

# Generalità sull'apparato circolatorio

VASI

Il principale sistema di trasporto dell'organismo è rappresentato dal SISTEMA CIRCOLATORIO, in cui le sostanze sono sciolte o sospese nel liquido e trasportate da un punto all'altro dell'organismo grazie ad un sistema di tubi (= vasi).

Ci sono due principali sistemi circolatori:  
Il sist. circ. EMATICO e quello LINFATICO

# Sistema Circolatorio Ematico

Principale mezzo di trasporto di **ossigeno** e **anidride carbonica**, dei nutrienti e prodotti catabolici, delle cellule dei sistemi di difesa, di ormoni e altre sostanze (ad es. fattori della coagulazione)

# Sistema Circolatorio Linfatico

Drena il **liquido extracellulare** dai tessuti, riportandolo al sistema ematico dopo il passaggio attraverso i linfonodi, trasporta sostanze (**lipidi**) assorbite dall'apparato digerente, e **cellule** dei sistemi di difesa.

Sistema circ. ematico è una sorta di rete costituita da tre tipi principali di vasi ematici deputati al trasporto/distribuzione:

- **ARTERIE**, che trasportano il sangue dal cuore verso la periferia, man mano di diametro minore → ARTERIOLE
- **VENE**, che trasportano il sangue dalla periferia verso il cuore → VENULE
- **CAPILLARI**, vasi microscopici che collegano le arteriole alle venule e che permettono **gli scambi** metabolici tra il sangue e le cellule dei tessuti

# Sistema Circolatorio ematico

2 circuiti:

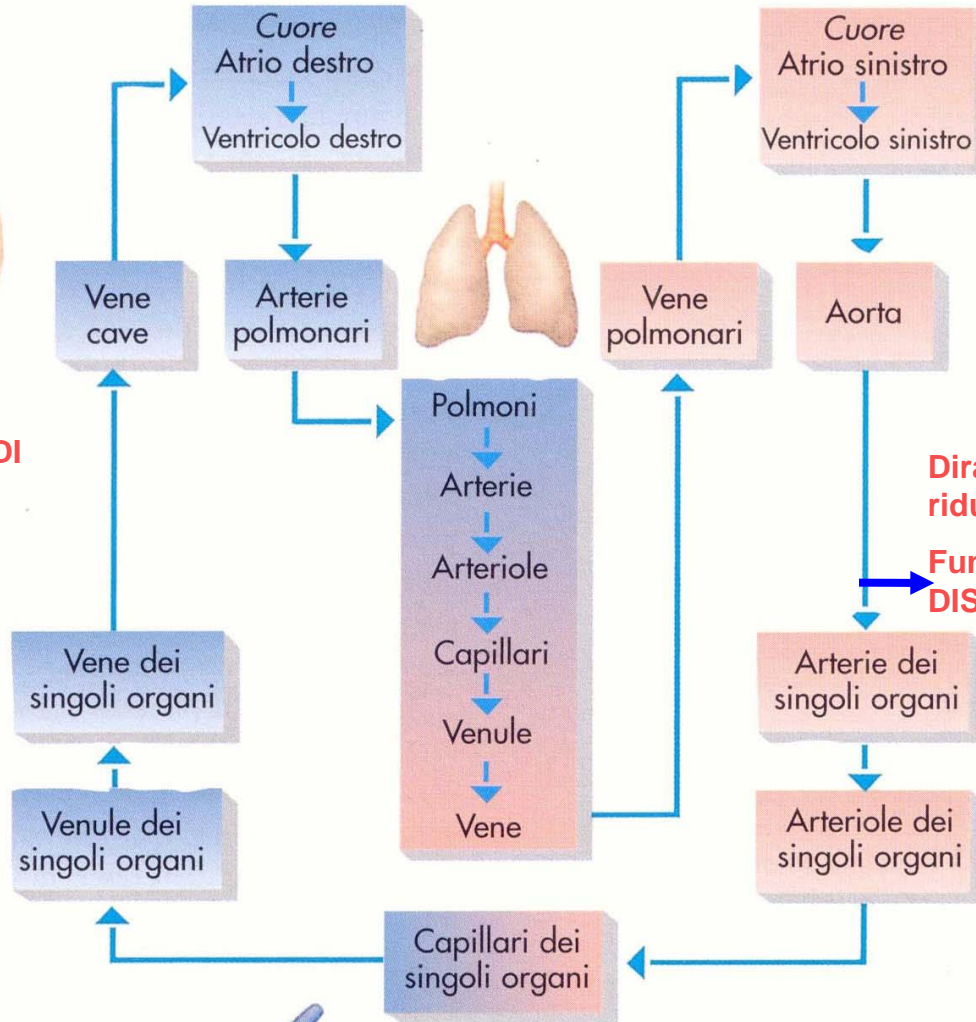
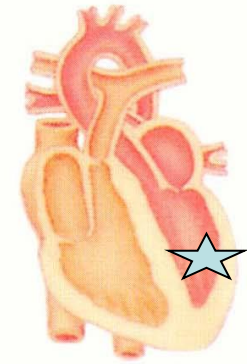
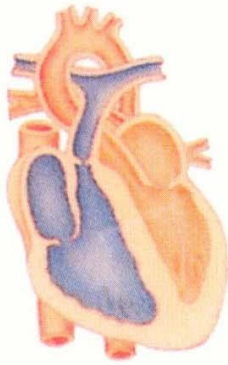
- circolazione polmonare (piccola)
- circolazione sistemica (grande)

entrambi iniziano e terminano al cuore

## CIRCOLAZIONE POLMONARE:

Deputata all'ossigenazione del sangue, con liberazione di CO<sub>2</sub>

CIRCOLAZIONE SISTEMICA: Deputata a trasportare e distribuire il sangue OSSIGENATO e ricco di nutrienti a tutti i tessuti e organi-CUORE INCLUSO- e a raccogliere da questi CO<sub>2</sub> e prodotti catabolici



**Progressivo AUMENTO DI CALIBRO**

**Diramazioni con progressiva riduzione del calibro**

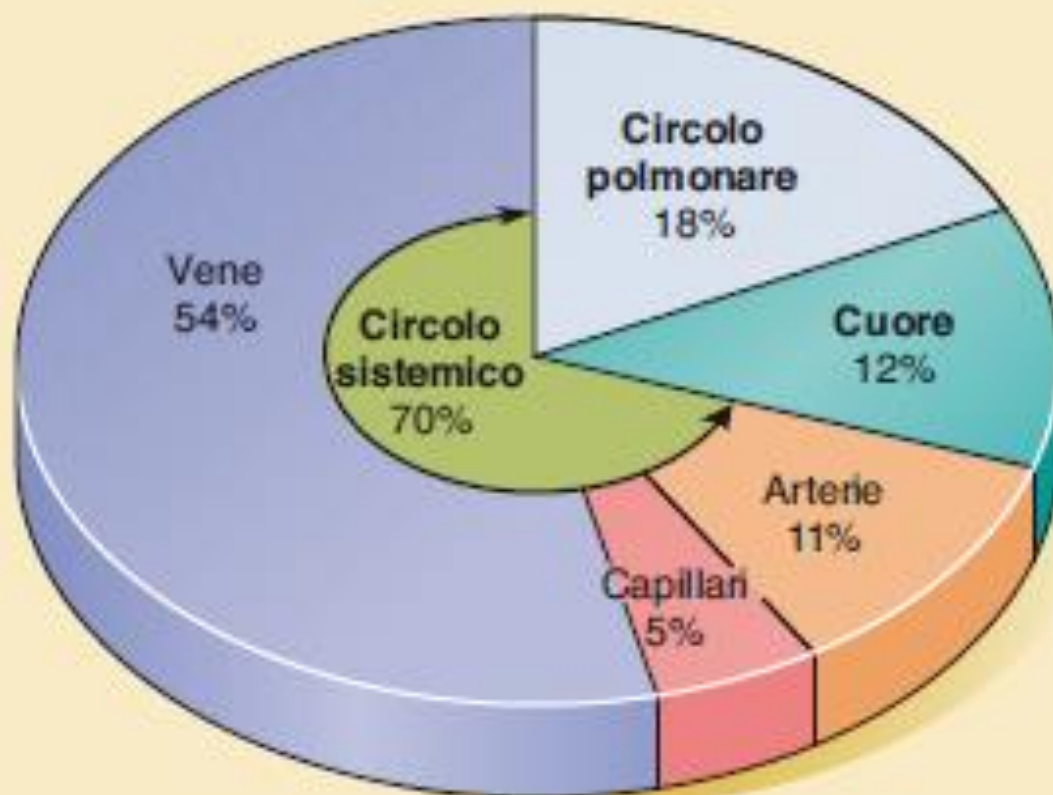
**Funzione di TRASPORTO E DISTRIBUZIONE**

**Miliardi di capillari, 10um  
FUNZIONE DI SCAMBIO**

Circolazione sanguigna nel corpo.

# Struttura dei vasi ematici

## Distribuzione del sangue

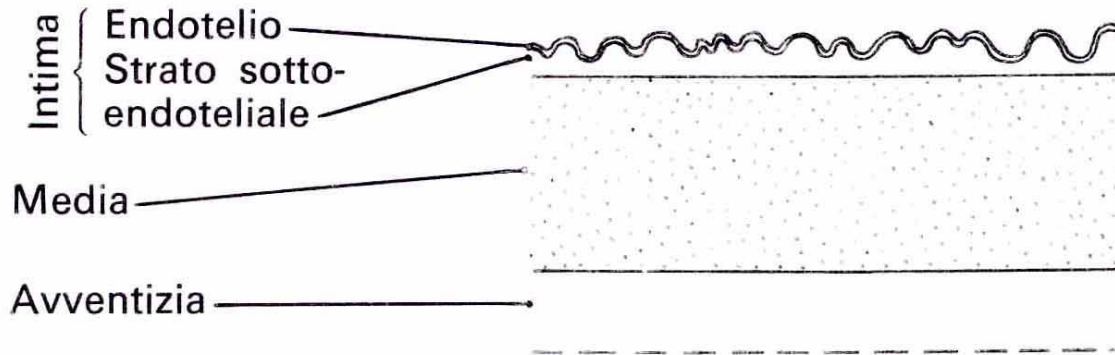


**Figura 21.10** Tipica distribuzione del sangue in un adulto a riposo.

• *Quale caratteristica anatomica permette alle vene di contenere così tanto sangue rispetto alle arterie?*



**Fig. 3.** Organizzazione strutturale della parete di un vaso sanguifero.



## **Struttura**

## **Funzioni**

### **Tonaca intima**

*a)* Endotelio

Omeostasi nei riguardi del sangue (ne impedisce la coagulazione), assorbimento, pinocitosi, fagocitosi.

*b)* Strato sotto-endoteliale (fibro-elastico lasso)

Trofismo della parete, deposito di materiali assorbiti.

### **Tonaca media**

(a prevalenza muscolare, elastica o fibrosa)

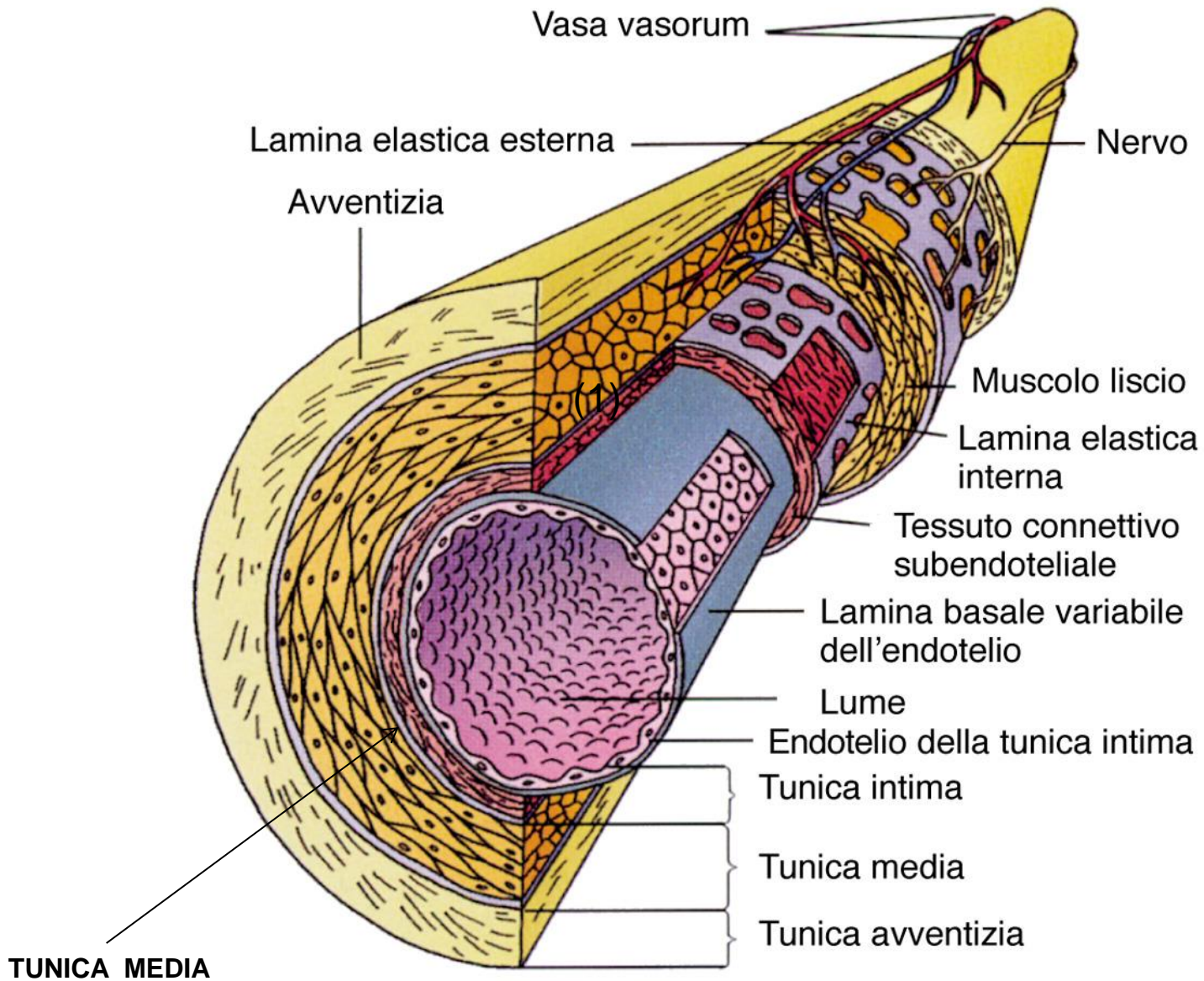
Motilità del vaso, elasticità, sede di importanti dispositivi nervosi.

