

Il sangue

Quaderno di lavoro



Impressum

Editore: Trasfusione CRS Svizzera SA, Berna
Realizzazione pedagogica: kiknet.ch / kik AG, 5430 Wettingen
Impaginazione / grafica: kikcom AG, 5415 Rieden

Illustrazioni: GlaxoSmithKline, fotolia.de, Fotosearch, Daniela Jakab, Michael Stahl

Stampa: Ast & Fischer

Copyright 2014 Trasfusione CRS Svizzera

Tutte le espressioni di genere specifico contenute in questo opuscolo si intendono riferite sia a persone di sesso maschile che femminile.

Per ulteriori informazioni sui temi «sangue» e «cellule staminali del sangue»: www.trasfusione.ch, www.il-sangue.ch

Indice

IL MITO DEL SANGUE

IL SANGUE: UN QUADERNO DI LAVORO

IL SANGUE, QUESTO SCONOSCIUTO

1. LA COMPOSIZIONE DEL SANGUE

Cellule sanguigne	7
Plasma sanguigno	7
1.1 Globuli rossi	8
Aspetto e proprietà degli eritrociti	8
Emoglobina	8
1.2 Globuli bianchi	9
1.3 Piastrine	10
Trombosi	10
Arteriosclerosi	10
1.4 Plasma sanguigno	11
Albumina, immunoglobuline, sistema complementare e lipoproteine	11
Ustioni	11

2. LE FUNZIONI DEL SANGUE

2.1 Il trasporto delle sostanze	12
La respirazione cellulare	13
Reazione chimica della respirazione cellulare	13
2.2 Il nostro sistema immunitario	14
Vaccinazioni	16
2.3 Rimarginazione delle ferite	17
Formazione della crosta	17
Cascata della coagulazione ed emofilia	18

3. I GRUPPI SANGUIGNI

3.1 Il sistema ABO	19
Caratteristiche dei gruppi sanguigni	19
Come si calcola la compatibilità?	20
Trasmissione ereditaria	21
3.2 Il fattore Rhesus	22
Gravidanza	22

4. LA DONAZIONE DI SANGUE

Perché donare il sangue?	23
Come funziona una donazione di sangue	23
Complicazioni durante il parto	24
La conservazione e l'analisi del sangue	25
Tipi di donazione	25
Il sistema degli emocomponenti	26
Gli emocomponenti più importanti	26
Il frazionamento del plasma	26

5. LE CELLULE STAMINALI DEL SANGUE: COME SI FORMA IL SANGUE?

5.1 Come si forma il nostro sangue	27
5.2 Quando le cellule staminali del sangue non funzionano più	27
5.3 Tipo tessutale compatibile	27
Due tipi di donazione possibili	28
L'esempio di Roberto	28

6. TRASFUSIONE CRS SVIZZERA

Settore degli emoprodotti	29
Settore di cellule staminali del sangue	29
I donatori sono indispensabili	29

GLOSSARIO

PIÙ INFORMAZIONI SUL TEMA SANGUE

Ulteriori materiali

Oltre al quaderno di lavoro, esistono altri materiali didattici e aiuti all'insegnamento che possono essere scaricati gratuitamente dalla piattaforma www.il-sangue.ch.

Il mito del sangue

Da sempre il sangue ha affascinato l'uomo. Già nell'era preistorica gli uomini sapevano che un animale moriva in poco tempo, se perdeva una certa quantità di sangue. Il sangue era quindi sinonimo di vita. In alcune culture si usava inoltre bere il sangue di certi animali, ad esempio del leone, nella speranza di trarne la forza e il coraggio. In certi casi, si uccidevano persino delle persone per offrire il loro sangue in sacrificio agli dèi e attirarsi così la loro benevolenza.

I primi tentativi di trasfondere a un uomo il sangue di un consimile risalgono all'antichità. All'epoca, al sangue venivano attribuite proprietà curative e la facoltà di ringiovanire chi lo beveva. I romani facoltosi bevevano il sangue dei gladiatori uccisi. Ancora nel XIII secolo, al Papa Innocente III ormai morente il medico dette da bere il sangue di tre ragazzini, ma invano: morirono tutti e quattro.



Solo varie scoperte, come quella della circolazione sanguigna nel 1628, spianarono man mano la strada per la riuscita delle trasfusioni di sangue. In Inghilterra, dopo un test fra cani, Richard Lower fece l'audace tentativo di trasfondere del sangue animale all'uomo. Spesso tuttavia queste trasfusioni fallivano poiché insorgevano malattie, ma soprattutto perché non si conosceva ancora il sistema dei diversi gruppi sanguigni. La loro scoperta avvenne solo nel 1901 e valse all'austriaco Karl Landsteiner il premio Nobel per la medicina nel 1930. In sua memoria quattro organizzazioni internazionali hanno dato vita, nel 2004, alla giornata mondiale della donazione di sangue. Da allora, il 14 giugno di ogni anno, compleanno di Karl Landsteiner, diverse organizzazioni, tra cui anche Trasfusione CRS Svizzera, attirano l'attenzione sull'importanza della donazione di sangue e dell'impegno di tutti i donatori.

Oggi naturalmente le conoscenze sul sangue sono molto più approfondite e consentono di curare le persone. Questo «fluido vitale» è dunque molto importante per la medicina, soprattutto perché finora non si è riusciti a produrre il sangue artificialmente. Diventa dunque ancora più importante che il sangue sia disponibile quando se ne ha urgentemente bisogno. È proprio questo il compito principale di Trasfusione CRS Svizzera. Questa organizzazione si impegna a sensibilizzare la popolazione sul fatto che ogni donazione di sangue può salvare la vita!

Quattro persone su cinque necessitano, almeno una volta nella loro vita, di sangue o di un medicamento fabbricato con il sangue.

Il presente quaderno di lavoro ti aiuta a saperne di più sul tema sangue:

- Sai descrivere le diverse funzioni del sangue e sai che il sangue è responsabile per molte funzioni nel tuo corpo.
- Sai spiegare la composizione del sangue e distinguere le diverse parti nel sangue a seconda delle loro funzioni.
- Sei in grado di spiegare il sistema dei gruppi sanguigni.
- Sai illustrare il percorso del sangue dal donatore al ricevente.
- Sai spiegare la nozione «trapianto di cellule staminali del sangue» e sai perché questa terapia può essere di vitale importanza per molti pazienti.

Il sangue: un quaderno di lavoro

Nelle tue mani tieni un quaderno di lavoro che ti aiuta a conoscere meglio il fluido vitale, il tuo sangue. Il quaderno è strutturato di modo che tu possa trattare più o meno informazioni, a seconda del livello scolastico. Vi sono tre diversi livelli:

Livello «bianco»: queste informazioni sono importanti per tutti gli studenti e ti forniscono le nozioni di base necessarie.

Livello «grigio chiaro»: queste indicazioni ti permettono di dare uno sguardo approfondito al tema. Se hai finito velocemente i testi «bianchi», puoi allora trattare altre nozioni interessanti.

Livello «grigio scuro»: ora le cose si complicano! Questi testi entrano piuttosto nei dettagli e ti mostrano le proprietà molto speciali del sangue. Se riesci a cavartela con questi contenuti, sei veramente in gamba!

Sei sicuro di aver capito tutto correttamente?

Le nuvolette (rosso / grigio) contengono domande o indicazioni che si riferiscono al rispettivo blocco di testo. Possono essere impiegate come compito individuale, compito di gruppo o compito a casa.

Qual è la percentuale di tutto il peso corporeo costituita dal sangue?

- a) 12%
- b) 5%
- c) 8%

Quanti eritrociti puoi allineare su una lunghezza di 1 metro?

Informazione di livello 1 «bianco»

Informazione di livello 2 «grigio chiaro»

Nuvolette con domande

Informazione di livello 3 «grigio scuro»

Desideri maggiori informazioni sul tema del sangue? Sul nostro sito Internet **www.il-sangue.ch** trovi, oltre ai diversi fogli di esercizio, anche filmati, foto e molte altre indicazioni. Buona lettura!

Il sangue, questo sconosciuto

Impressionante: nel nostro corpo scorrono dai 70 agli 80 ml di sangue per chilo di peso corporeo e in fin dei conti sappiamo ben poco di questo fluido vitale nelle nostre vene. Grazie al quaderno di lavoro riceverai molte informazioni. Forse sai già qualcosa?

Cerca di rispondere alle seguenti domande. Se non sei convinto delle tue risposte, prova di nuovo quando hai finito di leggere il quaderno di lavoro: le domande non dovrebbero più essere un problema!

Dove si formano le cellule sanguigne?

- a) Nel sangue stesso
- b) Nel cervello
- c) Nel midollo osseo

Qual è la percentuale di tutto il peso corporeo costituita dal sangue?

- a) 12%
- b) 5%
- c) 8%

Con quali lettere e numeri vengono designati i gruppi sanguigni?

- a) AB0
- b) A12
- c) EKG10

Per poter donare il sangue, occorre...

- a) ... avere almeno 20 anni e pesare almeno 60 kg
- b) ... avere almeno 18 anni e pesare almeno 50 kg
- c) ... avere almeno 16 anni e pesare al massimo 110 kg

Quale dei seguenti termini designa un componente del sangue?

- a) Linfociti
- b) Xenociti
- c) Farmociti

Come si chiama il pigmento rosso del sangue?

- a) Emoglobina
- b) Rossobilona
- c) Fattore RL (Red Liquid)

Quanti millilitri di sangue sono prelevati da un donatore in una donazione di sangue?

- a) 120 ml
- b) 650 ml
- c) 450 ml

Quando in una ferita si forma la crosta, si dice anche che:

- a) Il sangue «agglutina»
- b) Il sangue «coagula»
- c) Il sangue «fibra»

Quali globuli sono soprattutto responsabili per la reazione di difesa del corpo?

- a) Globuli bianchi
- b) Piastrine
- c) Globuli rossi

Il sangue è un «organo di trasporto»! Qual è l'elemento di gran lunga più importante che viene trasportato dal sangue?

- a) Ossigeno
- b) Vitamine
- c) Sostanze di scarto

Qual è il componente principale del sangue?

- a) Acqua
- b) Colorante rosso
- c) Urina

Quanti globuli rossi vengono prodotti al minuto nel corpo?

- a) Ca. 180 000
- b) Ca. 1.8 milioni
- c) Ca. 180 milioni

Non sei sicuro di aver risposto a tutte le domande correttamente? Controlla le tue risposte dopo aver trattato il quaderno di lavoro!

1. La composizione del sangue

Obiettivi di apprendimento

- Sai elencare correttamente i diversi emocomponenti e spiegare quali funzioni svolgono nel corpo.
- Conosci la causa di due malattie che hanno direttamente a che vedere con il sangue o i vasi sanguigni.

