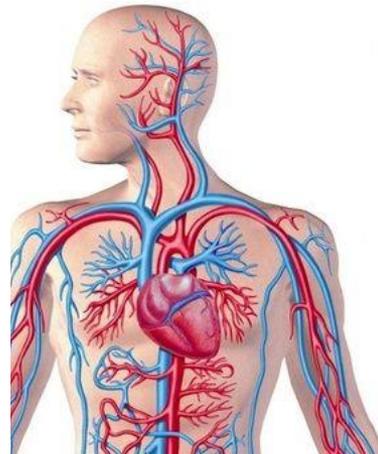
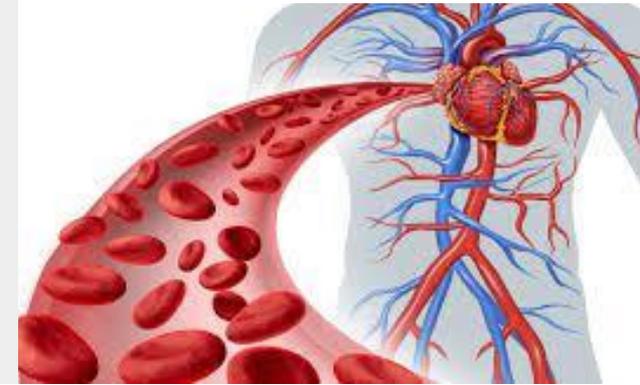
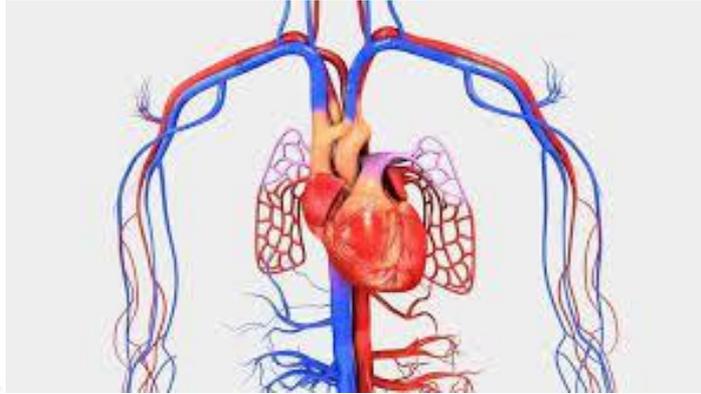
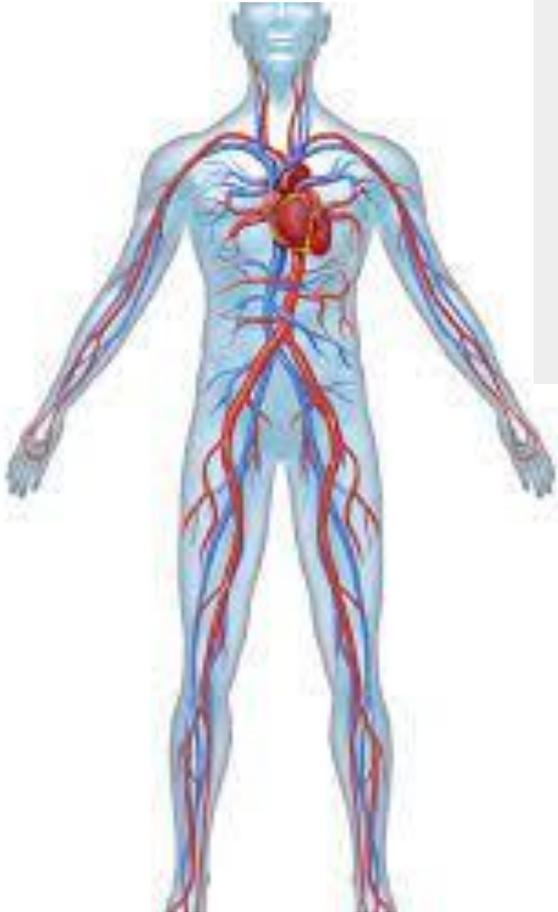


# APPARATO CIRCOLATORIO

L'APPARATO CARDIOCIRCOLATORIO È UN SISTEMA CHIUSO DI VASI IN CUI IL SANGUE CIRCOLA SOTTO LA SPINTA DEL CUORE IN UN CIRCOLO SISTEMICO ED IN UN PICCOLO CIRCOLO (CIRCOLO POLMONARE)  
I COMPONENTI DELL' APPARATO CARDIOCIRCOLATORIO SONO:  
**IL SANGUE, I VASI ED IL CUORE**

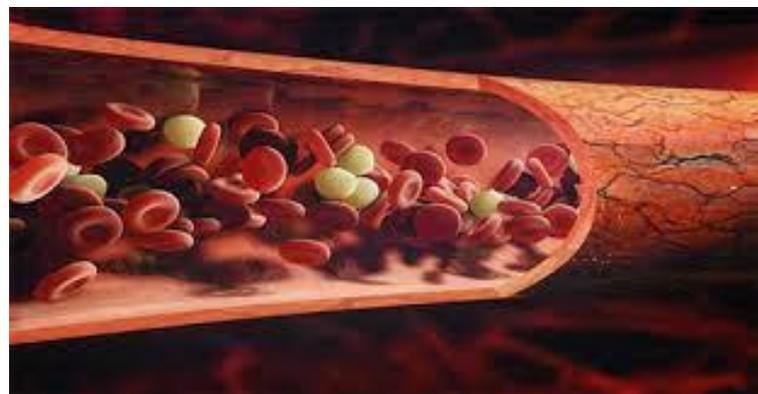


# APPARATO CIRCOLATORIO

## FUNZIONI

- DISTRIBUIRE E RITIRARE I GAS RESPIRATORI O<sub>2</sub> E CO<sub>2</sub>
- DISTRIBUIRE IL NUTRIMENTO A TUTTE LE CELLULE (GLICEMIA)
- RITIRARE I RIFIUTI DEL METABOLISMO CELLULARE (AZOTO)
  - DISTRIBUIRE IL CALORE CORPOREO
    - MANTENERE COSTANTE IL pH
  - MANTENERE COSTANTE L'OMEOSTASI IDRICA
    - FAR CIRCOLARE LE DIFESE DELL'ORGANISMO
      - TRASPORTARE GLI ORMONI
  - PROVVEDERE ALLA COAGULAZIONE

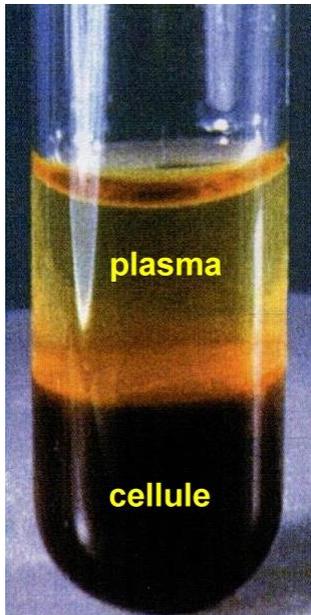
# APPARATO CIRCOLATORIO: IL SANGUE



UNICO TESSUTO LIQUIDO DEL CORPO UMANO

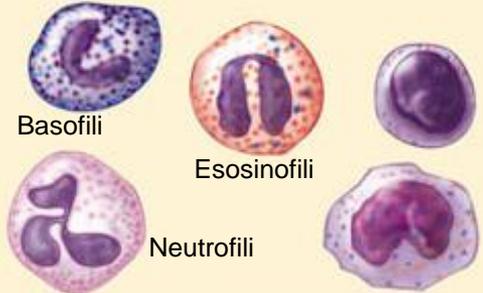


Omeostasi  
Scambi tissutali



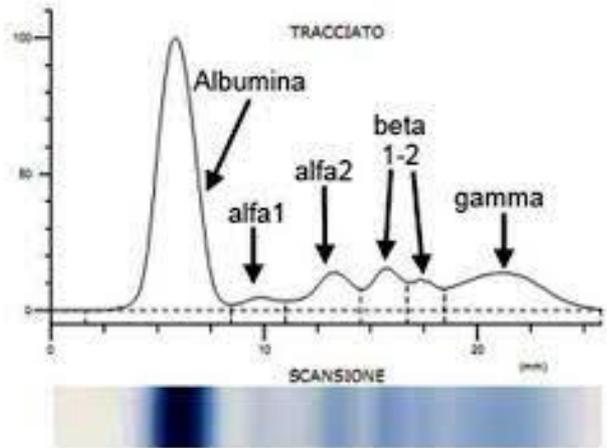
Plasma (55%)	
Componenti	Principali funzioni
Acqua	Solvente per diluire le altre sostanze
Ioni inorganici: Sodio Potassio Calcio Magnesio Cloruro Bicarbonato	Equilibrio osmotico, azione tampone, trasmissione di impulsi nervosi
Proteine plasmatiche: Albumina	Equilibrio osmotico e azione tampone
Fibrinogeno Immunoglobuline	Coagulazione Immunità
Sostanze trasportate dal sangue: Sostanze nutritive Glucosio, AA, lipidi Prodotti di rifiuto del metabolismo Gas respiratori (O <sub>2</sub> e CO <sub>2</sub> ) Ormoni	



Elementi cellulari (45%)		
Tipi di cellule	Numero (per mm <sup>3</sup> di sangue)	Funzioni
Eritrociti (globuli rossi) 	5-6 milioni	Trasporto di ossigeno e, in parte, di anidride carbonica
Leucociti (globuli bianchi) 	5000-10 000	Difesa e immunità
Piastrine 	250 000-400 000	Coagulazione del sangue

# APPARATO CIRCOLATORIO: IL SANGUE

## PLASMA



## SIERO

Plasma privato del fibrinogeno e fattori della coagulazione

### Albumina

Trasporta numerose sostanze, fra cui il colesterolo, gli acidi grassi liberi, vitamine liposolubili, calcio contribuisce all'80% dell'intera pressione oncotica del plasma, fondamentale per gli scambi liquido-interstizio

### Globuline

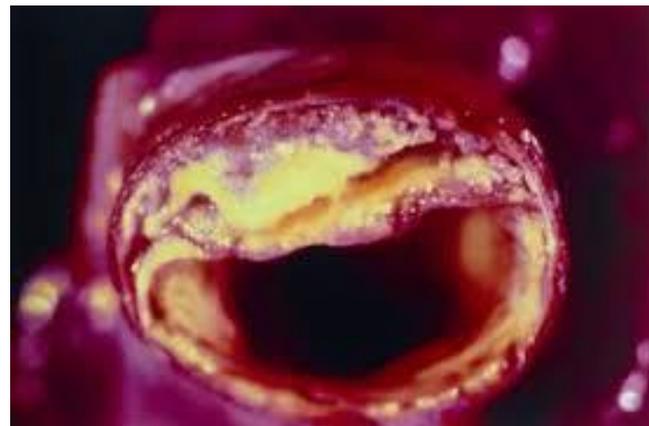
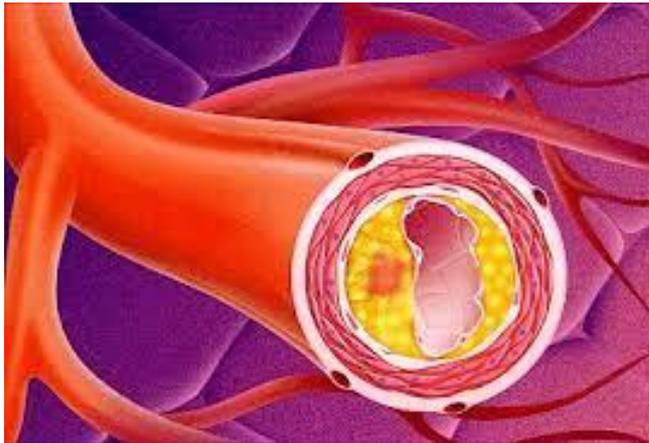
**Alfa globuline** trasportano lipidi (HDL), vitamine lipo, rame (ceruloplasmina), contengono enzimi (antitripsina), proteine anti-infiammatorie, ormoni

**Beta-globuline** trasportano lipidi, ferro (ferritina), vitamine lipo, proteine del complemento e fattori della coagulazione

