

Il Sangue e il Plasma

FGE 2016-17

Obiettivi

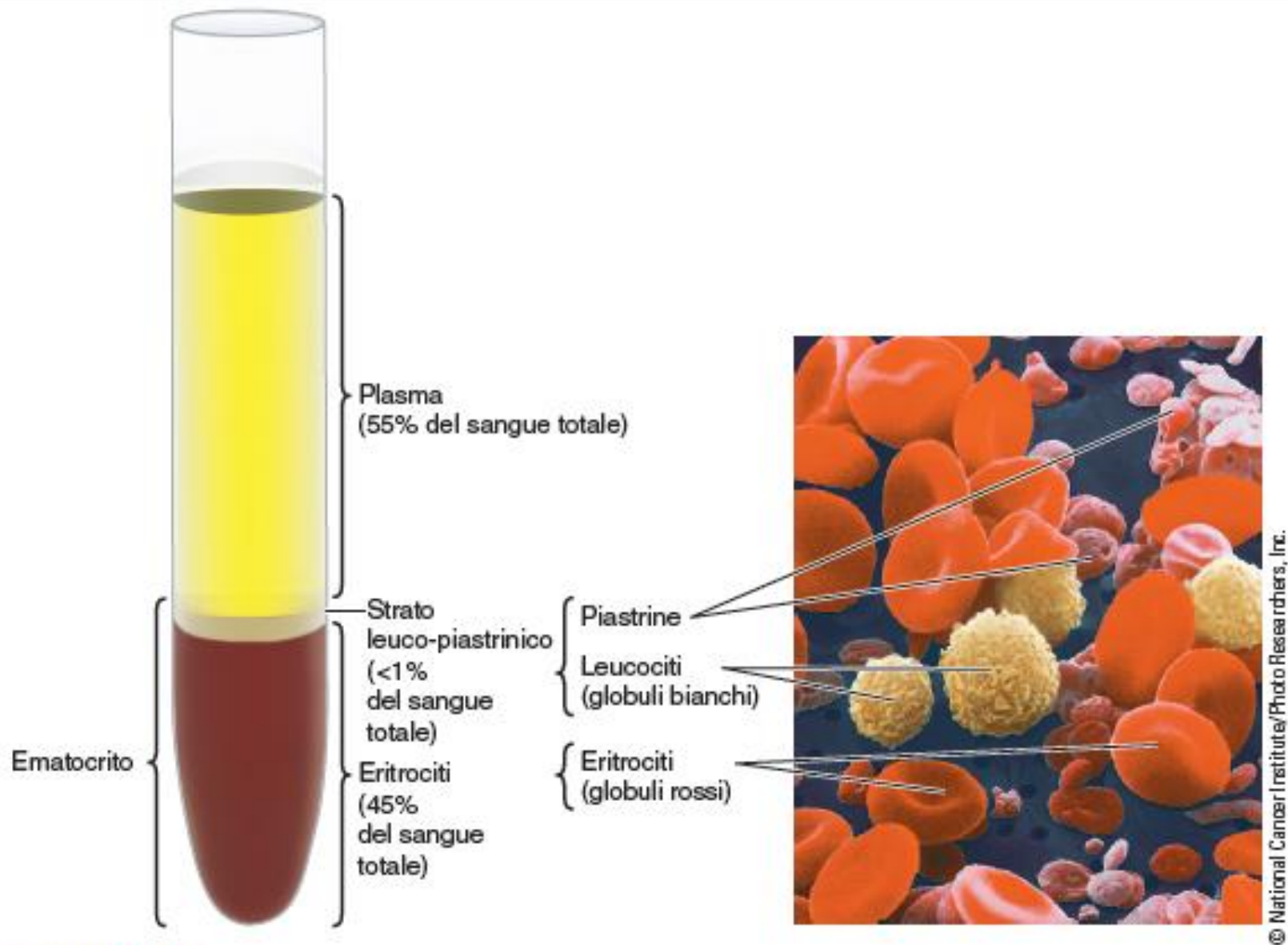
- 1. Funzioni e composizione del sangue**
- 2. Sedimentazione e concentrazione: VES ed ematocrito**
- 3. Ematocrito ed indici eritrocitari (principali e derivati)**
- 4. Ematocrito e viscosità del sangue**
- 5. Il Plasma: composizione e determinazione del volume plasmatico**
- 6. Proteine plasmatiche: composizione e principali funzioni**
- 7. Emopoiesi**
- 8. Emostasi e Coagulazione**

Funzioni del sangue

- **Trasporto**
 - Gas (O_2 , CO_2)
 - a.a., glucosio, FFA
 - Ormoni
 - Farmaci
 - Calore (termoregolazione)
- **Riserva di a.a.**

Composizione

- **E' una sospensione di elementi cellulari (gg.rr., leucociti) in una soluzione acquosa (plasma) di elettroliti e di non-elettroliti**
- **Separazione delle cellule dal plasma**
 - **Sedimentazione e**
 - **Centrifugazione: separazione della componente cellulare dal plasma**



© National Cancer Institute/Photo Researchers, Inc.

● **FIGURA 11-1 Ematocrito e tipi di cellule ematiche.** I valori indicati si riferiscono agli uomini. Il valore medio di ematocrito per le donne è pari al 42%, con il plasma che occupa il 58% del volume del sangue. Da notare la forma biconcava degli eritrociti.

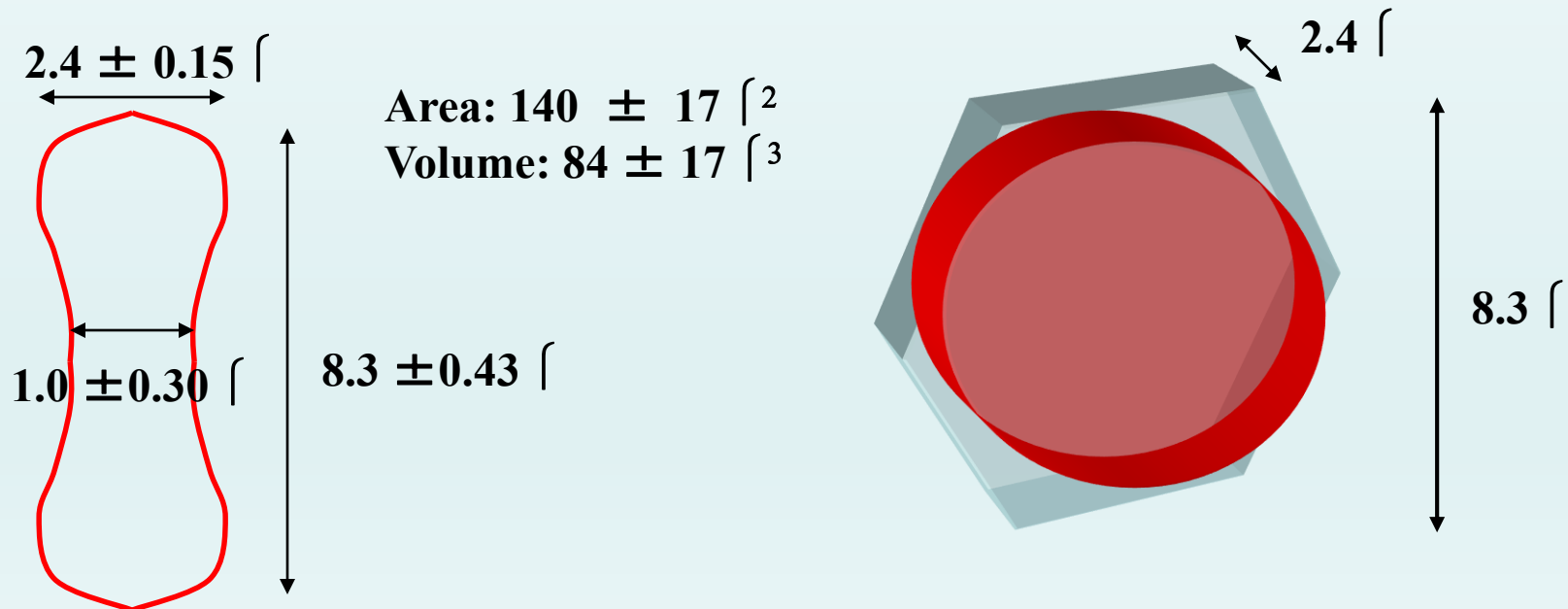
- Peso specifico: 1,05-1,06
- Massa sanguigna 6-8% del peso corporeo (adulto)
- Volume di sangue vari tra:
 - 4,5-5,5 litri (femmina)
 - 5,0-6,0 litri (maschio)
- Normovolemia, ipo-iper.
- Viscosità :
 - Sangue intero 3,5 -5,5 volte quella H₂O (1,00)
 - Plasma 1,9 -2,6 volte quella H₂O (1,00)
 - È determinata dal numero di cellule presenti nel sangue (resistenza al moto, attrazione).
 - Aumento lavoro cardiaco, pressione sistemica, riduzione flusso (rene)

