

**ZANICHELLI**

Gerard Tortora, Brian Derrickson

# Conosciamo il corpo umano

**ZANICHELLI**

# Capitolo 10 L'apparato cardiovascolare

1. Le funzioni del sangue
2. I componenti del sangue
3. L'emostasi
4. I gruppi sanguigni
5. La struttura e l'organizzazione del cuore

# Capitolo 10 L'apparato cardiovascolare

6. Il flusso ematico nel cuore
7. Il battito cardiaco
8. Il ciclo cardiaco
9. I fattori che influenzano la frequenza cardiaca
10. La struttura e la funzione dei vasi sanguigni

**ZANICHELLI**

# Capitolo 10 L'apparato cardiovascolare

11. Il flusso ematico nei vasi sanguigni

12. Vie di distribuzione del sangue

**ZANICHELLI**

# 1. Le funzioni del sangue

Il **sangue** è un tessuto connettivo fluido che svolge tre funzioni

- 1. trasporto:** di ossigeno dai polmoni a tutto l'organismo e di diossido di carbonio dalle cellule ai polmoni;
- 2. regolazione:** del pH dei fluidi corporei e della temperatura corporea;
- 3. protezione:** in caso di ferita, si coagula.

## 2. I componenti del sangue

Il **sangue** è un tessuto connettivo fluido che consiste di

- plasma (fluido);
- elementi figurati: i globuli bianchi, i globuli rossi e le piastrine.

La percentuale di volume sanguigno complessivo occupato dai globuli rossi è definito **ematocrito**.

## 2. I componenti del sangue

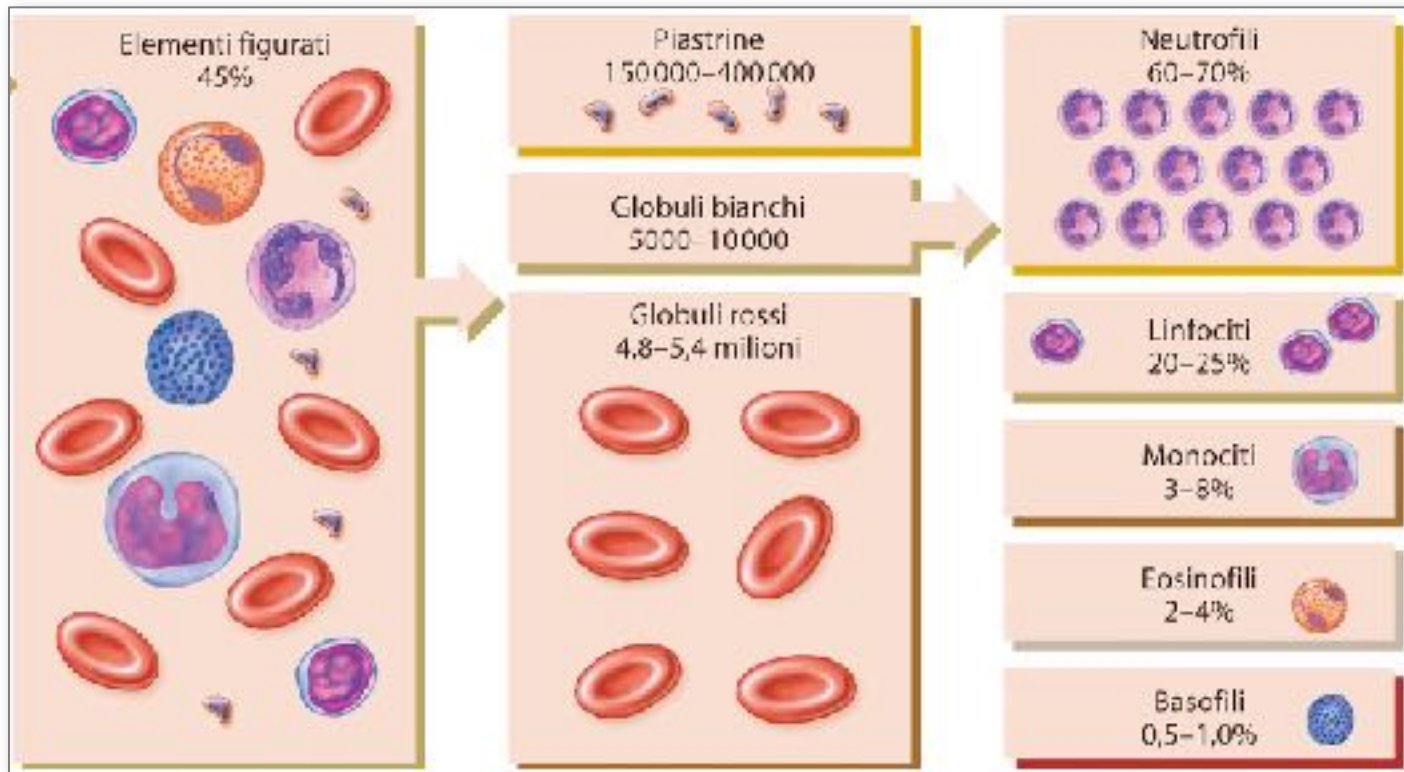
Il **plasma sanguigno** è costituito da acqua, proteine e soluti non proteici. Le proteine più abbondanti (54%) sono le **albumine** che aiutano a mantenere una corretta pressione osmotica del sangue.

**Le globuline** (38%) comprendono

- **anticorpi** detti anche  $\gamma$  **globuline**, o immunoglobuline: con funzioni di difesa;
- **$\alpha$  globuline e  $\beta$  globuline**: funzioni di trasporto.

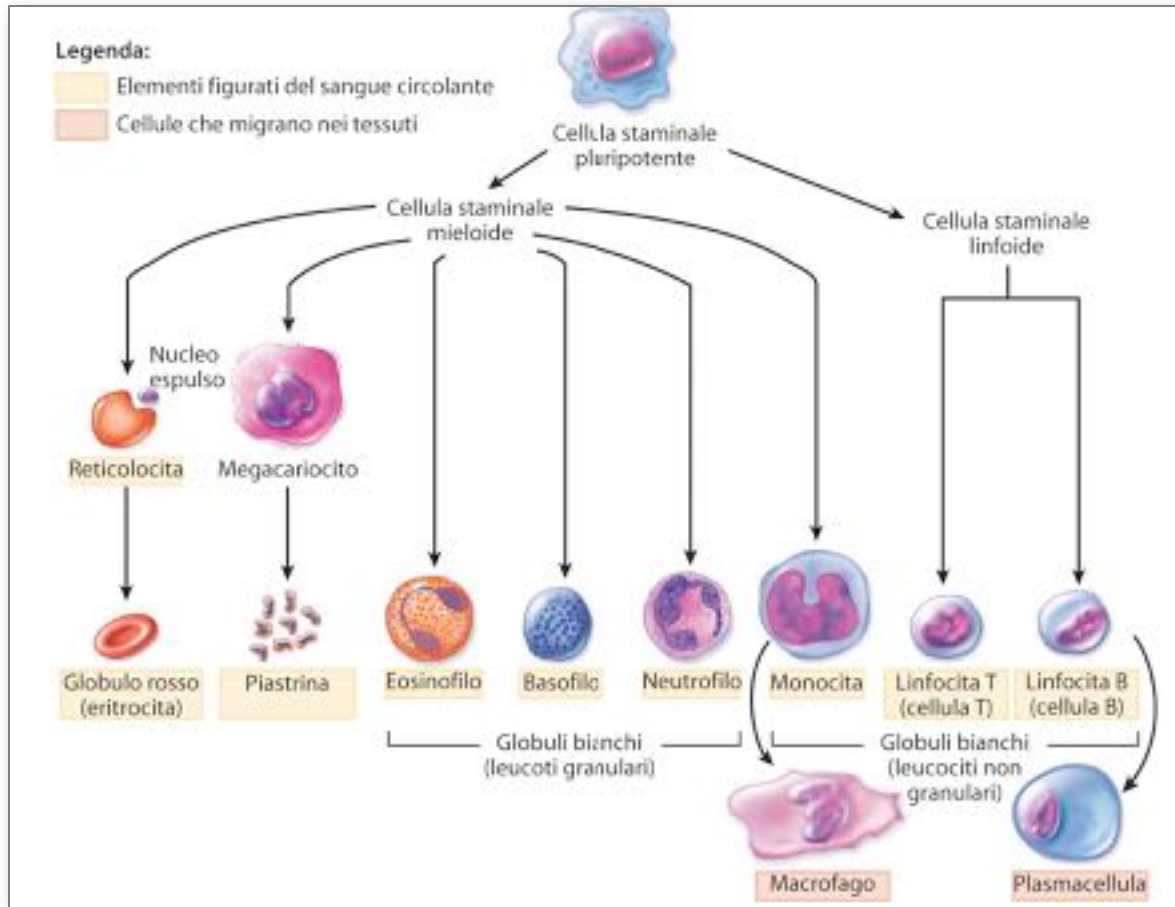
# 2. I componenti del sangue

## Classificazione degli **elementi figurati**.



**ZANICHELLI**

## 2. I componenti del sangue



L' **emopoiesi** è il processo mediante il quale si sviluppano gli elementi figurati del sangue.

