

## 6.4\_VASI

- Struttura delle arterie e delle vene
- Principali funzioni delle arterie
- La pressione arteriosa media
- Dipendenza della pressione arteriosa media da gittata cardiaca e resistenza periferica
- Struttura e funzione delle arteriole
- Funzione dell'endotelio
- Struttura e funzione dei capillari
- Struttura e caratteristiche delle vene
- I fattori che influenzano la pressione venosa centrale
- L'emorragia

## • I capillari: struttura

diametro  
8-20  $\mu\text{m}$

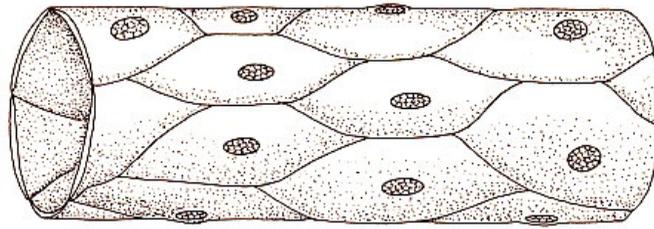


FIGURA 9-33  
Capillare tipico.

Strato di cellule endoteliali su lamina basale (0.5  $\mu\text{m}$  spessore)

Sono complessivamente:  $1-10 \cdot 10^9$ : ogni cellula dista meno di 100  $\mu\text{m}$  da un capillare

Gli eritrociti si allineano in fila indiana

Facilitano gli scambi gassosi

Espressi proporzionalmente all'attività funzionale del tessuto

6000  $\text{m}^2$  : area di scambio

5000  $\text{cm}^2$ : sezione trasversale complessiva

- 1 – *capillari continui* (poco permeabili): muscoli, tessuto nervoso, polmoni, tessuto connettivo, ghiand. endocrine
- 2 – *capillari fenestrati* (permeabili): glom. renale, intestino, ghiand. endocrine
- 3 – *capillari sinusoidali* (molto permeabili): fegato, midollo osseo, milza, noduli linfatici, surrene

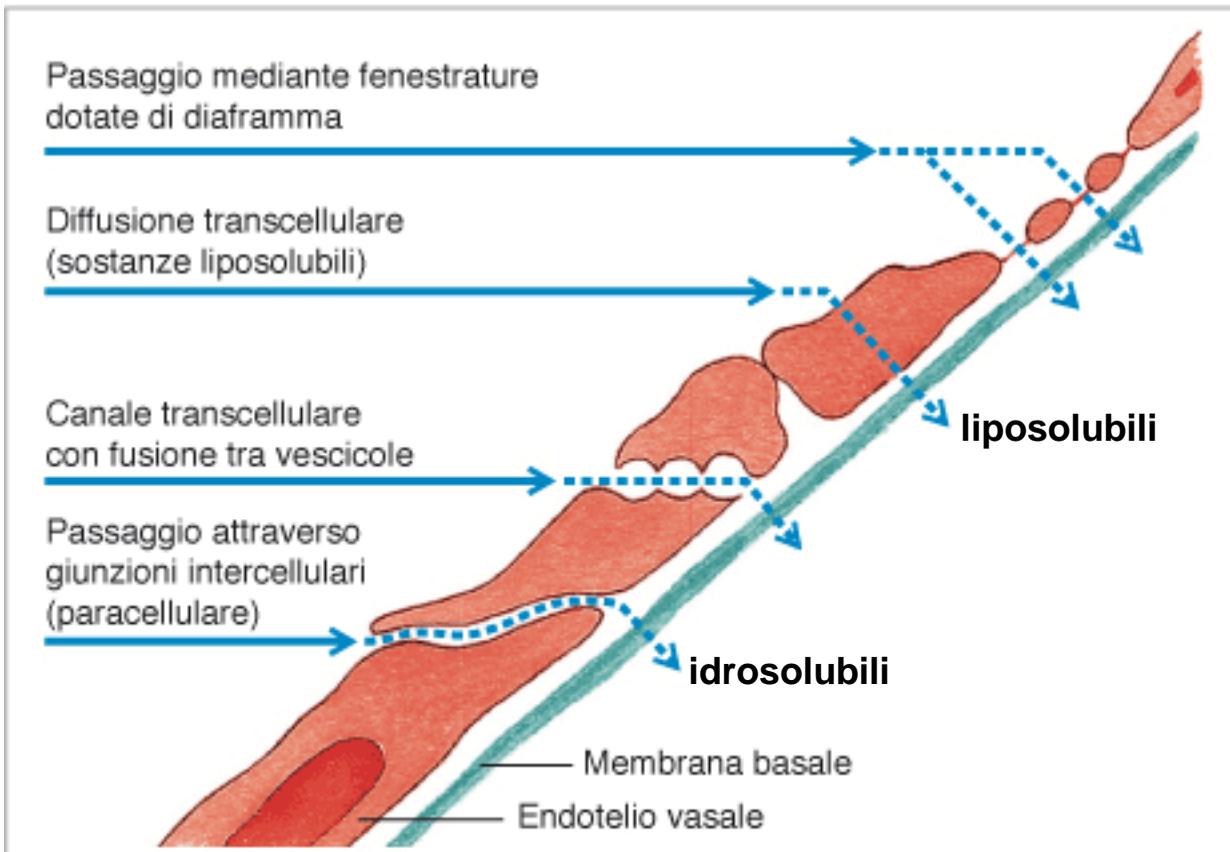
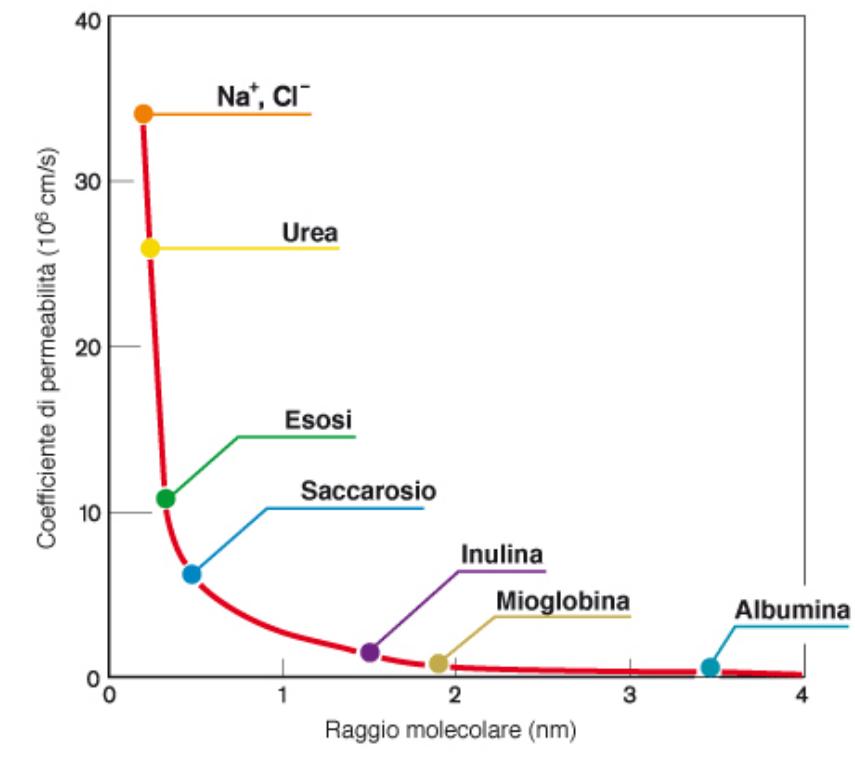
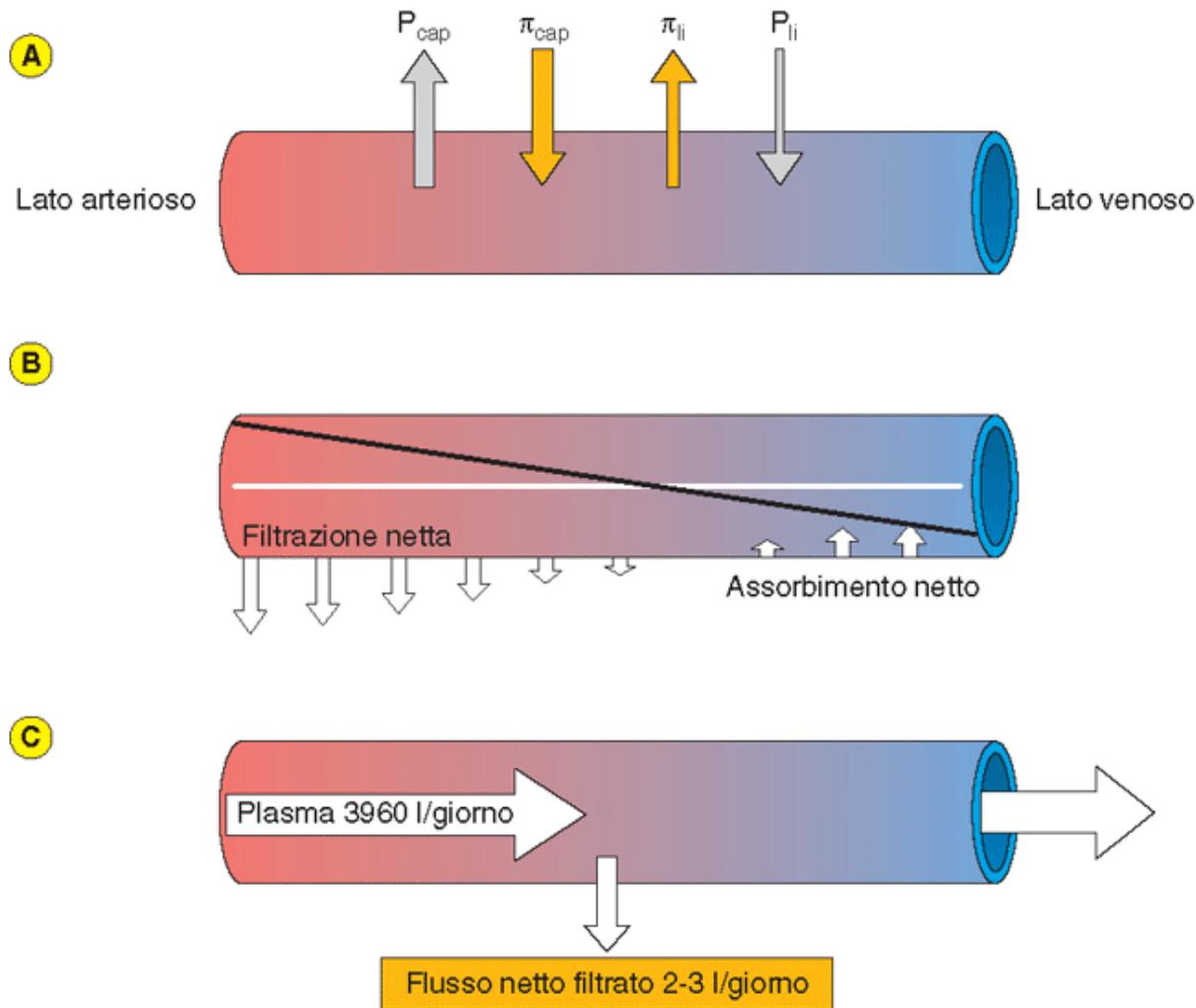


