

CAPITOLO 6.2_EMODINAMICA

- **Legge di Leonardo (velocità del sangue)**

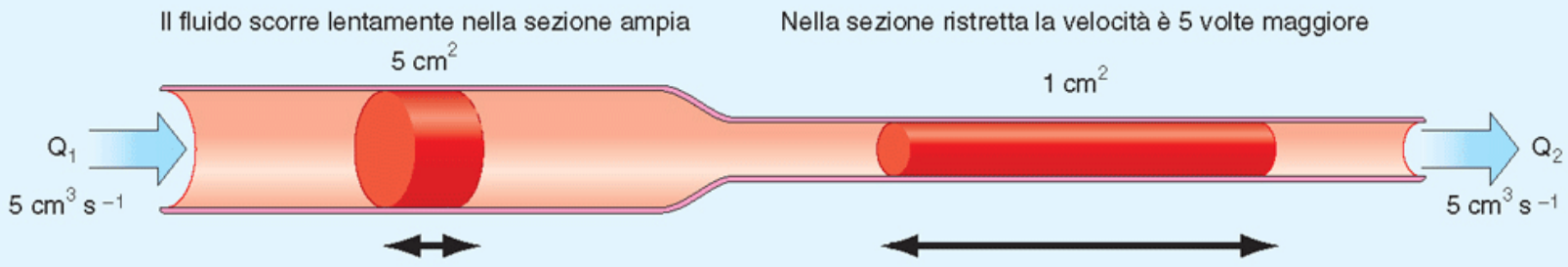
Stabilisce la relazione tra la velocità di un liquido e la sezione trasversale del condotto.

Si assume che la portata Q (volume di liquido attraverso una sezione nell'unità di tempo) del condotto sia costante (il condotto non riceve e non perde liquidi)

Poiché $Q = v \cdot A$

Assumendo che $Q_1 = Q_2$

$$\longrightarrow v_1 A_1 = v_2 A_2$$



Poiché il flusso è costante, la velocità è inversamente proporzionale all'area della sezione trasversale

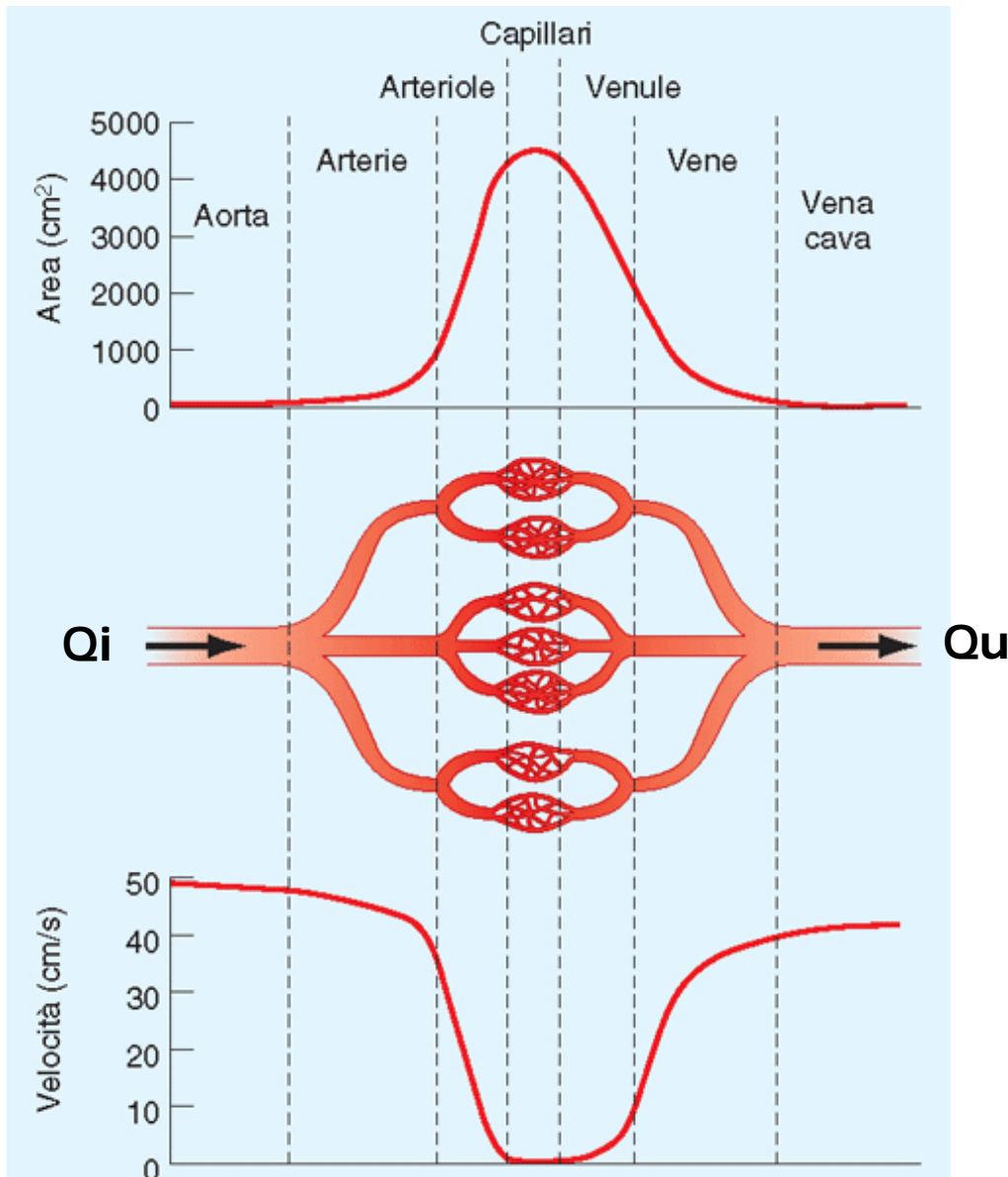
Legge di Leonardo:

$$Q = A v = \text{cost}$$

se **A** aumenta, **v** diminuisce

V: velocità

A: area sezione trasversale



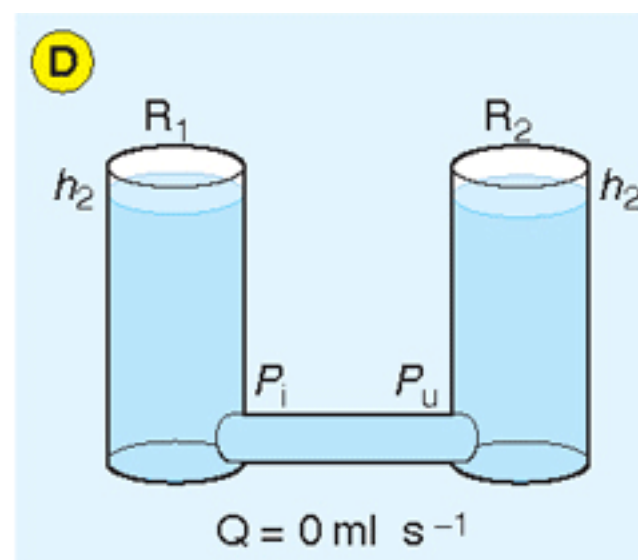
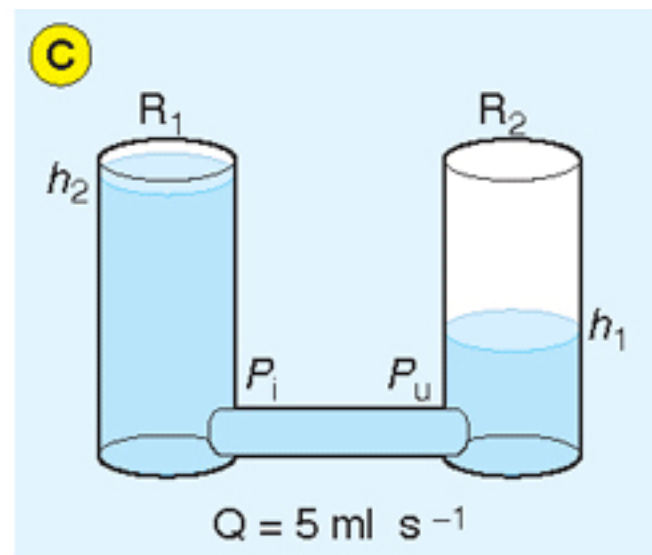
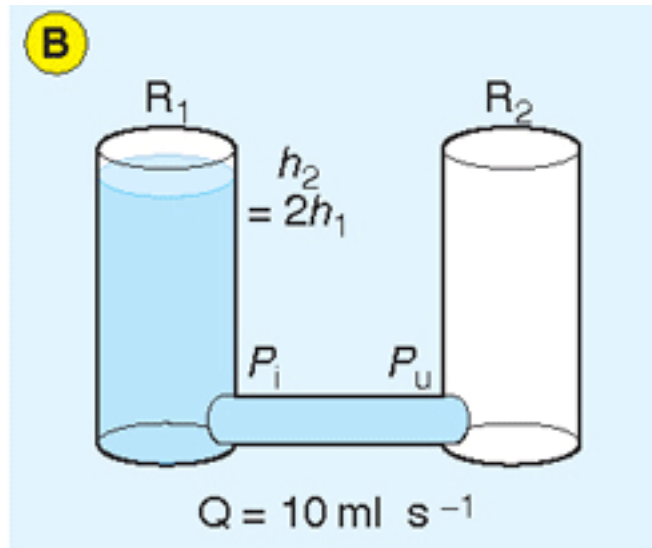
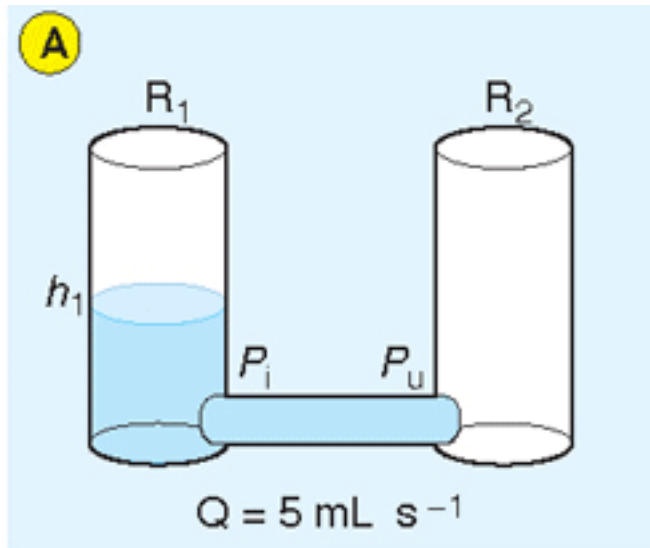
La velocità diminuisce quando il sangue passa dall'aorta alle arterie e alle arteriole. La velocità aumenta quando il sangue passa attraverso le venule e le vene cave.