### **Tonaca avventizia**

(a prevalenza per lo più fibrosa o fibro-elastica)

Elasticità, sede di importanti dispositivi vascolari per il trofismo della media.

Ancoraggio e stabilità tessuti circostanti. Rinforza il vaso



**Figura 11-1**

# TONACA INTIMA

- Strato più interno di un vaso ematico
- Formata da ENDOTELIO + strato connettivo sottoendoteliale
- Membrana elastica interna

# TONACA MEDIA

- Fasci concentrici di tessuto muscolare liscio disposti circolarmente al vaso +tessuto connettivo (fibre elastiche)
- Membrana elastica esterna
- Muscolatura importante per la contrazione che modifica il calibro dei vasi (vasocostrizione o vasodilatazione).

(N.B: qualsiasi modificazione del diametro dei vasi modifica sia la pressione che il flusso di sangue attraverso il tessuto!!!)

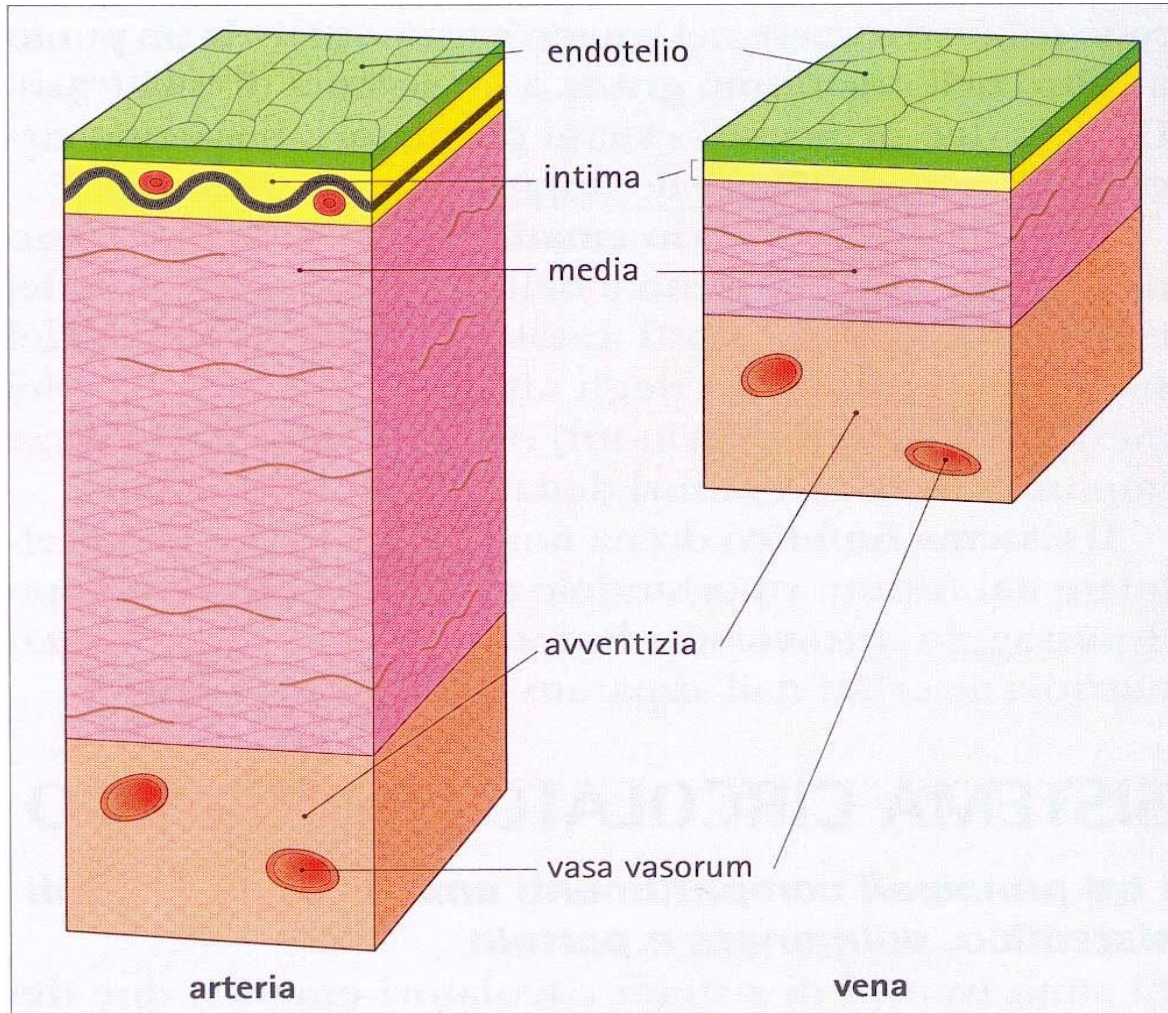
- Può presentare vasa vasorum (>>nelle vene)

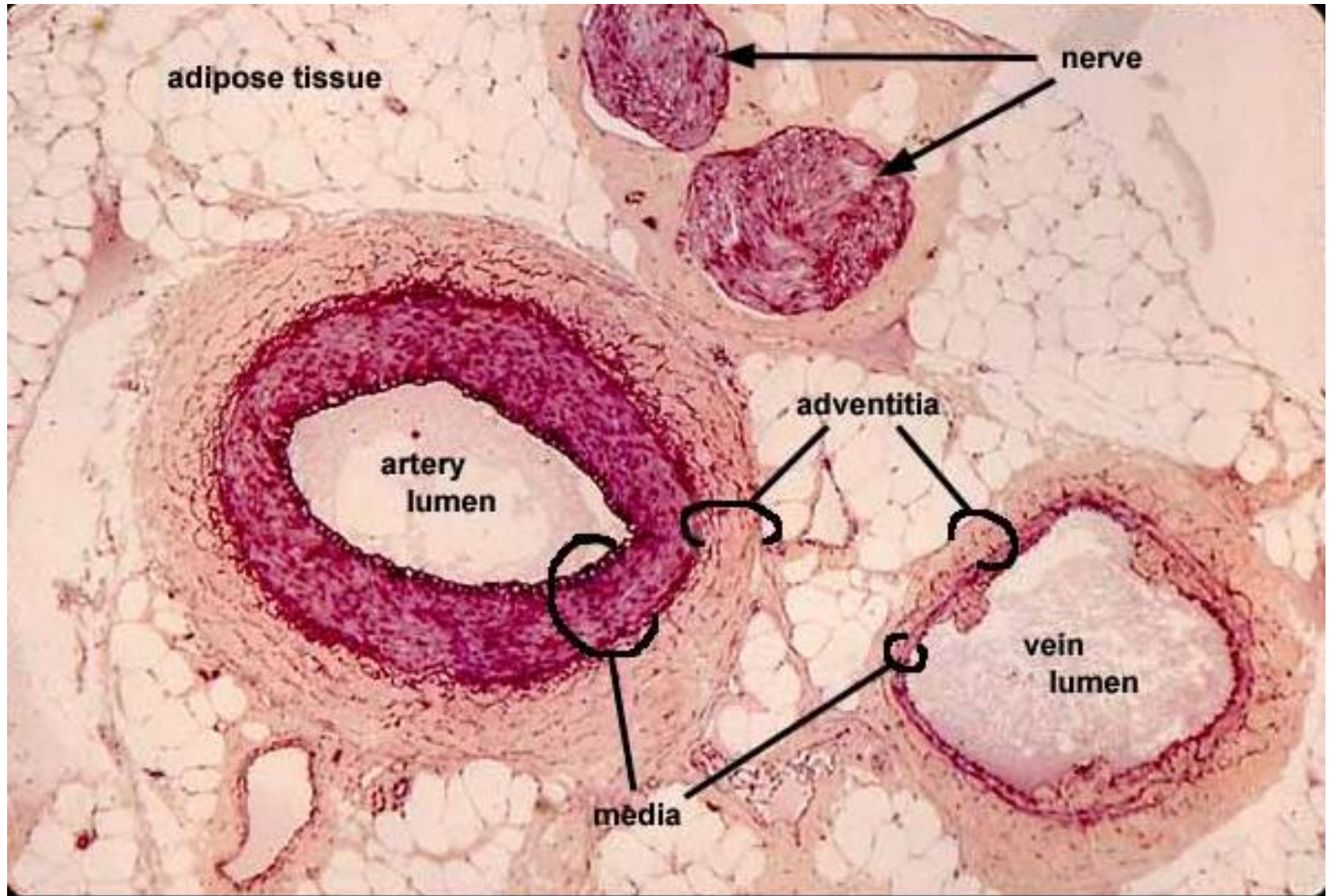
→ I capillari e le venule post-capillari non hanno una tonaca media

# TONACA AVVENTIZIA

- Forma una guaina di tessuto connettivo esterna attorno al vaso (fibre collagene)
- Fornisce stabilità e ancoraggio del vaso ai tessuti circostanti
- Molto spessa nelle vene
- Può presentare vasa vasorum (>>nelle vene)

# STRUTTURA DEI VASI SANGUIGNI





# CARATTERISTICHE DELLE ARTERIE

*-dette anche vasi di **resistenza** (struttura tissutale resistente alla pressione alta, circolari in sezioni istologiche)*

*-decorrono in profondità*

*-generalmente decorso rettilineo*



# CLASSI DI ARTERIE

- 1) Art. elastiche/di conduzione (grosso calibro)
- 2) Art. muscolari/di distribuzione (medio e piccolo calibro)
- 3) Arteriole

Caratterizzate da diverse dimensioni e composizione delle tonaca media

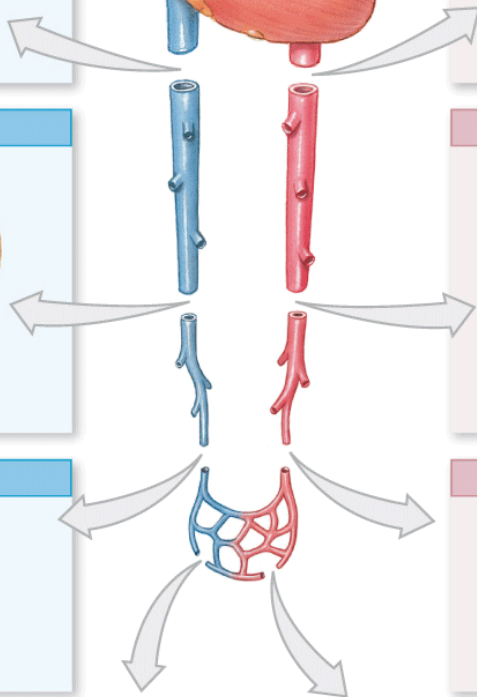
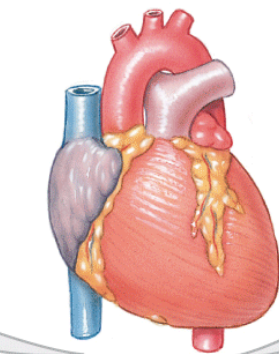
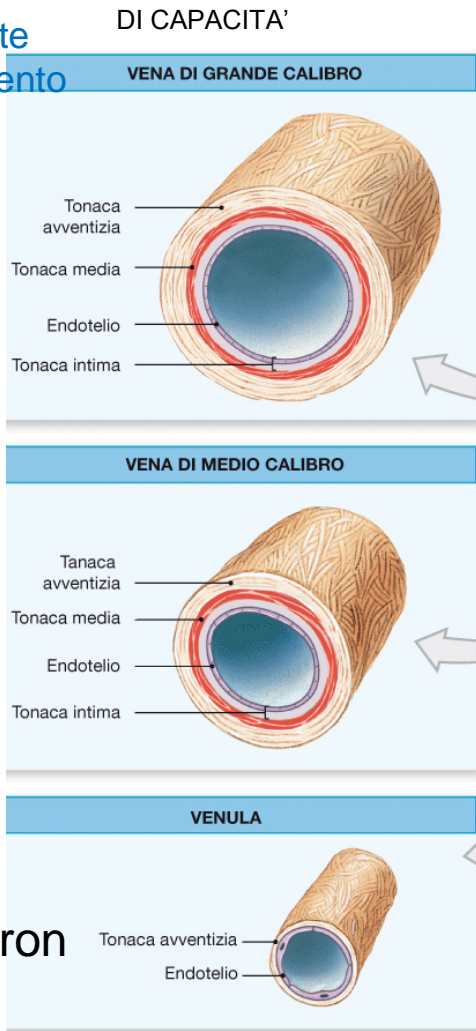
# Struttura istologica dei vasi sanguigni

P bassa  
 Flusso costante  
 Alto contenimento  
 (60%)  
 Valvole  
 >2,5 cm

VENA CAVA,  
 GIUGULARE INT,  
 V. RENALI

2-9 mm

20-100 micron



Capillari  
 8-10 micron

P controllata  
 Flusso pulsante  
 (11%)