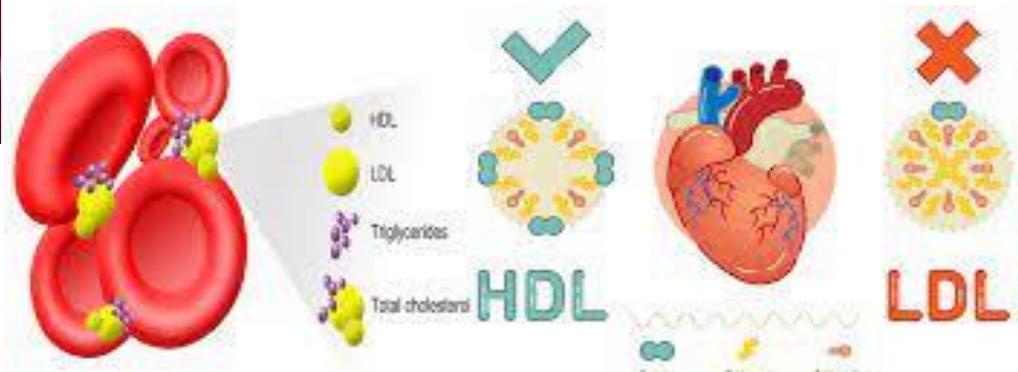
**Gamma-globuline:** Ab

# APPARATO CIRCOLATORIO: IL SANGUE

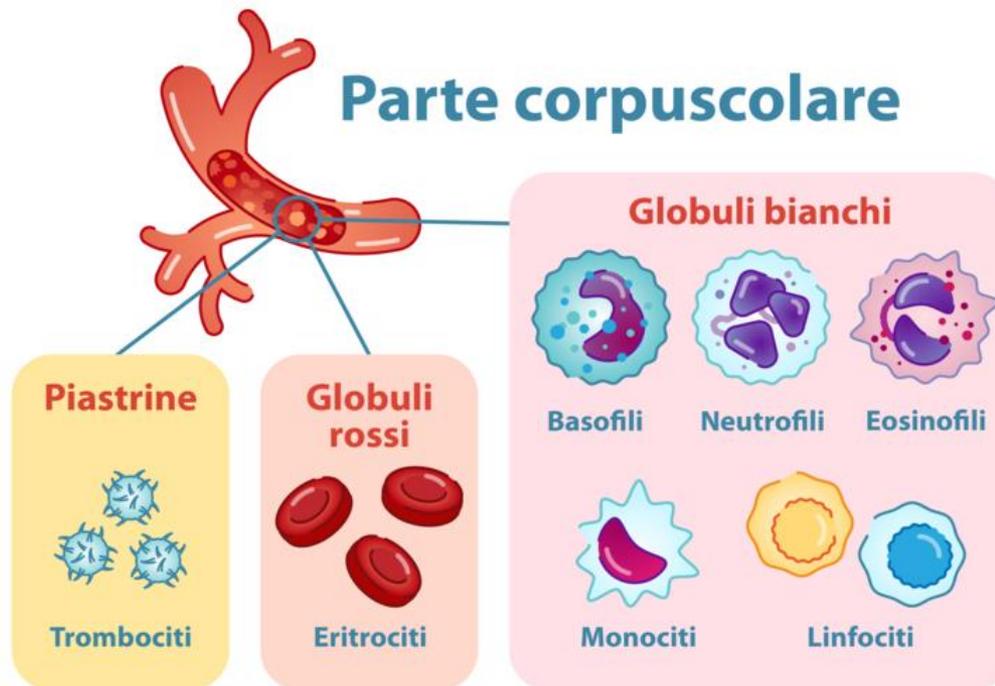
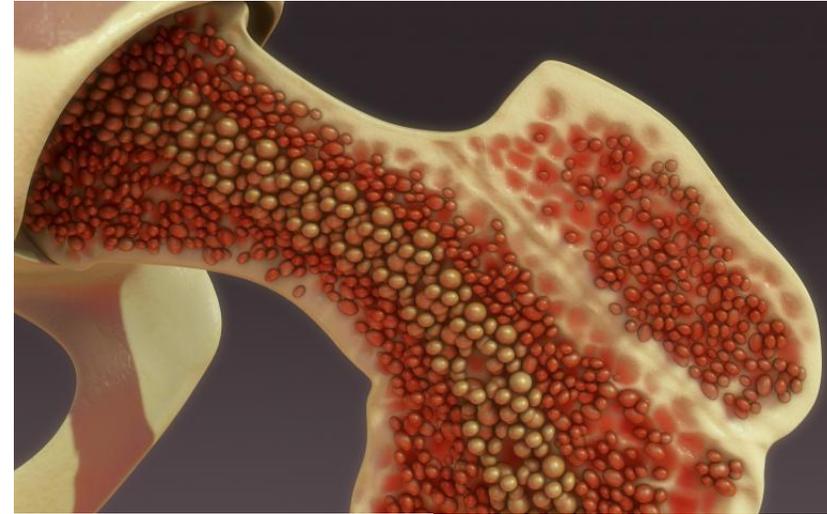
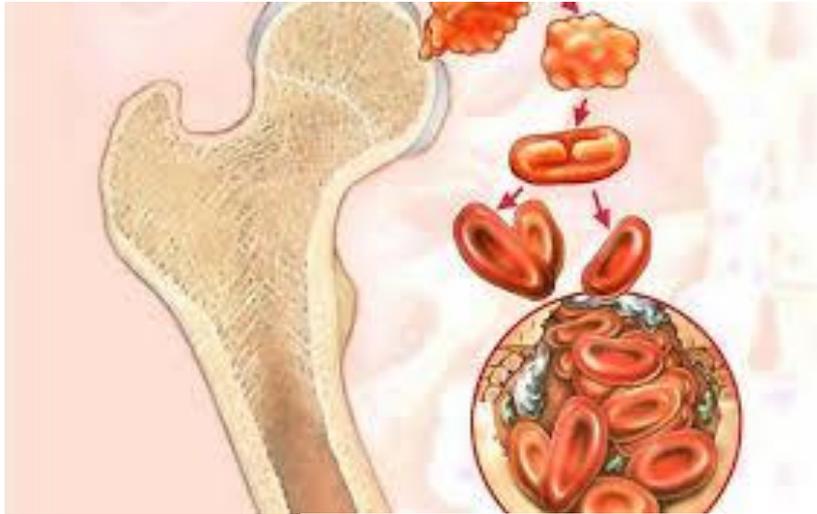
## COLESTEROLEMIA



	Valori (mg/dL), livello	Rischio cardiovascolare
<b>Colesterolo totale</b>	< 200: normale	basso, valore desiderabile
	200-239: borderline alto	moderato
	>240: alto	alto
<b>Colesterolo LDL</b>	<130: normale	basso, valore desiderabile
	130-159: borderline alto	moderato
	>159: alto	alto
<b>Colesterolo HDL</b>	<40 negli uomini <50 nelle donne: basso	alto
	40/50-59: normale	medio-basso
	>60: alto	basso (protettivo per le malattie cardiovascolari)



# APPARATO CIRCOLATORIO: IL SANGUE



# APPARATO CIRCOLATORIO: IL SANGUE



## Ematopoiesi

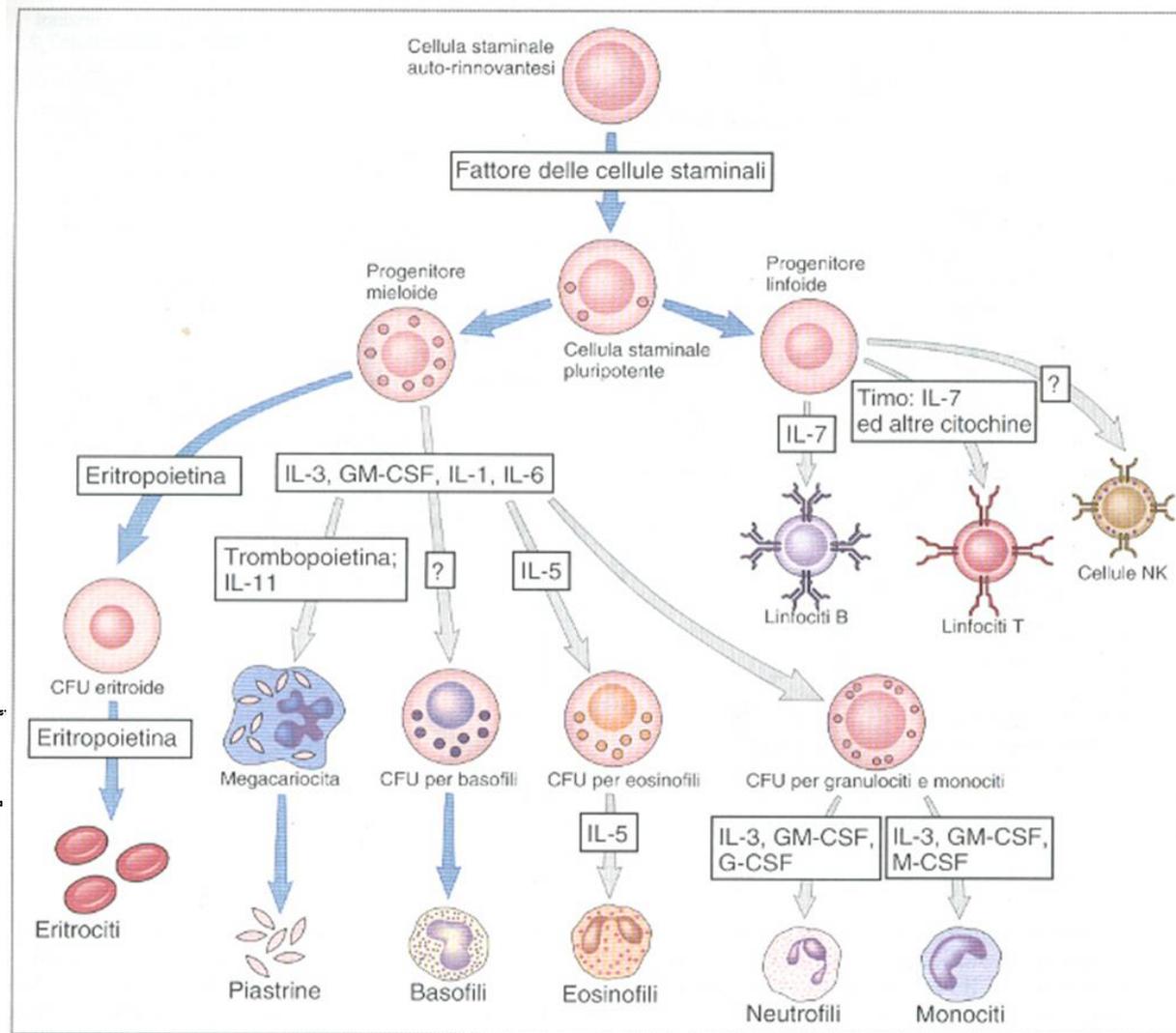
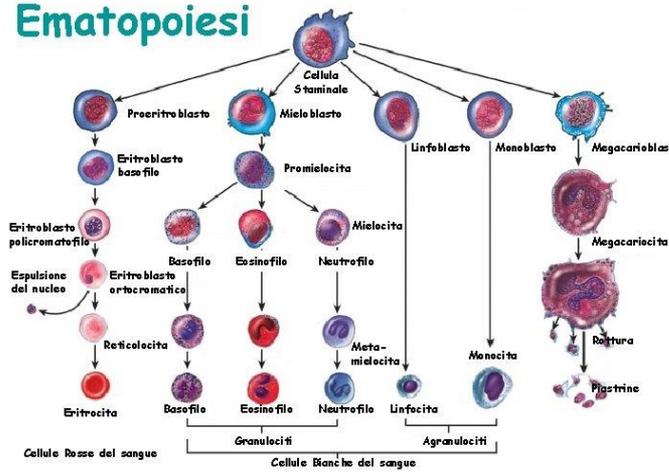


Figura 11-18 Ruolo delle citochine nell'emoiesi.

Citochine diverse stimolano la crescita e la maturazione delle differenti linee cellulari ematiche. CFU, unita formante colonia; CSF, fattore stimolante la formazione di colonia; IL, interleuchina; NK, *natural killer*.

# APPARATO CIRCOLATORIO: ERITOCITI



**NUMERO** milioni/mm<sup>3</sup> = 5,0 (4,4-5,6) uomo ;  
4,5 (4,0-5,0) donna

**DIAMETRO MEDIO** μm = 7,5 (6,9-8,1)

**Superficie** 3500m<sup>2</sup>

**Hb (g/100ml) = 16 (14-18) uomo; 14 (13-16) donna**

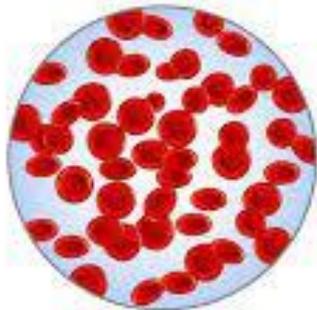
**EMOGLOBINA CORPUSCOLARE MEDIA**  
pg/cellula = 31,2 (27,4-35,0)

**CONCENTRAZIONE GLOBULARE MEDIA**  
(MCHC) % = 34,1 (31,3-36,9)

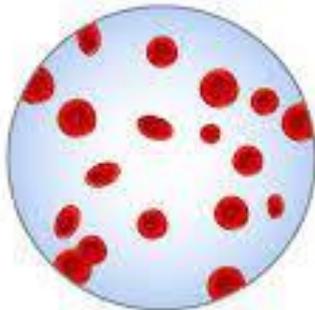
**EMATOCRITO % = 46 (40-51) uomo; 42 (37-45) donna**