Il sangue non è semplicemente un liquido, bensì si compone di più elementi. Se si lascia una piccola quantità di sangue ferma in una provetta per un lungo periodo di tempo, i singoli componenti iniziano a separarsi:

Cellule sanguigne

- Globuli rossi
- Globuli bianchi
- Piastrine

Plasma sanguigno

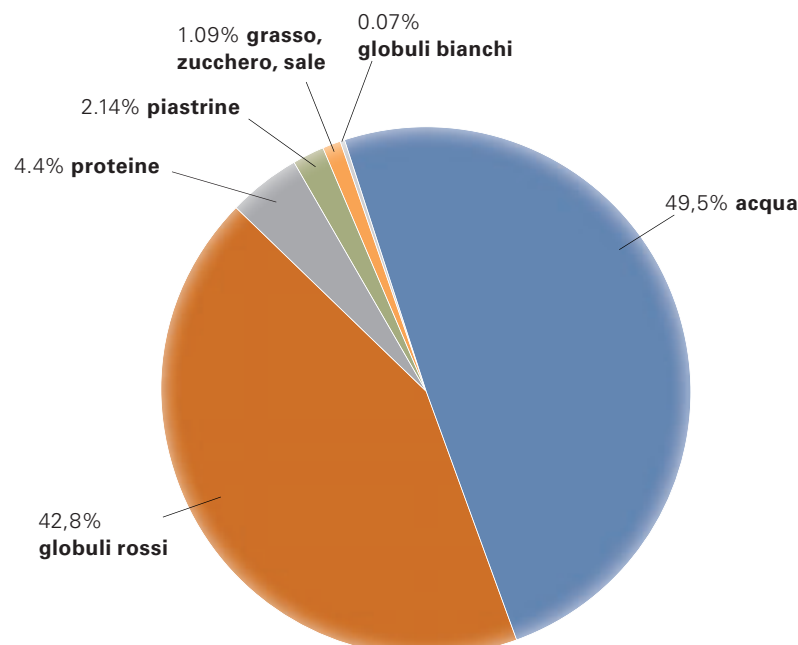
Sul fondo del recipiente si raccoglie una massa rossa opaca formata dalle cellule sanguigne. Sopra di essa rimane un liquido giallastro leggermente torbido: il plasma sanguigno. Nel mezzo si trova un sottile strato di globuli bianchi e di piastrine.

Il sangue umano si compone nel seguente modo:

Le cellule sanguigne non si formano nel sangue, bensì nel midollo osseo: negli adulti nelle ossa piatte (sterno e bacino), nei bambini anche nelle ossa lunghe (ad es.: tibia). Al minuto vengono prodotti circa 180 milioni di globuli rossi. Non appena sono mature, le cellule entrano nel sangue per svolgerne i loro compiti.

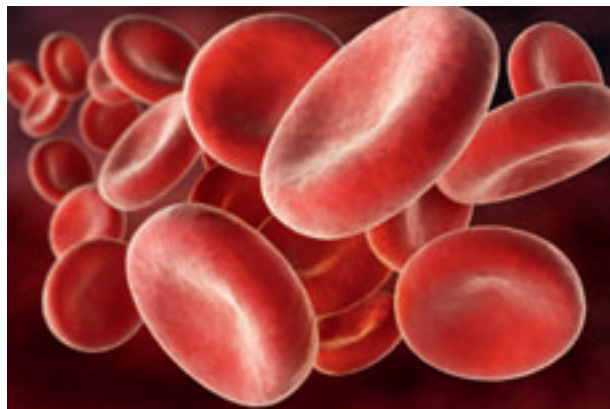
Da che cosa è mosso il sangue nel nostro corpo?

Calcola quanti globuli rossi vengono prodotti al giorno.



1.1 Globuli rossi

I globuli rossi vengono chiamati **eritrociti**. Questo termine scientifico deriva dal greco ed è formato da «erythros» (rosso) e «cytos» (cellula). Gli eritrociti devono il loro nome al colore rosso che conferiscono al sangue. 1 mm³ di sangue contiene circa 5 milioni di eritrociti. Gli eritrociti sono a disposizione dell'organismo per il trasporto dell'ossigeno per circa 100–120 giorni. Nella milza gli eritrociti invecchiati vengono quindi separati dal flusso sanguigno ed eliminati, mentre le loro sostanze vengono perlopiù recuperate.



Sai dove si trova la milza?

Aspetto e proprietà degli eritrociti

Gli eritrociti sono corpuscoli discoidali (la loro forma somiglia a quella di una lente biconcava) con un diametro di 7,5 µm* e uno spessore di 2 µm che possono deformarsi notevolmente quando devono passare con forza attraverso i vasi sanguigni più stretti, ossia i capillari (questi hanno talvolta un diametro di solo 1 µm). Gli eritrociti maturi sono privi di nucleo cellulare. Per poter assorbire l'ossigeno, gli eritrociti contengono una soluzione di emoglobina concentrata che conferisce loro il colore rosso. Alcune malattie o fattori di rischio (come il tabagismo o il diabete) riducono la capacità di deformazione degli eritrociti. L'irrorazione sanguigna necessaria non è più garantita, perché gli eritrociti non riescono più a passare attraverso i capillari. Di conseguenza i capillari ostruiti e i tessuti possono morire.

*1 micrometro = 0.001 mm

Emoglobina

L'emoglobina, il pigmento del sangue, rappresenta il principale componente degli eritrociti. Possiede quattro molecole eme, ognuna delle quali può legare una molecola di ossigeno. L'emoglobina ha così la capacità di assorbire l'ossigeno nei polmoni, di cederlo alle cellule e di trasportare successivamente l'anidride carbonica dalle cellule ai polmoni dove questa viene espirata assieme all'aria.

Il **monossido di carbonio** (CO), che si forma ad esempio in caso di combustione incompleta e che viene respirato fra le altre cose con il fumo delle sigarette, si lega anch'esso alle molecole eme. Il monossido di carbonio può addirittura scalzare l'ossigeno dal suo posto. In questo modo toglie lo spazio necessario per il trasporto delle molecole di ossigeno di importanza vitale e di conseguenza le cellule vengono rifornite in maniera insufficiente. Nei casi gravi questo può portare alla morte per «soffocamento interno».

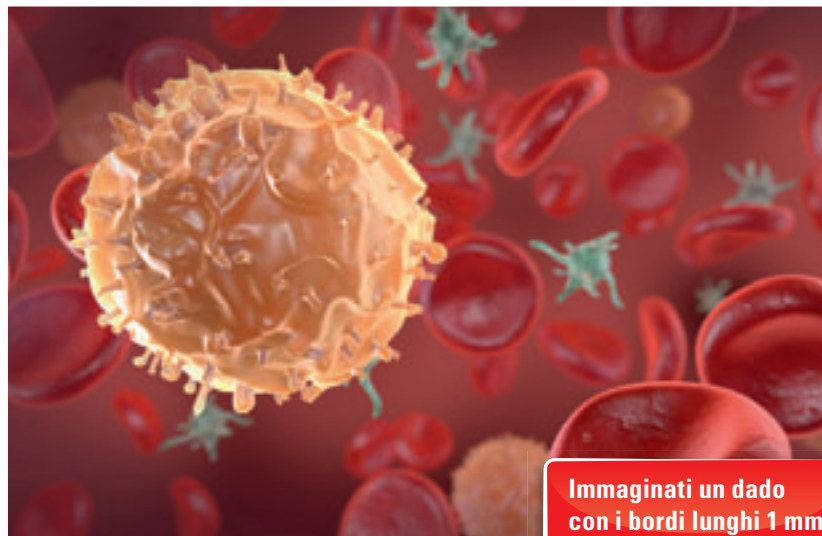
Perché le donne incinte non dovrebbero fumare?

Quanti eritrociti puoi allineare su una lunghezza di 1 metro?

1.2 Globuli bianchi

Anche qui il nome ha origini greche: «leukos» significa bianco. Queste cellule sanguigne non contengono pigmenti e quando si separano dalle altre cellule sanguigne si presentano come una pasta bianca. I **leucociti** sono grandi circa il doppio degli eritrociti e possiedono un nucleo cellulare, ma sono prive di emoglobina. Per ogni mm^3 di sangue vi sono da 4000 a 10 000 leucociti, la cui dimensione è di 7–20 μm a seconda del tipo, perché, per essere precisi, «leucociti» è un termine collettivo. Occorre infatti distinguere tre gruppi principali con diversi compiti:

- **granulociti**
- **monociti (macrofagi)**
- **linfociti**



Immaginati un dado con i bordi lunghi 1 mm. Questo è il volume di 1 mm^3 .

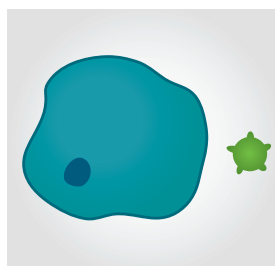
GRANULOCITI

I granulociti, il cui nome deriva dal latino «granulum» (granello), hanno una caratteristica forma tondeggiante del nucleo. Rappresentano il 65% dei leucociti. I granulociti diventano attivi quando agenti patogeni penetrano nel nostro corpo, vale a dire quando insorge un'infezione o un'inflammatione in una parte del corpo. Vengono prodotti nel midollo osseo e hanno una vita che va da alcune ore fino a pochi giorni.

MONOCITI

I monociti sono i leucociti più grandi. Il 3–8% dei leucociti è costituito da monociti che vengono prodotti nel midollo osseo e, nel circolo sanguigno, hanno una vita di 1–3 giorni prima di maturare e migrare nei tessuti. Qui vivono come macrofagi per alcune settimane o mesi. I monociti devono il loro nome alla configurazione omogenea del loro nucleo. Sono «fagociti giganti» che divorano gli agenti patogeni e le cellule morte sparsi nel corpo e li digeriscono nel loro interno. Hanno inoltre l'importante funzione di informare le cellule helper sulle caratteristiche della superficie dell'intruso (vedi pag. 10).

I granulociti e i monociti / macrofagi inglobano gli agenti patogeni e li digeriscono. Questo processo viene chiamato **fagocitosi**.



1. Il monocita si dirige verso l'intruso.



2. Il monocita inizia a circondare l'intruso.



3. Le estremità del monocita si uniscono e l'intruso viene inglobato.



4. L'intruso viene scomposto e digerito dal monocita.

LINFOCITI

I **linfociti** rappresentano un quarto dei leucociti e sono solo «di passaggio» nel sangue. Oltre che nel midollo osseo, vengono prodotti anche nei linfonodi e nella milza. Anch'essi circolano continuamente nel corpo, sia che giungano come gli altri leucociti in un punto infiammato, sia che migrino nel loro deposito, vale a dire nei linfonodi sparsi in tutto il corpo. Da questi linfonodi i linfociti agiscono per la **difesa specifica**. Rappresentano il centro del sistema immunitario poiché svolgono tre compiti essenziali: come **cellule killer** distruggono le cellule ospiti, come **plasmacellule** formano gli anticorpi contro gli antigeni (una plasmacellula può produrre fino a 2000 anticorpi in un'ora) e producono le **cellule memoria** che possono sopravvivere per decine di anni.

Cerca in Internet come si muove un'ameba e fai un piccolo folioscopio!

Mentre gli eritrociti vengono trascinati passivamente dal sangue, i leucociti possono muoversi in modo autonomo come **amebe**. Possono così nuotare anche contro la corrente sanguigna, attraversare le pareti dei vasi e giungere nei punti del corpo in cui è richiesta la loro presenza.

1.3 Piastrine

Similmente agli eritrociti, i **trombociti** (chiamati anche piastrine) sono corpuscoli discoidali privi di nucleo che vengono prodotti da cellule giganti del midollo osseo. Con 1–3 μm rappresentano le più piccole cellule sanguigne; per ogni mm^3 di sangue ci sono 150 000–400 000 trombociti che hanno una vita di 8–10 giorni.

Le piastrine provvedono a mantenere il sangue all'interno dei vasi sanguigni. Ogni minima lesione dei vasi, addirittura le più sottili crepe nelle pareti, è immediatamente sigillata con trombociti. Durante questa fase di emostasi, i trombociti perdono la loro forma biconcava, si arrotondano e la loro superficie diventa spinosa. Un accumulo di trombociti (mescolati alle proteine di coagulazione) viene chiamato trombo. Un ingrossamento eccessivo di questo grumo può però portare all'ostruzione dei vasi sanguigni.

Quali sono i sintomi di un infarto cardiaco e di un ictus cerebrale? Sai come si reagisce?