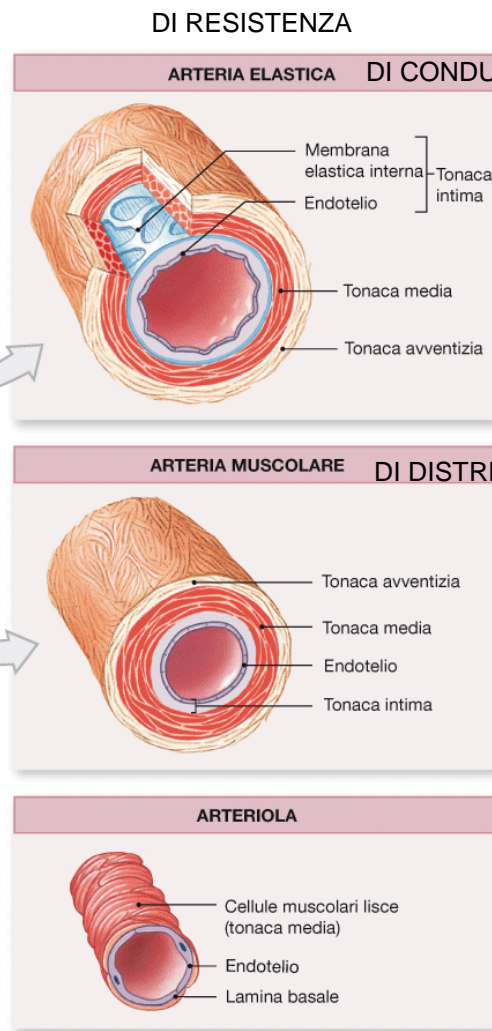
2,5-1 cm

AORTA, TRONCO  
 POLMONARE,  
 CAROTIDI COMUNI,  
 SUCCLAVIE, ILIACHE

1-0,4 cm

A. BRACHIALI,  
 FEMORALI, RENALI,  
 SPLENICHE,  
 CORONARIE

3 mm-  
 10 micron



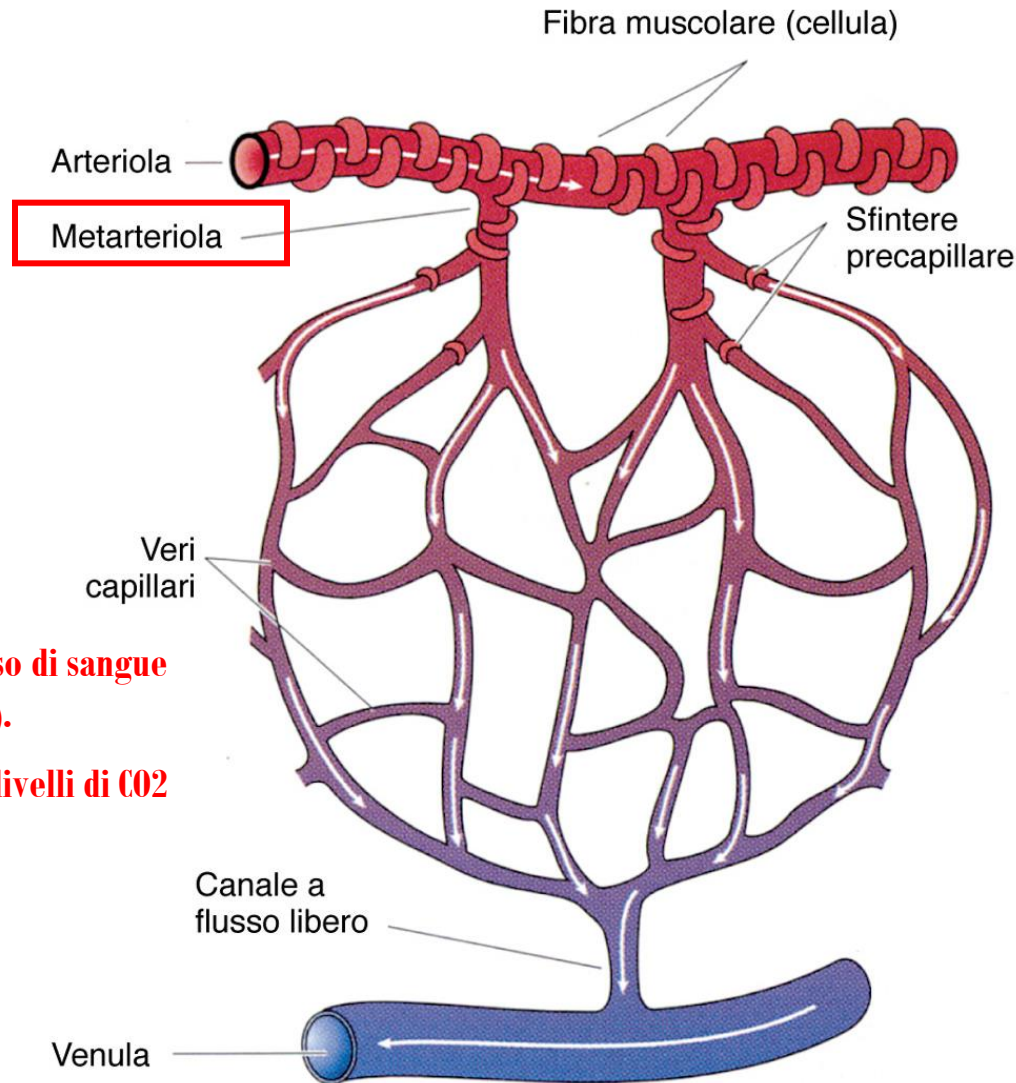
# Arteriole

---

➔ Tonaca media consiste di 1-3 lamine di cellule muscolari lisce e sottile tonaca avventizia.

➔ controllano il flusso sanguigno tra arterie e capillari, modificano il loro diametro in base alle condizioni locali, alla stimolazione nervosa, o endocrina.

Il segmento terminale delle arteriole, regione detta metarteriola, si assottiglia verso la giunzione capillare. Alla giunzione metarteriola-capillare, le cellule muscolari + distali formano lo sfintere pre-capillare, che controlla il flusso di sangue nei capillari.



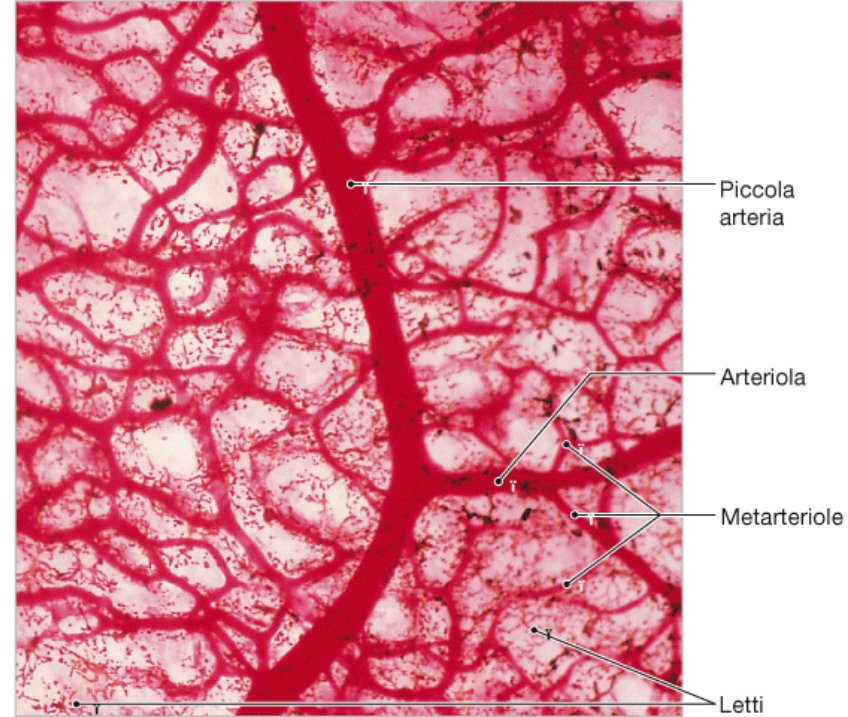
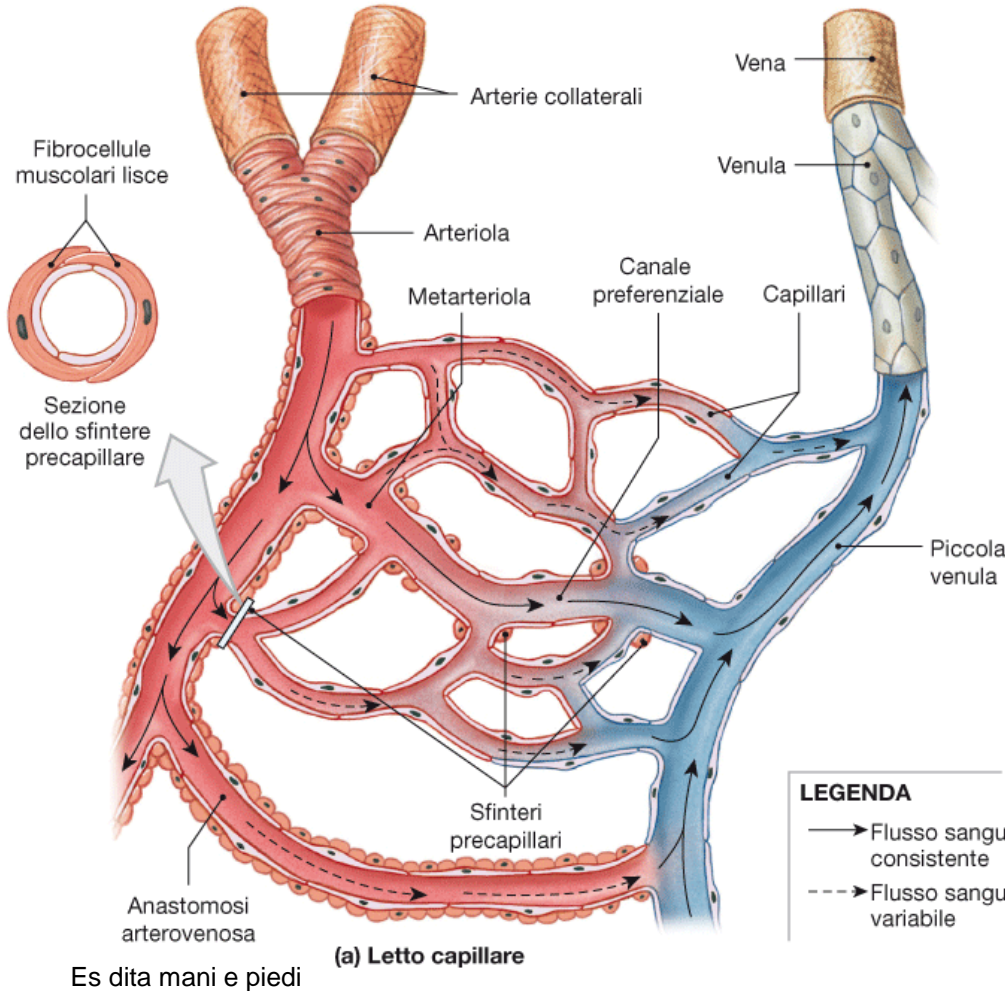
**Regolano e deviano il flusso!!**

→ **Regolare l'afflusso di sangue agli organi (es cute).**

**Si aprono quando i livelli di CO<sub>2</sub> aumentano.**

# La rete (o letto) capillare

I capillari non funzionano come entità separate, ma come parte di una rete interconnessa



(b) Micrografia del letto capillare

## LEGENDA

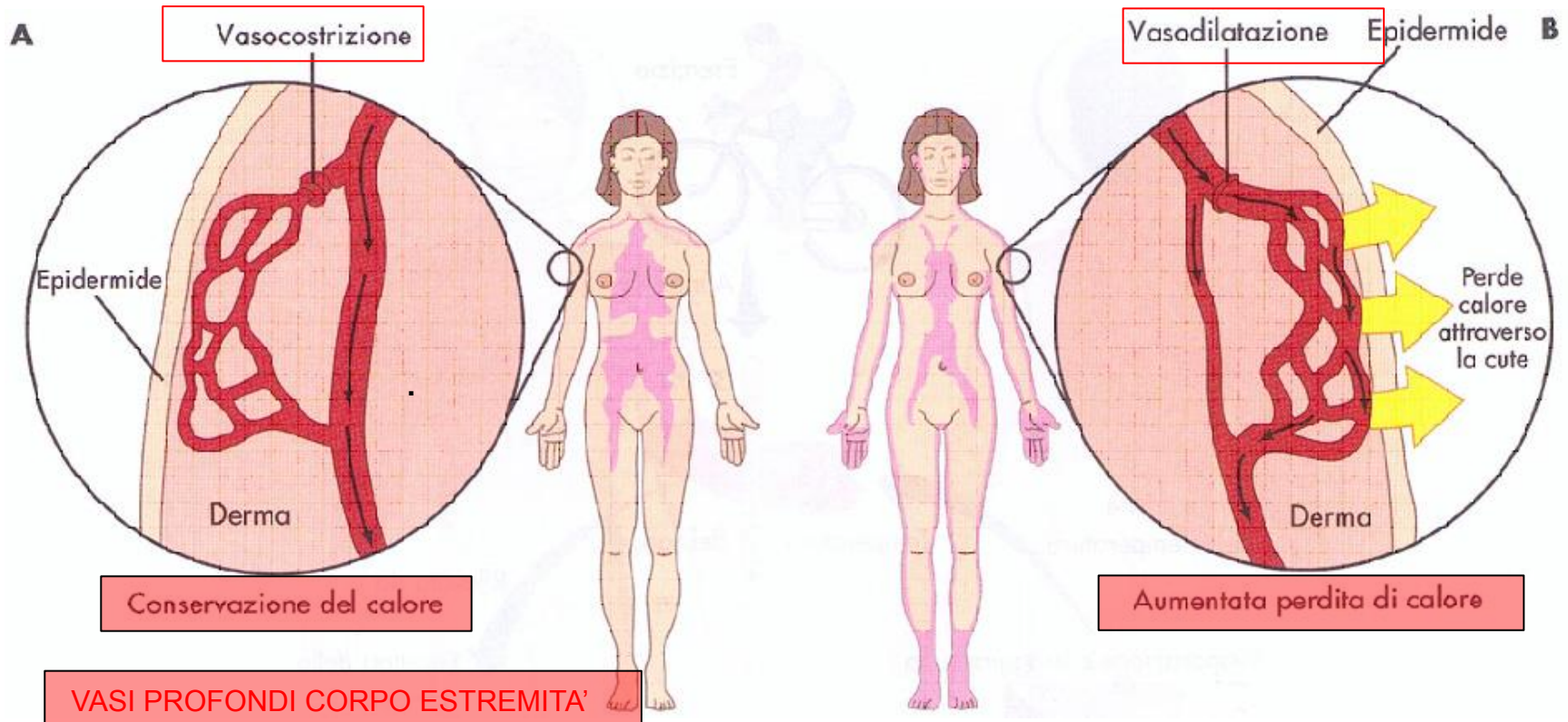
- Flusso sanguigno consistente
- - - Flusso sanguigno variabile

## Figura 22.5 Organizzazione di un letto capillare

(a) Caratteristiche generali di un letto capillare. La distribuzione del flusso ematico cambia continuamente in risposta alle modificazioni regionali della domanda di ossigeno da parte dei tessuti. (b) Letto capillare osservato su vivente.

