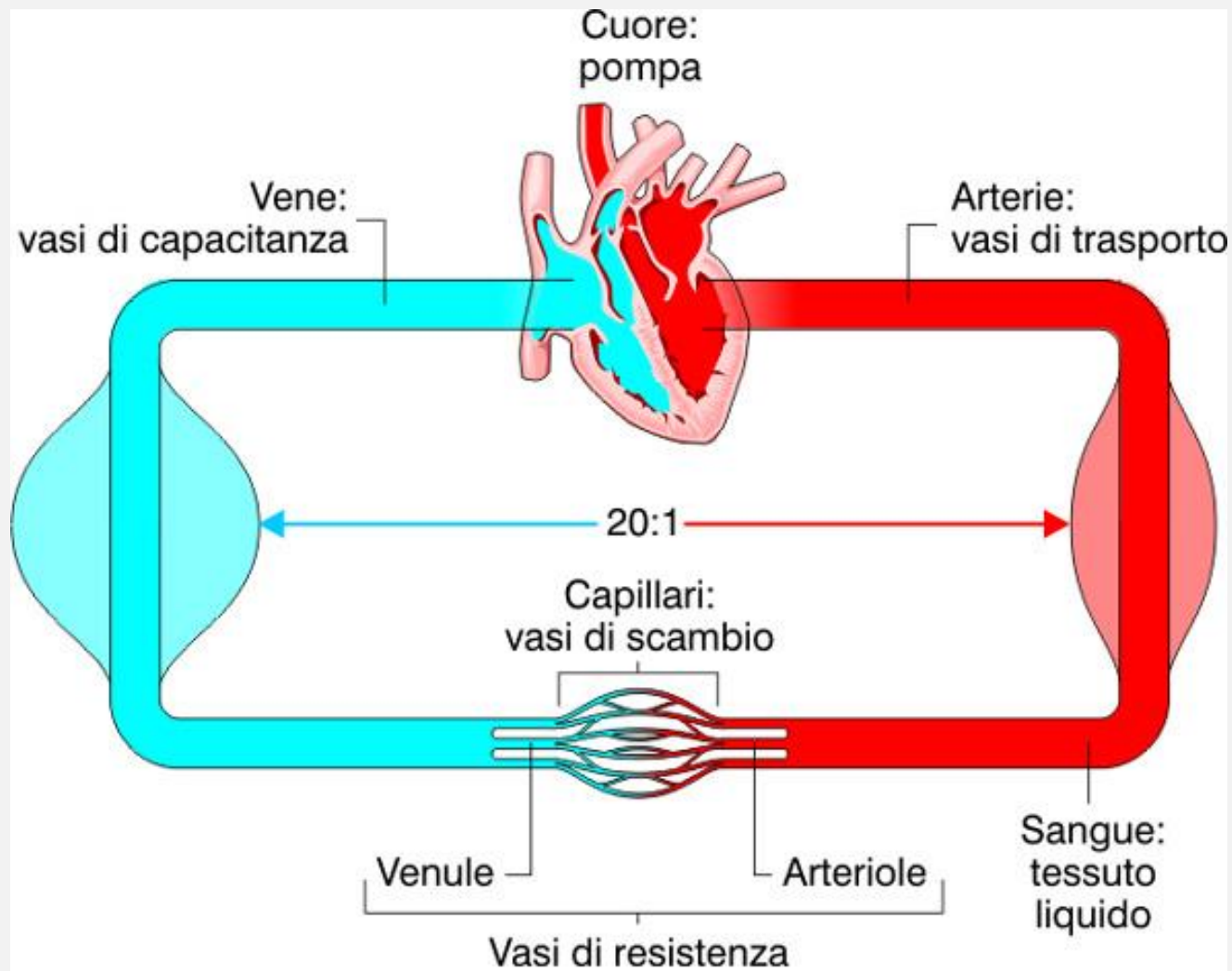
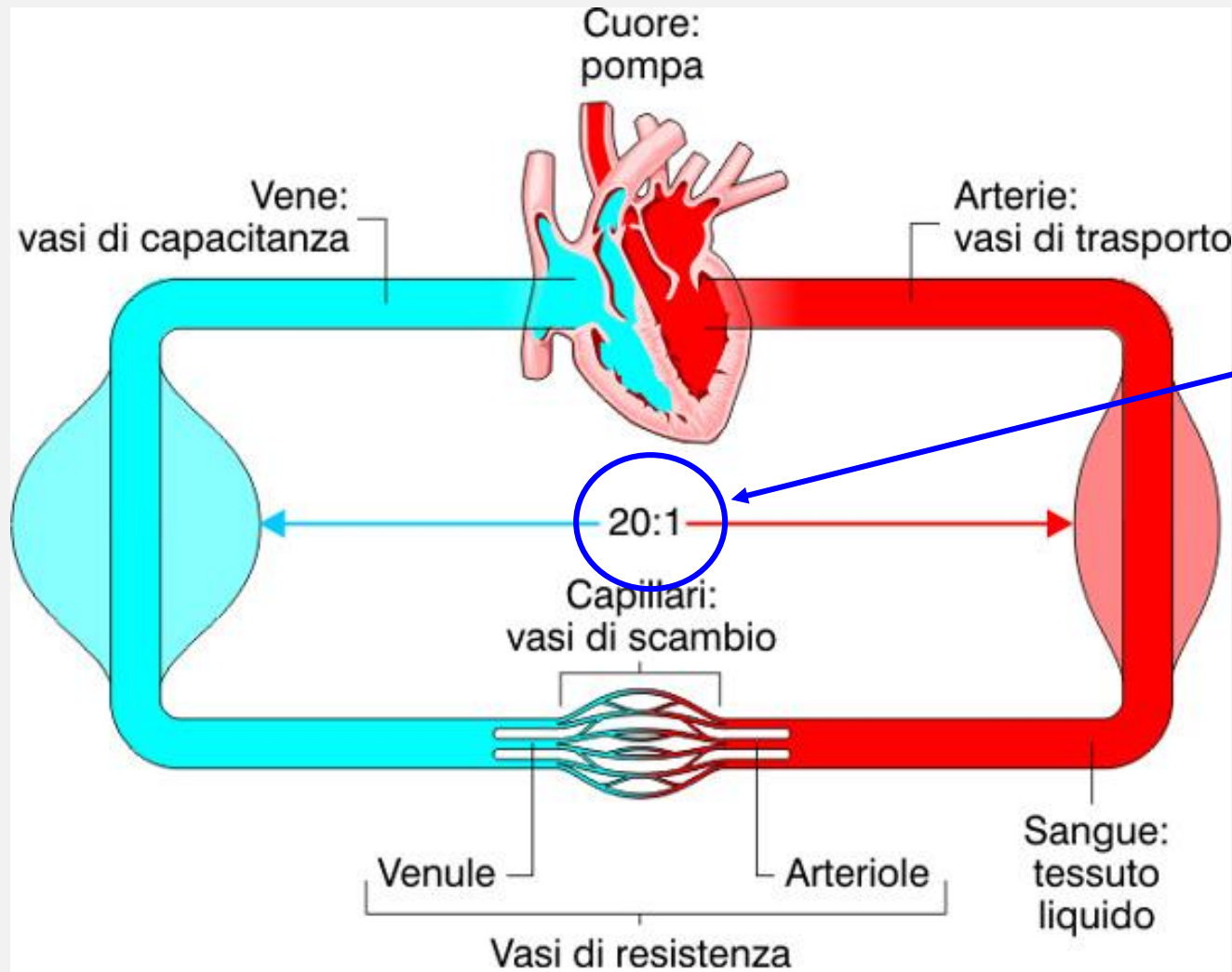


Principi fisici della circolazione

Modello di sistema cardiocircolatorio



Modello di sistema cardiocircolatorio



Rapporto tra il volume in eccesso contenuto nelle vene e nelle arterie

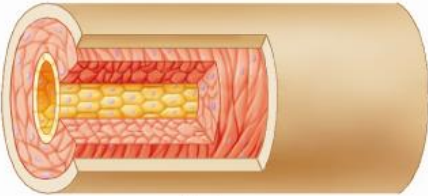
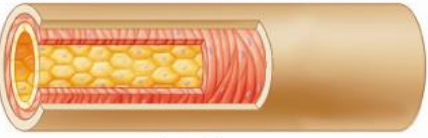
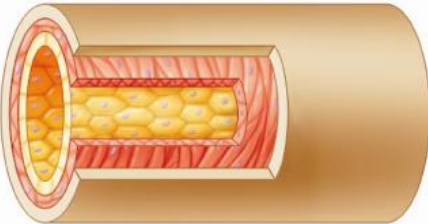
Sistema cardiocircolatorio

Il sistema vascolare è costituito da due principali suddivisioni disposte in serie tra loro: la circolazione sistemica e la circolazione polmonare.

Ciascuna include un certo numero di tipi di vasi (arterie, arteriole etc) allineati tra loro in serie. I vasi di uno stesso tipo sono invece allineati in parallelo.

Il carattere pulsatile del flusso sanguigno arterioso, dovuto all'intermittenza dell'eiezione, è smorzato a livello dei capillari dall'azione di due fattori: la distensibilità delle grosse arterie e la resistenza delle arteriole.

Composizione delle pareti dei vasi

Diametro medio interno (mm)	Spessore medio della parete (mm)		Caratteristiche specifiche
4,0	1,0	 Arteria	Muscolare, altamente elastica
0,03	0,006	 Arteriola	Muscolare, ben innervata
0,008	0,0005	 Capillare	Parete sottile, altamente permeabile
0,02	0,001	 Venula	Parete sottile, poca muscolatura liscia
5,0	0,5	 Vene	Parete sottile (rispetto alle arterie), abbastanza muscolatura, altamente estendibile

Endotelio
 Muscolatura liscia
 Tessuto connettivo

Spessore della parete

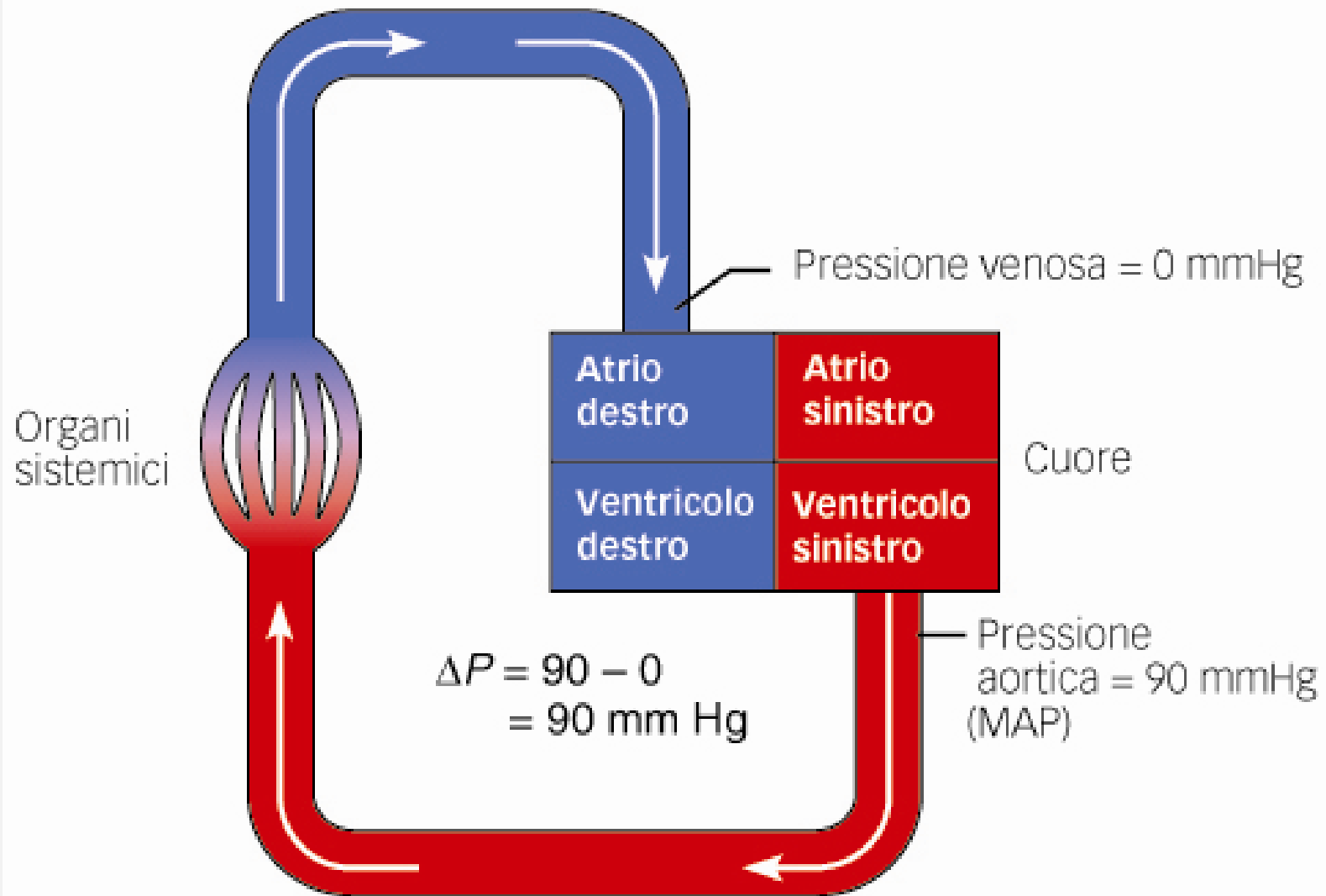
Diametro interno



La composizione delle pareti dei vasi è diversa a seconda della loro funzione.

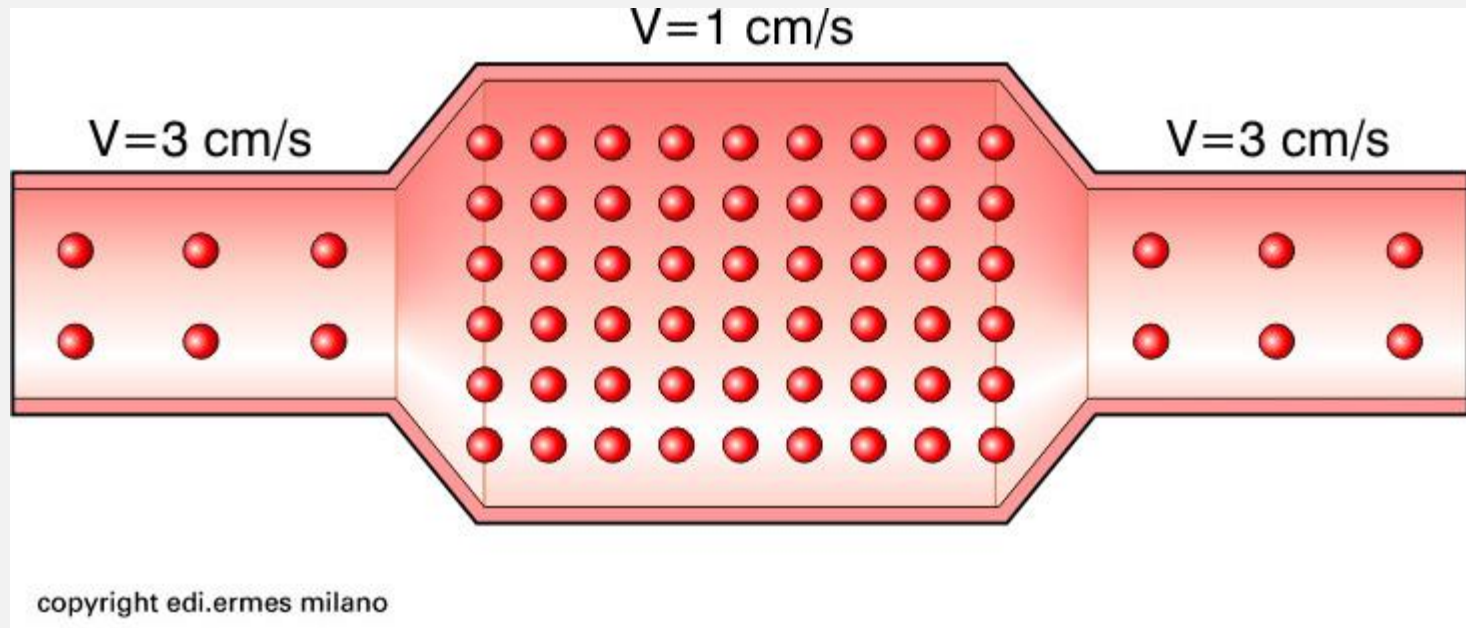
Gradiente pressorio

Il gradiente di pressione è la forza che genera il flusso.



Velocità del flusso

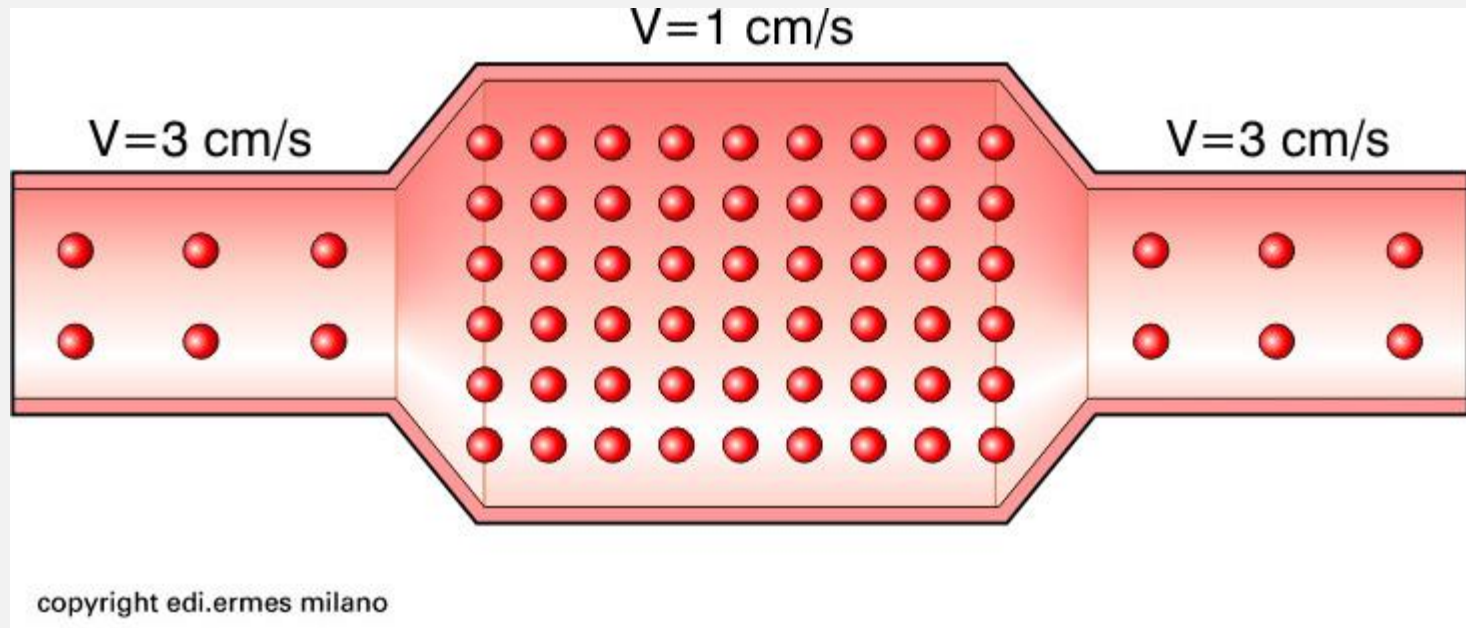
Se il diametro del tubo varia, la velocità del liquido al suo interno è inversamente proporzionale al diametro.



$$velocità \propto \frac{\text{flusso (k)}}{\text{sezione}}$$

Velocità del flusso

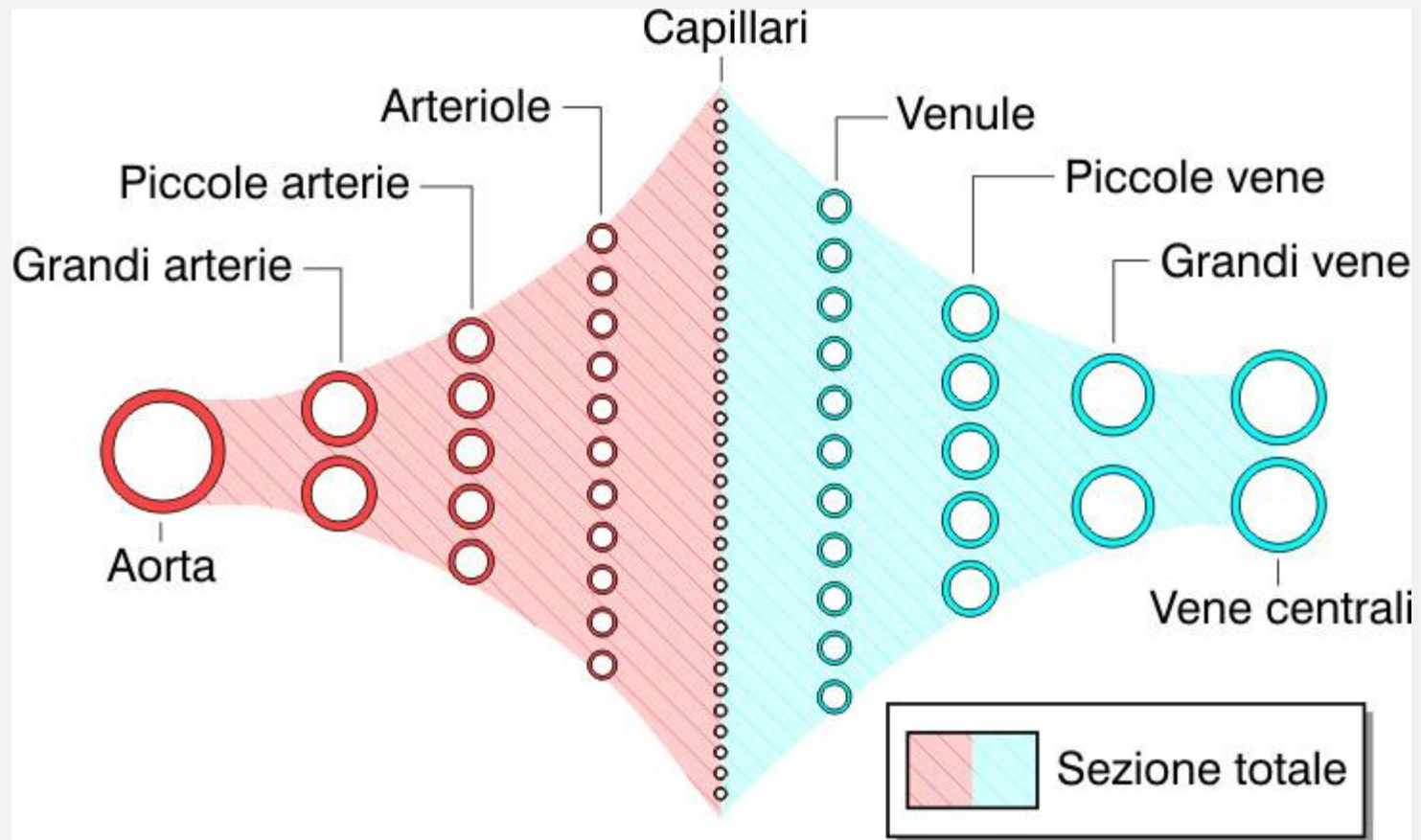
Se il diametro del tubo varia, la velocità del liquido al suo interno è inversamente proporzionale al diametro.