**ZANICHELLI**

## 2. I componenti del sangue

I **globuli rossi (RBC)** o eritrociti contengono **emoglobina**, una proteina trasportatrice di ossigeno.

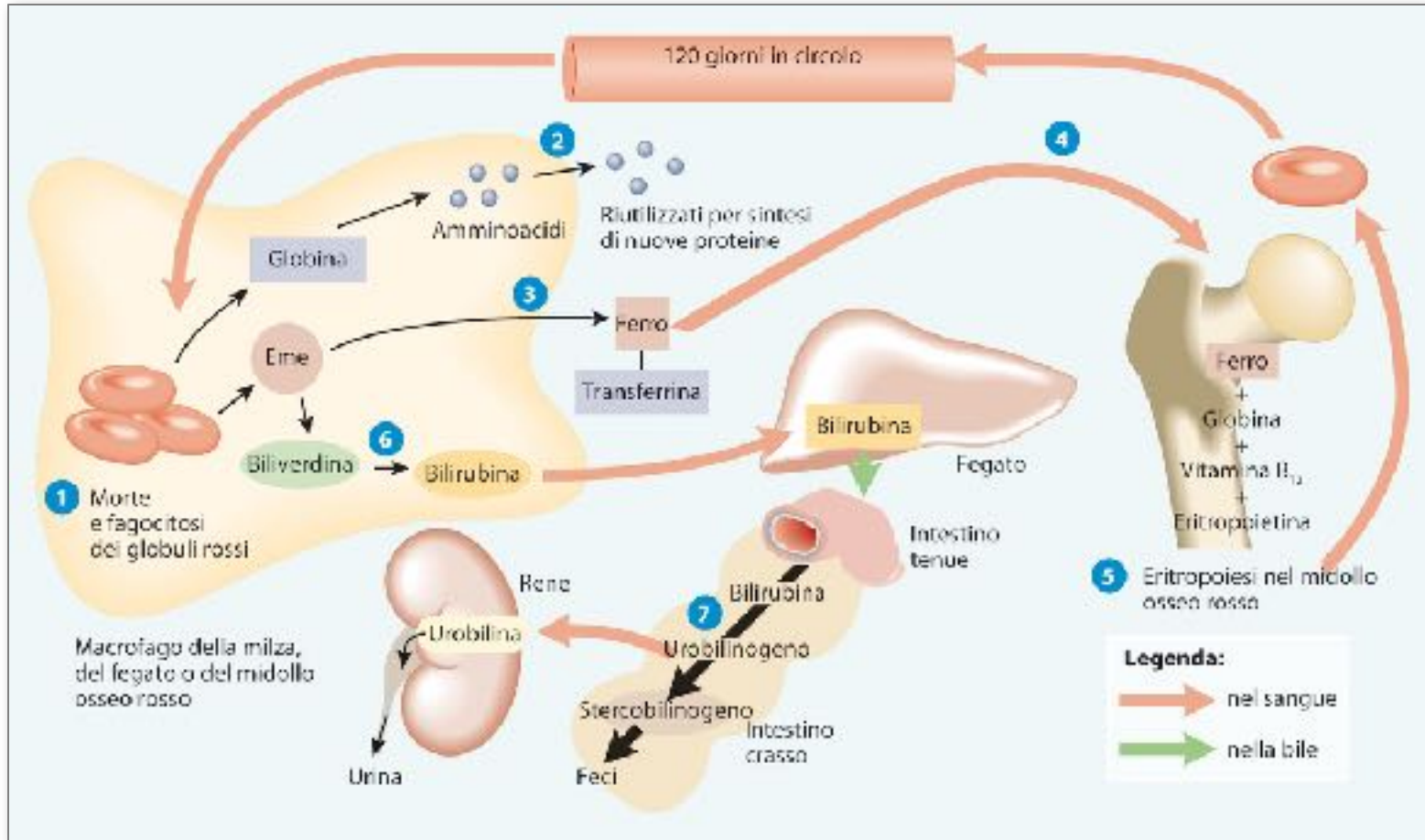
Hanno la forma di dischi biconcavi, sono privi di nucleo e di altri organuli, non si possono riprodurre.

La formazione dei soli eritrociti è chiamata **eritropoiesi**: una cellula precursore dei globuli rossi espelle il proprio nucleo e si differenzia in **reticolocita**.

## 2. I componenti del sangue

La velocità di formazione dei globuli rossi dal midollo osseo rosso è uguale alla velocità di distruzione da parte dei macrofagi.

# 2. I componenti del sangue



**ZANICHELLI**

## 2. I componenti del sangue

Lo stimolo principale per l'innescò dell'eritropoiesi è **l'ipossia**, cioè la diminuita capacità del sangue di trasportare ossigeno.

L'ipossia stimola il rilascio di **eritropoietina (EPO)** un ormone prodotto dal rene.

## 2. I componenti del sangue

I **globuli bianchi (WBC)** o **leucociti** sono nucleati e non contengono emoglobina.

Vengono classificati come granulari o non granulari a seconda della presenza/assenza di granuli citoplasmatici.

I **leucociti granulari** sono neutrofili, eosinofili e basofili.

I **leucociti non granulari** comprendono linfociti e monociti.

## 2. I componenti del sangue

I **neutrofili** rispondono per primi all'invasione batterica con la fagocitosi e rilasciando enzimi.

I **monociti** migrano verso i tessuti infetti e si trasformano in **macrofagi**.

Gli **eosinofili** combattono l'infiammazione, fagocitano i complessi antigene-anticorpo e sono efficaci contro alcuni parassiti.

I **basofili** intensificano la risposta immunitaria.

## 2. I componenti del sangue

I **linfociti B, T**, e le **cellule natural killer** sono i principali combattenti che intervengono nella risposta immunitaria. I globuli bianchi e tutte le cellule provviste di nucleo esprimono proteine, chiamate il **complesso maggiore di istocompatibilità (MHC)**, sulla membrana cellulare.

## 2. I componenti del sangue

In condizioni normali i **globuli bianchi** sono da 5000 a 10000  $\mu\text{L}$ .

La **leucocitosi** è un aumento del numero di globuli bianchi in risposta a invasioni microbiche, un'attività fisica estrema o un'anestesia ed è sintomo di una infiammazione o di un'infezione.

I globuli bianchi si sviluppano nel midollo osseo rosso.

## 2. I componenti del sangue

Dalle cellule staminali pluripotenti si differenziano delle cellule capaci di produrre piastrine. Alcune staminali mieloidi si differenziano in cellule chiamate megacarioblasti, che a loro volta si differenziano in megacariociti, enormi cellule che si scindono in 2000-3000 frammenti nel midollo osseo. Ciascun frammento è una **piastrina**.

# 3. L'emostasi

L'emostasi è una sequenza di reazioni che blocca un sanguinamento, impedendo la perdita di sangue attraverso la parete danneggiata di un vaso. Consta di tre fasi

1. lo spasmo vascolare;
2. la formazione di un tappo piastrinico;
3. l'agglutinazione del sangue.

# 3. L'emostasi

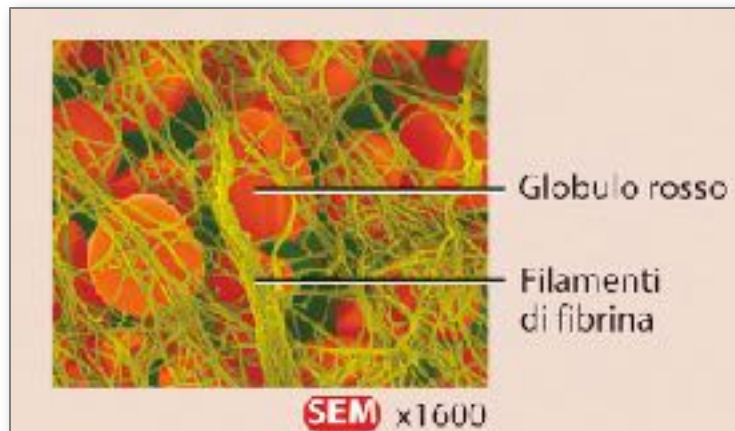
1. Quando un vaso sanguigno viene danneggiato, la muscolatura liscia delle pareti si contrae nello **spasmo vascolare**. Le piastrine si accumulano sul sito danneggiato e rilasciano sostanze che promuovono la vasocostrizione.