Autoregolazione capillare: alternanza di percorsi capillari

# Ruolo dei vasi cutanei nella termoregolazione



**FREDDO:** per trattenere calore: stringo sfinteri pre-capillari, sangue direttamente nelle vene attraverso anastomosi artero-venose

**CALDO:** sangue dall'interno del corpo in superficie → capillari per disperdere calore.

Anastomosi: mani e piedi, scarsamente irrorate più sensibili al congelamento.  
**Attenzione all'ALCOOL.**

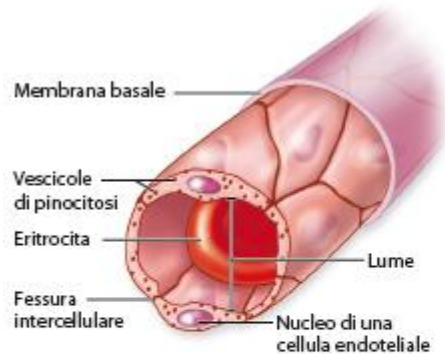
# CAPILLARI

**FUNZIONE DI SCAMBIO:** affinché il sangue svolga ogni sua funzione le sostanze nutrienti, rifiuti, ormoni, gas, devono passare tra il sangue e i **liquidi tissutali attraverso la parete dei vasi**

- Costituiti da singolo strato di cellule endoteliali che poggiano su LB (diam medio  $5\mu\text{m}$ )
- Il sangue scorre lentamente e ciò permette la diffusione o il trasporto attivo di sostanze attraverso la parete capillare.
- Superficie complessiva 6300 mq (organizzati in letti)
- → diffusione/pori
- Periciti

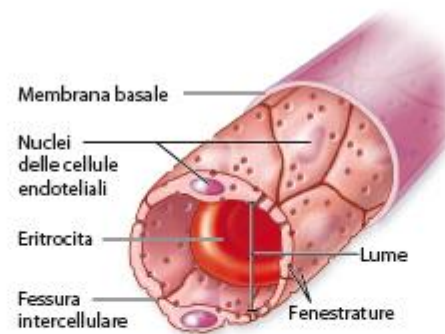
# Tipi di capillari

## CONTINUI



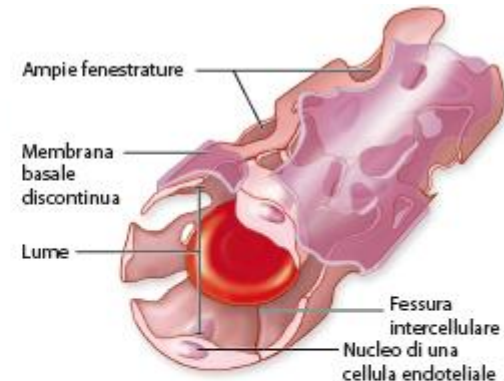
(a) Capillari continui

## FENESTRATI



(b) Capillare fenestrato

## SINUSOIDI



(c) Sinusoide

### Figura 23.6

**Tipi di capillari.** (a) I capillari continui sono caratterizzati dalla presenza di giunzioni occludenti tra le cellule endoteliali che consentono un passaggio minimo di liquidi. (b) I capillari fenestrati sono caratterizzati dalla presenza di fenestrature (pori) tra le cellule endoteliali che consentono il passaggio di molecole di piccole dimensioni. (c) I sinusoidi sono caratterizzati dalla presenza di grandi fenestrature tra le cellule endoteliali e da una lamina basale discontinua che favorisce il passaggio di molecole di grandi dimensioni.

Nella maggior parte dei tessuti

In organi ad alta attività di filtrazione o assorbimento (es reni e intestino)

Per un intimo scambio tra plasma e cellule (es fegato, milza, midollo osseo)



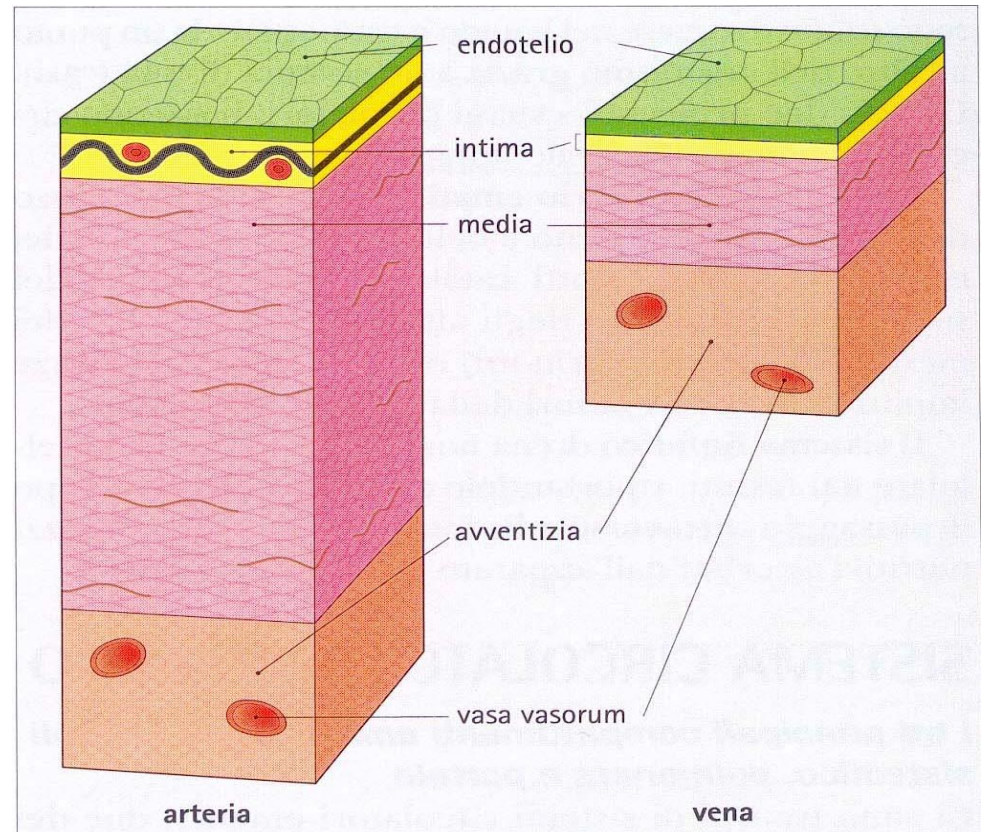
# VERE

-considerati vasi di capacità (parete sottile e flaccida si dilatano per ospitare un maggiore volume di sangue)

-pressione più bassa e (10 mmHg)

-più numerose delle arterie

-sia superficiali che profonde



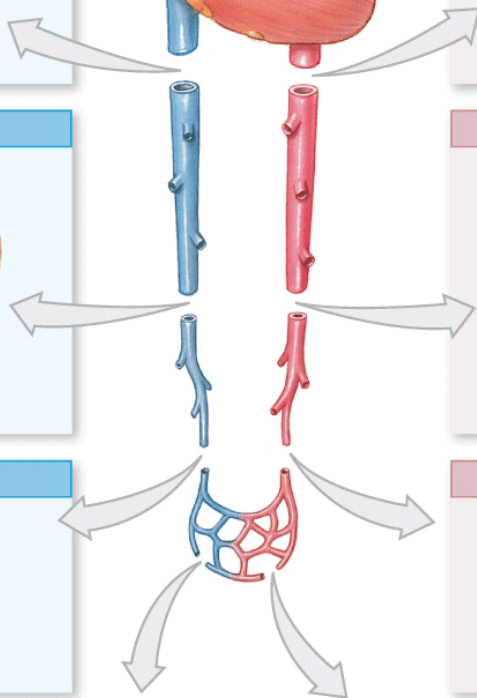
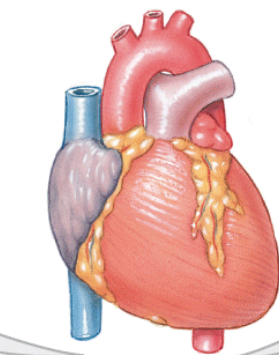
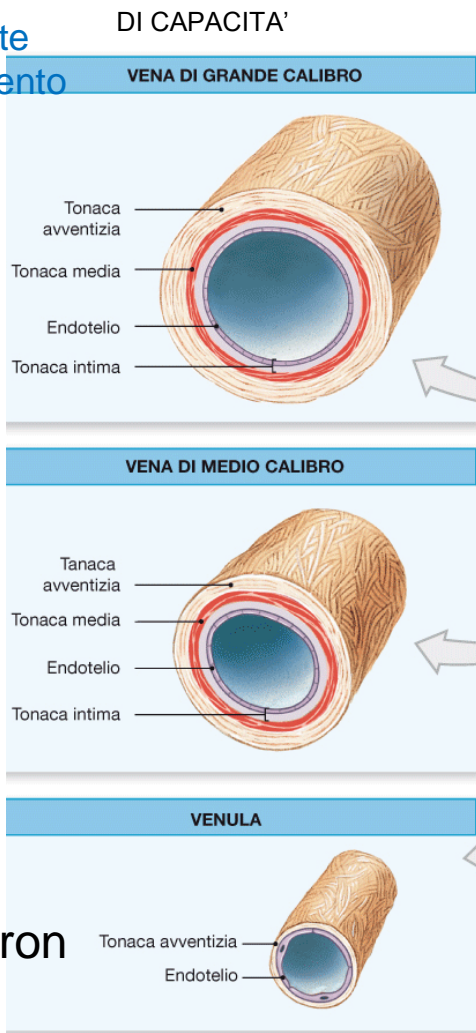
# Struttura istologica dei vasi sanguigni

P bassa  
 Flusso costante  
 Alto contenimento  
 (60%)  
 Valvole  
 >2,5 cm

VENA CAVA,  
 GIUGULARE INT,  
 V. RENALI

2-9 mm

20-100 micron



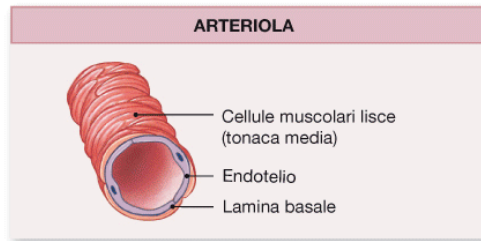
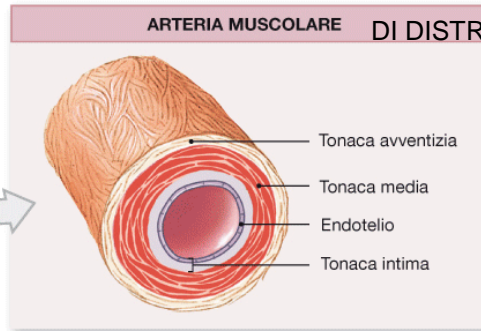
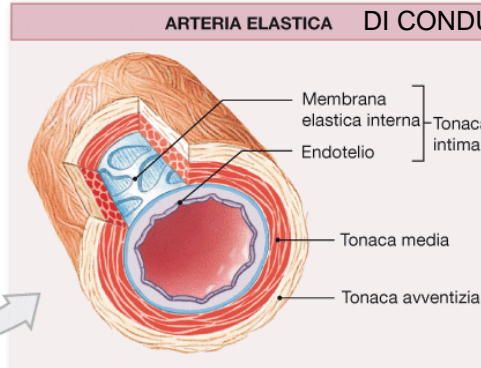
Capillari  
 8-10 micron

**DI RESISTENZA**  
**DI CONDUZIONE**

P controllata  
 Flusso pulsante  
 (11%)

2,5-1 cm

AORTA, TRONCO  
 POLMONARE,  
 CAROTIDI COMUNI,  
 SUCLAVIE, ILIACHE



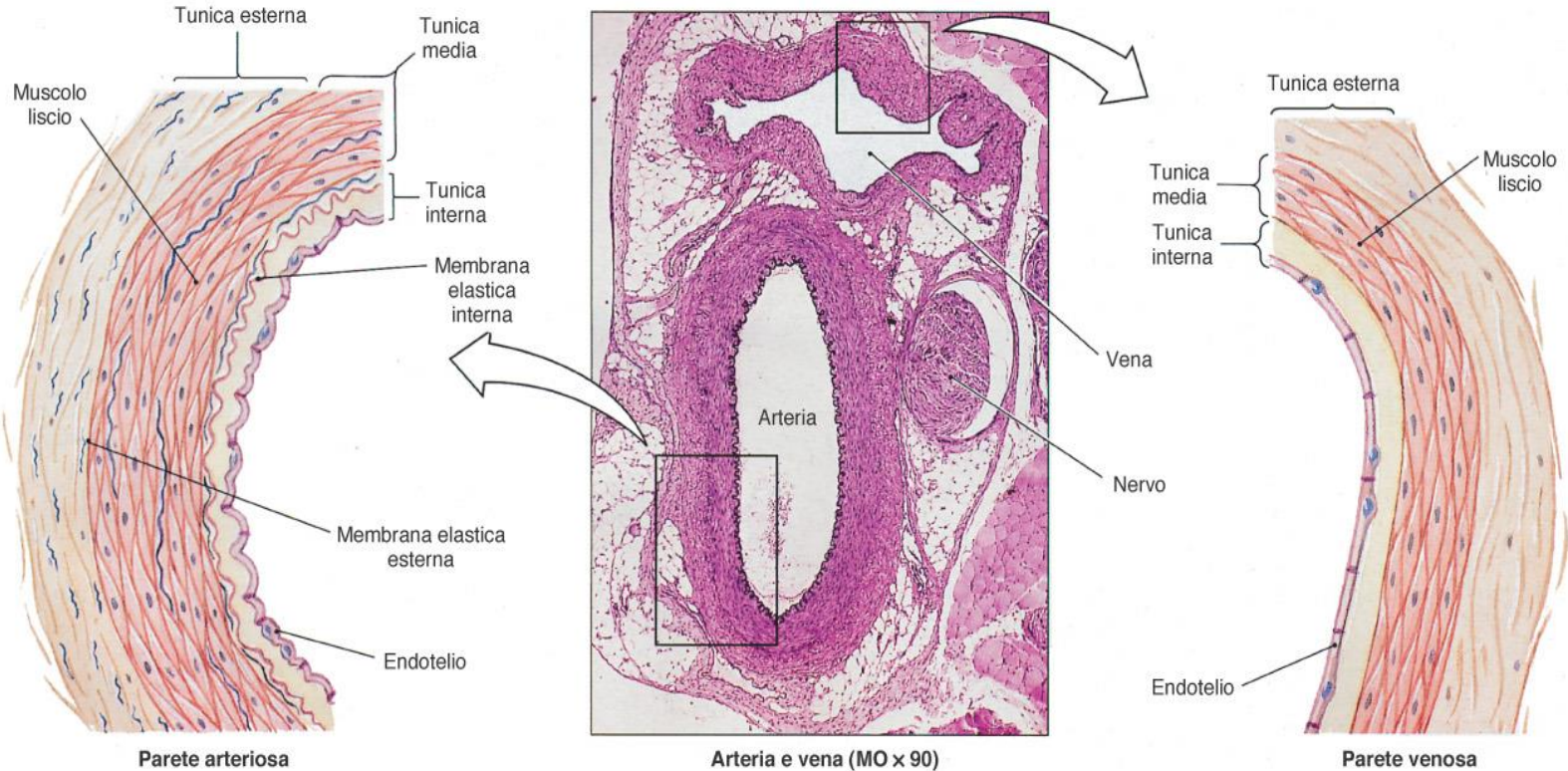
1-0,4 cm

A. BRACHIALI,  
 FEMORALI, RENALI,  
 SPLENICHE,  
 CORONARIE

3 mm-  
 10 micron

# Confronto tra arterie e vene

Le arterie e le vene che vascolarizzano una stessa regione viaggiano tipicamente fianco a fianco.



