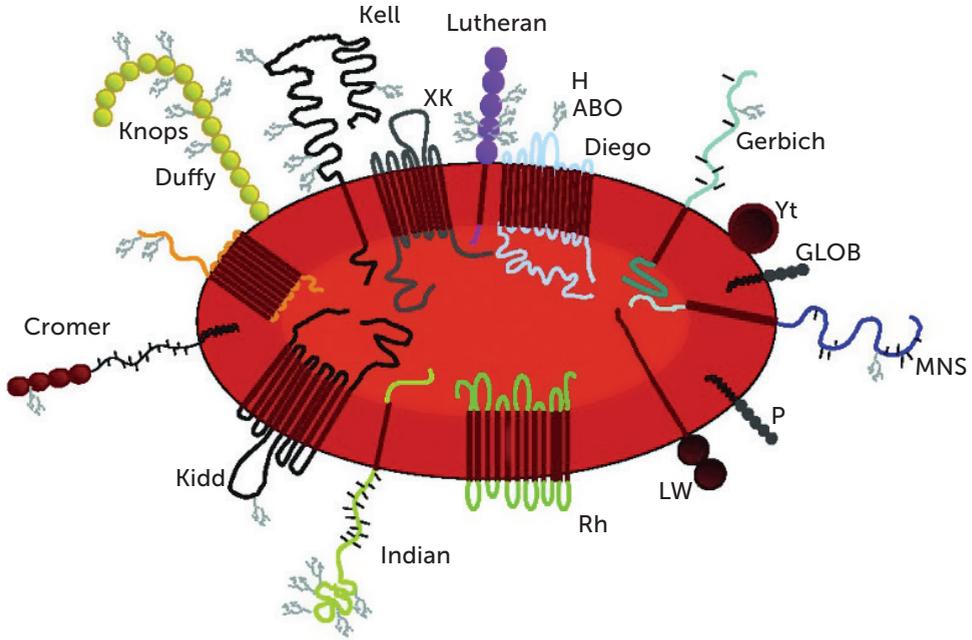
⊙ LA CLASSIFICAZIONE DEI GRUPPI SANGUIGNI

Oggi conosciamo ben **43 gruppi sanguigni**, che coprono insieme più di **360 antigeni** diversi situati sulla superficie dei globuli rossi [figura 12]. Fortunatamente, non tutti questi gruppi devono essere determinati al momento di una trasfusione, perché solo in una parte di essi si verifica una reazione trasfusionale se non sono compatibili tra donatore e ricevente. I più importanti da rispettare sono il **gruppo ABO** e l'**antigene D**, appartenente al **gruppo sanguigno Rh** (Rhesus).



Nel gruppo ABO, i globuli rossi possono portare l'antigene A, o B, o tutti e due, o nessuno dei due. L'antigene definisce il gruppo, quindi chi non porta né A, né B è di gruppo O, chi porta l'antigene A è di gruppo A ecc. [figura 13]. Nei mesi successivi alla nascita, il nostro organismo forma degli anticorpi contro gli antigeni estranei, quindi anticorpi anti-B nel gruppo A, anti-A nel gruppo B, anti-A e anti-B nel gruppo O e nessuno dei due nel gruppo AB.

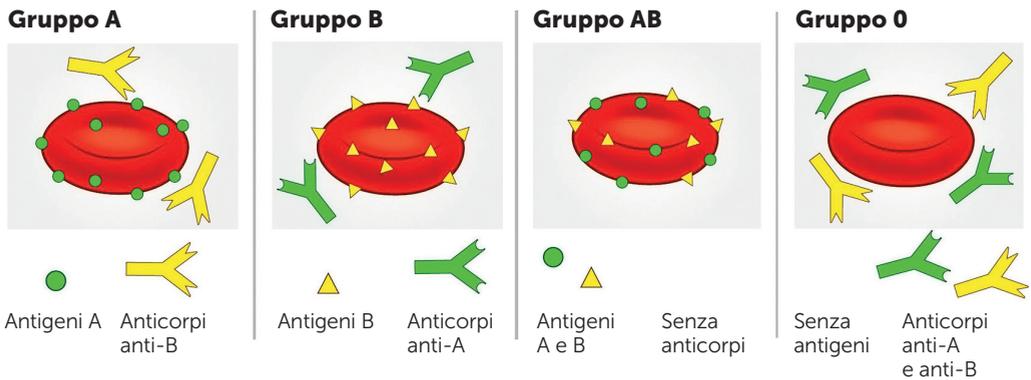
 **Figura 12** Rappresentazione schematica di alcuni antigeni con l'indicazione del nome del gruppo sanguigno



