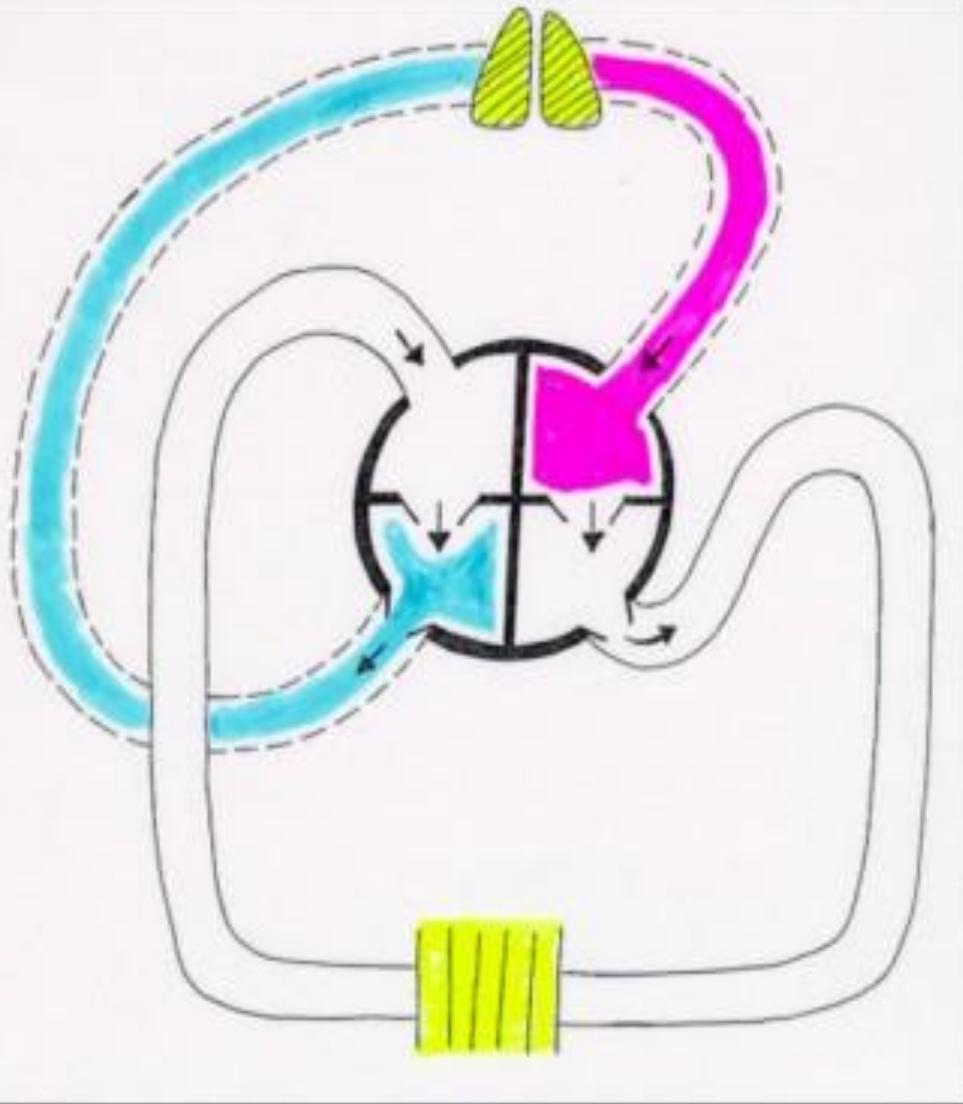


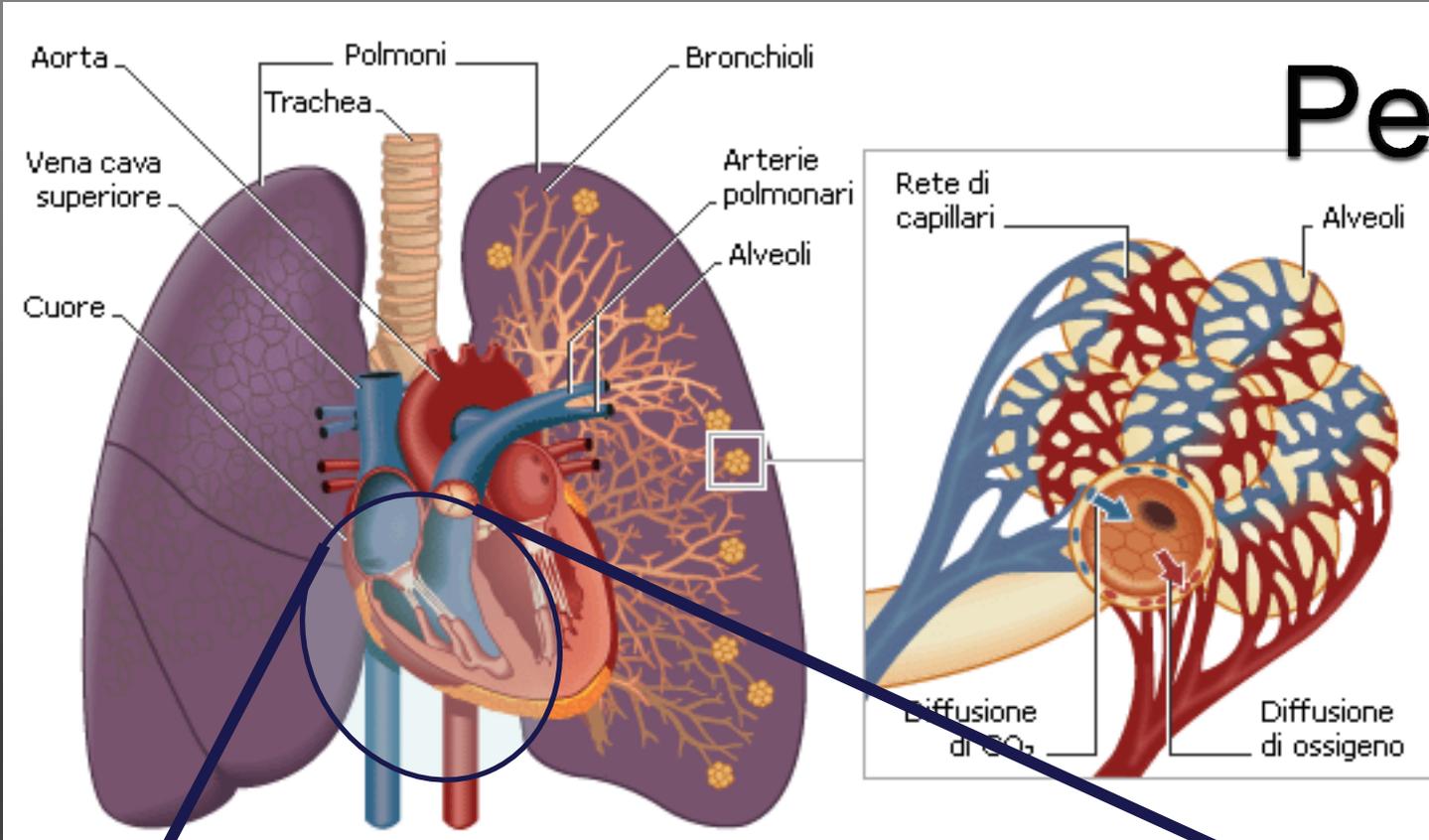
Perfusione

Caratteristiche del circolo polmonare

La circolazione polmonare a differenza di quella sistemica fornisce sangue ad un solo organo.