Fig. 6.26 Vie per il passaggio di sostanze attraverso l'endotelio. La presenza di queste vie di passaggio nell'endotelio di una regione vascolare ne determina la conduttività idraulica.



## • I capillari: funzione

### Scambio di liquidi attraverso la parete del capillare



Il gradiente di pressione idrostatica ( $P_{cap}-P_{ii}$ ) spinge l'acqua fuori dal capillare (FILTRAZIONE)

Il gradiente di pressione oncotica ( $\pi_{cap}-\pi_{ii}$ ) (pressione osmotica esercitata dalle proteine) tende a muovere l'acqua verso l'interno dei capillari (ASSORBIMENTO)

Il flusso massivo che si genera tra capillare e tessuti è determinato dall'equilibrio di quattro pressioni:

**$P_c$**  = pressione idraulica del capillare

**$P_i$**  = pressione idraulica del liquido interstiziale

**$\Pi_c$**  = pressione oncotica del plasma

**$\Pi_i$**  = pressione oncotica del liquido interstiziale

$$\text{flusso massivo} = k [(P_c - P_i) + (\Pi_i - \Pi_c)]$$

$P_c = \approx 32$  mmHg all'inizio del cap.;  $\approx 15$  mmHg alla fine

$P_i = 0$  mmHg

$\Pi_c = \approx 25$  mmHg

$\Pi_i = \approx 3$  mmHg

All'inizio del capillare (lato arteriolare) il liquido si muove fuori dal capillare (*filtrazione*):

flusso massivo =  $(32 + 3) - 25 \sim +10$  mmHg **ESTREMITA' ARTERIOSA**

Alla fine del capillare (lato venulare) il liquido si muove dentro il capillare (*riassorbimento*):

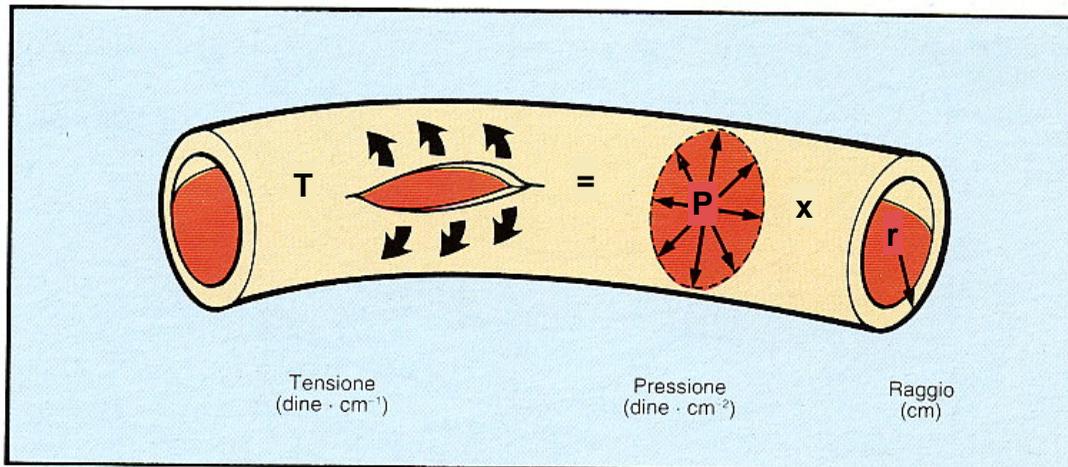
flusso massivo =  $(15+3) - 25 = -7$  mmHg (*riassorbimento*) **ESTREMITA' VENOSA**

