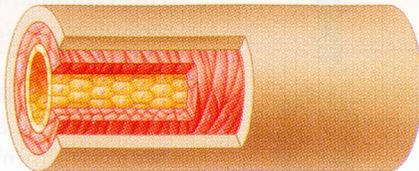
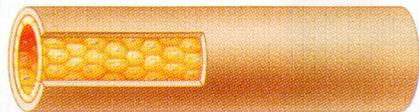
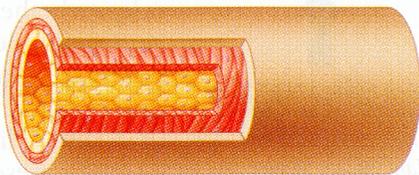


La composizione della parete nei diversi tipi di vasi

Average internal diameter (mm)	Average wall thickness (mm)		Special features
4.0	1.0	 <p>Artery</p>	Muscular, highly elastic
0.03	0.006	 <p>Arteriole</p>	Muscular, well innervated
0.008	0.0005	 <p>Capillary</p>	Thin-walled, highly permeable
0.02	0.001	 <p>Venule</p>	Thin-walled, some smooth muscle
5.0	0.5	 <p>Vein</p>	Thin-walled (compared to arteries), fairly muscular, highly distensible

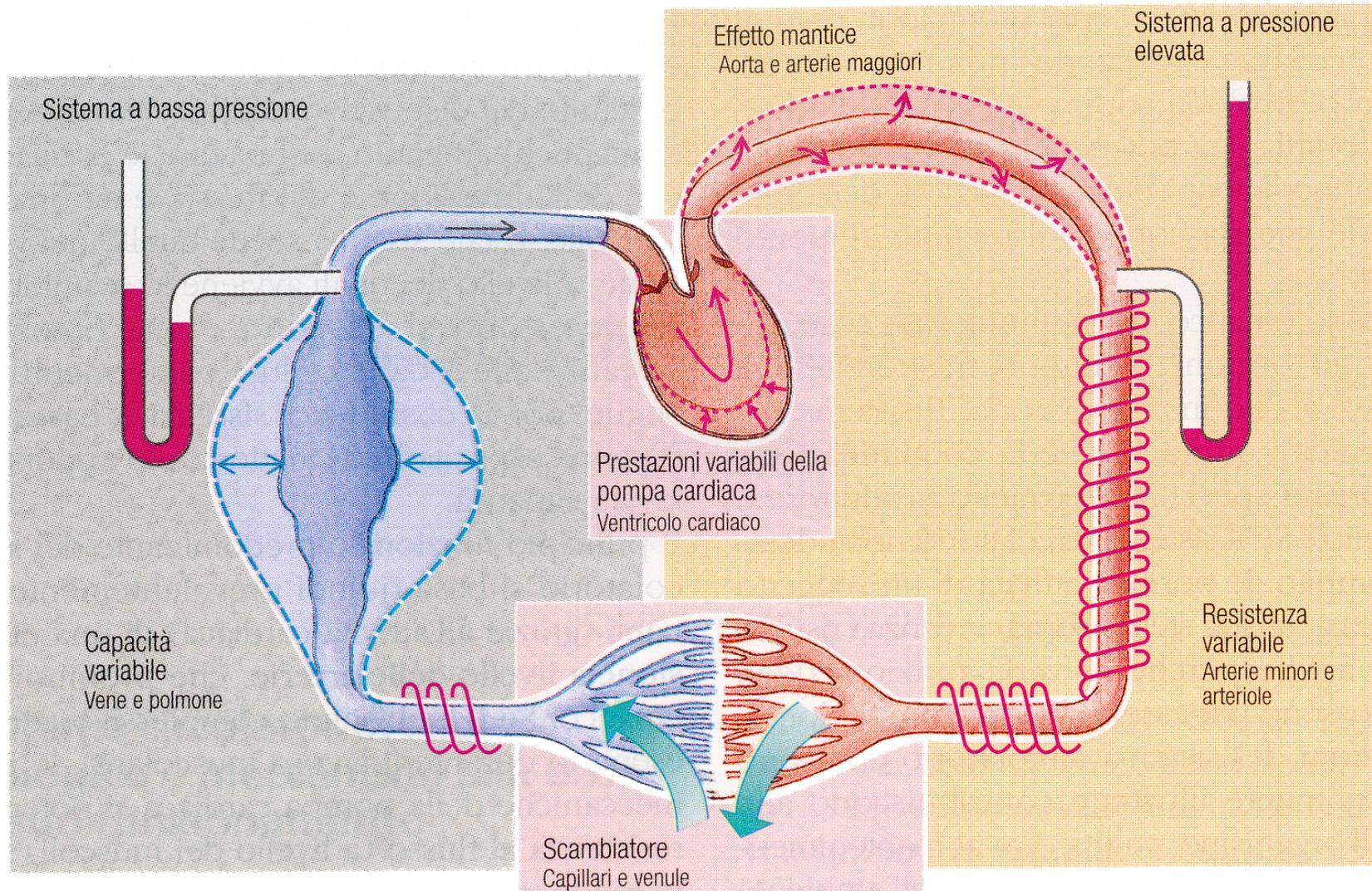
= Endothelium
 = Smooth muscle
 = Connective tissue

Wall thickness —

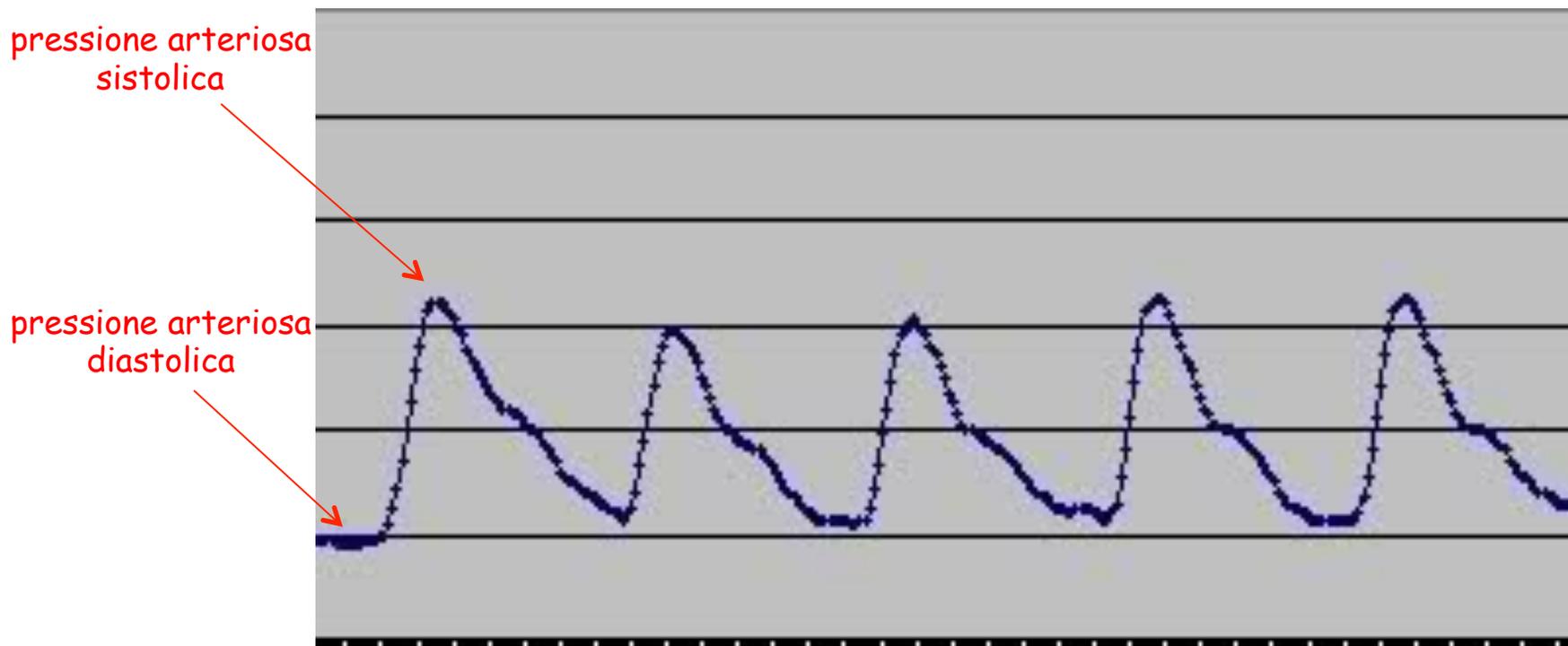
Internal diameter —



Schema funzionale generale del sistema circolatorio



La pressione arteriosa sistolica e diastolica nell'uomo



Valori di riferimento nell'uomo (adulto giovane, a riposo):

pressione diastolica: 80 mmHg

pressione sistolica: 120 mmHg

pressione arteriosa media: 95 mmHg

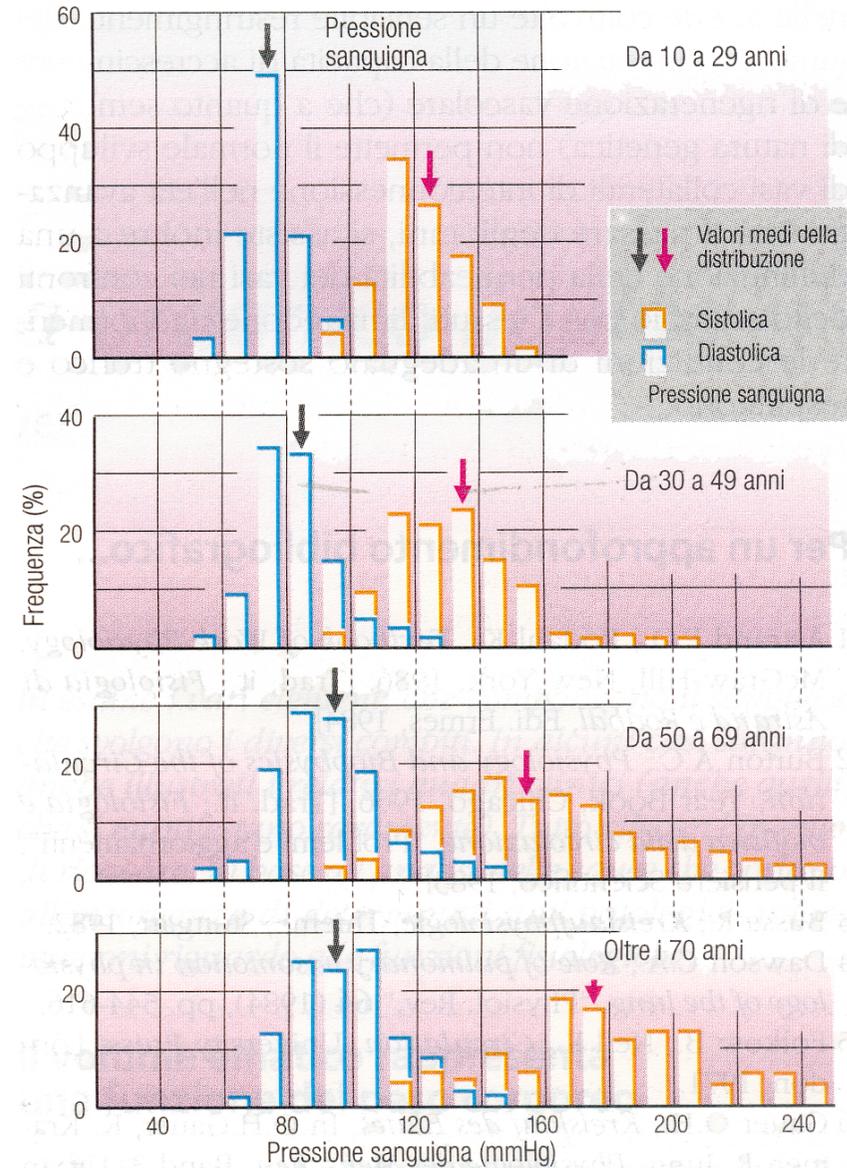
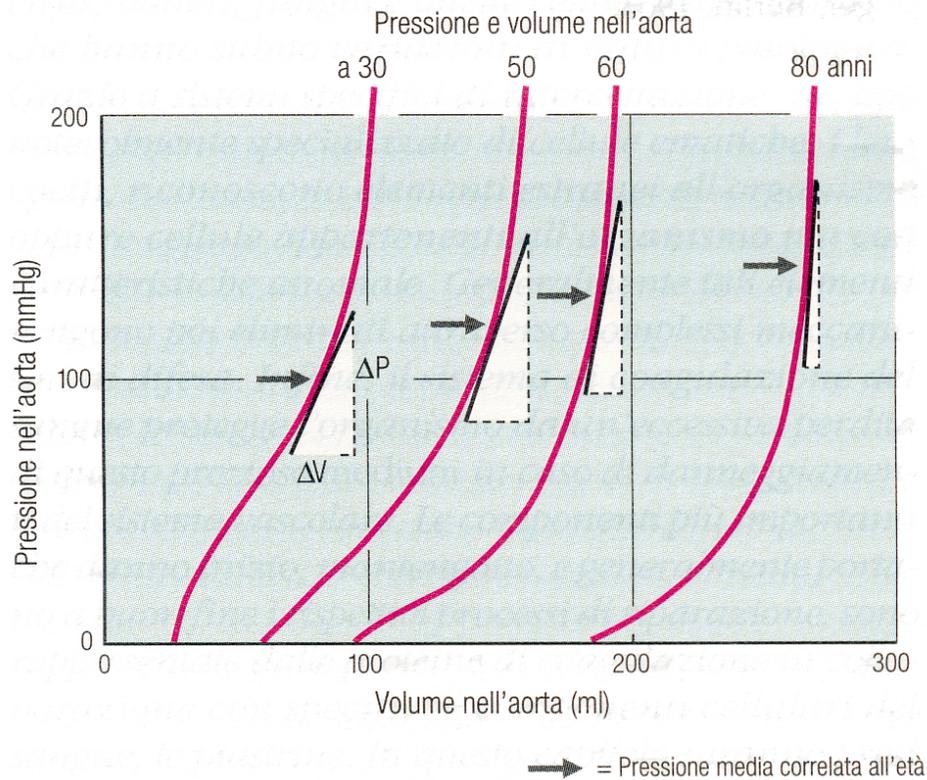
I fattori che influenzano la pressione arteriosa

E' la forza che il sangue esercita sulle pareti dei vasi arteriosi.