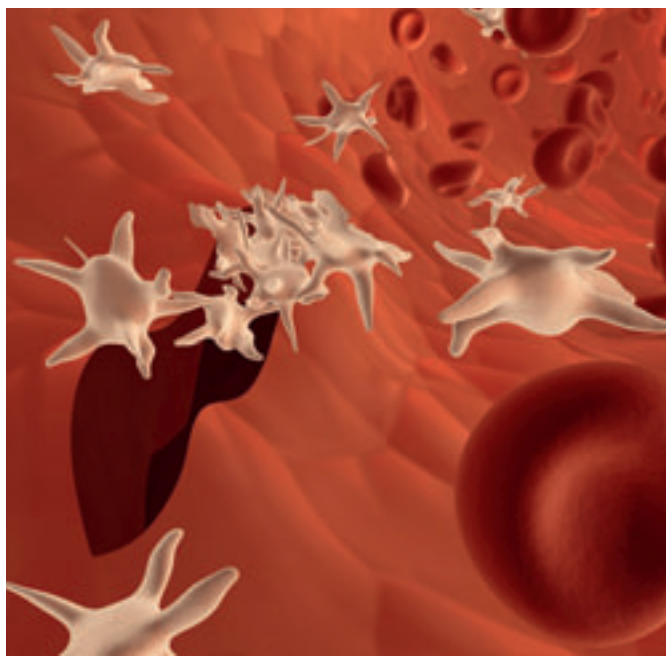
Trombosi

La trombosi è l'ostruzione di un **vaso sanguigno**. I fattori che portano alla formazione di un trombo sono il rallentamento del flusso sanguigno, il danneggiamento della parete del vaso e la modificazione della composizione del sangue che provoca una maggiore coagulazione. Le piastrine rimangono attaccate nel punto danneggiato della parte del vaso, ad esempio a causa di un deposito, vi aderiscono e formano un trombo.

Se viene strappato dal flusso sanguigno e trascinato via, il trombo può ostruire i capillari e provocare nei polmoni un'embolia, nel cuore un infarto e nel cervello un ictus. A causa della chiusura dei vasi sanguigni, le cellule del corpo non vengono più rifornite di ossigeno e di sostanze nutritive e non possono quindi svolgere le loro funzioni.

Arteriosclerosi

Con arteriosclerosi si intende l'alterazione patologica delle pareti dei vasi sanguigni a causa di depositi e calcificazioni. A favorire l'insorgere dell'arteriosclerosi sono il fumo, lo stress, il sovrappeso, la pressione alta, il colesterolo, il diabete, l'invecchiamento e la mancanza di movimento. Nel corso degli anni, varie sostanze si depositano sulle pareti dei vasi ostacolando sempre più la circolazione del sangue. Solo nello stadio avanzato si manifestano disturbi circolatori. Le malattie che ne conseguono, come ad esempio l'infarto cardiaco e l'ictus cerebrale, sono fra le cause più frequenti di morte.



1.4 Plasma sanguigno

Senza il plasma, il componente liquido del sangue, le cellule sanguigne solide non potrebbero essere trasportate attraverso il corpo. Oltre all'acqua (90%) e ad alcuni sali, il plasma sanguigno giallastro contiene lipidi, ormoni e proteine. Se la sostanza proteica chiamata fibrogene viene consumata nella coagulazione, rimane il siero.

Probabilmente hai già visto il tuo siero. In quali situazioni lo si vede?



Albumina, immunoglobuline, sistema complementare e lipoproteine

ALBUMINA

A livello quantitativo, la più importante proteina del plasma è l'albumina, presente per il 60%. Oltre al trasporto delle sostanze nutritive, l'albumina svolge la funzione di «portatore d'acqua». Impedisce che durante la circolazione attraverso gli stretti vasi, di per sé permeabili, il sangue perda troppa acqua e si raddensi. Se vi è una certa carenza di albumina a causa di un'alimentazione insufficiente, dal sangue esce dell'acqua e si formano accumuli d'acqua nei tessuti, i cosiddetti edemi da fame.

IMMUNOGLOBULINE E SISTEMA COMPLEMENTARE

Le immunoglobuline vengono prodotte dai linfociti e sono gli **anticorpi** che assieme ai leucociti svolgono un importante ruolo nella difesa specifica. La difesa specifica mediante anticorpi viene rafforzata a livello della liquidità del sangue (plasma) dal sistema complementare. Similmente alla coagulazione, si tratta di una reazione a catena che attacca e distrugge intrusi non specifici.

LIPOPROTEINE

Le lipoproteine sono proteine che trasportano i grassi e il colesterolo assimilati con l'alimentazione. Squilibri nel bilancio delle lipoproteine possono provocare l'arteriosclerosi, l'infarto cardiaco e l'ictus cerebrale.

Ustioni

In caso di ustioni vi è una fuoriuscita di plasma. Il plasma si raccoglie sotto la pelle e si formano bolle oppure fuoriesce quando la pelle si spacca.

Le ustioni estese portano a una rapida e intensa **perdita di plasma**, che provoca fra le altre cose una carenza di proteine plasmatiche. Con la diminuzione del livello di albumina l'acqua non viene più legata nel sangue, fuoriesce ed evapora. La **perdita di liquido** deve essere immediatamente compensata. Ciò avviene mediante l'apporto di acqua e la somministrazione di una soluzione di albumina che viene estratta dal plasma del sangue di donatori.

Esistono diversi gradi di ustioni: li conosci?

2. Le funzioni del sangue

Obiettivi di apprendimento

- Sai spiegare correttamente le tre funzioni principali del sangue.
- Sei in grado di mostrare in che modo il nostro corpo si difende dagli agenti patogeni.
- Sei capace di descrivere correttamente il processo di rimarginazione delle ferite.

Quanti litri di sangue all'incirca scorrono nel tuo corpo? Calcola il tuo volume sanguigno in base al tuo peso corporeo!

Il sangue è un «tessuto fluido» ed è uno degli organi più grandi e più importanti del nostro corpo. Un individuo adulto ha circa 5-6 litri di sangue, che equivalgono pressappoco all'8 per cento del suo peso corporeo.

Il sangue scorre nei nostri vasi sanguigni ed è il sistema di trasporto più grande e più esteso del nostro corpo: un sistema di condutture lungo circa 96 000 km collega tutte le cellule del corpo e rende così possibile l'indispensabile scambio di sostanze. Il sangue è sempre in movimento e rifornisce ogni cellula di energia e di sostanze importanti. Solo le cornee, i capelli, i peli, lo smalto dei denti e le unghie non sono irrorati dal sangue.

Il sangue svolge compiti essenziali nel nostro corpo:

- trasporto delle sostanze
- difesa dagli agenti patogeni
- rimarginazione delle ferite

È inoltre responsabile della distribuzione del calore all'interno del corpo umano. Sia in estate che in inverno, la temperatura interna del corpo umano dovrebbe essere di ca. 37 °C. Il calore viene prodotto soprattutto dall'attività delle cellule. In seguito, il sangue lo trasporta attraverso il corpo a tutti gli organi. Attraverso i vasi sanguigni precedentemente dilatati, il calore in eccesso viene convogliato alla pelle e da qui irradiato all'esterno. Se necessario, l'emissione di calore viene stimolata dalla sudorazione (evaporazione dell'acqua).

Quando si parla di ipotermia, temperatura alterata e febbre? Quando la febbre diventa mortale e perché?

2.1 Il trasporto delle sostanze

Per poter vivere, ogni cellula del nostro corpo ha bisogno di energia. Questa energia viene ottenuta ad esempio mediante combustione del glucosio con l'ossigeno. Con questa reazione si produce anidride carbonica e acqua che il sangue provvede a trasportare.

Le sostanze nutritive, così come i sali minerali e le vitamine che entrano nella nostra circolazione sanguigna attraverso la parete dell'intestino, vengono trasportati dal sangue in tutte le parti del corpo e sono a disposizione delle cellule come fonti di energia, costituenti e sostanze protettive.

Il sangue non solo trasporta le sostanze utilizzabili nelle cellule, ma provvede anche a portare le sostanze di scarto negli organi di eliminazione, soprattutto nei

reni. Le tossine che dall'esterno entrano nel corpo o che si formano all'interno di esso vengono trasportate agli organi di disintossicazione come il fegato e i reni, dove vengono trasformate.

Le vitamine sono sostanze protettive. Quali vitamine conosci e quali funzioni svolgono?

Quali tossine conosci e come entrano nel tuo corpo?

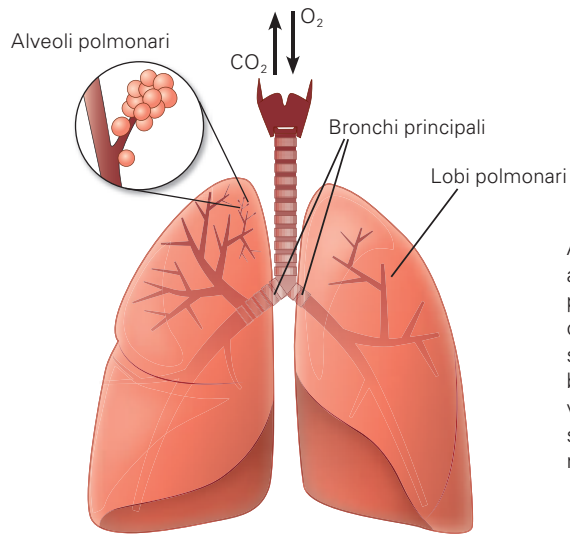
La respirazione cellulare

La produzione di energia nelle cellule tramite la combustione del glucosio viene chiamata **respirazione cellulare**.

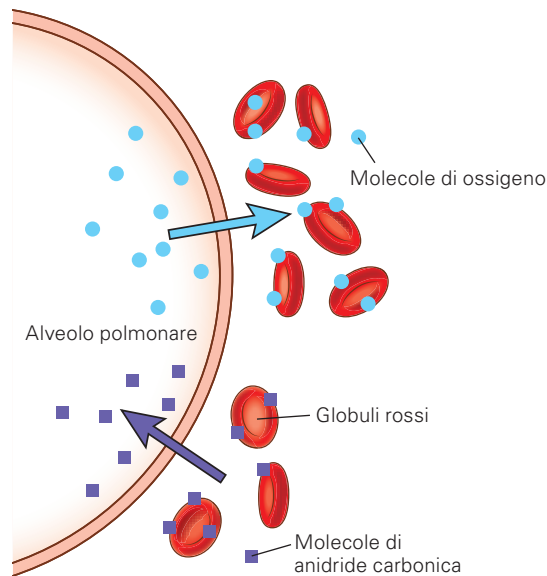
Il sangue trasporta le sostanze necessarie per la respirazione cellulare alle cellule e i prodotti della reazione dalle cellule agli organi di eliminazione. Il gas necessario per la combustione entra nei nostri polmoni attraverso l'inspirazione dell'aria. Nei polmoni l'ossigeno viene ceduto al sangue. I **globuli rossi** si caricano di particelle di ossigeno e le trasportano nelle cellule dei tessuti e dei muscoli. Nelle cellule l'ossigeno incontra il glucosio presente nel sangue in forma sciolta e che è stato trasportato nelle cellule dall'intestino o da altri organi di deposito. I prodotti di scarto che si formano durante la reazione di combustione all'interno della cellula, cioè l'anidride carbonica e l'acqua, vengono assimilati dal sangue e trasportati verso gli organi di eliminazione. L'anidride carbonica viene eliminata attraverso i polmoni con l'espiazione e l'acqua attraverso i reni sotto forma di urina o attraverso le ghiandole sudoripare sotto forma di sudore.

Perché poco prima o durante uno sforzo fisico si mangia dello zucchero d'uva quando ci si sente stanchi?