**FIGURA 22-1**

Raffronto tra una tipica arteria e una tipica vena. Micrografia ottica di una arteria, di una vena e del nervo satellite.

- Più muscolo liscio e fibre elastiche (resistenza alla pressione)
- lume minore (se contratte), ma ben definito

- Parete più sottile
- Meno muscolatura, + connettivo
- Prevale la tonaca avventizia
- Tendono a collassare in sezione (<< pressione)

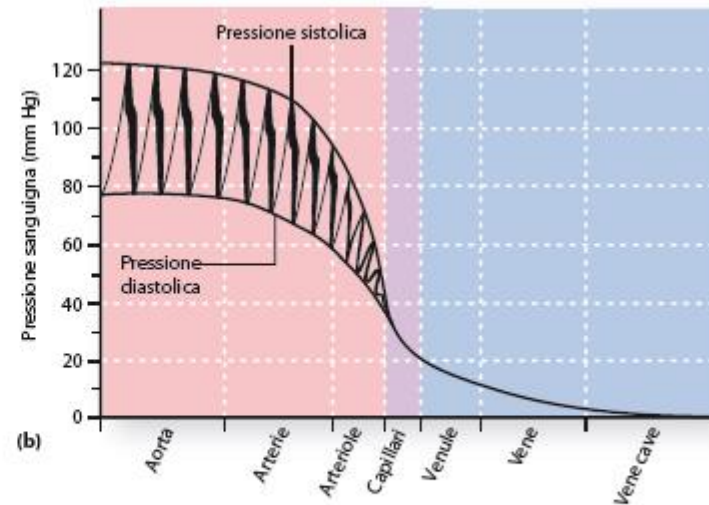
# La pressione sanguigna

La forza che il sangue esercita sulla parete interna del vaso (per unità di area)

Prodotta dai ventricoli



(a)



(b)

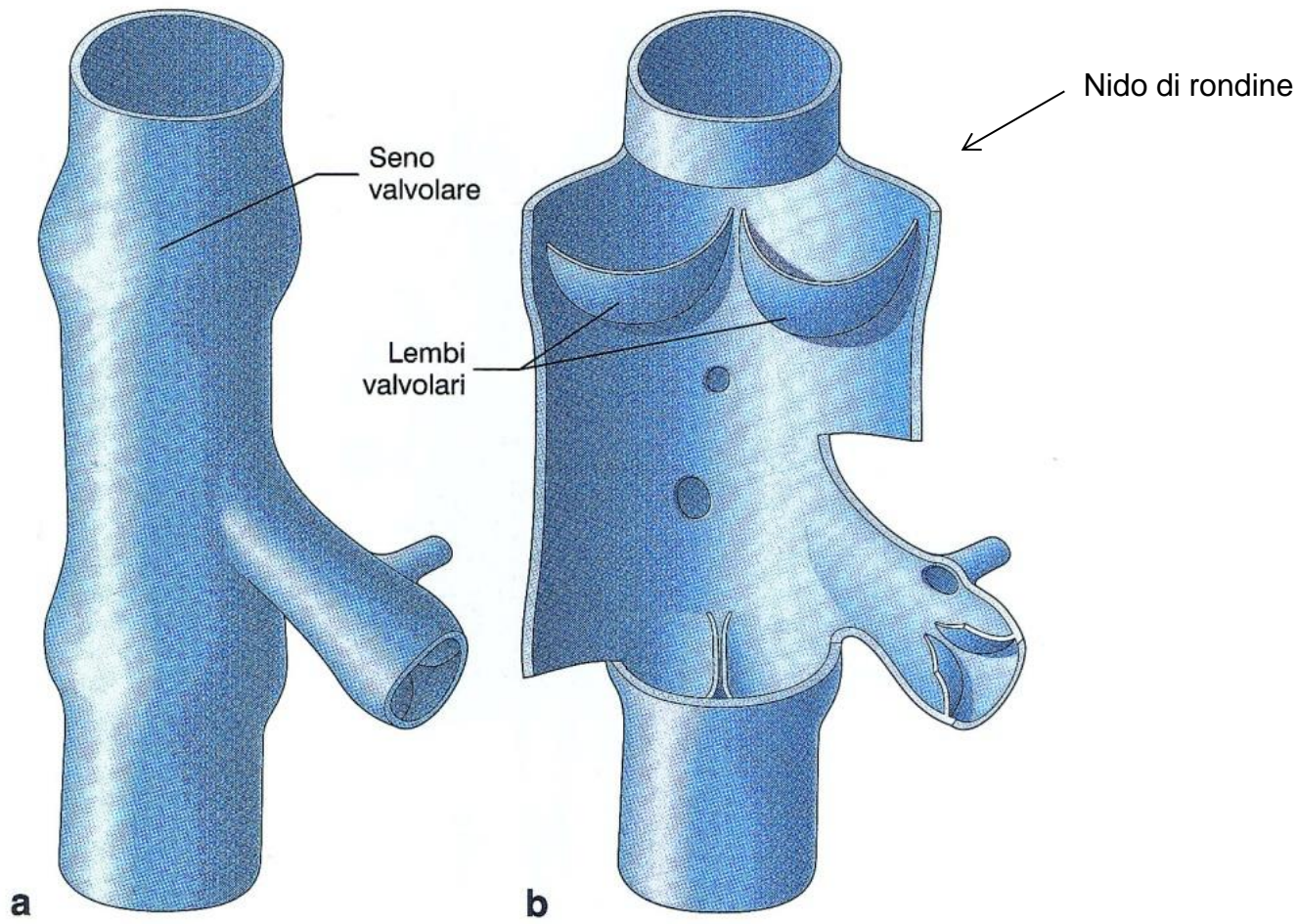
## Figura 23.8

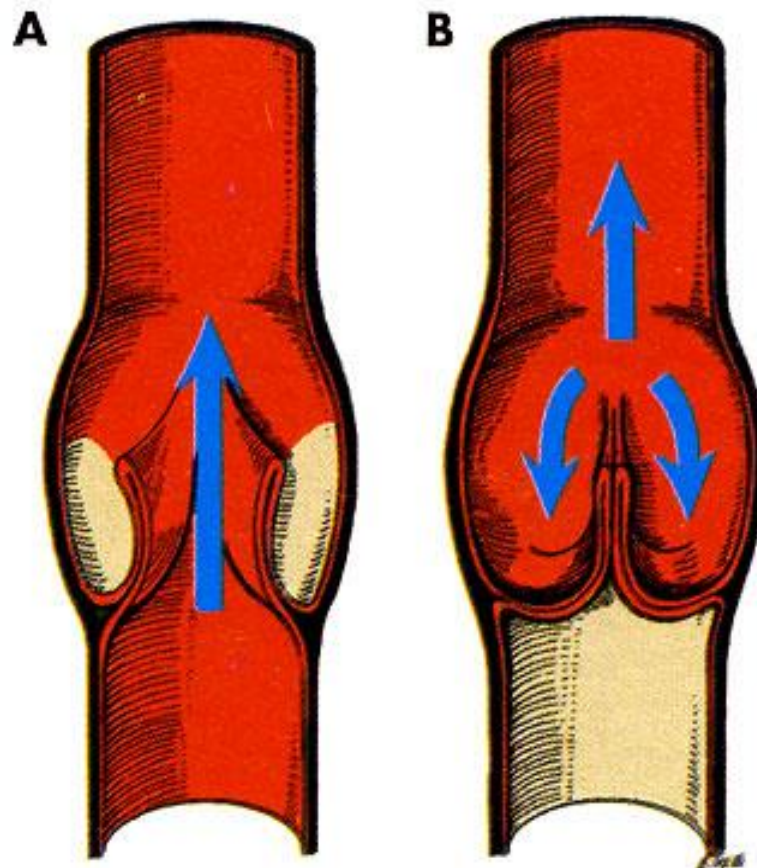
**La pressione sanguigna.** (a) Lo sfigmomanometro è uno strumento utilizzato per misurare la pressione in corrispondenza dell'arteria brachiale. (b) Il tracciato mette a confronto le variazioni della pressione sanguigna quando il sangue scorre nei diversi tipi di vasi che costituiscono il sistema cardiovascolare.

**La Circolazione venosa** (pressione sangue molto bassa) **viene mantenuta da:**

- **contrazione muscolatura liscia del vaso,**
- **presenza di Valvole semilunari che rendono il flusso unidirezionale (contro gravità).**

# VALVOLE SEMILUNARI O A NIDO DI RONDINE



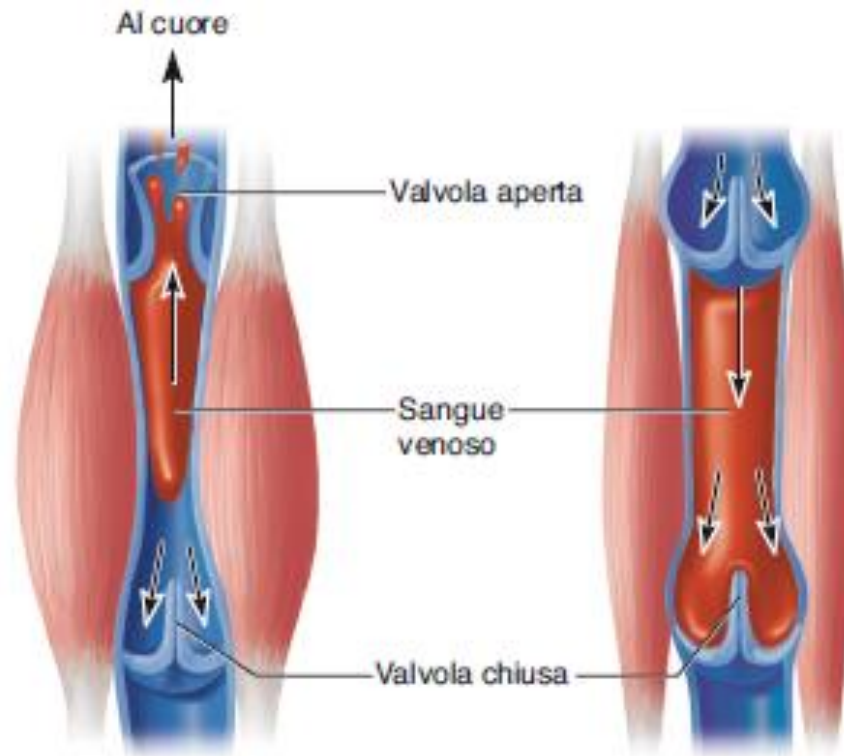


**Figura 19-20** Valvole semilunari. Nelle vene, le valvole semilunari facilitano la circolazione impedendo il flusso a ritroso del sangue venoso quando la pressione in una determinata area è bassa. **A**, la pressione locale alta spinge i lembi valvolari lateralmente nel vaso, facilitando il flusso. **B**, quando la pressione al di sotto delle valvole cade, il sangue comincia a rifluire a ritroso ma riempie le «tasche» formate dai lembi valvolari che vengono riavvicinati e bloccano così un ulteriore reflusso sanguigno.

# **La Circolazione venosa** (pressione sangue molto bassa) **viene mantenuta da:**

- **contrazione muscolatura liscia del vaso,**
- **presenza di Valvole semilunari che rendono il flusso unidirezionale (contro gravità).**
- **contrazione muscolatura scheletrica (pompa muscolo-scheletrica)**





(a) Muscoli scheletrici contratti

(b) Muscoli scheletrici rilasciati

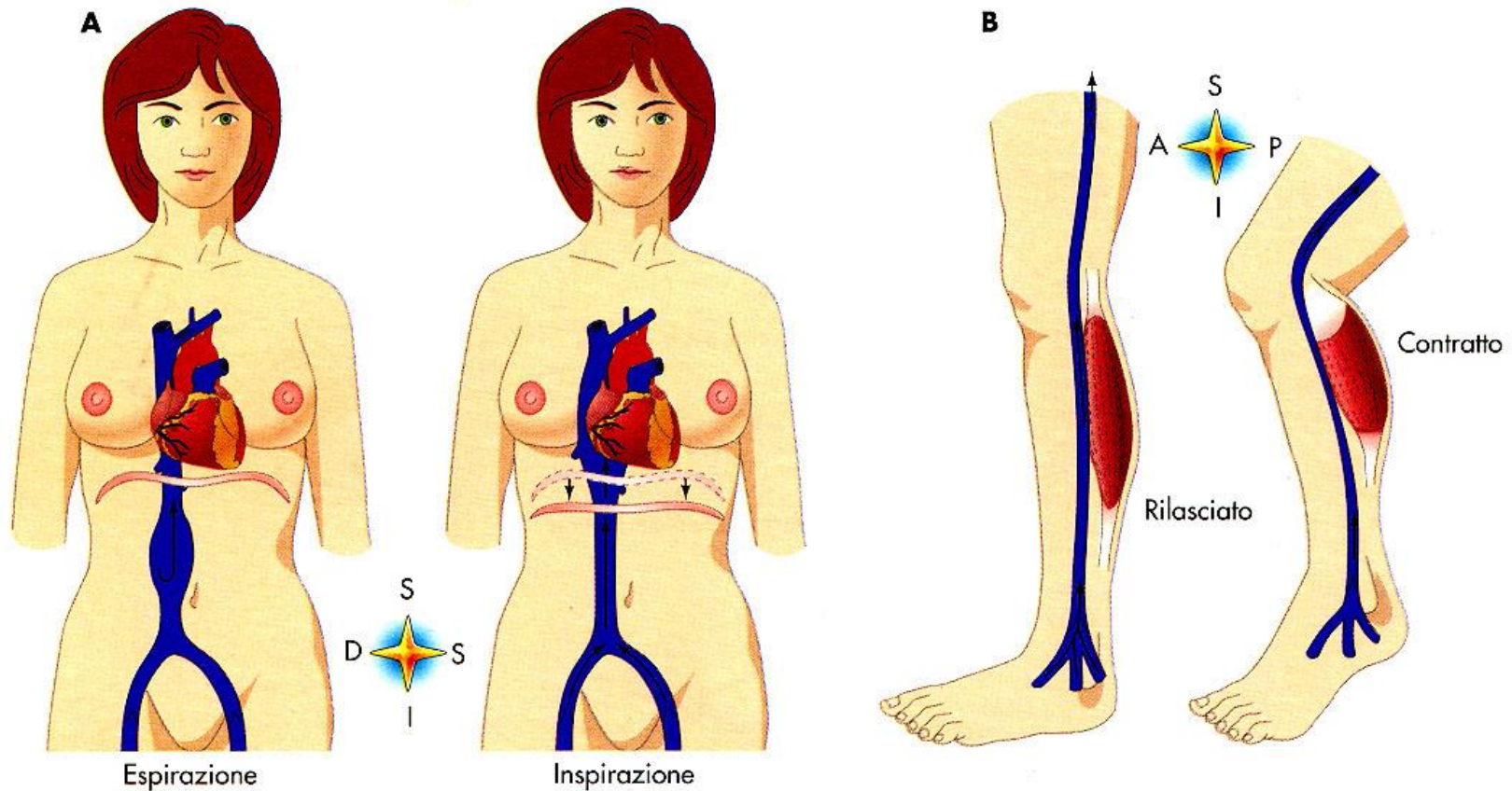
**Figura 21.11** Pompa scheletrica muscolare. (a) La contrazione muscolare schiaccia le vene profonde e forza il sangue attraverso la valvola seguente in direzione del cuore. Le valvole al di sotto del punto di compressione prevengono il reflusso. (b) Quando i muscoli si rilassano, il sangue fluisce indietro sotto la spinta della gravità ma può fluire soltanto fino alla valvola successiva.