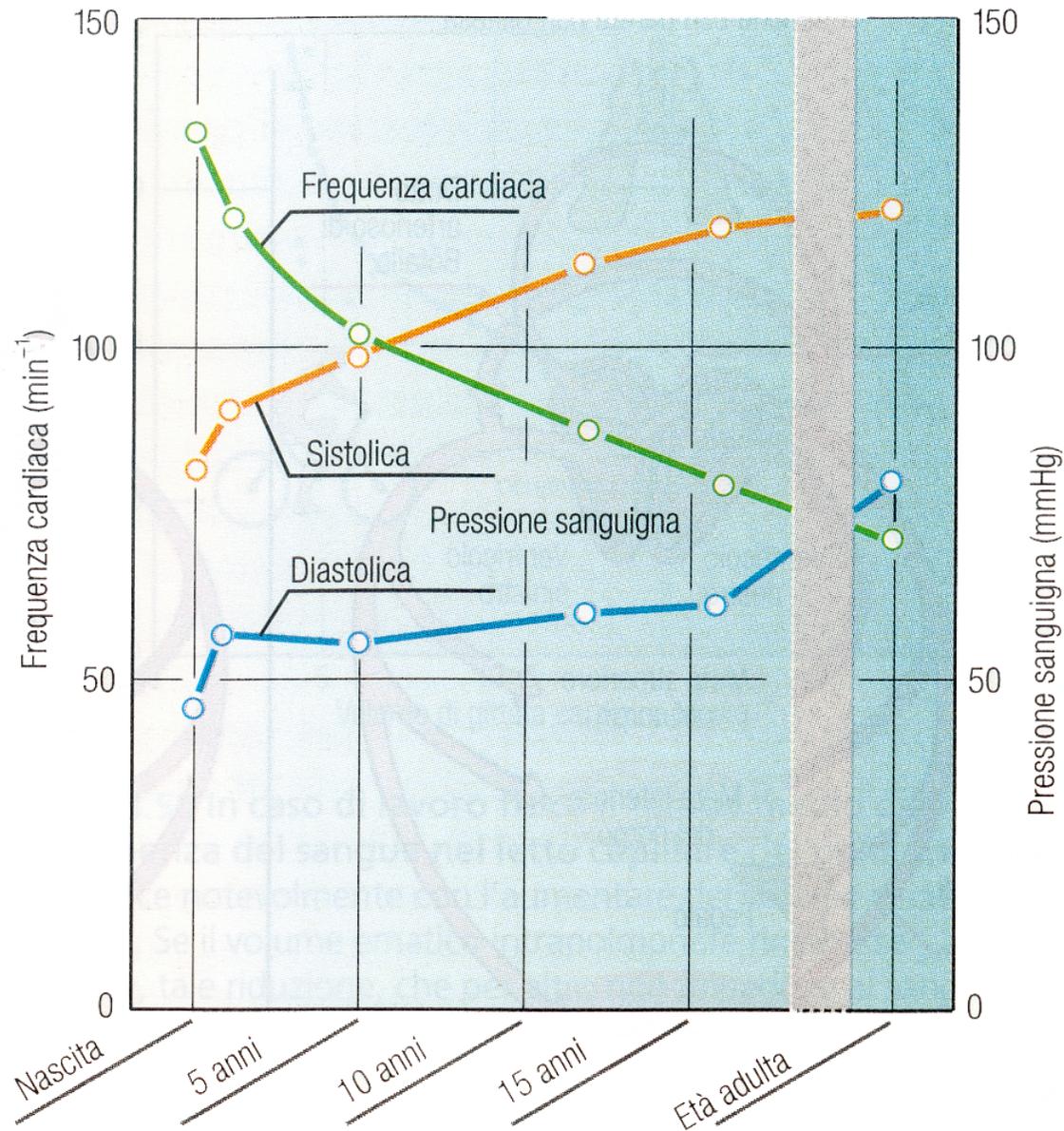
Essa dipende da 4 fattori:

- ✓ **gittata sistolica**
- ✓ **frequenza cardiaca**
- ✓ **elasticità delle arterie**
- ✓ **resistenze vascolari periferiche**
- ✓ **volemia (volume di sangue circolante)**

L'elasticità arteriosa si riduce durante l'invecchiamento



I parametri cardiocircolatori cambiano durante l'ontogenesi



I vantaggi dell'elasticità del distretto arterioso

- 1) attenuazione dell'intermittenza del flusso sanguigno
- 2) risparmio di lavoro per il cuore
- 3) maggiore resistenza meccanica agli urti

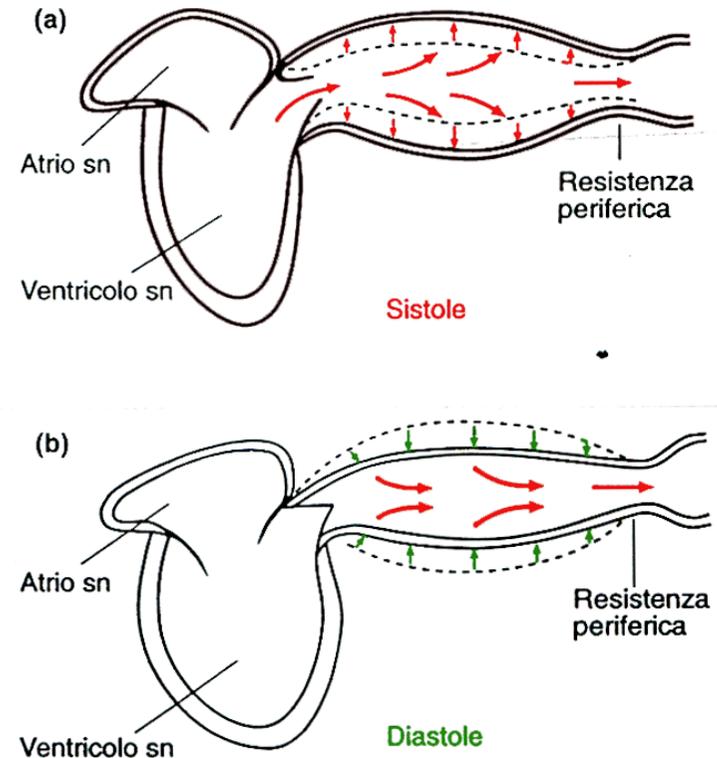
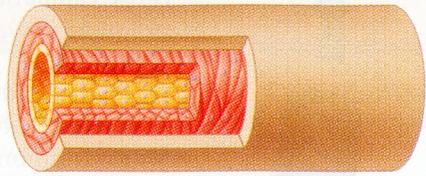
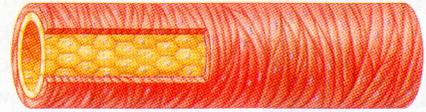
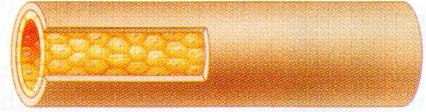
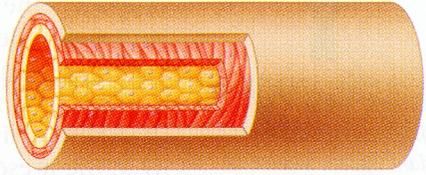


Figura 47-6 Durante la sistole ventricolare (a) il volume sistolico ventricolare è destinato al letto capillare, ma una buona parte di esso viene immagazzinata nelle arterie elastiche. Durante la diastole ventricolare (b) il ritorno elastico delle pareti arteriose spinge nel letto circolatorio, sino ai capillari, il volume di sangue immagazzinato, attenuando in tal modo il fenomeno della intermittenza del flusso.

La composizione della parete nei diversi tipi di vasi

Average internal diameter (mm)	Average wall thickness (mm)		Special features
4.0	1.0	 <p>Artery</p>	Muscular, highly elastic
0.03	0.006	 <p>Arteriole</p>	Muscular, well innervated
0.008	0.0005	 <p>Capillary</p>	Thin-walled, highly permeable
0.02	0.001	 <p>Venule</p>	Thin-walled, some smooth muscle
5.0	0.5	 <p>Vein</p>	Thin-walled (compared to arteries), fairly muscular, highly distensible

= Endothelium
 = Smooth muscle
 = Connective tissue

Wall thickness

Internal diameter





Le arteriole sono i primi vasi ad elevata resistenza

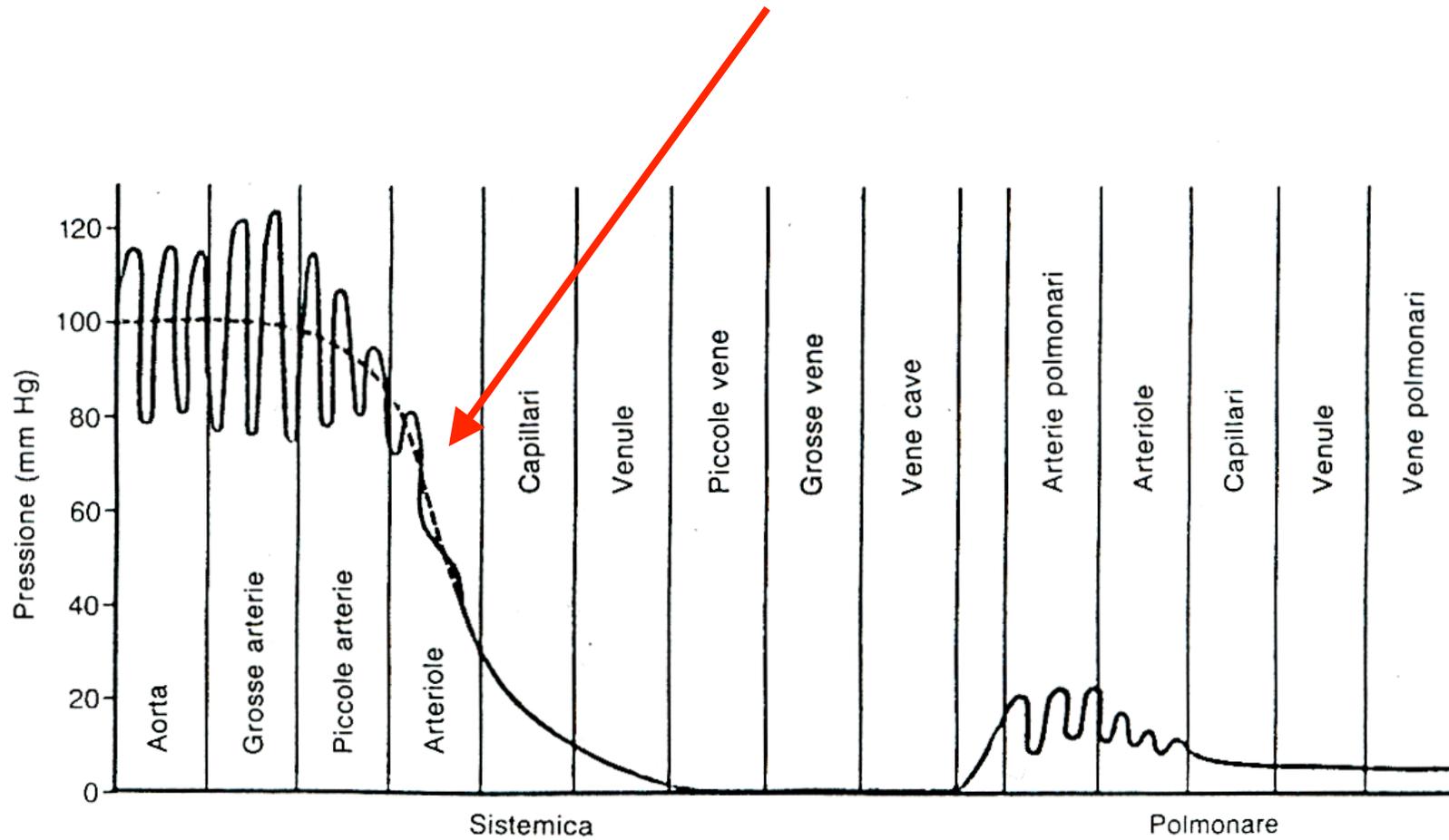
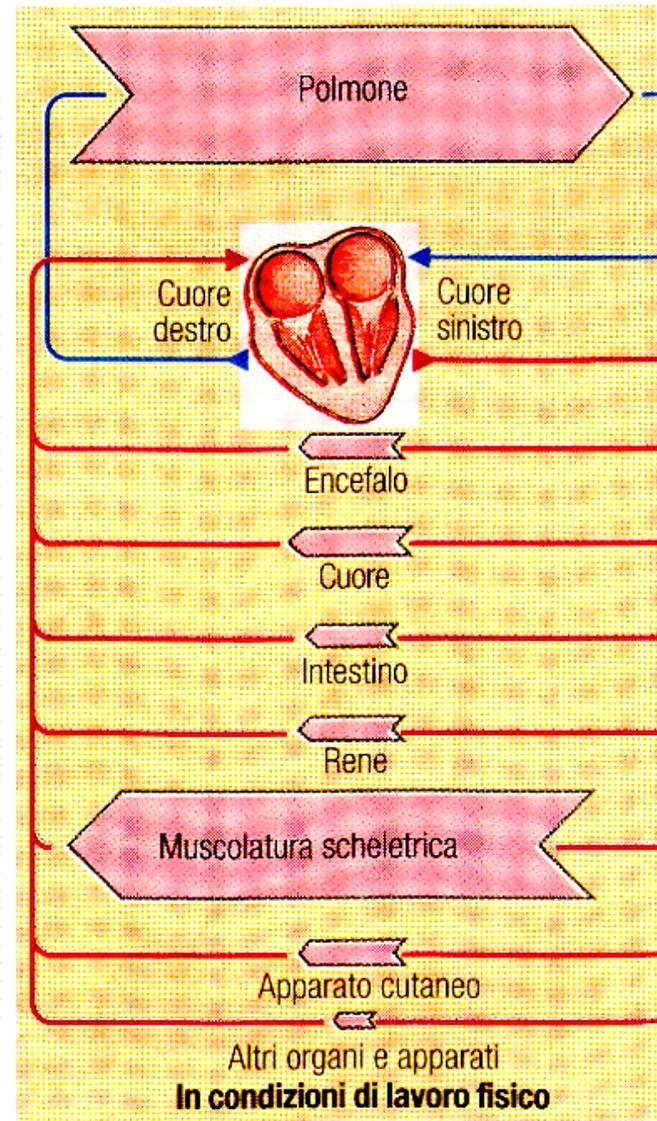
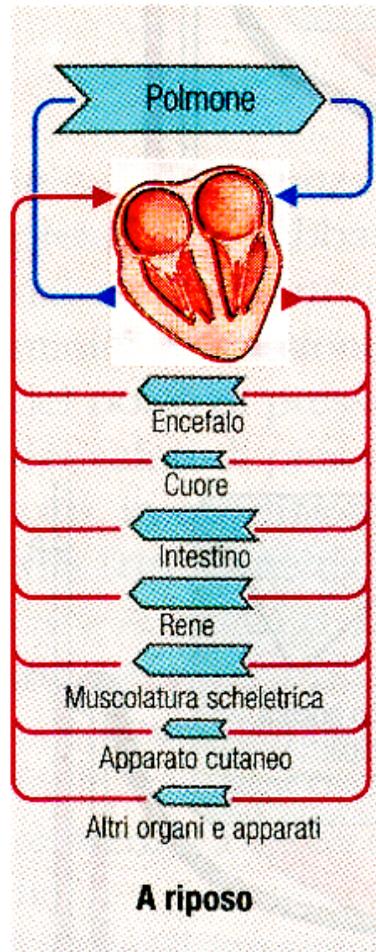