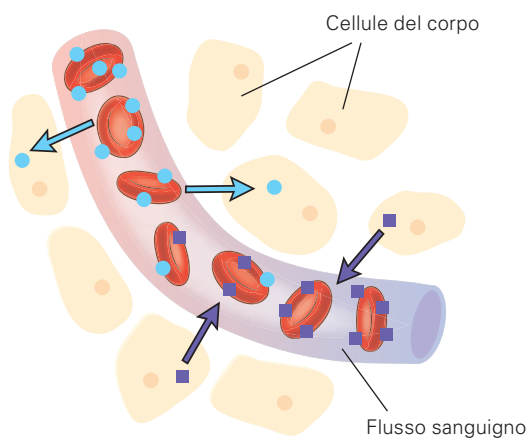
Gli esseri umani e gli animali trasformano in anidride carbonica l'ossigeno di cui hanno bisogno quotidianamente per la respirazione cellulare. Di conseguenza deve essere sempre prodotto dell'ossigeno nuovo. Chi vi provvede e come avviene questo processo?



Ad ogni respiro, l'aria giunge al polmone destro e al polmone sinistro. I condotti che portano ai polmoni sono chiamati bronchi. I bronchi si ramificano via via in condotti sempre più sottili che vanno a terminare negli alveoli polmonari.



Attraverso le pareti sottilissime degli alveoli polmonari, una parte dell'aria, ossia le particelle di ossigeno, penetra nel sangue. Qui le particelle di ossigeno si legano ai globuli rossi.



I globuli rossi riforniscono di ossigeno ogni singola cellula del corpo. Dalle cellule il sangue assorbe l'anidride carbonica e la riporta agli alveoli polmonari. Tramite l'espiazione l'anidride carbonica viene poi espulsa dal corpo.

Reazione chimica della respirazione cellulare

La respirazione cellulare è una reazione chimica e può essere descritta con la seguente equazione:



A sinistra sono elencate le sostanze che vengono trasportate dal sangue alle cellule, a destra quelle che vengono portate via dalle cellule. Nella respirazione cellulare si forma dell'energia che viene immagazzinata nel corpo sotto forma di sostanze chimiche.

2.2 Il nostro sistema immunitario

Nell'ambiente che ci circonda vivono numerosi **agenti patogeni** come virus, batteri, funghi e parassiti vegetali ed animali (ad esempio gli agenti della malaria). Per difenderci da questi temibili invasori il nostro organismo ha bisogno di un **sistema immunitario**. Quando questi agenti patogeni penetrano nel nostro organismo, si ha un'**infezione**.

A questo sistema di difesa partecipano alcune cellule ematiche, precisamente i **globuli bianchi**. Sono le sentinelle del nostro corpo. Non appena scoprono un intruso, danno l'allarme scatenando una **reazione di difesa** da parte dell'organismo.

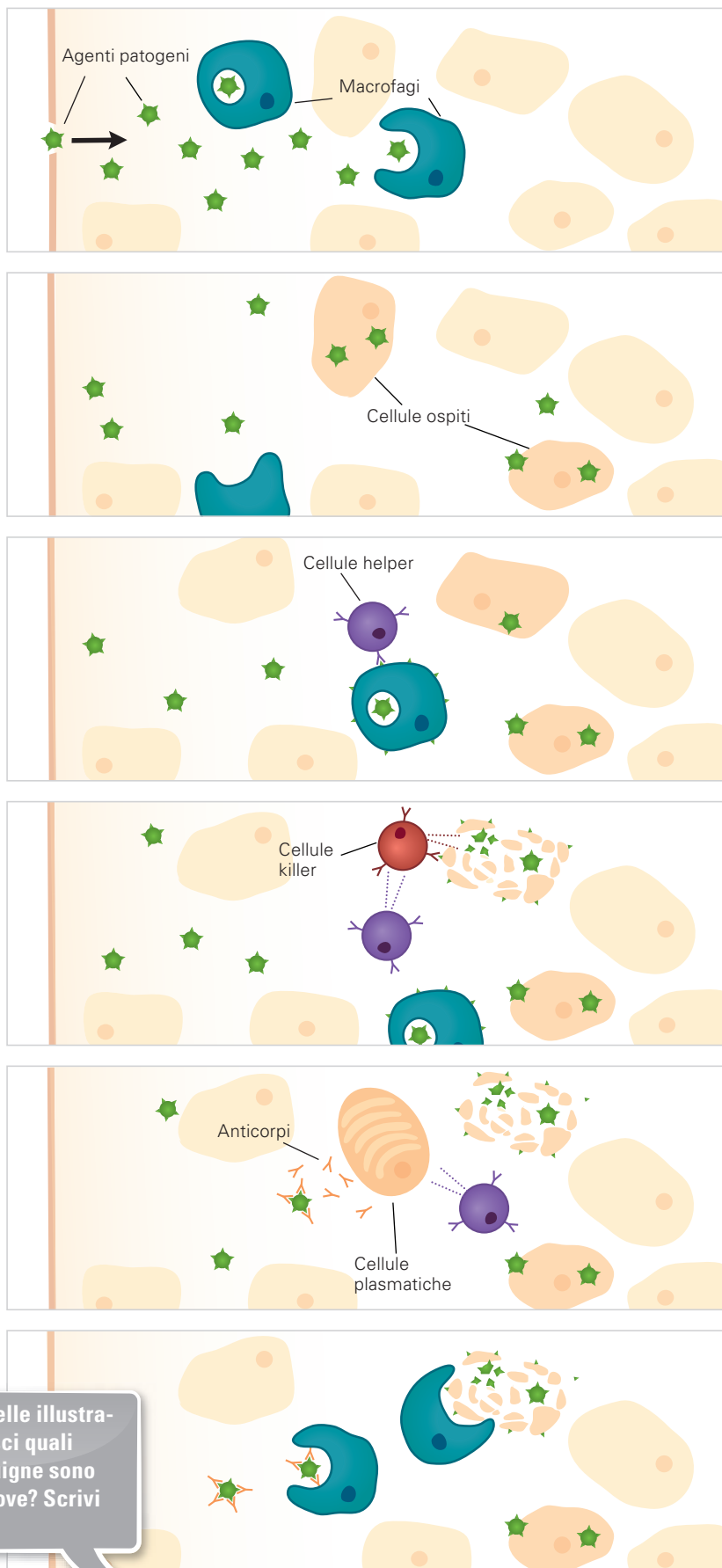
La prima linea di difesa dell'organismo è costituita dai numerosi **granulociti**, un sottogruppo dei globuli bianchi. Queste cellule rimangono per alcune ore nella circolazione sanguigna prima di penetrare nei tessuti attraverso le pareti dei vasi. In caso di infezione si moltiplicano molto rapidamente e combattono la lesione in loco distruggendo gli agenti patogeni. Hanno **proprietà fagocitiche** (assimilazione e distruzione di particelle organiche ingerite) e rilasciano inoltre proteine che provocano la febbre ed enzimi che sono importanti in caso di lesioni dei vasi sanguigni e dei tessuti. Se l'infezione è particolarmente intensa, vengono danneggiati i granulociti stessi che muoiono e formano il **pus**.

Un altro sottotipo di globuli bianchi, i **macrofagi**, provengono dai monociti e hanno anch'essi un effetto fagocitico. Insieme ai granulociti, costituiscono la base della reazione di **difesa cellulare generale**.

I **linfociti** (come ad esempio le cellule plasmatiche, le cellule helper e le cellule killer), un altro tipo di globuli bianchi, contribuiscono alla difesa dell'organismo e lo difendono dagli invasori in maniera più mirata. In questo caso si parla di **reazione immunitaria specifica**. I linfociti riconoscono gli invasori dalla struttura della loro superficie e reagiscono producendo strumenti di difesa specifici chiamati **anticorpi**. Gli anticorpi e la struttura della superficie degli agenti patogeni formano un insieme come una chiave con la sua serratura. Fissandosi sugli intrusi, gli anticorpi ne permettono la distruzione da parte dei macrofagi. Gli anticorpi sono le colonne portanti della reazione immunitaria contro le malattie.



Gli anticorpi sono le colonne portanti della reazione immunitaria contro le malattie!



Servendoti delle illustrazioni, riconosci quali cellule sanguigne sono utilizzate e dove? Scrivi la legenda!

La reazione immunitaria specifica sull'esempio di un'infezione influenzale

Un agente patogeno penetra nel corpo. Sul posto giungono immediatamente i fagociti giganti, detti anche **macrofagi**, che divorano il maggior numero possibile di intrusi. Questo processo viene anche chiamato **fagocitosi**.

Gli agenti patogeni sopravvissuti penetrano nelle cellule del corpo e si moltiplicano all'interno di esse. Le cellule colpite vengono chiamate **cellule ospiti**.

I macrofagi inviano un messaggio alle **cellule helper** per informarle sull'aspetto della superficie dell'intruso. Da ciò le cellule helper riconoscono di quale intruso si tratta.

Le cellule helper attivano da un lato le **cellule killer** che attaccano direttamente e distruggono le cellule ospiti.

Dall'altro, le cellule helper attivano le **cellule plasmatiche** che producono le sostanze di difesa, chiamate anticorpi. Queste sostanze si adattano esattamente alle caratteristiche dell'agente patogeno. Queste caratteristiche vengono chiamate **antigeni**.

Gli anticorpi si legano agli antigeni. Questo legame è il primo passo verso la distruzione degli agenti patogeni.

I macrofagi divorano sia le cellule ospiti morte che gli intrusi legatisi agli anticorpi e li digeriscono. Così vengono distrutti tutti gli agenti patogeni presenti nel corpo, che siano liberi nel sangue o nascosti in una cellula ospite.

Per poter produrre tempestivamente gli anticorpi giusti al prossimo attacco degli stessi agenti patogeni, i linfociti formano le cosiddette **cellule memoria**. Queste cellule conservano nella loro memoria la ricetta per la formazione degli anticorpi specifici. Se, anche a distanza di anni, gli stessi agenti patogeni attaccano di nuovo il corpo, i

rispettivi anticorpi possono essere prodotti molto rapidamente e distruggere gli intrusi prima che abbiano avuto la possibilità di moltiplicarsi notevolmente. Il corpo è diventato **immune** a questa malattia, perciò la persona colpita non si ammala più o solo lievemente.

Vaccinazioni

La reazione immunitaria propria del corpo deve essere sostenuta in alcuni casi in modo artificiale per poter contrastare intrusi particolarmente resistenti. Esistono due diversi tipi di vaccinazione.

IMMUNIZZAZIONE ATTIVA

L'immunizzazione attiva avviene allo stesso modo della **reazione immunitaria specifica**, con la sola differenza che nel corpo vengono iniettate piccole quantità di agenti patogeni. Questi scatenano la reazione a catena dell'immunizzazione, senza che la malattia si manifesti. Poiché il corpo ha formato gli anticorpi per conto proprio, si parla di immunizzazione attiva. Questa vaccinazione viene chiamata anche vaccinazione preventiva, poiché con le cellule memoria prodotte essa conferisce al corpo una protezione duratura contro un determinato agente patogeno. Dopo una vaccinazione preventiva, ad esempio contro il tetano, si può avvertire un senso di stanchezza perché il corpo combatte l'intruso iniettato.

IMMUNIZZAZIONE PASSIVA

L'**immunizzazione passiva** viene usata quando il corpo si è già ammalato o quando vi è una minaccia diretta di contrarre una malattia grave. Nel caso di questa vaccinazione, viene iniettato un siero con anticorpi. Gli anticorpi si legano agli agenti patogeni e li portano ai macrofagi per la distruzione. Gli anticorpi vengono prodotti tramite immunizzazione attiva di sangue d'origine umana o animale. L'immunizzazione passiva viene chiamata vaccinazione terapeutica e non offre una protezione duratura.