# 3. L'emostasi

2. A contatto con la porzione danneggiata di un vaso sanguigno, le piastrine aderiscono alle pareti, liberano fosfolipidi e aderiscono le une alle altre formando una massa chiamata **tappo piastrinico**.

# 3. L'emostasi

3. Finché rimane all'interno dei vasi, il sangue è in forma fluida mentre fuori dall'organismo si addensa in una sorta di gel detto **coagulo consistente**. Consiste in una rete di fibre proteiche insolubili, costituite da fibrina, in cui gli elementi figurati restano impigliati.



ZANICHELLI

# 3. L'emostasi

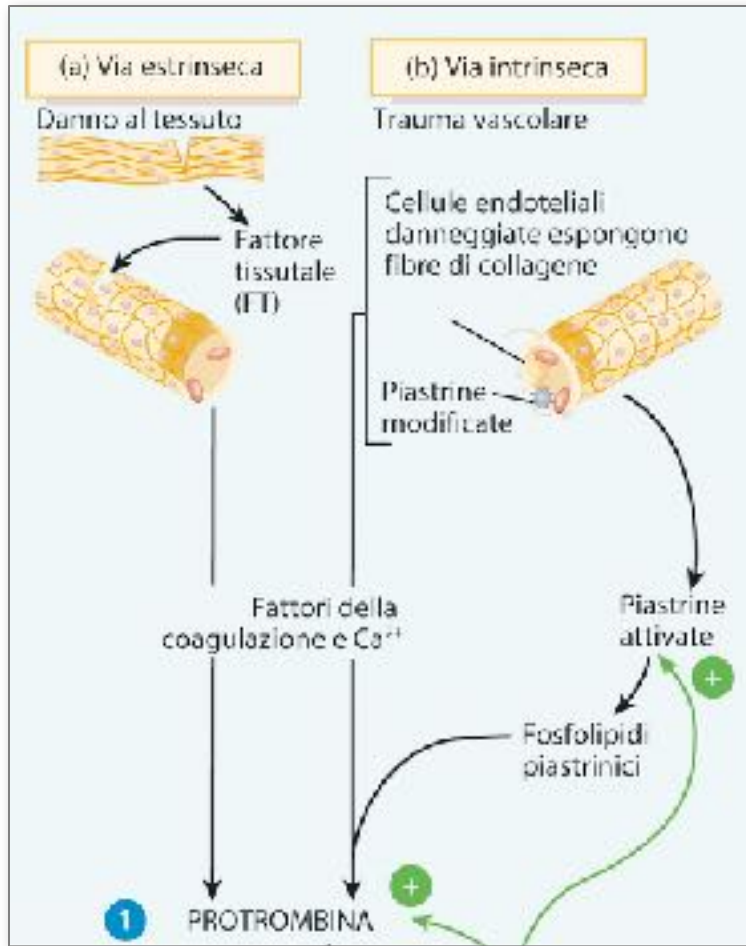
Il processo di formazione del coagulo è detto **coagulazione** o **agglutinazione** ed è un processo a cascata in cui varie sostanze chimiche, i cosiddetti **fattori della coagulazione**, si attivano a vicenda.

# 3. L'emostasi

La coagulazione avviene in tre stadi:

1. al termine della cascata coagulatoria si attiva la sintesi della **protrombina**;
2. la protrombinasi converte la protrombina nell'enzima **trombina**;
3. la trombina converte il **fibrinogeno** solubile in **fibrina** insolubile, che forma i filamenti del coagulo.

# 3. L'emostasi



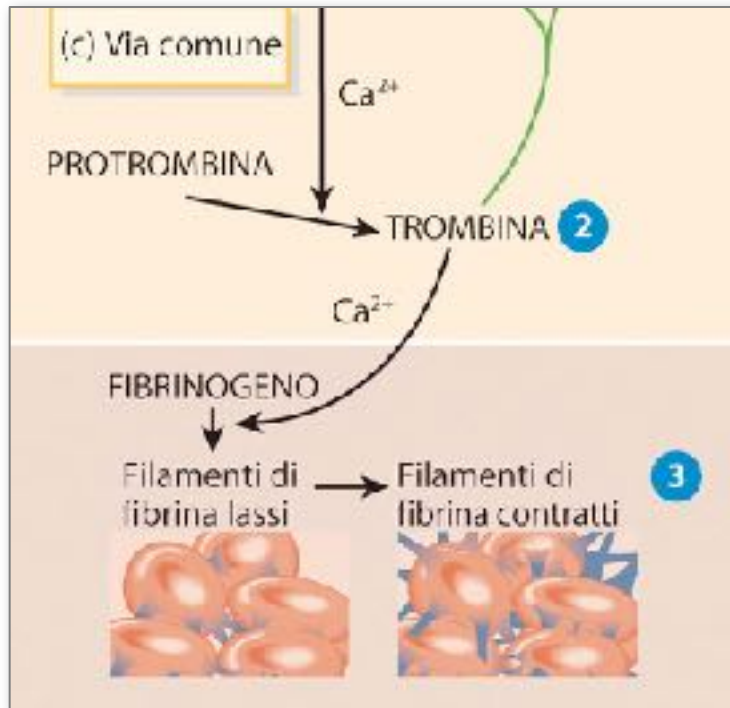
La trombina può essere formata in due modi

**1. la via estrinseca:** le cellule delle pareti vascolari danneggiate rilasciano una proteina (**fattore tissutale**) nel sangue che viene convertito in protrombina;

**2. la via intrinseca.**

**ZANICHELLI**

# 3. L'emostasi



Quando un coagulo si è formato, al suo interno viene incorporato un enzima plasmatico inattivo chiamato **plasminogeno**.

**ZANICHELLI**

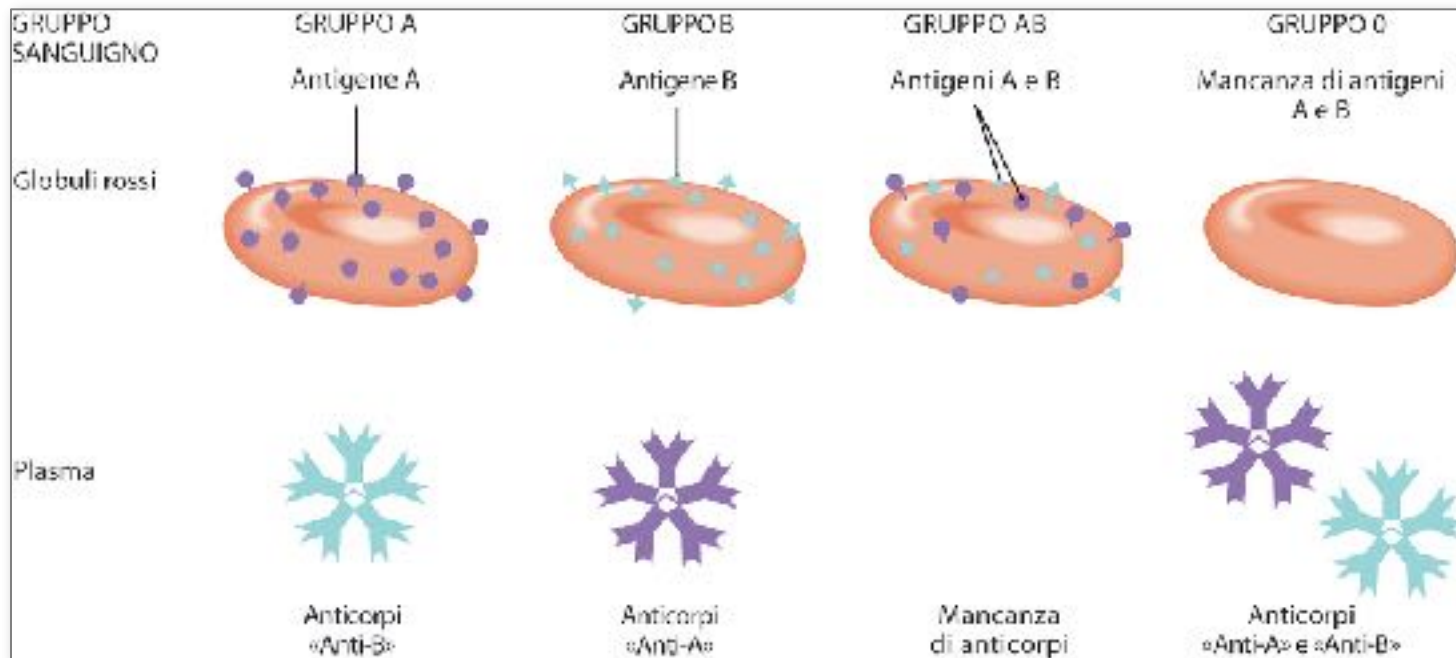
# 4. I gruppi sanguigni

La superficie del globulo rosso contiene un corredo di oltre un centinaio di **antigeni**, chiamati **agglutinogeni**. Sulla base dell'assenza/presenza dei vari antigeni il sangue è classificabile in diversi gruppi, nel cui ambito si possono riconoscere due o più differenti tipi. I due principali gruppi sanguigni sono:

- **AB0**;
- **Rh**.