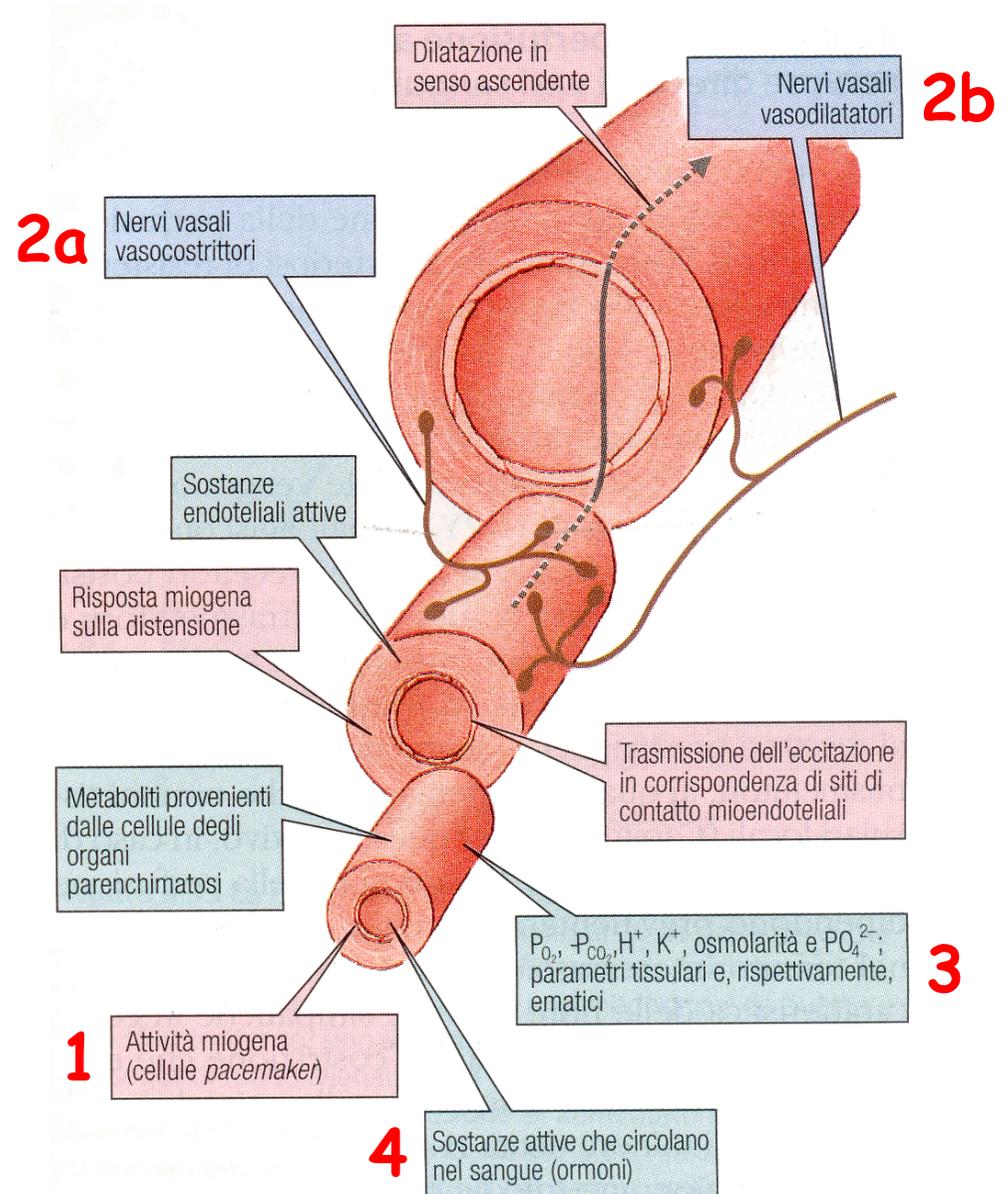
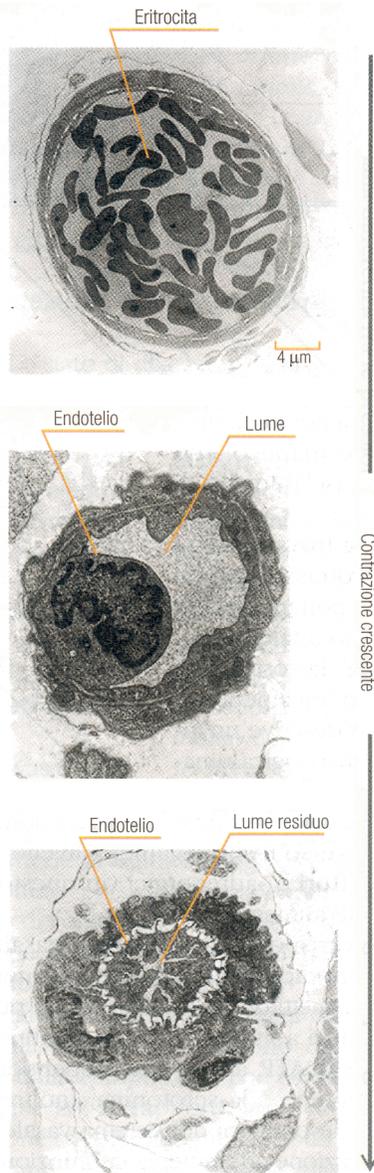
Figura 14-2. Pressione del sangue nelle diverse sezioni del sistema circolatorio.

Le arteriole controllano

la distribuzione del volume di gittata cardiaca ai vari organi

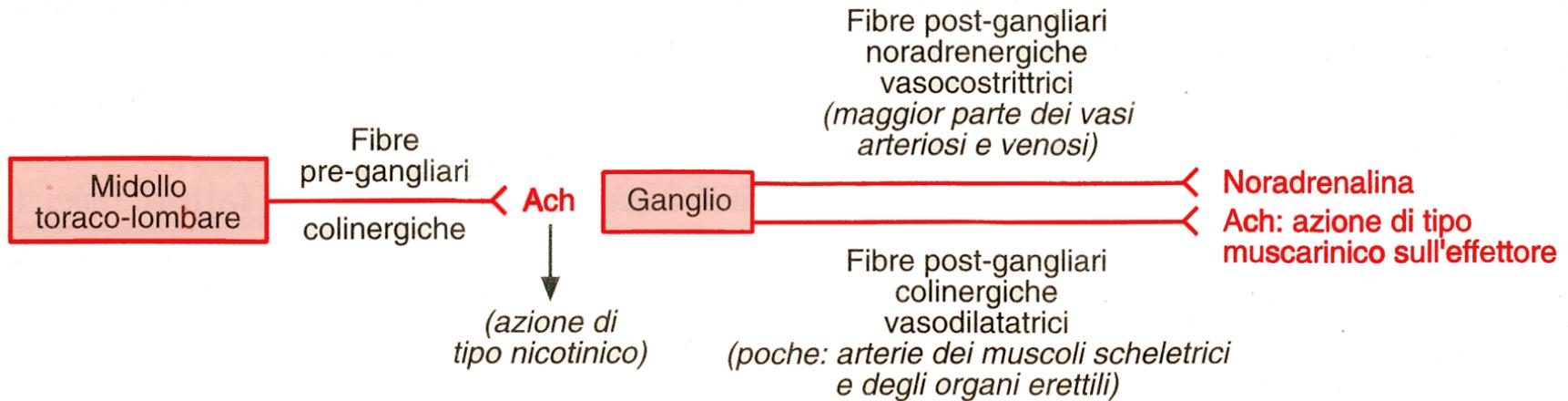


I meccanismi di controllo della vasomotilità



Il controllo nervoso (2a e 2b)

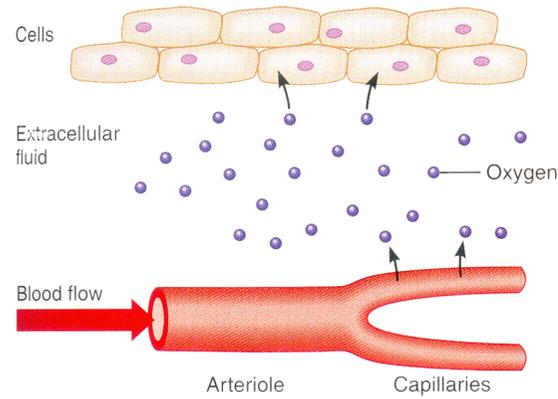
SISTEMA SIMPATICO



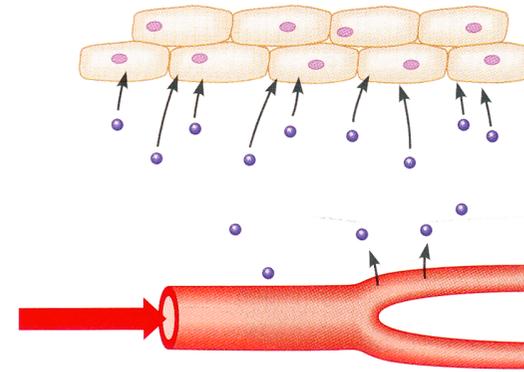
SISTEMA PARASIMPATICO



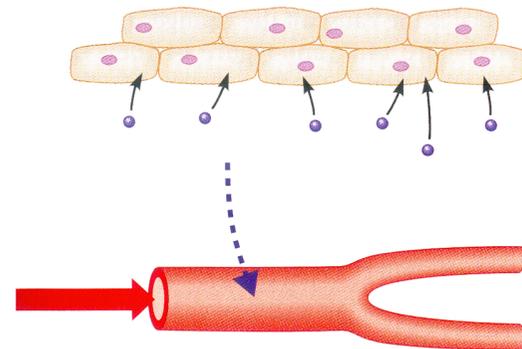
Il controllo da segnali chimici locali (3): ruolo della $P(O_2)$



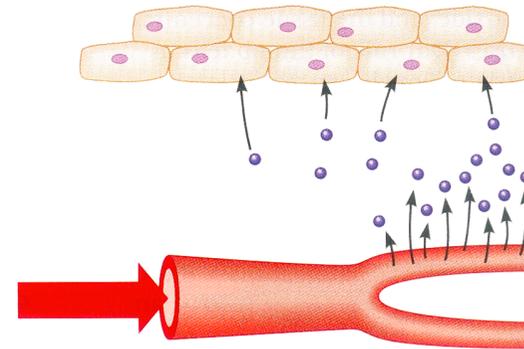
(a) Under normal steady state conditions, oxygen (dots) is delivered to tissues by the blood as fast as it is consumed by cells.



(b) An increase in the metabolic rate causes oxygen to be consumed faster than it is delivered. The oxygen concentration in extracellular fluid decreases.



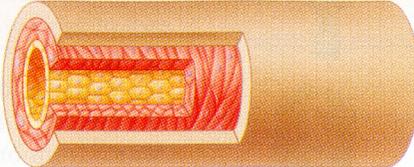
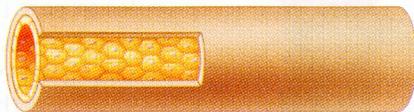
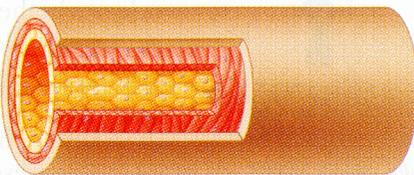
(c) The decreased oxygen concentration acts on arteriolar smooth muscle to promote vasodilation.