→ importanza attività fisica

# **La Circolazione venosa** (pressione sangue molto bassa) **viene mantenuta da:**

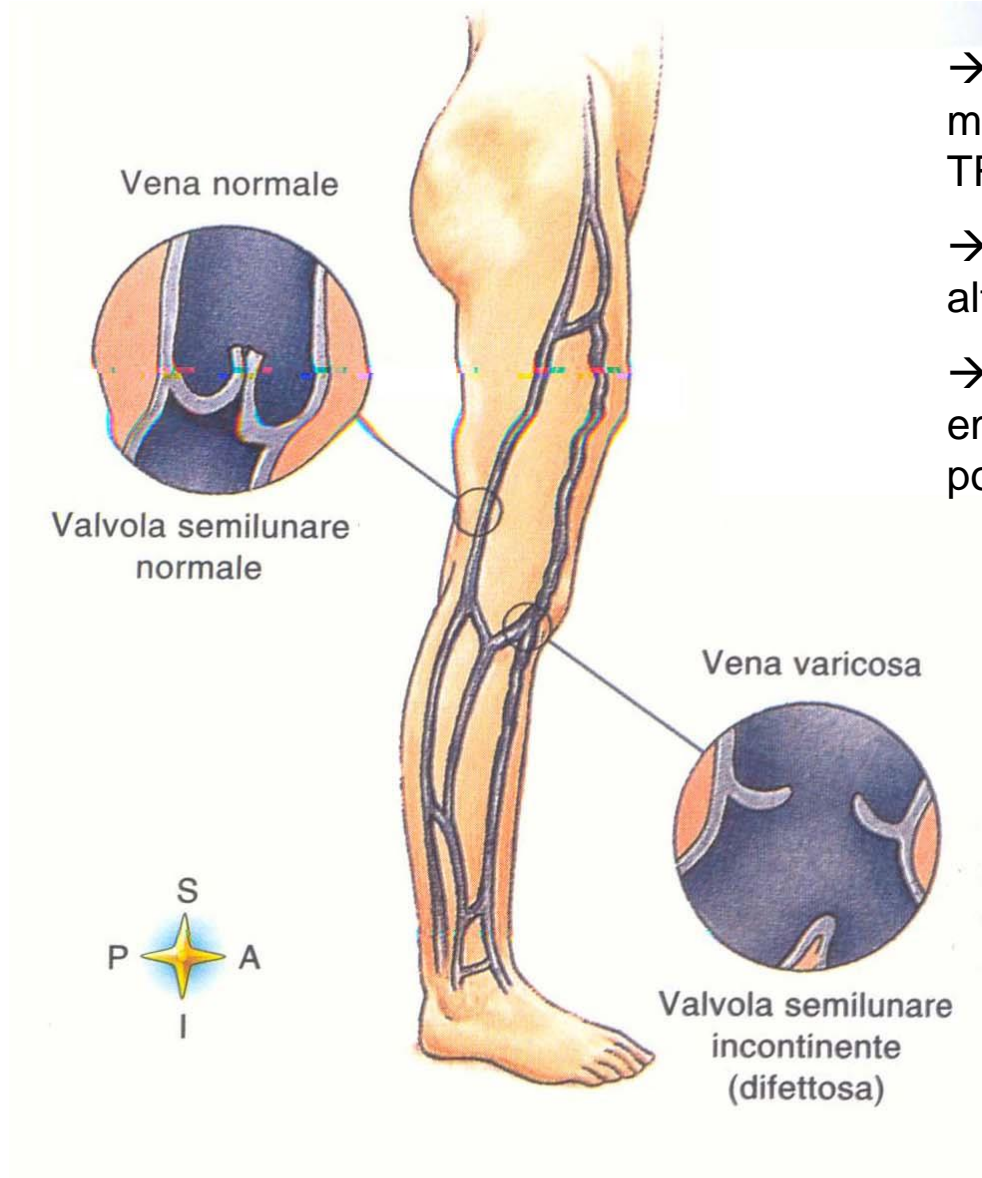
- **contrazione muscolatura liscia del vaso,**
- **presenza di Valvole semilunari che rendono il flusso unidirezionale (contro gravità).**
- **contrazione muscolatura scheletrica (pompa muscolo-scheletrica)**
- **contrazione muscolatura respiratoria (pompa toraco-addominale)**

-cambiamenti di pressione nella cavità toracica e addominale (pompa toracoaddominale)



**Figura 19-19** Meccanismi di pompa venosa. A, la pompa respiratoria funziona alternativamente diminuendo la pressione toracica durante l'inspirazione (spingendo il sangue venoso verso le vene centrali) e aumentando la pressione nel torace durante l'espirazione (spingendo il sangue venoso centrale nel cuore). B, la pompa del muscolo scheletrico funziona alternativamente aumentando e diminuendo la pressione venosa periferica che normalmente è presente quando i muscoli scheletrici sono in attività. Entrambi i meccanismi di pompa possono funzionare per la presenza delle valvole semilunari nelle vene che impediscono un flusso a ritroso durante l'abbassamento della pressione nel ciclo di pompaggio del sangue (Figura 19-20).

# VENE VARICOSE (VARICI)



→ Se troppo dilatata il sangue non scorre in modo rettilineo → aggregazione piastrinica → TROMBO che tende a occludere vene

→ Vena sottile: occlusione (ce ne sono altre!!)

→ vena grossa: trombo si può staccare → embolo (atrio dx, arteria polmonare... embolia polmonare)

**Vene varicose.** Le vene superficiali del corpo – specialmente nell'arto inferiore – possono dilatarsi e portare all'inefficienza delle valvole venose.

# ATEROSCLEROSI

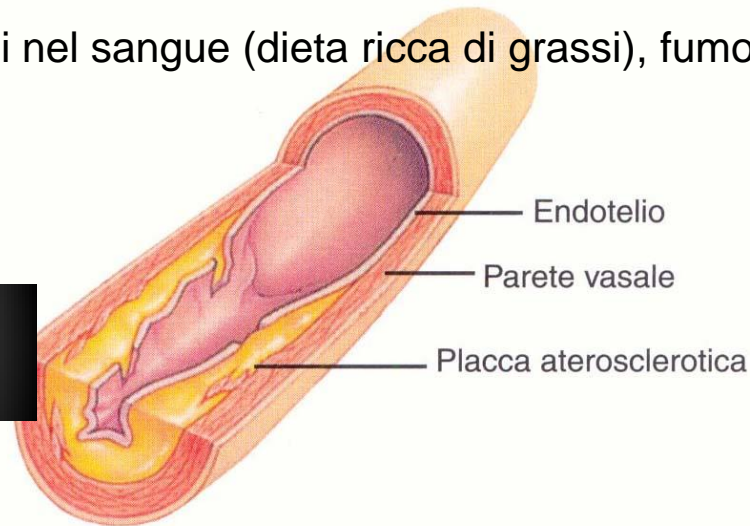
## Ispessimento e indurimento delle pareti arteriose

Associato a danno del rivestimento endoteliale e formazione di depositi lipidici nella tonaca media. → formazione di placche aterosclerotiche (lipidi, muscolo liscio e tessuto cicatriziale → calcificazione)

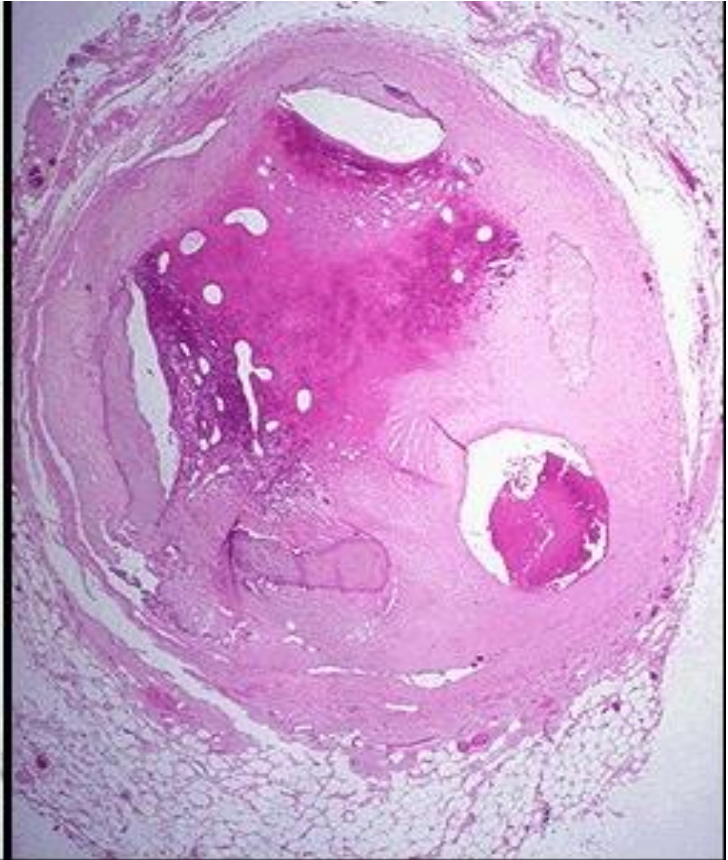
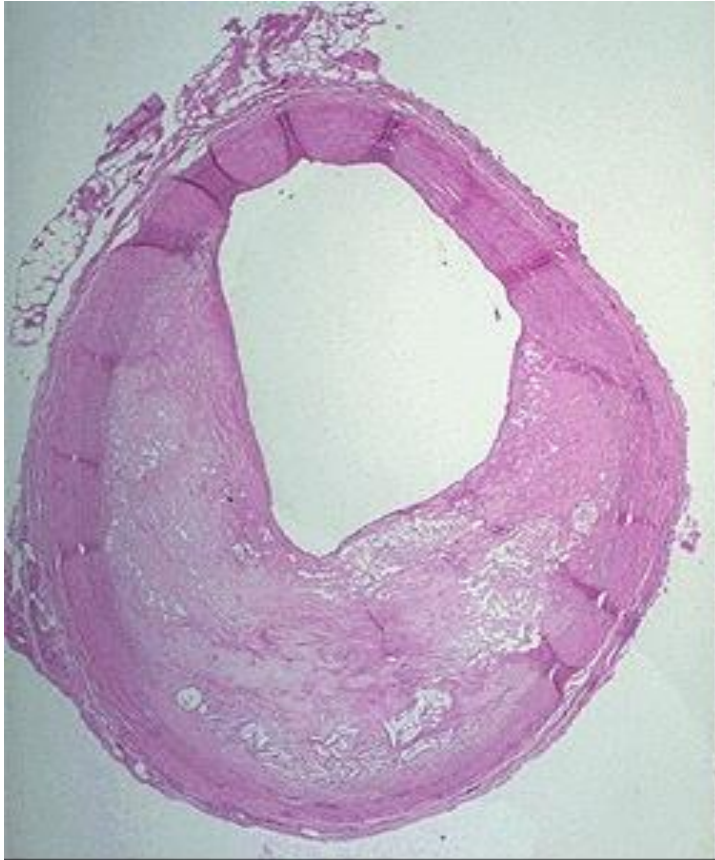
Spesso le piastrine aderiscono alla placca (ateroma) → coagulo, TROMBO (embolia cuore, ecc)

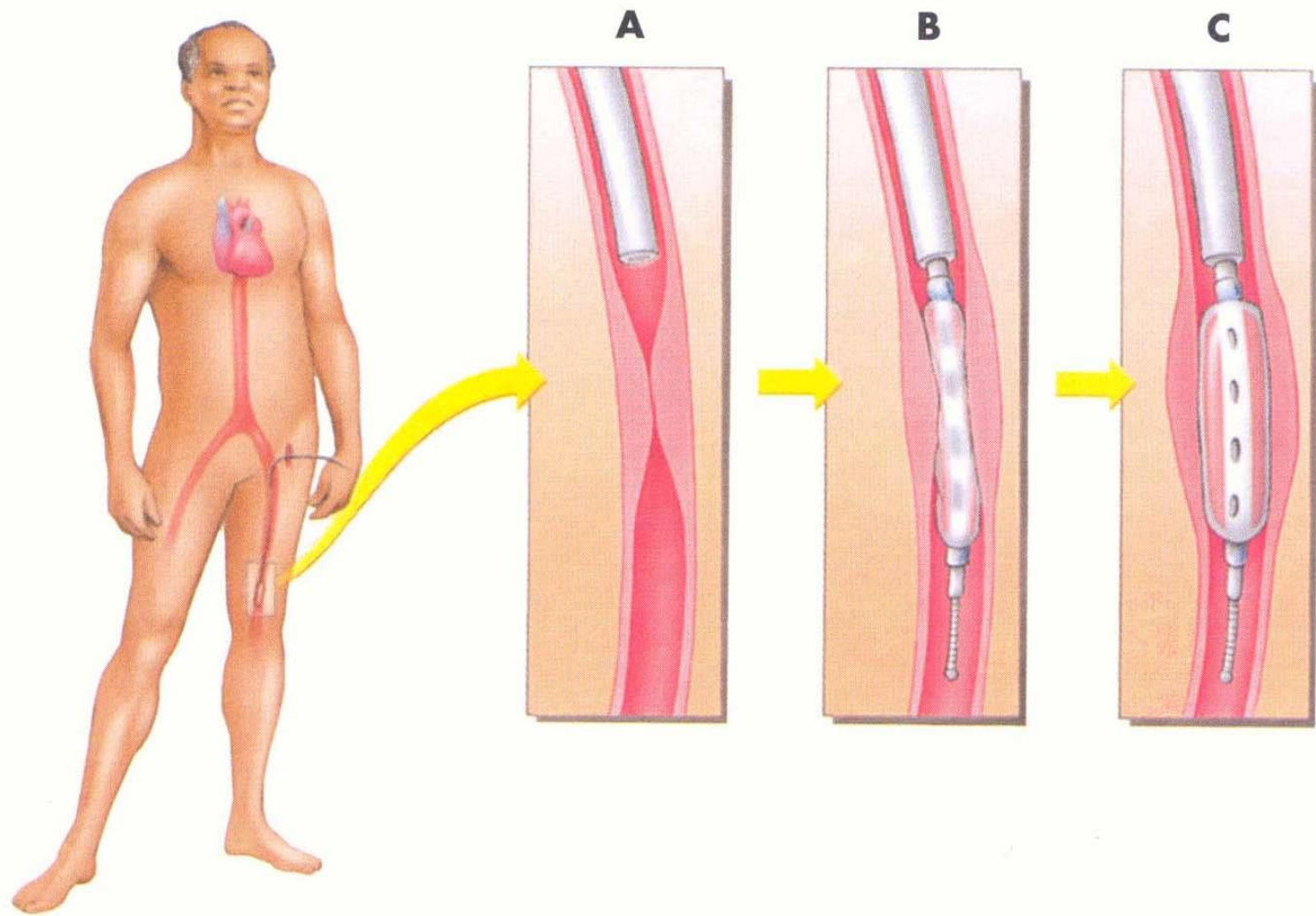
Elevati livelli di colesterolo e trigliceridi nel sangue (dieta ricca di grassi), fumo e predisposizione genetica