# Tensione della parete dei capillari

Legge di Laplace



$$T = p \times r$$



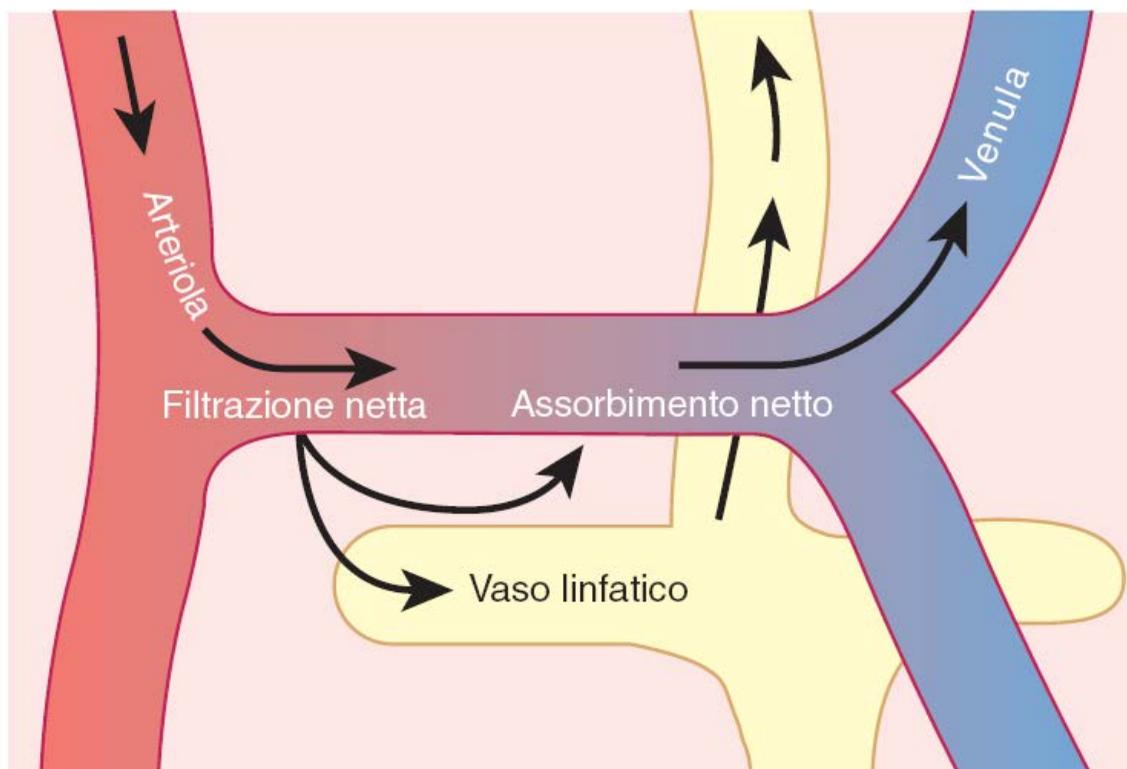
**Figura 22-3** Schema di un piccolo vaso sanguigno che illustra la legge di Laplace:  $T = Pr$ , dove  $P$  = pressione intraluminale,  $r$  = raggio del vaso, e  $T$  = tensione della parete. La tensione è rappresentata come forza per unità di lunghezza (tangenziale alla parete del vaso) che tende a spingere e separare un'ipotetica fessura longitudinale nella parete del vaso.

- secondo la legge di Laplace i vasi con grosso diametro (aorta) sono soggetti ad alte *tensioni superficiali* (grande  $T$ )
- l'alta *tensione superficiale* sulle pareti dei grossi vasi è compensata da una proporzionata quantità di materiale elastico (*elastina e collagene*) sulla parete del vaso
- vasi con piccoli diametri possono sopportare *pressioni intravasali* elevate pur avendo pareti molto sottili e poco elastiche, in quanto la tensione della parete è limitata. Si compari la diversa  $T$  tra aorta e capillari che stanno in un rapporto 12.000: 1

$$\left. \begin{array}{l} T_{aorta} = 100 \text{ mm Hg} \times 1.2 \text{ cm} \\ T_{capill} = 20 \text{ mm Hg} \times 5 \text{ } \mu\text{m} \end{array} \right\} \frac{T_{aorta}}{T_{capill}} = \frac{100 \times 12.000}{20 \times 5} = \frac{12.000}{1}$$