Velocità di EritroSedimentazione (VES)

- **Valori di VES normali: maschi 2- 10 mm/h; femmine 2 -20 mm/h; (Si può anche misurare a due ore)**
- **Nel caso di infiammazione, la VES_{1h} può raggiungere 100 mm;**
- **Le proteine che si liberano nel plasma durante i processi infiammatori si legano alla membrana dei gg.rr. cambiandone le caratteristiche e favorendo la formazione di macroaggregati.**
- **Le dimensioni effettive delle particelle in sospensione aumentano**
- **VES valori elevati durante infezioni acute o croniche (artrite, tubercolosi, febbre)**

2. Ematocrito

- **L' Ematocrito: rapporto tra il volume degli eritrociti ed il volume totale del sangue moltiplicato per 100 ed è uno degli indici di Wintrobe**
- **Ematocrito apparente**
- **Buffy coat, leucociti**
- **Valori normali: uomo: 42-52 %; donne: 37-48 %**
- **Valori inferiori: anemia; valori superiori: policitemia (vera o secondaria);**
- **Massimo ematocrito teorico con emazie normali: 60 % circa**

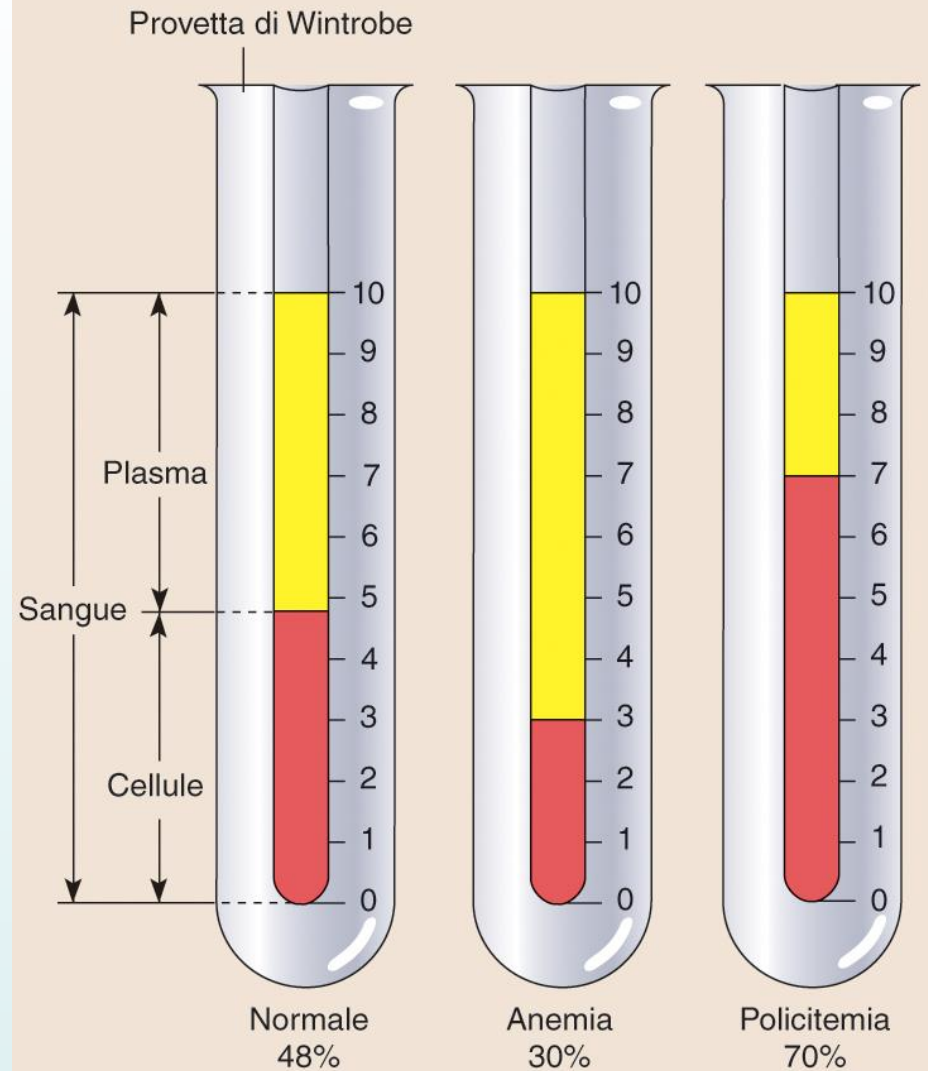


Ematocrito

Rapporto tra Volume degli eritrociti e volume totale del campione

Maschi 47%

Femmine 42%



$$\text{Ematocrito di Wintrobe \%} = \frac{\text{volume degli eritrociti}}{\text{volume totale del sangue}} \times 100$$

Valori normali di ematocrito

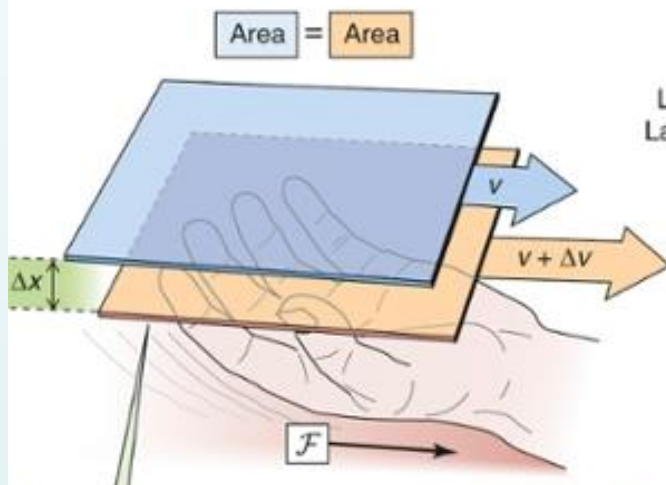
Femmina adulta	37-47%
Maschio adulto	42-52%

1. HCT-Viscosità-capacità di trasporto per l' O₂

L' ematocrito determina:

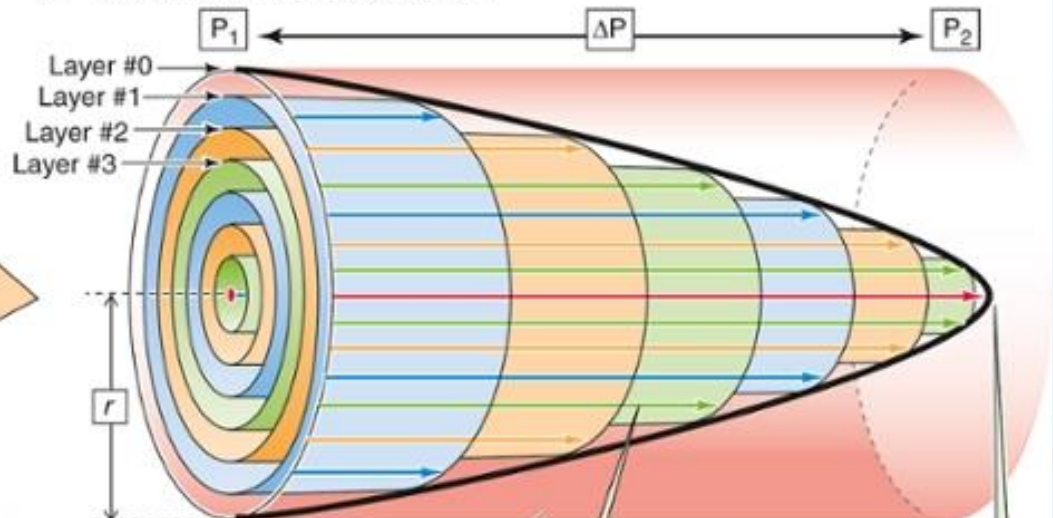
- La **viscosità** del sangue
- La **capacità di trasporto per l' ossigeno del sangue arterioso** poiché essa, a parità di tutte le altre condizioni, è **proporzionale alla concentrazione di Hb;**
- **L' HCT normale corrisponde al valore massimo del rapporto tra HCT e viscosità del sangue**
- **HCT normale nelle diverse specie assume valori diversi. In ogni caso, assume il valore ideale per trasportare il maggior volume di ossigeno nell' unità di tempo.**

A DEFINITION OF VISCOSITY



The hand applies a force (\mathcal{F}) that makes the lower sheet move faster. The viscosity (η) is the force per unit area needed to produce a given velocity gradient ($\Delta v / \Delta x$) between the two sheets.