**VITA MEDIA: 120gg, ogni giorno 250 miliardi**

Anemia



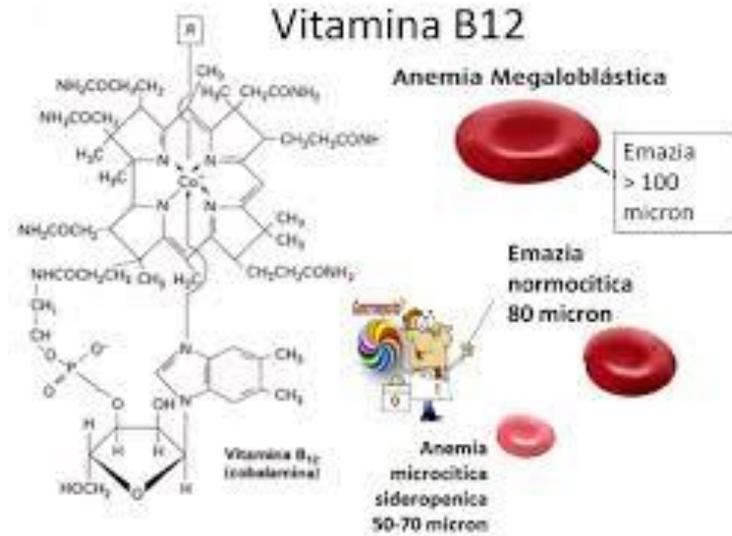
Normal amount of red blood cell



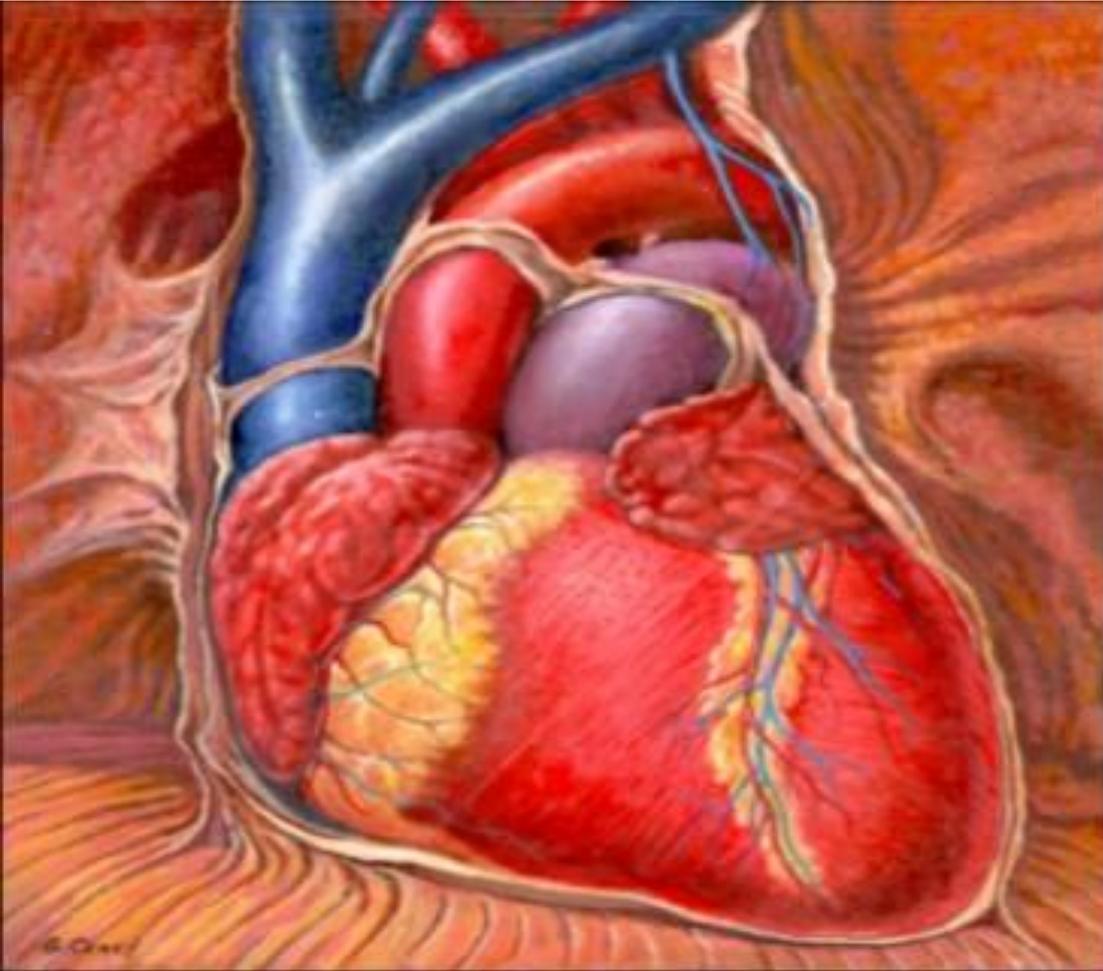
Anemic amount of red blood cell



Emorragiche  
Diminuzione emoglobine  
Ferrocarenziali



# APPARATO CIRCOLATORIO: CUORE



Il cuore è avvolto da una membrana di tessuto connettivo: il **pericardio**.

La faccia esterna del cuore e quella interna del pericardio sono rivestite da un foglietto endoteliale che delimita la **cavità pericardica**, contenente un liquido che riduce gli attriti.

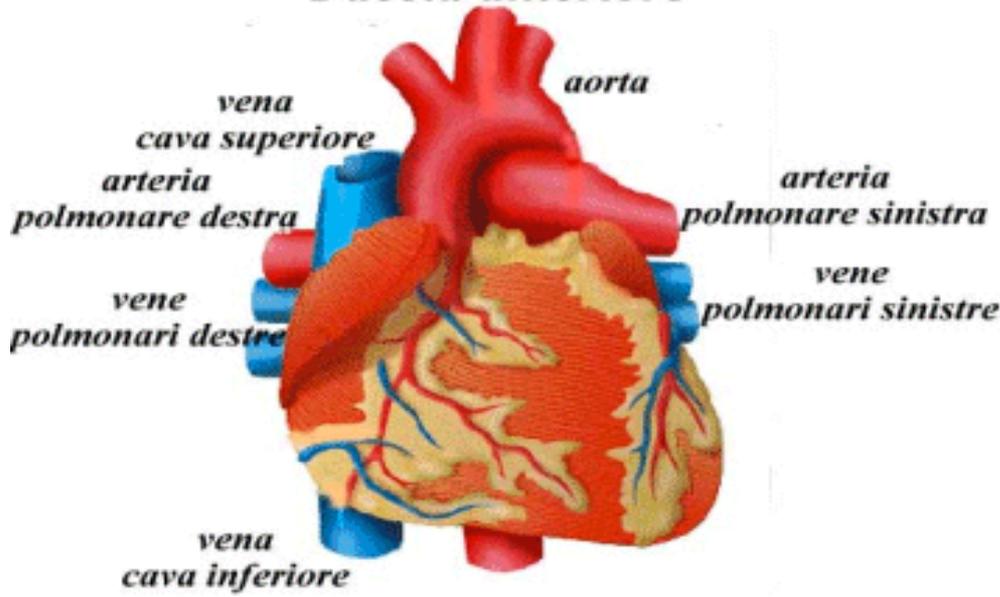
La parete delle cavità cardiache è costituita dal tessuto muscolare cardiaco: il **miocardio**. All'interno, il miocardio è rivestito da un tessuto epiteliale: l'**endocardio** che si continua con l'endotelio di rivestimento dei vasi.

# APPARATO CIRCOLATORIO: CUORE

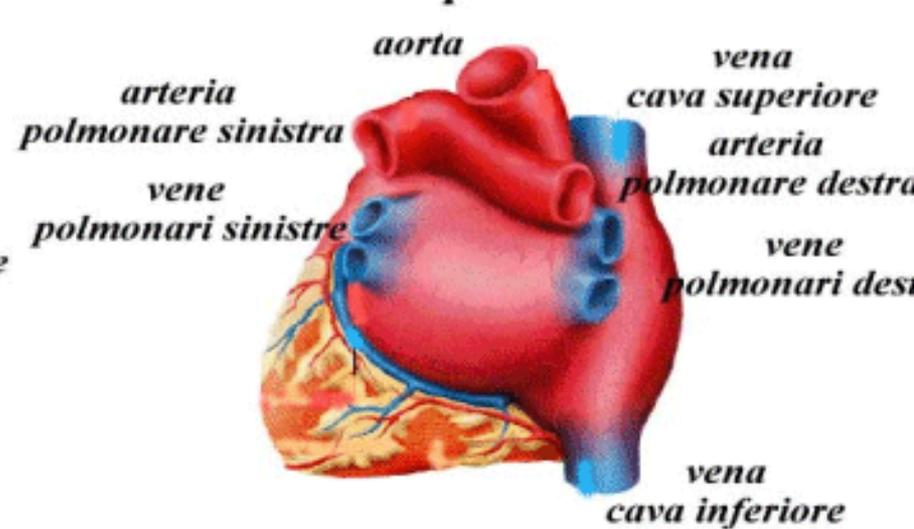
Il CUORE è un organo muscolare cavo, dotato di un tipo di muscolatura particolare (tessuto muscolare striato cardiaco), situato nel torace tra i due polmoni.

Tutti i vasi che partono dal cuore si chiamano ARTERIE, quelli che giungono al cuore VENE

*Faccia anteriore*



*Faccia posteriore*



# APPARATO CIRCOLATORIO: CUORE

Cavità superiori: atrio destro e sinistro.

Cavità inferiori: ventricolo destro e sinistro.

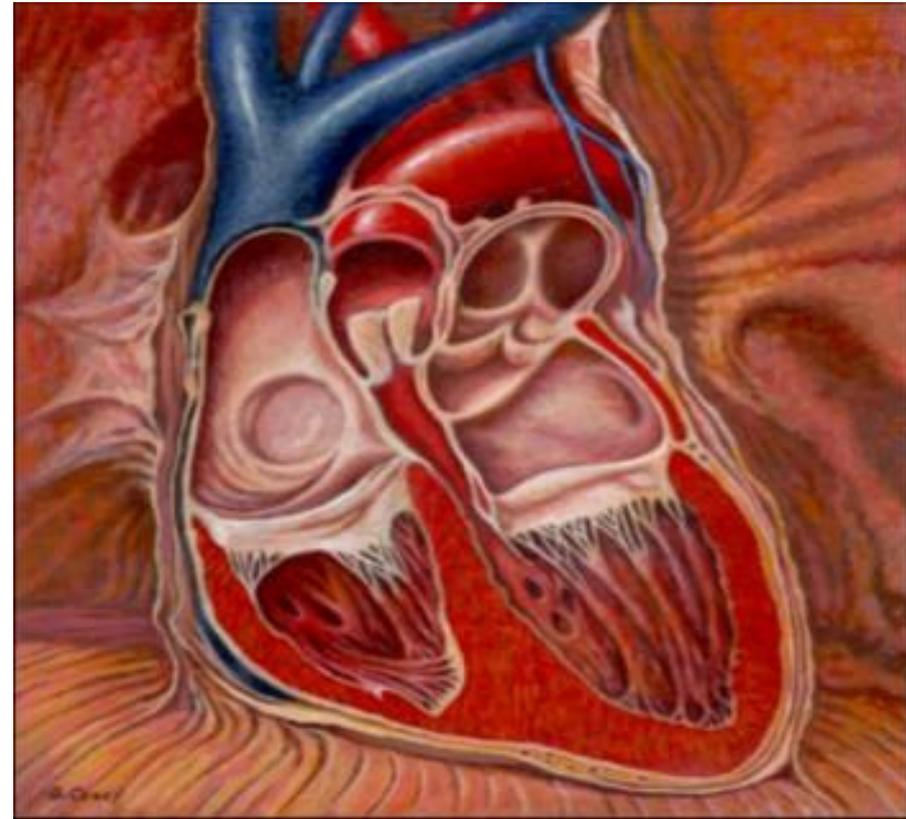
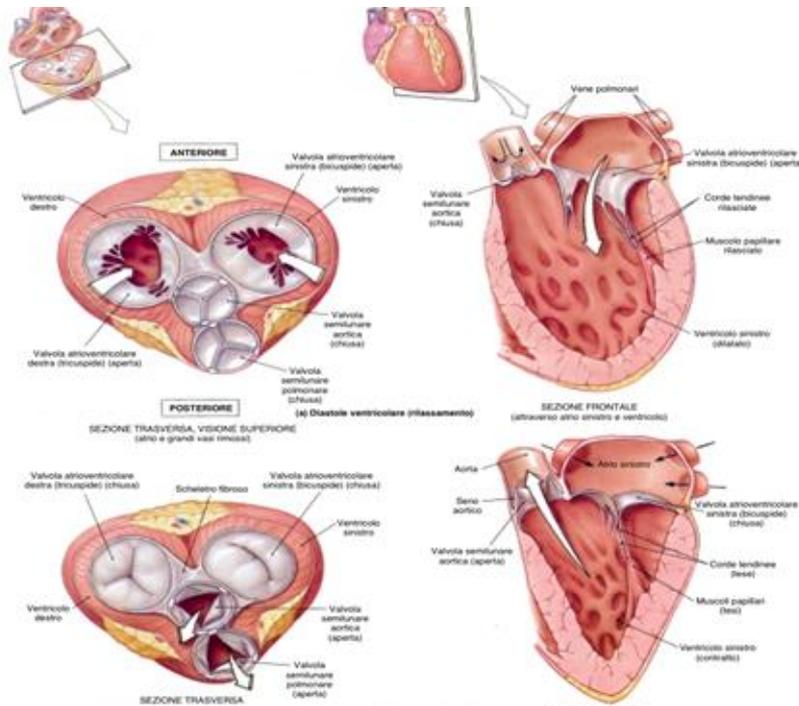
Setto inter atriale ed inter ventricolare

Nel feto il forame ovale mette in comunicazione gli atri

Comunicazione atrio ventricolare:

Ds: valvola tricuspide

Sin: valvola bicuspide o mitralica

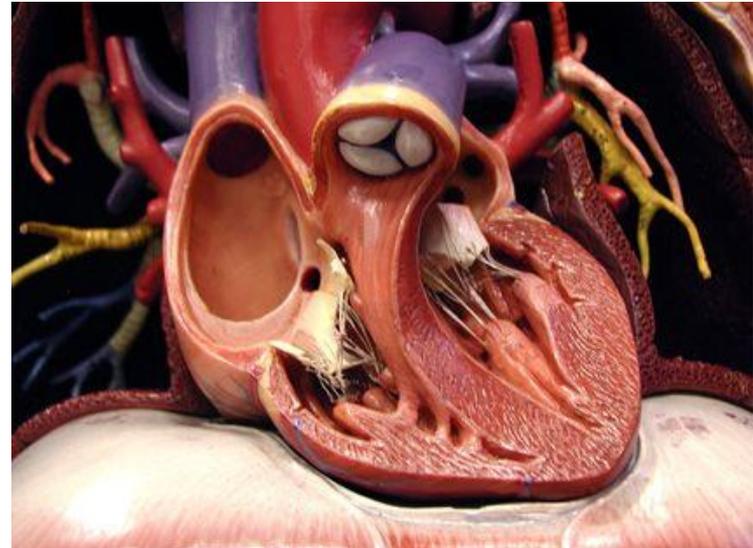
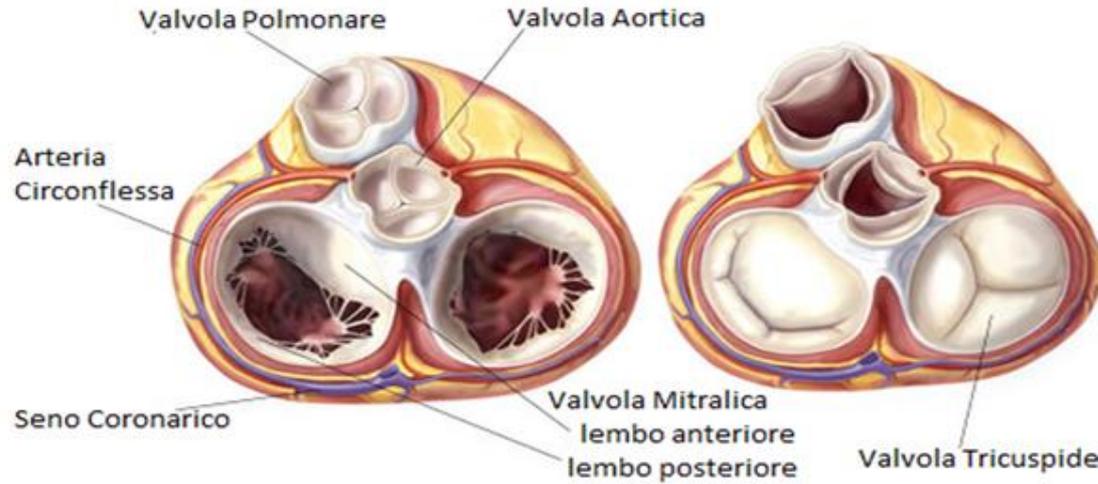
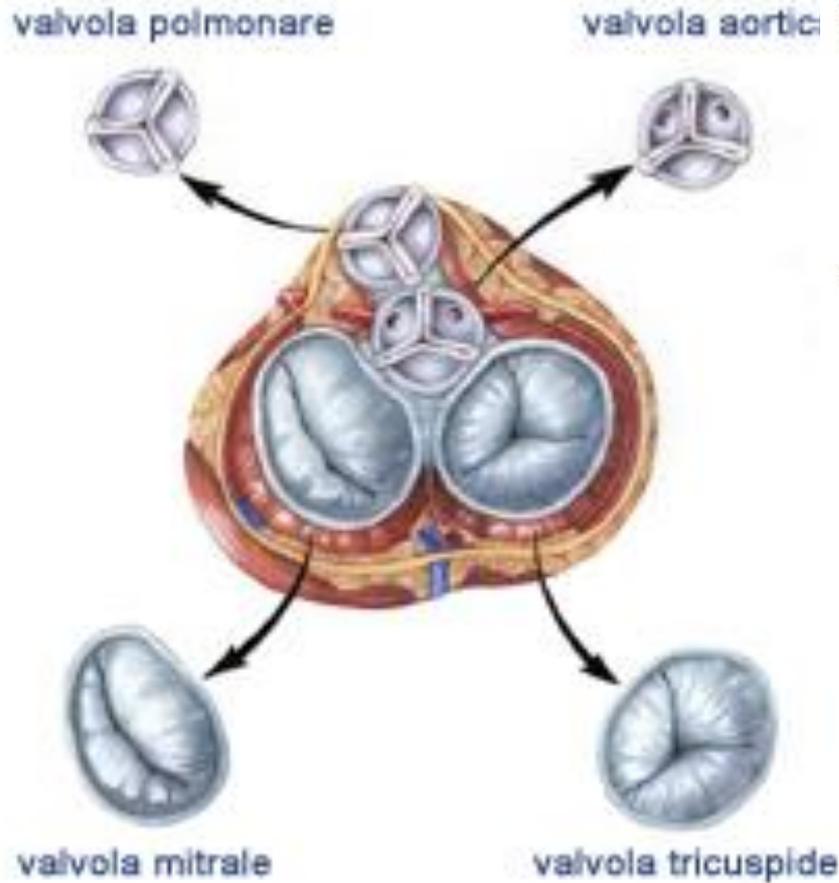


**Endocarditi e steno-insufficienze valvolari**

# APPARATO CIRCOLATORIO: CUORE

## IL SISTEMA VALVOLARE

Valvola aortica e polmonare:  
Semilunari con tre cuspidi



# APPARATO CIRCOLATORIO: CUORE

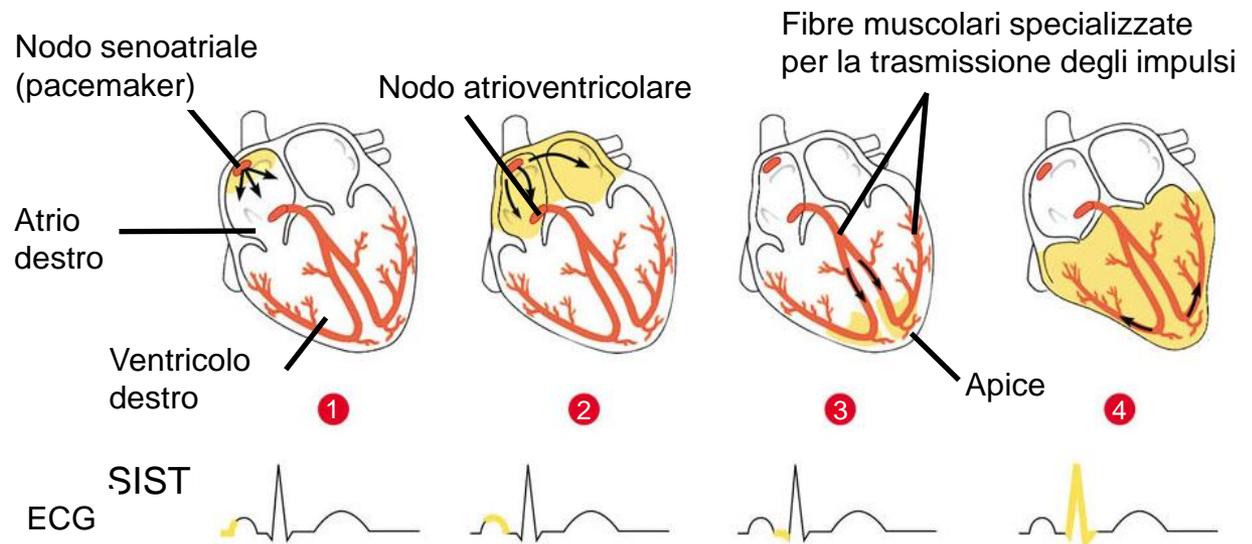
La stimolazione del muscolo cardiaco si origina al suo interno

Se mantenuto in una soluzione nutritiva ossigenata il cuore di un vertebrato continua a battere anche fuori dal corpo

Una regione specializzata del cuore detta **Nodo senoatriale (SA)**, o **pacemaker**, genera il potenziale d'azione che determina la contrazione. Il potenziale d'azione diffonde agli atri, causandone la contrazione, e raggiunge il **Nodo Atrioventricolare**. Da qui attraverso il **Fascio di His** raggiunge entrambi i ventricoli causandone la contrazione.

Il sistema nervoso autonomo è in grado di modificare la frequenza cardiaca

In un adulto a riposo la frequenza è di circa 70 pulsazioni al minuto



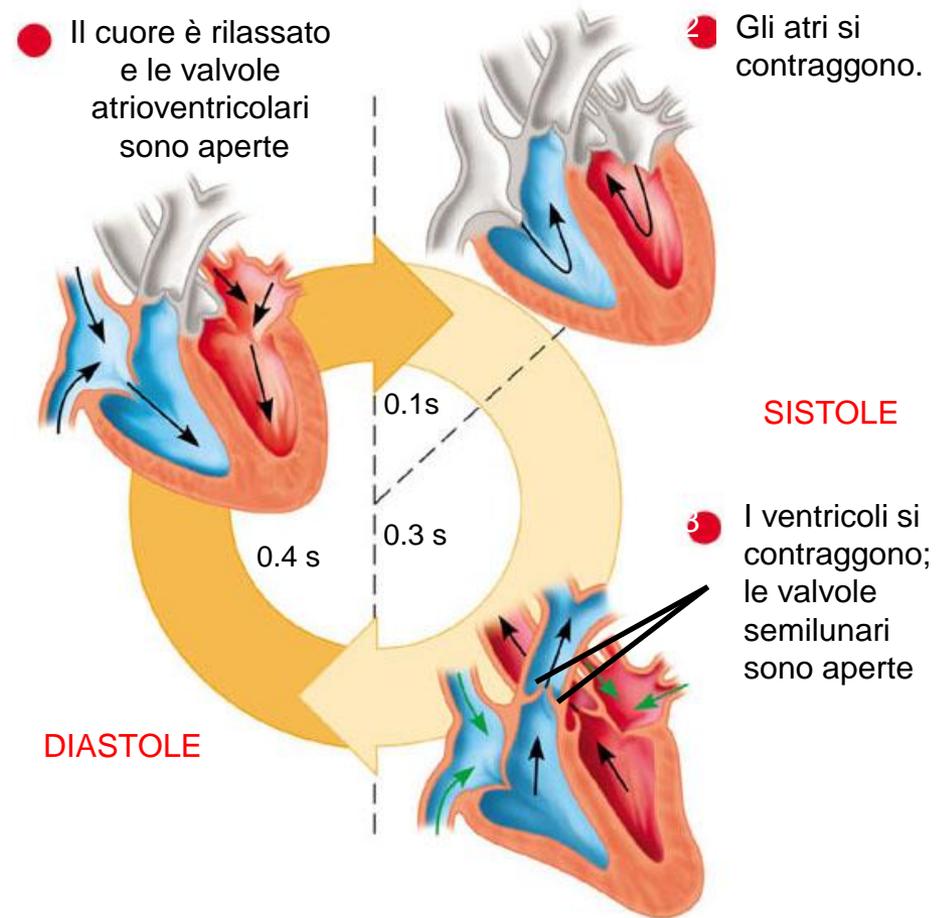
# APPARATO CIRCOLATORIO: CUORE

IL CICLO CARDIACO contempla la sequenza di eventi che avviene nell'arco di un battito cardiaco, battito che mediamente ha la durata di 0,8 secondi e si divide in una fase in cui il cuore si contrae ed una in cui il cuore si rilassa comincia con la sistole atriale.

**Riempimento:** Il sangue proveniente dai grandi vasi riempie gli atri e passa attraverso le valvole per riempire i ventricoli, rilassati.

**Sistole atriale:** verso la fine della diastole ventricolare, il NSA provoca la contrazione degli atri, riempiendo ulteriormente i ventricoli.

**Sistole ventricolare:** l'onda di contrazione atriale raggiunge i ventricoli (attraverso i fasci atrio-v e le fibre di Purkinje): i ventricoli si contraggono ed aumenta la pressione al loro interno. Le valvole atrio-ventricolari si chiudono: **PRIMO SUONO**.



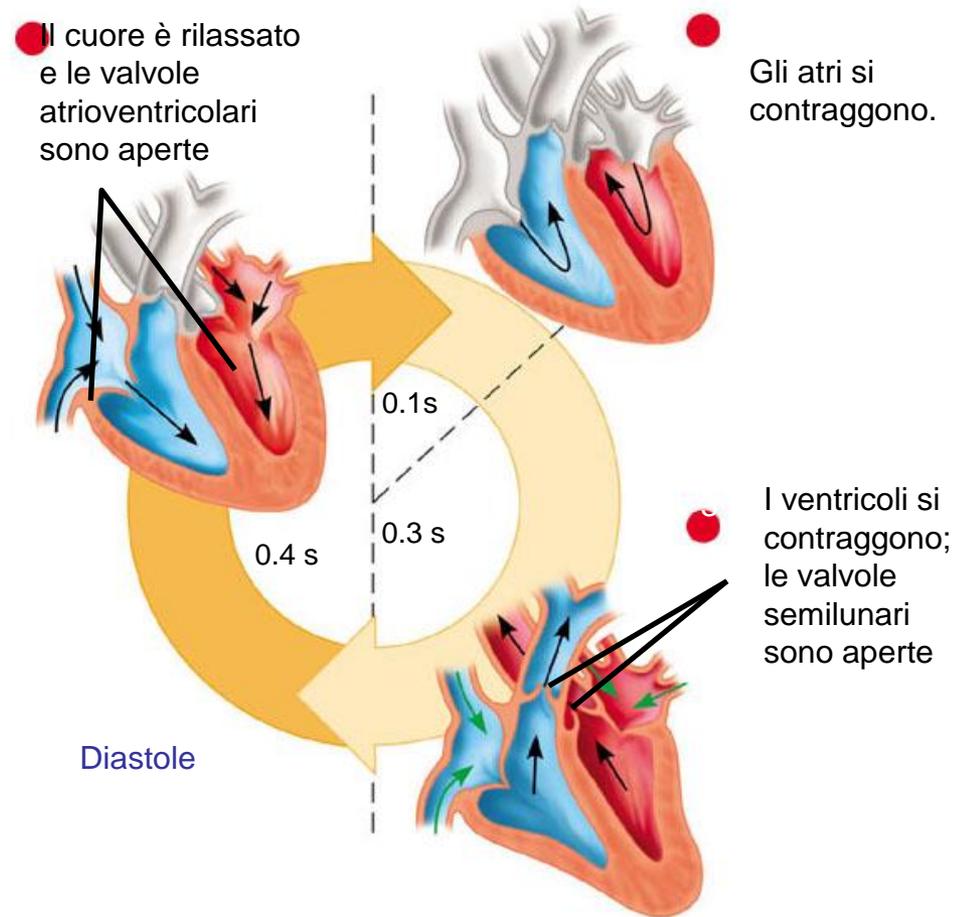
# APPARATO CIRCOLATORIO: CUORE

Efflusso: continua la contrazione dei ventricoli e continua ad aumentare la pressione al loro interno. Si aprono le valvole semilunari di accesso all'arteria polmonare (sangue venoso) e all'arteria aorta (sangue arterioso):