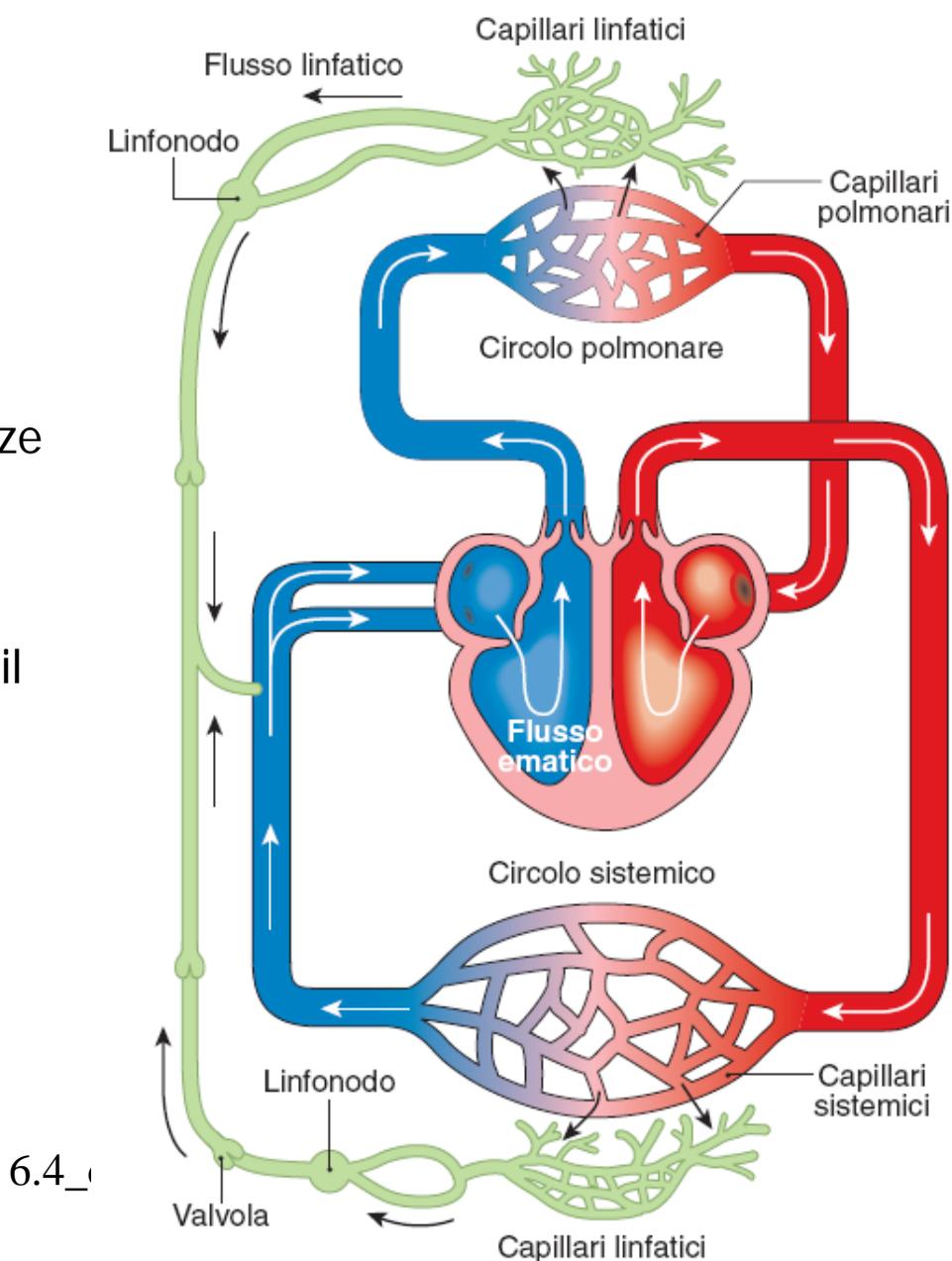
- se  $P_{capill}$  sale a 100 mm Hg (posizione ortostatica), la  $T_{capill}$  rimane sempre 2.500 più piccola della  $T_{aorta}$  pur essendo sottoposta alla stessa  $P_a$

# Il sistema linfatico recupera i liquidi e le sostanze filtrate e non riassorbite dai capillari



## Il circolo linfatico

- i capillari linfatici a fondo cieco raccolgono i liquidi (2/3 l/giorno) e le sostanze filtrate in eccesso e attraverso i dotti linfatici, contenenti valvole unidirezionali, scaricano il loro contenuto (linfa) nel circolo venoso
- aiuta a mantenere l'omeostasi del liquido interstiziale di un tessuto