(d) Vasodilation promotes increased blood flow and increased oxygen delivery to cells.

iperemia reattiva

La composizione della parete nei diversi tipi di vasi

Average internal diameter (mm)	Average wall thickness (mm)		Special features
4.0	1.0	 <p>Artery</p>	Muscular, highly elastic
0.03	0.006	 <p>Arteriole</p>	Muscular, well innervated
0.008	0.0005	 <p>Capillary</p>	Thin-walled, highly permeable
0.02	0.001	 <p>Venule</p>	Thin-walled, some smooth muscle
5.0	0.5	 <p>Vein</p>	Thin-walled (compared to arteries), fairly muscular, highly distensible

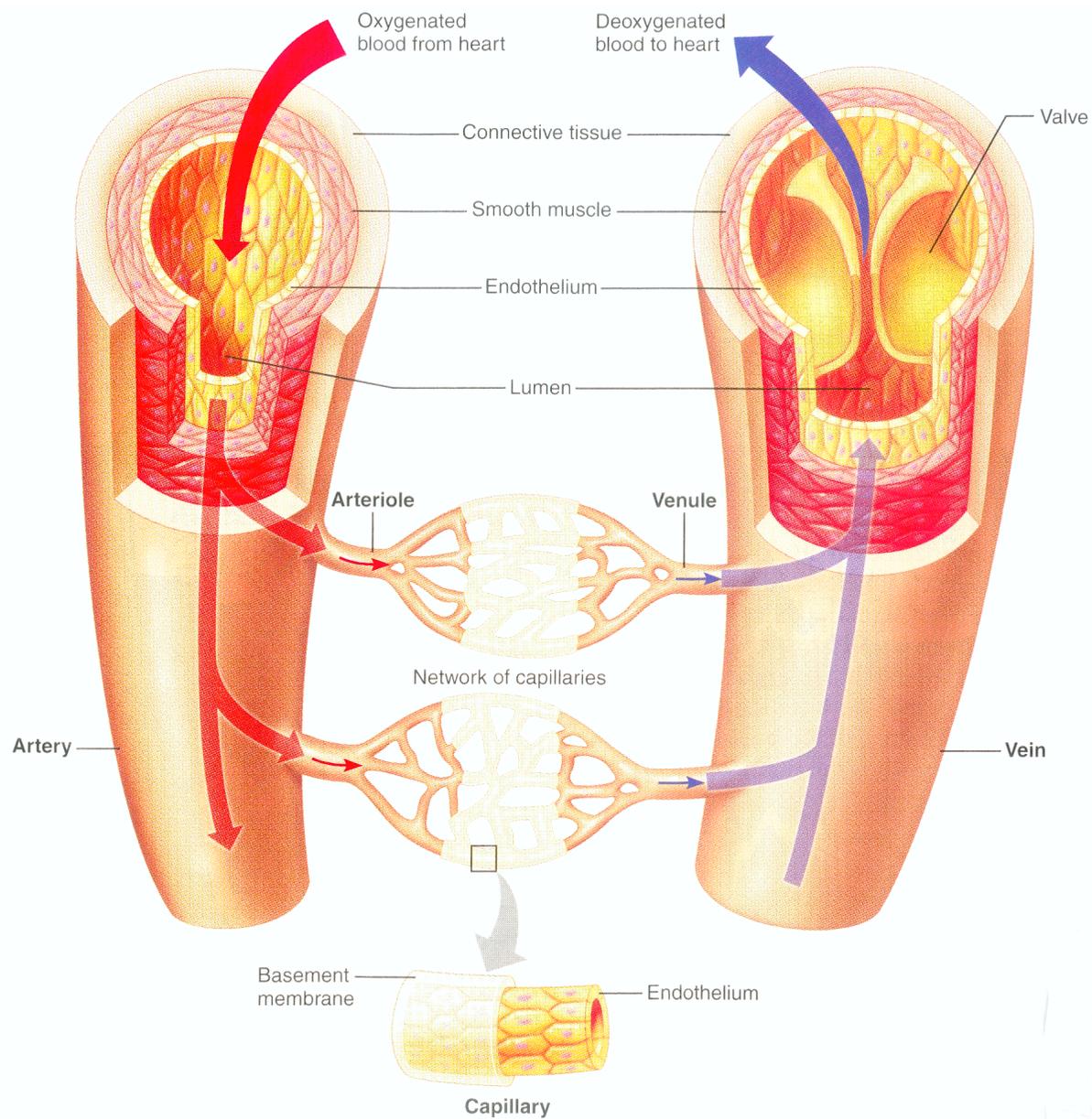


= Endothelium
 = Smooth muscle
 = Connective tissue

Wall thickness ———
 Internal diameter ———

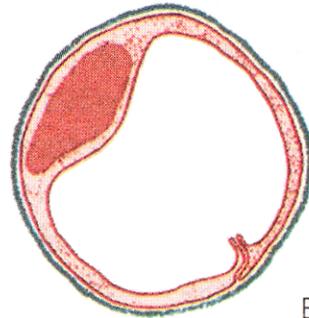


I capillari sono vasi di scambio

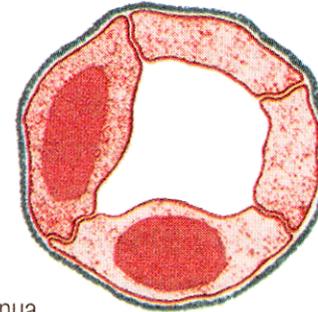


La permeabilità del capillare dipende dalla sua struttura

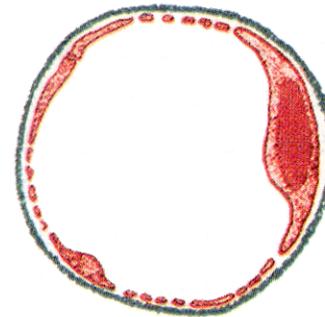
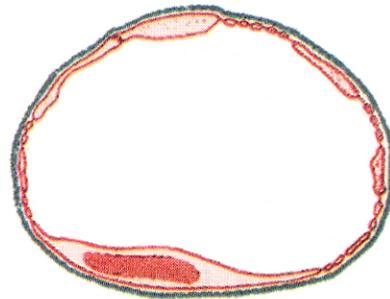
Endotelio sottile



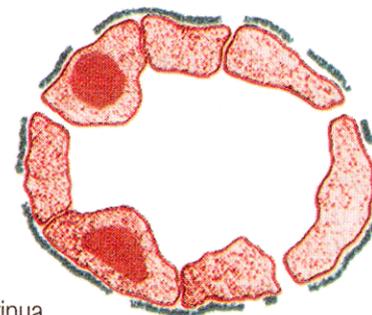
Endotelio spesso



Barriera continua



Barriera fenestrata



Barriera discontinua

Modalità di scambio nei capillari continui

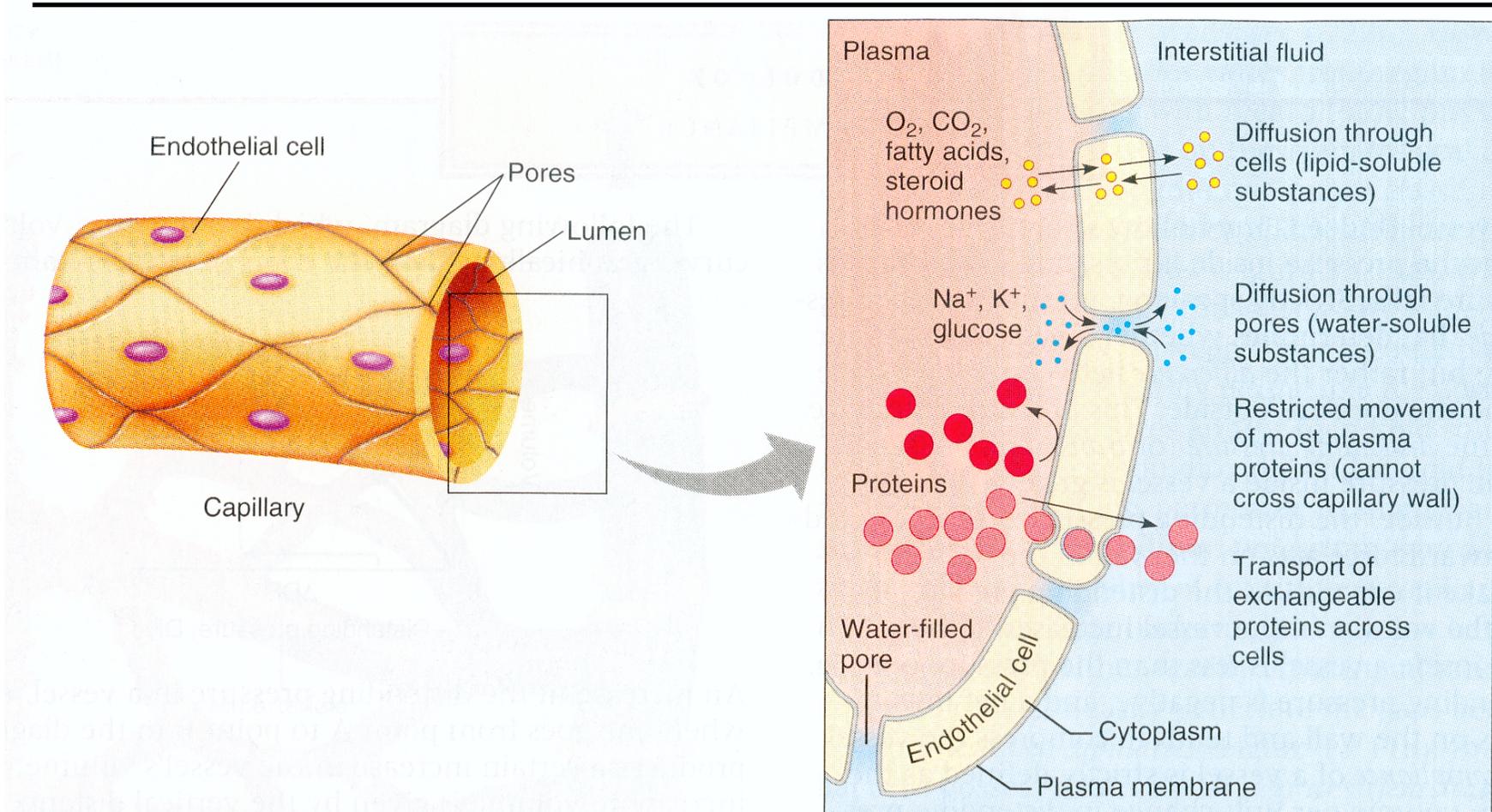
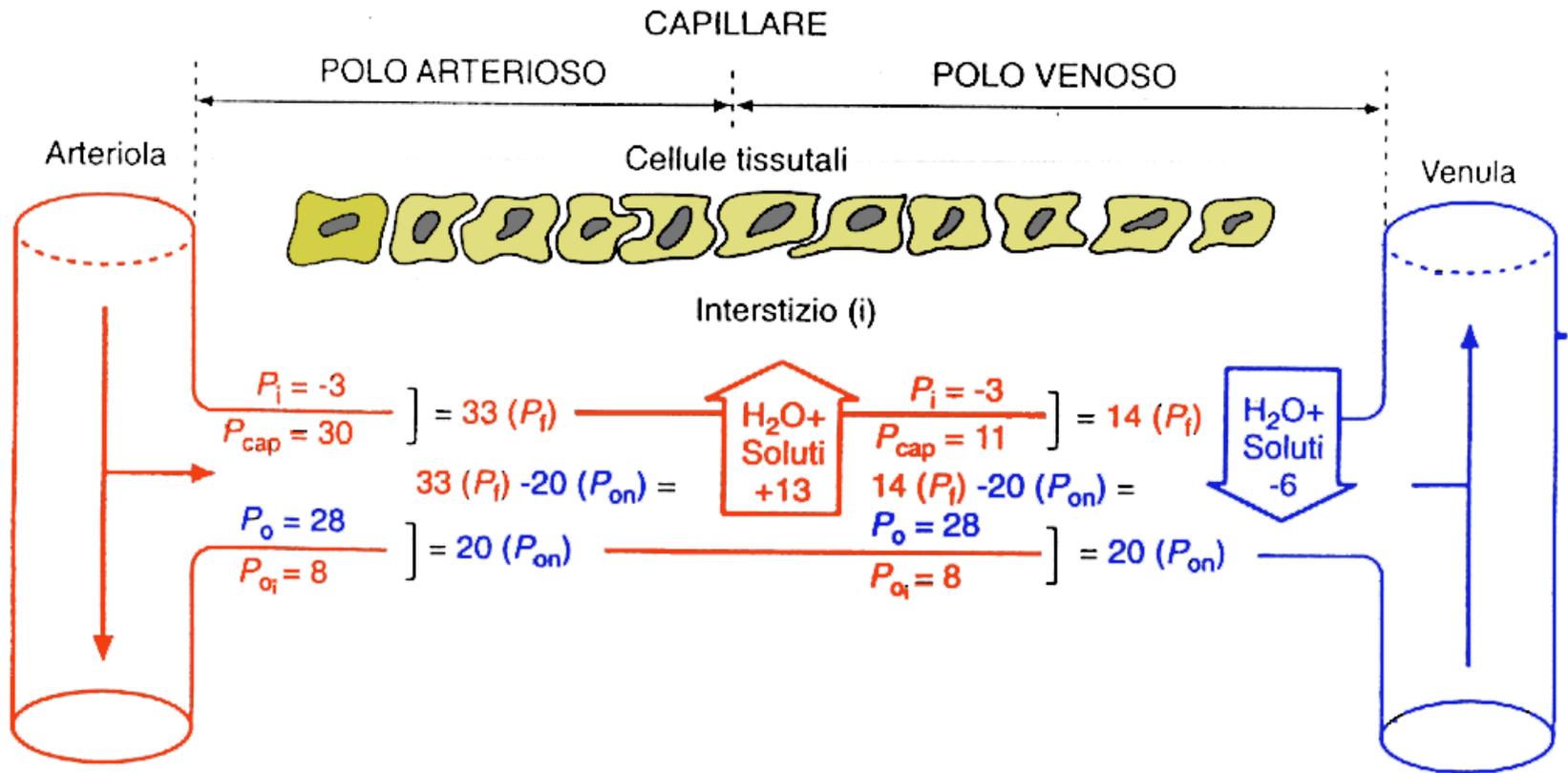


FIGURE 13.12 Exchange of materials across the wall of a continuous

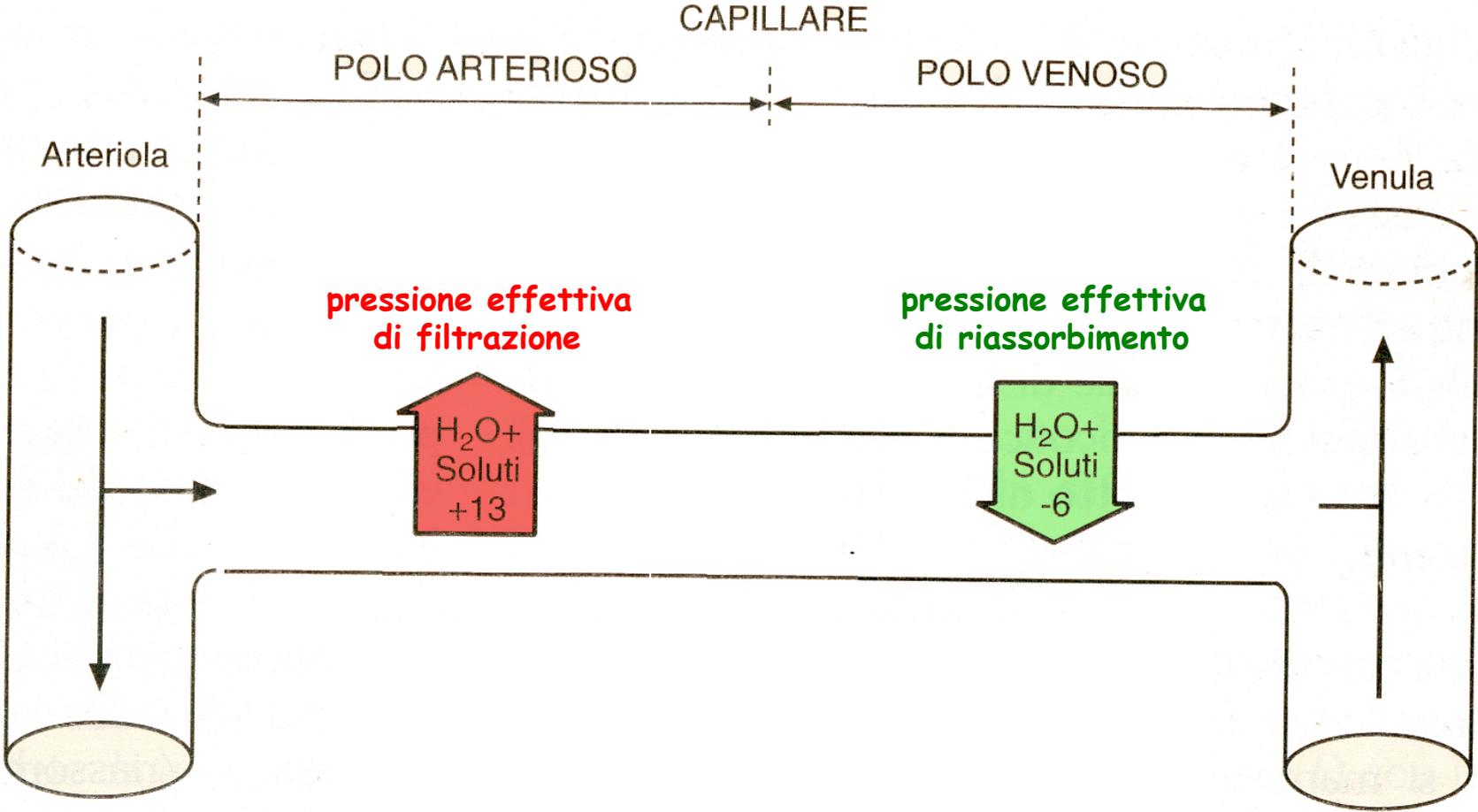
capillary. Lipid-soluble substances are able to diffuse through endothelial cells, whereas passage of small water-soluble substances is restricted to water-filled pores. Whereas most proteins in the plasma are unable to cross the wall, certain proteins cross the wall via transcytosis.