La velocità del flusso sanguigno in un dato tipo di vaso è direttamente proporzionale al flusso sanguigno totale pompato dal cuore ed inversamente all'area di sezione trasversa di tutti i vasi di quel tipo disposti in parallelo.

Velocità del flusso

Variazioni di sezione trasversa del letto vascolare. Dall'aorta alla periferia diminuisce il diametro dei singoli vasi ma aumenta la sezione trasversa totale.



Flusso laminare e turbolento

Flusso laminare:

filetti di corrente paralleli e profilo parabolico delle velocità



$$\dot{Q} = (P_1 - P_0) / R$$

Flusso turbolento:

filetti di corrente disordinati e nessun profilo delle velocità



$$\dot{Q} = (P_1 - P_0) / R \cdot kV^2$$

Il flusso tende a diventare turbolento* ($Re \approx 3000$) quando:

- La velocità (v) del flusso è elevata
- La viscosità (η) è bassa
- La densità (ρ) è elevata
- Il diametro (D) del condotto è elevato
- La parete dei vasi è irregolare

$$Re = \frac{D v \rho}{\eta}$$

* es. anemia

Legge di Poiseuille

Il flusso in un vaso sanguigno è determinato da due fattori: la differenza di pressione tra le due estremità del vaso e la resistenza, cioè l'ostacolo che i vasi oppongono al flusso del sangue.

Il flusso (Q) è uguale alla differenza di pressione tra due punti (ΔP) diviso la resistenza (R):

$$Q = \Delta P / R$$

Legge di Poiseuille

Il flusso in un vaso sanguigno è determinato da due fattori: la differenza di pressione tra le due estremità del vaso e la resistenza, cioè l'ostacolo che i vasi oppongono al flusso del sangue.

Il flusso (Q) è uguale alla differenza di pressione tra due punti (ΔP) diviso la resistenza (R):

$$Q = \Delta P / R$$



Per un flusso continuo in un fluido attraverso un condotto, il flusso (Q) varia in modo proporzionale alla differenza di pressione tra due punti del condotto (ΔP) e alla quarta potenza del raggio del condotto (r^4) e in modo inversamente proporzionale alla lunghezza del condotto (l) e alla viscosità del fluido (η):

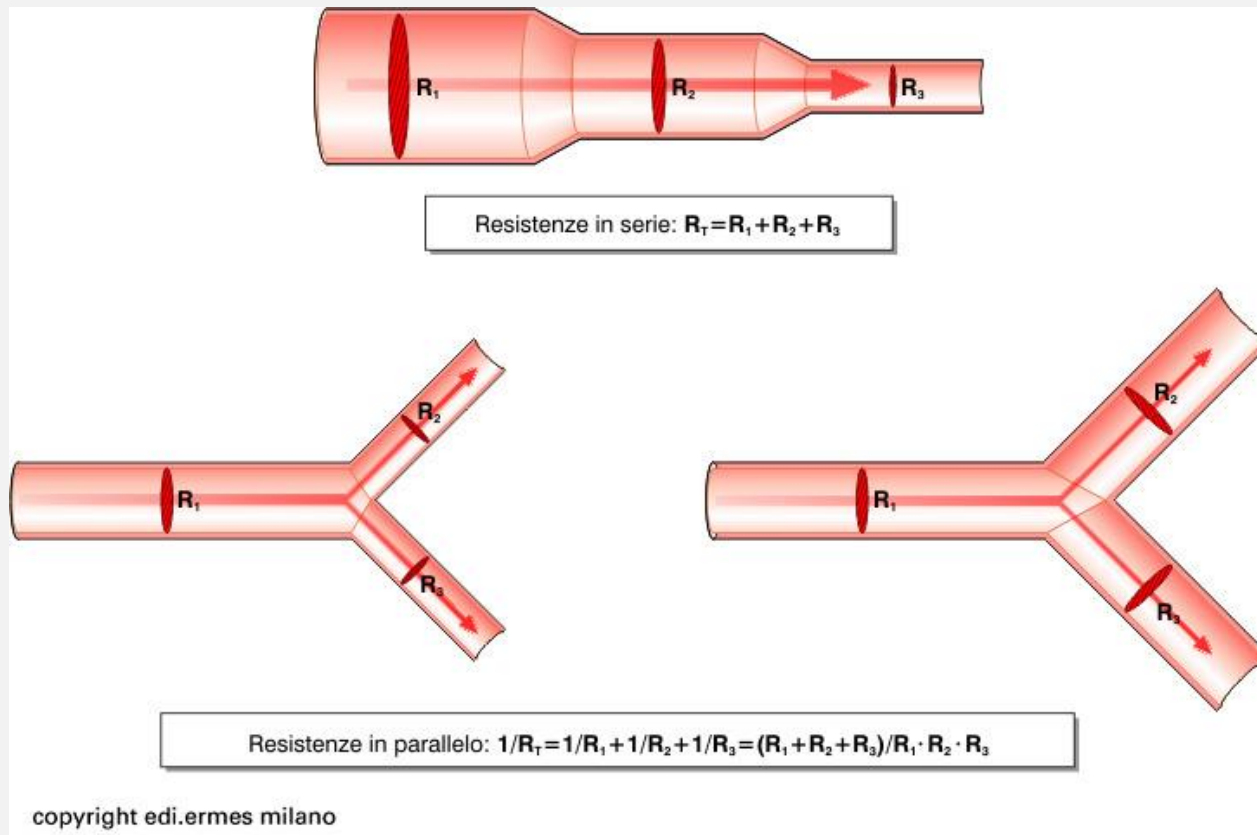
$$R = \frac{8 \eta l}{\pi r^4}$$

$$Q = \pi \Delta P r^4 / 8 \eta l$$

$\pi/8$ è una costante di proporzionalità

Resistenze

- Resistenze in serie: la resistenza totale è uguale alla somma delle singole resistenze.
- Resistenze in parallelo: il reciproco della resistenza totale è uguale alla somma dei reciproci delle singole resistenze.



Viscosità

La viscosità di un fluido può essere determinata misurando la velocità del flusso del fluido per un dato gradiente di pressione attraverso un condotto cilindrico di cui siano note la lunghezza e il raggio.

Il sangue è una sospensione di eritrociti nel plasma, per cui la viscosità è data dal valore dell'ematocrito, cioè il rapporto tra il volume dei globuli rossi e del sangue.

Compliance (o complianza) di un vaso sanguigno

La pressione trasmurale (o pressione di distensione) è la differenza di pressione che vige tra l'interno e l'esterno di un vaso.

Un vaso sanguigno tende ad espandersi quando la pressione trasmurale aumenta e a contrarsi quando la pressione trasmurale diminuisce.

La compliance di un vaso è definita come la variazione di volume per unità di variazione della pressione trasmurale.

$$\text{Compliance} = \Delta V / \Delta P$$

ΔV è la variazione di volume

ΔP è la pressione trasmurale

Tensione, pressione, raggio

Un vaso sanguigno tende ad espandersi quando la pressione trasmurale aumenta e a contrarsi quando la pressione trasmurale diminuisce.

Il comportamento di contenitori a pareti elastiche sottili è descritto dalla

legge di Laplace:
$$P = \frac{2T}{r}$$

P = pressione, T= tensione della parete, r = raggio

Funzioni dei vasi

Funzioni delle arterie

La principale funzione del circolo arterioso polmonare e sistemico è di distribuire il sangue ai letti capillari del corpo.

Le principali caratteristiche sono: distensibilità delle arterie e alta resistenza delle arteriole. Questo consente la conversione della gittata intermittente del cuore in un flusso continuo attraverso i capillari.

Compliance aortica: distensibilità dell'aorta (età).

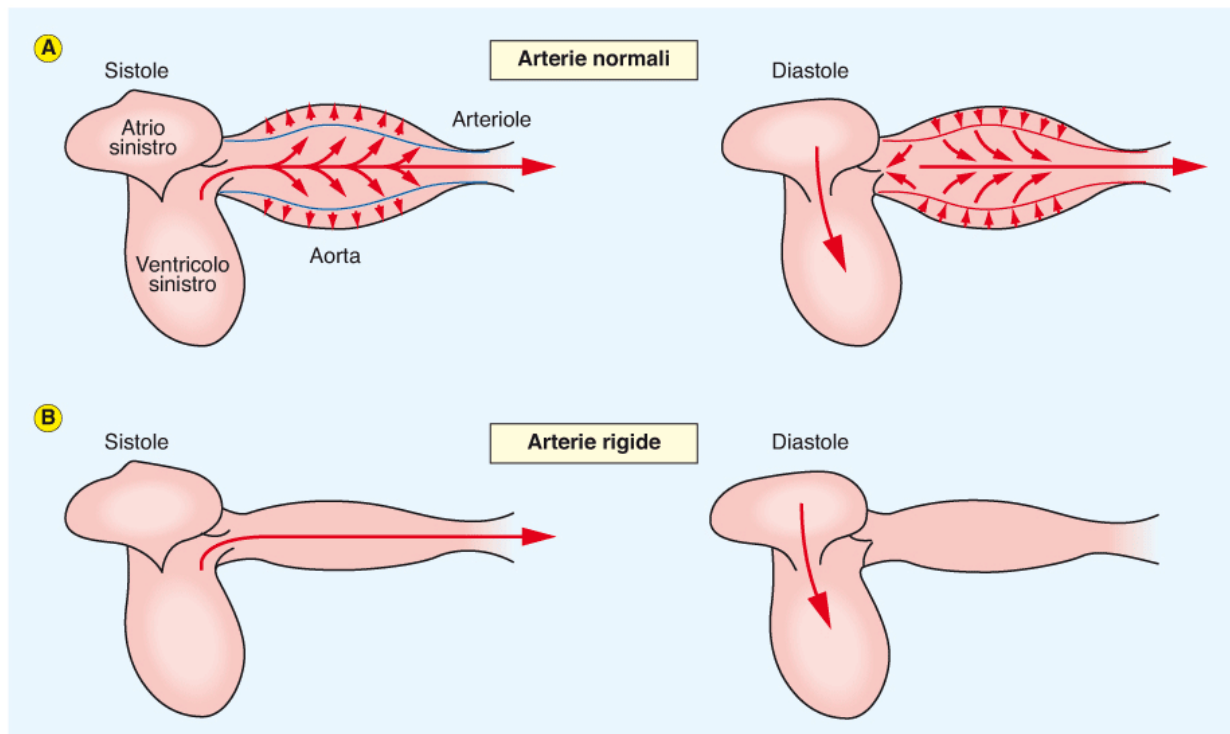


Figura 9.38 Effetto windkessel. **(A)** L'arco dell'aorta e le grandi arterie hanno la capacità di accumulare l'energia del ventricolo in sistole e di restituirla in diastole, smorzando così il flusso intermittente in uscita dal ventricolo; **(B)** quando le pareti delle arterie si irrigidiscono, l'effetto windkessel si riduce e aumentano le oscillazioni del flusso sanguigno.

Pressione arteriosa

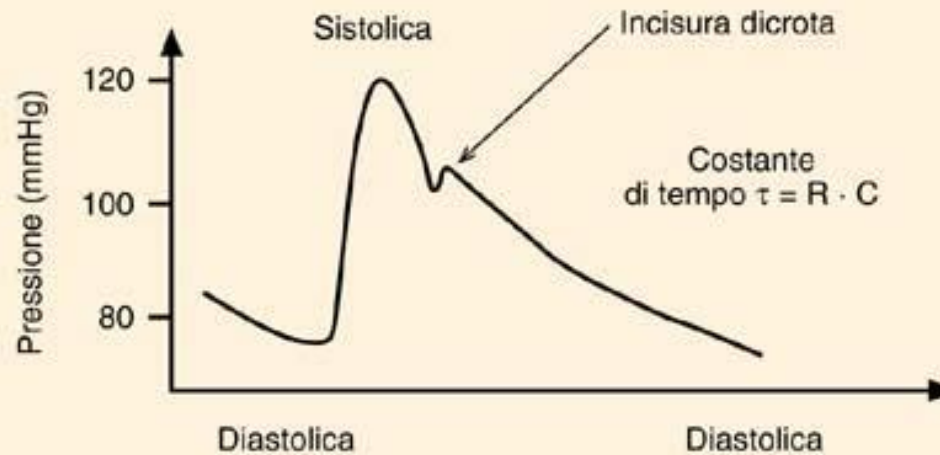
I fattori determinanti della pressione arteriosa sono sia fisici che fisiologici. I fattori fisici sono relativi alle caratteristiche della meccanica dei fluidi e sono il volume del liquido e la compliance. I fattori fisiologici sono in relazione alle proprietà del sistema cardiovascolare, cioè la gittata cardiaca e le resistenze periferiche.

Unità di misura : mmHg (millimetro di mercurio), (Pa; SI)

- ✚ Pressione arteriosa sistolica: limite superiore delle oscillazioni periodiche di pressione.
- ✚ Pressione arteriosa diastolica: limite inferiore delle oscillazioni periodiche di pressione.

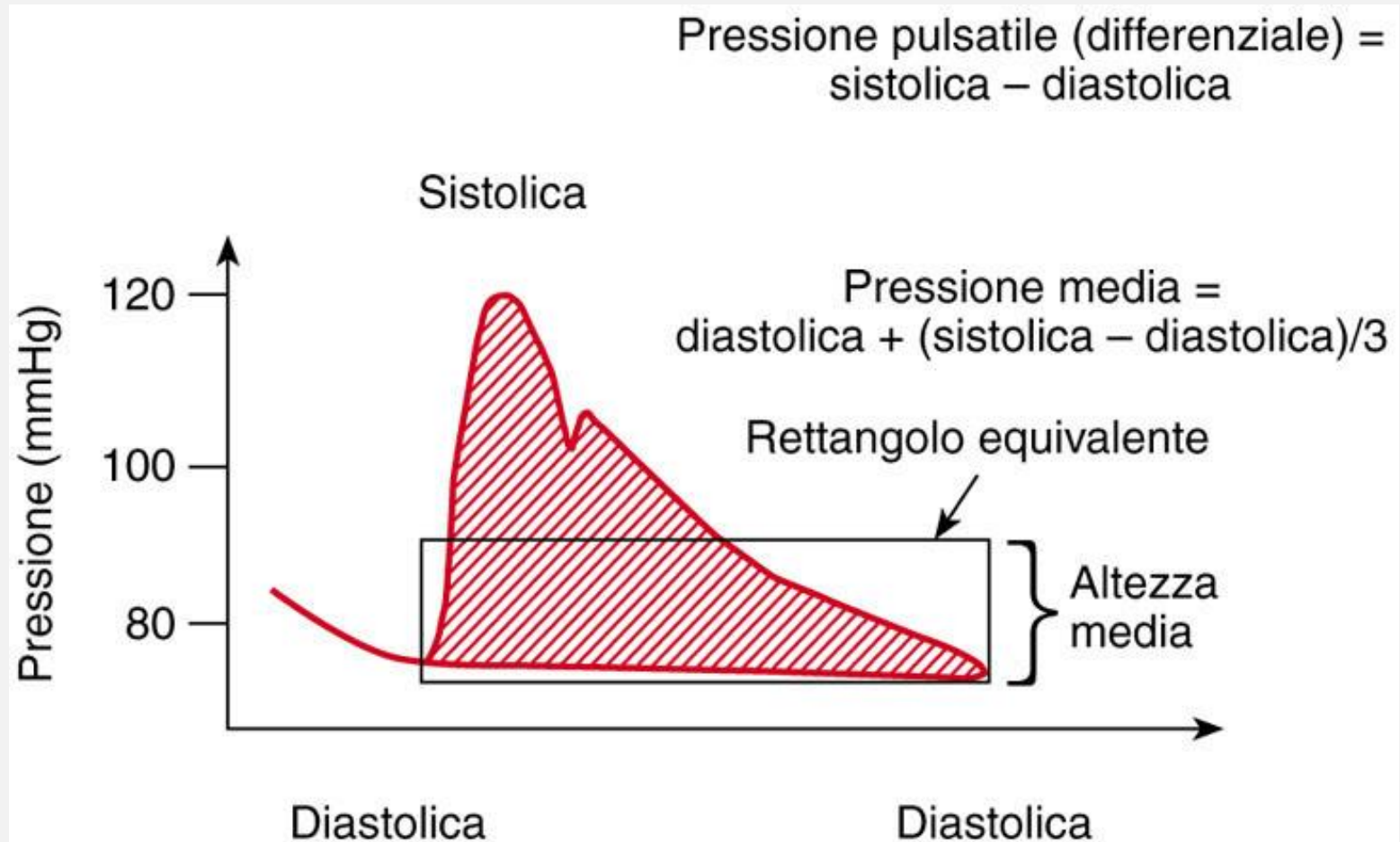
Onda sfigmica

Le pareti delle arterie sono elastiche e quindi sono capaci di propagare deformazioni meccaniche sotto forma di onde di pressione, la cosiddetta onda sfigmica.



Calcolo della pressione media

La pressione arteriosa media è la media rispetto al tempo dell'onda pressoria (oscillante tra Psist. e Pdias).



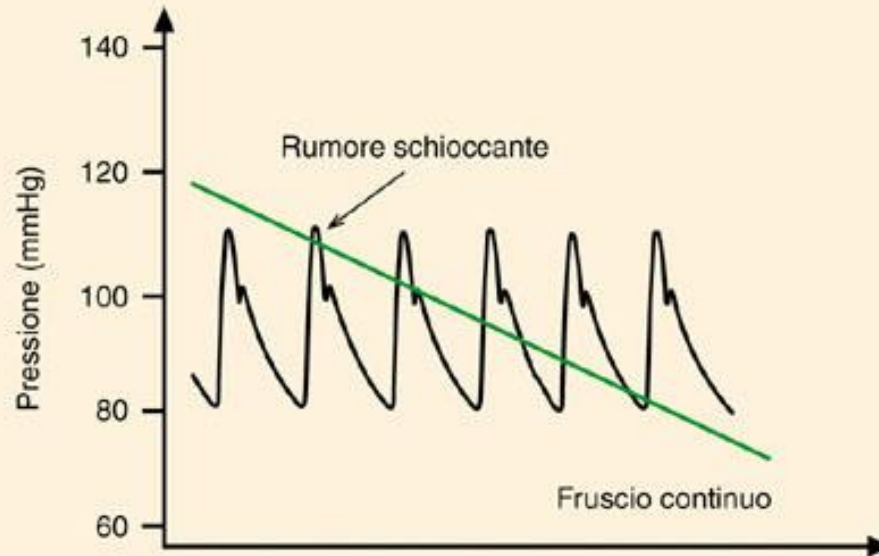
Polso di pressione

Il polso di pressione arterioso è la differenza tra la pressione arteriosa sistolica e quella diastolica.