Cerca su Internet quali malattie vengono combattute con l'immunizzazione passiva. Cerca due esempi.



2.3 Rimarginazione delle ferite

Sulle ferite si forma rapidamente una **crosta** che **ferma l'emorragia** e che protegge la ferita dalla penetrazione di particelle di sporco e agenti patogeni. Sotto questa crosta si forma la **pelle nuova**. Solo quando la formazione della pelle nuova è terminata, la crosta si stacca. La crosta è formata da sangue coagulato. Della coagulazione sono responsabili le **piastrine** e diverse proteine (**fattori coagulanti**) della parte fluida del sangue, cioè del plasma. Se, come nel caso degli emofiliaci, vengono a mancare questi fattori coagulanti, perfino la più piccola ferita può essere letale perché la ferita non cessa di sanguinare.

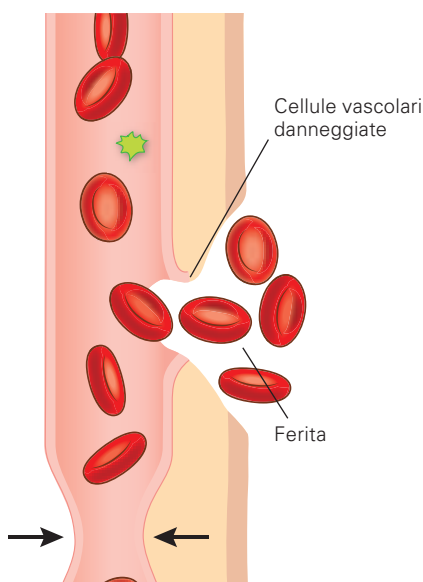
Una perdita di oltre due litri di sangue può essere letale. In caso di ferite maggiori con forte perdita di sangue la ferita deve essere perciò fasciata, nei casi più gravi con una fasciatura compressiva. Per compensare la perdita, sono quindi spesso necessarie trasfusioni di sangue.

Spiega in che cosa consiste la fasciatura compressiva e prova ad applicarla a un compagno o una compagna di classe.

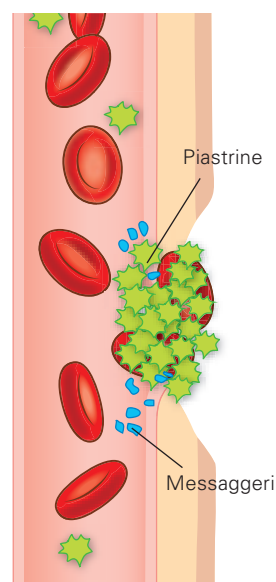
Formazione della crosta

In caso di ferita, **i vasi sanguigni danneggiati si restringono** riducendo in questo modo la perdita di sangue. Allo stesso tempo, **le piastrine si attaccano sul bordo della ferita**, modificano la loro forma e si addensano in un **coagulo**, inizialmente ancora molto **instabile**. Nel frattempo, nelle cellule danneggiate si formano fattori protei-

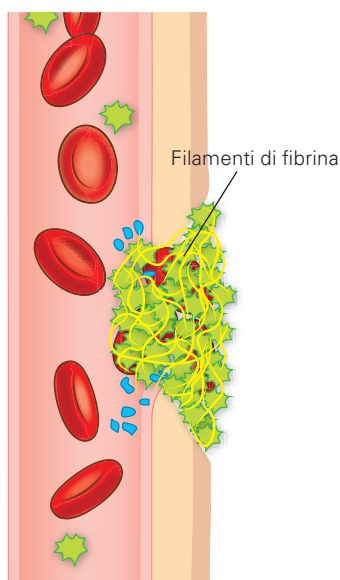
ci che attivano il sistema della coagulazione. Questo è l'inizio di una complessa reazione a catena in cui si forma una proteina filiforme insolubile: la cosiddetta **fibrina**, i cui filamenti formano un reticolo che rafforza il **coagulo di sangue**. La ferita, che si è chiusa nel giro di pochi minuti, è così protetta e il processo di guarigione può iniziare.



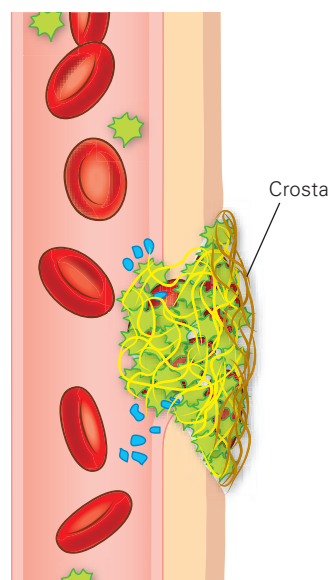
I vasi danneggiati si restringono leggermente: in questo modo viene ridotta la fuoriuscita di sangue.



Le piastrine si accumulano sulle cellule danneggiate della parete del vaso. Allo stesso tempo rilasciano fattori coagulanti. Questi fattori interagiscono con altre proteine attivate rilasciate dalle cellule della parete del vaso.



I fattori coagulanti e i messaggeri danno avvio alla reazione di coagulazione. In varie fasi vengono prodotti filamenti di fibrina che rafforzano la crosta formata dalle piastrine.



L'apertura viene richiusa in pochissimo tempo dalle piastrine e dai filamenti di fibrina: si forma una crosta.

Cascata della coagulazione ed emofilia

Il processo della rimarginazione è estremamente complesso. Ad esso partecipano le pareti dei vasi e i tessuti sottostanti, le piastrine e i fattori coagulanti presenti nel plasma. Tutti questi elementi collaborano tra di loro e dipendono uno dall'altro.

Ogni attivazione di un fattore coagulante fa scattare la fase successiva, per questo il processo viene chiamato «**cascata della coagulazione**». Non appena le sostanze coagulanti vengono liberate dai trombociti e dalle cellule ferite, attraverso vari passaggi intermedi si forma la **trombina**. Questa avvia la trasformazione del fibrinogeno disciolto nel plasma sanguigno in **fibrina** solubile. Si formano lunghi filamenti di fibrina che si intrecciano fra loro formando un **fitto reticolo**. I globuli rossi che fuoriescono vengono trattiene nelle maglie di questo reticolo e chiudono così la ferita. In alcune persone la cascata della coagulazione non funziona in modo ottimale. Per predisposizione ereditaria hanno una carenza di importanti fattori coagulanti. I sintomi sono tanto più drammatici quanto maggiore è la carenza. In caso di ferita le persone colpite rischiano il dissanguamento. Nelle forme gravi, già con

ferite minime si hanno emorragie inarrestabili verso l'esterno, nei tessuti o nelle articolazioni. Una di queste malattie ereditarie viene chiamata **emofilia**. Ne sono colpiti in particolare gli uomini, a causa della combinazione dei loro cromosomi sessuali. Gli uomini possiedono un cromosoma X e un cromosoma Y, le donne due cromosomi X. Il gene che in caso di difetto scatena l'emofilia è localizzato sul cromosoma X. Se una donna possiede un gene difettoso, l'effetto viene compensato dal secondo gene sano. Poiché gli uomini non possiedono un secondo cromosoma X, basta un gene difettoso per scatenare l'emofilia.

Gli emofilici vengono curati mediante somministrazione per via endovenosa del fattore coagulante mancante, ricavato dal sangue dei donatori oppure prodotto artificialmente.

Ossewa una crosta al microscopio e cerca di riconoscere tutti i componenti della cascata della coagulazione.

3. I gruppi sanguigni

Obiettivi di apprendimento

- Sai spiegare correttamente il sistema dei gruppi sanguigni del corpo umano.
- Sei in grado di descrivere per quale motivo i gruppi sanguigni sono essenziali nelle trasfusioni di sangue.

Nelle trasfusioni di sangue è fondamentale che il gruppo sanguigno del donatore sia compatibile con quello del ricevente.

Sono i seguenti fattori a determinare il gruppo sanguigno:

- sistema AB0 (si pronuncia sistema A-B-zero)
- fattore Rhesus (fattore Rh)

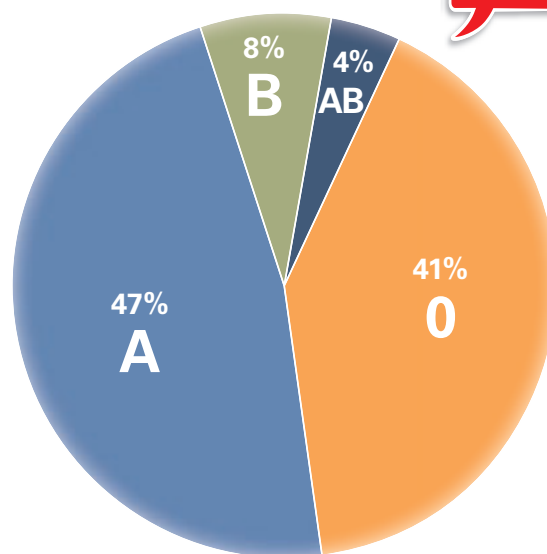
L'insuccesso delle trasfusioni di sangue tra esseri umani registrato nei secoli scorsi è imputabile alle precarie condizioni igieniche del tempo e soprattutto al fatto che si ignorava l'esistenza delle **caratteristiche dei gruppi sanguigni**. Infatti, c'è sangue e sangue, e il tipo tollerato da una persona può essere dannoso per un'altra.

Nel 1901 il medico viennese Karl Landsteiner fece un esperimento decisivo con cui scoprì i gruppi sanguigni. Prelevò ai suoi collaboratori e a se stesso campioni di sangue dividendoli in siero e in cellule sanguigne. Quindi mescolò di volta in volta il siero di una persona con le cellule sanguigne di un'altra e osservò che questo siero era in grado di agglutinare gli eritrociti di determinate persone e non di altre.

3.1 Il sistema AB0

Ogni persona appartiene a uno dei **gruppi sanguigni A, B, AB o 0 (zero)**. In Svizzera, il gruppo A è il più frequente. Non in tutto il mondo si trova però la stessa ripartizione presente nel nostro Paese. Infatti, presso gli indiani del Nordamerica e del Sudamerica si riscontra ad esempio quasi unicamente il gruppo 0, mentre gli abitanti dell'Asia centrale, dell'India settentrionale e dei Paesi limitrofi appartengono soprattutto al gruppo B.

Conosci il tuo gruppo sanguigno?



Distribuzione dei gruppi sanguigni in Svizzera.

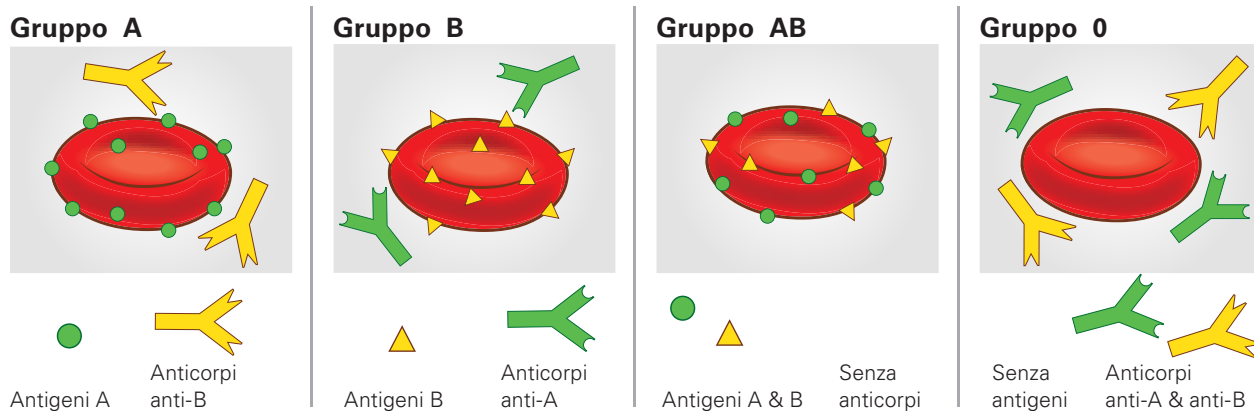
Caratteristiche dei gruppi sanguigni

Gli **antigeni A e B**, presenti sulla superficie degli eritrociti, sono trasmessi per via ereditaria e determinano il gruppo sanguigno (A, B, AB e 0). Il sistema immunitario dell'organismo riconosce i propri antigeni «naturali» e non li combatte; riesce anche a distinguere tra antigeni «propri» ed «estranei».