B VISCOUS FLOW IN A CYLINDER



At the vessel wall, layer #0, velocity is zero (v_0).

Arrow represents velocity of layer.

Along the central axis, velocity is maximal (v_{max}).

Principali

Indici eritrocitari

1. **Ematocrito (HCT)**
2. **Conta eritrocitaria**
uomo: $5.5 \cdot 10^6 \text{ mm}^{-3}$
donna: $4.8 \cdot 10^6 \text{ mm}^{-3}$
3. **Concentrazione di Hb ([Hb])**
Uomo: 13 - 18 g/dl
Donna: 12-16 g/dl

Derivati

- **Volume corpuscolare medio,**

$$\text{V.C.M. (MCV) (pL)} = \text{HCT} \cdot 10 / \text{conta eritrocitaria}; 86 - 98 \text{ pL};$$

- **Valore corpuscolare medio di emoglobina,**

$$\text{E.C.M (MCH) (pg)} = [\text{Hb}] \cdot 10 / \text{conta eritrocitaria}; 28-33 \text{ pg/cellula}$$

- **Concentrazione corpuscolare media di emoglobina,**

$$\text{C.M.C.E. (MCHC) (%) } = [\text{Hb}] \cdot 100 / \text{HCT}; 32 - 36 \%$$

▲ Tabella 11-1 Costituenti del Sangue e loro Funzioni

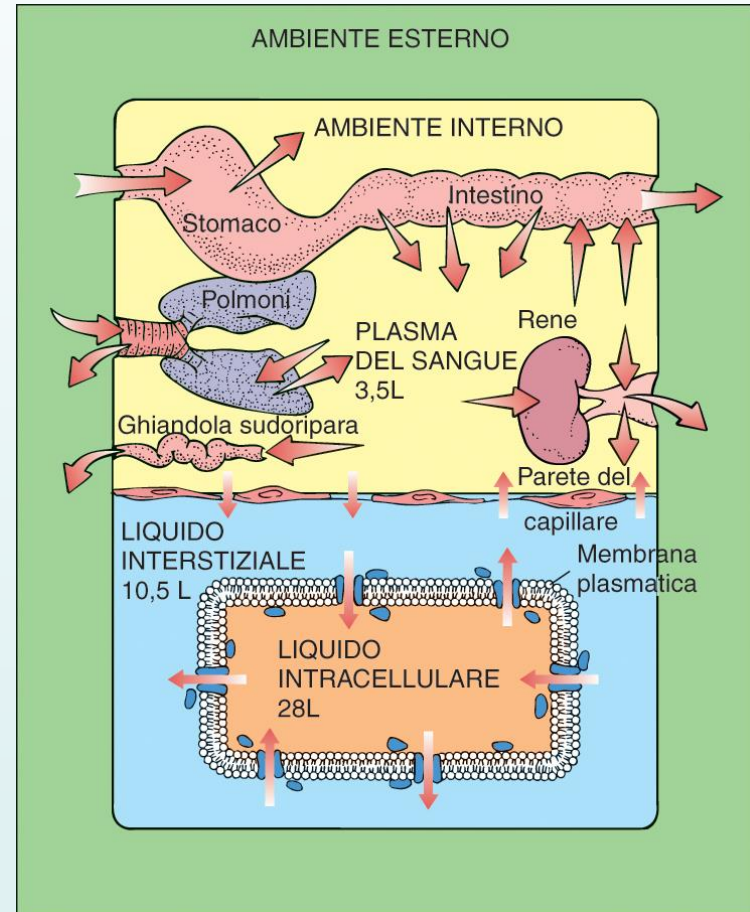
Costituenti	Funzioni
Plasma	
<i>Acqua</i>	Agisce da mezzo di trasporto; trasmette il calore
<i>Elettroliti</i>	Svolgono un ruolo nell'eccitabilità di membrana; mantengono osmoticamente l'equilibrio tra il liquido extracellulare e il liquido intracellulare; tamponano le variazioni di pH
<i>Nutrienti, rifiuti metabolici, gas e ormoni</i>	Vengono trasportati nel sangue; la CO ₂ ematica svolge un ruolo nell'equilibrio acido-base
<i>Proteine plasmatiche</i>	Esercitano un effetto osmotico importante nella distribuzione del liquido extracellulare tra il compartimento vascolare e il compartimento interstiziale; tamponano le variazioni di pH; trasportano molte sostanze; comprendono i fattori di coagulazione, le molecole precursori inattive, e gli antibiotici
Elementi cellulari	
<i>Eritrociti</i>	Trasportano O ₂ e CO ₂ (soprattutto O ₂)
<i>Leucociti</i>	
Neutrofili	Fagocitano i batteri e i detriti
Eosinofili	Attaccano i vermi parassiti; hanno ruolo importante nelle reazioni allergiche
Basofili	Rilasciano l'istamina, che è importante nelle reazioni allergiche; e l'eparina, che aiuta a rimuovere i lipidi dal sangue
Monociti	In transito per diventare macrofagi tissutali
Linfociti	
Linfociti B	Producono anticorpi
Linfociti T	Producono le risposte immunitarie cellulo-mediate
<i>Piastrine</i>	Contribuiscono all'omeostasi

LAURALEE SHERWOOD

FONDAMENTI DI FISIOLOGIA UMANA

Il Plasma

- Il plasma fa parte dei liquidi extracellulari.
- Costituisce il 55-60 % del volume del sangue
- Il siero è il plasma dopo coagulazione del sangue (senza fibrinogeno e componenti della coagulazione)