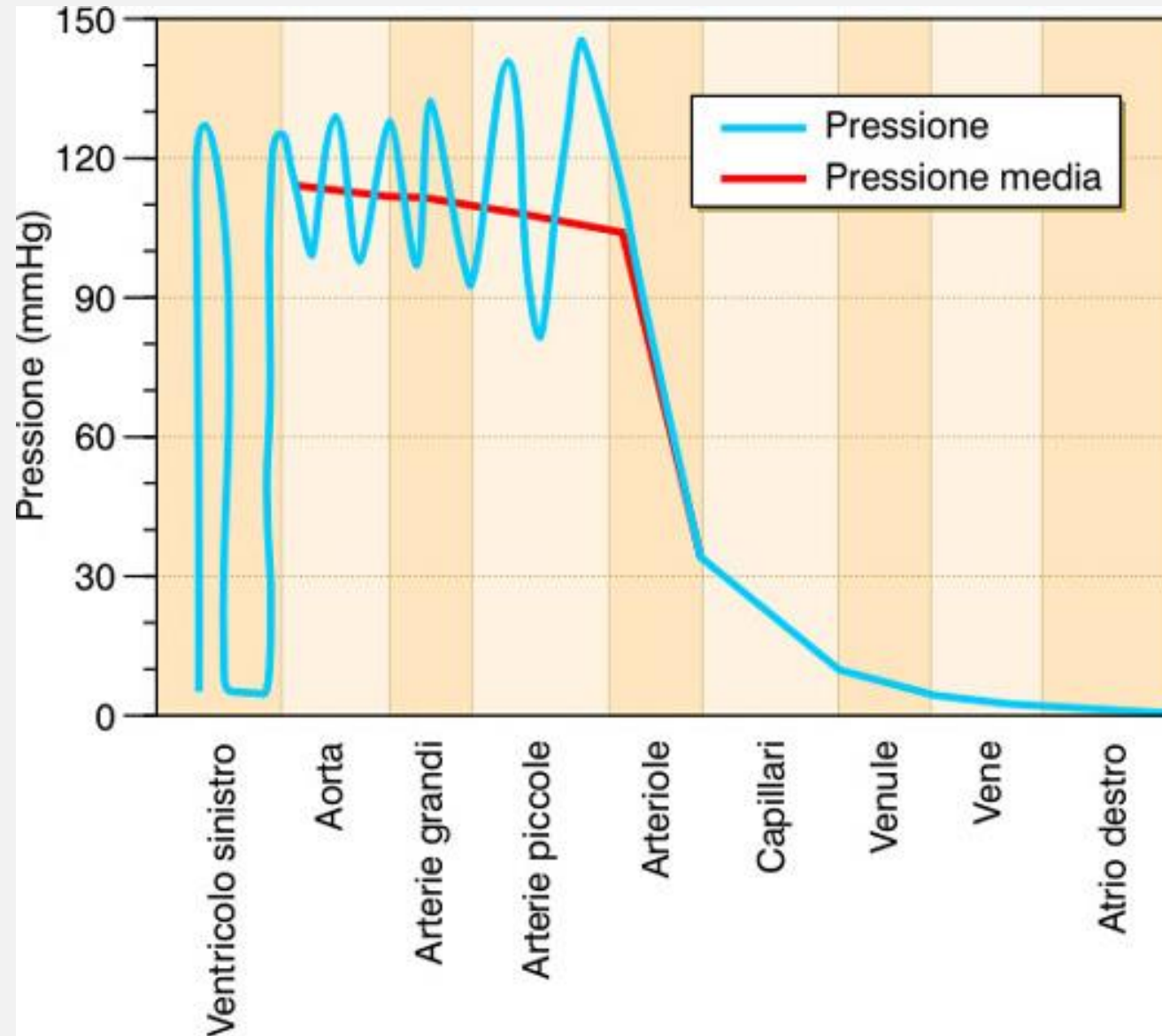
Il polso arterioso è una funzione di un solo fattore fisiologico, il volume sistolico, cioè quello che determina la variazione del volume sanguigno arterioso durante la sistole ventricolare. Allo stesso modo, il volume sanguigno arterioso sommato alla compliance arteriosa determina il polso pressorio arterioso.

Misura della pressione nell'uomo

La misura della pressione arteriosa nell'uomo si può fare secondo metodiche intrusive, inserendo un catetere in arteria, o non intrusive, seguendo cioè il metodo auscultatorio o il metodo palpatorio.



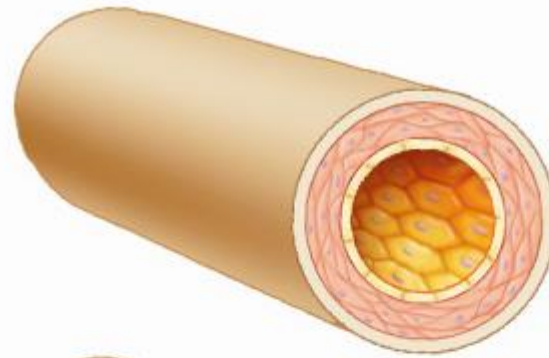
Valori di pressione nella circolazione sistemica



Funzioni delle arteriole

Le arteriole sono i vasi di resistenza, proprio perché è attraverso le arteriole che la pressione si riduce molto. Inoltre a questo livello del circolo sistemico sparisce la pulsatilità.

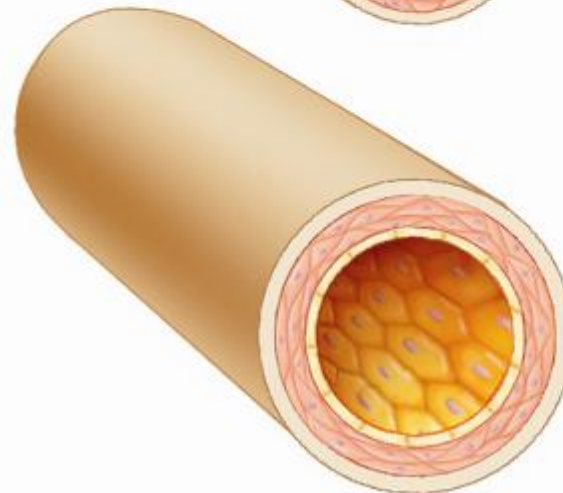
Variazioni del diametro delle arteriole



Tono arteriolare
a riposo



La contrazione
della muscolatura
liscia causa
vasocostrizione



Il rilasciamento
della muscolatura
liscia causa
vasodilatazione

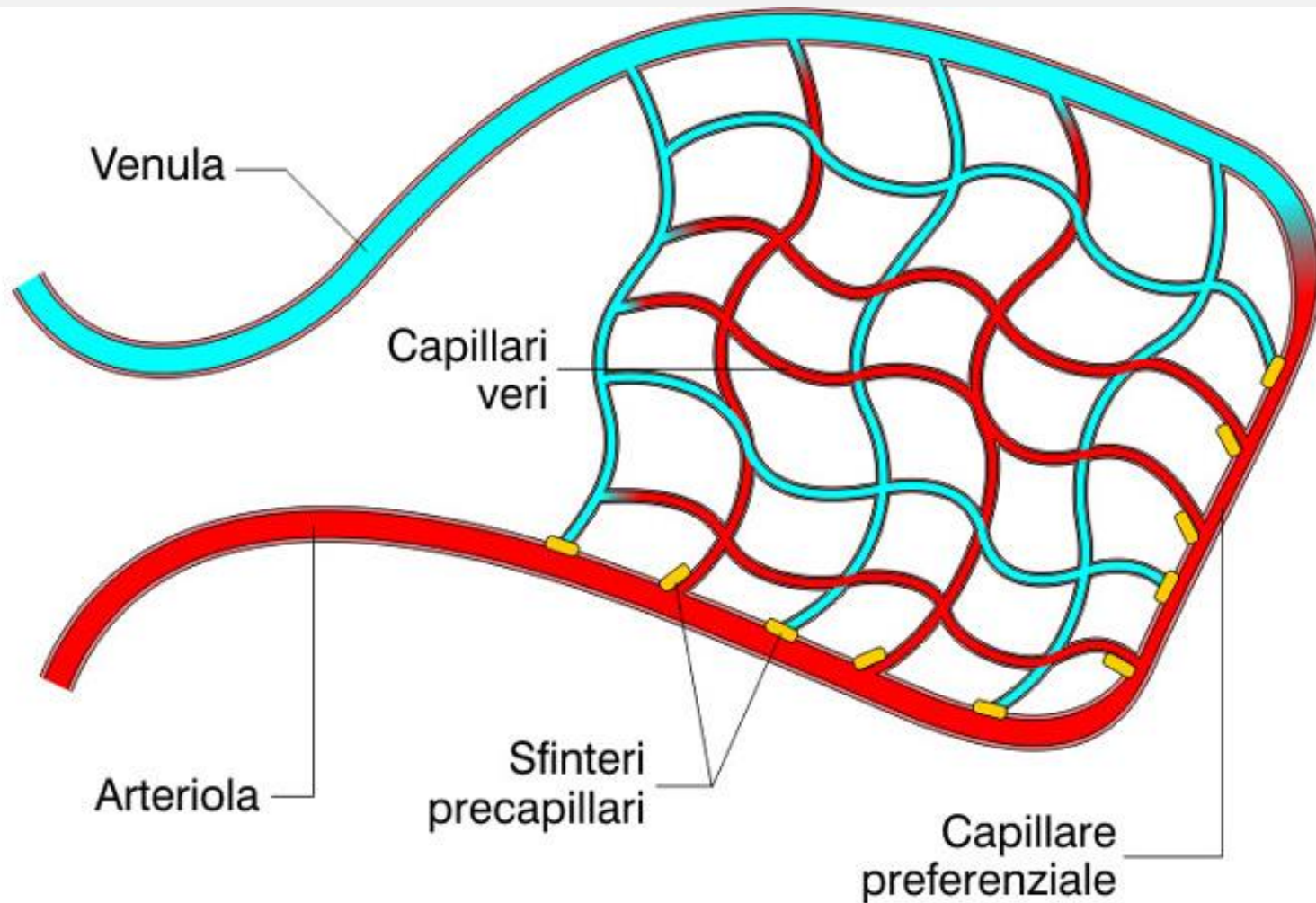
Funzioni dei capillari

I capillari non hanno pareti completamente impermeabili, acqua e soluti possono scambiarsi tra plasma e liquido interstiziale.

Filtrazione e riassorbimento di acqua avvengono a livello dei capillari. Più in dettaglio la filtrazione avviene dal lato arterioso e il riassorbimento dal lato venoso.

La pressione nei capillari è di circa 25 mmHg.

Modulo capillare



Meccanismi di trasporto attraverso i capillari

Trasporto convettivo: L'acqua entra o esce dai capillari seguendo i gradienti di pressione e trascinando le molecole disciolte di piccole dimensioni.

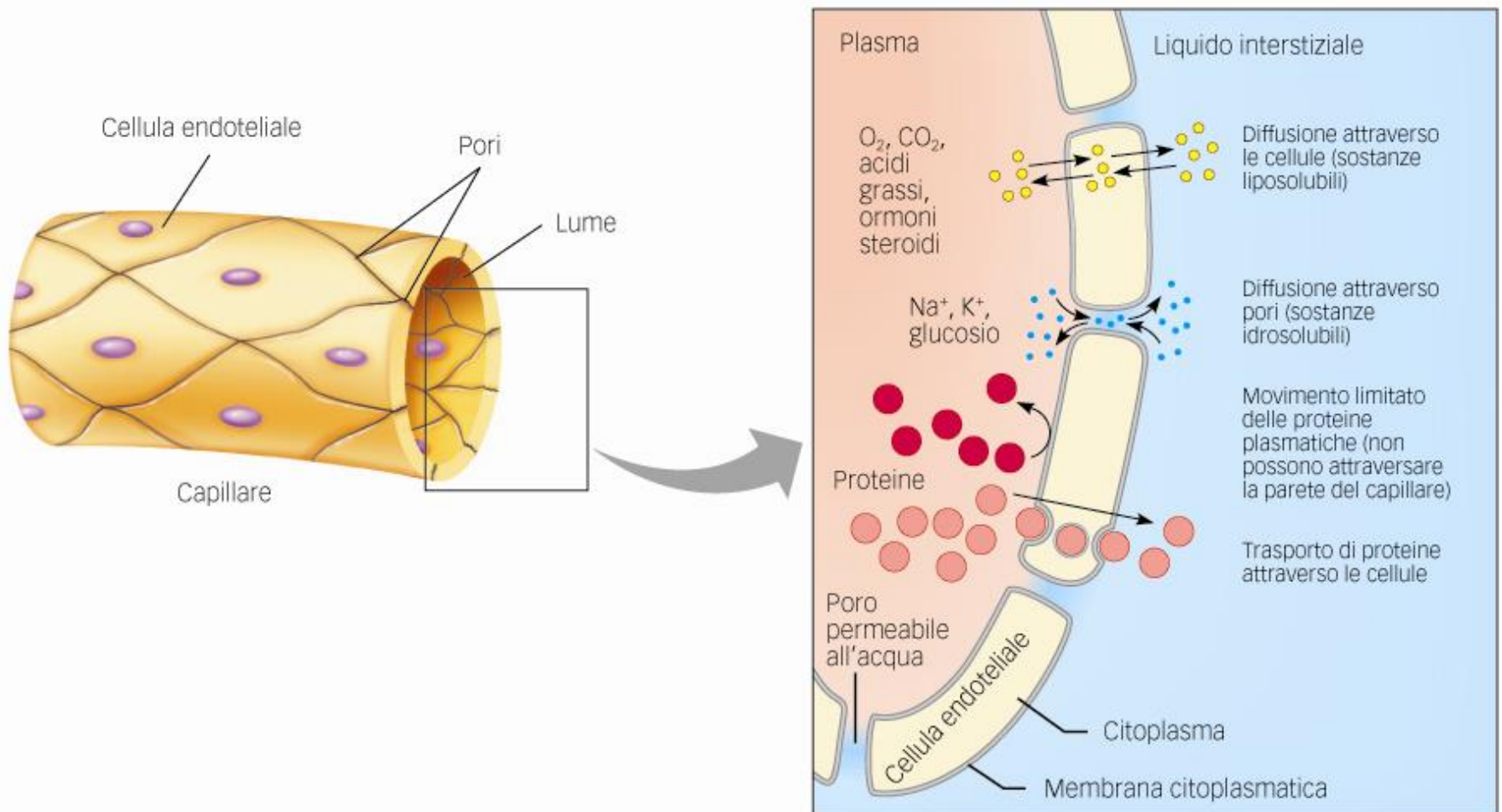
Scambio metabolico: Lo scambio delle molecole utilizzate dalle cellule avviene per diffusione passiva secondo i gradienti di concentrazione come previsto dalla legge di Fick:

$$J_s = - D \cdot S \cdot (\Delta C / \Delta X)$$

La diffusione di un soluto (J_s) è direttamente proporzionale al coefficiente di diffusione (D), all'area della superficie di scambio (S), al gradiente di concentrazione (ΔC) e inversamente proporzionale alla distanza di diffusione (ΔX). Il segno negativo indica che la diffusione avviene secondo gradiente di concentrazione.

Scambi nei capillari

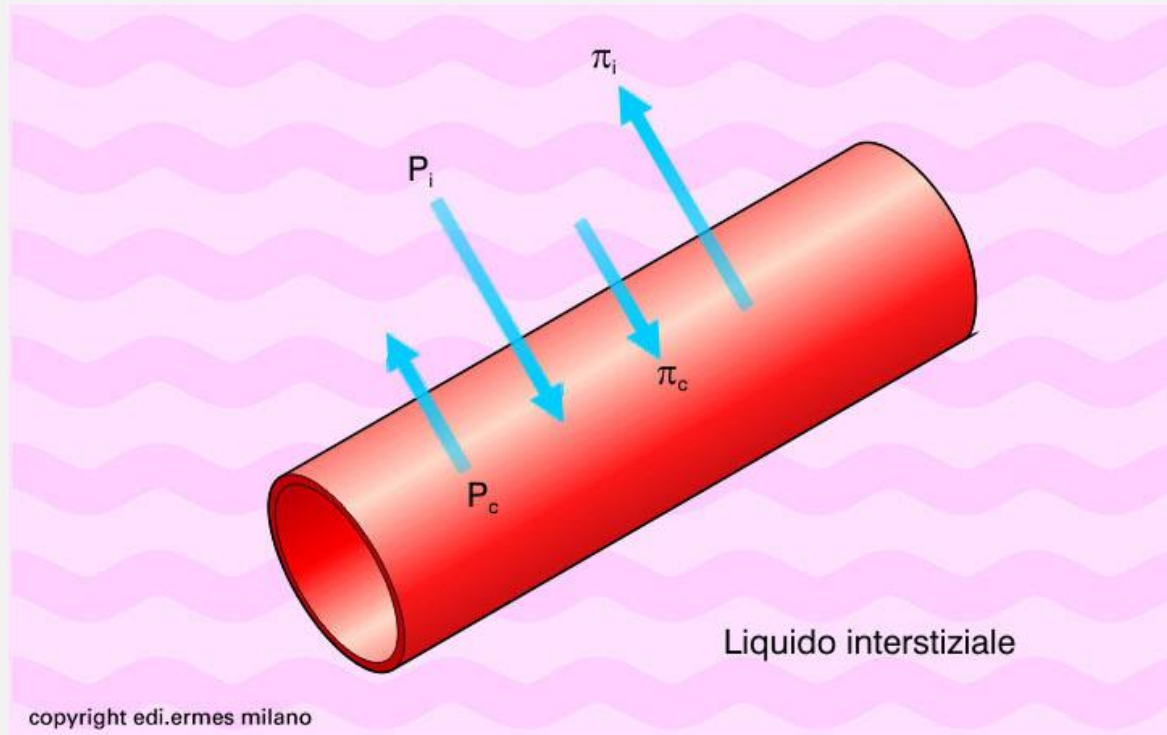
Le sostanze liposolubili diffondono attraverso le cellule endoteliali, mentre quelle idrosolubili attraverso i pori. Alcune proteine plasmatiche attraversano la parete mediante transcitosi, ma la maggior parte non diffonde (non attraversa la parete).



Pressioni nei capillari

Principio di Starling per gli scambi:

Le pressioni che entrano in gioco sono la pressione idrostatica (P) e la pressione colloido-osmotica (π) (o pressione oncotica).