La velocità non dipende dalla vicinanza al cuore, ma dall'area della sezione trasversa.

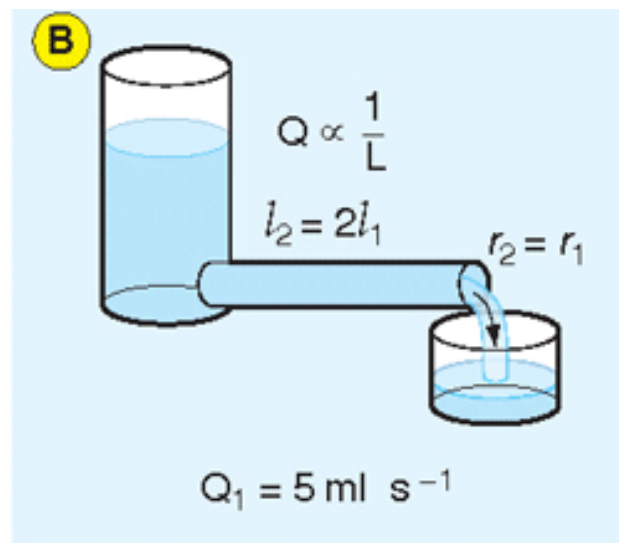
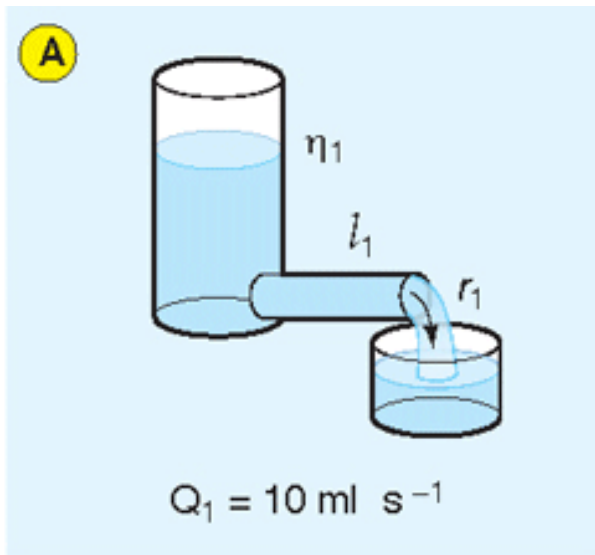
Relazione flusso-pressione