Fonte: Blood group systems. ISBT Science Series, 2020.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/voxs.12593>

 **Figura 13** Gruppo ABO



 **Figura 14** Regola di compatibilità tra donatore e ricevente per la trasfusione di globuli rossi

		DONATORE			
		O	AB	B	A
RICEVENTE	A				
	B				
	AB				
	O				

Le persone con il gruppo sanguigno AB possono donare il sangue a persone riceventi con lo stesso gruppo sanguigno. Le persone con il gruppo sanguigno zero, invece, possono donare il proprio sangue anche alle persone con gruppi sanguigni diversi. Per questo motivo risultano persone particolarmente adatte alla donazione.

Se trasfendiamo **eritrociti**, dobbiamo assicurarci che **non portino antigeni contro i quali il paziente ha degli anticorpi**. Quindi, ad esempio, eritrociti del gruppo O potranno essere trasfusi a pazienti di ogni gruppo, mentre eritrociti A potranno essere trasfusi a pazienti di gruppo A e AB. Le regole applicabili agli eritrociti sono riassunte nella **figura 14** .

Per il plasma si applicano le regole all'inverso: ad esempio, plasma del gruppo AB, non contenendo né anti-A né anti-B, può essere trasfuso a tutti i pazienti, mentre plasma del gruppo B (contenente anti-A) può essere trasfuso solo a pazienti B od O.

Il secondo gruppo in ordine di importanza è il cosiddetto **fattore Rhesus** (gruppo Rh), comprendente numerosi antigeni diversi, di cui il più importante è l'antigene D. **Chi ha l'antigene D è Rh positivo, chi non l'ha è Rh negativo**.

Chi è Rh negativo può formare anticorpi anti-D, quindi **deve ricevere sangue Rh negativo**. **Chi è Rh positivo può ricevere entrambi**.

Questo spiega perché i donatori di **gruppo 0 Rh negativo** sono così richiesti: rappresentano nel nostro paese meno del 7% della popolazione e **i loro eritrociti possono essere trasfusi a tutti**. In realtà una trasfusione 0 negativa viene utilizzata in urgenza, quando il gruppo del paziente non è ancora noto. Appena il laboratorio ha determinato il gruppo, si utilizzano prodotti di gruppo identico.

⊙ I PRODOTTI SANGUIGNI

Il sangue, dopo la donazione, viene separato in componenti. La centrifugazione permette di dividere i globuli rossi (in basso), il plasma (in alto) e le altre cellule (al centro) [figura 15 📄].

📄 **Figura 15** Una donazione di sangue dopo la centrifugazione: sopra il plasma, sotto gli eritrociti, al centro strato sottile con i leucociti e le piastrine



Fonte: Servizio Trasfusionale della Svizzera Italiana, CRS.

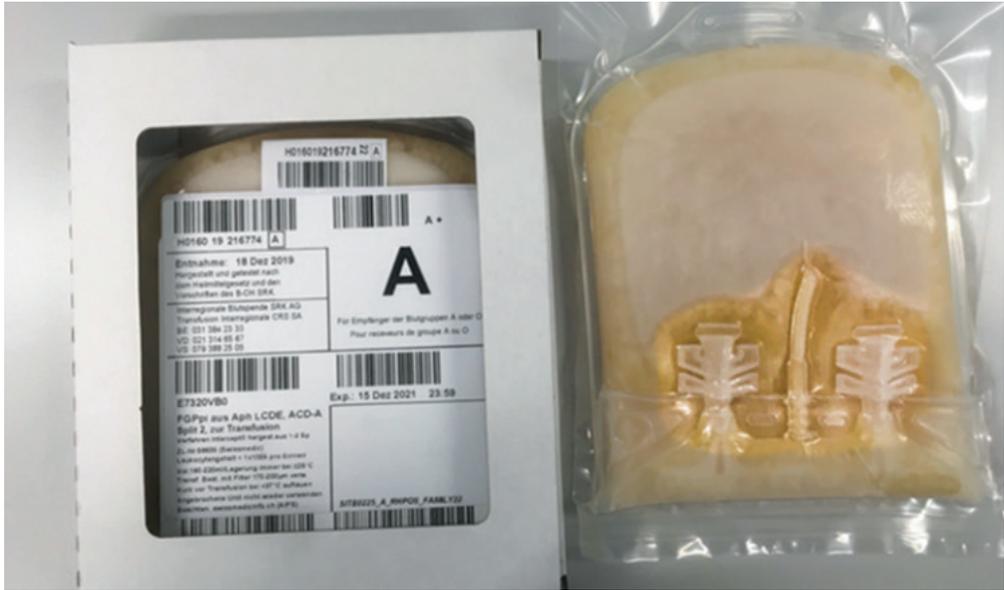
Concentrato di eritrociti. È utile ricordare che cellule del nostro corpo sono vive e necessitano di sostentamento se vengono conservate in un contenitore di plastica al di fuori del nostro corpo. I globuli rossi dopo la donazione e la separazione dalle altre cellule vengono per questo trasferiti in una sacca con una soluzione nutriente che ne permette la **conservazione a 4°C per 42 giorni**. La filtrazione consente di **eliminare i globuli bianchi residui** e di ottenere un concentrato di eritrociti più puro, con una contaminazione minima di altre cellule [figura 16 ].