Pressione colloido-osmotica nell'interstizio (π_i)

Pressione colloido-osmotica nel capillare (π_c)

Pressione idrostatica nel capillare (P_c)

Pressione idrostatica nell'interstizio (P_i)

La direzione delle frecce indica se le pressioni favoriscono la filtrazione o il riassorbimento.

$$\dot{Q}_c = k [(P_c - P_i) - (\pi_c - \pi_i)]$$

$\dot{Q}_c$ = flusso netto di acqua

Pressione colloidale-osmotica
nell'interstizio (π_i)

Pressione colloidale-osmotica
nel capillare (π_c)

Pressione idrostatica
nel capillare (P_c)

Pressione idrostatica
nell'interstizio (P_i)

FORZE ALL'ESTREMITÀ ARTERIOLE DEL CAPILLARE

- Pressione verso l'esterno

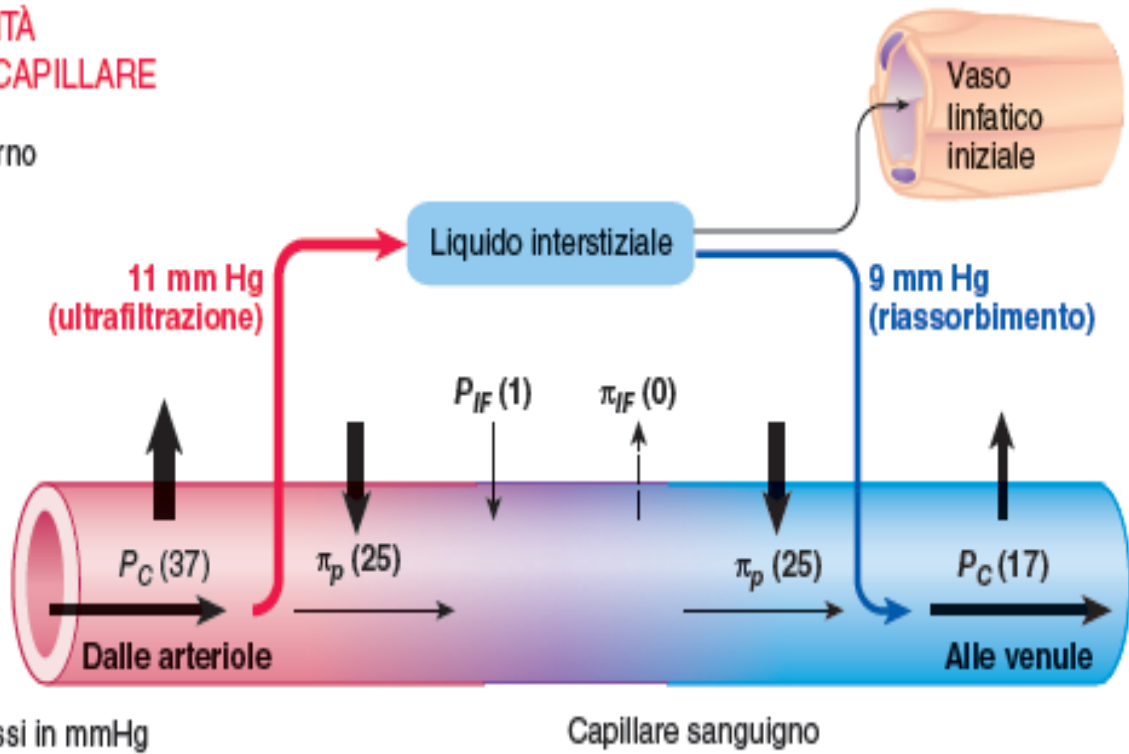
$$\begin{array}{r} P_c \\ \pi_{IF} \end{array} \quad \frac{37}{0} \quad \frac{37}{37}$$

- Pressione verso l'interno

$$\begin{array}{r} \pi_p \\ P_{IF} \end{array} \quad \frac{25}{1} \quad \frac{26}{26}$$

Pressione netta verso l'esterno di 11 mmHg = Pressione di ultrafiltrazione

Tutti i valori sono espressi in mmHg



FORZE ALL'ESTREMITÀ VENULARE DEL CAPILLARE

- Pressione verso l'esterno

$$\begin{array}{r} P_c \\ \pi_{IF} \end{array} \quad \frac{17}{0} \quad \frac{17}{17}$$

- Pressione verso l'interno

$$\begin{array}{r} \pi_p \\ P_{IF} \end{array} \quad \frac{25}{1} \quad \frac{26}{26}$$

Pressione netta verso l'interno di 9 mmHg = Pressione di riassorbimento

● **FIGURA 10-17** Flusso di massa (filtrazione) attraverso la parete capillare. L'ultrafiltrazione e il riassorbimento avvengono, rispettivamente, all'estremità arteriolare e all'estremità venulare del capillare come conseguenza dello squilibrio tra le forze fisiche che agiscono a cavallo della parete capillare

Fisiologia delle vene

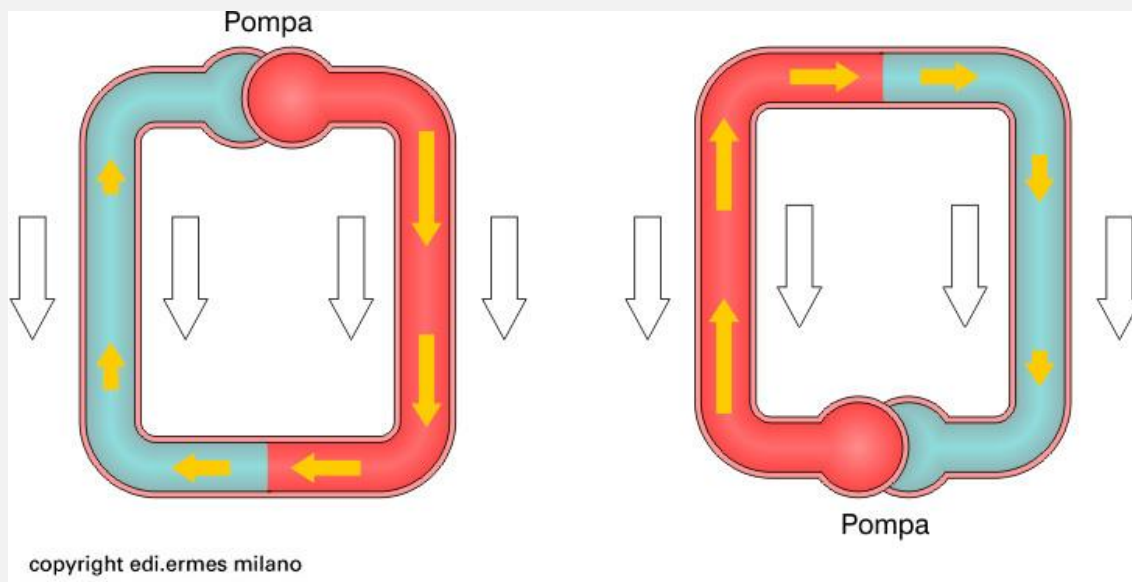
Le vene hanno il compito di portare al circolo polmonare il sangue deossigenato.

Le vene risentono della forza di gravità, poiché devono diventare "tubi rigidi" per sostenere la pressione aggiuntiva dovuta alla gravità.

Le vene possiedono valvole che "spezzano" la colonna di sangue in direzione degli arti.

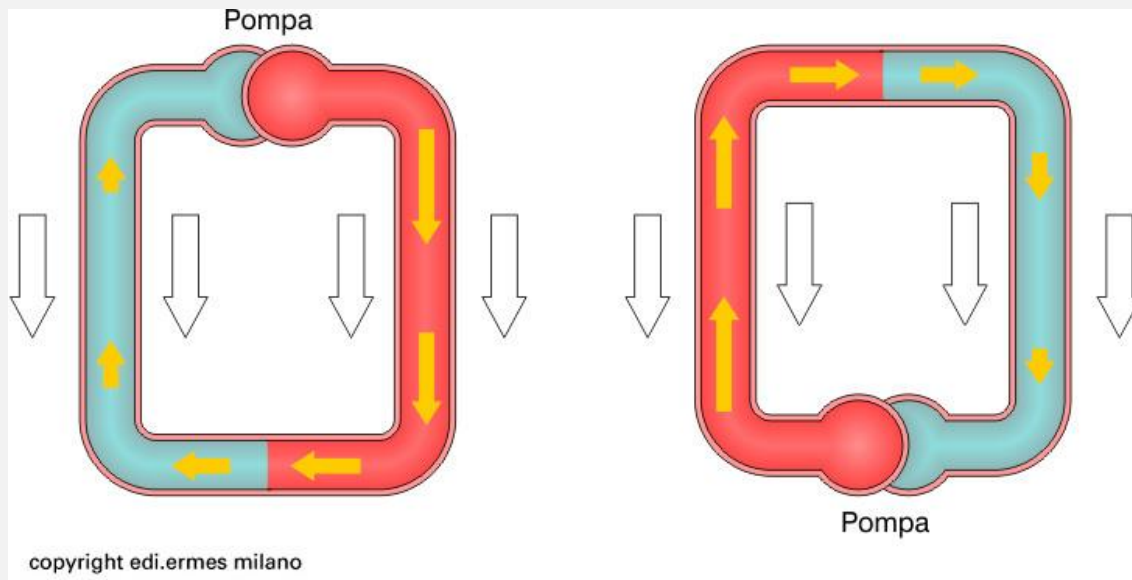
Inoltre la contrazione dei muscoli scheletrici fa sì che la pressione salga costringendole a svuotarsi nella direzione del cuore (l'altra direzione è impedita dal movimento valvolare).

Ritorno venoso

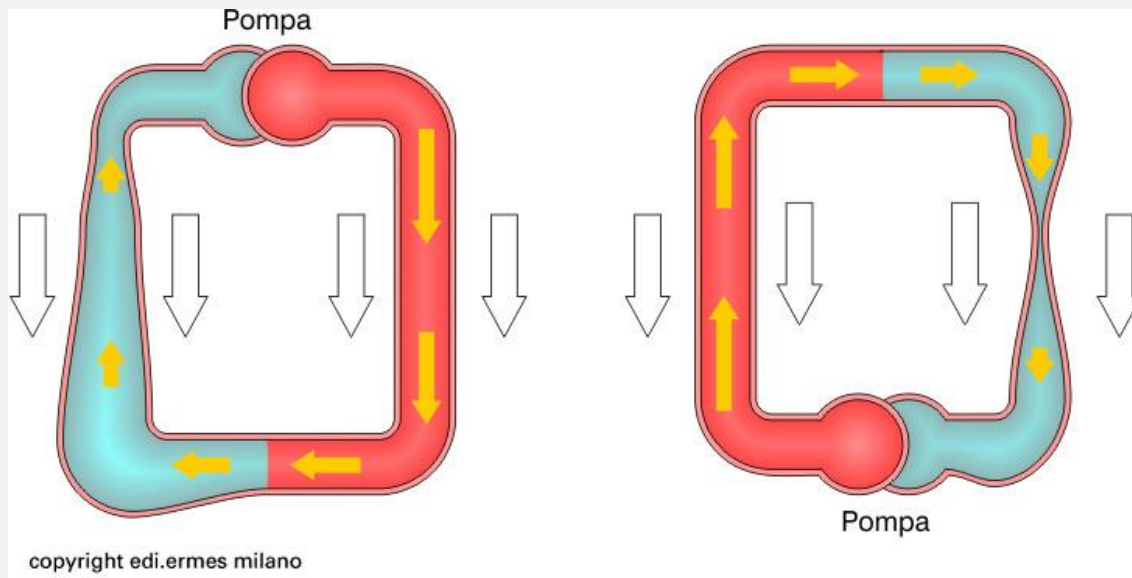


Tubi rigidi

Ritorno venoso



Tubi rigidi



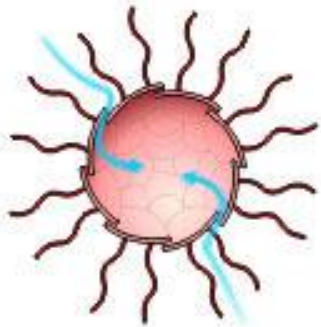
Tubi elastici

Linfa e sistema linfatico

Il sistema linfatico è un sistema di vasi parallelo a quello sanguigno. La linfa si forma per ingresso del liquido interstiziale nei vasi linfatici. I vasi linfatici sono dotati di valvole e muscolatura liscia. I vasi linfatici periferici confluiscono in vasi maggiori che terminano in uno dei due dotti che drenano nel letto circolatorio. In questo modo il liquido filtrato rientra nel sistema cardio-circolatorio.

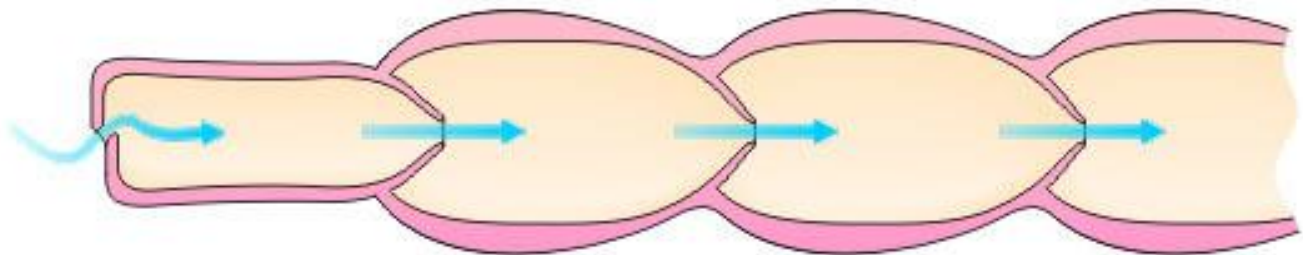
In alcuni punti del sistema linfatico la linfa passa nei linfonodi. La linfa che giunge ai linfonodi drena le impurità.

Capillare linfatico terminale

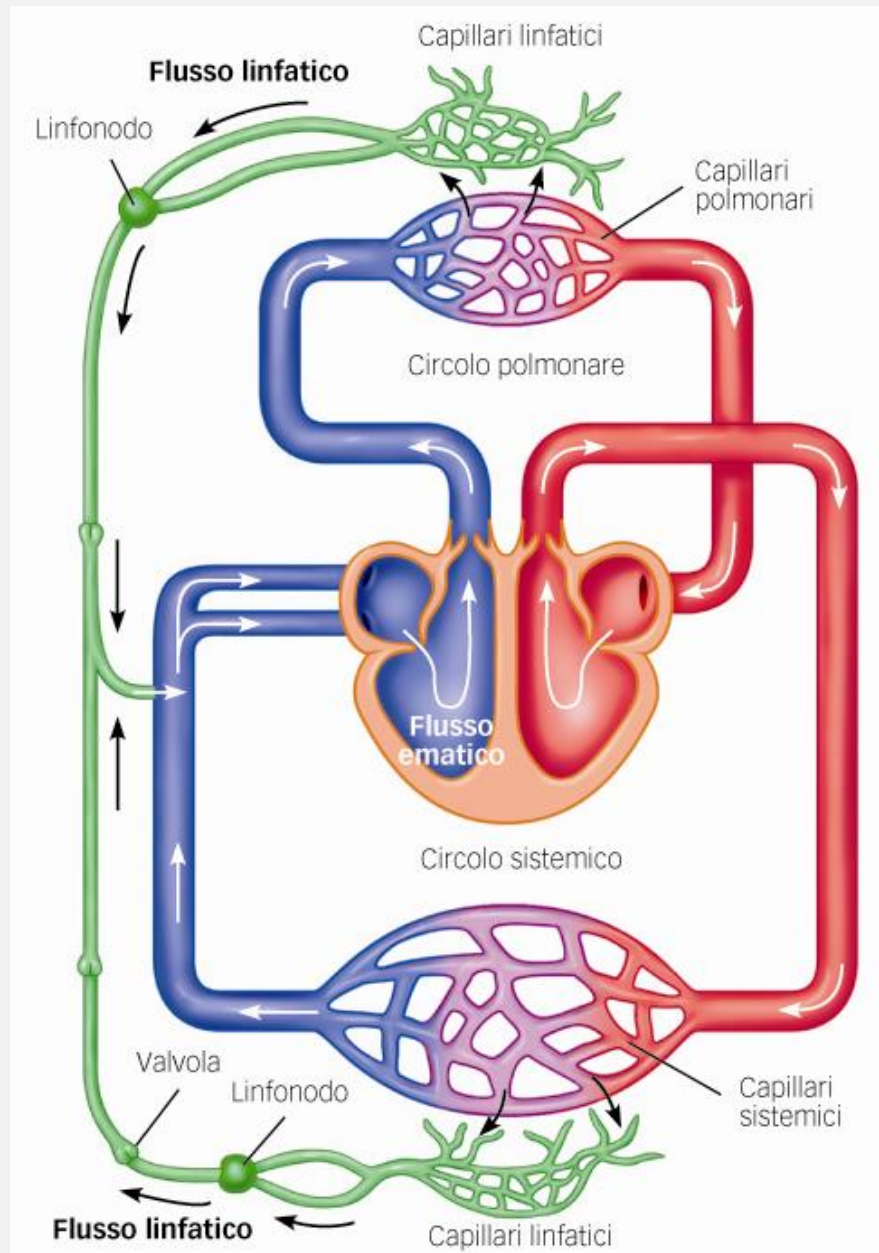


copyright edi.ermes milano

"Cuori" linfatici e valvole

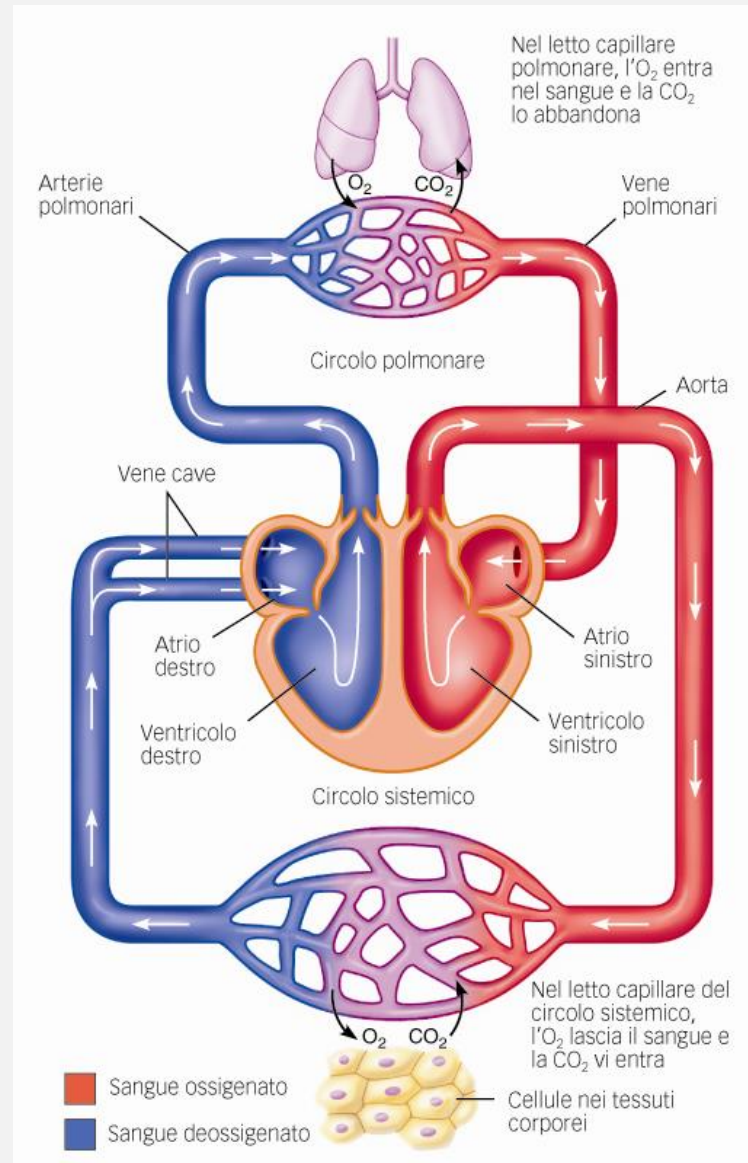


Linfa e sistema linfatico



CONTROLLO LOCALE DEL FLUSSO EMATICO

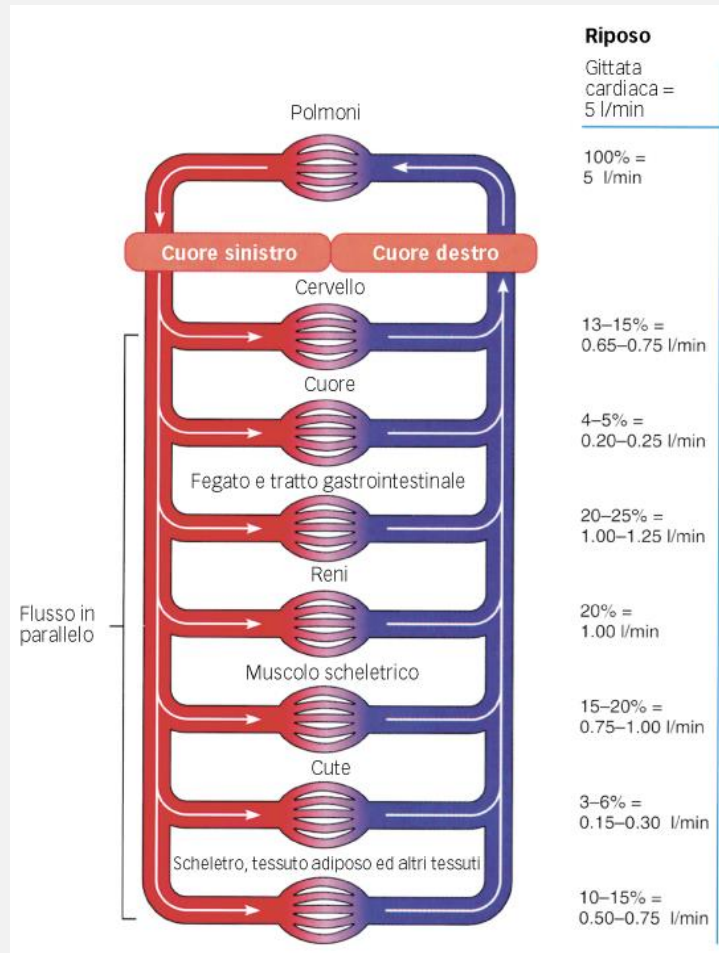
La circolazione sanguigna



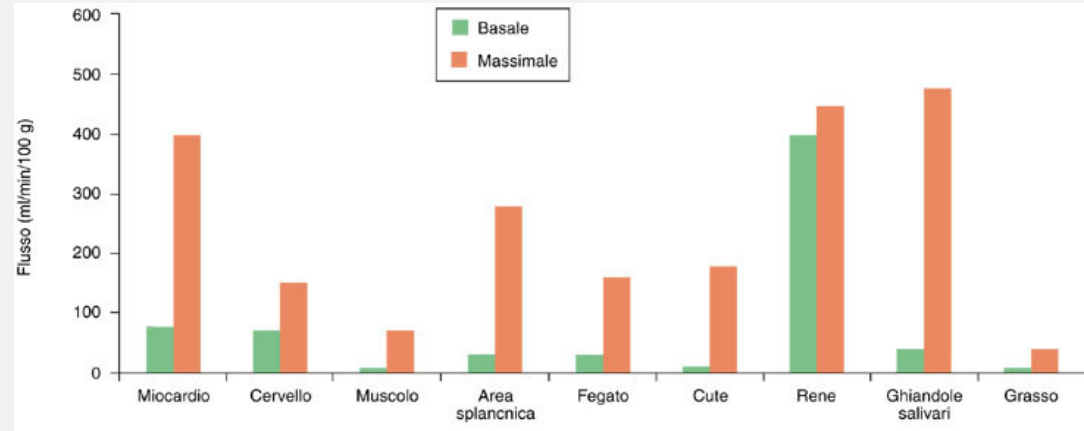
Distribuzione distrettuale della gittata cardiaca