Durante i primi sei mesi di vita nel **plasma** si formano anticorpi aggiuntivi: anti-A nelle per-

sone del gruppo sanguigno B, anti-B in quelle del gruppo A, anti-A e anti-B nelle persone del gruppo 0.

Se alcuni **anticorpi** entrano in contatto con eritrociti incompatibili (ad esempio in caso di trasfusione di sangue del gruppo B a una persona del gruppo A), essi si legano alla superficie, la cosiddetta membrana, dei globuli rossi estranei e distruggono le cellule sanguigne (emolisi).



Il termine «antigene» non viene usato solo per le caratteristiche dei gruppi sanguigni. Dove si incontra inoltre questo termine e che cosa significa?

Come si calcola la compatibilità?

Se durante una trasfusione entrano in contatto antigeni e anticorpi incompatibili, il ricevente ne risente. Prima di ogni trasfusione di sangue è assolutamente necessario conoscere il gruppo del donatore e del ricevente.

Per calcolare la compatibilità si utilizza il metodo seguente:

		DONATORE			
		0	AB	B	A
RICEVENTE	A	✓	✗	✗	✓
	B	✓	✗	✓	✗
	AB	✓	✓	✓	✓
	0	✓	✗	✗	✗

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.

Trasmissione ereditaria

I gruppi sanguigni vengono trasmessi per via ereditaria dai genitori ai figli. Nel nucleo di ogni cellula del corpo umano sono presenti due copie di DNA, ciascuna delle quali è costituita da 23 cromosomi. Il figlio riceve rispettivamente una copia di DNA dal padre e una dalla madre.

I **fattori ereditari**, i cosiddetti **geni**, si trovano sui cromosomi e determinano tutte le caratteristiche di un individuo, quindi anche il gruppo sanguigno. I geni formano il **genotipo** e le caratteristiche sviluppate da essi vengono chiamate **fenotipo**.

Un gene può essere presente in varie forme: queste varianti sono chiamate alleli. Ciò significa quindi che un individuo eredita un allele da ciascun genitore e che possiede 2 alleli di ciascun gene.

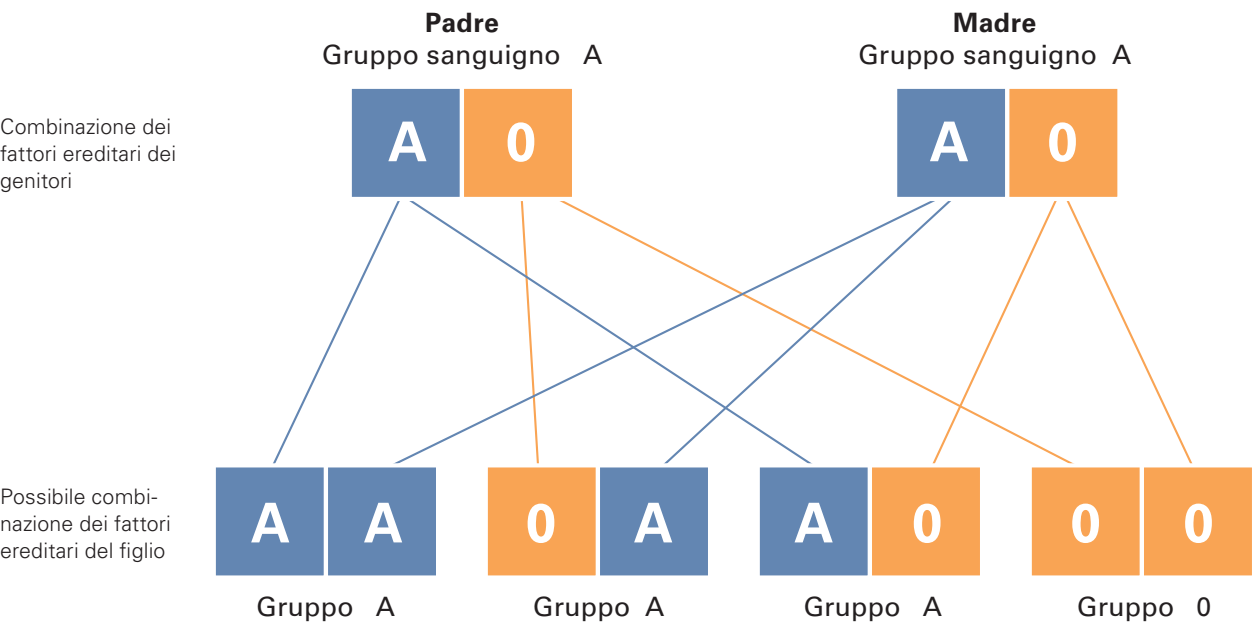
Il gene del gruppo sanguigno per il sistema AB0 è localizzato sul cromosoma 9. Esistono gli alleli A, B e 0. A e B sono più forti dell'allele 0; si dice che A e B sono **dominanti** nei confronti di 0. A e B hanno la stessa forza. Le diverse forze sono responsabili del gruppo sanguigno che si manifesta nel fenotipo.

Per fare un esempio: un bambino riceve dal padre l'allele A e dalla madre l'allele 0. La combinazione di geni A0 fa sì che il bambino sviluppi il gruppo sanguigno A perché l'allele A prevale sull'allele 0, sovrastandolo per così dire.

Sono molte le caratteristiche che vengono trasmesse per via ereditaria. Che cosa hai preso da tuo padre e che cosa da tua madre?

Gruppo sanguigno (fenotipo)	Possibile genotipo (combinazione di geni)
A	AA oppure A0
B	BB oppure B0
AB	AB
0	00

Si può ricorrere alle conoscenze relative alle proprietà ereditarie dei gruppi sanguigni anche per l'accertamento della **paternità**.



3.2 Il fattore Rhesus

Per effettuare una trasfusione di sangue non è sufficiente conoscere il sistema AB0, ma occorre tener conto anche di altre peculiarità. Una di queste è il **fattore Rh**, una caratteristica del gruppo sanguigno trasmessa per via ereditaria e scoperta da Karl Landsteiner e Alexander Wiener nel 1940. Il fattore Rh è un altro antigene importante situato sulla superficie degli eritrociti. Quando **eritrociti**

Cita quattro organi che possono essere trapiantati.

ti portatori del fattore Rh positivo vengono trasfusi ad un paziente che non pos-

siede questo antigene (= fattore Rh «negativo»), l'organismo produce anticorpi che li attaccano e li distruggono. Quando degli eritrociti di un individuo posseggono questo antigene, si dice che è «Rh positivo», mentre gli altri sono «Rh negativi».

Il fattore Rh viene determinato assieme al gruppo sanguigno AB0. Si dirà ad esempio che il signor Rossi è del gruppo sanguigno «A positivo». Questo significa che il suo gruppo sanguigno è A e che possiede l'antigene Rh.

Conosci il tuo fattore Rh?

Il fattore Rhesus

Con fattore Rh si indica l'**antigene Rh D**. Circa l'85% degli europei è **Rh positivo (Rh+)**, l'altro 15% è **Rh negativo (Rh-)**. In caso di trasfusione si deve fare attenzione a non trasfondere del sangue Rh positivo ad un ricevente Rh negativo. Il ricevente, che non possiede l'antigene D, svilupperebbe anticorpi e ciò, nel caso di una successiva trasfusione Rh positiva, potrebbe dare luogo a una reazione pericolosa. Come il gruppo sanguigno, anche il fattore Rh del donatore e del ricevente devono quindi essere compatibili.

Che cosa succederebbe se a un ricevente Rh positivo venisse donato sangue Rh negativo?

Gravidanza

Il fattore Rh deve essere determinato anche durante una gravidanza. Se un **feto è Rh positivo**, ma la **madre Rh negativa**, ciò può infatti causare complicazioni.

Verso la fine della gravidanza può succedere che in alcuni punti della placenta si formino crepe e che del sangue del feto penetri nella circolazione sanguigna della madre. Nella prima gravidanza la **reazione immunitaria** del sangue materno nei

confronti del sangue fetale avviene tardi, cosicché il pericolo per il bambino è piuttosto ridotto. In caso di una nuova gravidanza incompatibile (madre Rh negativa, feto Rh positivo) la reazione avviene invece molto più rapidamente, poiché l'organismo della madre non ha dimenticato la reazione della prima gravidanza (cellule memoria). La concentrazione degli anticorpi aumenta velocemente ed essi si attaccano in gran numero gli eritrociti del feto. Vi è un serio rischio che il bambino possa morire a causa di **un'anemia (distruzione degli eritrociti)**. In questo caso il feto (fino a 9 settimane si parla di embrione) deve ricevere al più presto una trasfusione di sangue compatibile attraverso la parete addominale della madre. Dopodiché è necessario effettuare al più presto un parto cesareo per procedere subito a una trasfusione di sangue o una **trasfusione sostitutiva** (sostituzione totale del sangue del bambino).

Che cosa può succedere quando una madre Rh negativo è incinta di un feto Rh positivo?

4. La donazione di sangue

Obiettivi di apprendimento

- Sai descrivere correttamente come funziona una donazione di sangue.
- Sai spiegare con parole tue i diversi tipi di donazione e il sistema degli emocomponenti.

Perché donare il sangue?

Finora nessuno è riuscito a fabbricare il sangue artificiale. Il sangue è necessario in caso di incidenti, per curare i pazienti affetti dal cancro e trattare le malattie cardiache. Senza donatori di sangue, neanche la migliore assistenza medica basterebbe. Per coprire il fabbisogno degli ospedali in Svizzera, ogni giorno servono circa 1'250 donazioni di sangue. Quattro persone su cinque hanno bisogno, almeno una volta nella loro vita, di una trasfusione di sangue. La vita di numerose persone dipende unicamente dagli emopreparati. Molti emoprodotti possono essere conservati per un breve periodo: i trombociti, ad esempio, solo per sette giorni circa.

Per una trasfusione di sangue, inoltre, il gruppo sanguigno e il fattore Rhesus del donatore e del ricevente devono assolutamente corrispondere. Durante operazioni delicate può capitare che all'improvviso siano necessarie 100 o più sacche di sangue: per questo motivo è importante che il maggior numero possibile di persone decida di diventare donatore di sangue volontario. In linea di massima, tutte le persone in buona salute che hanno compiuto i 18 anni e pesano più di 50 kg possono donare il sangue. Questi, tuttavia, non sono gli unici criteri per la donazione di sangue.

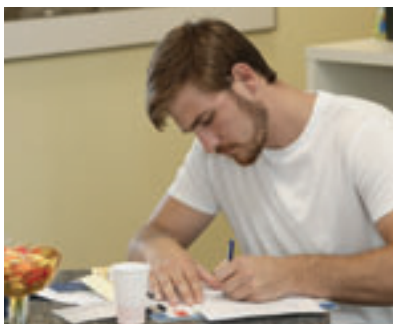
Gli abitanti del tuo comune dove possono donare il sangue?