Le forze coinvolte nel passaggio di solvente e soluti attraverso la parete capillare (ipotesi di Starling)



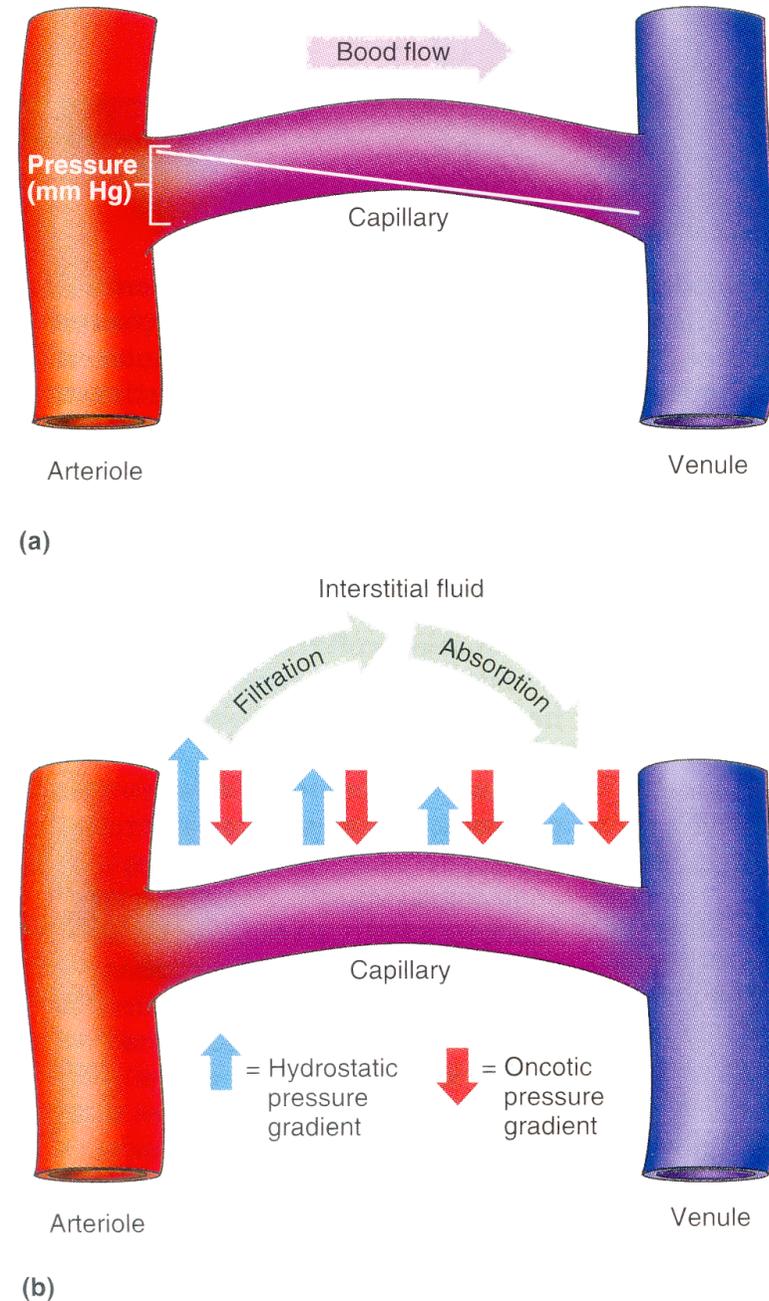
N.B. Lo scambio transcapillare è favorito anche dalla bassa velocità del sangue (≈ 0.5 mm/s) nel distretto capillare

Le pressioni effettive di filtrazione e riassorbimento



Lo scambio avviene attraverso un meccanismo di filtrazione-riassorbimento

FIGURE 13.25 Forces affecting the flow of fluid across capillary walls. **(a)** Blood pressure falls as blood flows from the arteriolar end of a capillary to the venular end. This pressure is the hydrostatic pressure in the capillary. As the capillary hydrostatic pressure decreases, the size of outwardly directed hydrostatic pressure gradient also falls. This pressure gradient tends to force fluid out of the capillary. **(b)** How filtration and absorption occur in the same capillary. At the arteriolar end of the capillary, the outwardly directed hydrostatic pressure gradient is larger than the inwardly directed oncotic pressure gradient, as indicated by the relative lengths of the arrows. As a result, fluid flows outward in this region (filtration). At the venular end of the capillary, the hydrostatic pressure gradient is smaller than the oncotic pressure gradient, due to the fall in capillary hydrostatic pressure. Consequently, fluid flows inward in this region (absorption).

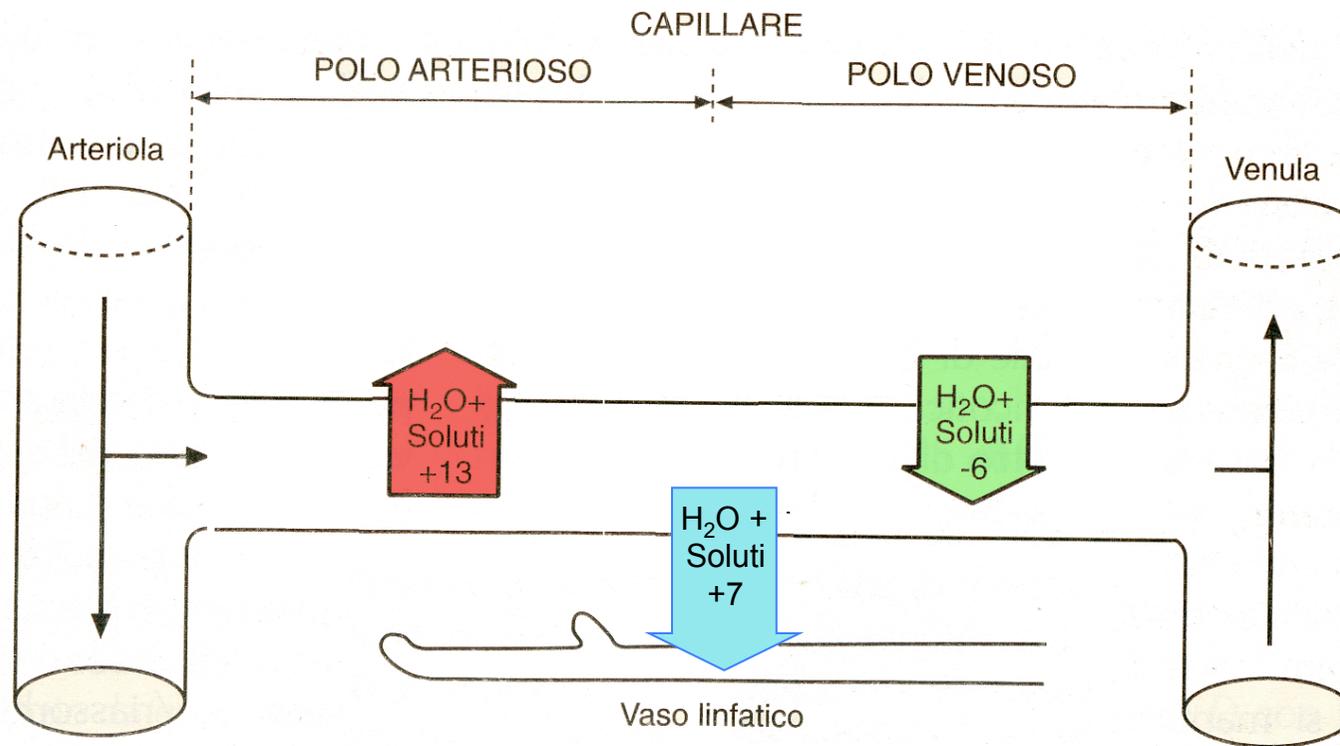


La formazione della linfa

E' conseguenza del drenaggio continuo dei tessuti



garantisce il mantenimento della pressione idrostatica interstiziale costante
(contrasta l'edema)



Il sistema linfatico

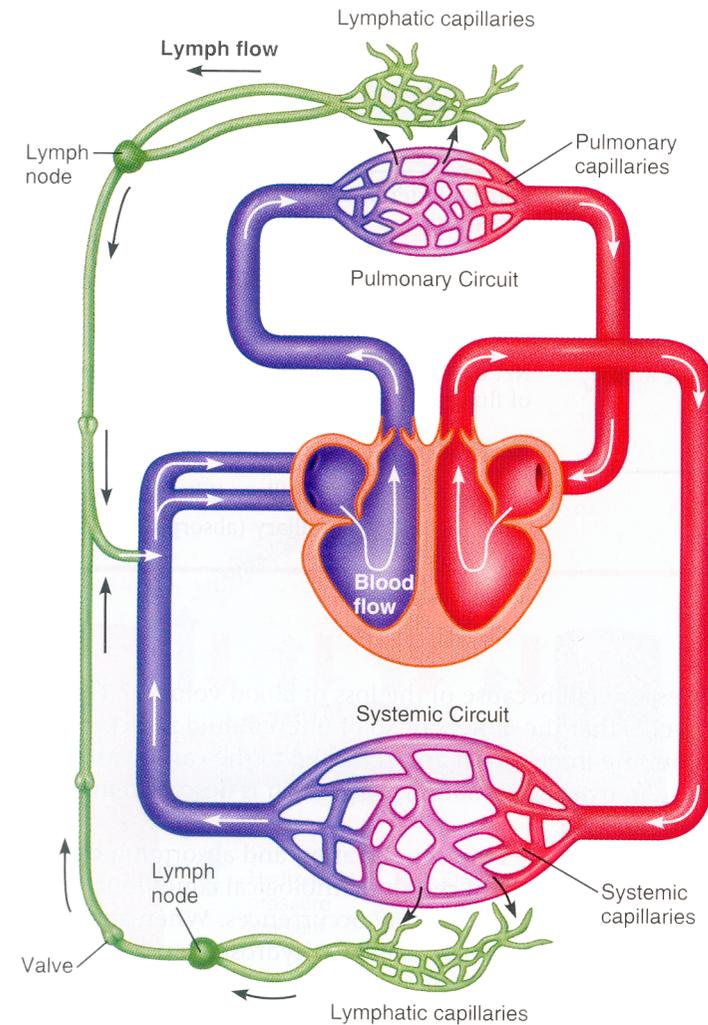
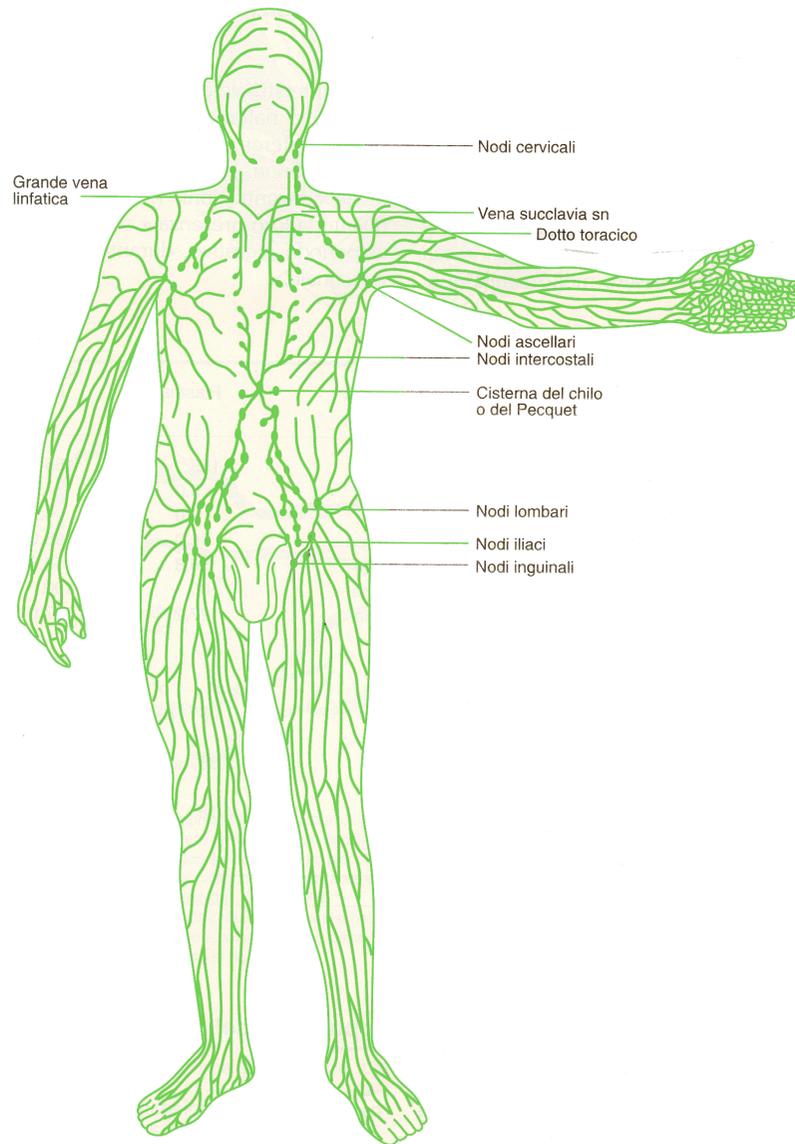


FIGURE 13.26 The lymphatic system. This highly schematic view depicts fluid leaving blood capillaries and entering lymphatic capillaries in the lungs and systemic tissues. This fluid, called lymph, flows through lymphatic ducts and lymph nodes to veins in the systemic circuit.