Il flusso sanguigno si distribuisce ai diversi organi e tessuti a seconda delle esigenze funzionali, ed è, di norma, in diretta relazione col metabolismo del tessuto

Distribuzione del flusso a riposo



Variazioni in attività massimale (per 100 g)



Flusso ematico (per 100 g) in alcuni organi

Cervello 65
Cuore 100
Stomaco 25
Fegato 150
Intestino 70
Milza 40

Rene 450
Muscolo 1 - 3
Cute 10
Grasso 15
Gh. saliv. 50
Glomi 2000

Legge del flusso

$$GS \times FC \times RP$$



PA

Ø arteriole

Q' =

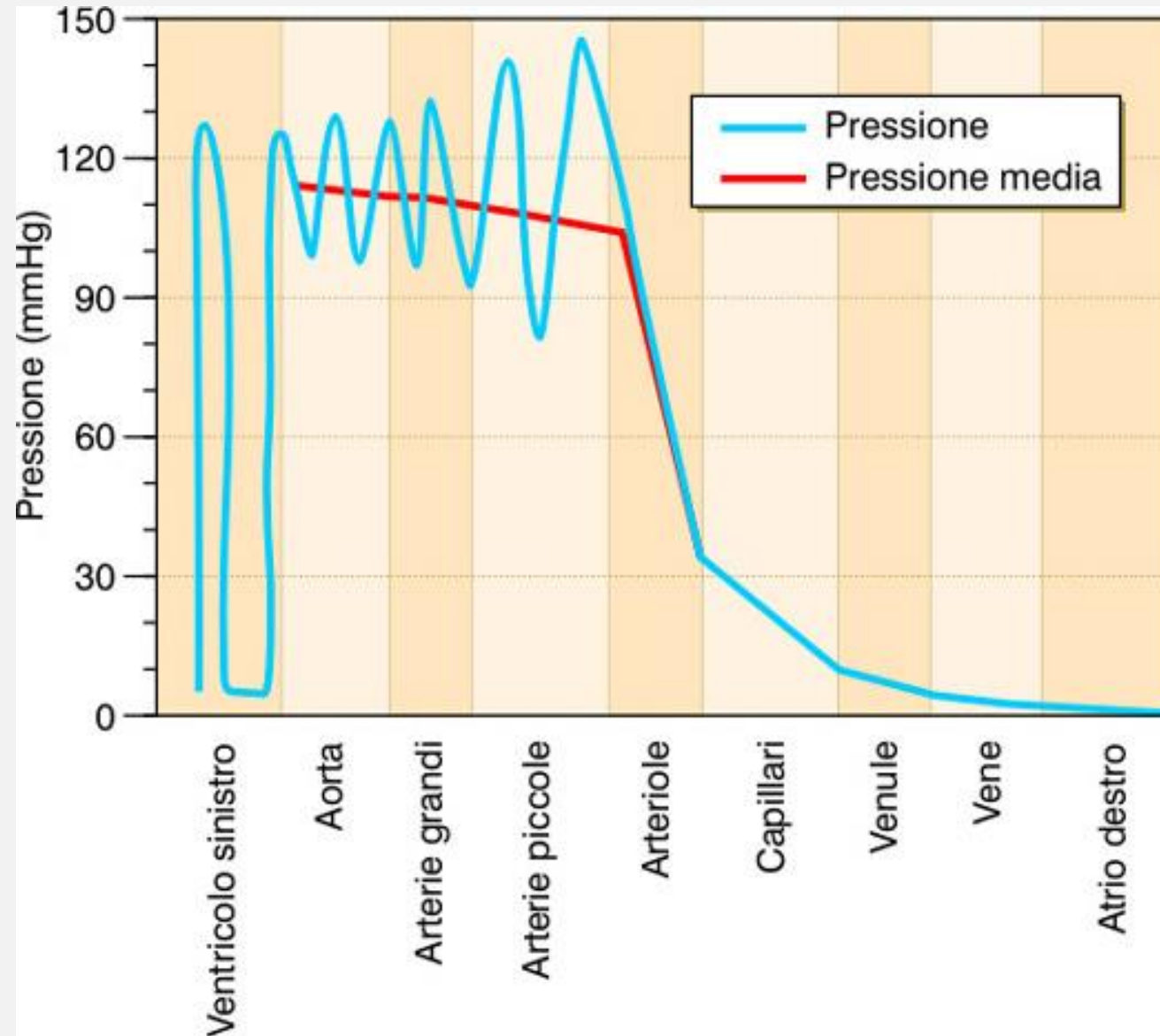
RP

$$RPT = \frac{\Delta P}{Q'} = \frac{100\text{mmHg}}{5\text{l/min}}$$

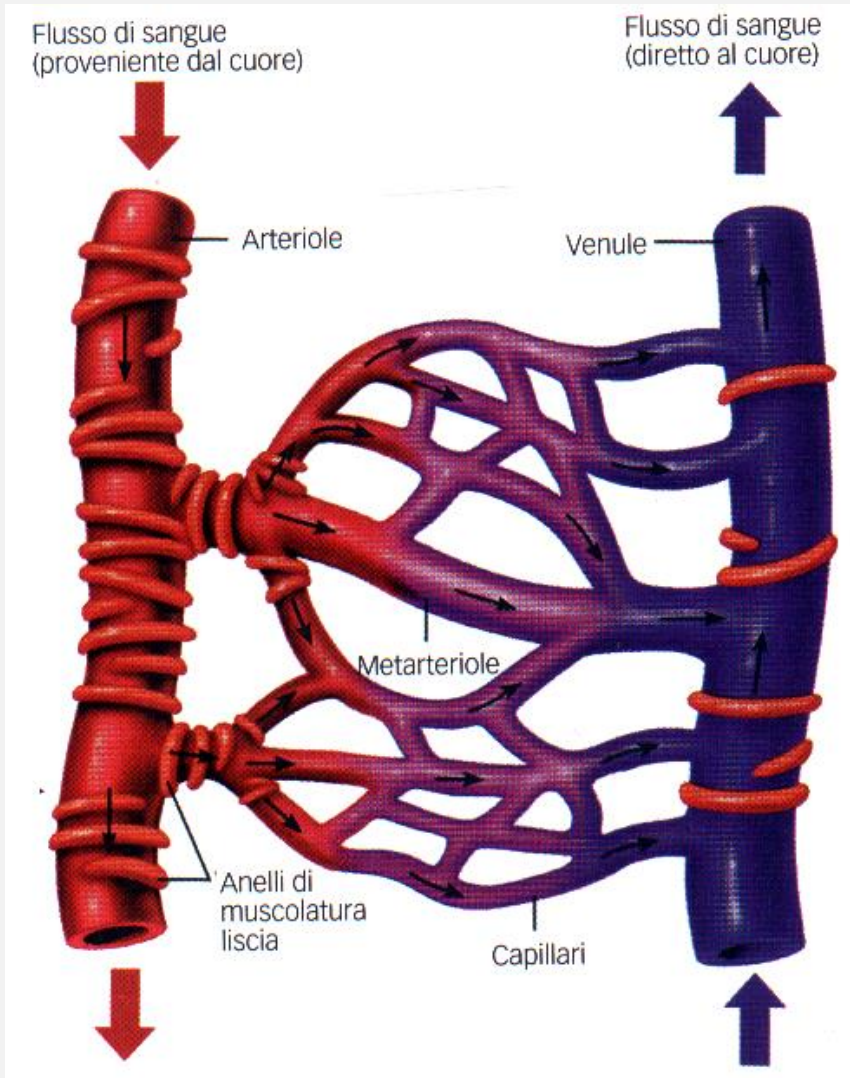
$$= [20\text{mmHg/l*min}]$$

Il flusso distrettuale risulta dal rapporto tra pressione arteriosa e resistenze periferiche. I segmenti della microcircolazione sistemica che attuano il controllo delle resistenze sono le arteriole e gli sfinteri precapillari

Valori di pressione nella circolazione sistemica



Funzioni delle arteriole



Il calibro delle arteriole dipende dal tono muscolare, controllato da:

- Fattori nervosi
 - Tono simpatico
 - Riflessi vegetativi
- Fattori umorali
 - P_{CO_2} e P_{O_2}
 - Catecolamine
 - Angiotensina
 - Bradichinina
 - Glucocorticoidi
 - NO
 - Fattori endoteliali

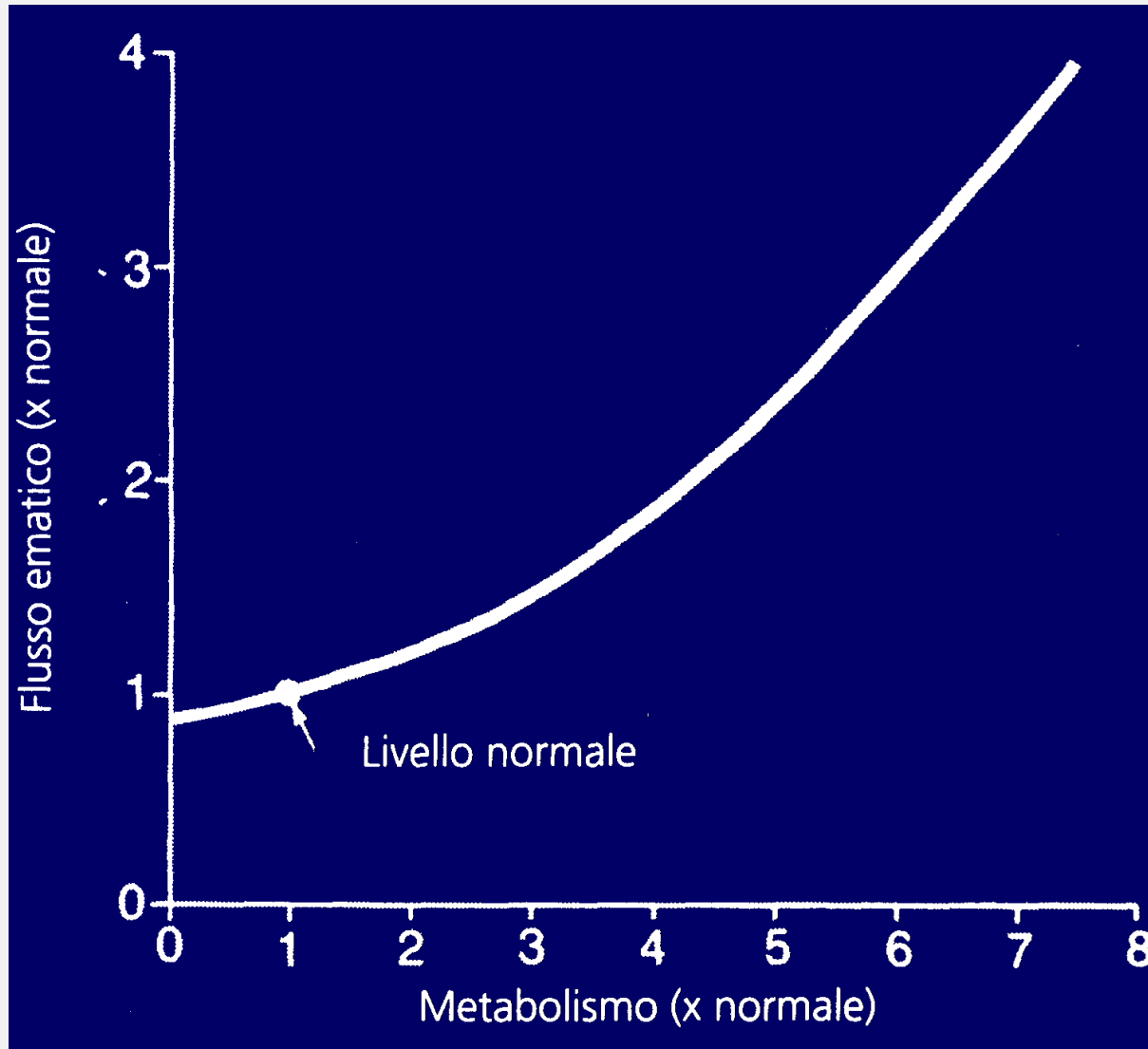
Funzioni delle arteriole

Arteriole e sfinteri precapillari sono di norma controllati dal tono simpatico vasomotore, che viene modulato da risposte riflesse vasocostrittrici o vasodilatatorie (queste ultime possono essere mediate da fibre simpatiche).

Il tono vasocostrittore e la sua modulazione riflessa è il risultato dell'azione integratrice svolta dal centro bulbare vasomotore.

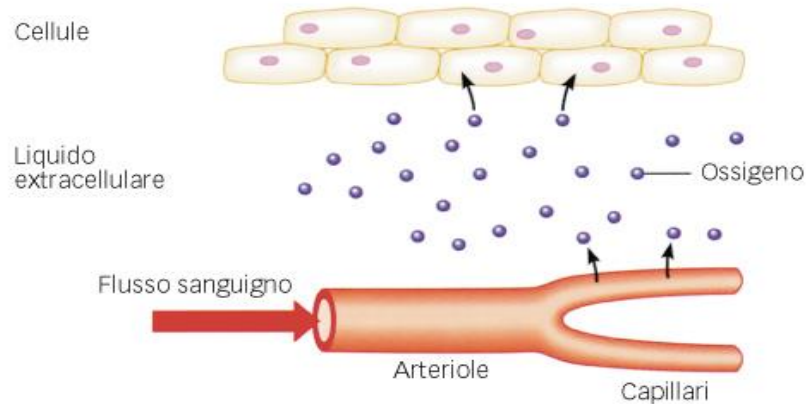
Localmente, il tono vasomotore è contrastato dal rilascio di sostanze vasodilatatrici in quantità proporzionale alla richiesta di ossigeno del tessuto irrorato

Relazione tra metabolismo e flusso



Iperemia attiva

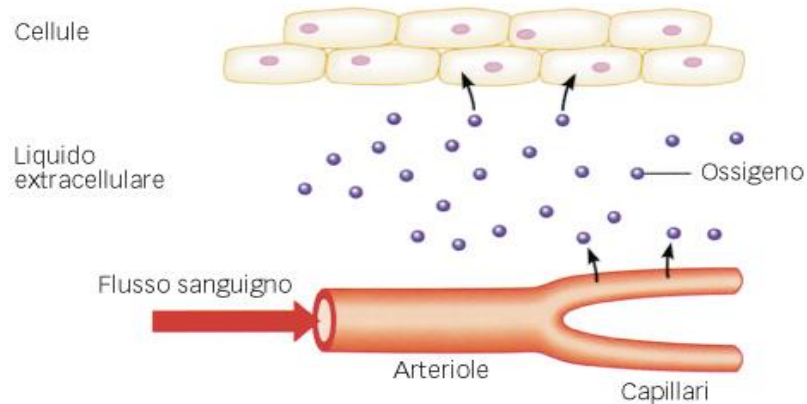
Aumentate esigenze di ossigeno di un tessuto



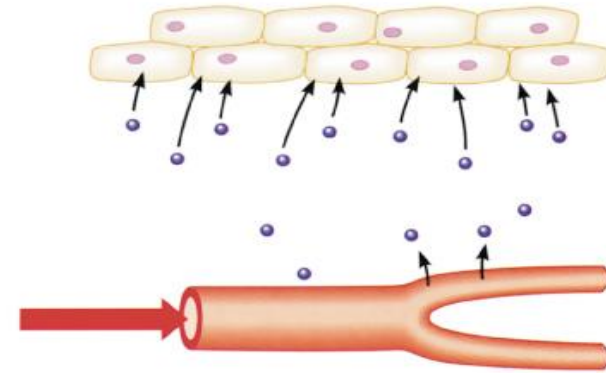
(a) In condizioni normali di riposo, l'ossigeno (cerchietti) è distribuito dal sangue ai tessuti alla stessa velocità con la quale è consumato dalle cellule.

Iperemia attiva

Aumentate esigenze di ossigeno di un tessuto



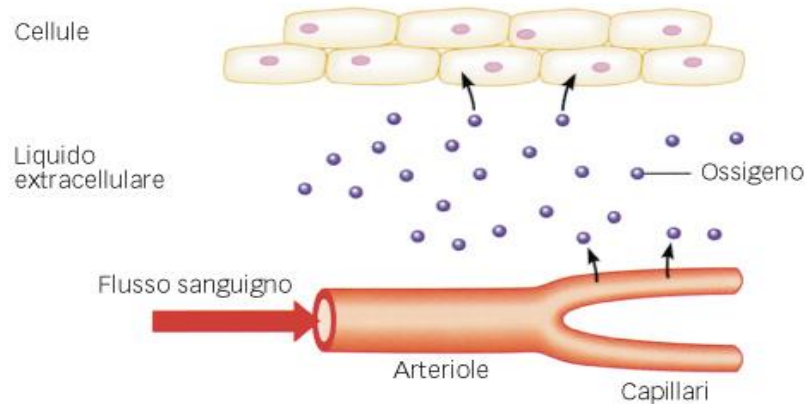
(a) In condizioni normali di riposo, l'ossigeno (cerchietti) è distribuito dal sangue ai tessuti alla stessa velocità con la quale è consumato dalle cellule.



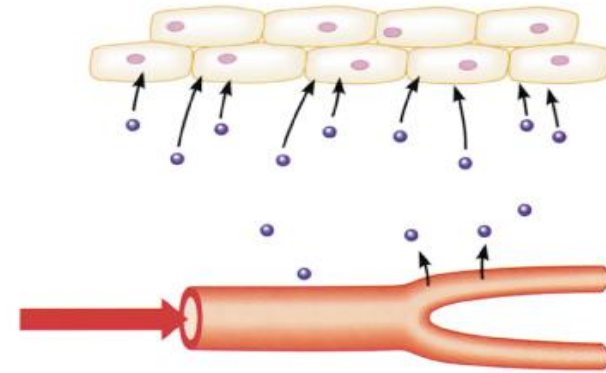
(b) Quando aumenta l'attività metabolica, la quantità di ossigeno che viene consumato è maggiore di quella che viene distribuita alle cellule. La concentrazione extracellulare dell'ossigeno diminuisce.

Iperemia attiva

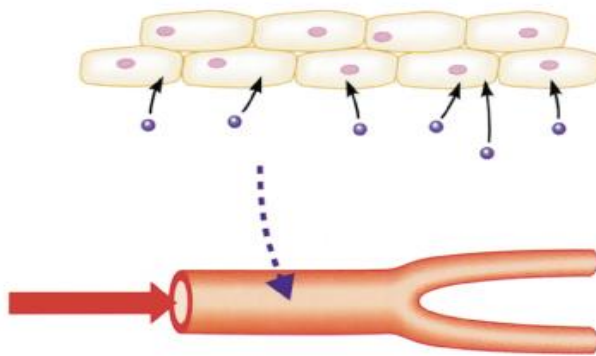
Aumentate esigenze di ossigeno di un tessuto



(a) In condizioni normali di riposo, l'ossigeno (cerchietti) è distribuito dal sangue ai tessuti alla stessa velocità con la quale è consumato dalle cellule.



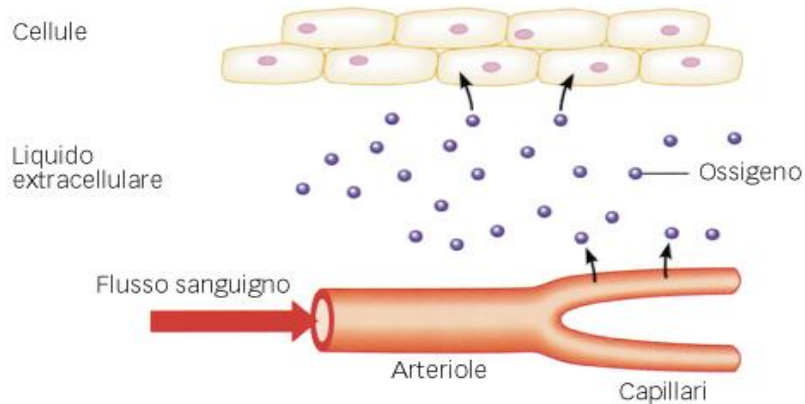
(b) Quando aumenta l'attività metabolica, la quantità di ossigeno che viene consumato è maggiore di quella che viene distribuita alle cellule. La concentrazione extracellulare dell'ossigeno diminuisce.



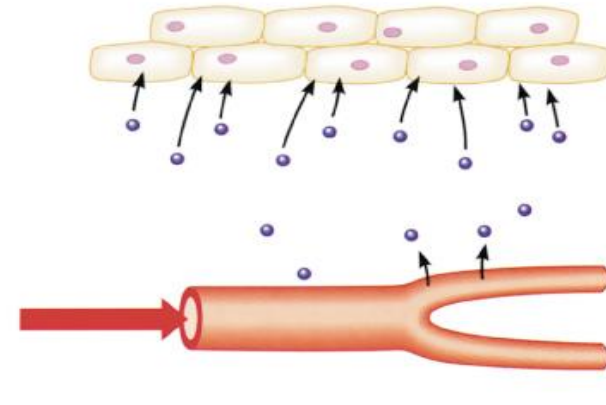
(c) La diminuzione della concentrazione dell'ossigeno agisce sulla muscolatura liscia arteriolare provocando vasodilatazione.