# 4. I gruppi sanguigni

Il gruppo sanguigno AB0 è basato su due antigeni chiamati **A** e **B**.



# 4. I gruppi sanguigni

Il plasma di solito contiene anche **anticorpi** o **agglutinine** che reagiscono con gli antigeni A e B.

I soggetti i cui globuli rossi presentano l'antigene **Rh** sono indicati come **Rh<sup>+</sup>** (Rh positivi) e se ne sono sprovvisti come **Rh<sup>-</sup>** (Rh negativi).

## 5. La struttura e l'organizzazione del cuore

Il **cuore** ha il compito di pompare sangue che circola in tutto il corpo e, passando per i polmoni, si carica di ossigeno e rilascia diossido di carbonio.

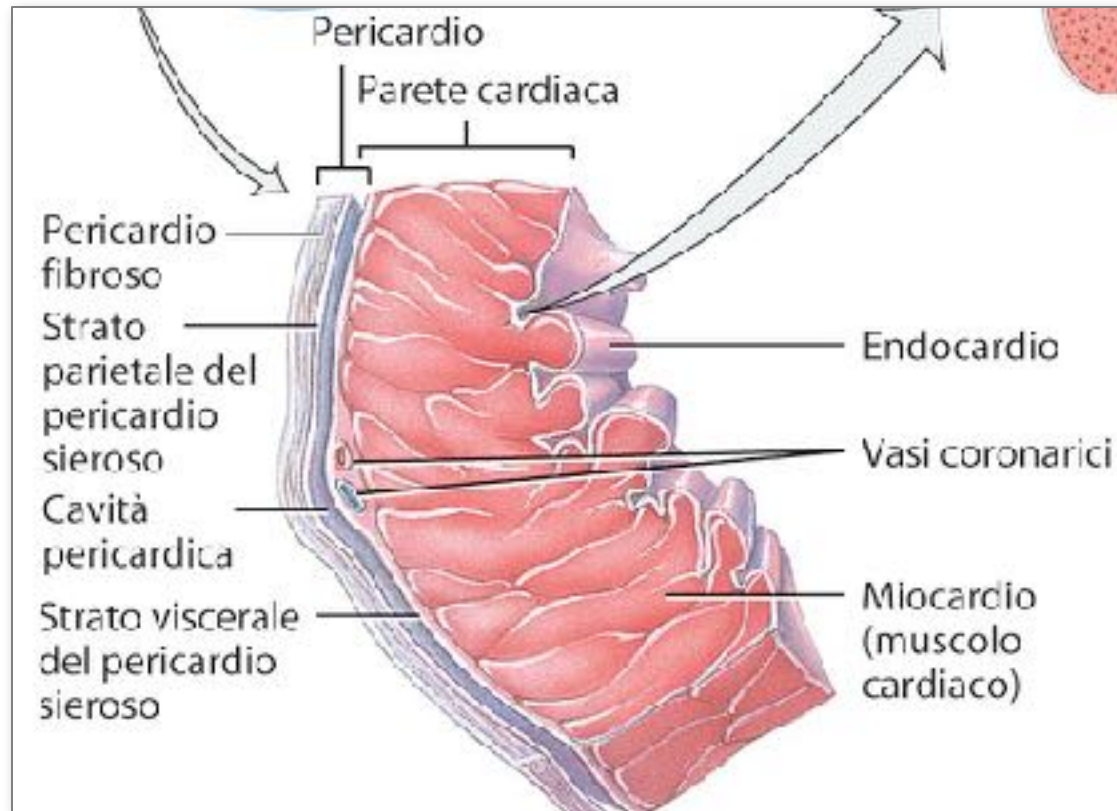
Il cuore è situato tra i polmoni, con circa i due terzi della sua massa a sinistra della linea mediana.

# 5. La struttura e l'organizzazione del cuore

Il cuore è avvolto da una membrana protettiva detta **pericardio**, distinta in

- **pericardio fibroso**: di tessuto connettivo che previene e impedisce l'iperestensione del cuore;
- **pericardio sieroso**, più sottile e delicato, costituito da due membrane, entro le quali scorre il **liquido pericardico**.

# 5. La struttura e l'organizzazione del cuore



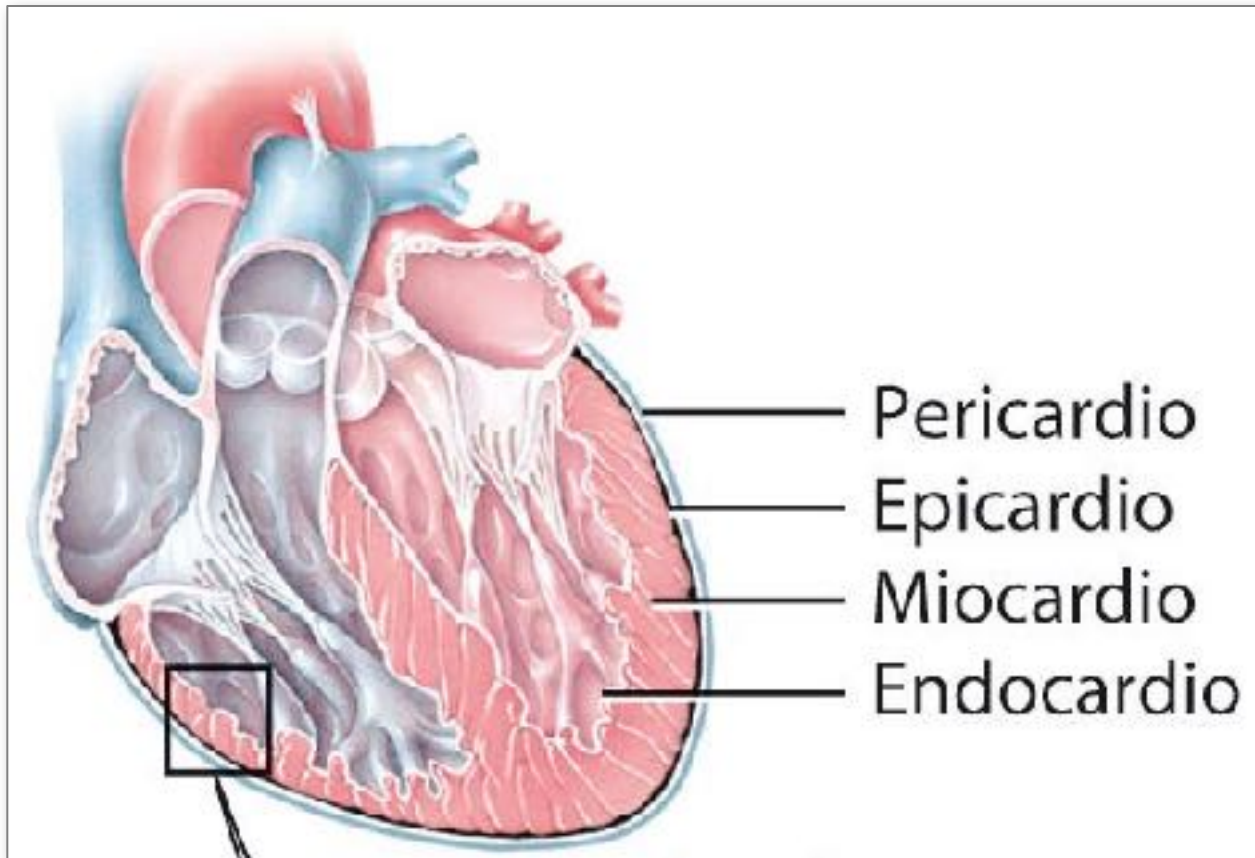
**ZANICHELLI**

# 5. La struttura e l'organizzazione del cuore

La parete del cuore è costituita da tre strati

- **epicardio**: strato sottile e trasparente, costituito da mesotelio e tessuto connettivale;
- **miocardio**: consiste di tessuto muscolare cardiaco ed è il più spesso: le fibre muscolari cardiache sono involontarie, striate, ramificate e organizzate in fibre intrecciate;
- **endocardio**: sottile strato di endotelio che tappezza l'interno del miocardio.