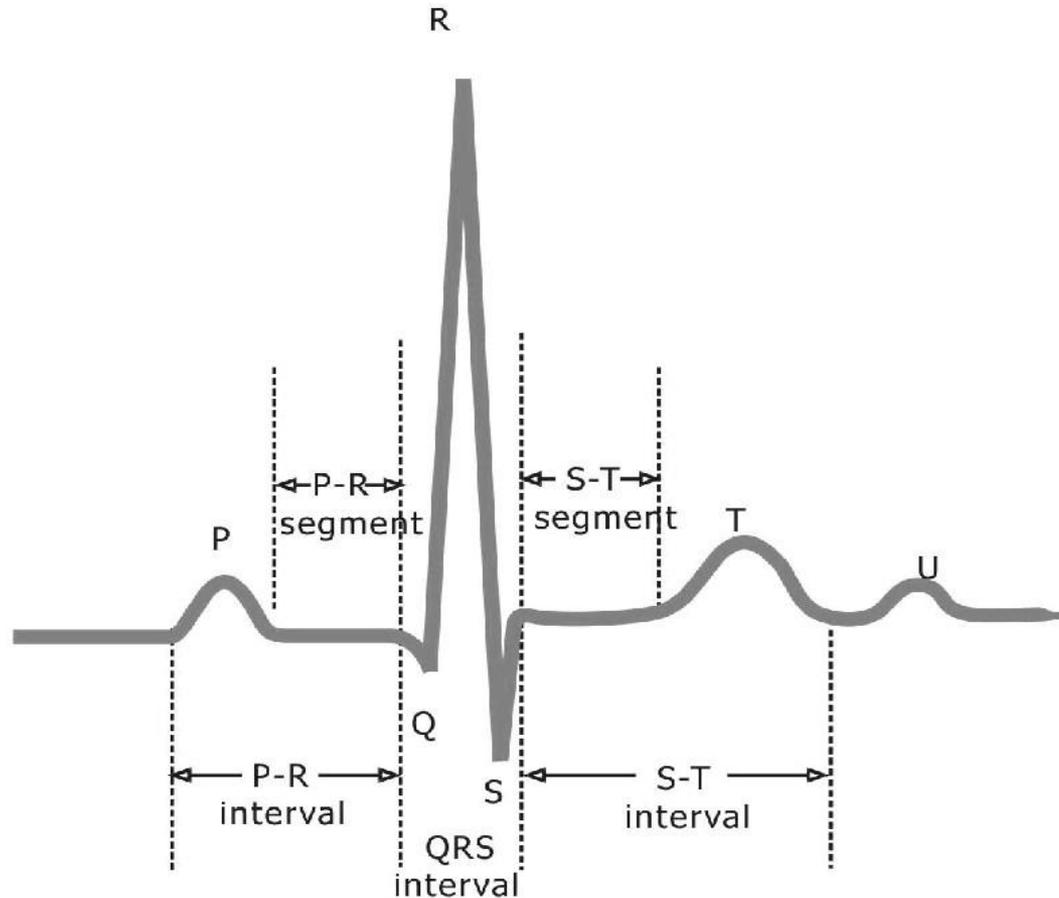
Il sangue viene spinto al loro interno

Rilassamento: Quando l'onda di contrazione si esaurisce, i ventricoli si rilassano (inizia la diastole) la pressione al loro interno cala e quando scende al di sotto di quella delle arterie le valvole semilunari si chiudono generando il SECONDO SUONO.

Nel frattempo il sangue già durante la sistole ventricolare è iniziato il riempimento degli atri, quando la pressione all'interno dei ventricoli scende al di sotto di quella degli atri le valvole atrio-ventricolari si aprono .....



# APPARATO CIRCOLATORIO: CUORE



**Onda P:** è la prima onda che si genera nel ciclo, e corrisponde alla **depolarizzazione degli atri: sistole**

**Complesso QRS:** si corrisponde alla **depolarizzazione dei ventricoli. sistole**

**Onda T:** ripolarizzazione **dei ventricoli diastole**

**QT:** rappresenta la sistole elettrica, cioè il tempo in cui avviene la depolarizzazione e la ripolarizzazione ventricolare.

# APPARATO CIRCOLATORIO: CUORE

Il volume di sangue pompato ad ogni sistole (VOLUME DI EIEZIONE)  
corrisponde a circa 70 ml.

La GITTATA CARDIACA è il volume di sangue pompato dal ventricolo sinistro al minuto e corrisponde a circa 5 litri, ma può variare a seconda delle esigenze e può raggiungere il valore di 20-30 litri.

**Gittata = Volume di eiezione x frequenza cardiaca**

Il volume di eiezione dipende:  
dalla forza di contrazione de ventricolo  
dalla pressione arteriosa all'inizio della sistole

La forza di contrazione del ventricolo dipende a sua volta da:

Sistema nervoso simpatico e parasimpatico  
Grado di riempimento del ventricolo  
Adrenalina

# APPARATO CIRCOLATORIO: CUORE

La frequenza cardiaca dipende:

Sistema Nervoso Simpatico (mediante noradrenalina la fa aumentare)  
Sistema Nervoso Parasimpatico (attraverso l'acetilcolina la fa diminuire)  
Adrenalina  
Temperatura corporea

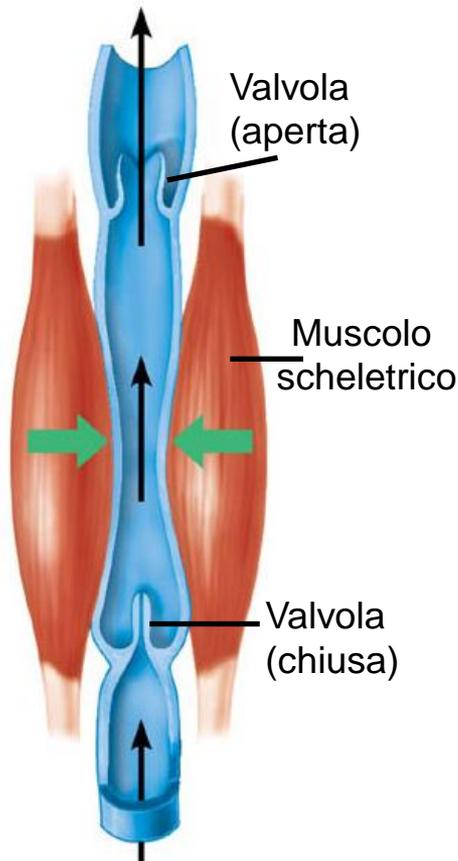
I segnali inviati dai barocettori localizzati a livello dei grossi vasi, vengono trasmessi ai centri cardiaci localizzati nel midollo allungato, che,,attraverso il simpatico ed il parasimpatico, inviano impulsi al nodo seno atriale.

# APPARATO CIRCOLATORIO: LA PRESSIONE

La **pressione sanguigna** corrisponde alla forza che il sangue esercita sulle pareti dei vasi sanguigni.

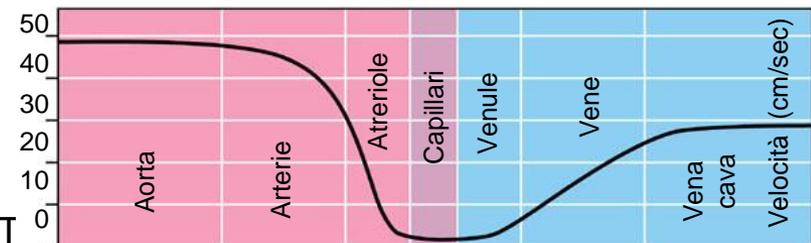
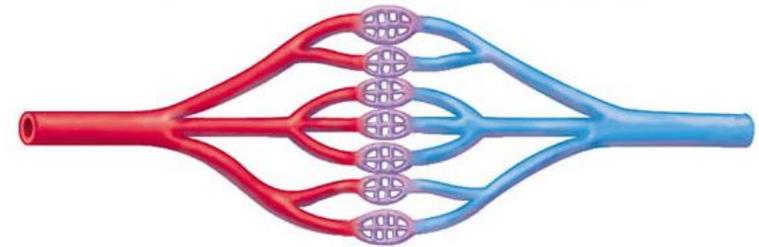
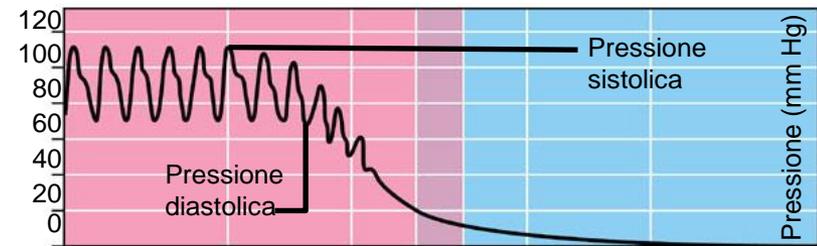
Essa dipende, in parte, dalla gittata cardiaca e, in parte, dalla resistenza al flusso sanguigno operata dallo stretto lume dei vasi più piccoli.

Pressione e velocità del sangue sono maggiori nell'aorta e nelle arterie.



Le grosse vene dei mammiferi sono compresse tra muscoli scheletrici e hanno valvole unidirezionali

SISTEMA CIRCOLAT

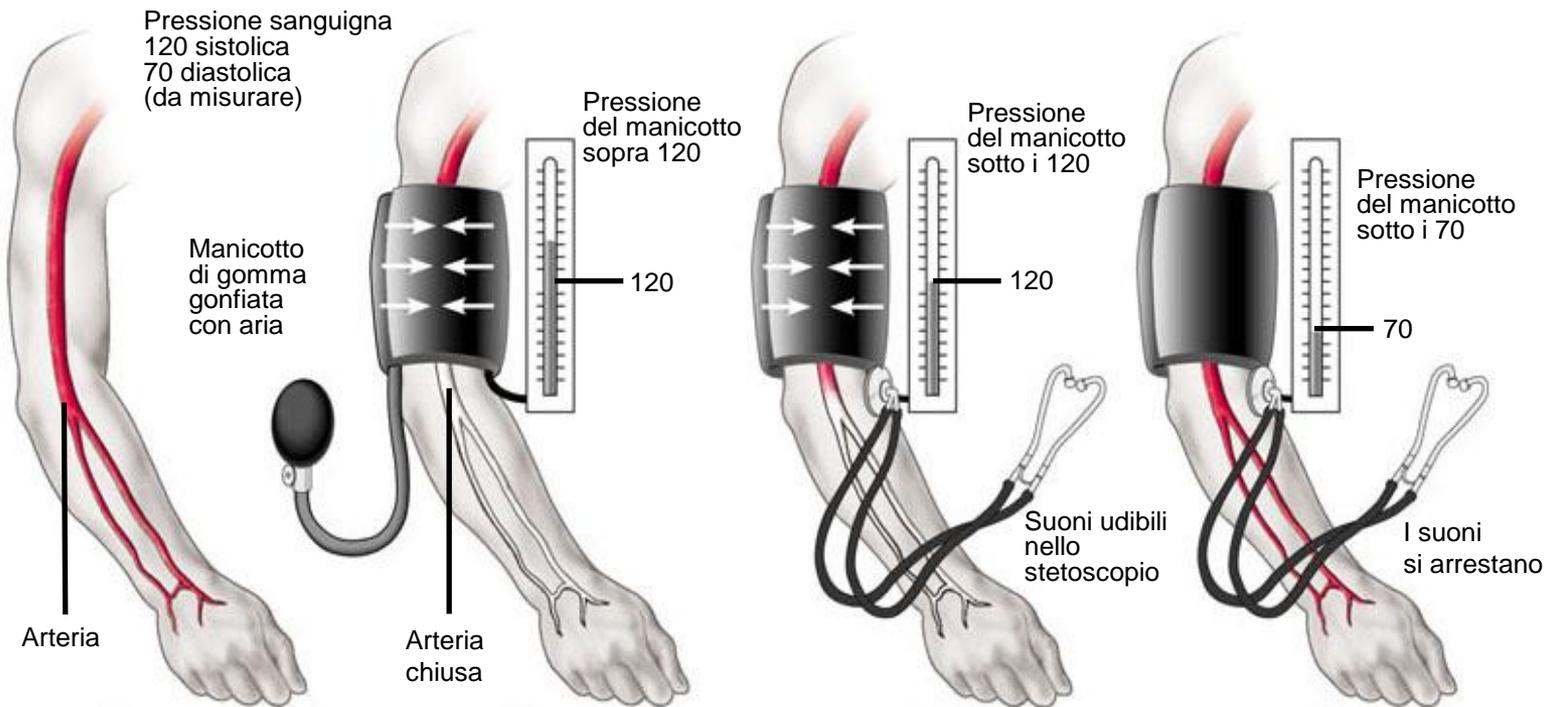


# APPARATO CIRCOLATORIO: LA PRESSIONE

Tenere sotto controllo la pressione sanguigna è uno dei fattori di prevenzione delle malattie cardiovascolari

Il valore normale della pressione sanguigna di un adulto è 120/70 mmHg (pressione sistolica/pressione diastolica)

Quando la pressione supera comunemente i 140/90 si parla di **ipertensione**



# APPARATO CIRCOLATORIO: LA PRESSIONE

La pressione sanguigna è regolata a livello nervoso ed ormonale.

I barocettori situati nella parete di alcune arterie, inviano segnali ai centri cardiaci ed ai centri vasomotori del midollo allungato

Se la pressione diminuisce questi centri tramite il simpatico determinano:

Vasocostrizione

Aumento della frequenza

Aumento della forza di contrazione

Controllo RENALE:

(renina , angiotensina, aldosterone: vasocostrizione, ritenzione idrica con aumento della volemia)

Se la pressione aumenta, i centri attraverso il parasimpatico determinano diminuzione della frequenza. Inoltre si verifica una inibizione del sistema simpatico con conseguente vasodilatazione.