Iperemia attiva

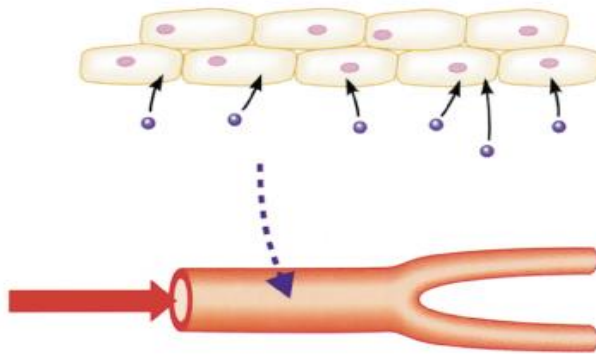
Aumentate esigenze di ossigeno di un tessuto



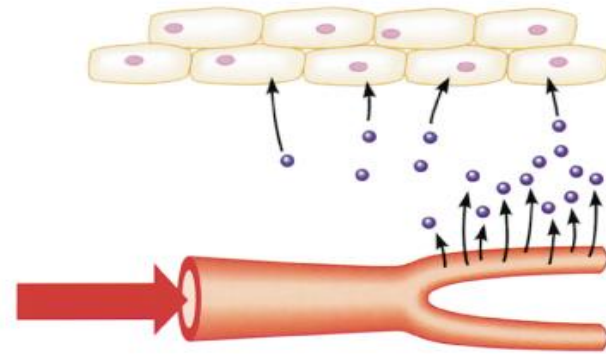
(a) In condizioni normali di riposo, l'ossigeno (cerchietti) è distribuito dal sangue ai tessuti alla stessa velocità con la quale è consumato dalle cellule.



(b) Quando aumenta l'attività metabolica, la quantità di ossigeno che viene consumato è maggiore di quella che viene distribuita alle cellule. La concentrazione extracellulare dell'ossigeno diminuisce.



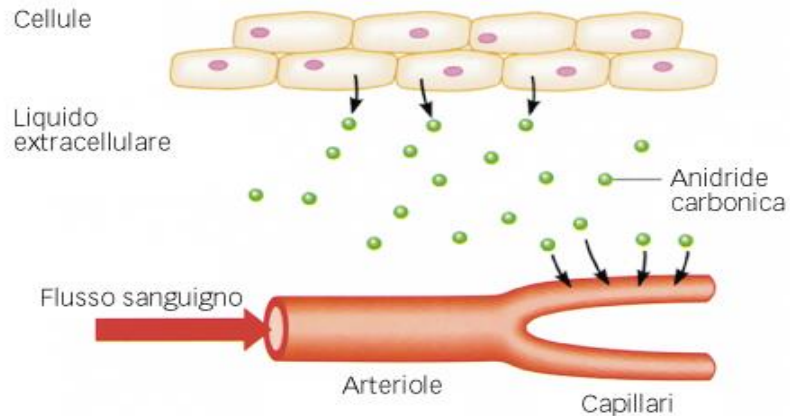
(c) La diminuzione della concentrazione dell'ossigeno agisce sulla muscolatura liscia arteriolare provocando vasodilatazione.



(d) La vasodilatazione provoca l'aumento del flusso sanguigno e aumenta la quantità di ossigeno distribuito alle cellule

Iperemia attiva

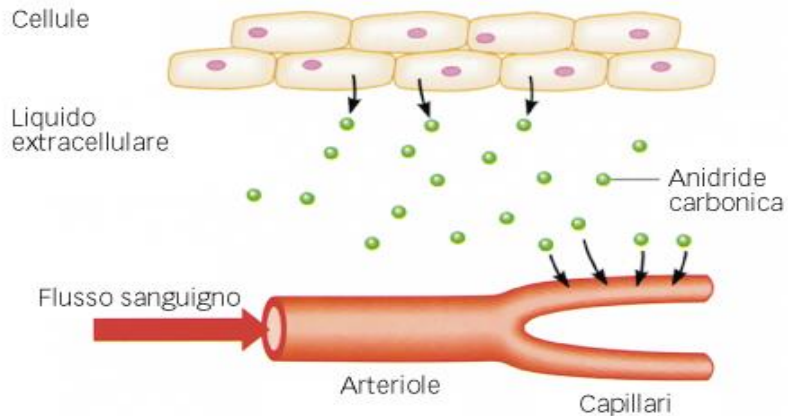
Momentanea insufficienza di irrorazione di un tessuto



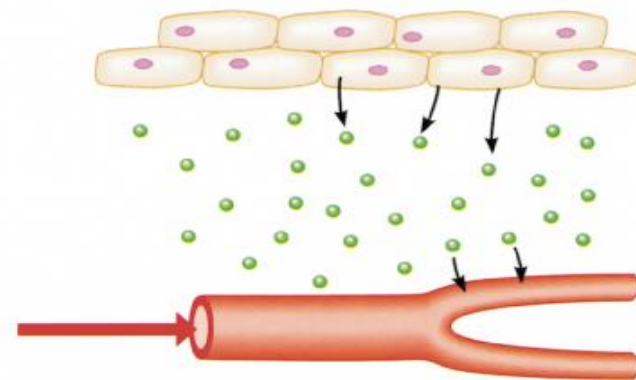
- (a) In condizioni normali di riposo, l'anidride carbonica (cerchietti) è rimossa dai tessuti e condotta al sangue alla stessa velocità con la quale è prodotta dalle cellule.

Iperemia attiva

Momentanea insufficienza di irrorazione di un tessuto



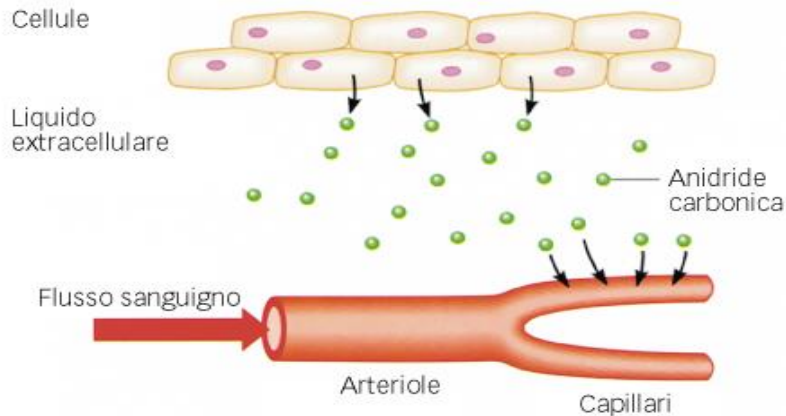
(a) In condizioni normali di riposo, l'anidride carbonica (cerchietti) è rimossa dai tessuti e condotta al sangue alla stessa velocità con la quale è prodotta dalle cellule.



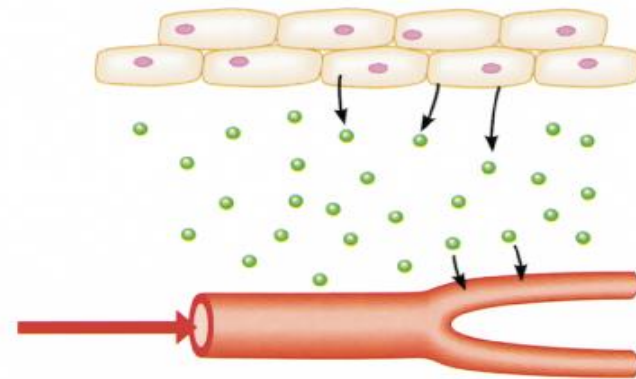
(b) Quando il flusso sanguigno diminuisce, la quantità di anidride carbonica che viene rimossa è inferiore a quella che viene prodotta. La concentrazione extracellulare dell'anidride carbonica aumenta.

Iperemia attiva

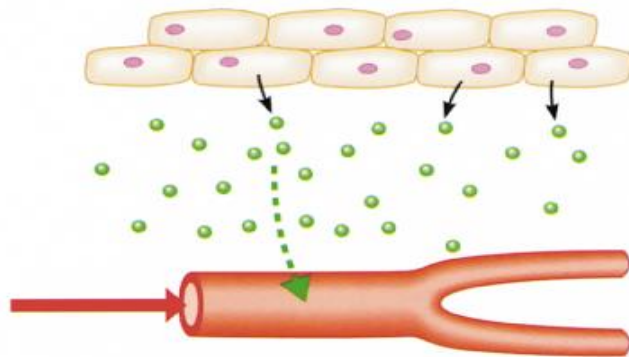
Momentanea insufficienza di irrorazione di un tessuto



- (a)** In condizioni normali di riposo, l'anidride carbonica (cerchietti) è rimossa dai tessuti e condotta al sangue alla stessa velocità con la quale è prodotta dalle cellule.



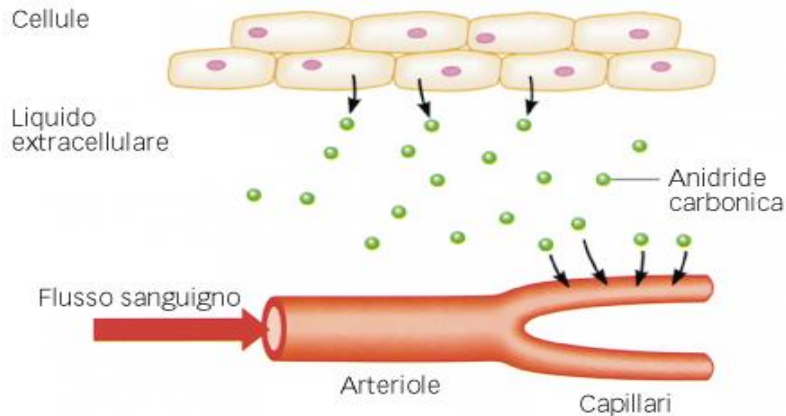
- (b)** Quando il flusso sanguigno diminuisce, la quantità di anidride carbonica che viene rimossa è inferiore a quella che viene prodotta. La concentrazione extracellulare dell'anidride carbonica aumenta.



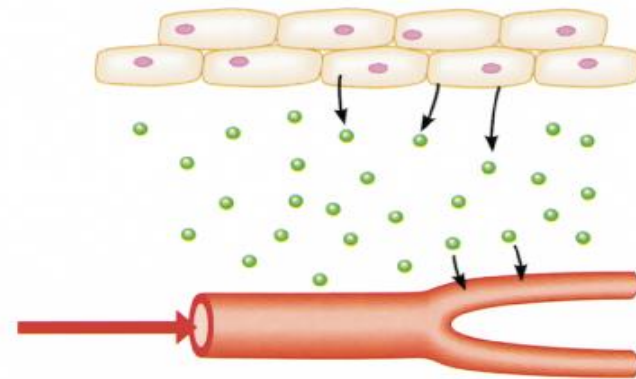
- (c)** L'aumento della concentrazione dell'anidride carbonica agisce sulla muscolatura liscia arteriolare provocando vasodilatazione.

Iperemia attiva

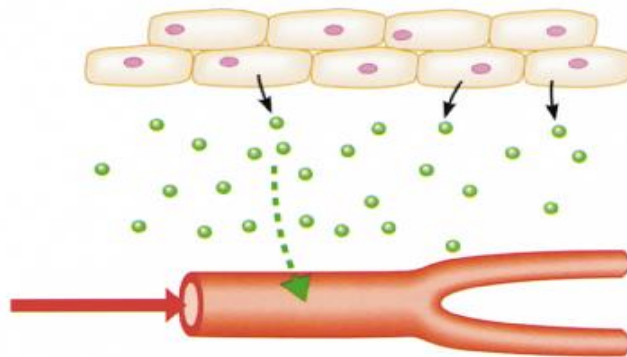
Momentanea insufficienza di irrorazione di un tessuto



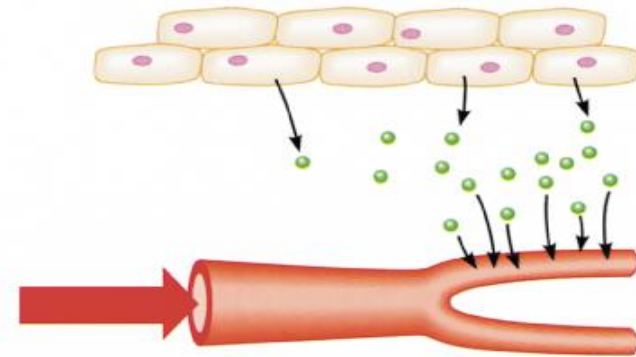
- (a) In condizioni normali di riposo, l'anidride carbonica (cerchietti) è rimossa dai tessuti e condotta al sangue alla stessa velocità con la quale è prodotta dalle cellule.



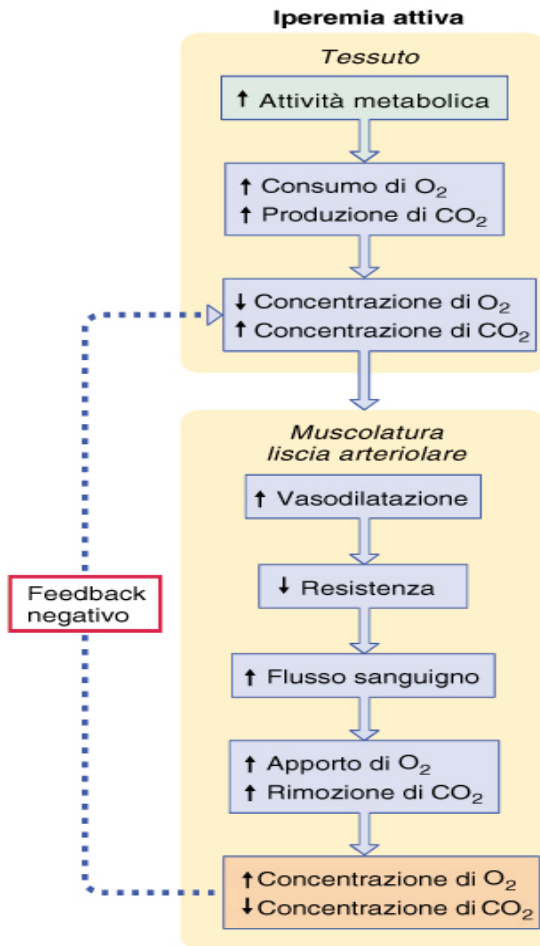
- (b) Quando il flusso sanguigno diminuisce, la quantità di anidride carbonica che viene rimossa è inferiore a quella che viene prodotta. La concentrazione extracellulare dell'anidride carbonica aumenta.



- (c) L'aumento della concentrazione dell'anidride carbonica agisce sulla muscolatura liscia arteriolare provocando vasodilatazione.

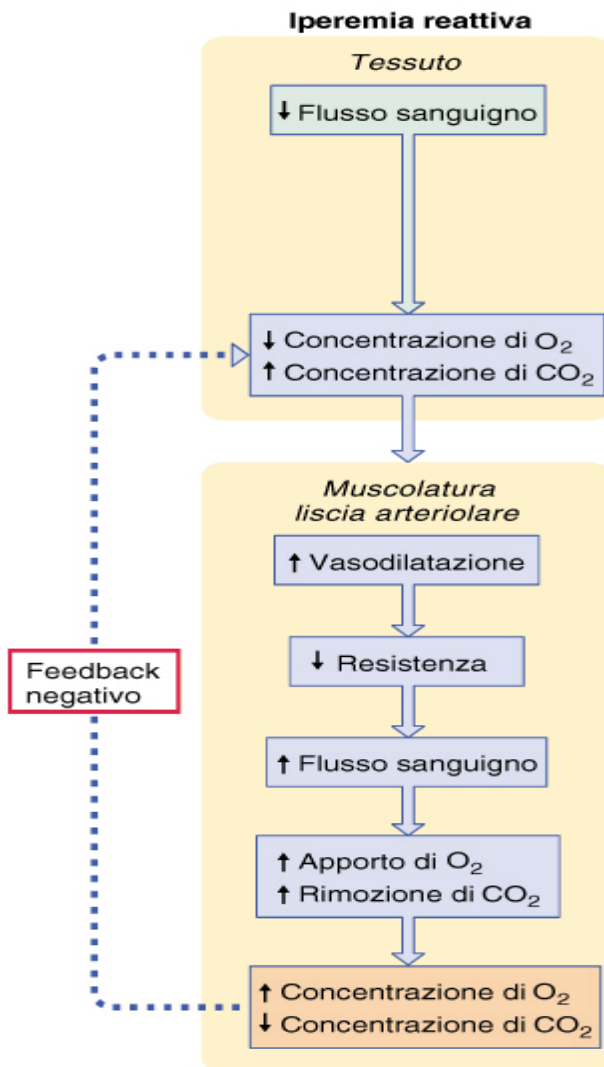


- (d) La vasodilatazione provoca l'aumento del flusso sanguigno e aumenta la quantità di anidride carbonica rimossa dai tessuti.



(a)

- Stimolo iniziale
- Risposta fisiologica
- Risultato



(b)

FIGURA 14.13 Confronto tra l'iperemia attiva e l'iperemia reattiva. Gli eventi che si manifestano (a) nell'iperemia attiva, come risposta ad un aumentato consumo di ossigeno e ad un'aumentata produzione di anidride carbonica, e (b) nell'iperemia reattiva, a seguito di una diminuzione del flusso ematico. Notate che le variazioni conseguenti alla diminuzione del flusso sono le stesse che avvengono a seguito dell'aumento dell'attività metabolica.

Risposta miogena

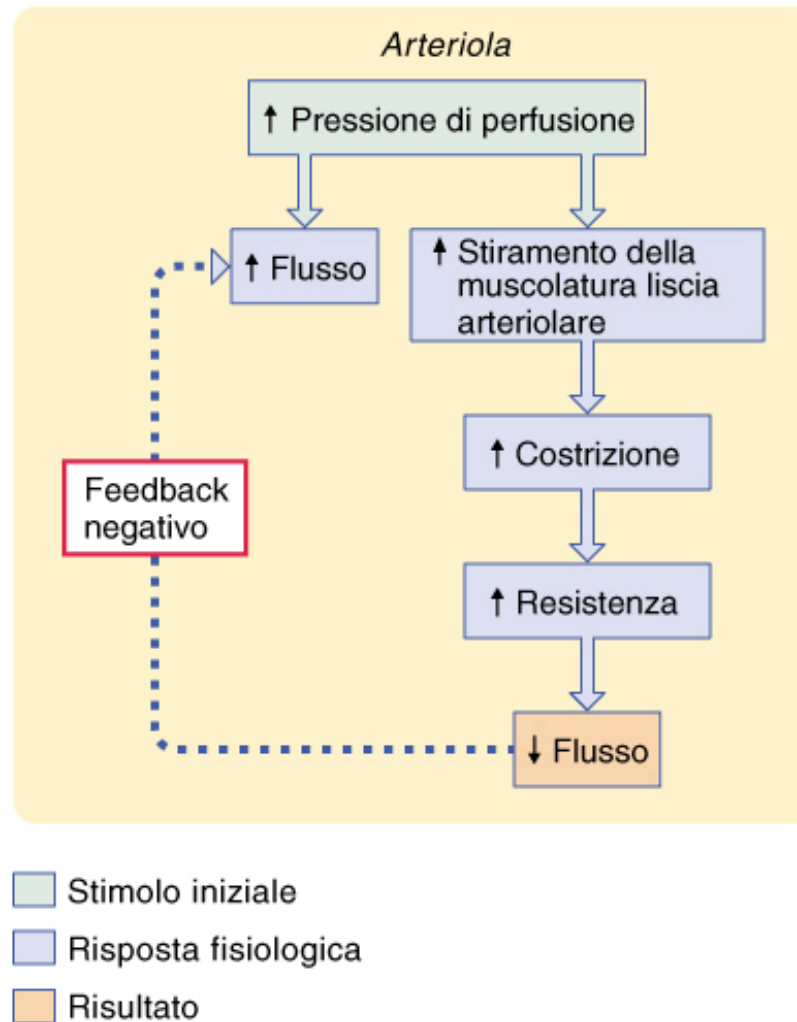


FIGURA 14.14 La risposta miogena indotta dalle variazioni della pressione di perfusione. I cambiamenti si riferiscono a quanto avviene dopo un aumento della pressione di perfusione.