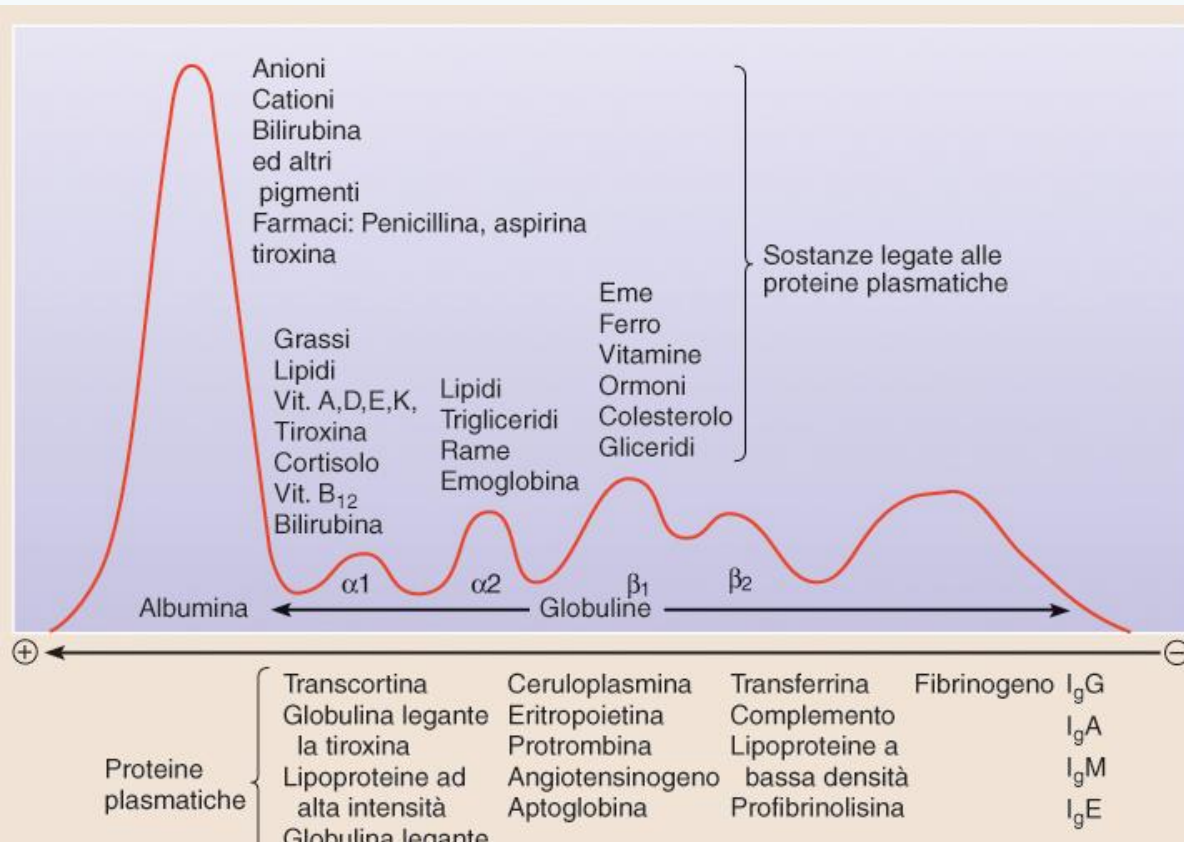
Distribuzione dell' acqua corporea totale; BW: 70 kg; HCH 45 % e 40 %

	Volumi tipici		Volumi tipici	
	Uomo	litri	Donna	litri
Acqua corporea totale (TBW)	60 % del BW	42	50 % del BW	35
Fluido intracellulare (ICF)	60 % di TBW	25	60 % di TBW	21
Fluido extracellulare (ECF)	40 % di TBW	17	40 % di TBW	14
Fluido interstiziale	75 % di ECF	13	75 % di ECF	10
Plasma (PV)	20 % di ECF	3	20 % di ECF	3
Sangue	PV/ (1-HCT)	5.5.	PV/ (1-HCT)	5
Fluido transcellulare	5 % di ECF	1	5 % di ECF	1

1. Composizione del plasma

- **acqua (93% circa)**
- **proteine (7g/dl, 7% circa)**
- **ioni;**
- **La composizione del plasma è diversa da quella dei liquidi intracellulare ed interstiziale;**
- **liquido intracellulare è ricco il K^+ e povero in Na^+ e Cl**
- **i liquidi extracellulari (interstiziale e plasma) sono ricchi in Na^+ e Cl^- e poveri in K^+ .**
- **Particolarità:**
 1. **Concentrazioni di ioni e proteine espresse in mg/100 ml, mM, mEq/l.**
 2. **Le concentrazioni plasmatiche sono diverse da quelle del liquido interstiziale in cui non vi sono proteine. Il fatto che le concentrazioni ioniche dipendano dalla concentrazione delle proteine presenti nel liquido ha importanza pratica per il medico.**

Proteine plasmatiche



1. Riserva di a.a.
2. Carriers
3. Sostanze tampone (anfotere)
4. Zimogeni
5. **Responsabili della pressione colloid-osmotica**

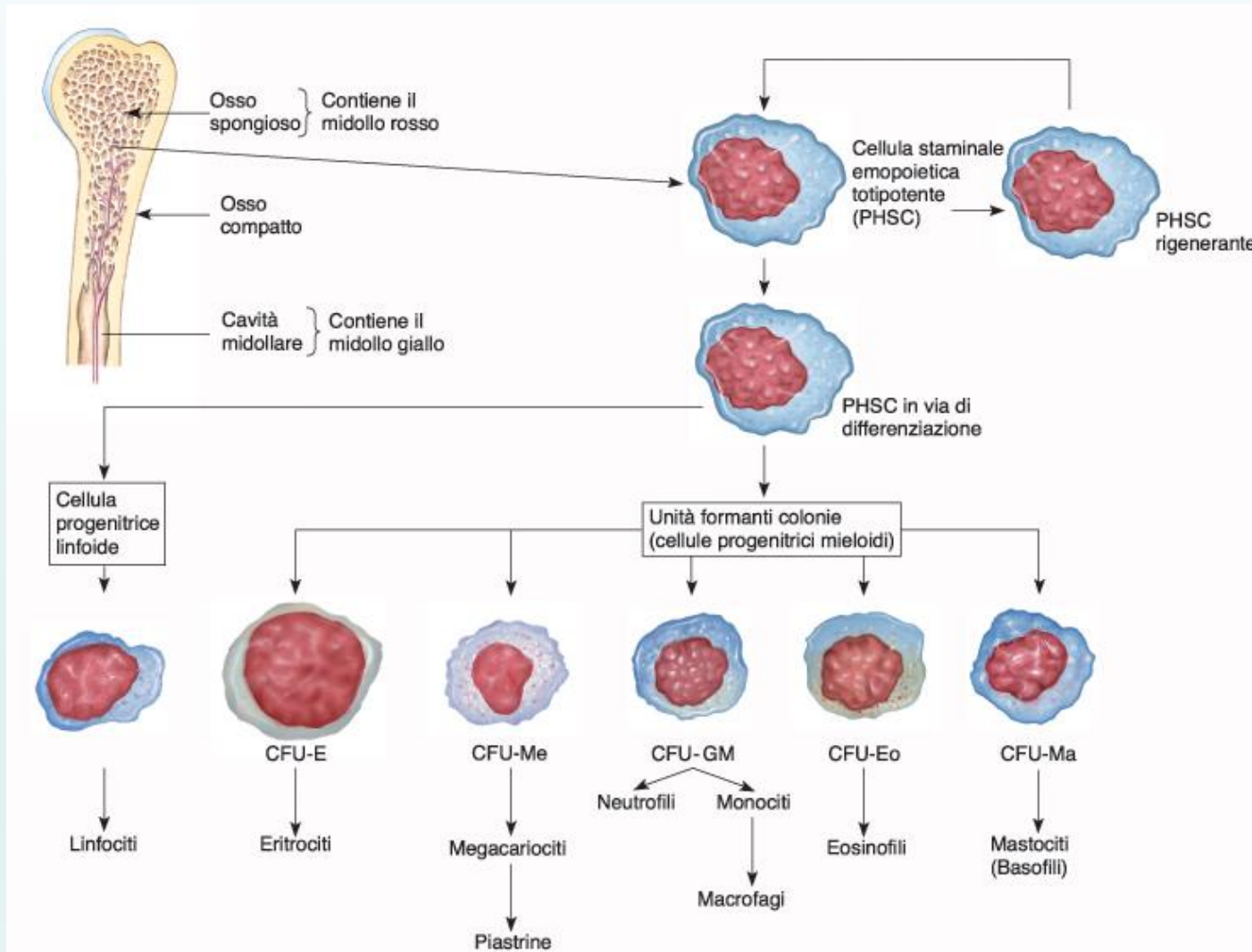
- **60 % proteine plasmatiche totali: albumina**

- **40 % proteine plasmatiche totali: globuline**

Composizione del plasma, plasma senza proteine e liquidi intracellulare e interstiziale

Soluto	Plasma	Plasma senza proteine	Liquido interstiziale	Liquido intracellulare
Na ⁺ (mM)	142	153	145	15
K ⁺ (mM)	4.4	4.7	4.5	120
Ca ²⁺ (mM)	1.2 (ionizzato) 2.5 [†]	1.3 (ionizzato)	1.2 (ionizzato)	0.0001 (ionizzato)
Mg ²⁺ (mM)	0.6 (ionizzato) 0.9 (totale)	0.6 (ionizzato)	0.55 (ionizzato)	1 (ionizzato) 18 (totale)
Cl ⁻ (mM)	102	110	116	20
HCO ₃ ⁻ (mM)	22 (arterioso)	24	25	15
H ₂ PO ₄ ⁻ e HPO ₄ ²⁻	0.7 (ionizzato) 1.4 (totale)	0.75 (ionizzato)	0.8 (ionizzato)	0.7 (libero)
Proteine	7 g/dl 1 mmole/l	-	1g/dl	30 g/dl
Glucosio	5.5	5.9	5.9	Molto basso
pH	7.4	7.4	7.4	~ 7.2
Osmolalità (mosmoli/kg H ₂ O)	291	290	290	290