$$Q \propto P_i - P_u \propto \Delta P$$

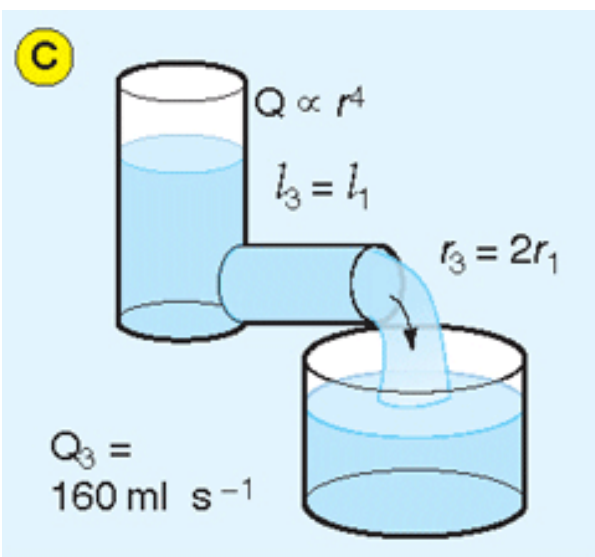
Il flusso è direttamente proporzionale al gradiente di pressione ai capi del condotto



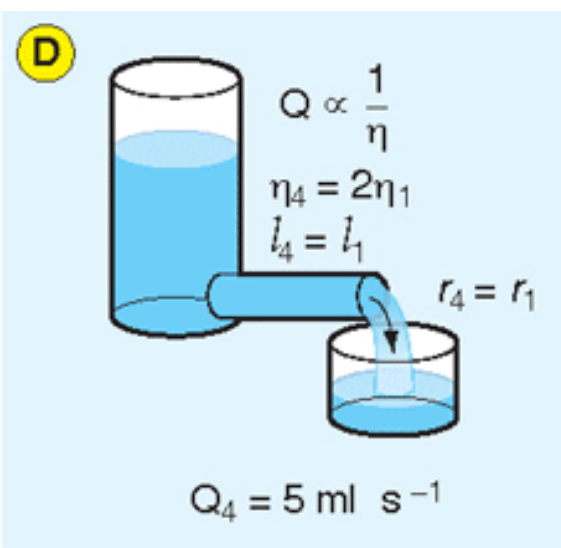
- Legge di Poiseulle (resistenza al flusso)



$$Q \propto 1/L$$



$$Q \propto r^4$$



$$Q \propto 1/\eta$$

Legge di Poiseuille

$$Q = \frac{\pi \Delta P r^4}{8 \eta l}$$

$$R = \frac{V}{I}$$

Per analogia con la legge di Ohm che descrive la relazione tra la resistenza elettrica **R**, la corrente **I** e la tensione **V** di un circuito elettrico:

$$R = \frac{\Delta P}{Q} = \frac{8 \eta l}{\pi r^4}$$

$R =$ resistenza idraulica

NOTARE: la RESISTENZA al flusso è influenzata da:

- raggio del condotto (r^4)
- lunghezza del vaso
- viscosità del sangue
- tipo di flusso

TPR = resistenza periferica totale: le resistenze di tutti gli organi e dei vasi

contribuiscono alla resistenza periferica totale.

Tuttavia, il maggior contributo (60%) è dato dalle **arteriole** e dalle **piccole arterie**, che sono infatti vasi di resistenza.

Le resistenze totali (o equivalenti) nei due casi si calcolano nel seguente modo:

in serie

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

in parallelo

$$1/R_T = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

Esempio: se $R_1 = R_2 = R_3$

$$1/R_T = 3/R_1$$

$$R_T = R_1/3$$

Resistenze idrauliche in serie

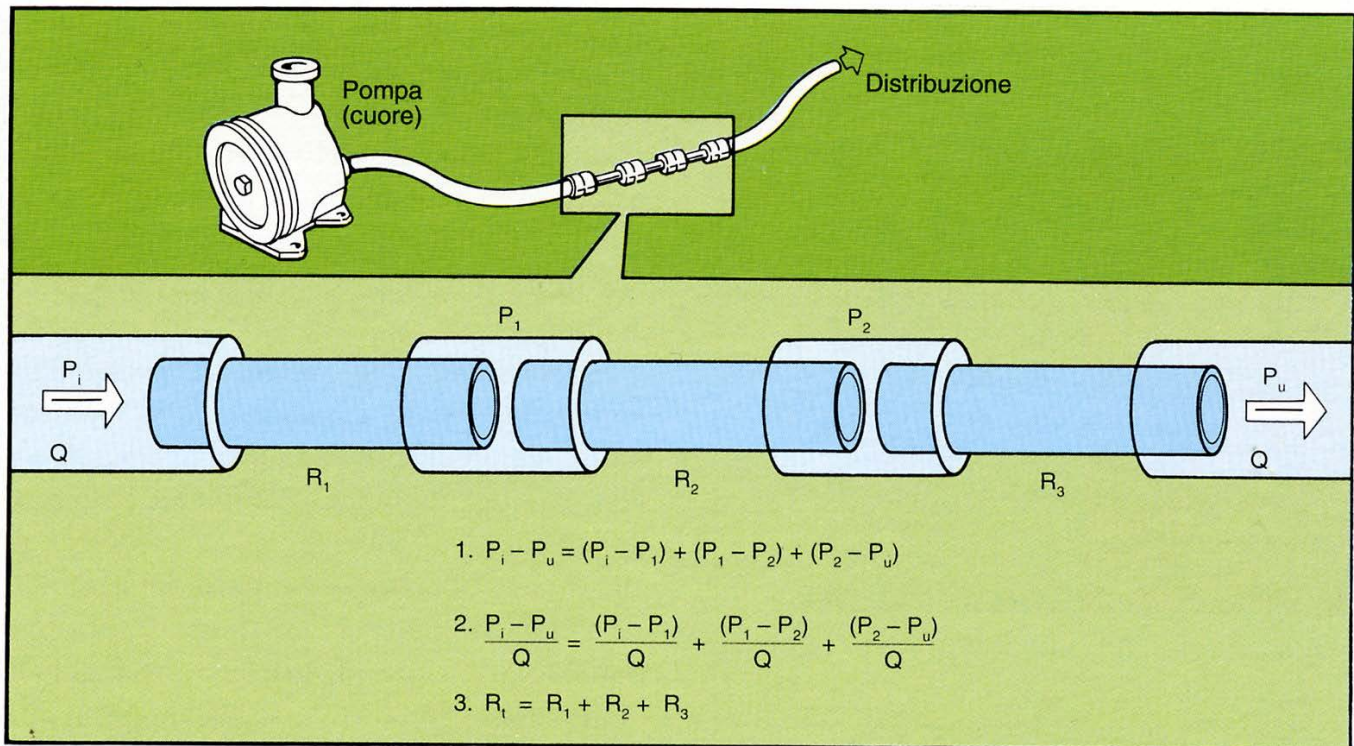


Figura 20-5 Per resistenze (R_1, R_2, R_3) disposte in serie, la resistenza totale, R_t , è eguale alla somma delle resistenze individuali.