La linfa

Il volume della linfa è di circa **2.5-4 litri**

E' costituita dal **liquido filtrato dai capillari sanguigni** (polo arterioso)
che non è stato successivamente riassorbito (polo venoso)

La sua composizione
è simile a quella del plasma (ad esclusione del contenuto proteico)
e **del liquido interstiziale**

L'assorbimento della linfa

L'organizzazione anatomica delle cellule endoteliali dei capillari linfatici rende possibile il **solo flusso in entrata nel capillare linfatico**

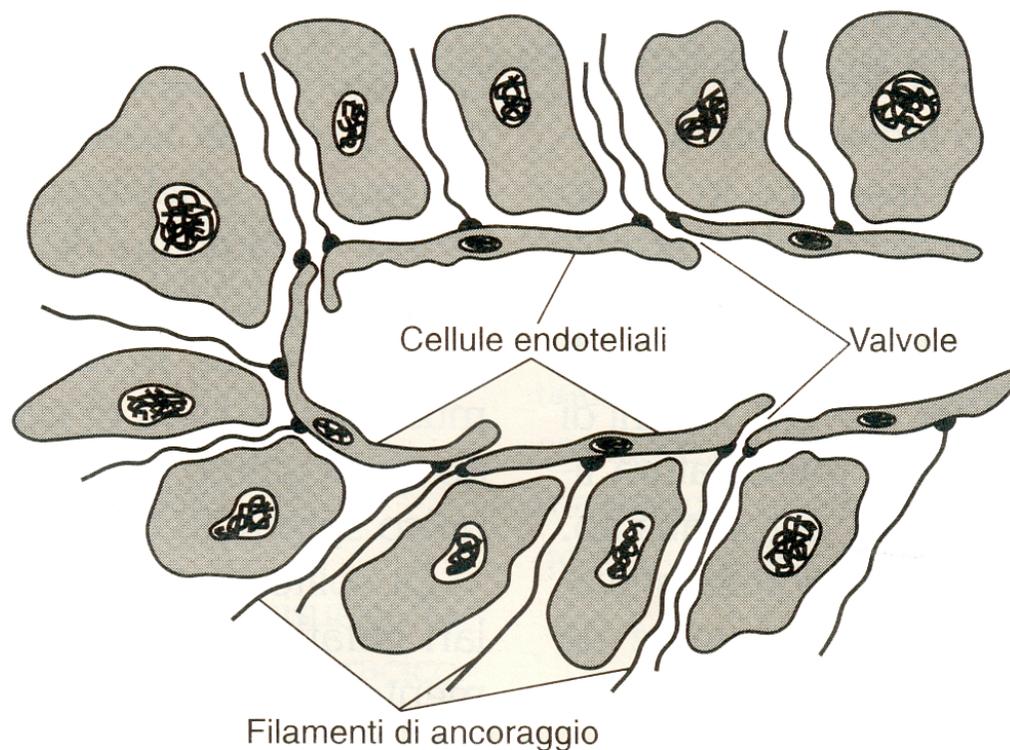
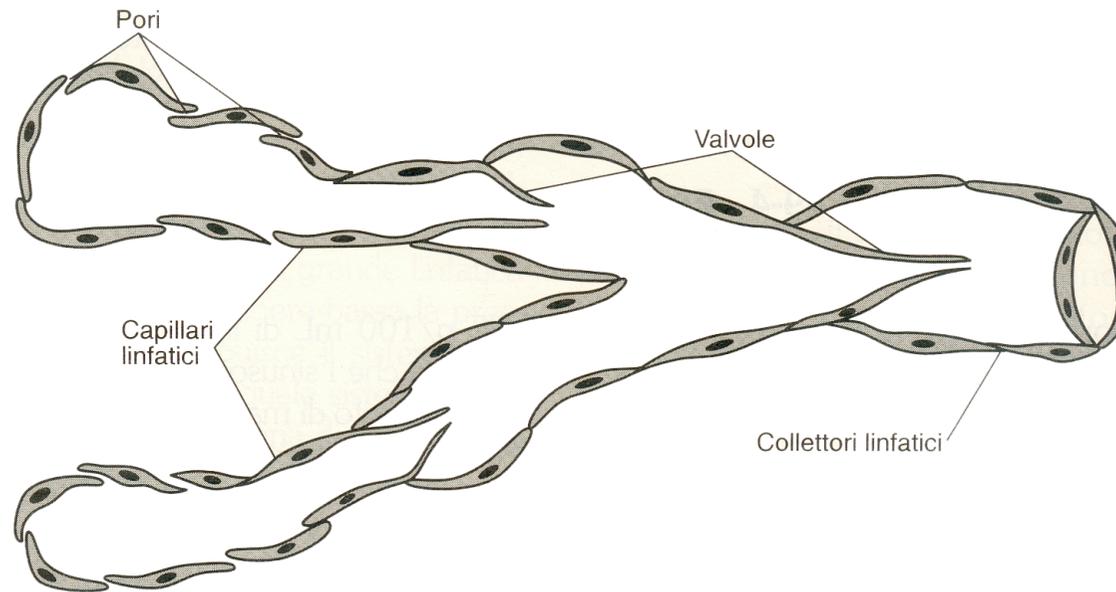


Figura 49-3 (a). Rappresentazione schematica della struttura della parte terminale di un capillare linfatico. Il fluido linfatico entra attraverso piccole valvole formate dalla sovrapposizione parziale di lembi delle cellule endoteliali. Filamenti di ancoraggio attaccati alle cellule e infiltranti nel tessuto circostante favoriscono l'apertura delle valvole quando il tessuto si rigonfia.

La propulsione della linfa

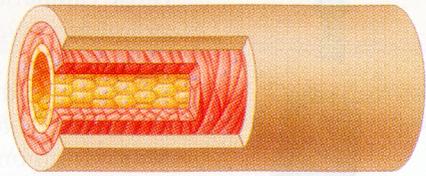
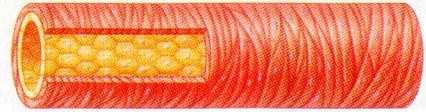
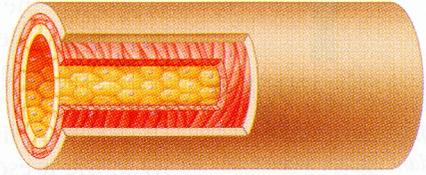
Il flusso in direzione centripeta è garantito dalla:

- ✓ **suddivisione dei capillari linfatici in segmenti funzionali individuali**



- ✓ **muscolatura liscia talvolta dotata di automatismo (risposta miogena)**
- ✓ **compressione da parte dei tessuti circostanti**

La composizione della parete nei diversi tipi di vasi

Average internal diameter (mm)	Average wall thickness (mm)		Special features
4.0	1.0	 <p>Artery</p>	Muscular, highly elastic
0.03	0.006	 <p>Arteriole</p>	Muscular, well innervated
0.008	0.0005	 <p>Capillary</p>	Thin-walled, highly permeable
0.02	0.001	 <p>Venule</p>	Thin-walled, some smooth muscle
5.0	0.5	 <p>Vein</p>	Thin-walled (compared to arteries), fairly muscular, highly distensible

= Endothelium
 = Smooth muscle
 = Connective tissue

Wall thickness

Internal diameter





Il ritorno venoso

Il flusso di sangue nelle vene della circolazione sistemica è assicurato dalla **differenza di pressione intravascolare in ciascun punto del sistema venoso e la pressione dell'atrio destro** (vis a tergo)

All'inizio dell'albero venoso la pressione è di 11 mmHg

Il ritorno venoso
**dai distretti vascolari posti al di sotto del piano del cuore
è ostacolato dalla forza di gravità**

I vasi venosi sono vasi di riserva

La "compliance" dei vasi venosi è maggiore che nei vasi arteriosi

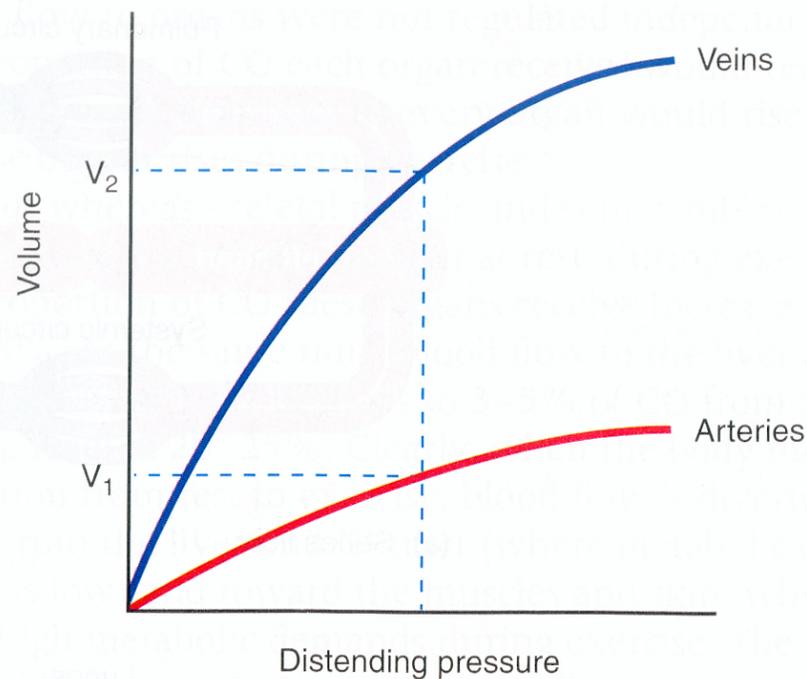


FIGURE 13.13 Curves showing how the volume of blood contained in arteries and veins varies with the pressure inside them. Comparison of the two curves shows that at a given pressure, veins hold more blood (V_1) than arteries (V_2).

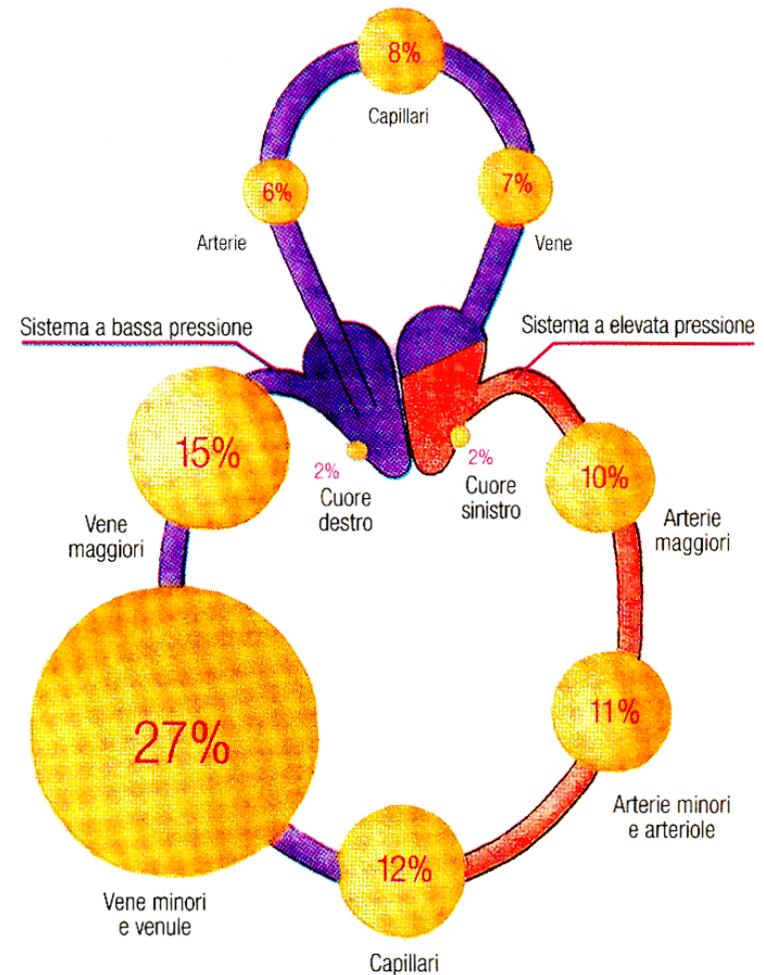
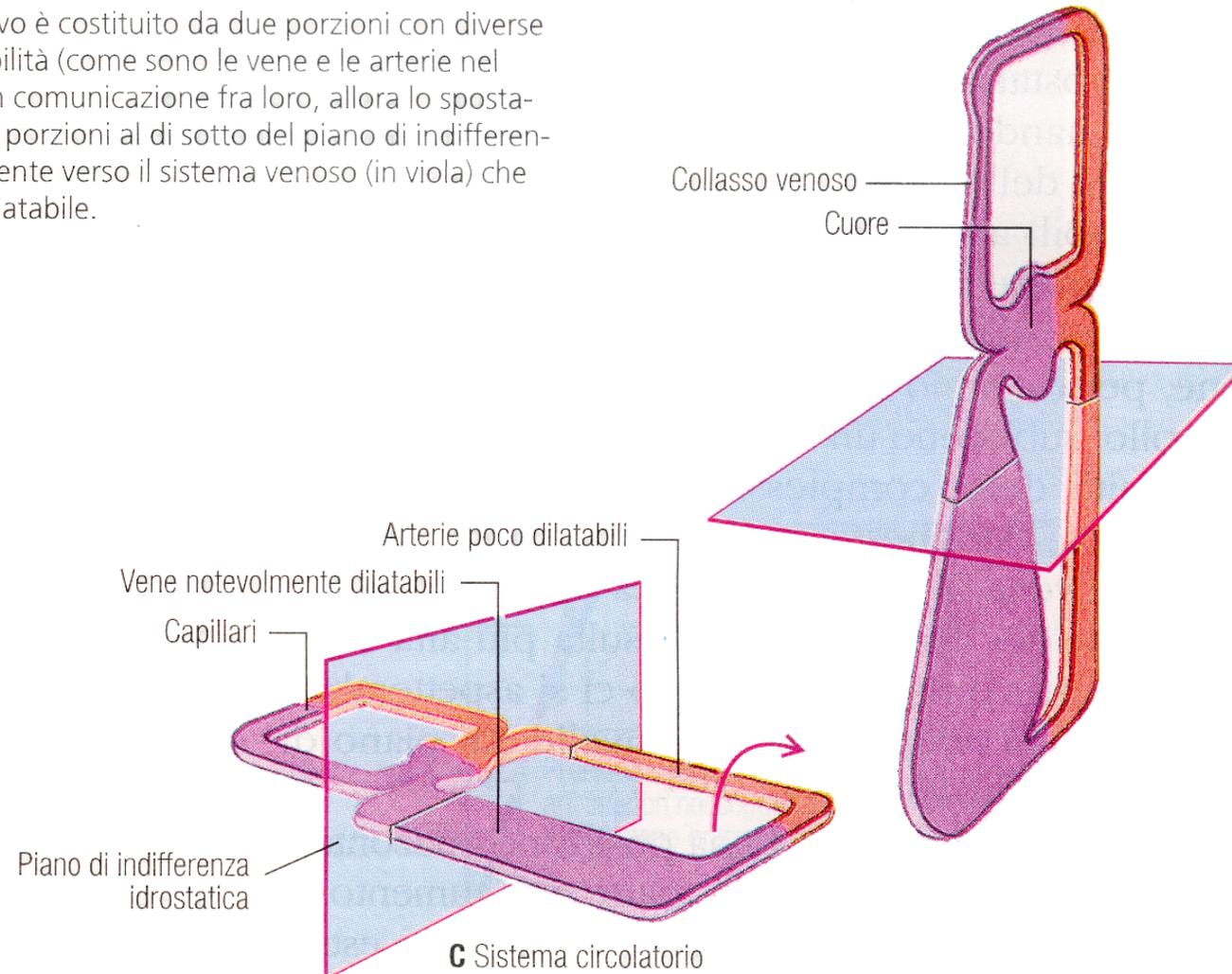