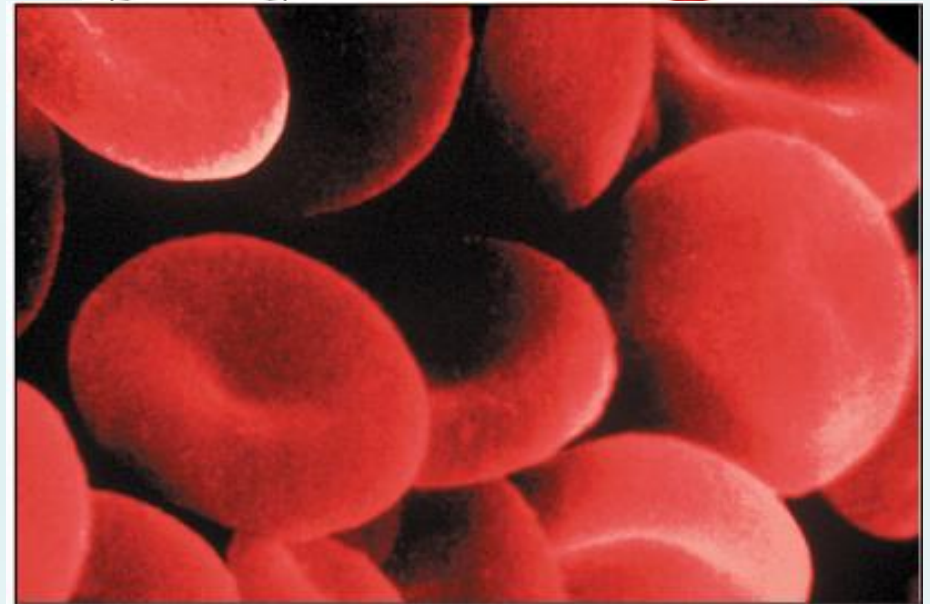
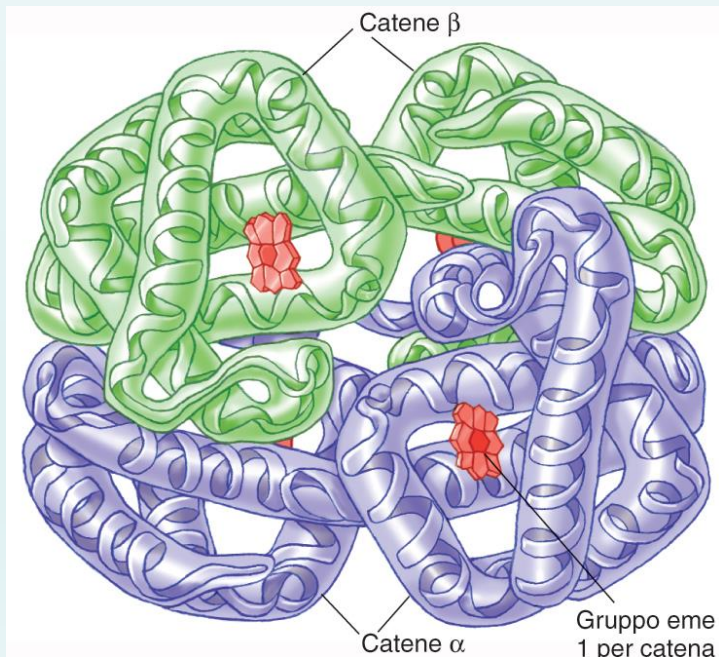
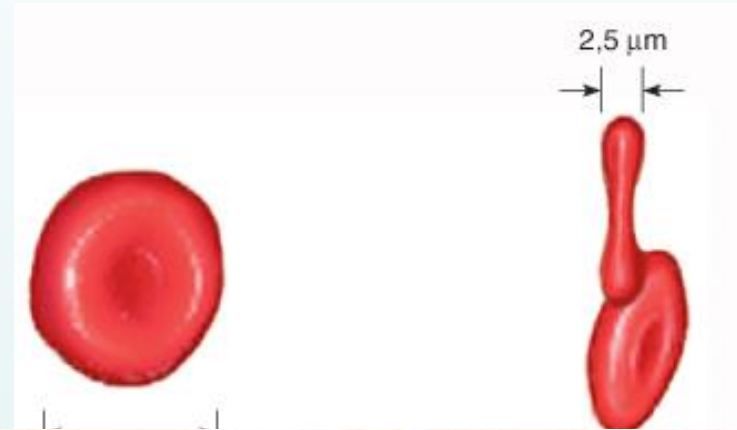
Emopoiesi