# 5. La struttura e l'organizzazione del cuore



**ZANICHELLI**

# 5. La struttura e l'organizzazione del cuore

Il cuore contiene quattro cavità

- **atri**: due superiori;
- **ventricoli**: due inferiori.

I due atri sono separati dal **setto interatriale** così come il **setto interventricolare** separa il ventricolo destro dal sinistro.

# 5. La struttura e l'organizzazione del cuore

Le **vene** sono i vasi sanguigni che riportano il sangue al cuore.

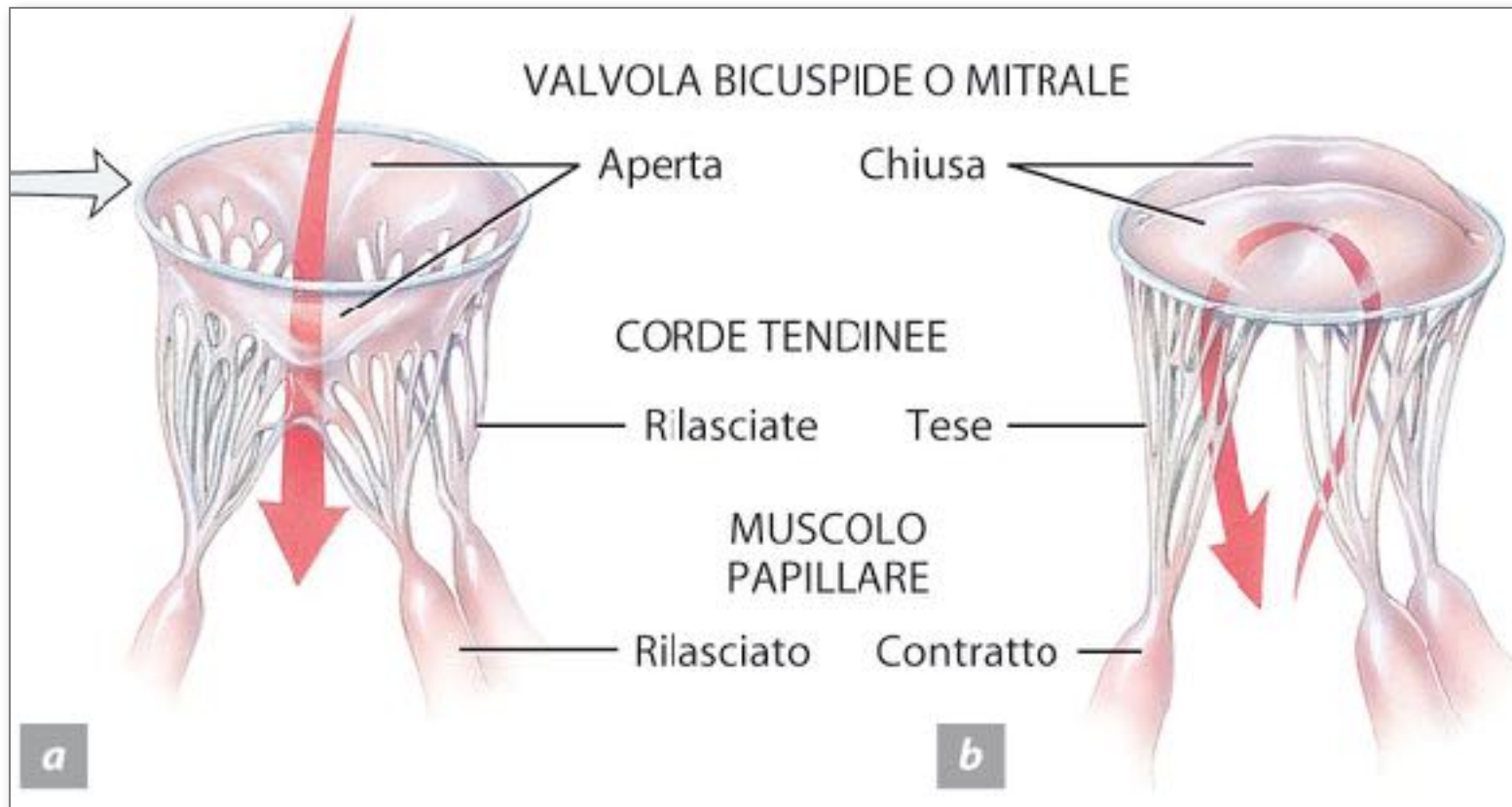
Le **arterie** sono i vasi sanguigni che portano il sangue lontano dal cuore.

## 5. La struttura e l'organizzazione del cuore

Ogni cavità cardiaca è dotata di una **valvola**, costituita da un denso tessuto connettivo, per impedire il reflusso del sangue nella direzione sbagliata. Le valvole **atrioventricolari** (AV) si trovano fra atri e ventricoli e sono

- **tricuspide**: fra atrio e ventricolo destro;
- **bicuspide** (o **mitrale**): fra atrio e ventricolo sinistro.

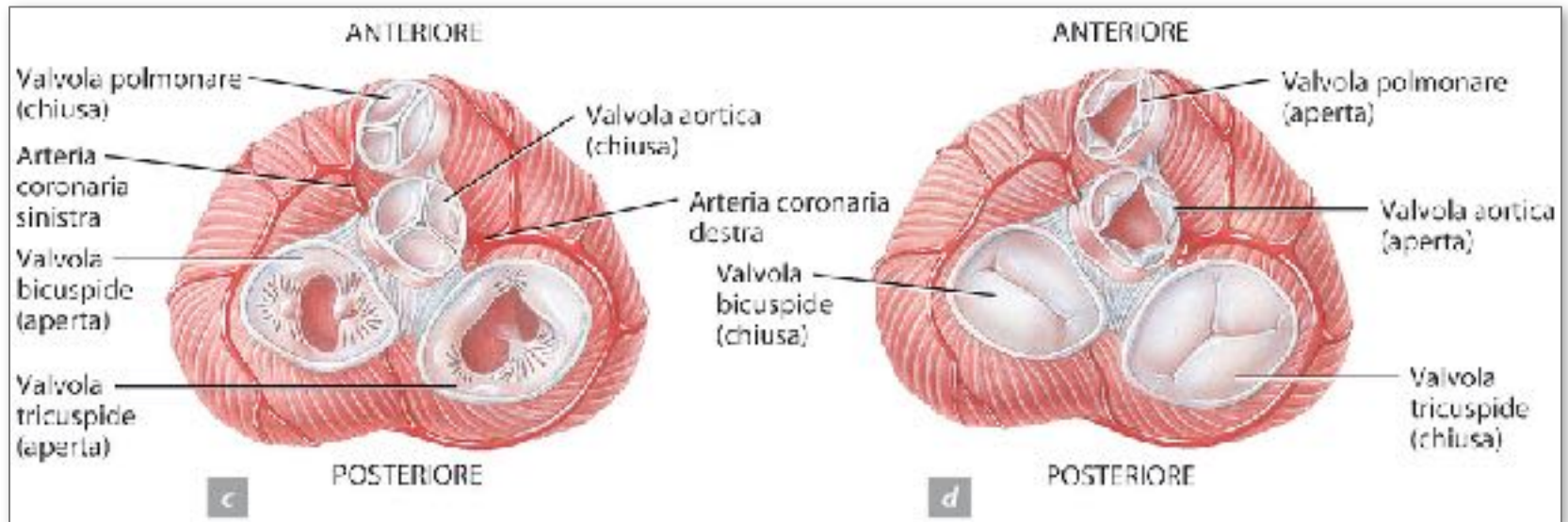
# 5. La struttura e l'organizzazione del cuore



**ZANICHELLI**

# 5. La struttura e l'organizzazione del cuore

Le **valvole semilunari** impediscono il reflusso di sangue dalle arterie al cuore e sono la **valvola polmonare** e la **valvola aortica**.



**ZANICHELLI**

## 6. Il flusso ematico nel cuore

Il sangue scorre attraverso il cuore dalle aree a pressione maggiore a quelle a pressione minore con conseguente apertura delle valvole e contrazione delle camere successive.