Figura 8.36 La distribuzione del volume ematico nei vasi appartenenti al piccolo e al grande circolo. La maggior parte del volume ematico si rinviene nel sistema a bassa pressione (in viola).

L'importanza della postura nella redistribuzione del sangue venoso

C Se, infine, il corpo cavo è costituito da due porzioni con diverse caratteristiche di dilatabilità (come sono le vene e le arterie nel sistema circolatorio) e in comunicazione fra loro, allora lo spostamento del volume nelle porzioni al di sotto del piano di indifferenza avviene prevalentemente verso il sistema venoso (in viola) che risulta più facilmente dilatabile.



Gli altri meccanismi favorevoli al ritorno venoso

Fattori intrinseci:

- ✓ **la configurazione ad "U" del sistema vascolare**

Ad essa si associano i seguenti altri fattori estrinseci:

- ✓ **la pompa muscolare** (↑ durante l'esercizio fisico)
- ✓ **la pompa toraco-addominale** (vis a fronte; ↑ durante l'inspirazione)
- ✓ **la forza aspirante del cuore** (vis a fronte; ↑ durante la diastole)

La pompa muscolare

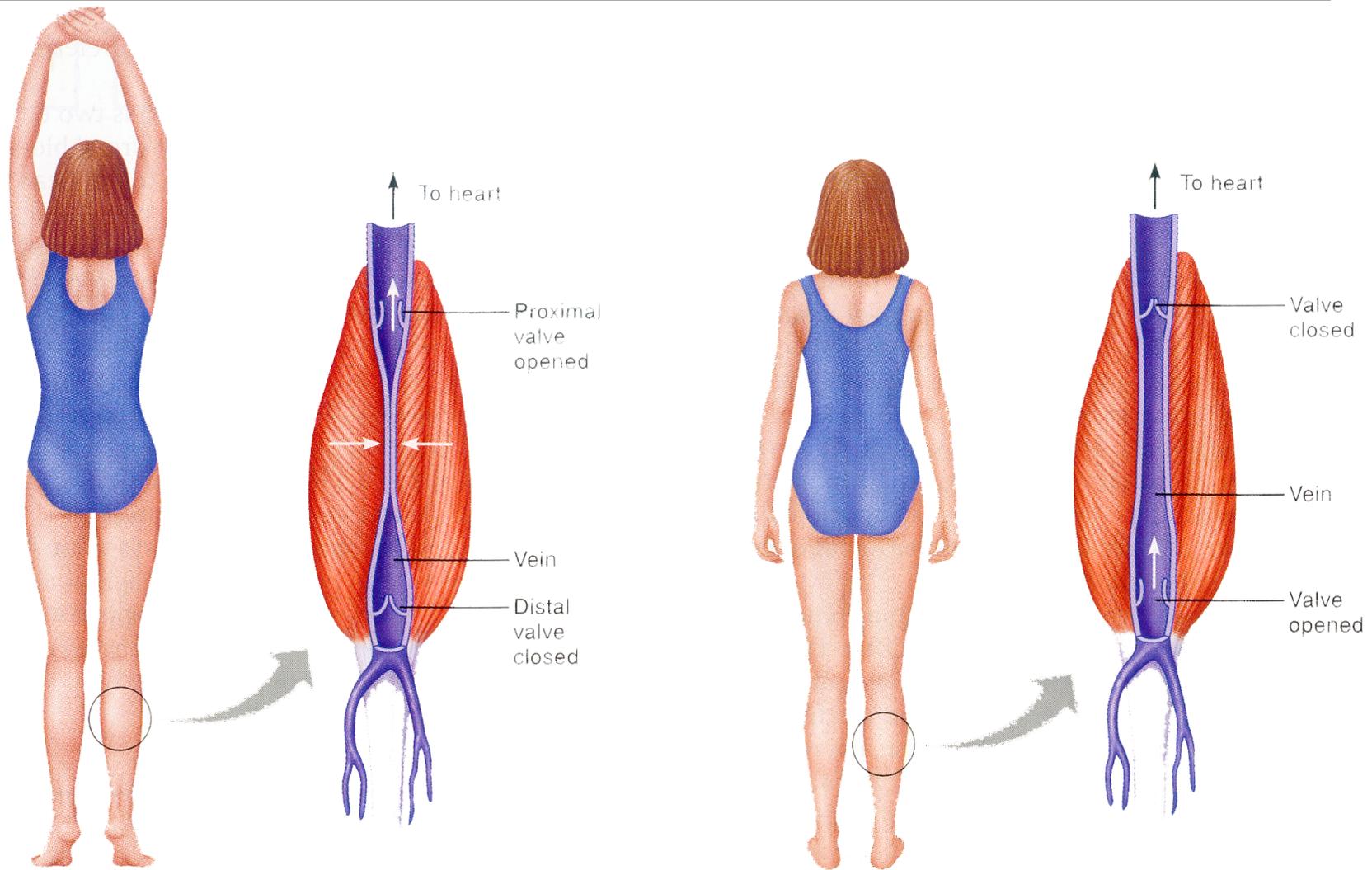


FIGURE 13.23 The skeletal muscle pump. (a) When a muscle contracts, it presses against veins, driving blood toward the heart (left). (b) When the muscle relaxes, backward flow is prevented by closure of one-way valves in the veins.

Il controllo della pressione arteriosa (PA)

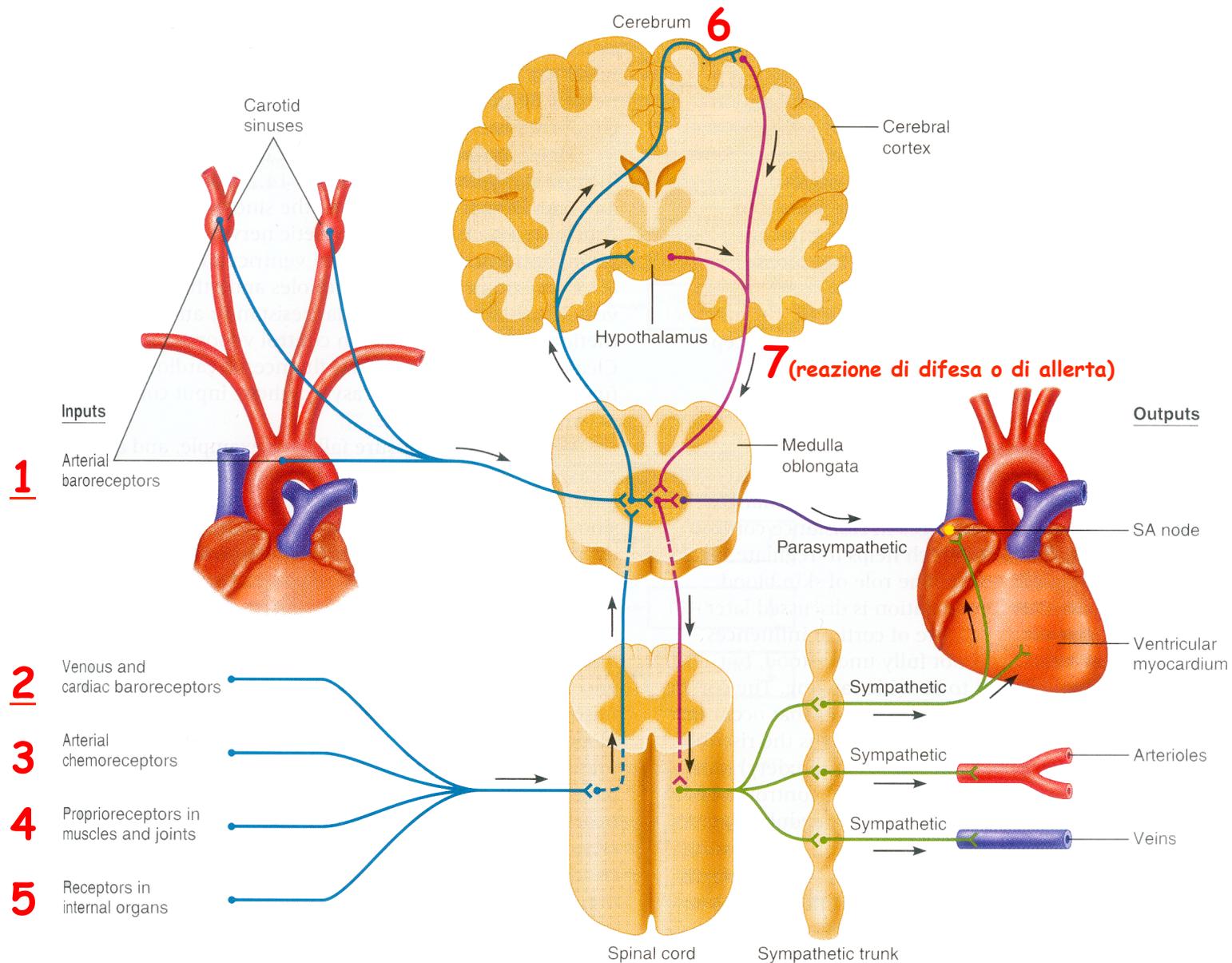
Il **mantenimento** di adeguati valori di **pressione arteriosa** nei vasi sanguigni e di **flusso ematico** ai tessuti vengono assicurati mediante controllo sulla:

- ✓ **gittata sistolica e frequenza cardiaca (effettore = cuore)**
- ✓ **vasomotilità (effettori = fibre muscolari lisce)**
- ✓ **volemia**

I parametri cardiaci e la vasomotilità sono controllati da:

- ✓ **meccanismi di controllo intrinseci**
 - riempimento ventricolare (legge del cuore o di Starling)
 - metaboliti tissutali
 - riflesso miogeno
- ✓ **meccanismi di controllo estrinseci**
 - nervosi (sistema nervoso simpatico e parasimpatico)
 - endocrini (catecolamine circolanti, sistema RAS, ADH, aldosterone)

I sensori della regolazione nervosa della PA



1) I barocettori o pressocettori arteriosi

Sono localizzati principalmente **nell' avventizia** a livello del **seno carotideo** e **dell' arco aortico**

Sono costituiti da **terminazioni amieliniche**
di ramificazioni di fibre nervose

Sono sensibili a **deformazioni e stiramenti delle pareti arteriose**

L'attività elettrica dei barocettori o pressocettori arteriosi

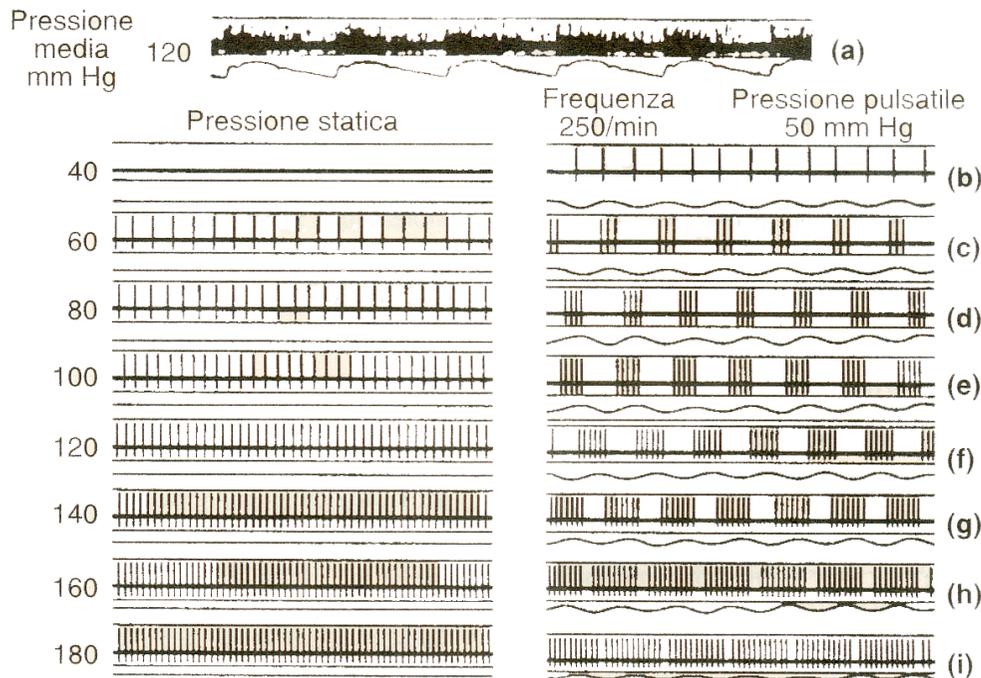


Figura 52-5 Effetti dell'applicazione di pressioni costanti ovvero pulsatili sulla scarica di alcune o di una singola fibra barocettiva. In alto: elettro-neurogramma da tutto il nervo barocettivo; a ogni pulsazione carotidea corrisponde una scarica di impulsi. A sinistra: scarica di una fibra barocettiva carotidea in preparato di seno isolato e perfuso con pressioni statiche a diversi livelli. A destra: mediante pompa, si applicano pressioni pulsatili di 50 mm Hg al di sopra del valore pressorio di fondo del tracciato a sinistra; per esempio in (d) la pressione veniva portata da 80 a 130, in (e) da 100 a 150 e così via.