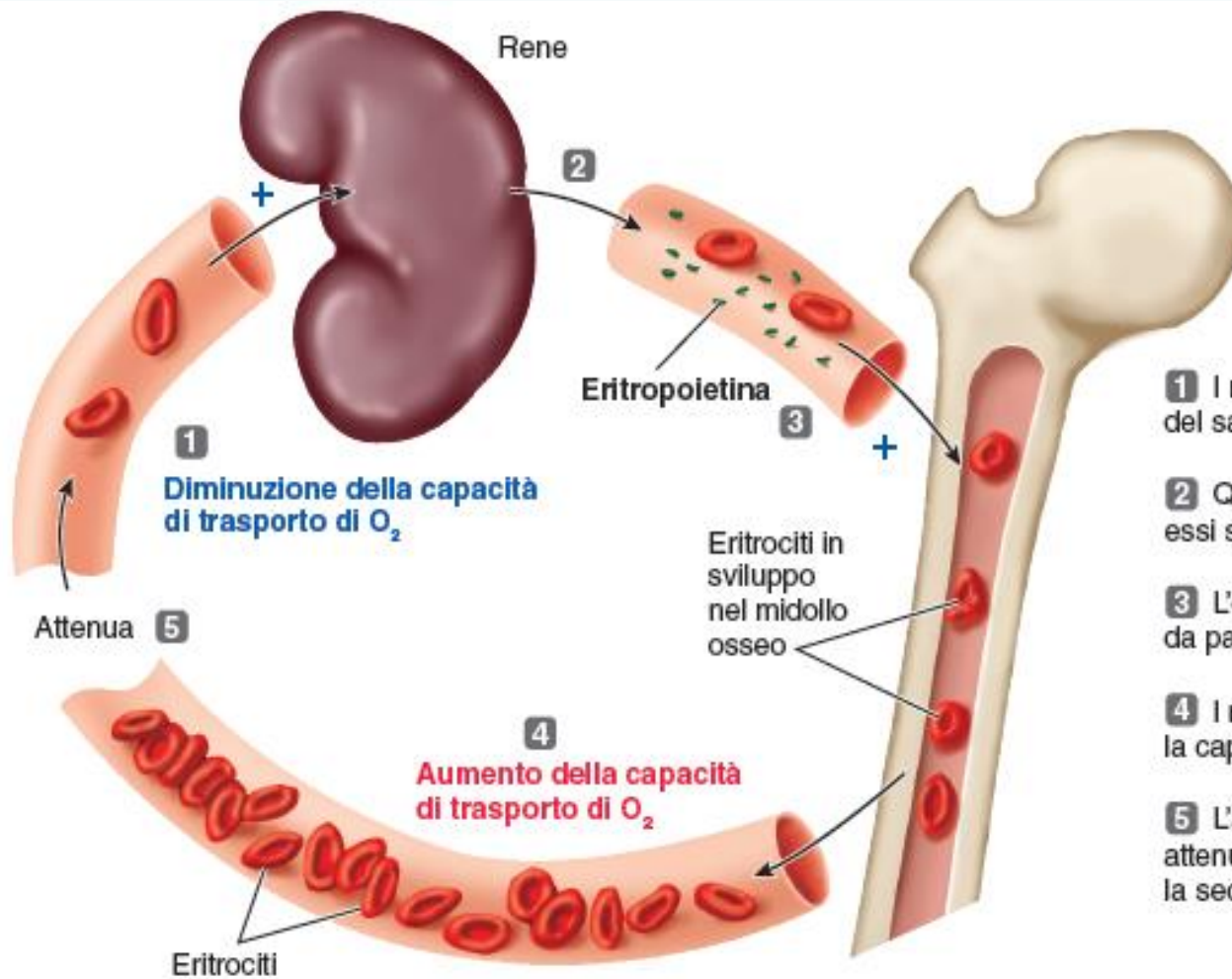


Composizioni parte corpuscolate del sangue

Componente	Quantità per microlitro (mm ³)	Diametro (μm)	Caratteristiche anatomiche	Funzione primaria
<i>Eritrociti</i>	5.000.000	7-8	Senza nucleo e organelli; dischi biconcavi	Trasporto di O ₂ e CO ₂
<i>Leucociti</i>	4000-10.000			Funzione di difesa contro i patogeni
Neutrofili	3000-7000	10-14	Nucleo multilobato; granuli con affinità ai coloranti blu e rossi	Fagocitosi di materiale estraneo
Eosinofili	100-400	10-14	Nucleo bilobato; granuli con affinità ai coloranti rossi	Distruzione di parassiti
Basofili	20-50	10-12	Nucleo multilobato; granuli con affinità ai coloranti blu	Secernono mediatori chimici durante l'infiammazione e le reazioni allergiche
Monociti	100-700	14-24	Grosso nucleo reniforme; assenza di granuli	Fagocitosi; maturano in macrofagi nei tessuti
Linfociti	1500-3000	5-17	Grosso nucleo sferico; poco citoplasma; assenza di granuli	Cellule B - secernono anticorpi Cellule T - secernono citochine che supportano la risposta immunitaria di altre cellule; secernono fattori che distruggono cellule infettate o cellule tumorali
<i>Piastrine</i>	250.000	2-4	Frammenti citoplasmatici; presenza di granuli	Emostasi

Eritrociti ed emoglobina





1 I reni rilevano la riduzione della capacità del sangue di trasportare l' O_2 .

2 Quando diminuisce l'apporto di O_2 ai reni, essi secernono l'eritropoietina nel sangue.

3 L'eritropoietina stimola l'eritropoiesi da parte del midollo osseo.

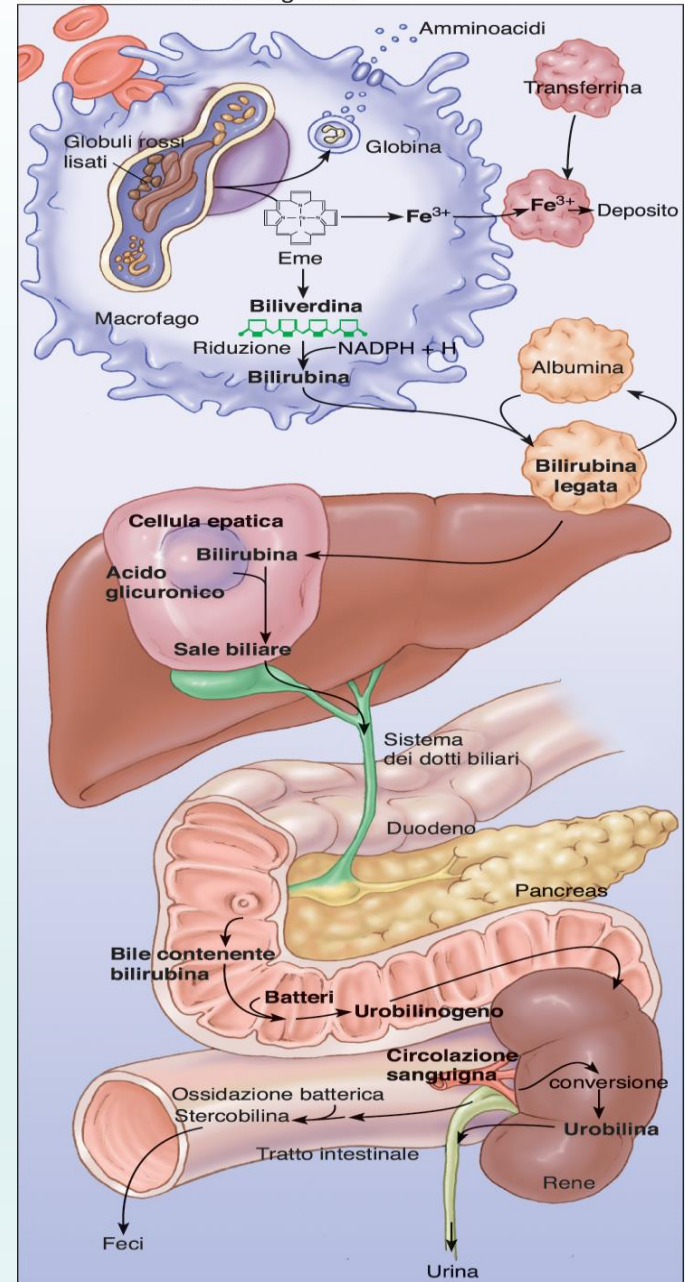
4 I nuovi eritrociti in circolo aumentano la capacità del sangue di trasportare l' O_2 .

5 L'aumentata capacità di trasporto di O_2 attenua lo stimolo iniziale che ha indotto la secrezione di eritropoietina.

● **FIGURA 11-3** Regolazione dell'eritropoiesi.