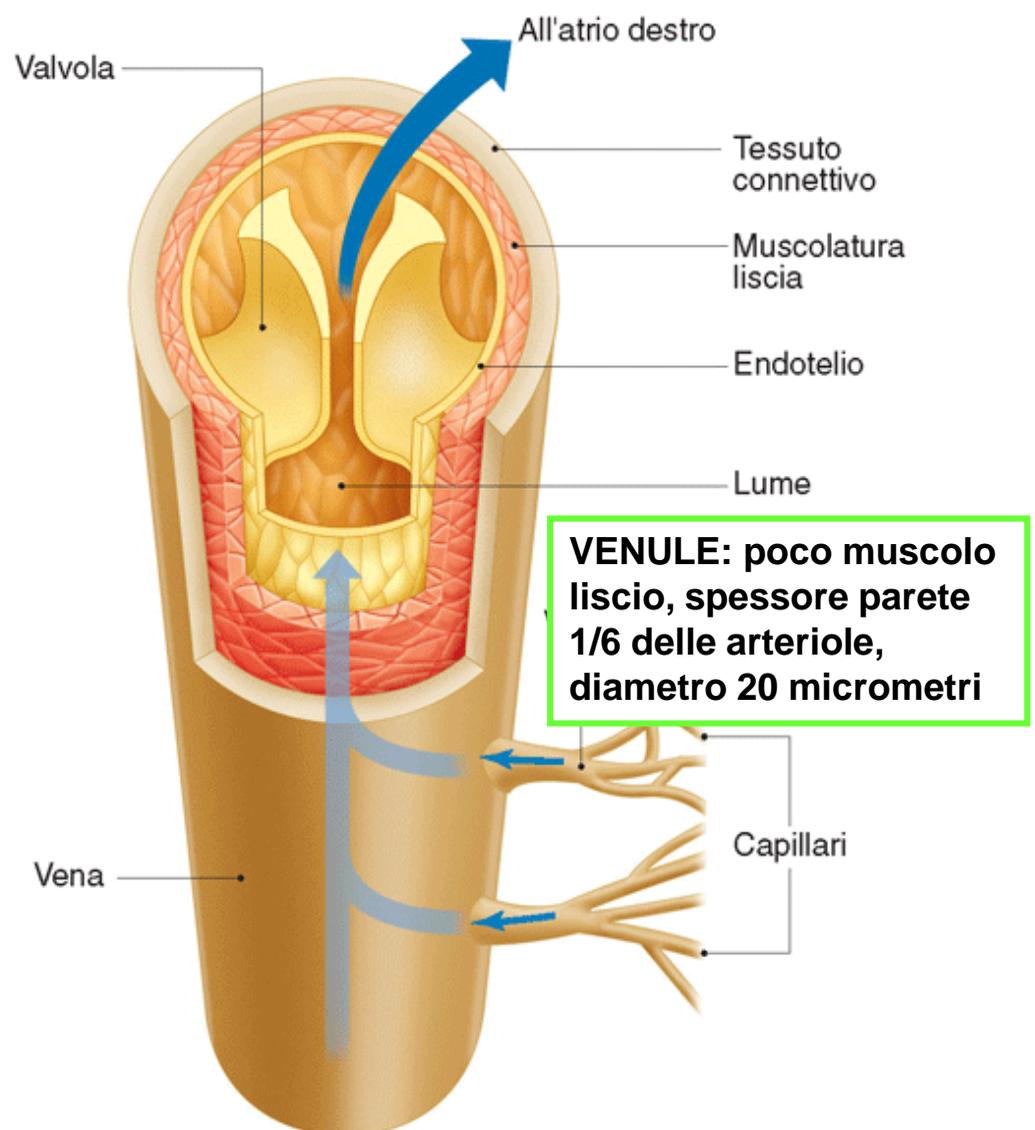


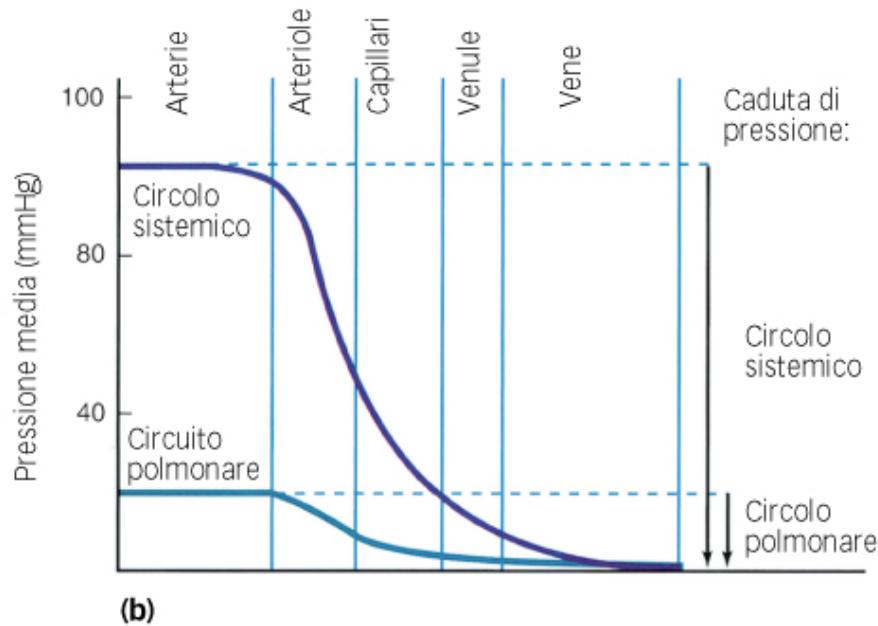
## • Le vene: struttura

DIAMETRO GRANDE, VALVOLE SEMILUNARI UNIDIREZIONALI, PARETI SOTTILI, BASSA PRESSIONE, ALTA COMPLIANCE (25 VOLTE MAGGIORE DELLE ARTERIE)

Pvenosa → 12-15 mmHg nelle venule

Pvenosa → 0-5 mmHg all'atrio destro



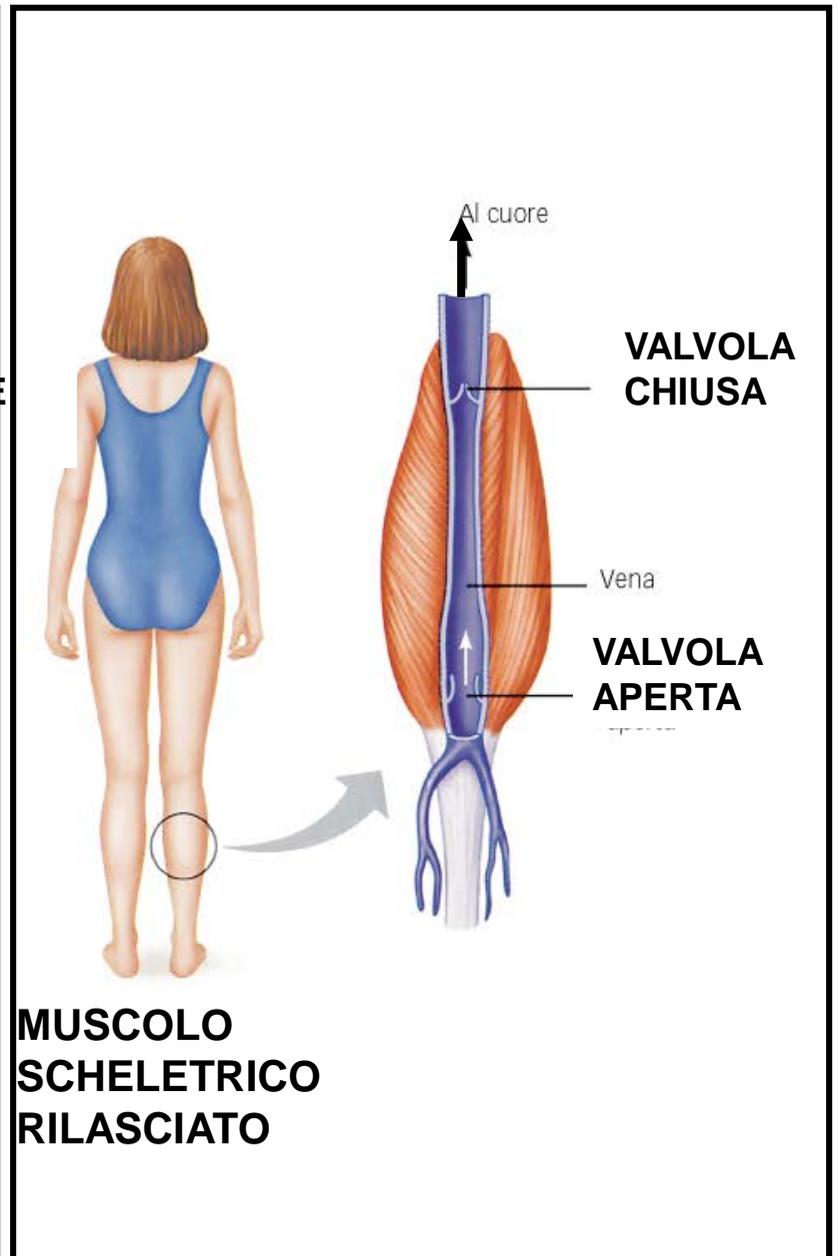
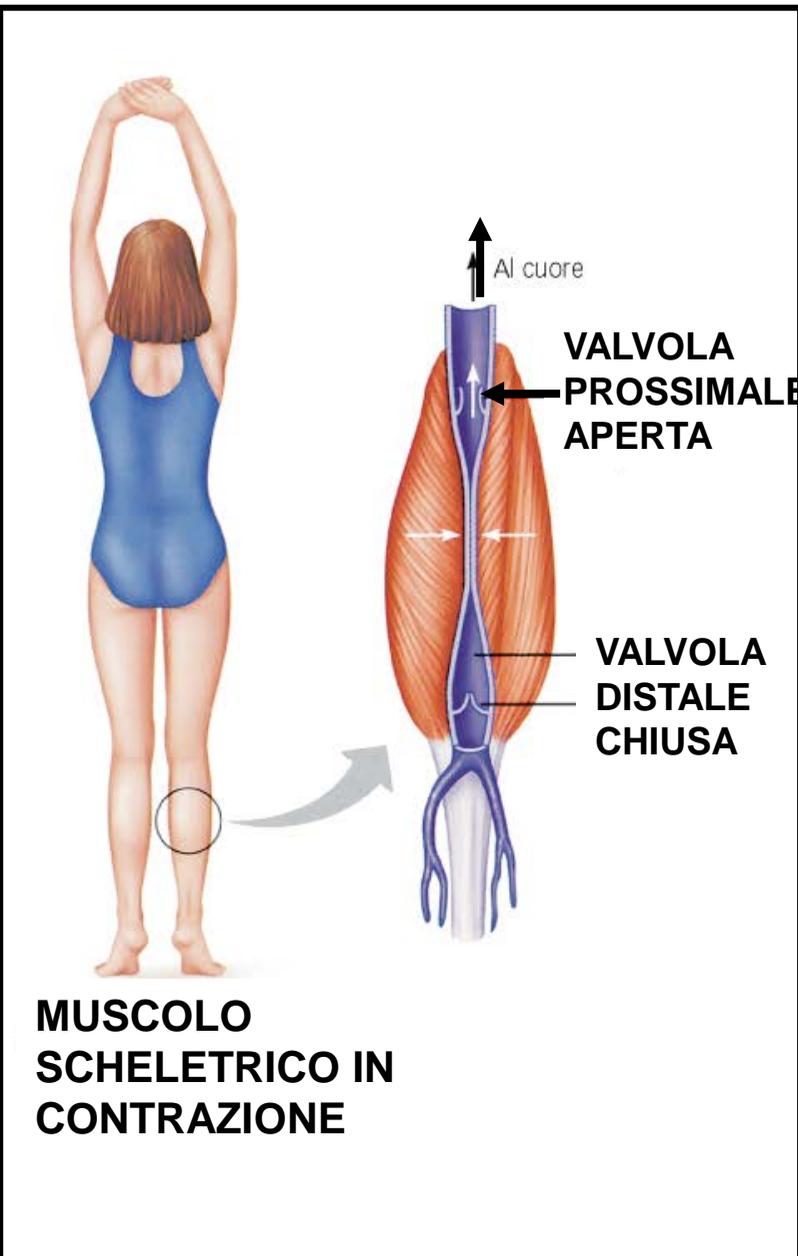