# APPARATO CIRCOLATORIO

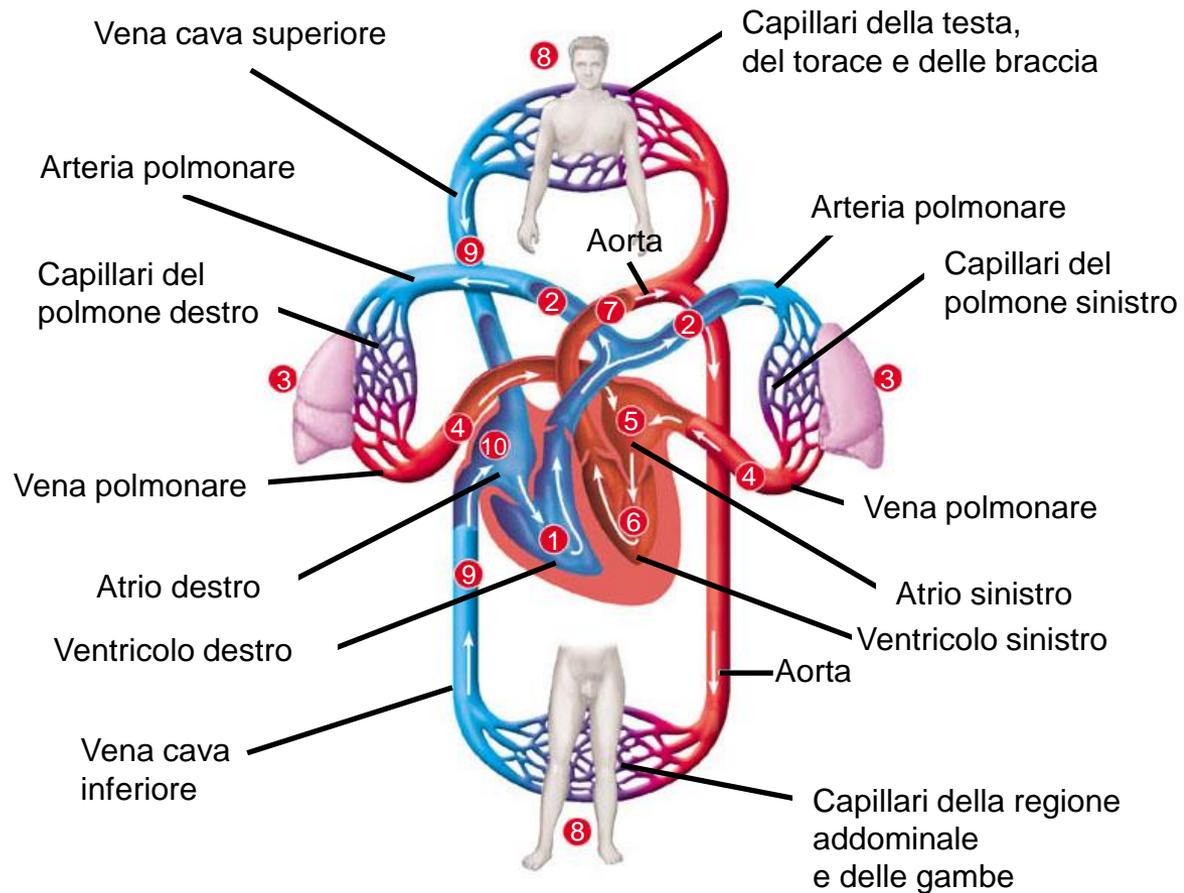
Nel sistema cardiovascolare il sangue segue una doppia circolazione:

**Circolazione polmonare o piccola circolazione**, si svolge tra cuore e polmoni

Il sangue povero di  $O_2$  e ricco di  $CO_2$  va a scambiare i gas nei polmoni

**Circolazione sistemica o grande circolazione**, si svolge tra cuore e tutti gli altri organi

Il sangue povero di  $CO_2$  e ricco di  $O_2$  va a scambiare i gas nei tessuti



# APPARATO CIRCOLATORIO: I VASI

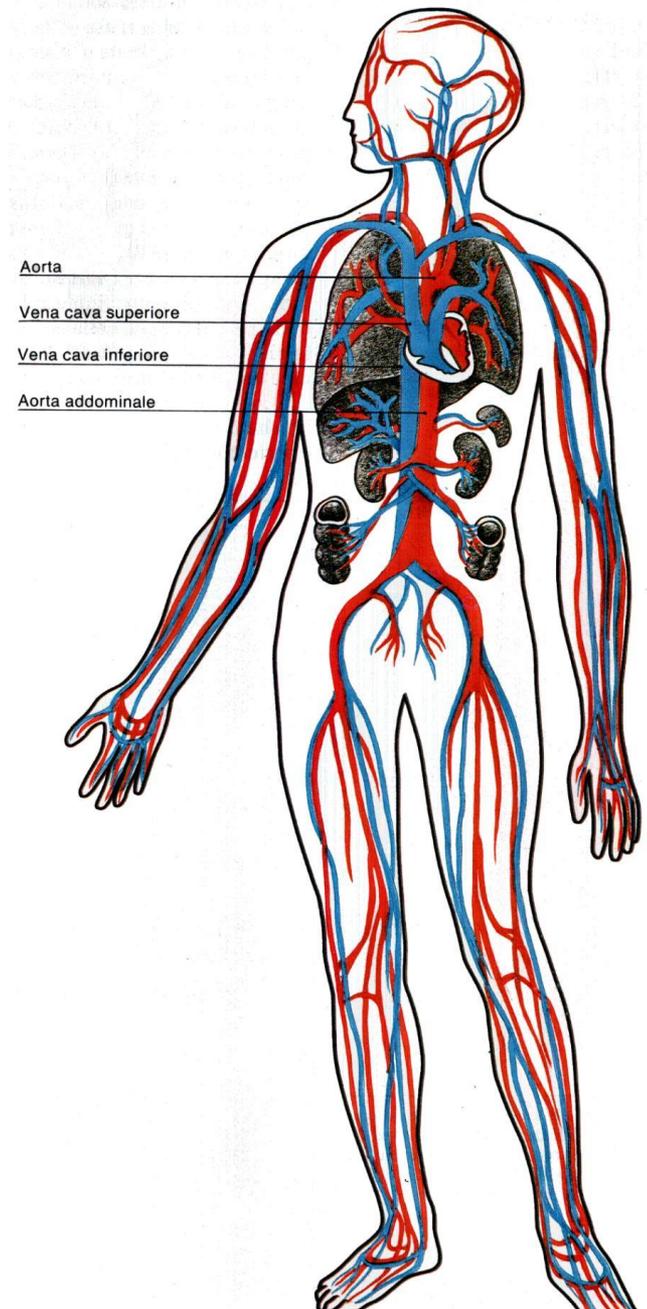
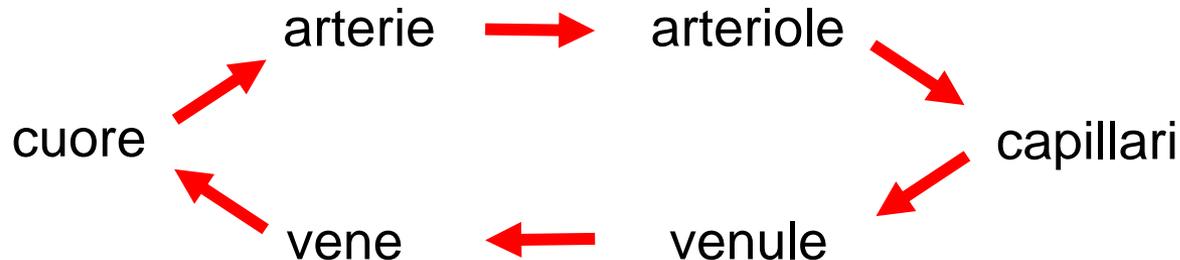
## VASI SANGUIGNI

I vasi sanguigni che escono dal cuore (flusso in direzione centrifuga) si chiamano **arterie**

I vasi sanguigni che entrano nel cuore (flusso in direzione centripeta) si chiamano **vene**

Piccolissimi vasi (visibili solo al microscopio), i capillari, collegano nei tessuti la circolazione arteriosa e quella venosa

All'interno dei vasi sanguigni esiste una gerarchia ed il flusso è unidirezionale



# APPARATO CIRCOLATORIO: I VASI

## STRUTTURA DEI VASI

**tonaca intima,  
tonaca media  
avventizia.**

**La tonaca intima**  
è costituita da  
tessuto epiteliale:  
endotelio,  
**la tonaca media**  
da cellule  
muscolari lisce  
(possono contrarsi  
o dilatarsi),  
**l'avventizia** da  
tessuto ricco di  
fibre elastiche.

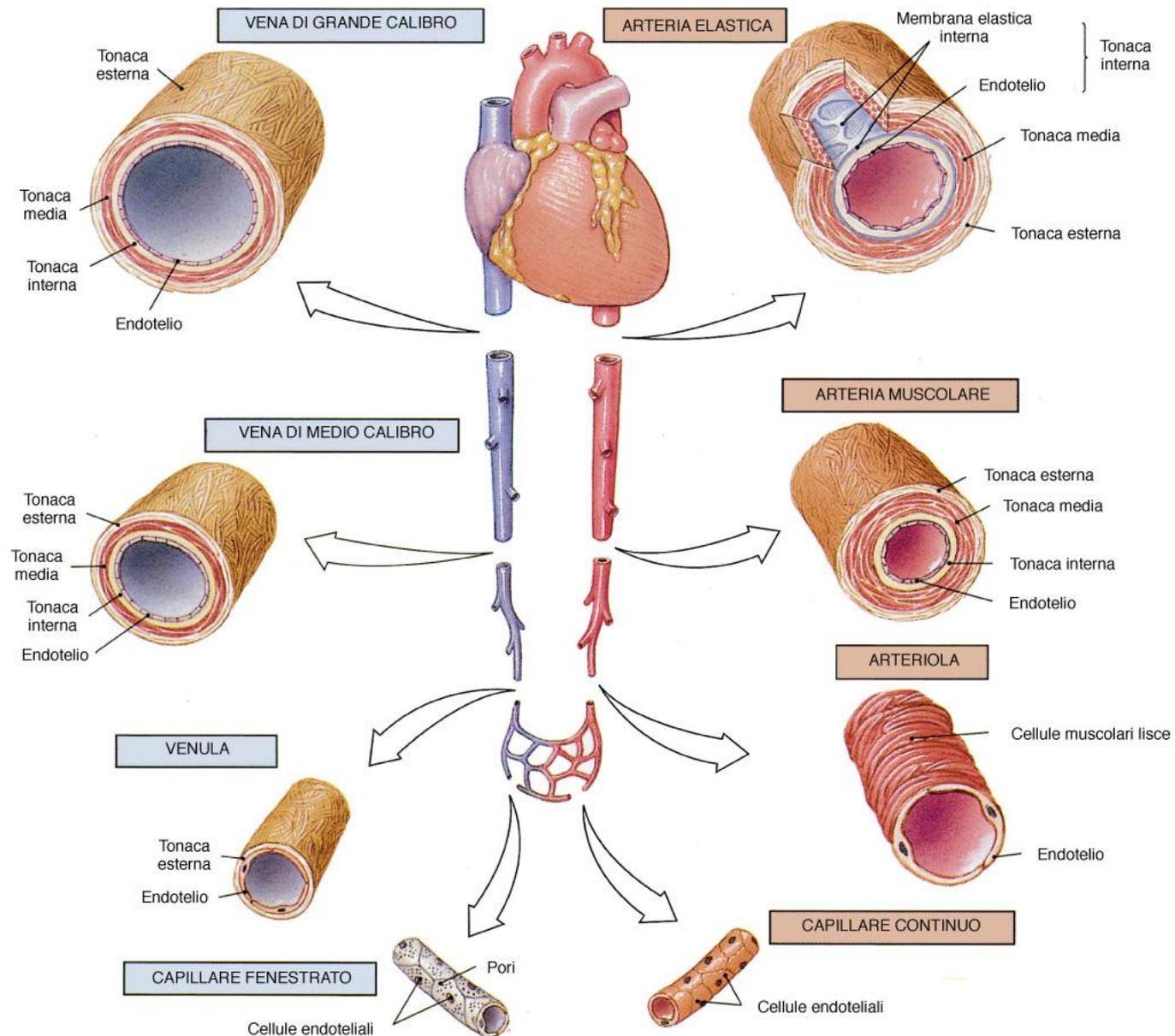
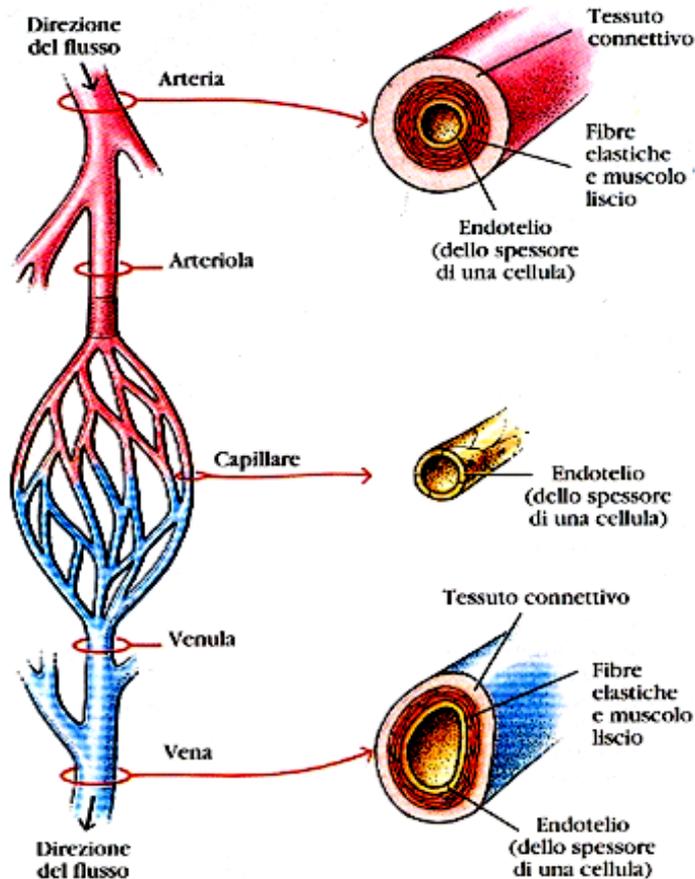


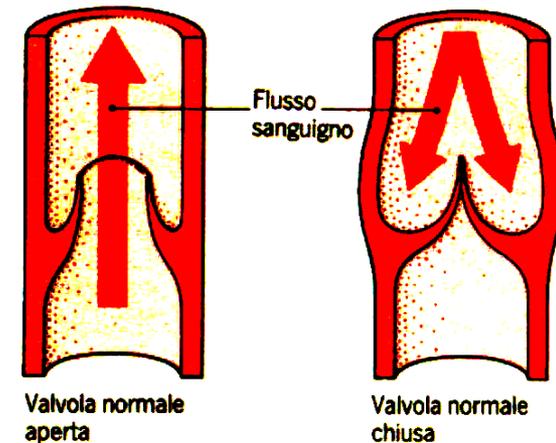
FIGURA 9-4. Istologia dell'apparato circolatorio.