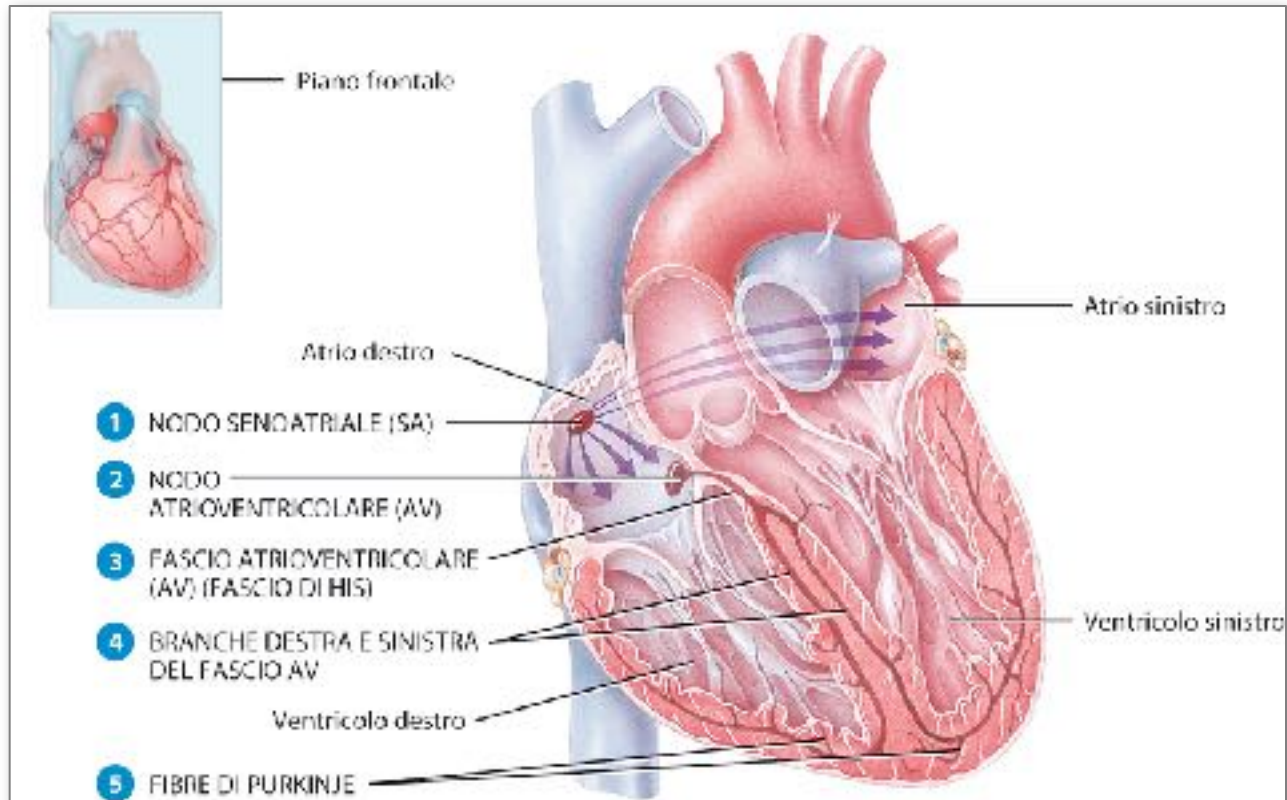
Le **arterie coronarie** destra e sinistra distribuiscono sangue al cuore; le **vene coronarie** drenano il sangue dal cuore al **seno coronario**.

# 7. Il battito cardiaco

L'1% delle fibre muscolari cardiache sono in grado di generare potenziali di azione secondo uno schema ritmico svolgendo due importanti funzioni:

1. agiscono da **pacemaker** regolando il ritmo del cuore;
2. formano il **sistema di conduzione** cioè la via seguita dai potenziali di azione che attraversano il muscolo cardiaco. In tal modo le cavità cardiache sono stimulate a contrarsi in maniera coordinata.

# 7. Il battito cardiaco



**ZANICHELLI**

# 7. Il battito cardiaco

1. L'eccitazione inizia nel **nodo senoatriale (SA)** nella parete dell'atrio destro;
2. il potenziale di azione si trasmette attraverso le fibre muscolari atriali fino al **nodo atrioventricolare (AV)**;
3. dal nodo AV il potenziale di azione passa nel **fascio atrioventricolare (AV)**.

# 7. Il battito cardiaco

4. si trasmette alle branche destra e sinistra del fascio che corrono verso l'apice del cuore;
5. le **fibre del Purkinje** conducono il potenziale di azione prima all'apice e poi al resto del miocardio ventricolare.

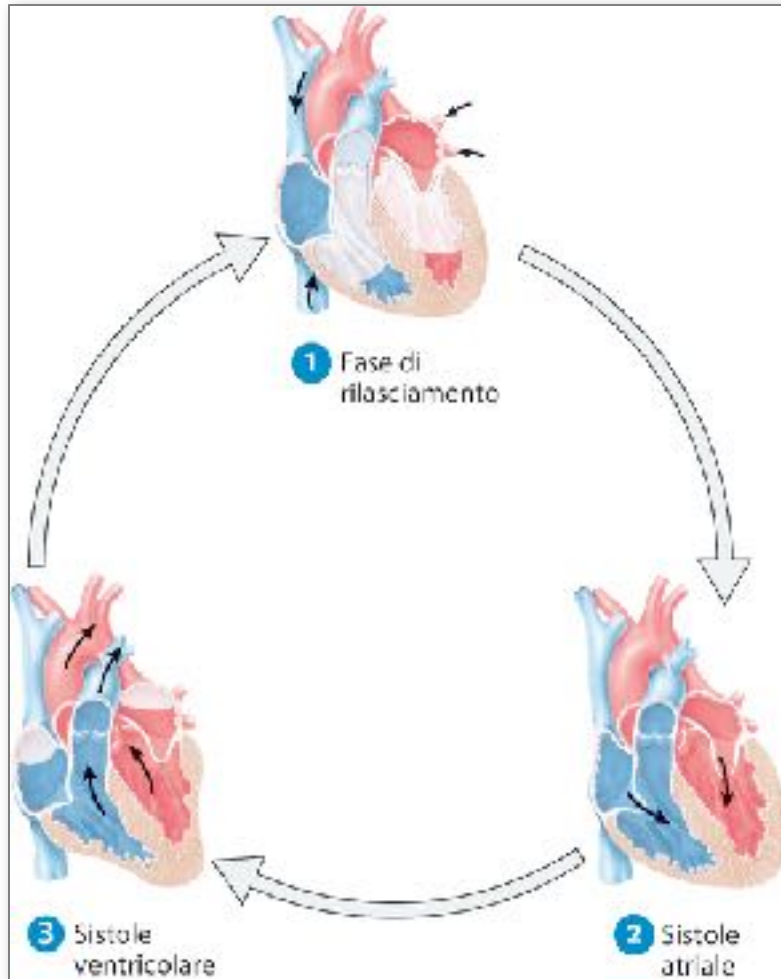
# 8. Il ciclo cardiaco

Ogni ciclo cardiaco comprende tutti gli eventi associati al battito cardiaco e dura circa 0,8 secondi.

Il termine **sistole** si riferisce alla fase di contrazione.

Il termine **diastole** alla fase di rilasciamento.

# 8. Il ciclo cardiaco



**Il ciclo cardiaco** si divide in tre fasi

1. fase di rilasciamento;
2. sistole atriale (contrazione);
3. sistole ventricolare (contrazione).

**ZANICHELLI**

# 8. Il ciclo cardiaco

Il volume di sangue emesso ogni minuto dal ventricolo sinistro nell'aorta è definito **gittata cardiaca**.

La gittata cardiaca è determinata da

- **gittata sistolica**: sangue emesso dal ventricolo sinistro durante ogni battito;
- **frequenza cardiaca**: numero di battiti al minuto.

## 9. I fattori che influenzano la frequenza cardiaca

Il ritmo cardiaco normalmente è di 70-80 battiti al minuto.

I tessuti richiedono l'afflusso di volumi di sangue differenziati secondo le diverse condizioni.

I fattori più importanti nella regolazione della frequenza cardiaca sono il **sistema nervoso autonomo** e gli ormoni **adrenalina** e **noradrenalina**, rilasciati dalle ghiandole surrenali.

**ZANICHELLI**

## 9. I fattori che influenzano la frequenza cardiaca

La regolazione del cuore da parte del sistema nervoso ha luogo nel **centro cardiovascolare** (CV), situato nel midollo allungato.

Da esso partono i neuroni simpatici che raggiungono il cuore attraverso i **nervi cardiaci acceleratori**, come anche i neuroni parasimpatici che raggiungono il cuore attraverso i **nervi vaghi**.

## 9. I fattori che influenzano la frequenza cardiaca

Alcune sostanze chimiche circolanti influenzano sia la fisiologia del muscolo cardiaco sia il ritmo di contrazione.