- compliance venosa  $\Rightarrow$  25 volte la compliance delle arterie
- condotti di raccolta del sangue a bassa resistenza
- pareti sottili e grande diametro
- serbatoio di sangue (contengono il 60% del sangue totale)
- innervate dal sistema nervoso simpatico
- una stimolazione simpatica venosa causa aumentata contrazione venosa (*tono venomotorio*), maggior ritorno venoso, maggiore pressione venosa centrale (*PVC, precarico atrio destro*)

Il **flusso venoso** è mantenuto da:

- 1)  $P_{\text{venosa}}$  di 15 mmHg che si riduce a 5 mmHg all'atrio destro
- 2) pressione negativa toracica (*pompa respiratoria*)
- 3) pompa *muscolare scheletrica e sfinteri venosi*
- 4) contrazione venosa controllata dal s.n. simpatico venoso (*tono venomotorio*), maggior ritorno venoso, maggiore  $P_{\text{venosa}}$  (*PVC, precarico*)

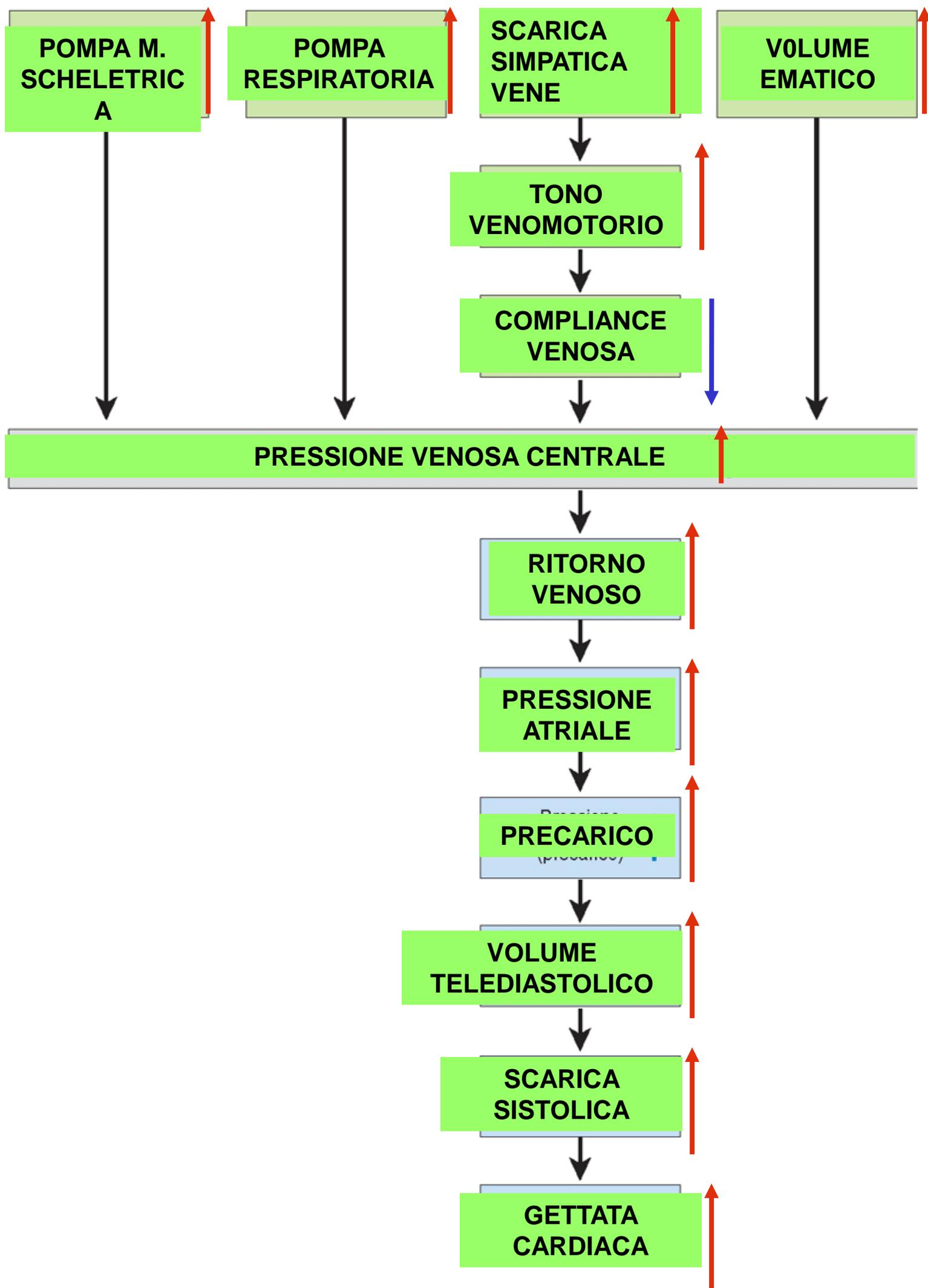
**Attività muscolare: i muscoli alternando contrazione e rilassamento fanno progredire il sangue verso le vene centrali ed aumentano la pressione venosa centrale.**



**MUSCOLO IN CONTRAZIONE:  
L'AUMENTATA PRESSIONE  
COMPRIE LE VENE, CHIUDE LE  
VALVOLE SOTTOSTANTI (distali)  
ED APRE QUELLE SOVRASTANTI  
(prossimali)**