# APPARATO CIRCOLATORIO: I VASI

Le arterie, ove maggiore è la pressione del sangue, hanno pareti più spesse ed elastiche



Le vene hanno valvole (a nido di rondine) unidirezionali per impedire il reflusso, sotto l'effetto della forza di gravità



I capillari, ove avvengono gli scambi con i tessuti, hanno solo lo strato endoteliale

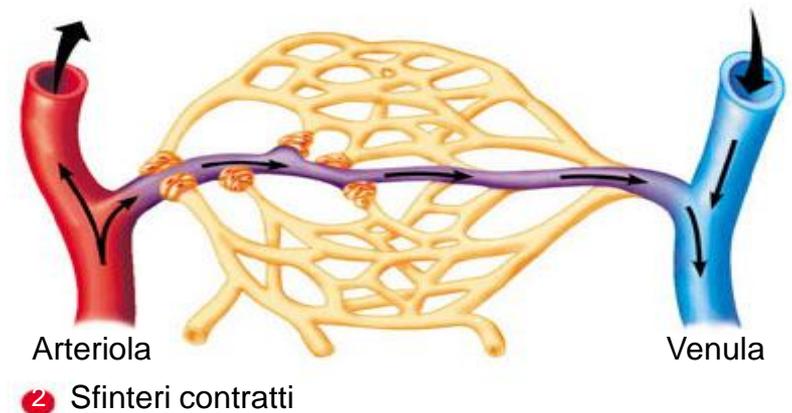
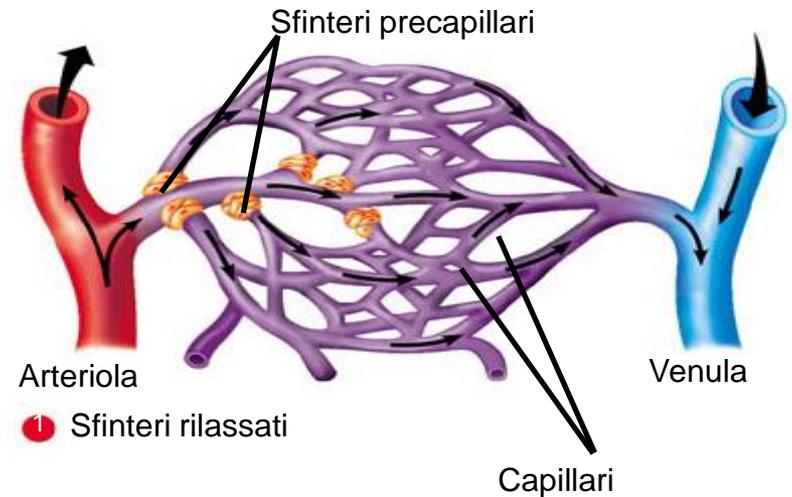
# APPARATO CIRCOLATORIO: I VASI

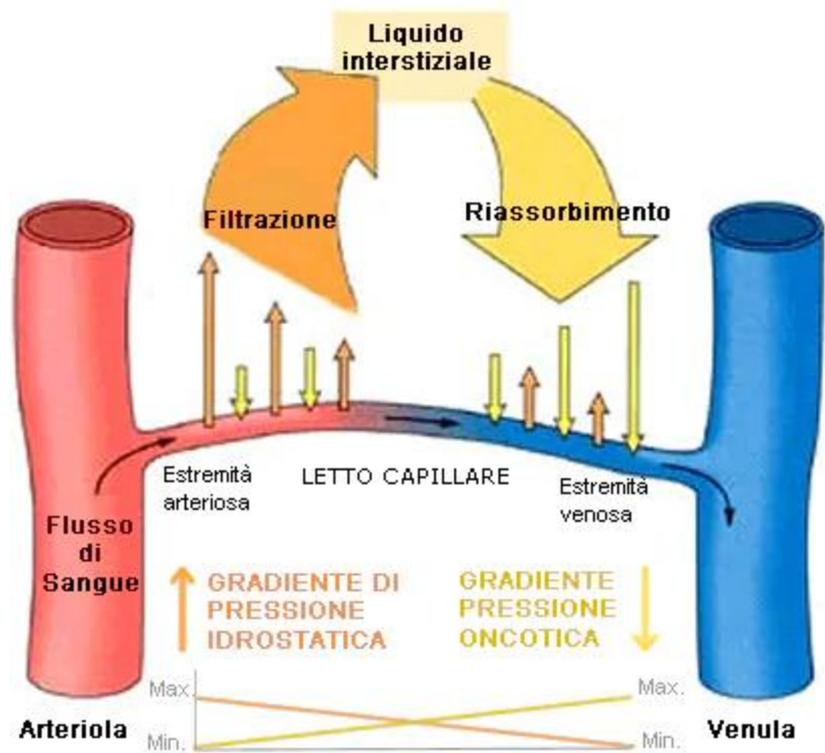
La muscolatura liscia controlla la distribuzione del sangue verso i distretti corporei, in base alle loro esigenze metaboliche

I muscoli lisci dei vasi possono contrarsi o rilassarsi, ostacolando o favorendo il flusso sanguigno verso una determinata parte del corpo

I capillari sono la sede degli scambi di sostanze tra il sangue ed i tessuti

Le pareti dei capillari sono molto sottili ed in alcuni casi presentano interruzioni di vario genere che consentono lo scambio di sostanze





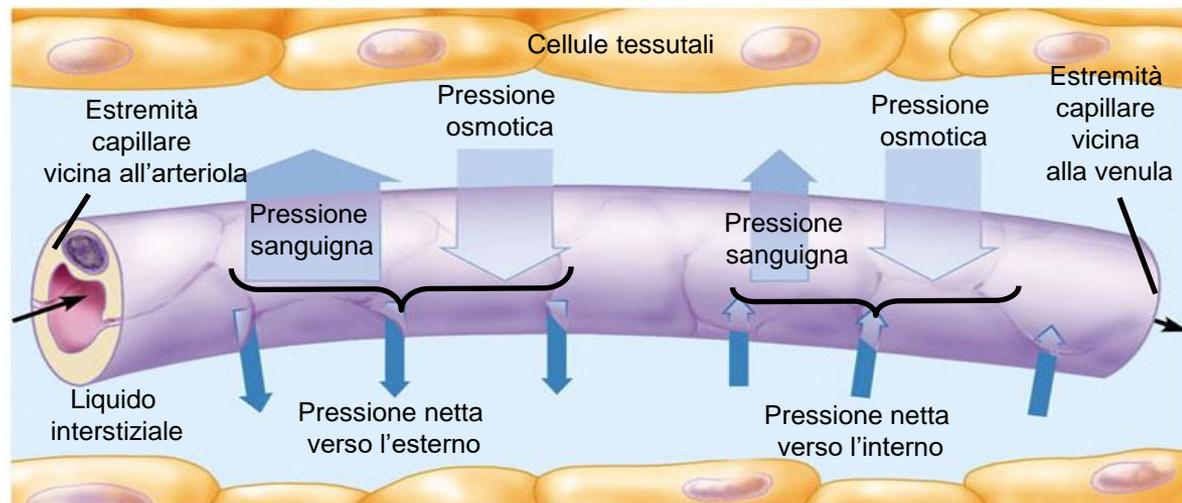
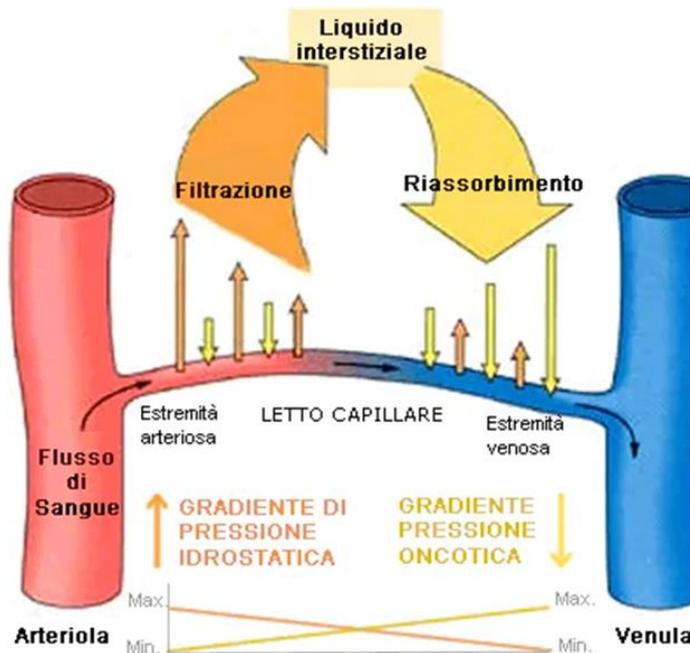
# APPARATO CIRCOLATORIO: I VASI

Molecole di piccole dimensioni ( $O_2$ ,  $CO_2$ ) diffondono semplicemente attraverso l'endotelio, secondo il loro gradiente di concentrazione

Molecole più grosse (glucosio, sali minerali) diffondono secondo gradiente attraverso le aperture delle pareti dei capillari

Acqua e soluti più piccoli fluiscono fuori e dentro i capillari in base all'equilibrio tra la pressione sanguigna e quella osmotica (legata alle proteine plasmatiche)

Le cellule ematiche e le grosse proteine plasmatiche restano sempre nel lume dei capillari



# APPARATO CIRCOLATORIO: I VASI

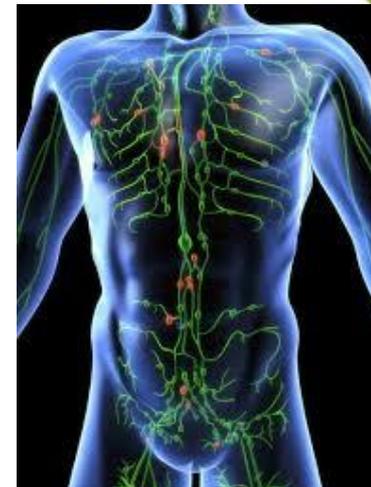
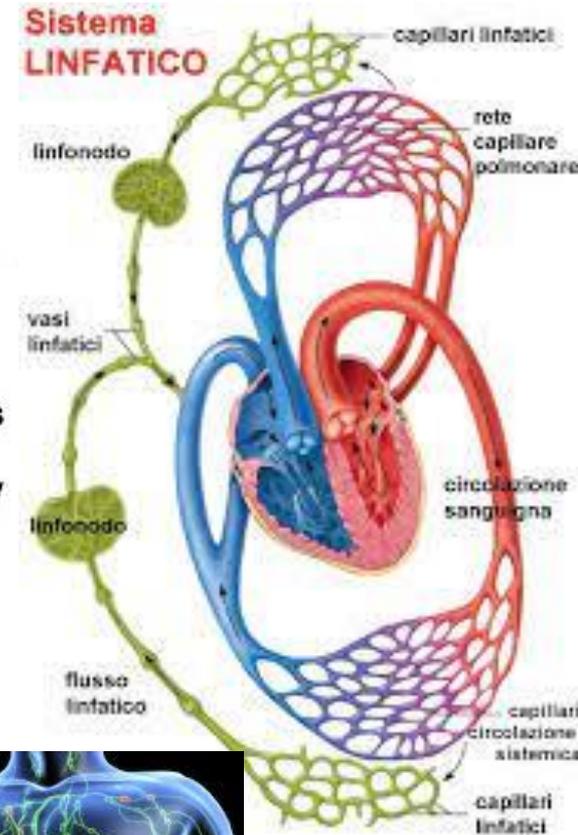
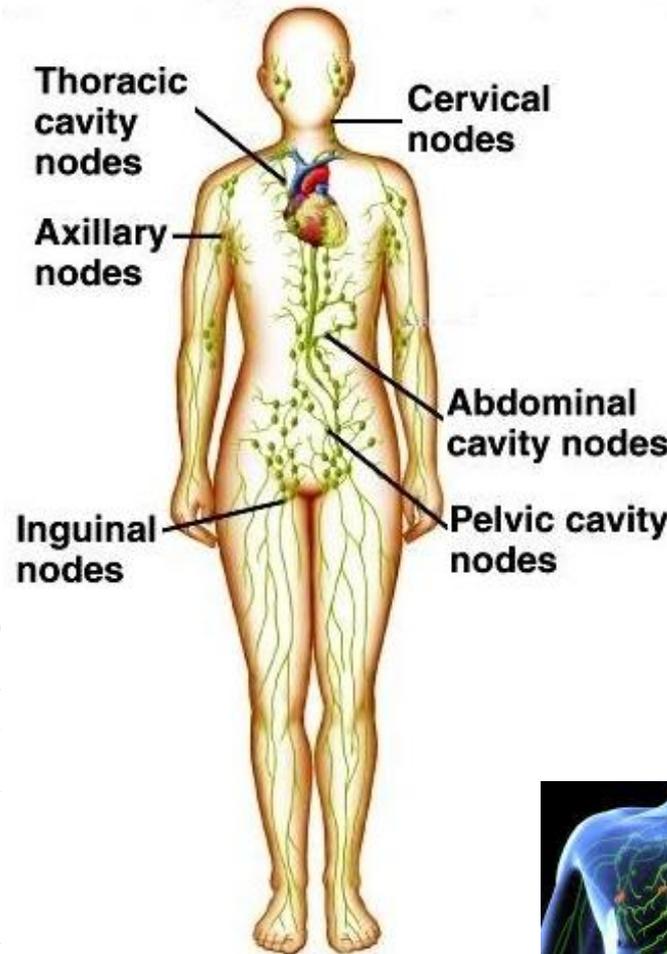
## SISTEMA LINFATICO

Non tutto il liquido che esce dai capillari, spinto dalla pressione sanguigna, vi rientra per osmosi.