 **Figura 16** Frigo contenente concentrati di eritrociti di diversi gruppi a 4°C



Fonte: Servizio Trasfusionale della Svizzera Italiana, CRS.

 **Figura 17** Plasma fresco congelato, conservato in congelatore sotto i -25°C



Fonte: Servizio Trasfusionale della Svizzera Italiana, CRS.

Plasma fresco congelato. Anche il plasma viene trasferito in una sacca e congelato a -25°C , per essere **conservato fino a 2 anni** [figura 17 ].

Concentrato di trombociti. Dallo strato intermedio, composto da piastrine, globuli bianchi e un residuo di globuli rossi, vengono estratte le **piastrine**. Per avere una dose sufficiente per una trasfusione, vengono riunite le piastrine di 4-5 donatori. Il prodotto che ne deriva viene sottoposto a una procedura particolare per **eliminare eventuali microorganismi** (inattivazione dei patogeni) e conservato a temperatura ambiente per un massimo di 7 giorni [figura 18 ].

Dal plasma, inoltre, è possibile estrarre anticorpi o fattori della coagulazione per produrre dei farmaci utilizzati per pazienti con malattie del sistema immunitario, infezioni o difetti della coagulazione. Un tipico esempio è l'**emofilia**, una malattia genetica che provoca emorragie, ai cui portatori manca un fattore specifico della coagulazione. Quando sanguinano, questi pazienti possono essere trattati con questo fattore, estraibile dal plasma.

 **Figura 18** Due concentrati di trombociti conservati a temperatura ambiente (20-24°C)



Fonte: Servizio Trasfusionale della Svizzera Italiana, CRS.

CONCLUSIONI E PROSPETTIVE: PERCHÉ NON C'È IL SANGUE ARTIFICIALE?

I primi tentativi di produrre sangue artificiale risalgono a oltre 50 anni fa. L'approccio iniziale e che sembrava più semplice fu quello di sviluppare delle forme di **emoglobina artificiale** in grado di portare l'ossigeno dai polmoni ai tessuti, così come avviene con l'emoglobina presente nei nostri globuli rossi.

Più tardi furono ricercate anche delle sostanze completamente diverse che fossero in grado di legare l'ossigeno. Fu trovata una classe di sostanze, i **perfluorocarboni**, su cui si effettuarono diversi studi. Però, nonostante i numerosi tentativi, nessuna di queste sostanze si rivelò in grado di sostituire la trasfusione di globuli rossi sia per mancanza di efficacia sia, soprattutto, per la loro tossicità: la maggior parte degli studi venne interrotta a causa dei gravi effetti collaterali.

Il problema di questi approcci è che non considerarono la complessità del meccanismo legato al trasporto di ossigeno, basato non solo sull'emoglobi-

na, ma su **un equilibrio dato dall'interazione tra vasi sanguigni, eritrociti, emoglobina, ossigeno e altre sostanze presenti nel sangue**, frutto di un'evoluzione durata milioni di anni e difficile da imitare.