Sommario

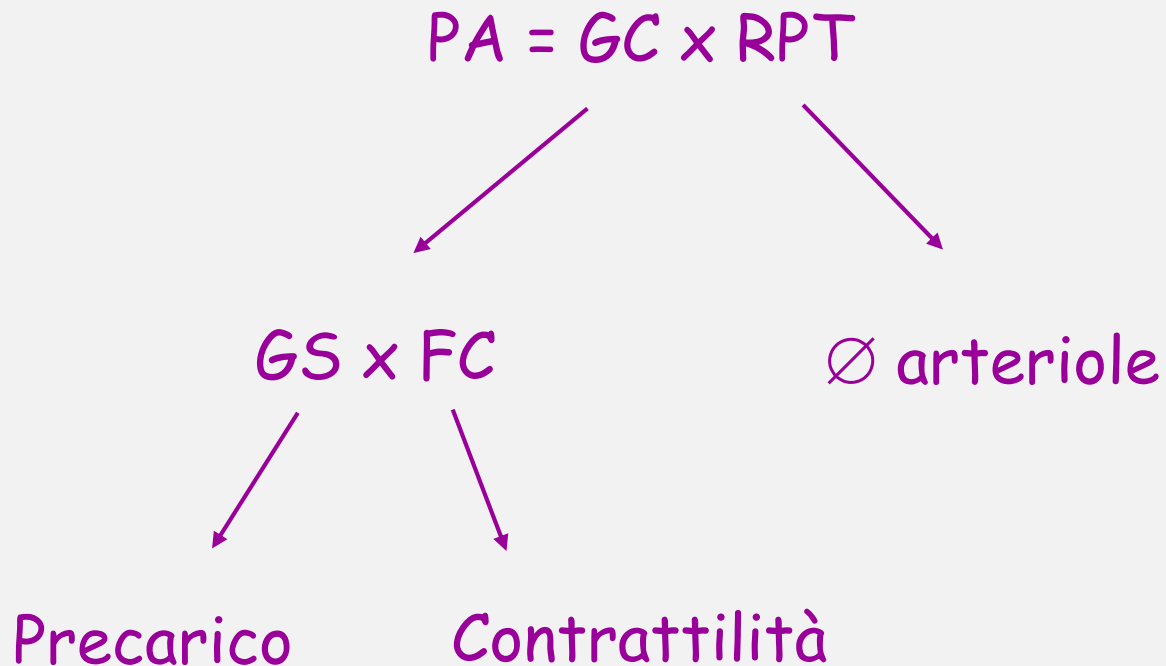
1. La produzione di vasodilatatori può spiegare l'aggiustamento a feed-back del flusso ematico sia alle aumentate esigenze funzionali di un tessuto (iperemia attiva) che agli effetti causati da una momentanea insufficienza di irrorazione (iperemia reattiva)
2. Le variazioni locali del flusso ematico vengono integrate a livello generale mediante meccanismi cardio-circolatori sistemici che, oltre ad assicurare a ciascun distretto circolatorio la necessaria quantità di flusso, mantengono l'eguaglianza tra gittata cardiaca e ritorno venoso

CONTROLLO DELLA PRESSIONE ARTERIOSA

Ambiti temporali del controllo della pressione arteriosa

- ◆ Riflessi barocettivi (breve termine: secondi)
- ◆ Sistema renina-angiotensina-aldosterone
(medio termine: minuti-ore)
- ◆ Diuresi (lungo termine: giorni)

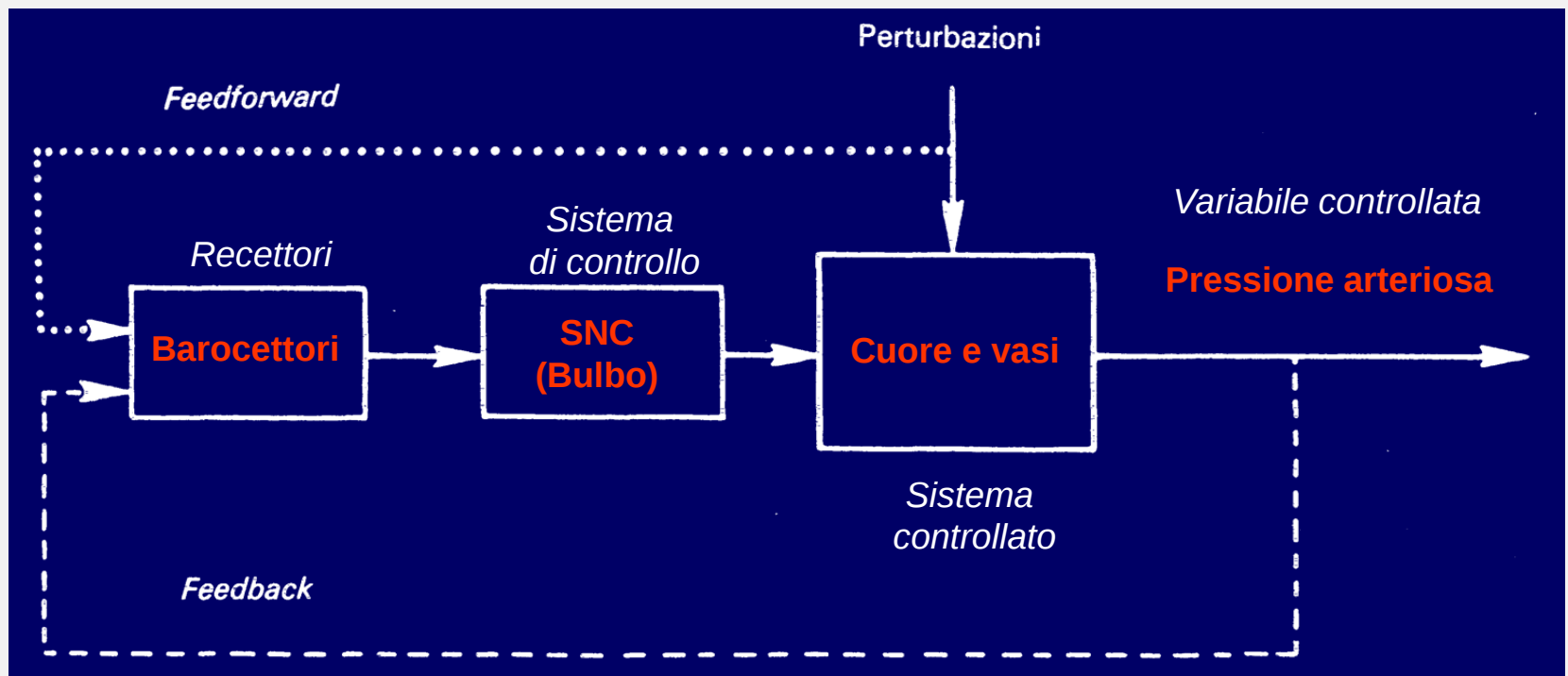
Fattori della PA



Effetti del SNV sul cuore e sui vasi

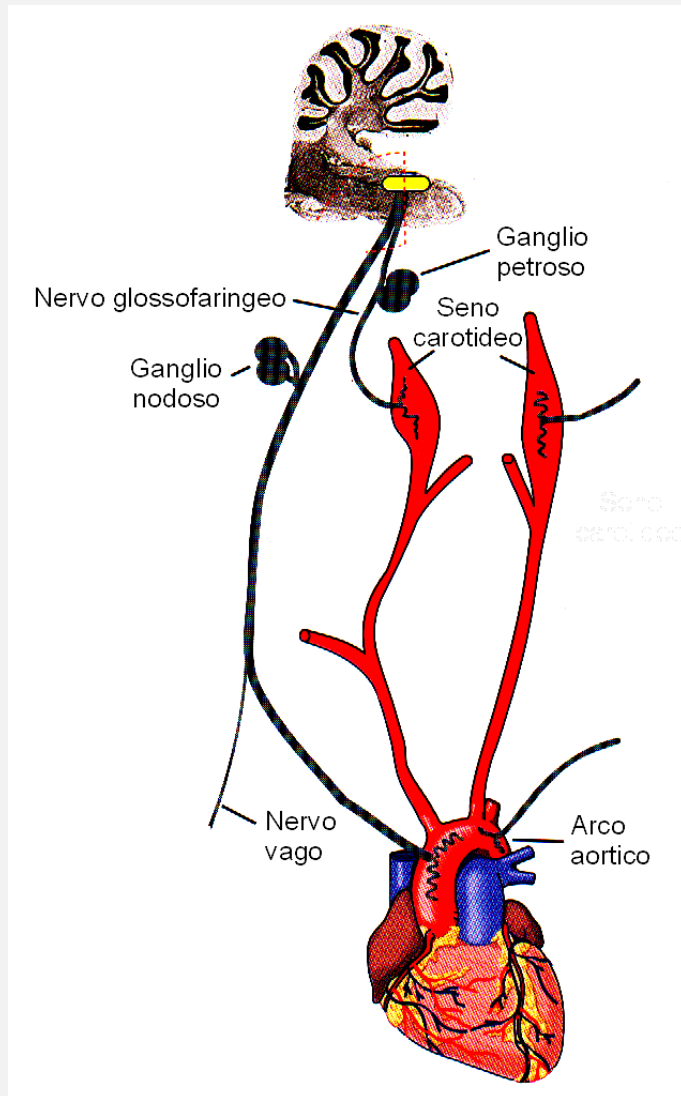
	Simpatico	Parasimpatico
● Cuore		
● Frequenza	aumento	riduzione
● Contrattilità	aumento	riduzione
● Vasi		
● Sistemici	costrizione	nessun effetto
● Muscolari	costrizione	nessun effetto o dilatazione
● Genitali	dilatazione	dilatazione

Schema del controllo nervoso della PA

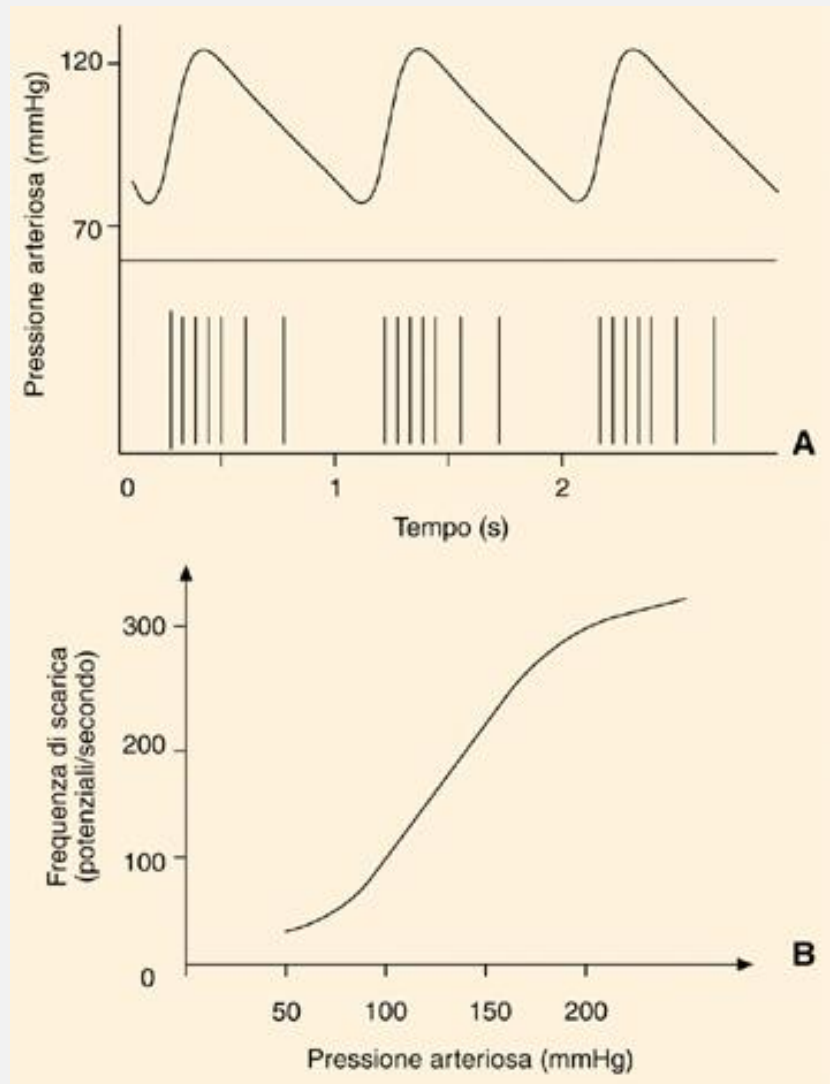


Barocettori aortici e carotidei

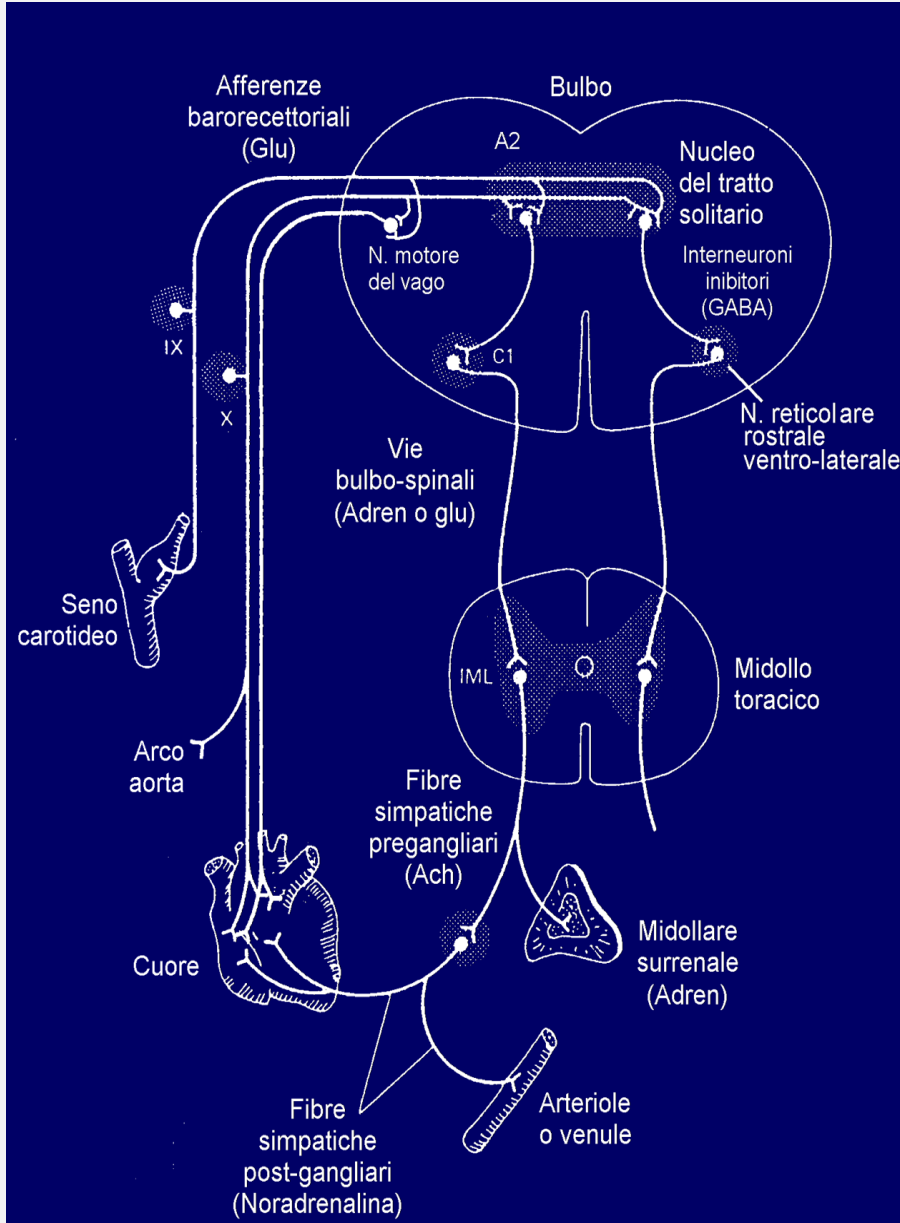
Anatomia



Risposte fisiologiche

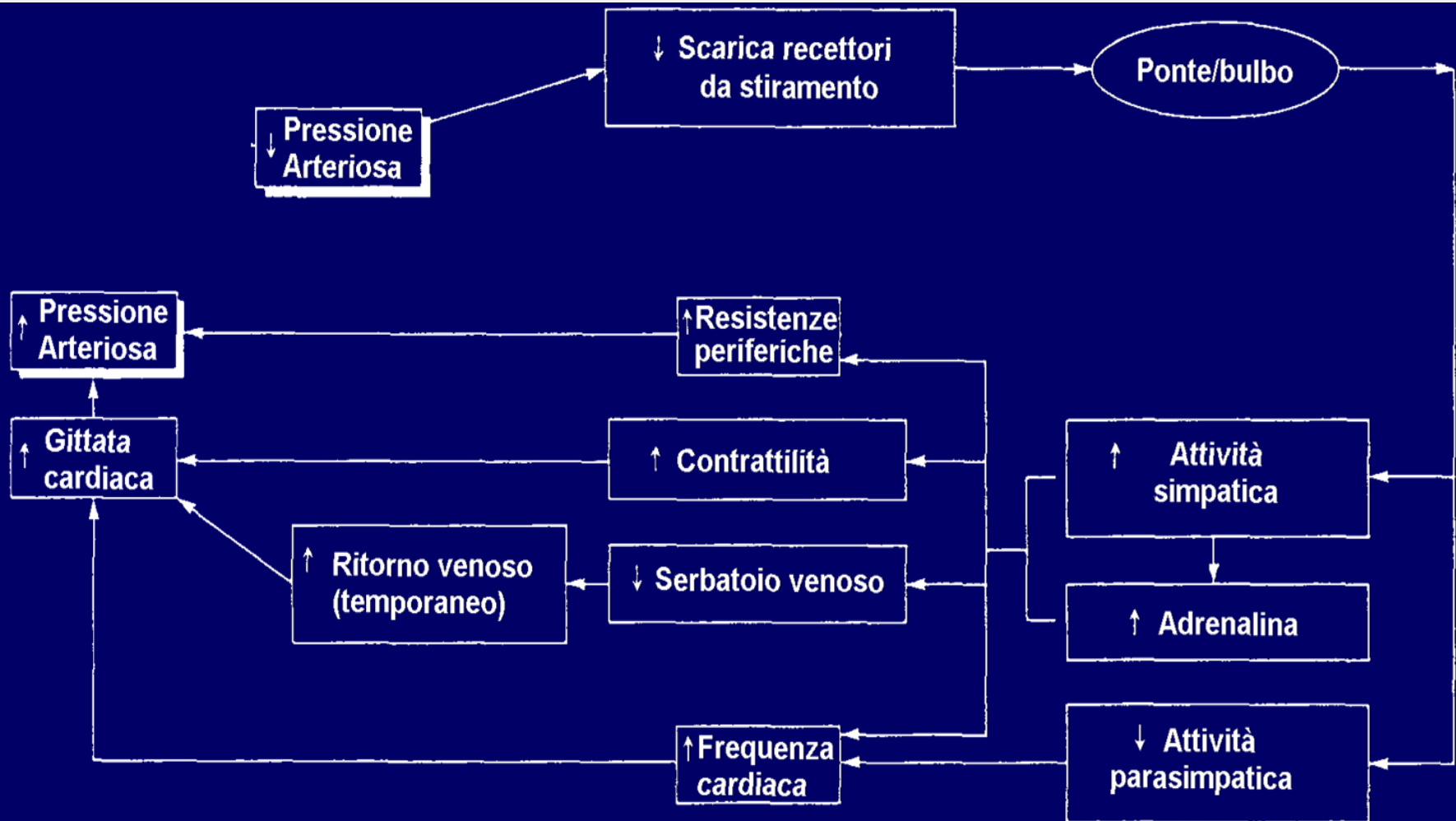


Vie dei riflessi barocettivi

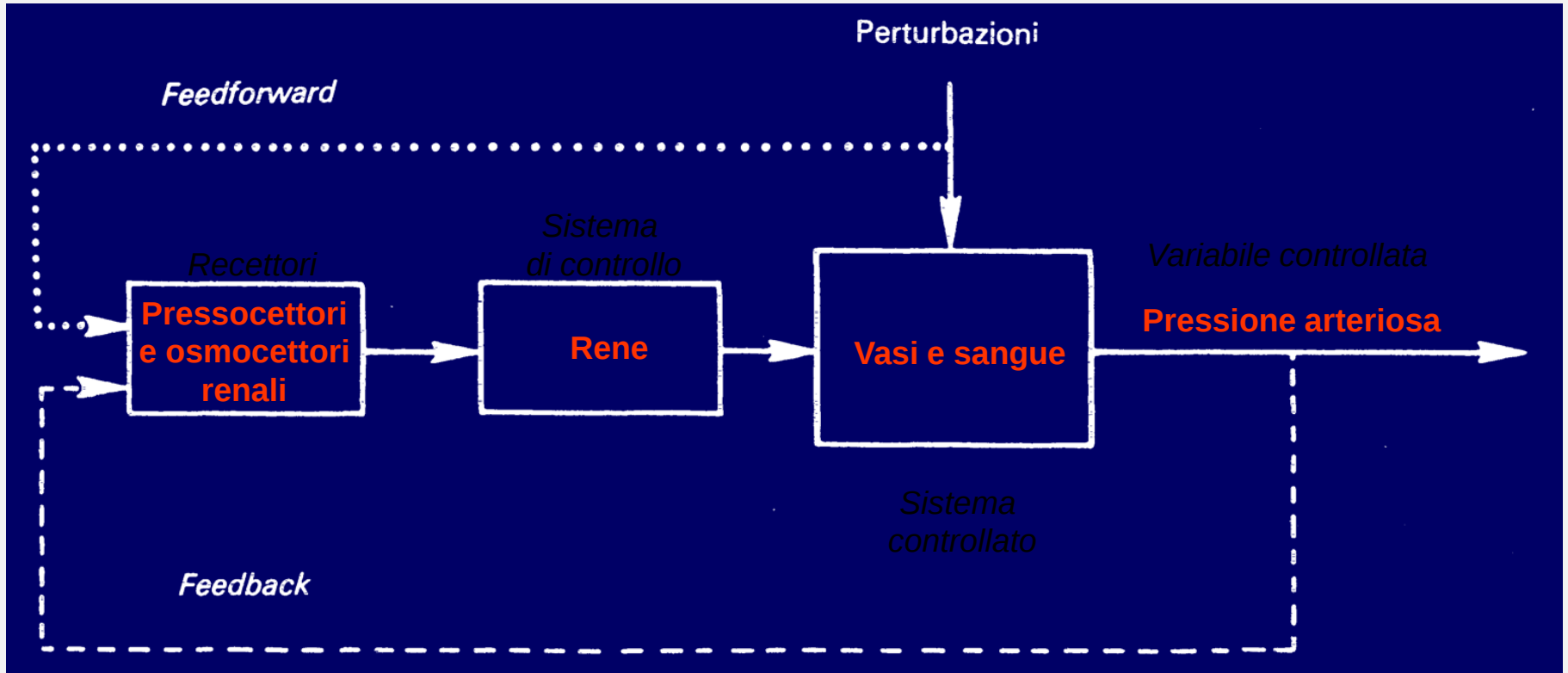


- Recettori:
Barocettori
- Vie afferenti:
Nervi vago e glossofaringeo
- Centro di elaborazione:
Nucleo del tratto solitario
Interneuroni inibitori
Nucleo reticolare ventrolaterale
- Vie efferenti:
Simpatiche
Vie bulbo-spinali
Nervi simpatici
Parasimpatiche
Nervo vago
- Effettori:
Miocardio (specifico e comune)
Vasi sistemici (arteriole e vene)
Midollare del surrene