Resistenze idrauliche in parallelo

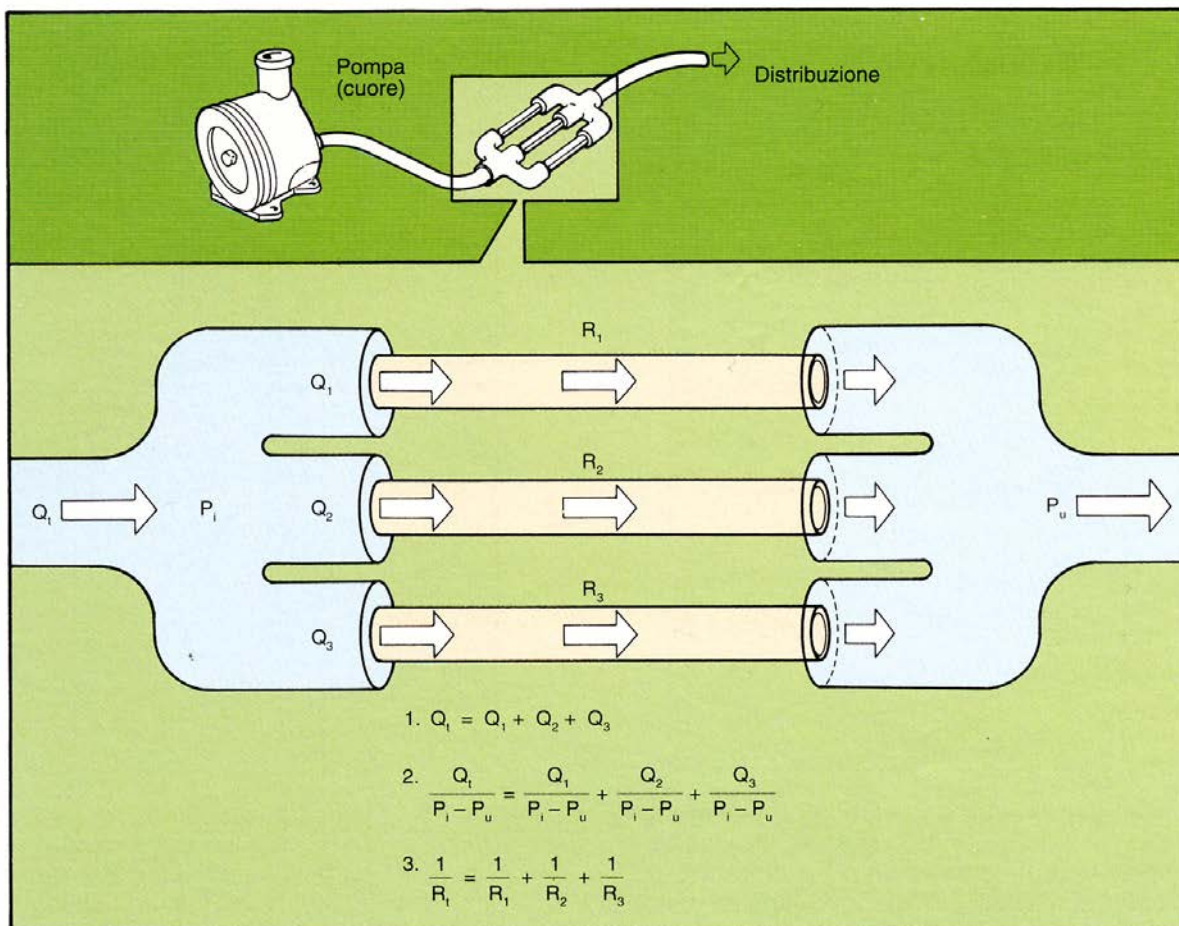
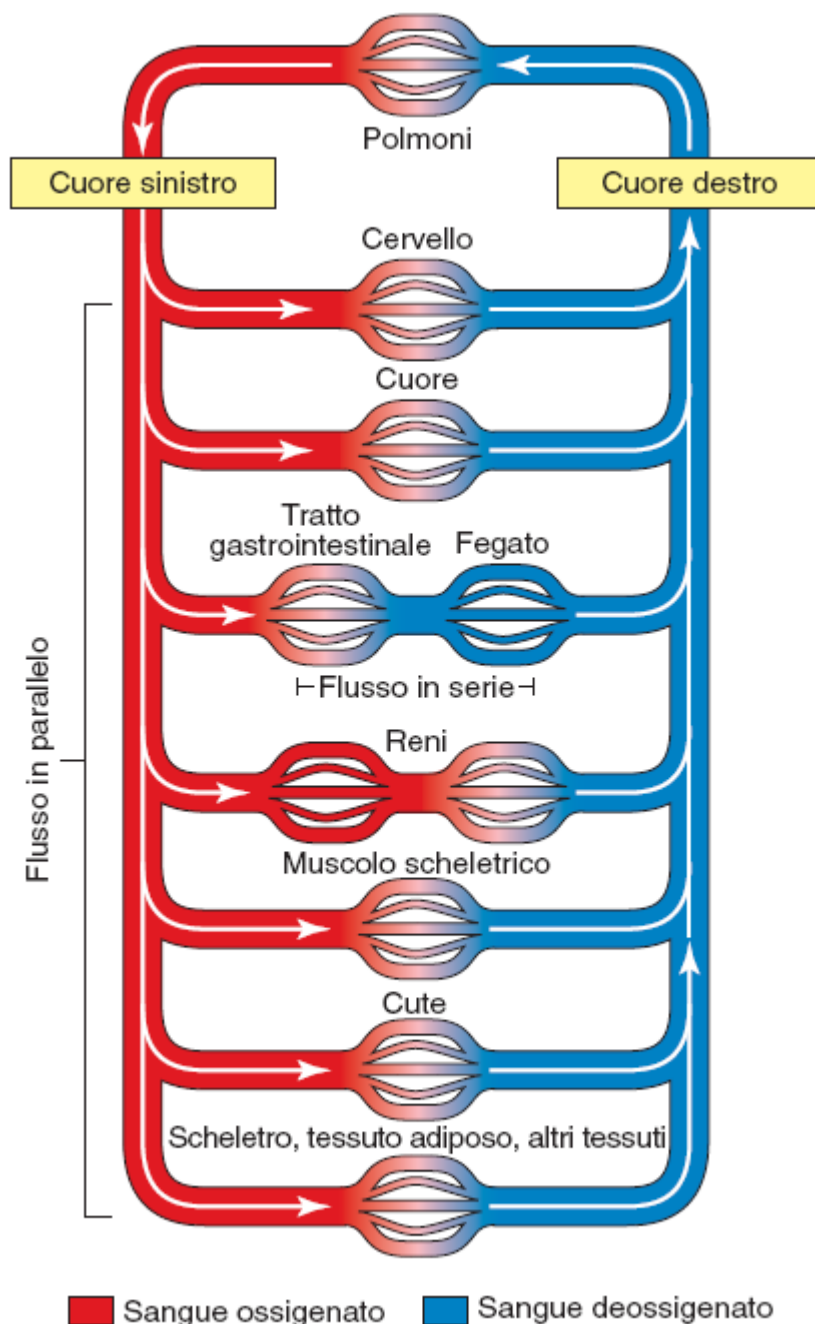