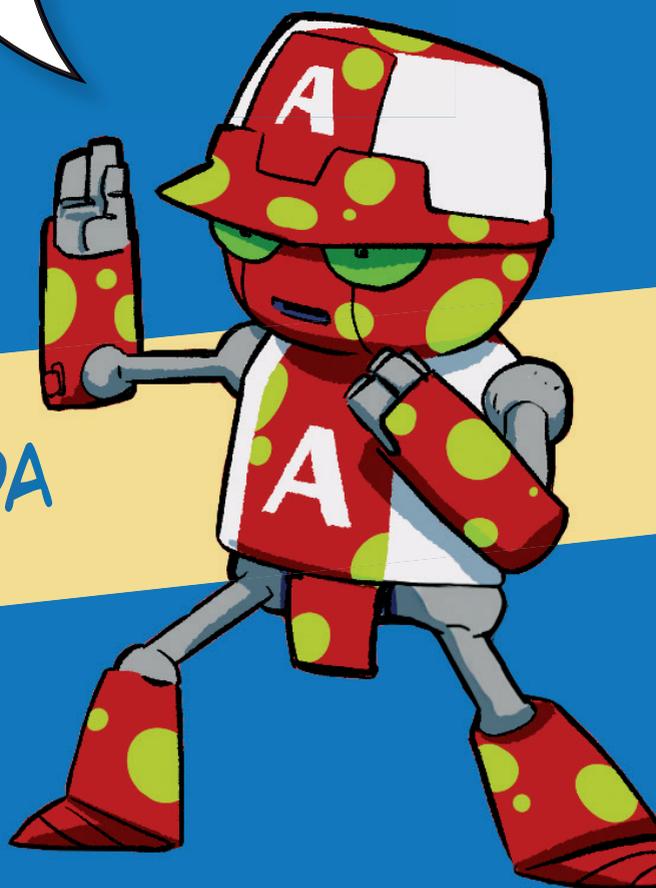
Abbiamo visto che il sangue deriva dalle sue cellule madri, le **cellule staminali del sangue**. Coltivare queste cellule in laboratorio e farle maturare in globuli rossi o piastrine, riproducendo nel modo più fedele possibile ciò che fa il nostro corpo, potrebbe essere un modo per produrre del sangue in laboratorio.

Negli ultimi anni sono stati fatti dei progressi nel coltivare e differenziare diversi tipi di cellule staminali. Le difficoltà di questo approccio consistono nell'ottenere delle cellule che corrispondano al 100% ai globuli rossi, senza che rimangano delle forme immature nel sangue non adatte alla loro funzione, delle cellule che portino una forma di emoglobina non adatta a trasportare l'ossigeno o degli antigeni estranei all'organismo umano che potrebbero causare effetti collaterali se trasfuse a un paziente.

Finora alcuni laboratori sono riusciti a produrre pochi millilitri di sangue. Siamo ancora molto lontani dal produrre sangue in modo industriale, secondo processi standardizzati e in modo sicuro, in una quantità necessaria all'approvvigionamento di un intero Paese. Prima dell'uso nella prassi quotidiana, sarà poi necessario eseguire studi clinici per garantire l'efficacia e la sicurezza di questi nuovi prodotti. Questo approccio, però, basato sulle cellule staminali potrebbe essere finalizzato nei prossimi anni per **produrre sangue per pazienti con gruppi sanguigni molto rari**, di cui esistono pochi donatori in tutta Europa. Avendo sempre a disposizione delle cellule staminali di pochi individui con gruppi rari sarebbe possibile produrre una quantità sufficiente di sangue di questo gruppo, pur se a costi elevati ma giustificabili in assenza di valide alternative.

Concludendo, passerà ancora molto tempo prima di riuscire a produrre in fabbrica il sangue in quantità necessaria a soddisfare i bisogni dei pazienti, che dia la stessa garanzia di sicurezza del sangue da donatore e a costi sostenibili. Fino ad allora il nostro corpo rimarrà la fabbrica di sangue più efficiente e sicura e la donazione resterà un'attività necessaria per la sopravvivenza di molti esseri umani.

Sangue



PARTE SECONDA

TESTI

A cura degli alunni della classe 3B della Scuola Media Biasca:

Bisceglia Nicolas	Milosevic Matia
Canepa Laura	Mitrovic Tomas
Devittori Leeroy	Naizghi Tedros
Di Tullio Melissa	Omerovic Amar
Garieri Francesco	Policastrese Alessandra
Gashi Rreze	Preniqi Laura
Iezza Nicolò	Rivera Enea
Lasio Lara	Simic Jovan
Lubello Antonio	Torre Anton

Con il coordinamento della professoressa:

Anne-Sophie Genini (docente di Scienze)

Scuola Media Biasca

Via Stefano Franscini, 21

6710 Biasca

Ticino - Svizzera

Direttore: Luca Herold

Vicedirettrice: Camilla Fossati

DISEGNI

Realizzazione, per la Scuola Romana dei Fumetti, di Matteo Perilli.

SANGUE

"NAPOLI È LA CITTÀ PIÙ BELLA DEL MONDO...
ED È LA MIA CITTÀ..."



"...CERTO È UNA CITTÀ
DIFFICILE..."