Il liquido rimasto nei tessuti viene raccolto dai **vasi linfatici**, che lo riconducono nella corrente sanguigna.

I vasi linfatici iniziano a fondo cieco nei tessuti e formano una rete interconnessa di vasi sempre più grandi che termina nella vena cava

Il sistema linfatico oltre a raccogliere il fluido interstiziale in eccesso ed a convogliarlo nel sangue, trasporta i prodotti della digestione dei lipidi dall'intestino al sangue, partecipa alle difese dell'organismo



# APPARATO CIRCOLATORIO: I VASI

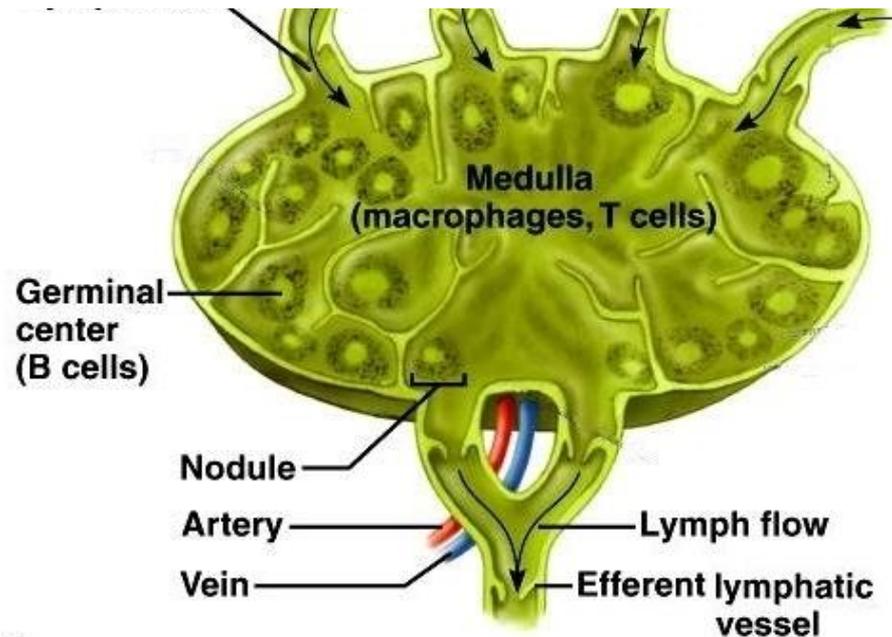
Il sistema linfatico è costituito:

dai **vasi linfatici** nel cui interno scorre la linfa

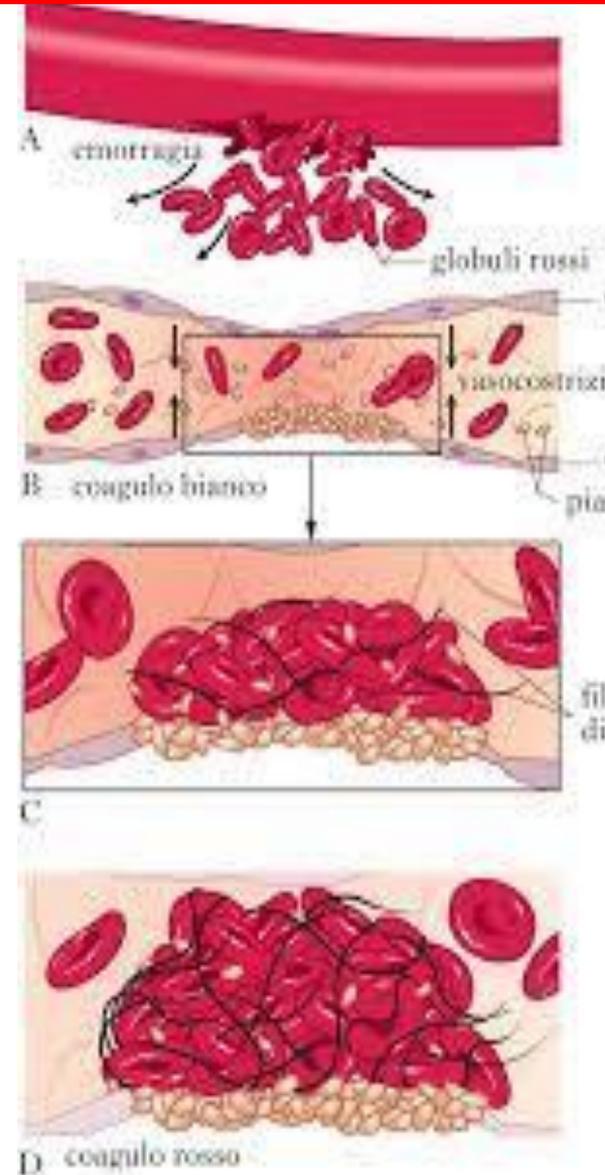
dai **noduli linfatici** costituiti da tessuto connettivo e linfociti (**tonsille ed adenoidi**)

dagli **organi linfoidei primari (timo e midollo osseo) e secondari: i linfonodi, masse di tessuto spugnoso che producono i linfociti e filtrano la linfa, e dalla milza**

Come nelle vene, la linfa circola grazie alla contrazione dei muscoli scheletrici ed alla presenza di valvole che ne impediscono il reflusso



# APPARATO CIRCOLATORIO: COAGULAZIONE/EMOSTASI



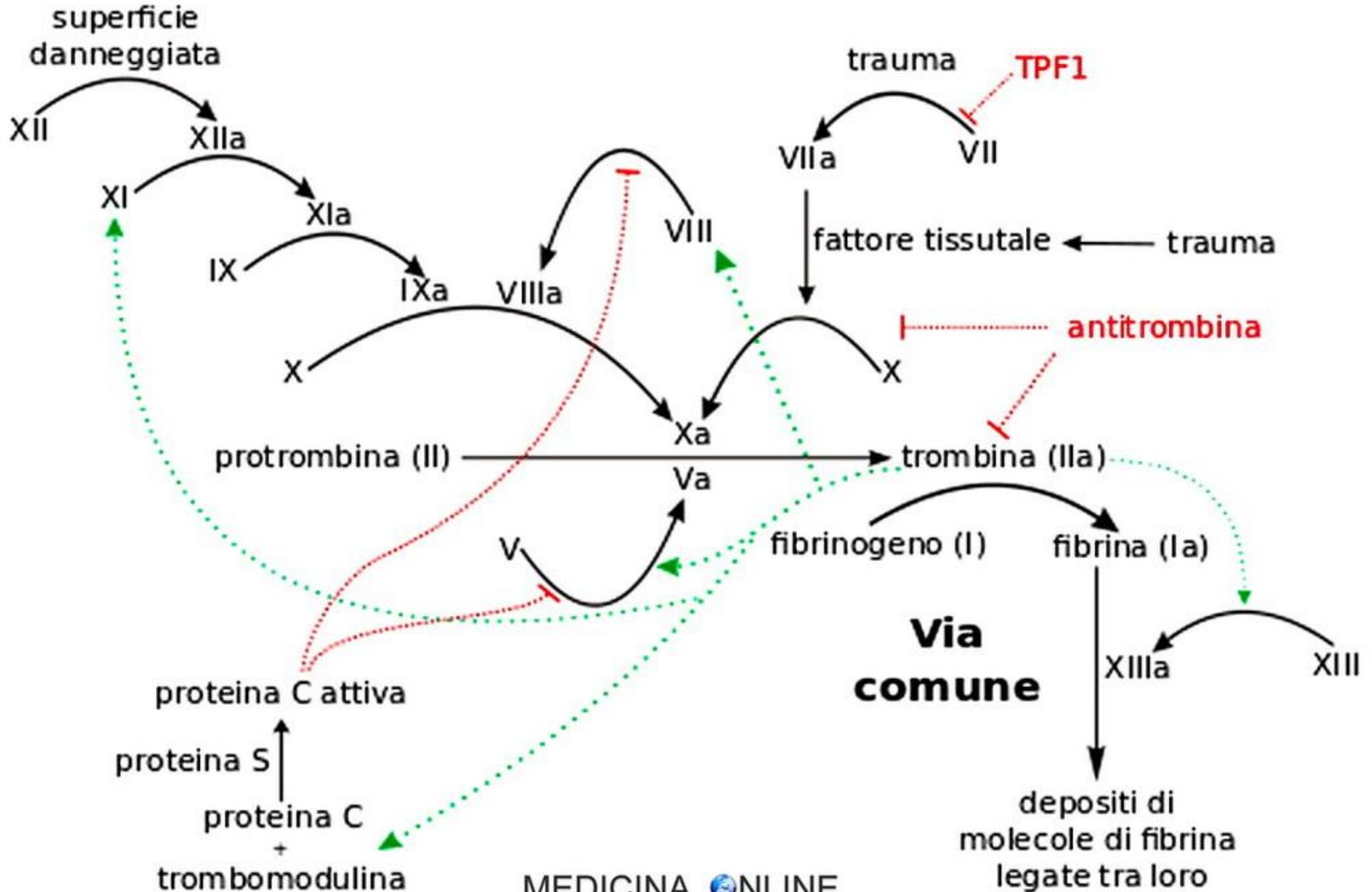
# APPARATO CIRCOLATORIO: COAGULAZIONE

## Via intrinseca

(contatto con superficie non endoteliale)

## Via estrinseca

(trauma a livello tissutale)



# APPARATO CIRCOLATORIO: COAGULAZIONE



**FATTORE XIII**  
↓  
**STABILIZZA LA FIBRINA**

**Ca<sup>++</sup>:**  
INDISPENSABILE PER LA ATTIVAZIONE DI NUMEROSI FATTORI:  
X E PROTROMBINA

**VITAMINA K:**  
COENZIMA DELLA CARBOSSILASI EPATICA CHE COMPLETA LA SINTESI  
DEI FATTORI VII, IX, X, PROTROMBINA, PROTEINA C FORNENDO IL SITO  
DI LEGAME PER IL CALCIO

# APPARATO CIRCOLATORIO: COAGULAZIONE

VITAMINA  
(NAFTOCHINONE)

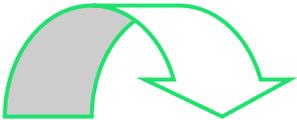


$K_1$  → ALIMENTI (vegetali foglie verdi, latte, carne, olio)

$K_2$  → SINTETIZZATA DAI BATTERI INTESTINALI  
microbiota potrebbe essere rilevante per la salute gastrointestinale e in generale per una **sintesi di vitamina K**



ASSORBIMENTO



$K_1$  : ILEO TERMINALE  
IN PRESENZA DI SALI BILIARI  
 $K_2$  : COLON

RUOLO BIOLOGICO

COAGULAZIONE

FISSAZIONE DEL CALCIO  
NELLE OSSA E DENTI

Immagazzinata dal **FEGATO**

# APPARATO CIRCOLATORIO: COAGULAZIONE

## FARMACI ANTITROMBOTICI

**ANTICOAGULANTI CUMARINICI:** antagonizzano la VITAMINA K

**ANTIAGGREGANTI (ASPIRINA):** agiscono sulle piastrine impedendo la sintesi del TROMBOSSANO che ne impedisce la aggregazione

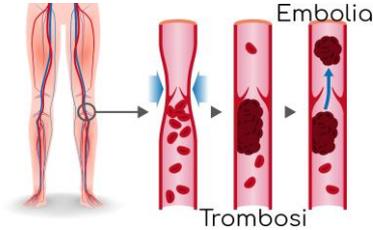
**ANTICOAGULANTI (EPARINA):** si legano alla ANTROMBINA III che, attivandosi, blocca la TROMBINA (che trasforma il fibrinogeno in fibrina)

# ALCUNI ASPETTI PATOLOGICI

**ATEROSCLEROSI:** presenza di **placche** (ateromi) che invadono il lume delle **arterie** di medio e grosso calibro depositandosi sulla loro superficie interna



**TROMBOSI:** presenza di trombi a causa di inappropriato o eccessivo processo coagulativo. Può formarsi in una vena o in un'arteria, può chiuderne un ramo. Il trombo distaccandosi può determinare embolia.

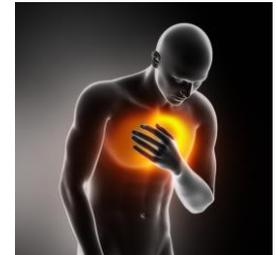


Le trombosi sono la causa principale delle malattie cardiovascolari

**ISCHEMIA:** riduzione di apporto di sangue e quindi di ossigeno ai tessuti



**ANGINA PECTORIS:** dolore al torace dovuto ad un temporaneo scarso afflusso di sangue al cuore che determina mancanza di ossigeno al tessuto cardiaco. Il fenomeno prende anche il nome di ischemia; nell'angina pectoris l'ischemia è reversibile e non arriva al punto di provocare danno cardiaco permanente



**INFARTO:** morte o necrosi di un tessuto o di un organo a causa di un inadeguato apporto di sangue e ossigeno sufficientemente prolungata da provocare necrosi

**ICTUS:** lesione cerebro-vascolare che provoca un'improvvisa alterazione delle funzioni cerebrali e si sviluppa a seguito di una sospensione del normale afflusso di sangue al cervello per la rottura o ostruzione (trombosi) di una delle arterie che lo irrorano