Figura 20-6 Per resistenze (R_1, R_2, R_3) disposte in parallelo, il reciproco della resistenza totale, R_t , è eguale alla somma dei reciproci delle resistenze individuali.

L'organizzazione del sistema cardiocircolatorio

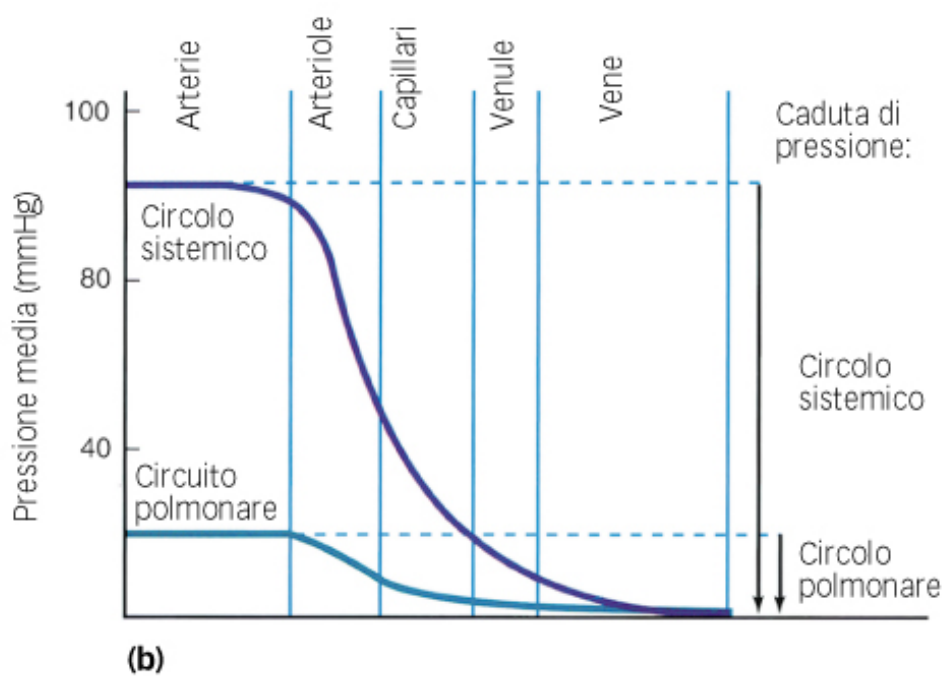
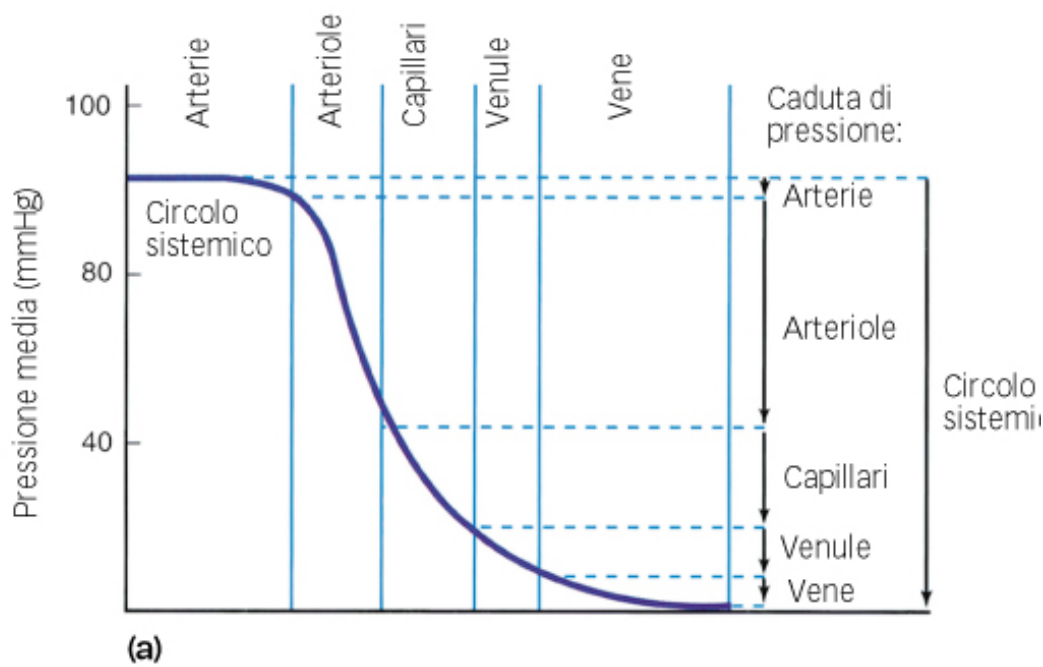