CAVARMELA

"...MA IO HO IMPARATO A
CAVARMELA FIN DA PICCOLO..."



"...MI CHIAMO SALVATORE...
SALVO, PER GLI AMICI..."



"...E HO LA MIA BANDA..."



AMMAZZIAMOLI
TUTTI!



"...E SAPPIAMO COME
FARCI RISPETTARE
DALLE BANDE RIVALI!"







"E COSÌ FUI PORTATO
DA 'O DOTTORE..."



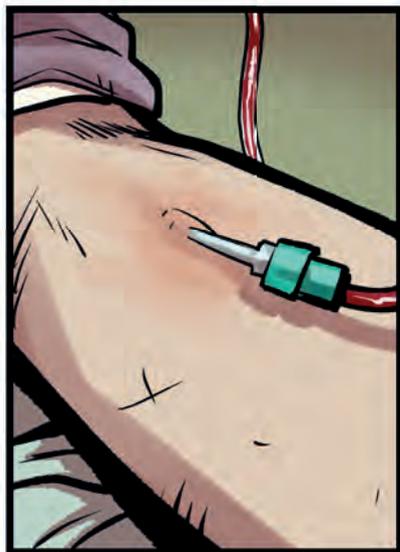
QUI CI VUOLE SUBITO
UNA TRASFUSIONE...



MA QUEL SANGUE È **A** E
IO SONO GRUPPO **O**...



NON VI PRENDETE PENSIERO...
SEMPRE SANGUE È... E DEL MIGLIORE,
VE LO POSSO ASSICURARE,
DON SALVO!

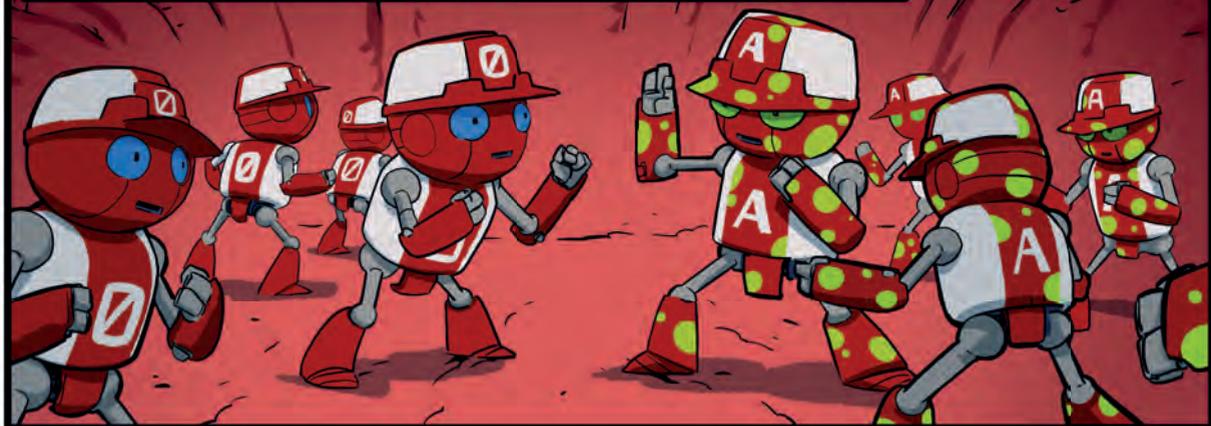




SALVO È GRUPPO **O**, IL SUO SANGUE È COMPOSTO DI GLOBULI ROSSI "NUDI" CHE NON PORTANO ANTIGENI. PER CONTRO, NEL SANGUE, HA ANTICORPI CIRCOLANTI **ANTI-A** E **ANTI-B**.



IL PROBLEMA, INFATTI, NON SONO I GLOBULI ROSSI **A**,
CHE SONO INNOCUI PER QUELLI **O**, MA GLI ANTICORPI **ANTI-A**...