Metabolismo dell'emoglobina

Il metabolismo dell'emoglobina

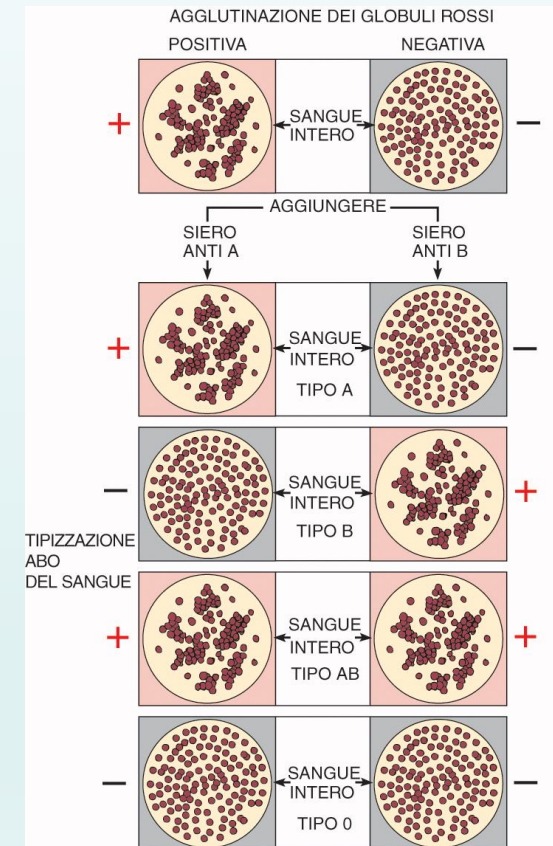


Gruppi sanguigni

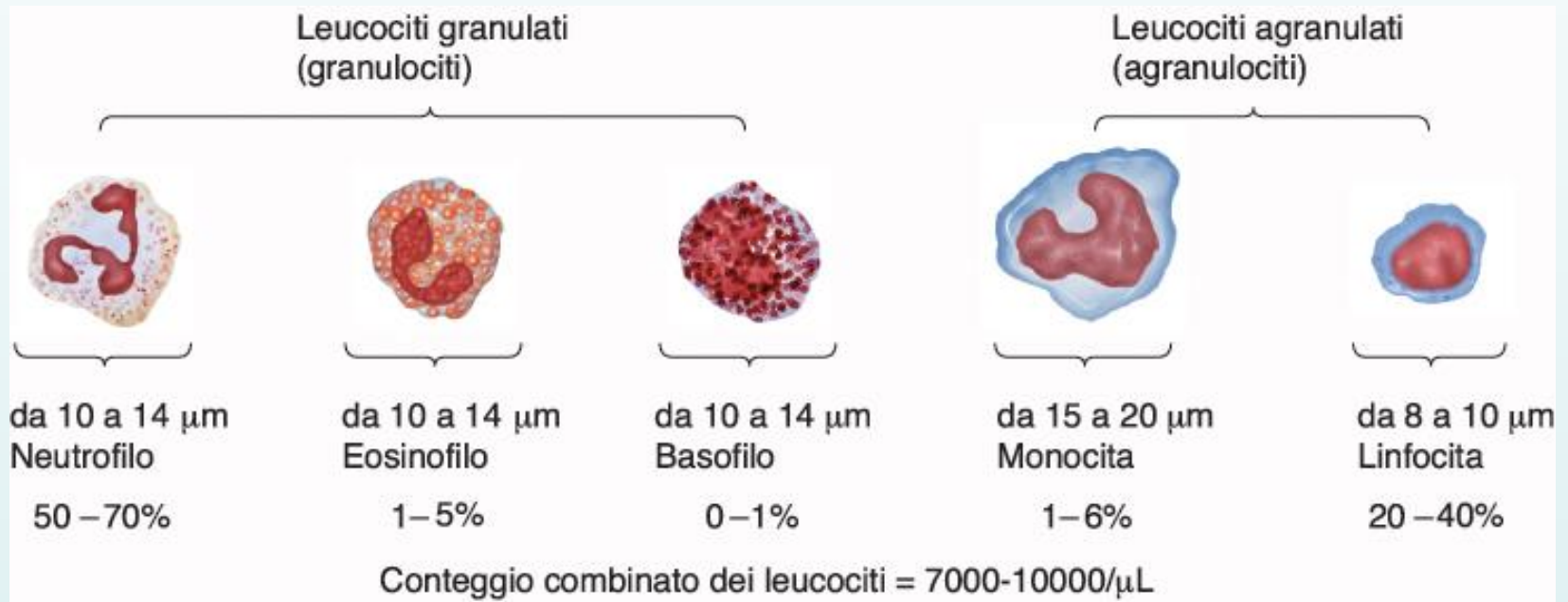
I GRUPPI SANGUIGNI DEL SISTEMA ABO

Gruppo sanguigno:

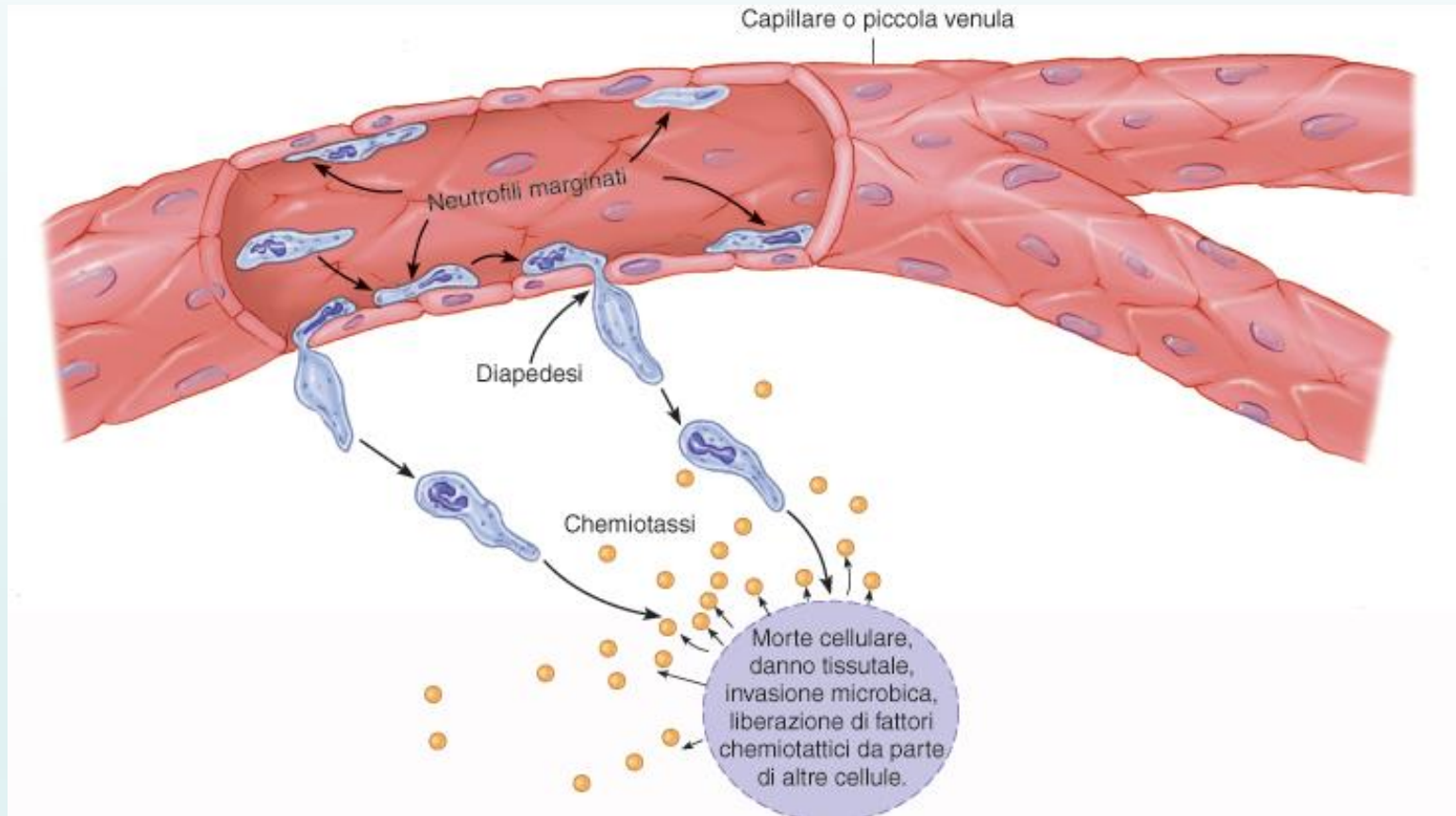
	A	B	AB	O
Tipi di globuli rossi				
Anticorpi del plasma (siero)	Anti-B b	Anti-A a	Né a né b	 a b
Reazioni di agglutinazione	 A + a	 B + b	 AB + a + b	 O + a + b
	Agglutinazione	Agglutinazione	Agglutinazione	Non agglutinazione

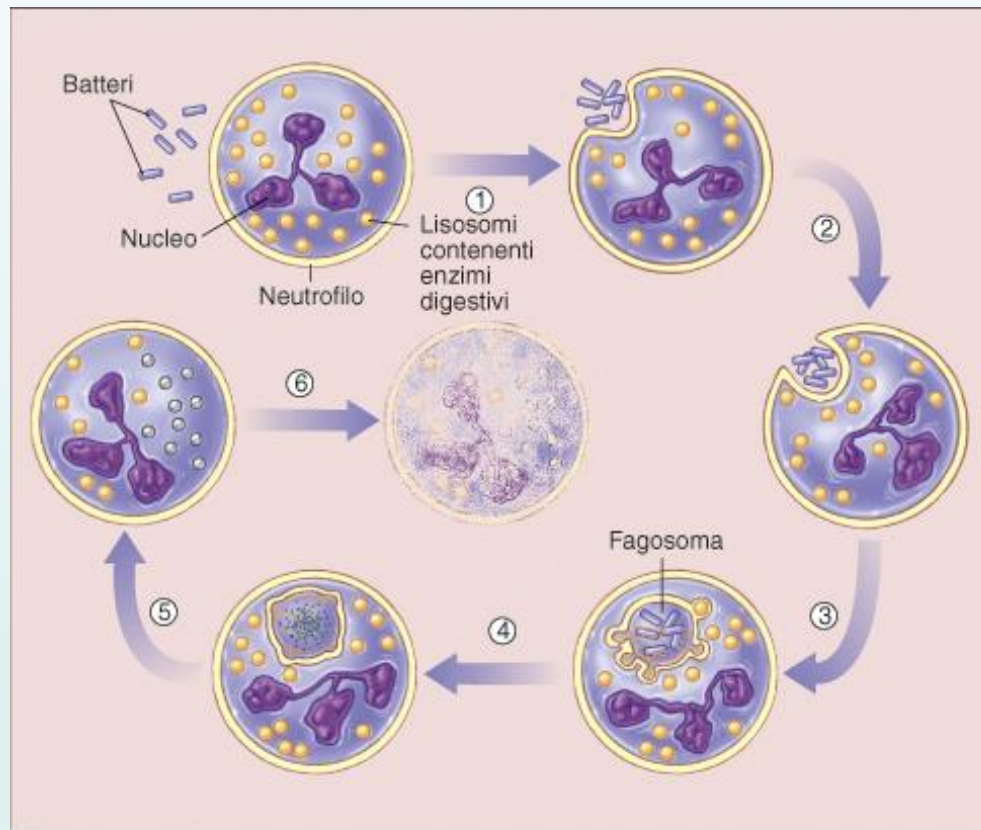


Globuli Bianchi



Diapedesi e chemiotassi





(a)

1. Il neutrofilo incontra i batteri e li ingloba.
2. Attorno ai batteri si forma il fagosoma.
3. Degranolazione del lisosoma per formare il vacuolo digestivo.
4. Lisi dei batteri ad opera degli enzimi digestivi.
5. Dispersione del fagosoma nel citosol.
6. Lisi del neutrofilo.