il *cuore* e le *valvole cardiache* creano un flusso di sangue circolatorio che alimenta i polmoni (*circolo polmonare*) e tutti gli altri organi (*circolo sistemico*)

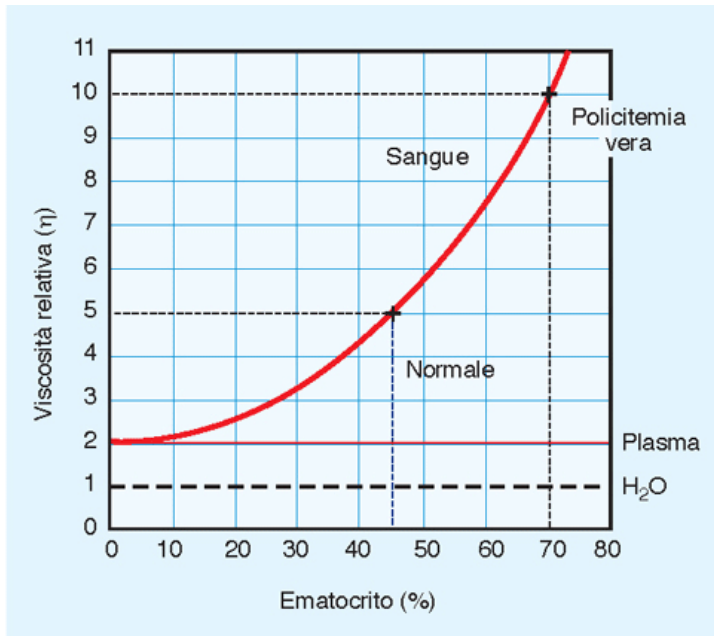
- il *circolo* sanguigno è organizzato in modo che tutti gli organi siano alimentati in **parallelo**
- una disposizione in parallelo ha diversi vantaggi:

- 1 – tutti gli organi ricevono sangue ugualmente ossigenato
- 2 – in parallelo è possibile regolare il flusso di un organo indipendentemente da un altro, in base alle esigenze metaboliche
- 3 – la resistenza complessiva si riduce, in quanto la R_{tot} è più piccola della più piccola delle resistenze in parallelo (R_{rene} , R_{cuore} , $R_{cervello}$,)

•Dipendenza della R dalla quarta potenza del raggio del vaso:



•Dipendenza della R dalla viscosità del sangue:



- la viscosità del sangue η aumenta all'aumentare della percentuale di ematocrito

$\eta = 5$ 45% ematocrito normale

$$R = \frac{\Delta P}{Q} = \frac{8 \eta l}{\pi r^4}$$

- un aumento dell'ematocrito al 60-70% (pazienti affetti da policitemia) aumenta la viscosità del sangue.

Fattori che influenzano la viscosità del sangue:

- 1) nei capillari (r piccolo) η diminuisce, le emazie si allineano in fila indiana e diminuiscono il loro moto turbolento
- 2) la η aumenta al diminuire di v (ristagni di sangue). Ciò è dovuto all'adesione delle emazie tra loro e alle interazioni delle emazie con le pareti del vaso.
- 3) l'adesione di più cellule ematiche può ostruire parzialmente o totalmente un vaso causando riduzione di flusso