**1.Ormoni:** adrenalina e noradrenalina aumentano la frequenza cardiaca e la forza delle contrazioni;

**2.Ioni:** diminuiscono la frequenza cardiaca e la forza della contrazione.

# 10. La struttura e le funzioni dei vasi sanguigni

I vasi sanguigni formano un sistema chiuso di tubi che allontanano il sangue dal cuore (le arterie), lo trasportano ai tessuti (arteriole, capillari) e quindi lo riportano al cuore (venule e vene).

# 10. La struttura e le funzioni dei vasi sanguigni

Le **arterie** trasportano il sangue lontano dal cuore e si dividono in arterie ancora più piccole, dette **arteriole**.

Le arteriole all'interno di un tessuto si ramificano in vasi microscopici chiamati **capillari**.

Gruppi di capillari in un tessuto si riuniscono a formare piccole vene che prendono il nome di **venule**.

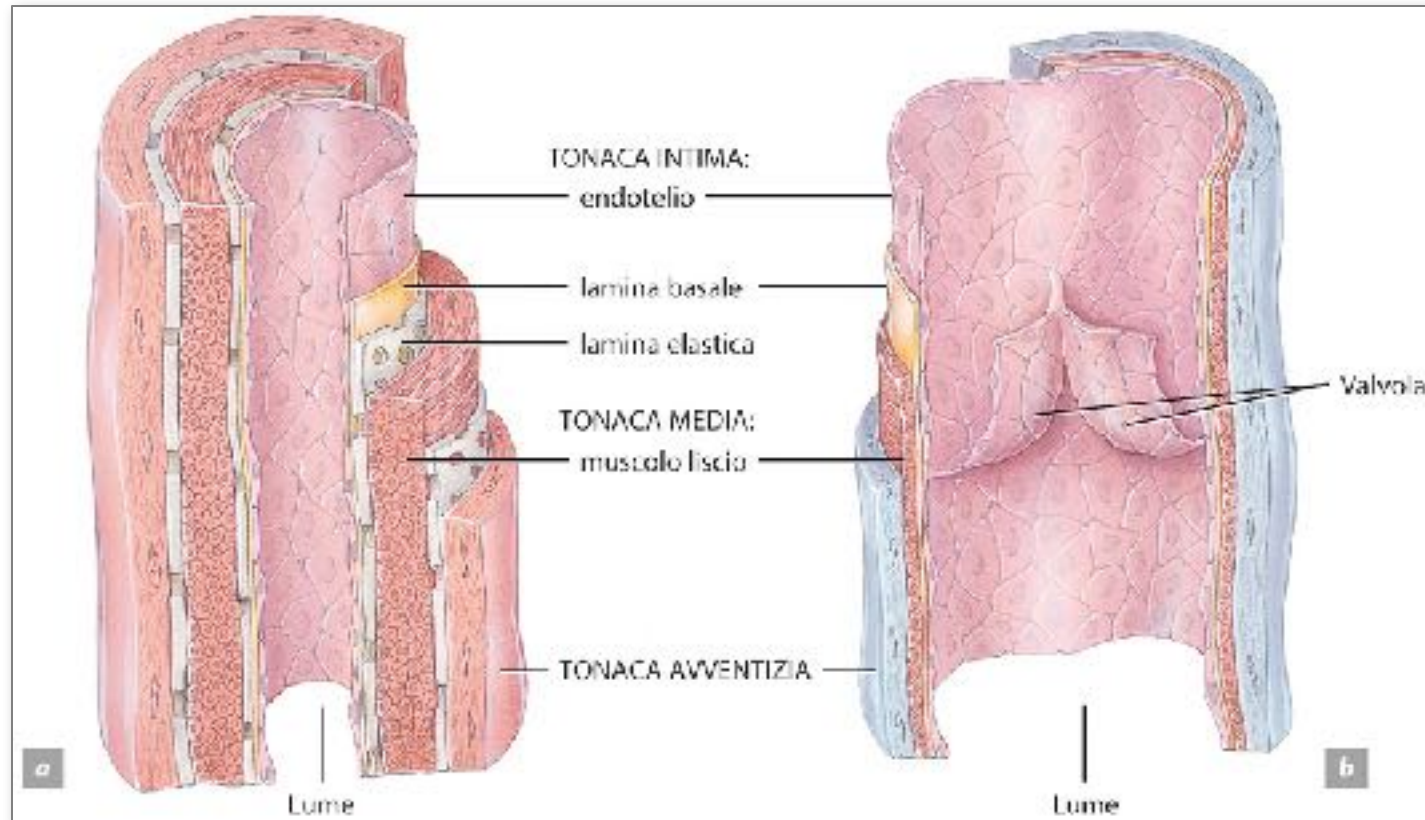
Queste poi confluiscono a formare vasi sempre più grandi dette **vene**.

# 10. La struttura e le funzioni dei vasi sanguigni

Le pareti delle arterie presentano tre strati di tessuto che circondano una cavità, il **lume**, in cui scorre il sangue.

Lo strato più interno è costituito da **endotelio**, da una membrana basale, da una lamina elastica.

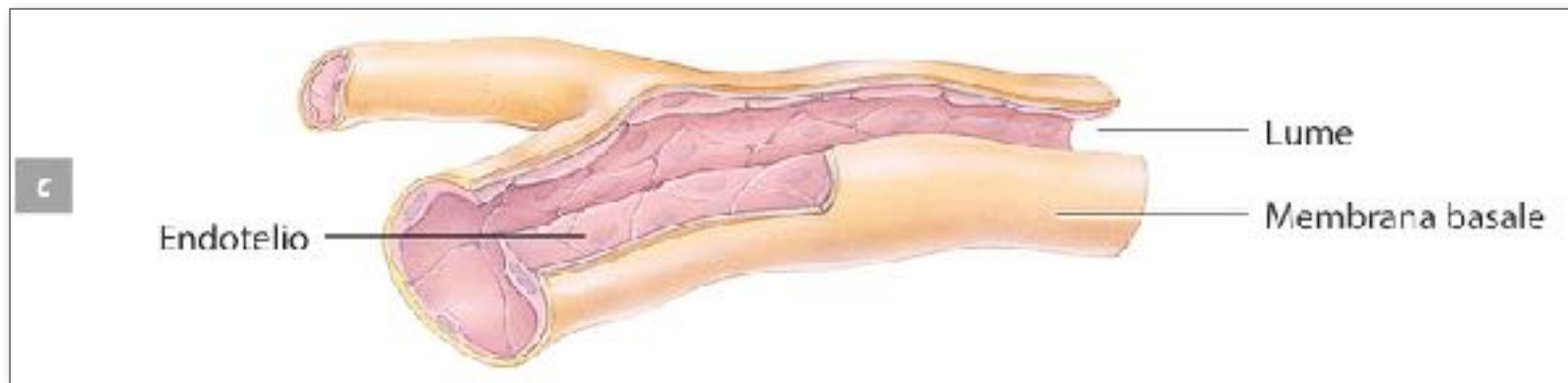
# 10. La struttura e le funzioni dei vasi sanguigni



**ZANICHELLI**

# 10. La struttura e le funzioni dei vasi sanguigni

I **capillari** sono vasi microscopici che connettono le arteriole alle venule. Consistono di uno strato di endotelio circondato da una membrana basale.