(b)

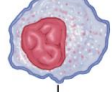
Cellula staminale emopoietica totipotente



CFU-Me



Megacarioblasto



Megacariocita



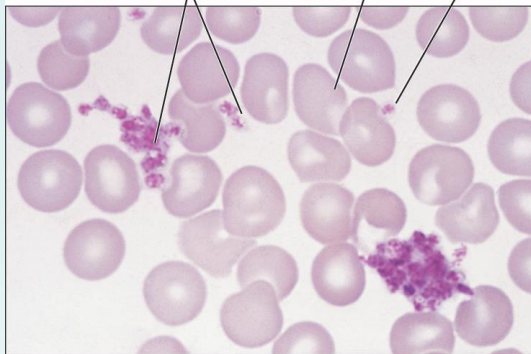
Forme visibili nel midollo osseo



Forme visibili nel sangue

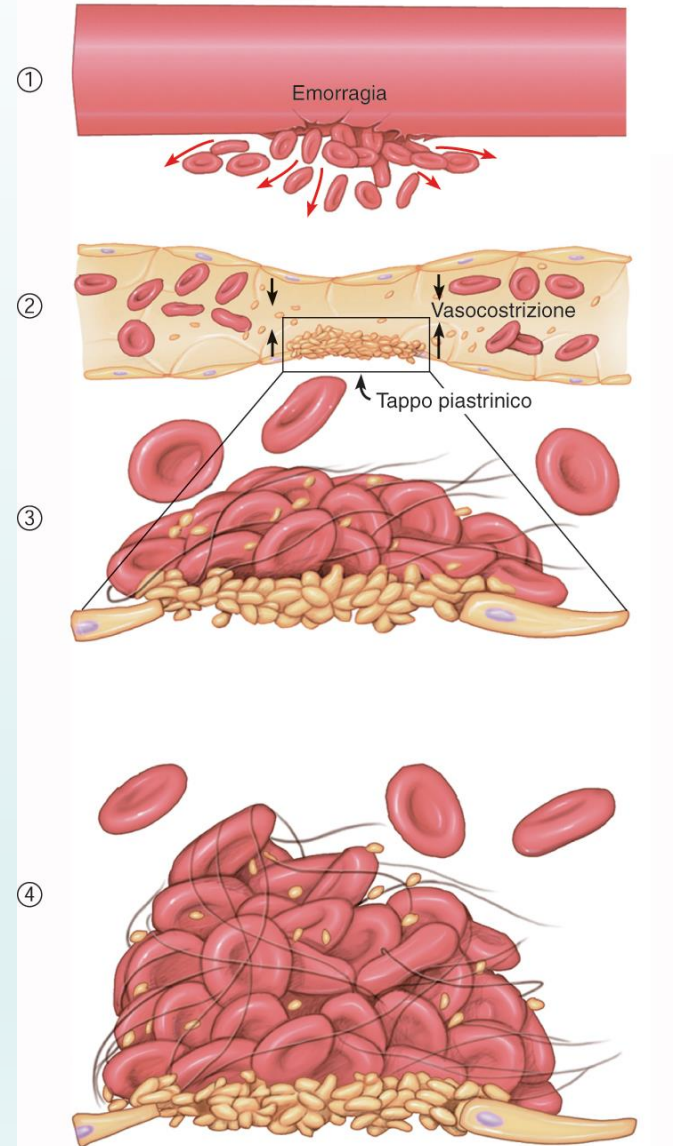
Piastrine
(a)

Piastrine aggregate Eritrocita Piastrina



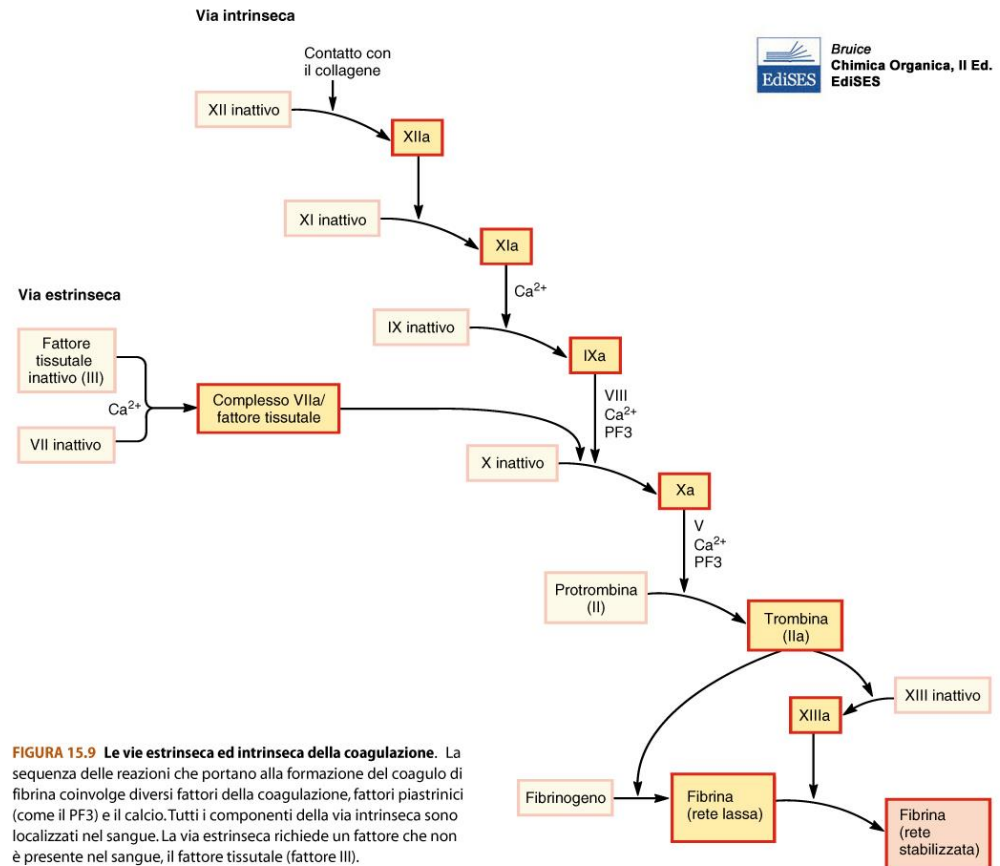
(b)

Trombociti



EMOSTASI

- VASOCOTRIZIONE LOCALE
- FORMAZIONE DEL COAGULO EMATICO
- COAGULAZIONE:
- FASE I: FORAZIONE FATTORE DI CONVERSIONE DELLA PROTROMBINA
- FASE II: CONVERSIONE DELLA TROMBINA IN TROMBINA
- FASE III: CONVERSIONE DEL FIBRINOGENO IN FIBRINA
- RETRAZIONE E DISSOLUZIONE DEL COAGULO



Bibliografia

- **Fisiologia dell'Uomo, autori vari, Edi.Ermes, Milano**
 - **Capitolo 9: Il Sangue (Capitoli 9.1 e 9.2)**
- **Fisiologia Generale e Umana, Rhoades-Pflanzer**
 - **Capitolo 17: Funzioni del sangue**