Effetto combinato dei riflessi barocettivi



Schema del controllo umorale della PA



Sistema renina-angiotensina-aldosterone

Diminuzione PA



Le cellule iuxtaglomerulari secernono
renina



La renina trasforma l'angiotensinogeno in angiotensina I



L'angiotensina I viene convertita in angiotensina II da un enzima convertitore

Sistema renina-angiotensina-aldosterone

L'angiotensina II svolge parecchi effetti per innalzare la pressione arteriosa:

Sistema renina-angiotensina-aldosterone

L'angiotensina II svolge parecchi effetti per innalzare la pressione arteriosa:

- Vasocostrizione delle arteriole e in misura minore anche delle vene
 - a) innalza le resistenze periferiche;
 - b) favorisce il ritorno venoso

Sistema renina-angiotensina-aldosterone

L'angiotensina II svolge parecchi effetti per innalzare la pressione arteriosa:

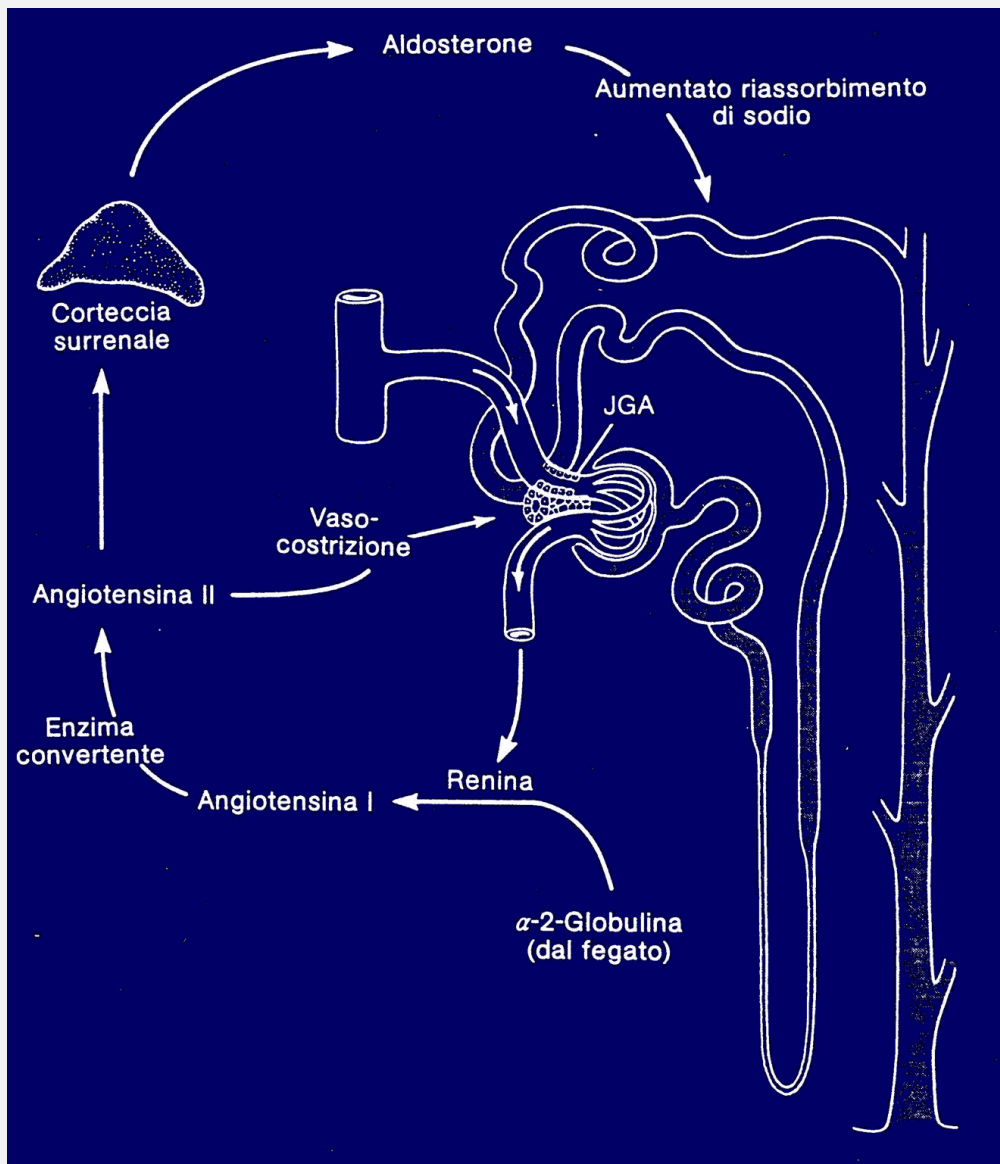
- Vasocostrizione delle arteriole e in misura minore anche delle vene
 - a) innalza le resistenze periferiche;
 - b) favorisce il ritorno venoso
- Ha un effetto diretto sul rene determinando una minore escrezione sia di sale che di acqua
 - Aumento del volume ematico

Sistema renina-angiotensina-aldosterone

L'angiotensina II svolge parecchi effetti per innalzare la pressione arteriosa:

- Vasocostrizione delle arteriole e in misura minore anche delle vene
 - a) innalza le resistenze periferiche;
 - b) favorisce il ritorno venoso
- Ha un effetto diretto sul rene determinando una minore escrezione sia di sale che di acqua
 - Aumento del volume ematico
- Stimola la secrezione di aldosterone da parte della corteccia surrenale
 - Aumento del volume ematico

Sistema renina-angiotensina-aldosterone



● Recettori:

- Pressocettori arteriola afferente
- Osmocettori macula densa

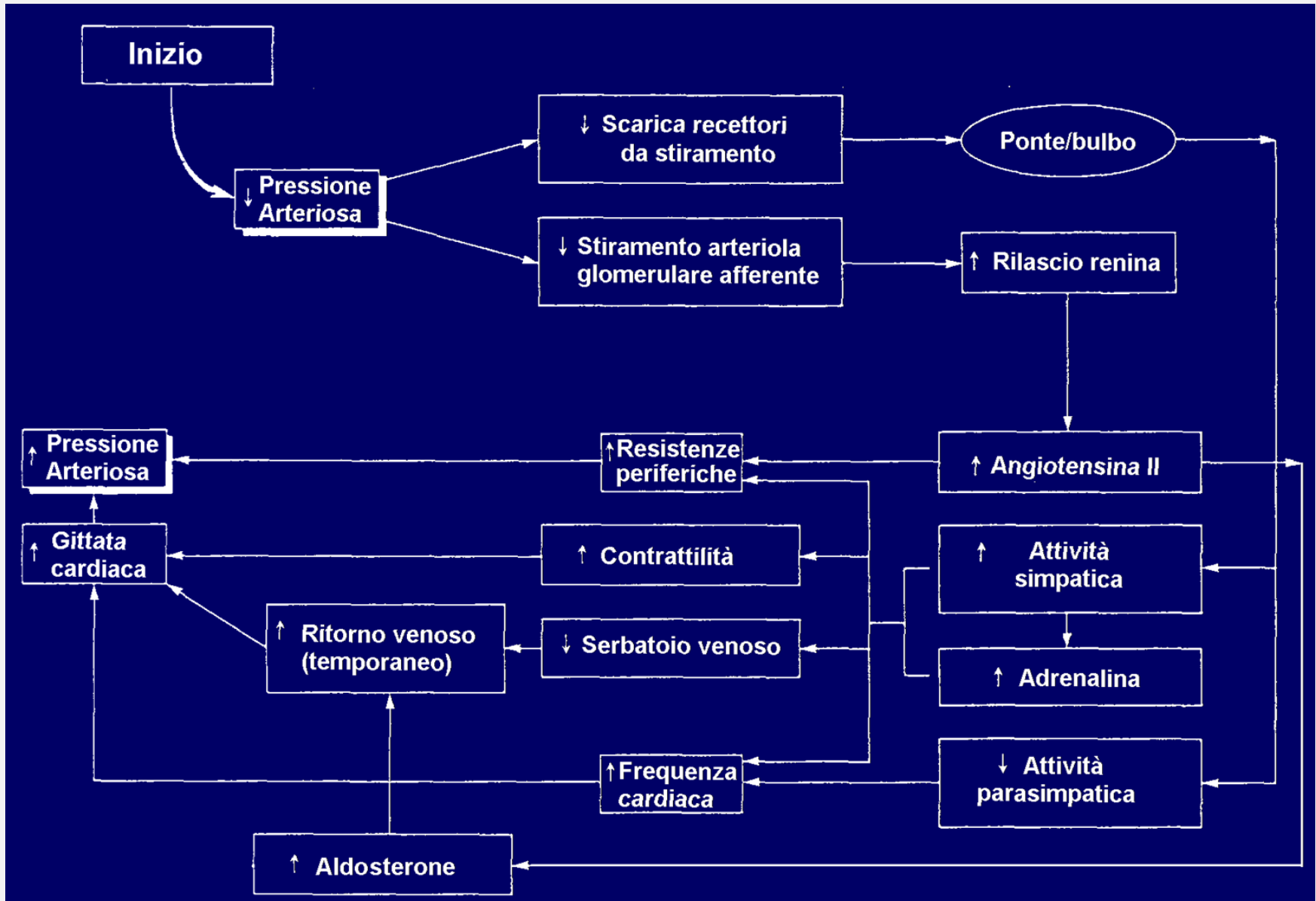
● Mediatori:

- Angiotensinogeno (dal fegato)
- Renina (dal rene)
- Angiotensina I
- Enzima convertente (dal polmone)
- Angiotensina II
- Aldosterone (dal surrene)

● Effettori:

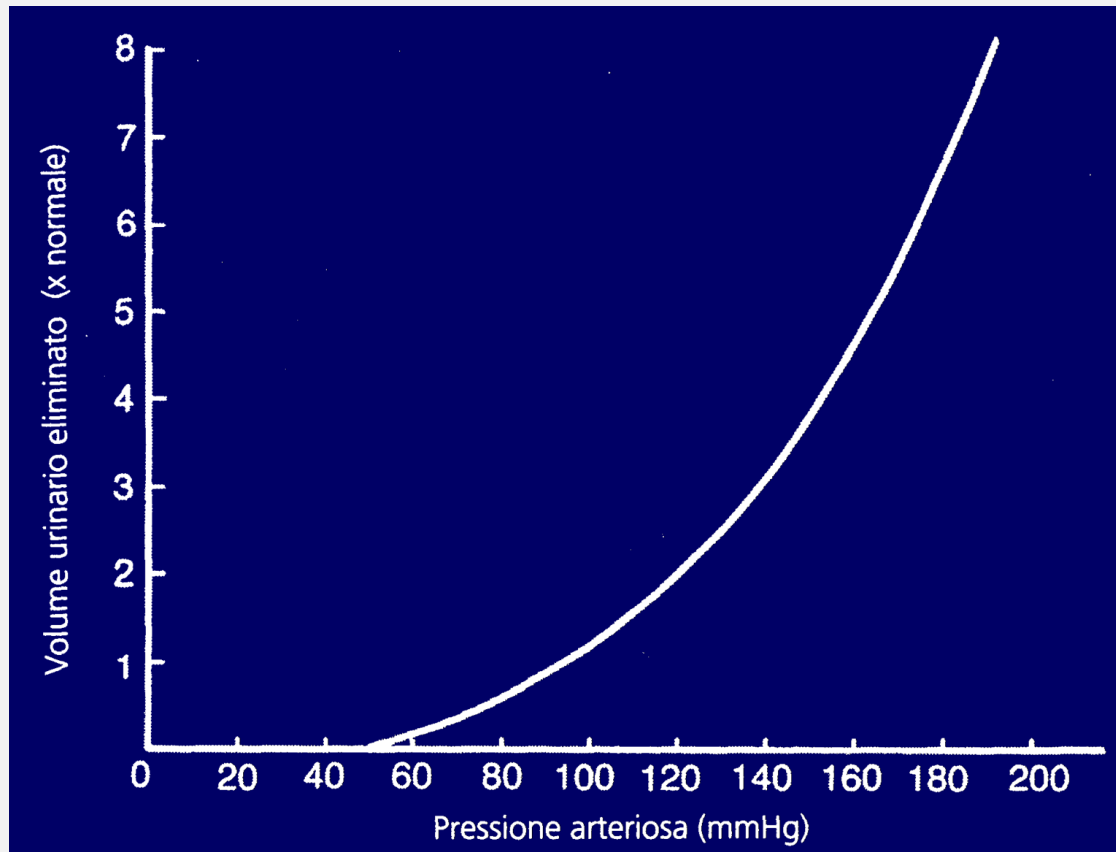
- Arteriole sistemiche
- Tubuli renali

Integrazione di meccanismi nervosi e umorali nel controllo della PA

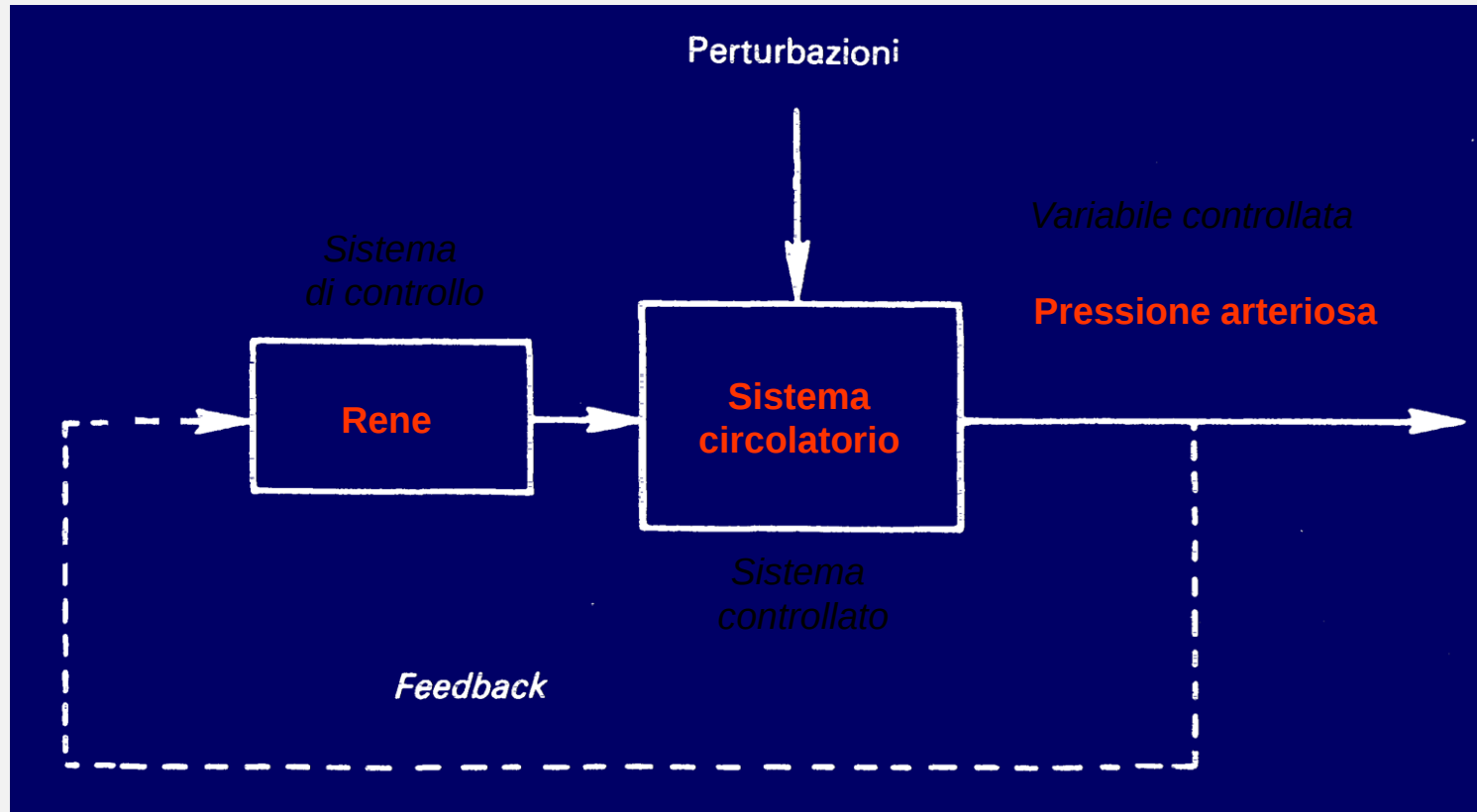


Effetto diuretico della pressione arteriosa

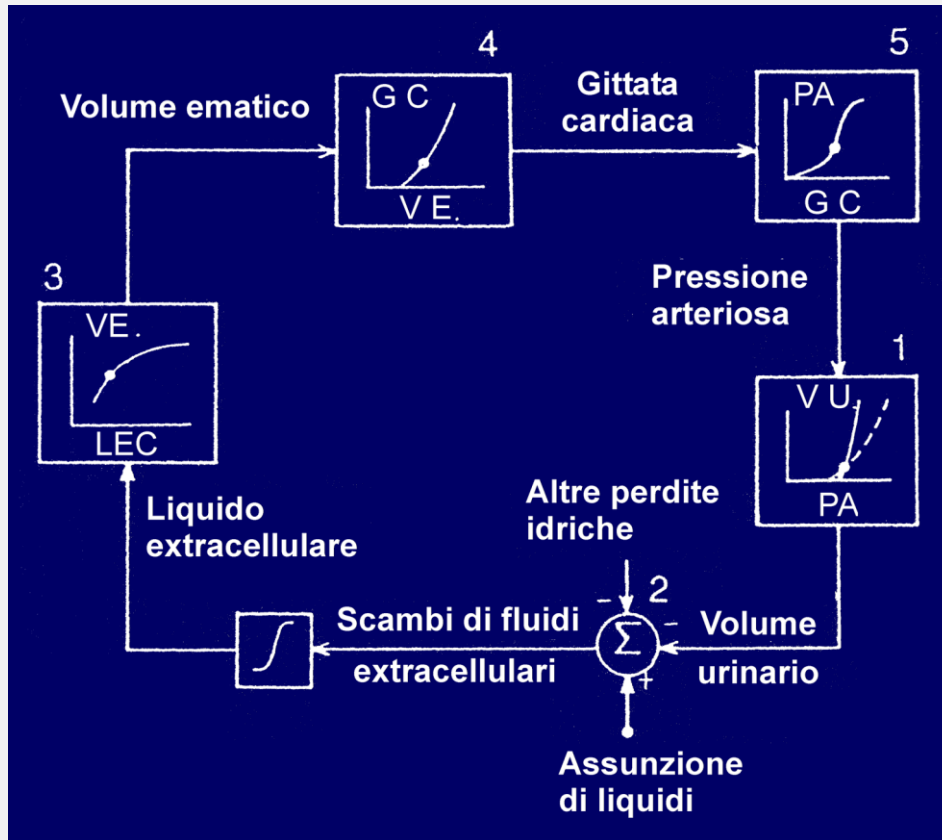
Quando la pressione sale al di sopra di valori normali si ha un forte aumento dell'eliminazione di sodio e acqua.



Feedback del controllo diuretico della PA



Meccanismo del controllo renale della pressione



1. Il volume urinario è funzione della pressione arteriosa
2. Il volume extracellulare dipende dal volume urinario
3. Il volume ematico è funzione del volume extracellulare
4. La gittata cardiaca è funzione del volume ematico
5. La pressione arteriosa è funzione della gittata cardiaca

Sommario

1. Il controllo a medio termine della pressione arteriosa viene attuato da meccanismi umorali che sfruttano l'effetto vasocostrittore dell'angiotensina e la funzione di controllo della volemia svolta dell'aldosterone.
2. Il mantenimento della pressione arteriosa a lungo termine è assicurato dal rene mediante un meccanismo a feed-back negativo tra volume ematico, pressione arteriosa e diuresi.