**→ IL MIGLIOR APPROCCIO E' LA PREVENZIONE**



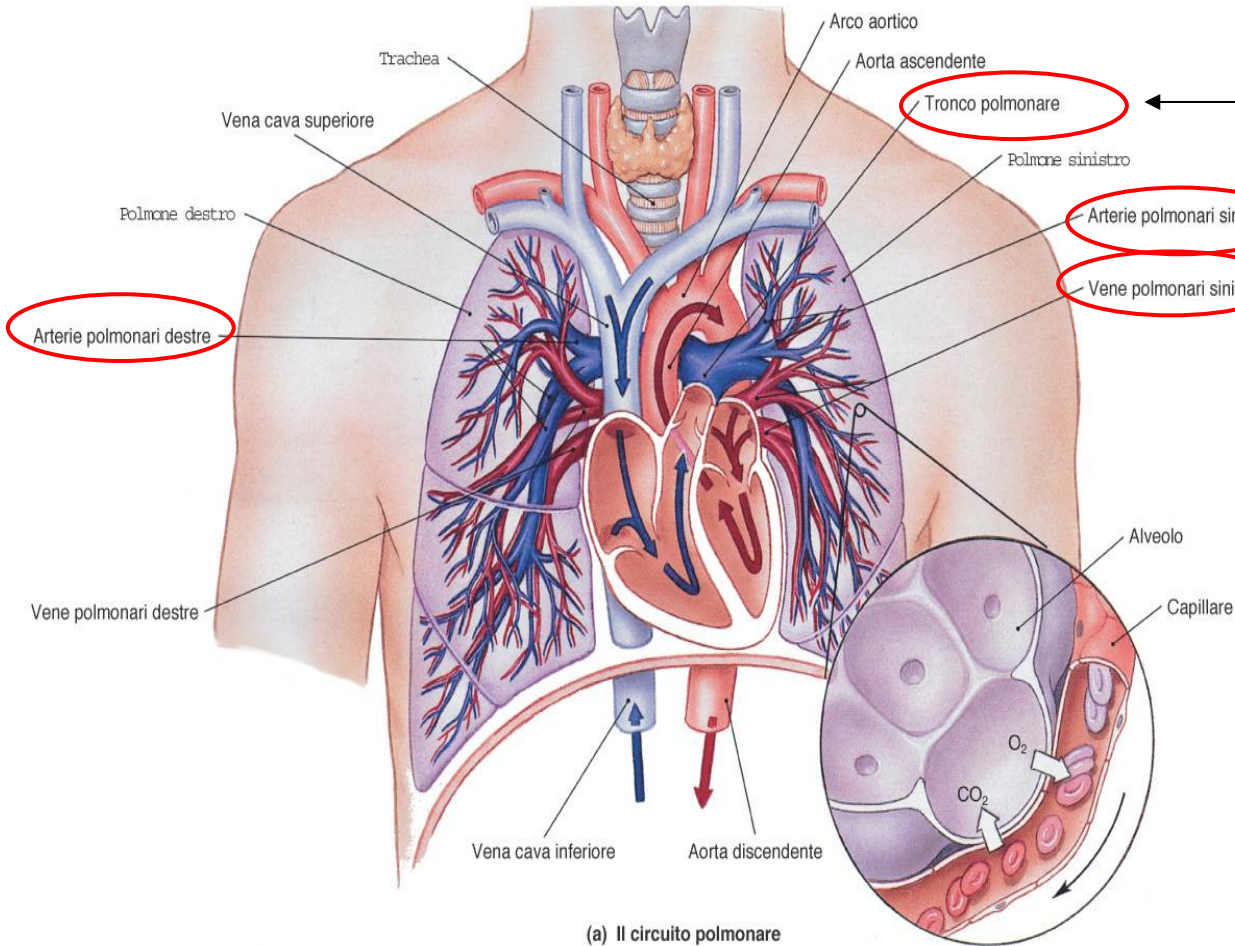
Blocco di un'arteria nell'aterosclerosi. Placca ateromatosa che si sviluppa dal deposito di grassi e altre sostanze nella parete dell'arteria.





**Angioplastica con palloncino.** A, Un catetere viene inserito nel vaso sino a raggiungere la regione colpita. B, Una sonda con una punta metallica viene spinta oltre la fine del catetere nella regione occlusa del vaso. C, il palloncino viene rigonfiato dilatando le pareti del vaso. Alcune volte vengono inserite spirali di metallo o tubicini, detti *stent*, per mantenere i vasi beanti. I più recenti *stent* ricoperti da farmaci riducono ulteriormente i tempi di cicatrizzazione e le possibili occlusioni delle arterie dopo angioplastica.

# Circolo polmonare: (V dX, A sx)



Punto di origine della circolazione polmonare 9% del totale

Val semilunare polmonare

Arterie polmonari sinistre

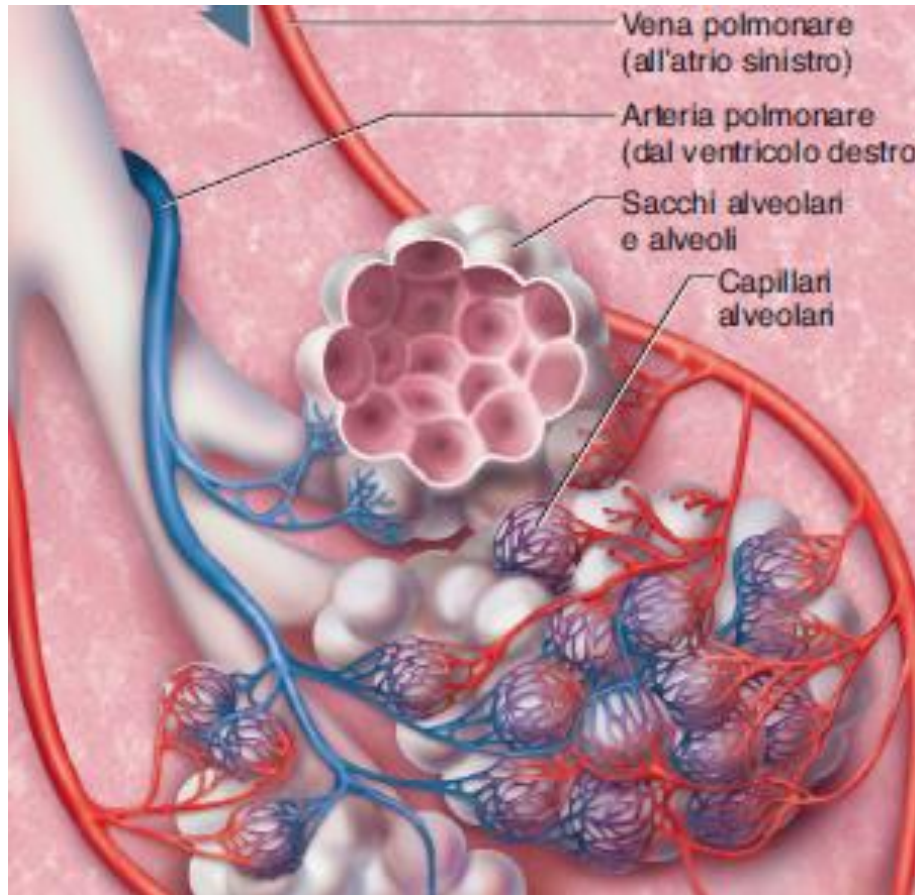
Vene polmonari sinistre

Ramificazioni nei polmoni → arteriole polmonari → capillari che circondano gli alveoli polmonari

Venule → vene polmonari (2 dx e 2 a sx → atrio sinistro)



# Circolazione sanguigna intrapolmonare



Il calibro dei capillari alveolari è ridottissimo (circa 5 micron) e dunque addirittura inferiore al diametro dei GR



I GR sono costretti ad aderire alla parete e raccolgono l'ossigeno senza che debba sciogliersi nel plasma

# Arterie del Circolo Sistemico

Il circolo sistemico inizia con l'Aorta  
(origina dal ventricolo sx)  
Termina nell'atrio destro

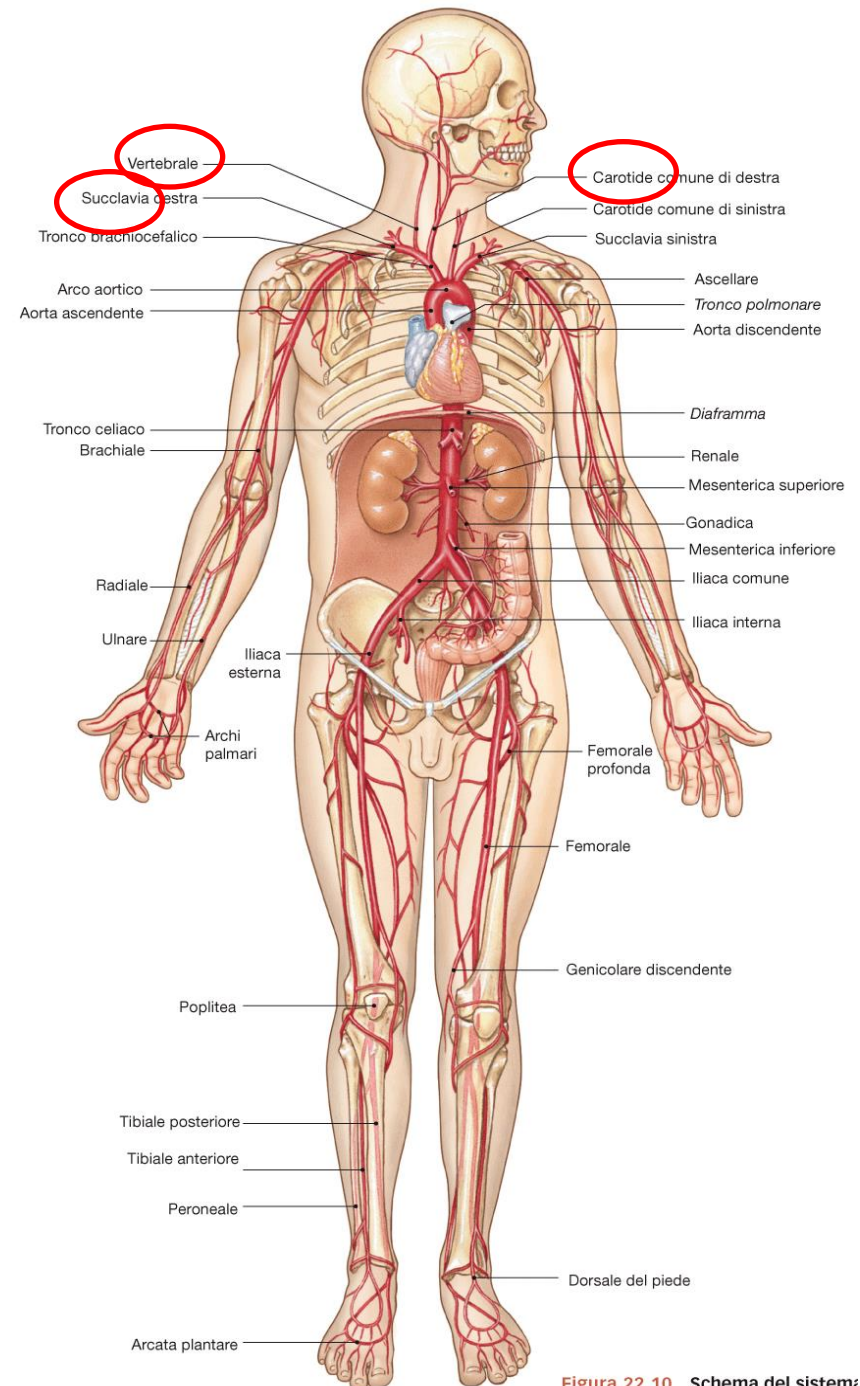
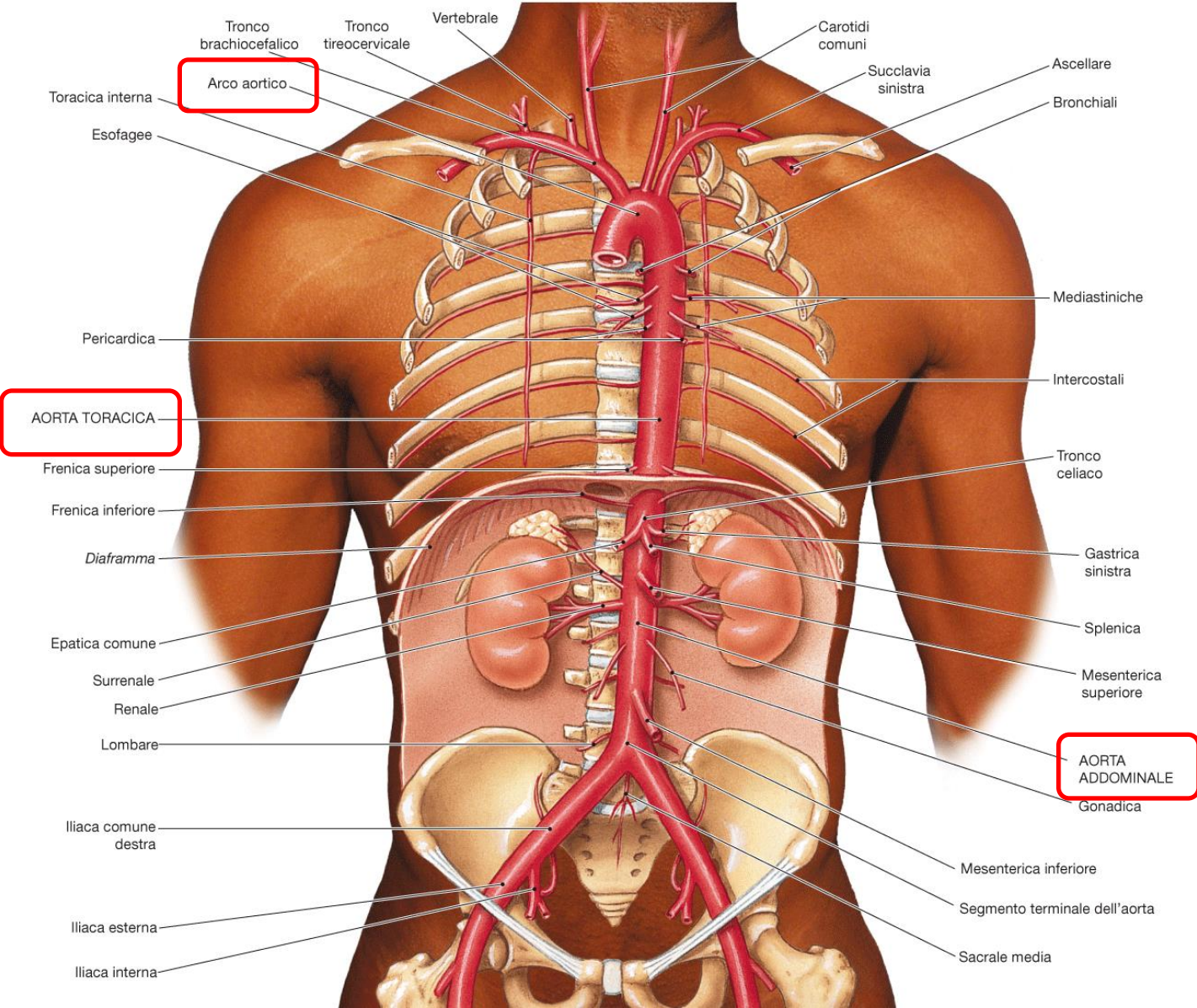