Come funziona una donazione di sangue

Una volta giunto al centro trasfusionale, il donatore deve per prima cosa recarsi al servizio di accoglienza, dove dovrà iscriversi e registrarsi compilando un questionario. Rispondendo alle domande in modo coscienzioso, ogni donatore contribuisce a garantire la massima sicurezza degli emoprodotti. Il **questionario** e le relative risposte vengono discussi assieme a uno specialista medico, dopodiché vengono misurate la **pressione sanguigna** e la **frequenza cardiaca** e determinata l'**emoglobina**. Se tutto è normale, si può procedere alla donazione, che dura solo una decina di minuti e viene eseguita mentre il paziente è sdraiato su un lettino. Dopo la puntura, che si avverte appena, vengono prelevati circa **450 ml di sangue**. Il corpo è in grado di compensare senza problemi questa quantità di sangue in breve tempo.

Al termine della donazione, il donatore dovrebbe riposarsi un momento. Per consentirgli di riprendere le forze, gli viene offerto uno **spuntino**.

Conosci qualcuno che dona il sangue? Chiedigli di raccontarti come funziona.



Domande su domande: nulla viene lasciato al caso.



La pressione sanguigna è corretta? Il battito del polso è normale?



Il trucco è premere: premendo e rilasciando la palla si stimola infatti il flusso sanguigno.



Mettersi comodi e rilassarsi!



Daniela Jakab è sopravvissuta solo grazie alle trasfusioni di sangue.

Complicazioni durante il parto

Il sangue donato serve per curare le persone che, a seguito di incidenti e operazioni, hanno subito una forte emorragia. Tra i pazienti a rischio si contano anche le donne incinte.

Una di queste donne è Daniela Jakab. La nascita della prima figlia è stata difficile, poiché la placenta non si è staccata da sola. Per mettere fuori pericolo la mamma, allora 37enne, c'è voluta un'operazione d'urgenza di quattro ore. Daniela è sopravvissuta solo grazie alle numerose trasfusioni di sangue.

Vista l'esperienza difficile della prima nascita, i medici si sono preparati ad affrontare una nuova emergenza già prima del secondo parto. Il rischio era addirittura maggiore, poiché più problemi alla placenta lasciavano presagire un'importante perdita ematica. Daniela sapeva comunque che in ospedale le riserve di sangue non sarebbero mancate.

Ogni giorno servono
1250 donazioni di
sangue.

4 persone su 5 hanno
bisogno, almeno una
volta nella loro vita, di
una trasfusione di sangue.

Il sangue non può essere
fabbricato artificialmente.

La donazione di sangue
in sé dura solo 10 minuti.

Per ogni donazione di
sangue viene verificata
la presenza di agenti
infettivi.

Senza donazioni di
sangue, neanche la
migliore assistenza
medica basterebbe.

La conservazione e l'analisi del sangue

Dal momento in cui, dalla vena del donatore, il sangue inizia a scorrere nella sacca, il prezioso liquido deve essere trattato e conservato a regola d'arte. Come per la conservazione degli alimenti, bisogna **impedire** una possibile **contaminazione batterica**.

Nella sacca vuota viene versata una **soluzione salina acquosa** che impedisce la coagulazione del sangue e fornisce alle cellule ematiche le sostanze nutritive necessarie. Per evitare qualsiasi contaminazione durante la donazione, il punto in cui viene inserito l'ago viene **disinfettato** con cura.

Il sangue donato può tuttavia essere infettato già nel donatore stesso, ad esempio se soffre di un'infezione al fegato (epatite) o è portatore del virus dell'HIV. Gli agenti patogeni di queste malattie pericolose si trovano nel sangue del donatore e potrebbero essere trasmessi a un'altra persona attraverso la sacca di sangue. Per evitare che ciò accada, le persone che sono state esposte a situazioni a rischio vengono escluse prima della donazione. Inoltre, **ogni sacca di sangue** viene analizzata mediante sofisticati **procedimenti di controllo** alla ricerca dell'eventuale presenza di **virus dell'epatite**, dell'**HIV** e della sifilide, una malattia infettiva sessualmente trasmissibile. Queste misure garantiscono al ricevente la maggior sicurezza possibile, anche se le donazioni di sangue infetto non possono essere scoperte con una certezza assoluta.

Che cosa significa disinfettare? Come e quando viene disinfettata una parte del corpo?

Come si possono contrarre le malattie sessuali? Quali misure di protezione conosci?

Tipi di donazione**DONAZIONE DI SANGUE INTERO**

La **donazione di sangue «classica»** è quella di sangue intero, nella quale al donatore vengono prelevati circa 450 ml di sangue. Solo dopo la donazione il sangue viene suddiviso nei singoli componenti.

AUTOTRASFUSIONE

L'**autotrasfusione** può essere opportuna nel caso di un intervento chirurgico pianificabile con diverse settimane di anticipo, ad esempio una protesi all'anca. Se il paziente è sufficientemente sano, è possibile prelevare da due a quattro unità di sangue in un arco di tempo relativamente breve. Si stima che non più del 10% delle donazioni di sangue omologo possa essere sostituito da donazioni autologhe.

DONAZIONE MEDIANTE AFERESI

La donazione mediante aferesi è una donazione selettiva degli emocomponenti: il sangue prelevato viene separato mediante speciali apparecchiature nei componenti desiderati, mentre la parte restante non necessaria viene reinfusa al donatore in un processo continuo. Questo tipo di donazione richiede da una fino a due ore e mezzo di tempo. Esistono due tipi principali di donazione in aferesi: la **plasmaferesi** e la **trombocitoaferesi (o piastrinoaferesi)**.

Hai già ricevuto una trasfusione di sangue o conosci qualcuno che ne ha ricevuta una? Se sì, quale?



Rifletti quali sarebbero i vantaggi se si potessero fabbricare emocomponenti artificiali.

Il sistema degli emocomponenti

Al giorno d'oggi il sangue donato non viene più utilizzato come sangue intero, bensì **suddiviso nei suoi componenti**: eritrociti, plasma e trombociti. Questa procedura offre il vantaggio di poter somministrare ai pazienti solo gli emocomponenti di cui hanno realmente bisogno e quindi di utilizzarli in modo più mirato.

Questo programma di emocomponenti consente un **trattamento mirato** e presenta i seguenti **vantaggi**:

- trattamento più efficace delle malattie
- utilizzo più parsimonioso di una donazione di sangue
- più pazienti beneficiano di una donazione di sangue
- conservazione ottimale e adeguata degli emocomponenti

Gli emocomponenti più importanti **CONCENTRATO ERITROCITARIO**

Il concentrato eritrocitario si compone quasi esclusivamente di globuli rossi in una soluzione nutritiva e, in qualità di preparato standard, è l'emoprodotto più importante. A una temperatura di 2-6 °C può essere conservato per 42 massimo 49 giorni e viene utilizzato per sopperire a una carenza di globuli rossi.

CONCENTRATO PIASTRINICO

Nel caso di leucemie o dopo il loro trattamento, il quadro ematico del paziente presenta non solo una carenza di eritrociti ma anche di trombociti. I concentrati piastrinici prelevati dalle donazioni di sangue possono essere conservati a temperatura ambiente per 7 giorni. Dal 2011 i concentrati piastrinici vengono trattati secondo un procedimento speciale che distrugge la maggior parte dei virus, batteri o altri agenti patogeni, incrementandone ulteriormente la sicurezza.

PLASMA FRESCO CONGELATO

Il plasma viene congelato nelle 24 ore seguenti la donazione di sangue. Contiene tutte le proteine plasmatiche e i fattori coagulanti funzionanti. A una temperatura di -30 °C si conserva fino a due anni.

Il frazionamento del plasma

Il plasma può essere non solo trasfuso «intero», ma anche utilizzato per fabbricare medicinali molto utili.

Il plasma che non viene usato per le trasfusioni viene quindi consegnato all'industria specializzata nella sua lavorazione. A questo stadio il plasma viene diviso o «frazionato» per estrarne più di 100 preziosissime proteine, che serviranno per fabbricare circa 20 medicinali differenti. Sono da citare in particolare:

- l'albumina, che può provvisoriamente sostituire il sangue e che viene impiegata soprattutto in caso di gravi emorragie a seguito di operazioni o ustioni
- le immunoglobuline, che vengono utilizzate per curare e prevenire numerose malattie infettive
- i fattori coagulanti, che vengono utilizzati prevalentemente per curare l'emofilia ereditaria

Conosci prodotti non medicamentosi che vengono ricavati da una sostanza e poi concentrati?

5. Le cellule staminali del sangue: come si forma il sangue?

Obiettivi di apprendimento

- Sei in grado di valutare l'importanza del trapianto di cellule staminali del sangue.
- Sai spiegare come e dove si forma il nostro sangue.
- Sai descrivere la dinamica di un trapianto di cellule staminali del sangue (donazione di midollo osseo / donazione di cellule staminali del sangue periferiche).

A questo punto abbiamo già imparato molto sul sangue e sulle sue funzioni. Ma come e dove si forma effettivamente?

Il sangue funziona essenzialmente come qualsiasi cosa nella vita: nasce e muore. Le cellule staminali del sangue hanno lo stesso ciclo vitale. In una quantità tanto piccola da essere inimmaginabile come un milionesimo di litro di sangue sguaizzano diversi milioni di cellule ematiche.

5.1 Come si forma il nostro sangue

Il rifornimento necessario è garantito dal cosiddetto sistema ematopoietico nel midollo osseo. I globuli rossi, i globuli bianchi e i trombociti nascono tutti nel midollo osseo, nella misura in cui si sviluppano dalle cosiddette cellule staminali ematopoietiche o cellule staminali del sangue.

Tocca le parti del corpo in cui si trova il midollo osseo, importante per la formazione delle cellule ematiche.

Il midollo osseo, responsabile della formazione delle cellule ematiche, si trova nel cranio e nelle ossa del tronco, come sterno, costole e bacino. Il midollo osseo non va confuso con il midollo spinale.

5.2 Quando le cellule staminali del sangue non funzionano più

Se il sistema ematopoietico nel midollo osseo smette di funzionare a causa di una malattia o genera cellule malate, la produzione delle cellule ematiche essenziali per vivere non è più garantita. Compaiono rapidamente i sintomi di malattie potenzialmente letali:

- gravi disturbi delle difese immunitarie dovute alla carenza di globuli bianchi
- emorragie dovute alla carenza di trombociti
- anemia dovuta alla carenza di globuli rossi

Un esempio è la leucemia (cancro del sangue), malattia maligna che causa la moltiplicazione incontrollabile di globuli bianchi. Ogni anno, in Svizzera, circa 1'000 bambini e adulti si ammalano di leucemia o di altre malattie ematologiche potenzialmente letali.

Per molti di questi pazienti il trapianto di cellule staminali del sangue rappresenta l'unica possibilità di guarigione.

5.3 Tipo tessutale compatibile

Per il trapianto di cellule staminali del sangue è richiesta una quantità notevole di cellule staminali del sangue sane e non ancora mature. Generalmente queste cellule si trovano solo nel midollo osseo e, in quantità minime, nel sistema circolatorio e nel cordone ombelicale. Nella donazione di sangue classica si trovano praticamente solo cellule staminali del sangue mature, rendendola quindi inadatta a un eventuale trapianto.

In una donazione di sangue i gruppi sanguigni del donatore e del ricevente devono essere compatibili. Lo stesso principio vale per la donazione di cellule staminali del sangue, anche se il relativo sistema è molto più complesso: la riuscita di un trapianto dipende infatti dalla compatibilità delle caratteristiche tessutali (caratteristiche HLA). Se le differenze sono troppo importanti, c'è il rischio che le cellule donate rigettino il corpo del ricevente e viceversa. Diversamente dai quattro gruppi sanguigni (A, B, AB e 0), nel sistema «HLA» esistono miliardi di combinazioni diverse.