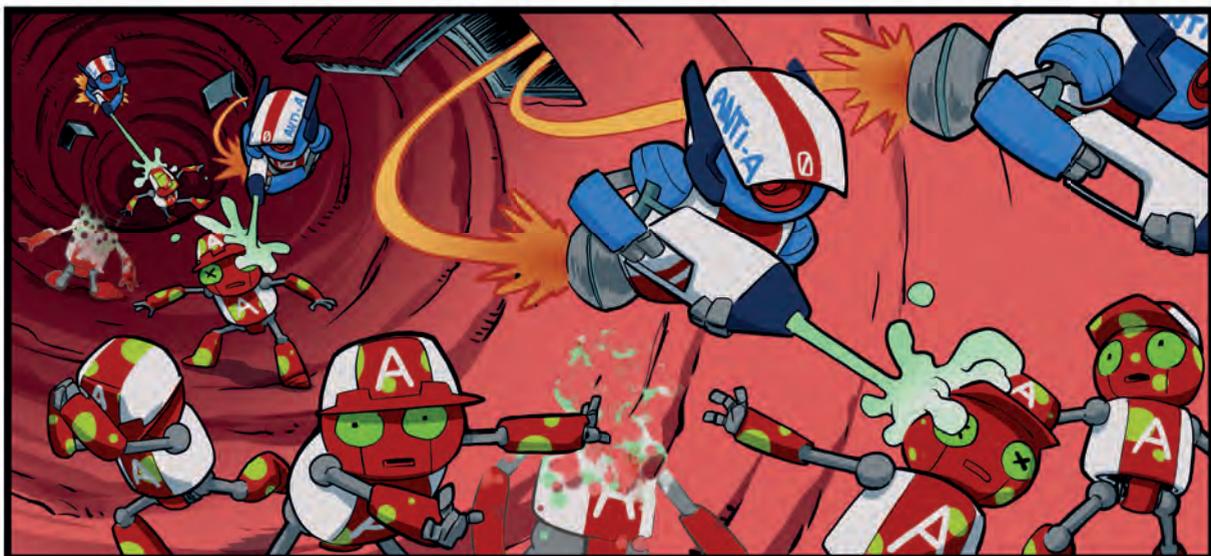


PERCHÉ IL SISTEMA IMMUNITARIO DI SALVO PENSA
DI ESSERE ATTACCATO ANCHE SE I GLOBULI **A**
NON DISTRUGGERANNO QUELLI **O**...

SONO MILIARDI...
CI STANNO ATTACCANDO...

PER FORTUNA SI
RICONOSCONO FACILMENTE,
CON TUTTI QUEI PUNTINI...
SÌ, INIZIAMO IL PROCESSO
DI DISTRUZIONE...

SCATENIAMO
I NOSTRI ANTICORPI
ANTI-A!



"...ERA CHIARO CHE 'O DOTTORE
MI AVEVA FREGATO E AVEVA CERCATO DI UCCIDERMI
PER CONTO DELLA BANDA RIVALE..."



"...DOVEVO
SCAPPARE DA LÌ...
MI SENTIVO SEMPRE
PIÙ DEBOLE..."



"...ERA ANCHE L'ASTINENZA?"



"DON GENNARO
MI AVREBBE DATO
LA RISPOSTA..."



"...HA LA COCAINA
MIGLIORE DI NAPOLI..."





FERMO, MANI IN ALTO!

"...QUEL FETENTE MI AVEVA VENDUTO ALLE GUARDIE..."

"NON CORSI, NON NE VALEVA LA PENA. SAPEVO CHE IL GIOCO ERA FINITO, GLI SBIRRI MI AVEVANO DATO SCACCO MATTO E BEN PRESTO, INEVITABILMENTE, AVREBBERO ARRESTATO TUTTA LA BANDA..."



"DA QUELL'ISTANTE TUTTO ANDÒ AL RALLENTATORE ATTORNO A ME, ERA ORMAI TUTTO FINITO..."



"SVENNI, FORSE ERO SALVO, IN TUTTI I SENSI..."

"I CARABINIERI FURONO COSTRETTI
A CHIAMARE L'AMBULANZA, CHE ARRIVÒ POCO DOPO;
MI CARICARONO E PARTIMMO PER
LA SANTISSIMA ANNUNZIATA, L'OSPEDALE PIÙ VICINO..."





"LE TRASFUSIONI DI SANGUE DEL GRUPPO GIUSTO
MI AVEVANO SALVATO,
STAVO BENE ED ERO STATO DIMESSO..."



"...MI ASPETTAVA LA PRIGIONE!"



"...FUI PORTATO AL CARCERE DI POGGIOREALE..."



"...E SICCOME, PER AVERE UNA CONDANNA PIÙ MITE, AVEVO FATTO UN SACCO DI NOMI..."



"...DECISERO DI FARMELA PAGARE..."



"...IN FONDO ERA DESTINO..."



"...CHE LA MIA STORIA DOVESSE FINIRE NEL SANGUE!"