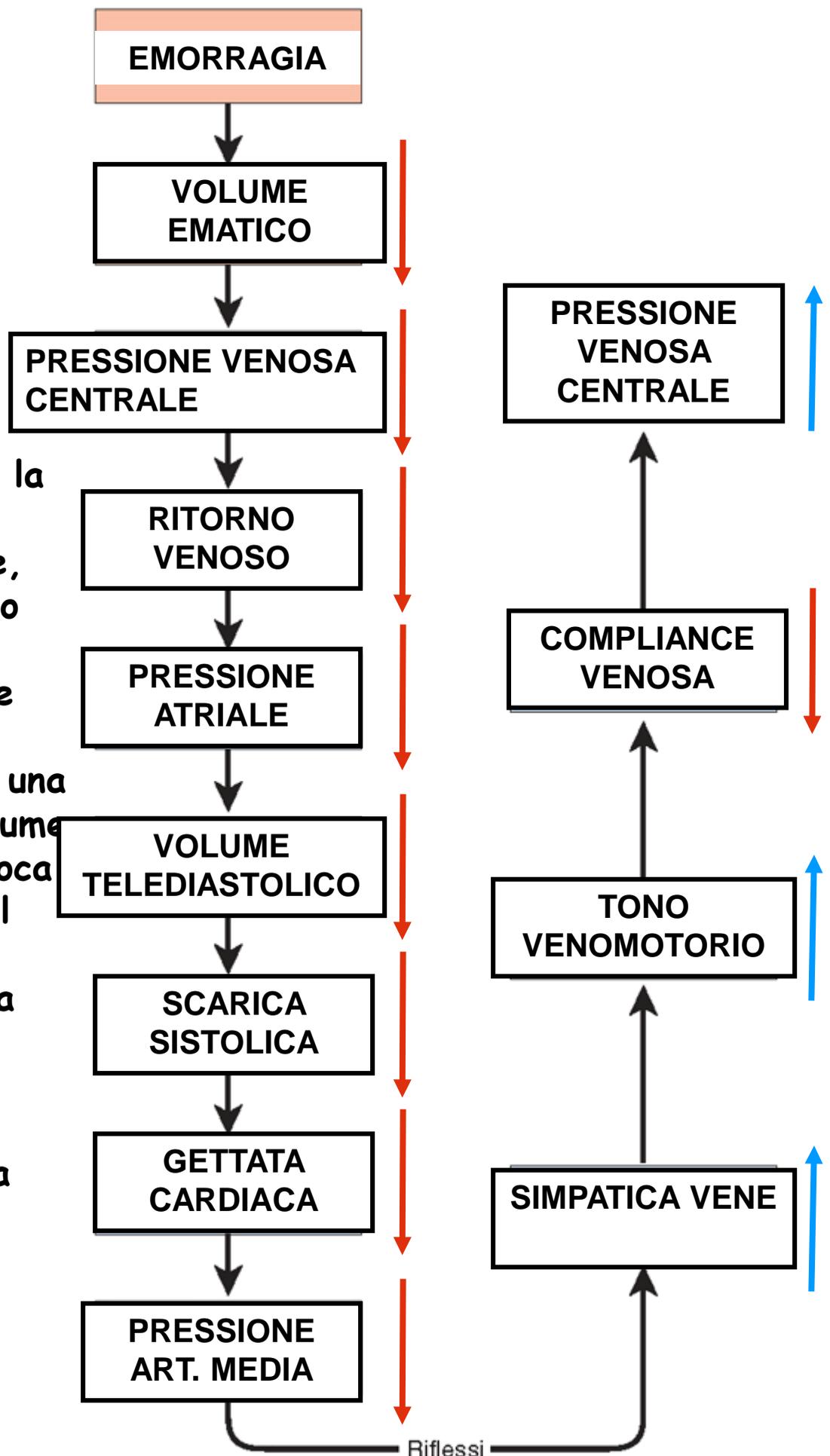
**MUSCOLO IN RILASCIAMENTO:  
LE VENE SI DISTENDONO E LA  
CHIUSURA DELLA VALVOLE  
IMPEDISCE IL REFLUSSO DEL  
SANGUE VERSO IL BASSO.**

• I fattori che influenzano la pressione venosa centrale

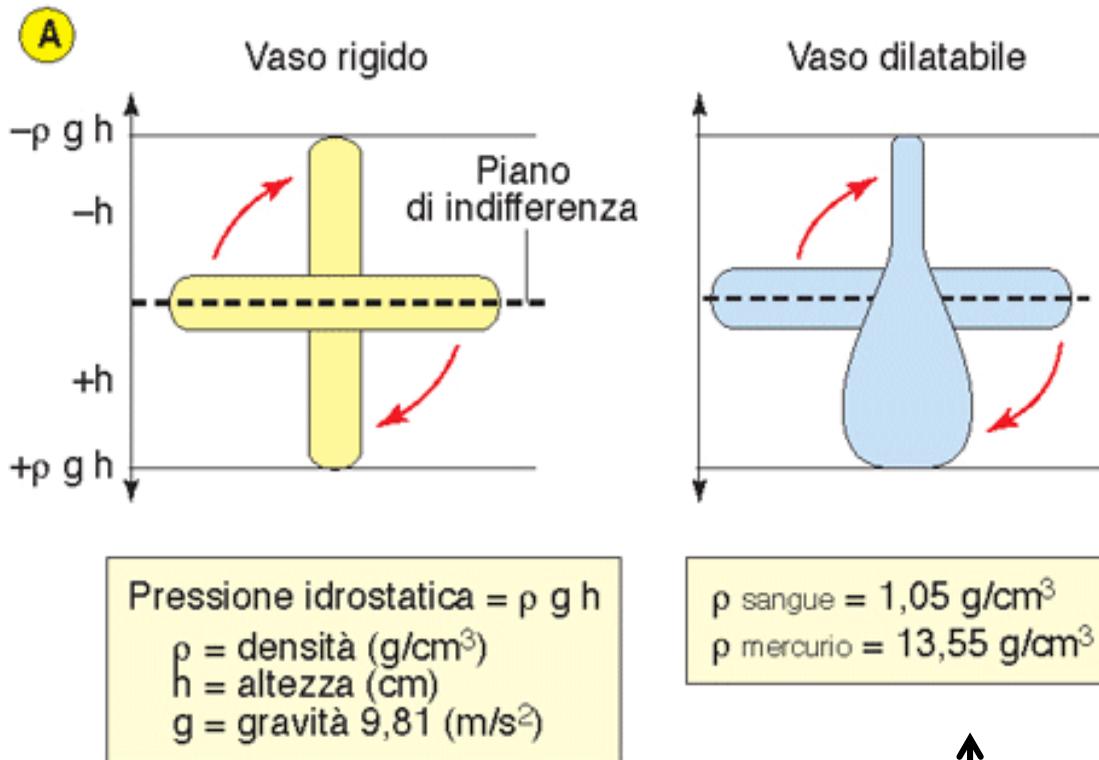


- L'emorragia

Nell'emorragia il volume ematico diminuisce e quindi la pressione venosa centrale diminuisce, diminuisce il ritorno venoso e quindi diminuisce il volume telediastolico. Per l'effetto Starling, una diminuzione del volume telediastolico provoca una diminuzione del volume di eiezione ventricolare e della gittata cardiaca, causando una diminuzione della pressione arteriosa media.