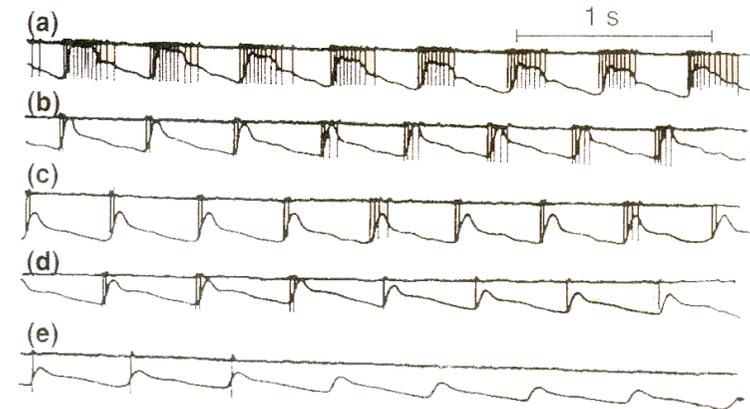
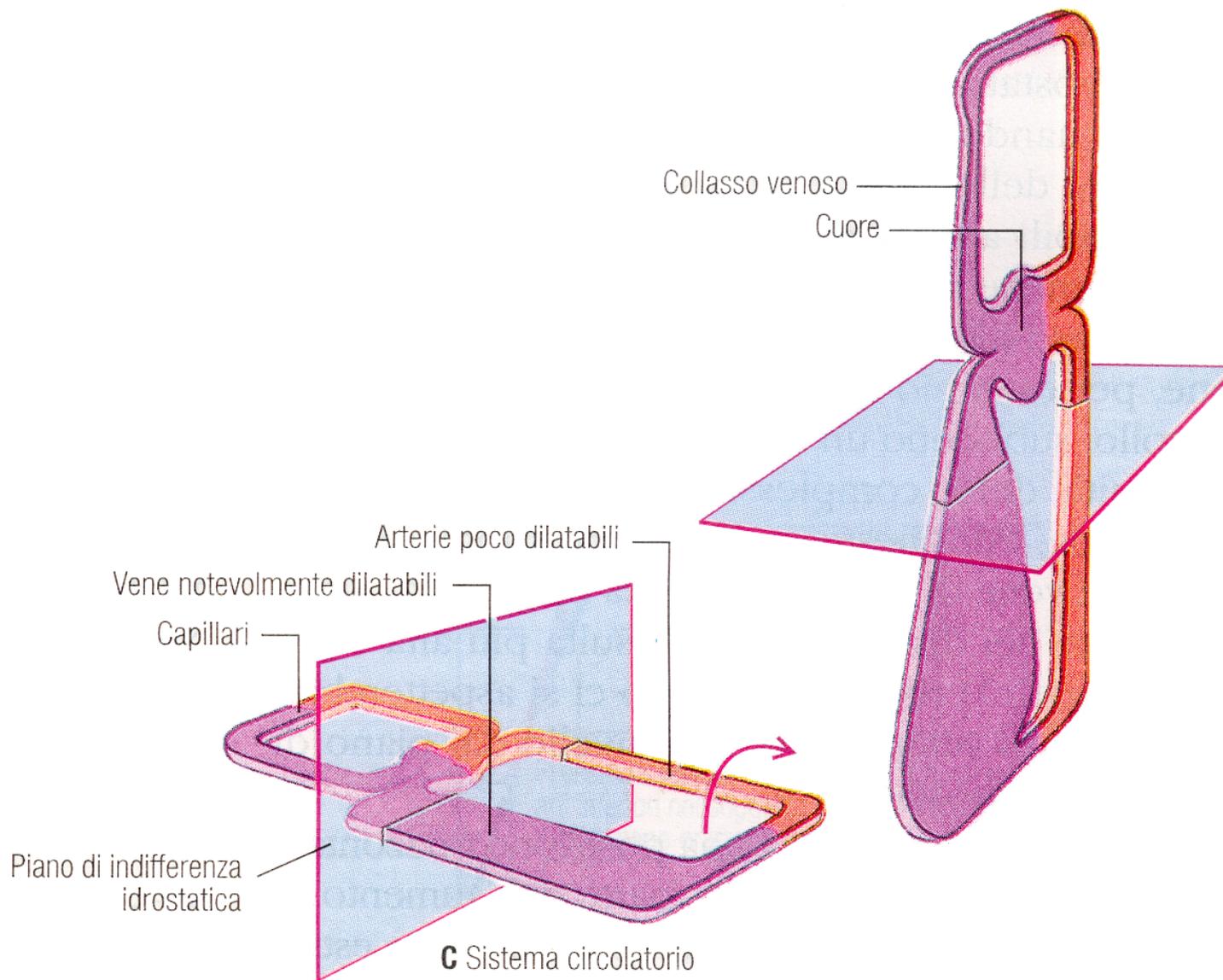


Figura 52-4 Scariche d'impulsi in una fibra barocettiva legate a oscillazioni pulsatorie della pressione arteriosa. In ciascuno dei 5 tracciati (a-e) la traccia superiore registra la scarica d'impulsi e quella inferiore le oscillazioni pressorie. Il numero di impulsi generati da ogni pulsazione è massimo in (a) (valore pressorio = 125 mm Hg) e decresce in (b) (80 mm Hg) e in (c) (62 mm Hg). In (d) (55 mm Hg) si ha anche un solo impulso/pulsazione. In (e) (42 mm Hg) la scarica stenta a manifestarsi alla pulsazione oramai con valore pressorio troppo basso.

La distribuzione della volemia è influenzata dalla postura



La regolazione (nervosa) a breve termine della pressione arteriosa

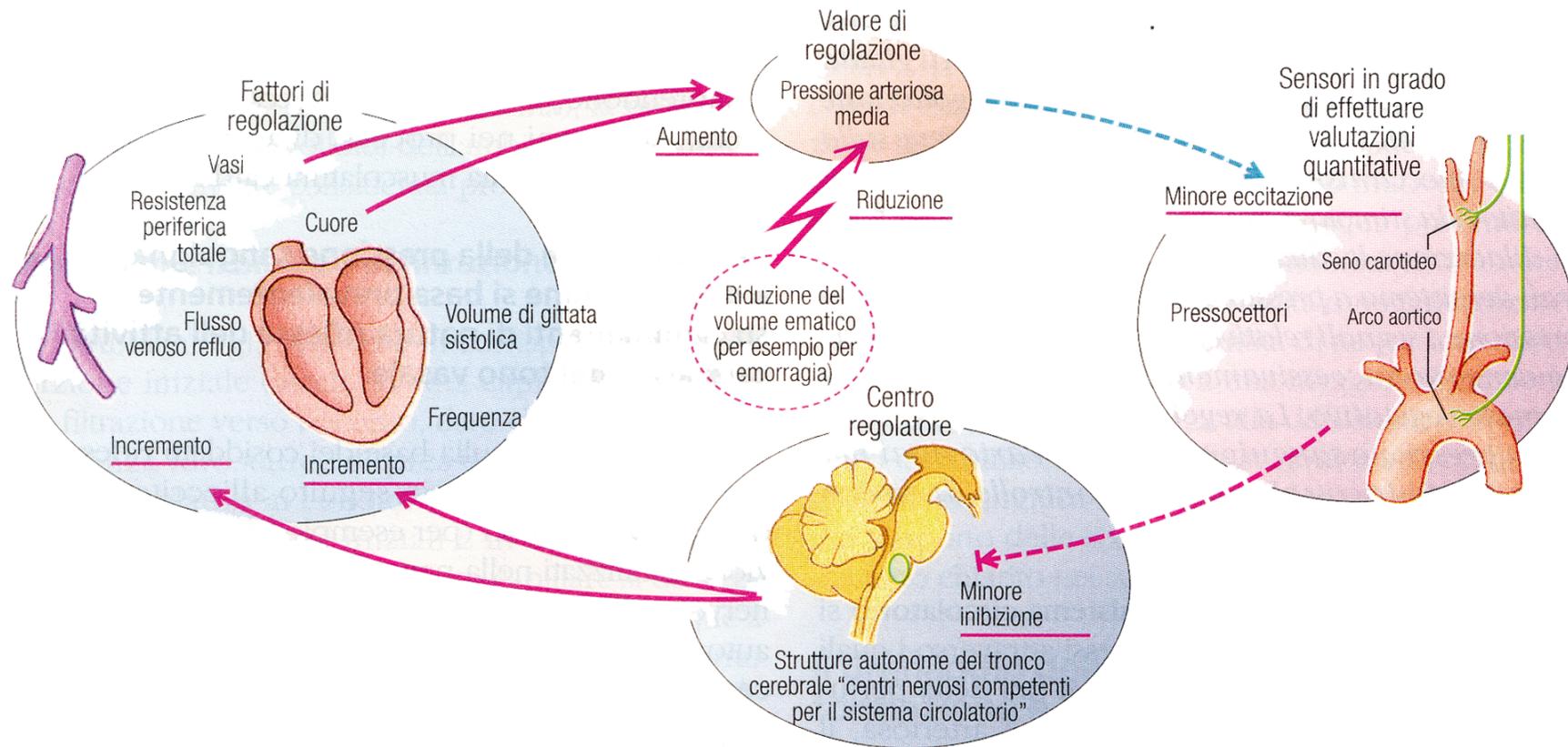
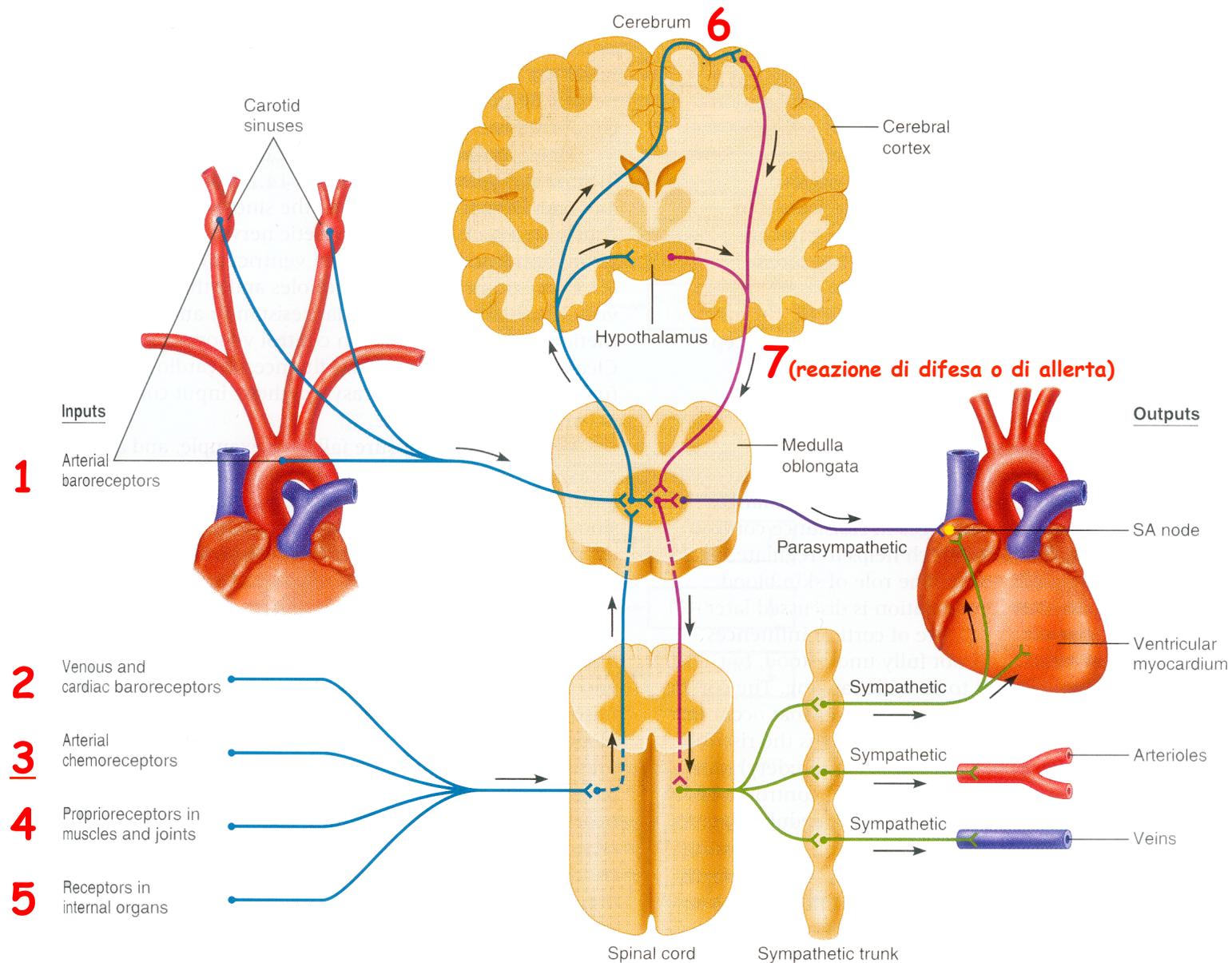


Figura 8.28 Viene illustrato un circuito di controllo che consente la regolazione a breve termine della pressione arteriosa media. L'abbassamento della pressione arteriosa, in questo modello conseguente a un'emorragia, rappresenta

l'evento primario che innesca una catena di processi regolativi, in grado di portare, attraverso l'informazione proveniente dai pressocettori, all'attivazione simpatica e quindi a un incremento dell'attività cardiaca e di quella della parete contrattile vasale.

I sensori della regolazione nervosa della pressione arteriosa



3) I chemiocettori periferici e centrali

Sono localizzati principalmente a livello del **seno carotideo** e **dell'arco aortico (periferici)** nel **bulbo (centrali)**

Sono costituiti da **cellule** sensibili alla **$P(O_2)$** , alla **$P(CO_2)$** ed al **pH** nel **sangue** o **nel liquor**

(N.B. hanno un ruolo importante nella regolazione della ventilazione polmonare)