Figura 22.10 Schema del sistema

# Decorso e tratti dell'Aorta



# Vene del Circolo Sistemico

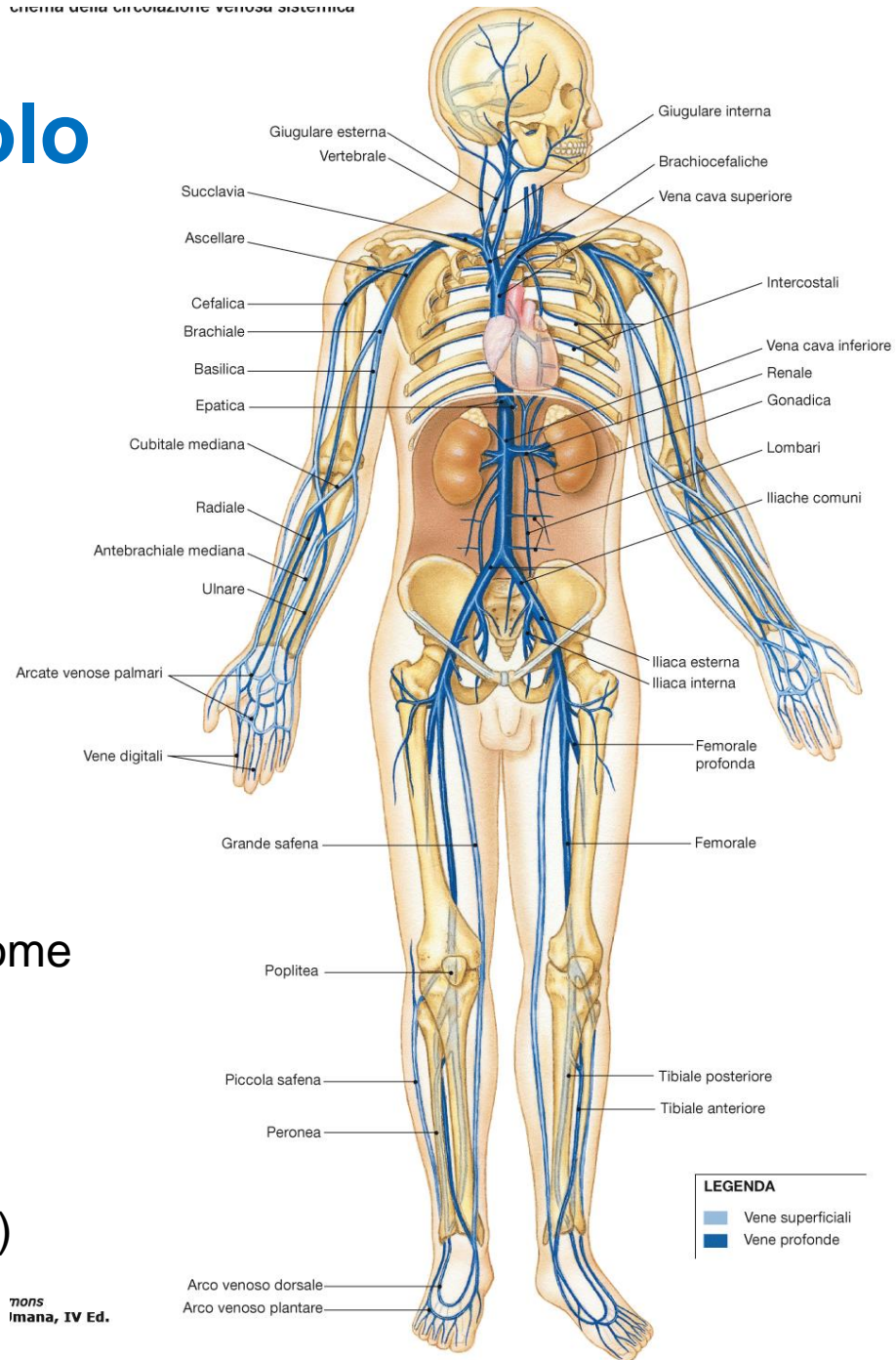
Dagli organi/tessuti periferici verso l'atrio destro (vene cave)

Le vene e le arterie di ciascun lato decorrono spesso fianco a fianco (e insieme ai nervi).

NB: collo e arti hanno una doppia distribuzione venosa: profonda (come arterie) e superficiale



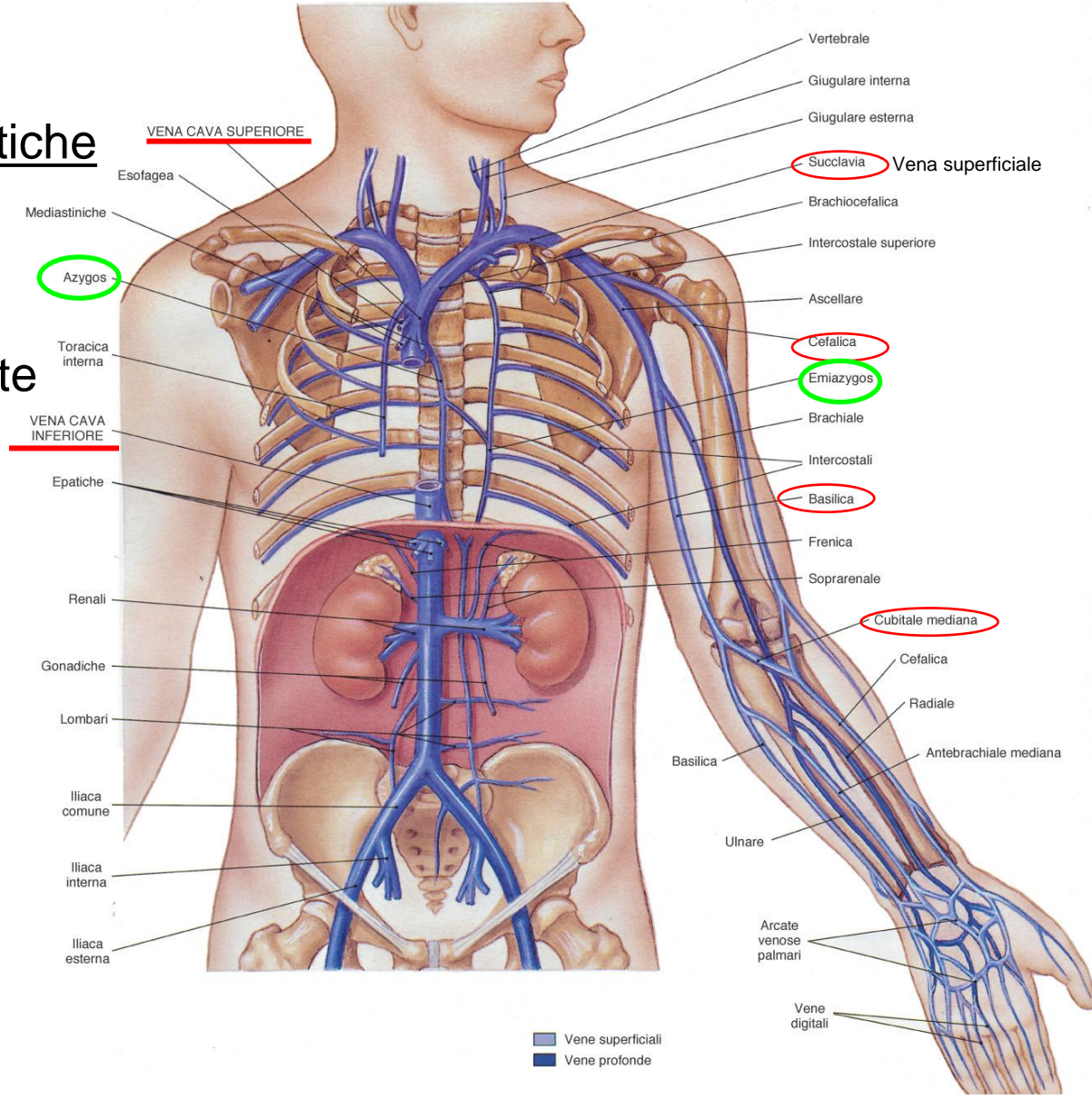
Doppio drenaggio venoso (imp per regolazione temperatura)



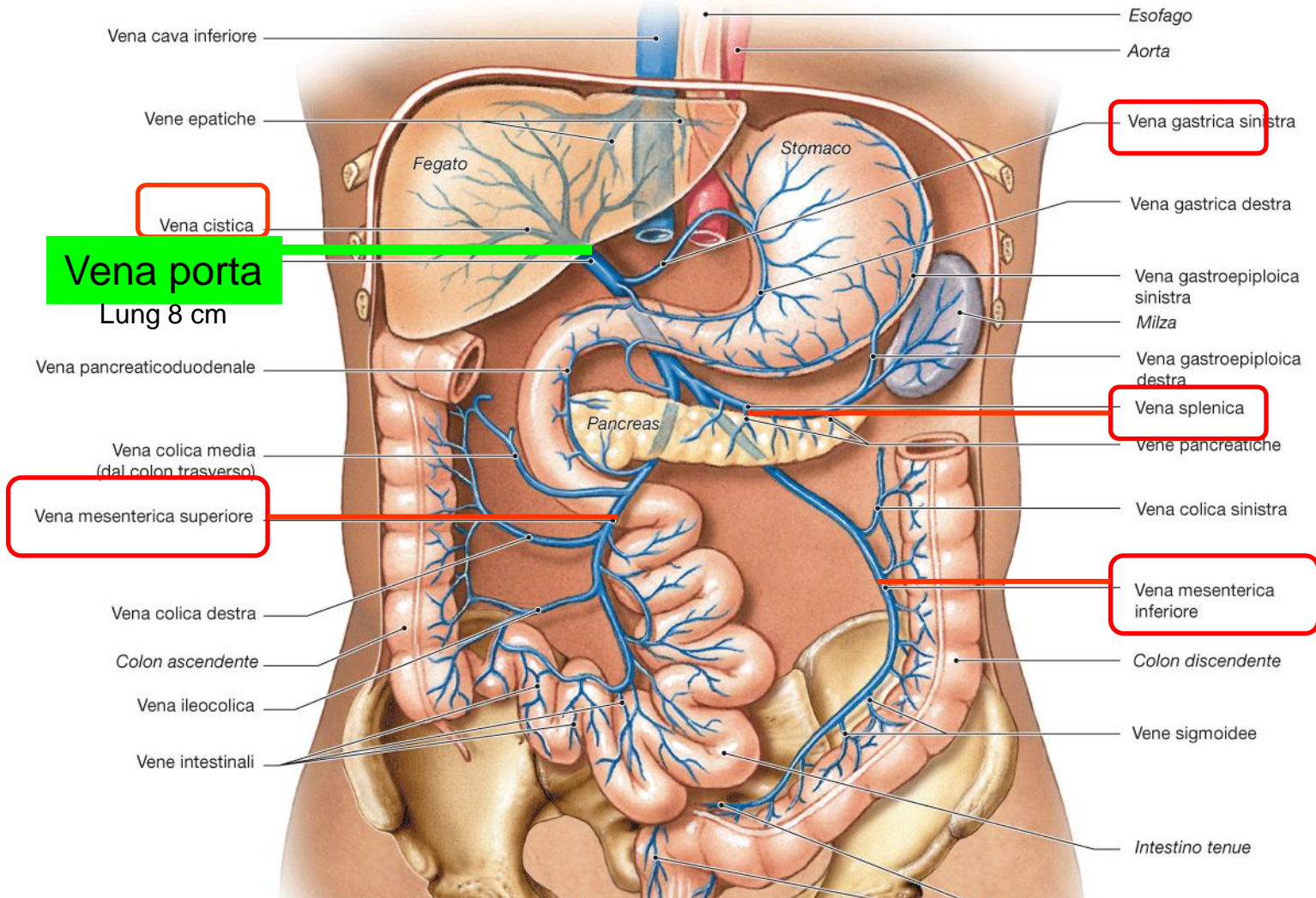
# Drenaggio venoso del tronco e arto superiore

**Vena cava superiore:**  
Regioni sopradiaframmatiche

**Vena cava inferiore:**  
Drena sangue proveniente dalle regioni sottodiaframmatiche



# Il sistema portale epatico



**Il sangue che proviene dal tratto digerente addominale, dal pancreas, dalla milza e dalla cistifellea si raccoglie nella vena porta.**

**Dalla vena porta ha inizio il circolo portale epatico. Il sangue entra nei capillari modificati del fegato (sinusoidi epatici). Il sangue dai sinusoidi epatici si svuota nelle vene epatiche che confluiscono nella vena cava inferiore.**