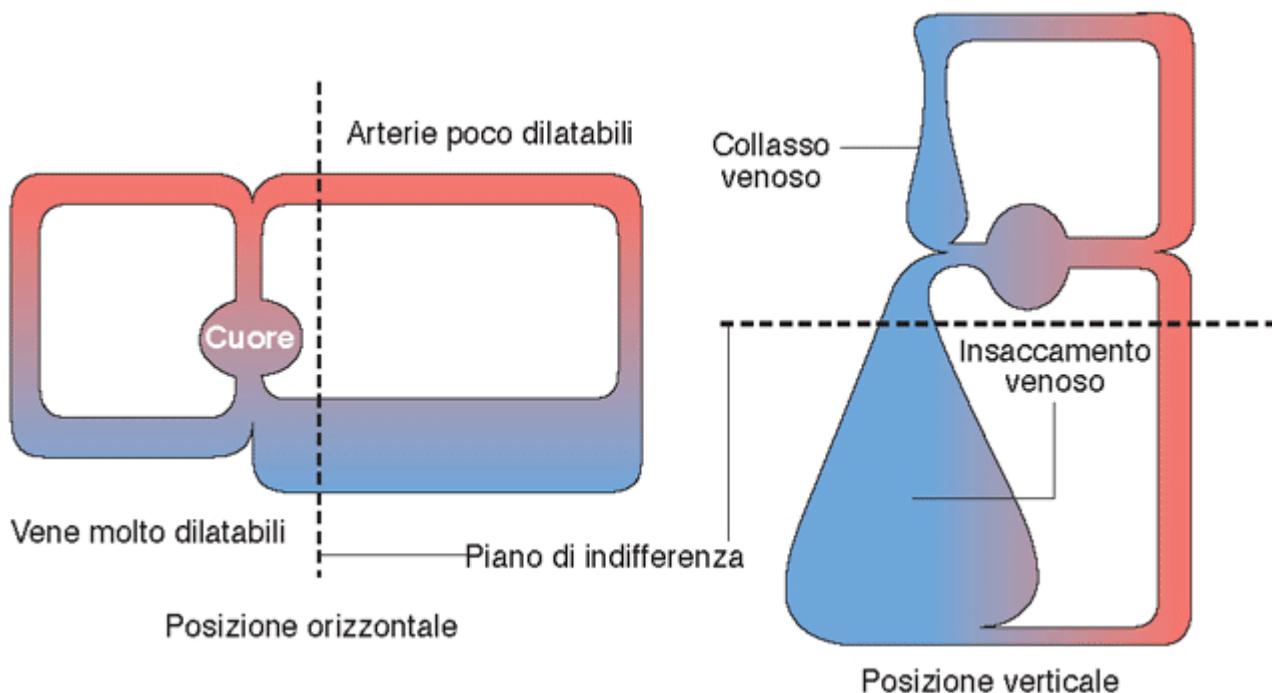
# Effetti della gravità sulla distensibilità delle vene



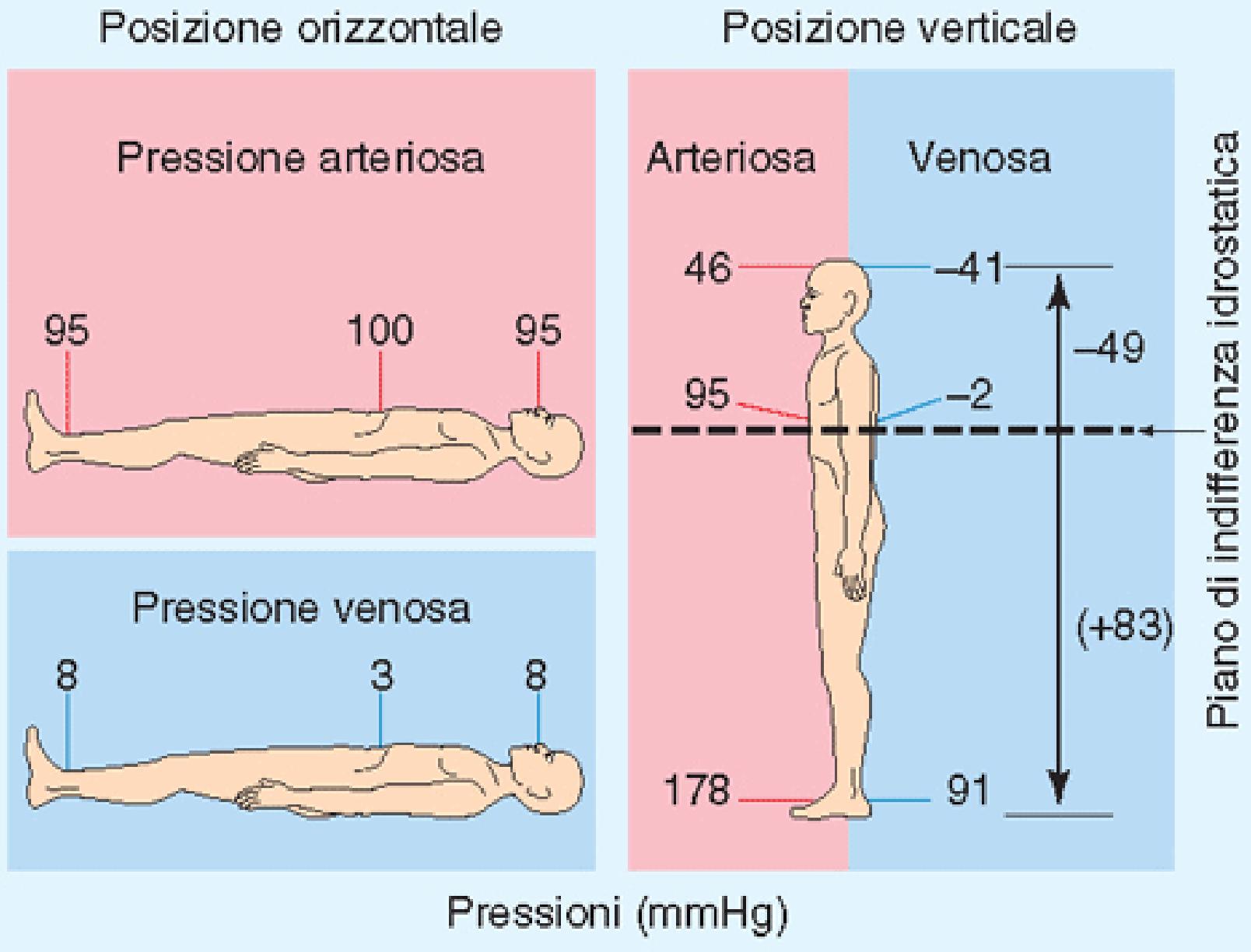
$\rho$  sangue= 1.05 g/cm<sup>3</sup>  
 $\rho$  mercurio= 13.55 g/cm<sup>3</sup>



**LA PRESSIONE DI UN LIQUIDO E' PROPORZIONALE ALL'ALTEZZA DELLA COLONNA: LE PARTI BASSE DEL CONTENITORE HANNO UNA MAGGIORE PRESSIONE IDROSTATICA. Se le pareti sono dilatabili si distendono a causa della maggiore pressione idrostatica.**



## Pressione arteriosa e venosa in posizione supina ed eretta



LA PRESSIONE DELLA COLONNA DI SANGUE DI 100 cm DI ALTEZZA EQUIVALE ALLA PRESSIONE DI UNA COLONNA DI MERCURIO DI 80 mm.  
 ( $P = \rho gh$ )