La probabilità per un paziente di trovare un donatore compatibile è quindi molto bassa. Più persone si iscrivono nell'apposito registro come donatori, maggiori sono le possibilità di guarigione.

Due tipi di donazione possibili

Sostanzialmente esistono due possibilità di donare le cellule staminali del sangue:

1. DONAZIONE DI MIDOLLO OSSEO

In una **donazione di midollo osseo** una siringa preleva con diverse punzioni il midollo osseo dalla cresta iliaca del bacino. Il prelievo avviene in anestesia totale e richiede un ricovero in ospedale di due-tre giorni.

2. DONAZIONE DI CELLULE STAMINALI DEL SANGUE PERIFERICHE

La **donazione di cellule staminali del sangue periferiche** viene generalmente eseguita in ambulatorio. Alcuni giorni prima del prelievo vengono somministrati al donatore fattori di crescita in modo tale che le cellule staminali del sangue possano moltiplicarsi e dal midollo osseo entrare nella circolazione sanguigna. La donazione

dura dalle tre alle sei ore. Il sangue del donatore viene prelevato attraverso un catetere venoso e portato in un separatore di cellule. Qui le cellule staminali sono separate dal sangue e raccolte. Il resto del sangue torna di nuovo nel corpo del donatore attraverso un secondo catetere venoso. Attualmente in Svizzera già l'80% delle donazioni si svolge con questo metodo.

Dato che le cellule staminali del sangue sono cellule a vita breve, il prelievo e il trapianto devono essere coordinati in modo tale da trapiantare le cellule staminali del sangue prelevate entro 48 o al più tardi 72 ore, anche se il trasporto è di migliaia di chilometri.

Le cellule staminali del sangue nuove e sane vengono somministrate al paziente come per una normale trasfusione intravenosa.

L'esempio di Roberto

Roberto soffriva da molto tempo di un'inspiegabile stanchezza, era molto pallido, contraeva spesso infezioni e soffriva di emorragie lievi ma frequenti. Poi la diagnosi: leucemia. Il corpo di Roberto produce più leucociti di quanto necessario, che però non sono in grado di svolgere la loro funzione. Inoltre, la normale formazione del sangue nel midollo osseo è ridotta e vengono prodotte meno cellule ematiche funzionanti. Per curarlo, i medici propongono un trapianto di cellule staminali del sangue. Nessuno della sua famiglia ha caratteristiche tissutali (HLA) compatibili (la probabilità di trovare un donatore compatibile in famiglia è del 20-30%). Roberto deve quindi contare su una donazione esterna. L'attesa è lunga, ma dopo intense ricerche, tra gli oltre 20 milioni di donatori di cellule staminali del sangue registrati in tutto il mondo viene infine trovata una persona con le caratteristiche HLA compatibili. Il trapianto è stato eseguito con successo.

Per prepararsi all'intervento, Roberto ha dovuto assumere potenti medicinali che hanno ucciso tutte le cellule presenti nel suo midollo osseo. Al posto delle cellule malate sono poi state trapiantate le cellule staminali del sangue sane donate. Nel periodo che ha preceduto e soprattutto seguito il trapianto, fino al momento in cui le cellule staminali del sangue del midollo osseo erano ormai cresciute e avevano iniziato a produrre cellule ematiche sane, Roberto è stato esposto a un grande rischio di infezioni. I medici si sono assicurati che non fosse esposto a nessun agente patogeno. Dopo circa quattro settimane ci sono stati i primi segni di una crescita delle cellule staminali del sangue, che si erano riprodotte bene e avevano generato cellule ematiche sane. Roberto era quindi sulla via della guarigione!

Pensaci: saresti disposto a donare le cellule staminali del sangue?

6. Trasfusione CRS Svizzera

Trasfusione CRS Svizzera SA è un'istituzione autonoma della Croce Rossa Svizzera (CRS). Su mandato della Confederazione, garantisce, in collaborazione con i Servizi trasfusionali regionali, l'approvvigionamento di emoprodotti agli ospedali svizzeri.

Nel 2011 la Fondazione Cellule staminali è stata integrata nell'organizzazione Trasfusione CRS Svizzera.

Settore degli emoprodotti

Il compito principale di Trasfusione CRS Svizzera, in qualità di organizzazione mantello nel settore della donazione di sangue, è la gestione a livello nazionale dell'approvvigionamento del sangue e la garanzia di disposizioni, metodi e strumenti omogenei in tutti i Servizi trasfusionali regionali.

I Servizi trasfusionali regionali sono responsabili dell'approvvigionamento di sangue e della relativa trasformazione nonché della fornitura a ospedali e medici degli emopreparati corrispondenti all'interno delle rispettive regioni.

Il sangue viene acquisito in due modi:

- mediante azioni di donazione di sangue mobili in oltre 700 località (circa il 40% delle donazioni).
- nei 60 centri trasfusionali stazionari (ca. il 60% delle donazioni).

Sia l'organizzazione mantello che i Servizi trasfusionali regionali sono organizzazioni senza scopo di lucro. Gli emopreparati vengono venduti agli ospedali a prezzo di costo. I donatori, dal canto loro, non ricevono nessuna remunerazione per le donazioni. Il motivo principale è la sicurezza: in questo modo si evitano le donazioni per motivi economici e con esse si riduce il rischio di trasmissione delle malattie.

Settore di cellule staminali del sangue

Ogni anno, in Svizzera, circa 1'000 bambini e adulti si ammalano di leucemia o di altre malattie potenzialmente letali del sistema ematopoietico. Per molti il trapianto di cellule staminali del sangue rappresenta l'unica possibilità di guarigione. Considerata la difficoltà nel trovare un donatore compatibile, maggiore è il numero di donatori, maggiori sono le possibilità di guarigione.

Trasfusione CRS Svizzera gestisce il Registro svizzero dei donatori di cellule staminali del sangue e recluta costantemente nuovi donatori di cellule staminali in Svizzera. Nella lotta contro la leucemia serve il maggior numero possibile di potenziali donatori. Un altro compito in questo settore è la ricerca e la mediazione di donatori di cellule staminali del sangue per pazienti nel nostro Paese e all'estero.

I donatori sono indispensabili

L'anello più importante della catena, sia per l'approvvigionamento di sangue che per i trapianti di cellule staminali del sangue, sono i donatori, che possono essere chiamati a giusto titolo «salvatori di vite».



Glossario

Agglutinazione

Agglomeramento dei globuli rossi.

Albumina

Proteina plasmatica che trasporta sostanze nutritive e impedisce la perdita di acqua.

Anticorpi

Sostanze del corpo per la difesa da agenti patogeni.

Antigene

Sostanza o corpo estraneo che il corpo riconosce e combatte come nemico.

Arteria

Vaso sanguigno che trasporta sangue ossigenato.

Capillari

I più fini vasi sanguigni.

Cellule killer

Globuli bianchi che uccidono le cellule ospiti.

Cellule memoria

Globuli bianchi che possono produrre subito anticorpi quando gli agenti patogeni di una stessa malattia penetrano ripetutamente nel corpo.

Cellule ospiti

Cellule nelle quali l'agente patogeno si infila per riprodursi.

Emoglobina

Questo colorante è il componente principale dei globuli rossi e lega le particelle di ossigeno.

Epatite

Infiammazione epatica.

Eritrociti

Globuli rossi: cellule sanguigne prive di nucleo, responsabili del trasporto di gas.

Fagocitosi

Ingestione di particelle solide all'interno delle cellule dove vengono poi distrutte.

Fattore Rhesus

Struttura sul globulo rosso, detta anche antigene. Deve essere considerato in caso di trasfusione.

Fibrina

Sostanza che si forma durante la coagulazione, si lega in lunghi filamenti creando una rete sulla ferita. Con i trombociti forma la crosta.

Fattori della coagulazione

Proteine responsabili per la coagulazione del sangue e l'arresto di un'emorragia.

Granulociti

Sottogruppo dei leucociti; si attivano in caso di infezioni e infiammazioni.

Immunoglobuline

Anticorpi presenti nel plasma sanguigno.

Infiammazione

Reazione frequente del corpo a un'infezione. Molti globuli bianchi si riuniscono nello stesso punto che si arrossa e si gonfia.

Leucociti

Cellule ematiche responsabili soprattutto per la difesa del corpo. Vi sono tre sottogruppi principali (linfociti / granulociti / monociti). Detti anche globuli bianchi.

Linfociti

Sottogruppo dei leucociti, responsabili, in qualità di cellule killer, cellule plasmatiche e cellule memoria, per la difesa specifica.

Linfociti helper

Globuli bianchi che organizzano la difesa specifica.

Lipoproteine

Proteine presenti nel plasma responsabili per il trasporto dei lipidi e del colesterolo.

Malattia ematologica

Malattia ereditaria la cui causa è una mancanza di fattori della coagulazione. Il sangue delle persone affette da questa malattia si coagula molto lentamente o non si coagula del tutto. Detta anche emofilia.

Macrofago

Globulo bianco che divora i corpi estranei infiltratisi nel corpo e li digerisce. Detto anche monocita.

Milza

Organo situato in prossimità dello stomaco e che smaltisce i prodotti di rifiuto delle cellule del sangue.

Plasma sanguigno

Fluido del sangue.

Respirazione cellulare

Processo che permette di ricavare nelle cellule energia dalla combustione di glucosio in presenza di ossigeno.

Siero sanguigno

Plasma sanguigno senza fibrogeno.

Sistema AB0

Sistema dei gruppi sanguigni.

Sistema HLA

Antigeni tissutali che per via della loro diversità sono la causa del rigetto di organi trapiantati.

Trasfusione

Trasmissione di liquidi. Trasfusione di sangue: trasmissione di sangue.

Trombociti

Cellule del sangue sprovviste di nucleo che si formano dalle cellule del midollo osseo e responsabili della rimarginazione delle ferite. Detti anche piastrine.

Trombosi

Congestione di un vaso sanguigno.

Vena

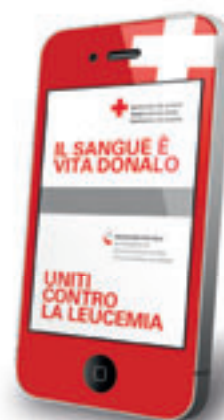
Vaso sanguigno che trasporta sangue poco ossigenato.

Chiedetevi reciprocamente i diversi termini!

Più informazioni sul tema sangue?

Le informazioni importanti sui temi sangue e cellule staminali del sangue si trovano su:

- www.il-sangue.ch
- www.trasfusione.ch
- www.sbsc.ch
- www.youtube.com/blutspendesrk



Contatto:



BLUTSPENDE SRK SCHWEIZ
TRANSFUSION CRS SUISSE
TRASFUSIONE CRS SVIZZERA

Trasfusione CRS Svizzera SA
Laupenstrasse 37
Casella postale 5510
CH-3001 Berna

Tel: +41 (0)31 380 81 81
Fax: +41 (0)31 380 81 80
N° gratuito: 0800 000 757
info@blutspende.ch

Servizi trasfusionali regionali CRS:



Gli indirizzi dei servizi trasfusionali regionali si trovano su **www.trasfusione.ch**

**IL SANGUE È VITA
DONALO**

Trasfusione CRS Svizzera

Laupenstrasse 37, casella postale 5510, 3001 Berna
Tel. +41 (0)31 380 81 81, Fax +41 (0)31 380 81 80
info@blutspende.ch, www.trasfusione.ch



BLUTSPENDE SRK SCHWEIZ
TRANSFUSION CRS SUISSE
TRASFUSIONE CRS SVIZZERA