GLOSSARIO

Anemia Condizione in cui la concentrazione dell'emoglobina nel sangue è inferiore alla norma. Le cause possono essere molteplici: dalla carenza di ferro a una delle numerose malattie del sangue, fino a un'emorragia in seguito a un incidente o a un intervento chirurgico. La conseguenza è una riduzione della capacità del sangue di fornire ossigeno ai tessuti.

Anti-coagulante Sostanza capace di inibire il processo di coagulazione del sangue. Esistono farmaci anticoagulanti, somministrati per prevenire la formazione di coaguli nei vasi sanguigni (trombosi), e anticoagulanti usati per evitare la coagulazione del sangue prelevato per analisi o trasfusione. Questi ultimi si trovano nelle sacche utilizzate per la donazione di sangue o nelle provette usate per le analisi di laboratorio.

Anticorpo Proteina prodotta da una specifica categoria di linfociti (i cosiddetti linfociti B) che è in grado di legarsi a un antigene, contribuendo alla sua eliminazione da parte del sistema immunitario.

Antigene Struttura di un organismo che il nostro sistema immunitario è in grado di riconoscere come estranea. La reazione che questo provoca, mirata all'eliminazione dell'organismo estraneo, comprende tra l'altro la formazione di anticorpi.

-
- Cellule staminali ematopoietiche** Le cellule staminali sono cellule indifferenziate che hanno la capacità di maturare trasformandosi in vari tipi di cellule presenti nel nostro corpo. Le cellule staminali ematopoietiche si trovano nel midollo osseo; da esse derivano i globuli rossi, i globuli bianchi e le piastrine.
-
- Chikungunya** Virus trasmesso tramite puntura di zanzara che provoca febbre e forti dolori ai muscoli e alle articolazioni. Si tratta di un virus caratteristico delle regioni più calde (soprattutto Asia e Africa), ma i viaggi e i cambiamenti climatici aumentano il rischio che si diffonda anche in Europa.
-
- Dengue** Virus trasmesso tramite puntura di zanzara che provoca febbre, mal di testa, dolori articolari ed eruzioni cutanee. È ampiamente diffuso nelle regioni tropicali e subtropicali, ma negli ultimi anni, in seguito ai cambiamenti climatici, sono stati osservati i primi casi in Europa meridionale.
-
- Donazione di sangue** Messa a disposizione volontaria di un volume definito del proprio sangue, le cui componenti possono essere utilizzate a scopo terapeutico. I più utilizzati prodotti sanguigni derivati dalla donazione hanno vita breve; per questo la disponibilità costante di donatori è molto importante.
-
- Emofilia** Malattia di origine genetica causata dalla carenza di una proteina necessaria perché il sangue possa coagulare (fattore VIII o fattore IX). L'assenza di questa proteina provoca una tendenza a sanguinare spontaneamente o in seguito a traumi minori.
-
- Emoglobina** Principale componente dei globuli rossi. È responsabile per il trasporto dell'ossigeno nel corpo ed è la sostanza che conferisce al sangue il suo tipico colore rosso.
-
- Emolisi** Processo di distruzione prematura dei globuli rossi. Può essere la conseguenza di una malattia del sangue, dell'assunzione di farmaci o sostanze tossiche oppure di una trasfusione, se il paziente presenta anticorpi contro un antigene situato sulla superficie dei globuli rossi trasfusi.
-

Epatite Malattia infiammatoria del fegato. Tra le cause si annoverano diversi virus, alcuni dei quali possono essere trasmessi tramite la trasfusione di sangue (epatite B, epatite C, epatite E). Per fortuna, le misure preventive attuali riducono questo rischio quasi a zero.

Eritrociti (globuli rossi) Cellule del sangue la cui funzione principale è quella di trasportare ossigeno dai polmoni ai tessuti. Possono essere ricavati da una donazione di sangue e trasfusi in un paziente con un'anemia, se questa è di gravità tale da non consentire più un approvvigionamento sufficiente di ossigeno ai tessuti.

Fattori della coagulazione Proteine sciolte nel plasma che interagiscono con le piastrine e tra di loro, provocando la formazione di un coagulo. La mancanza di una o più di queste proteine può portare a un eccessivo sanguinamento. In malattie con una carenza specifica di un fattore quale l'emofilia, è possibile curare un'emorragia somministrando il fattore mancante (fattore VIII o fattore IX). In seguito a una perdita di sangue importante, dovuta ad esempio a un incidente, è necessario trasfondere del plasma per garantire un apporto equilibrato di tutti i fattori della coagulazione.

Fibrina Componente essenziale del coagulo che si forma in seguito all'attivazione dei fattori della coagulazione. La fibrina consolida il coagulo primario, formato dalle piastrine in seguito alla lesione di un vaso sanguigno.