**ZANICHELLI**

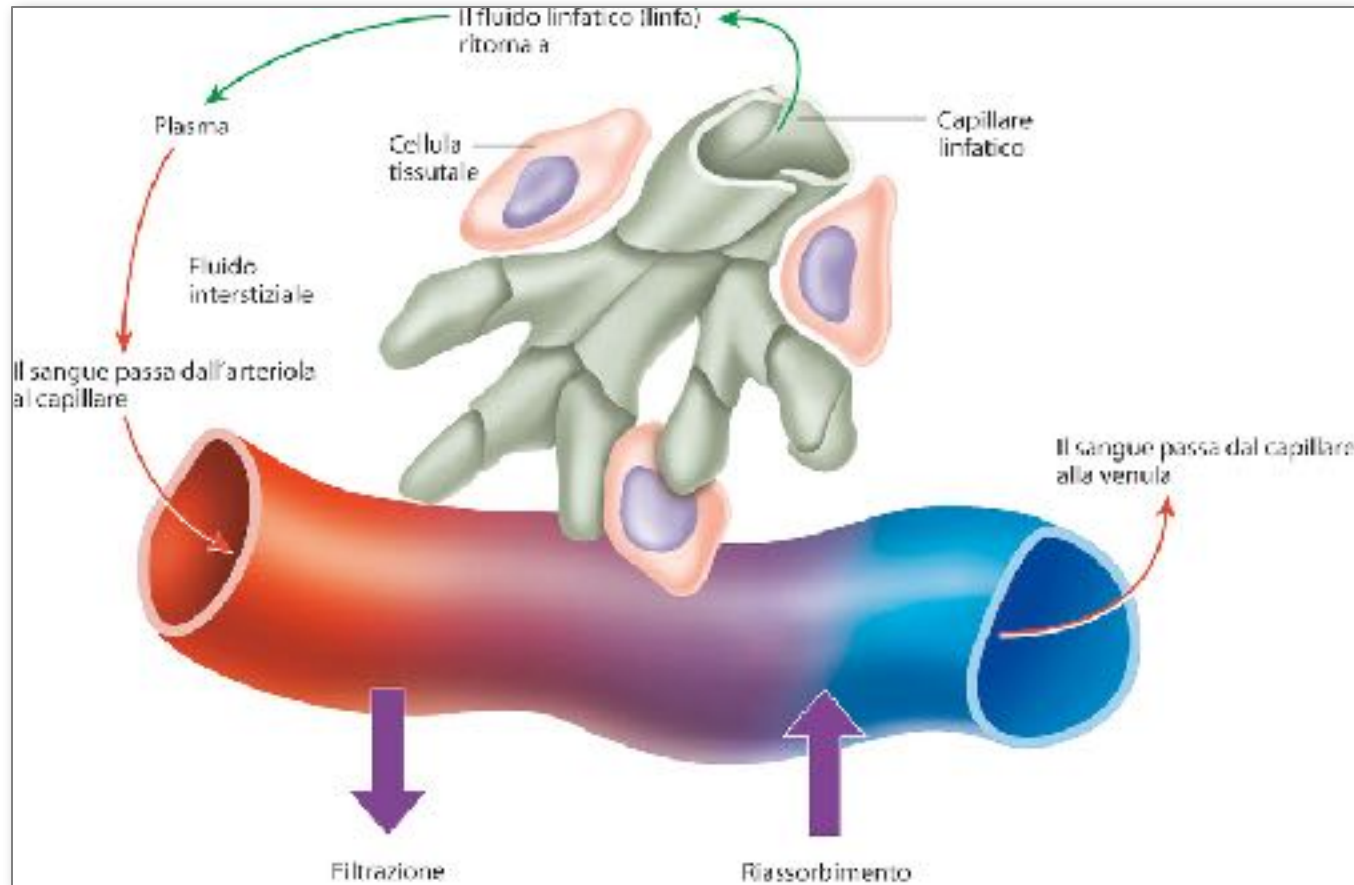
## 10. La struttura e le funzioni dei vasi sanguigni

La lentezza del flusso ematico nei capillari è utile perché consente lo scambio di sostanze attraverso le loro pareti. Le arteriole regolano il flusso sanguigno nei capillari dove nutrienti, gas e sostanze di rifiuto sono scambiati tra il sangue e il fluido interstiziale.

L'acqua e i soluti fluiscono fuori dal capillare sanguigno nel fluido interstiziale circostante, effettuando la **filtrazione**. Se l'acqua e i soluti migrano dal fluido interstiziale al capillare si dice **riassorbimento**.

ZANICHELLI

# 10. La struttura e le funzioni dei vasi sanguigni



**ZANICHELLI**

# 11. Il flusso ematico nei vasi sanguigni

La contrazione dei ventricoli produce la **pressione sanguigna**, cioè la pressione esercitata dal sangue sulle pareti del vaso. La pressione arteriosa diminuisce progressivamente quando il sangue passa dalle arterie sistemiche ai capillari e torna all'atrio destro; il calo massimo della pressione si registra nelle arteriole.

# 11. Il flusso ematico nei vasi sanguigni

La **resistenza vascolare** è la resistenza che incontra il flusso sanguigno lungo le pareti dei vasi.

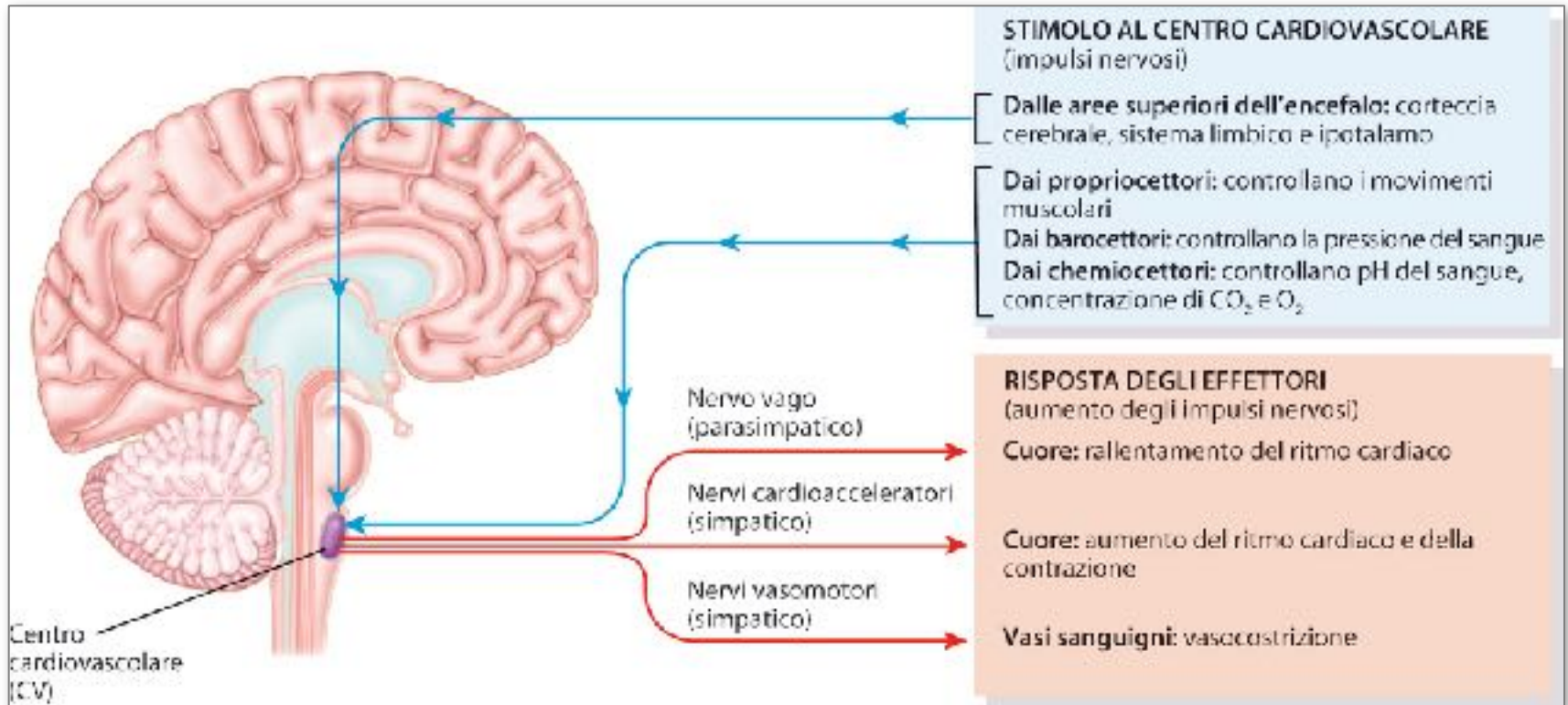
Essa dipende da

1. ampiezza del lume;
2. viscosità del sangue;
3. lunghezza complessiva del vaso sanguigno.

# 11. Il flusso ematico nei vasi sanguigni

Il **centro cardiovascolare (CV)** è la principale regione del sistema nervoso deputata alla regolazione della frequenza cardiaca, della forza delle contrazioni, della vasodilatazione o vasocostrizione dei vasi sanguigni.

# 11. Il flusso ematico nei vasi sanguigni



**ZANICHELLI**

# 11. Il flusso ematico nei vasi sanguigni

Il riflesso dei barocettori consente una regolazione rapida della pressione sanguigna.

I chemiocettori sono situati nei due **glomi carotidei** nelle arterie carotidi comuni e nel **glomero aortico** nell'arco aortico.

# 11. Il flusso ematico nei vasi sanguigni

Diversi ormoni partecipano alla regolazione della pressione e del flusso sanguigno.

- 1. il sistema renina-angiotensina-aldosterone (RAA);**
- 2. adrenalina e noradrenalina;**
- 3. ormone antidiuretico (ADH);**
- 4. peptide antidiuretico atriale (ANP).**

# 12. Vie di distribuzione del sangue

I vasi sanguigni sono organizzati a formare **vie di distribuzione** che trasportano il sangue a tutto l'organismo.

Le vie principali sono

- **il circolo sistemico;**
- **il circolo polmonare;**
- **il sistema portale epatico.**