Gruppo sanguigno Insieme di antigeni controllati da uno stesso gene, presente in forme diverse in diversi individui (ad esempio, il gruppo ABO). La trasfusione di sangue di un donatore con gruppo diverso dal paziente può attivare il sistema immunitario di quest'ultimo provocando un'emolisi.

Leucemia Malattia del midollo osseo che consiste in una proliferazione incontrollata di cellule del sangue patologiche, che impediscono la formazione di cellule normali. Esistono svariate forme di leucemia, con decorso e prognosi diversi, in base al tipo di cellula alterata e al tipo di anomalia riscontrata. In generale i pazienti possono soffrire di anemia, emorragie e infezioni, oltre che di una serie di altre complicazioni. La chemioterapia ha lo scopo di eliminare le cellule patologiche, ristabilendo la normale ematopoiesi. Durante il trattamento, è spesso necessario trasfondere i pazienti con concentrati di eritrociti o di trombociti.

Leucociti (globuli bianchi) Cellule del sistema immunitario che difendono l'organismo da microorganismi o corpi estranei. Ne esistono di vari tipi, ognuno con dei compiti specifici; nel sangue si trovano i linfociti, i monociti e diverse categorie di granulociti.

Perfluorocarboni Sostanze chimiche potenzialmente in grado di trasportare ossigeno. Sono stati investigati a lungo quali possibili sostituti della trasfusione di eritrociti, ma finora senza successo, non da ultimo a causa dei rischi legati alla loro somministrazione.

Neurotrasmettitori Sostanze chimiche prodotte dai neuroni; servono per inviare messaggi fra i neuroni stessi.

Risposta immunitaria adattativa Seconda linea di difesa del nostro organismo: agisce in modo molto specifico contro antigeni estranei ed è in grado di formare una memoria contro di essi, qualora dovessero ripresentarsi in futuro.

Risposta immunitaria innata Prima linea di difesa del nostro organismo: riconosce un numero limitato di antigeni, ma agisce immediatamente e attiva la risposta immunitaria adattativa.

Trasfusione Somministrazione di sangue o di componenti del sangue di un donatore a un paziente a scopo terapeutico.

Trombociti (piastrine) Frammenti di cellule che circolano nel sangue, la cui funzione principale è quella di attivare la coagulazione aggregandosi dove un vaso sanguigno è stato ferito, fermando così l'emorragia. Alla loro azione segue quella dei fattori della coagulazione presenti nel plasma, che portano alla formazione della fibrina e quindi alla stabilizzazione del coagulo. I trombociti possono essere ricavati da donatori di sangue e trasfusi a pazienti con un numero insufficiente di piastrine.

Vettore Nel senso biologico del termine, si tratta di un organismo capace di trasferire agenti infettanti all'interno di altri organismi. Come conseguenza dei viaggi e dei cambiamenti climatici, alcuni vettori (ad esempio, certe specie di zanzare come la zanzara tigre) si stanno espandendo dalle regioni tropicali e subtropicali in Europa, causando la diffusione di malattie virali che non si osservavano in precedenza alle nostre latitudini.

West Nile Virus Virus trasmesso tramite puntura di zanzara che nella maggioranza dei casi non provoca sintomi, ma può portare a sintomi influenzali e di rado a un'infezione delle meningi e del tessuto cerebrale. Negli ultimi anni appare regolarmente in Europa meridionale e orientale, in estate e in autunno.



All'interno del nostro corpo, il sangue svolge una gran quantità di funzioni fondamentali: trasporta alle cellule ossigeno e nutrimento, le ripulisce dall'anidride carbonica, collega tra loro organi e tessuti. Pompato dal cuore, circola senza sosta portando la vita a tutte le parti dell'organismo.

Ma quando pensiamo al nostro sangue, è importante ricordare che non solo è essenziale per noi, ma può salvare la vita agli altri: se scegliamo di donarlo, infatti, può aiutare una persona che ne ha bisogno per motivi terapeutici, contribuendo a metterla al sicuro. Anche una piccola parte può fare la differenza: per questo donare il sangue è uno dei gesti di altruismo più alti che si possano compiere.

Stefano Fontana, Fondazione Servizio Trasfusionale CRS della Svizzera Italiana; Università di Losanna (UNIL).

All'interno il fumetto:

Sangue

Testi a cura degli alunni della classe 3B della Scuola Media Biasca, Ticino-Svizzera.

Disegni realizzati, per la Scuola Romana dei Fumetti, da Matteo Perilli.