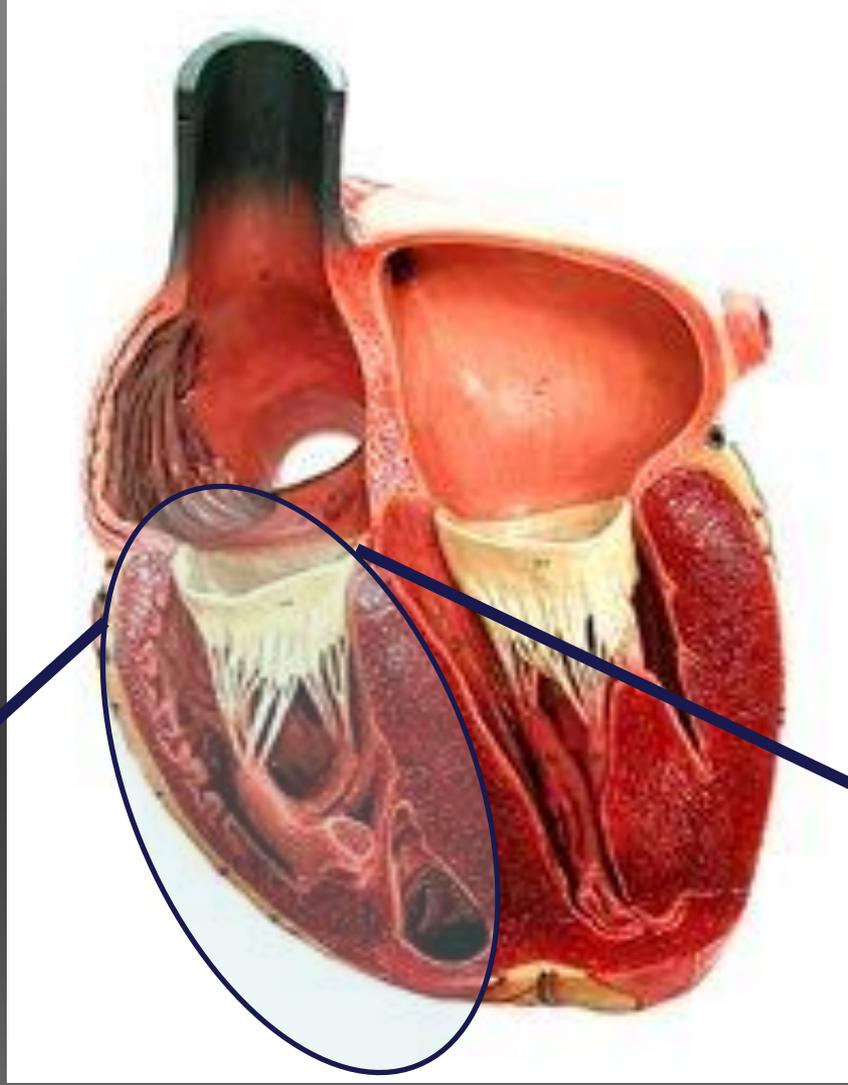


Perfusione



Il circolo polmonare riceve l'intera gittata sistolica del cuore destro andando ad irrorare i capillari alveolari deputati agli scambi gassosi.

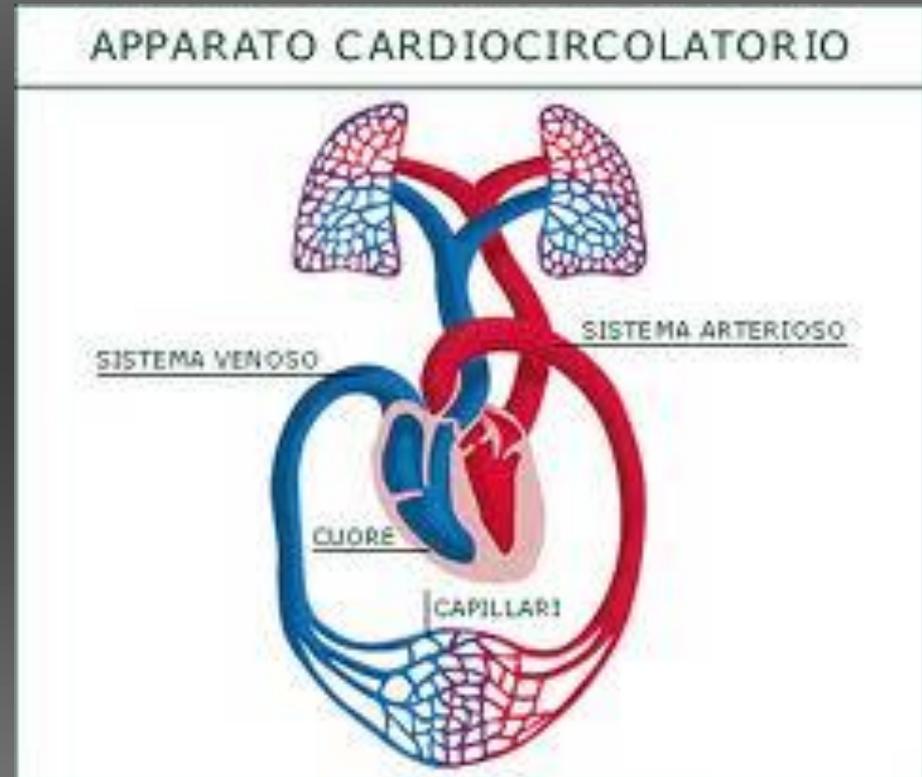
Perfusione



Il ventricolo destro ha una parete muscolare poco sviluppata: la sua contrazione genera una bassa pressione.

Perfusione

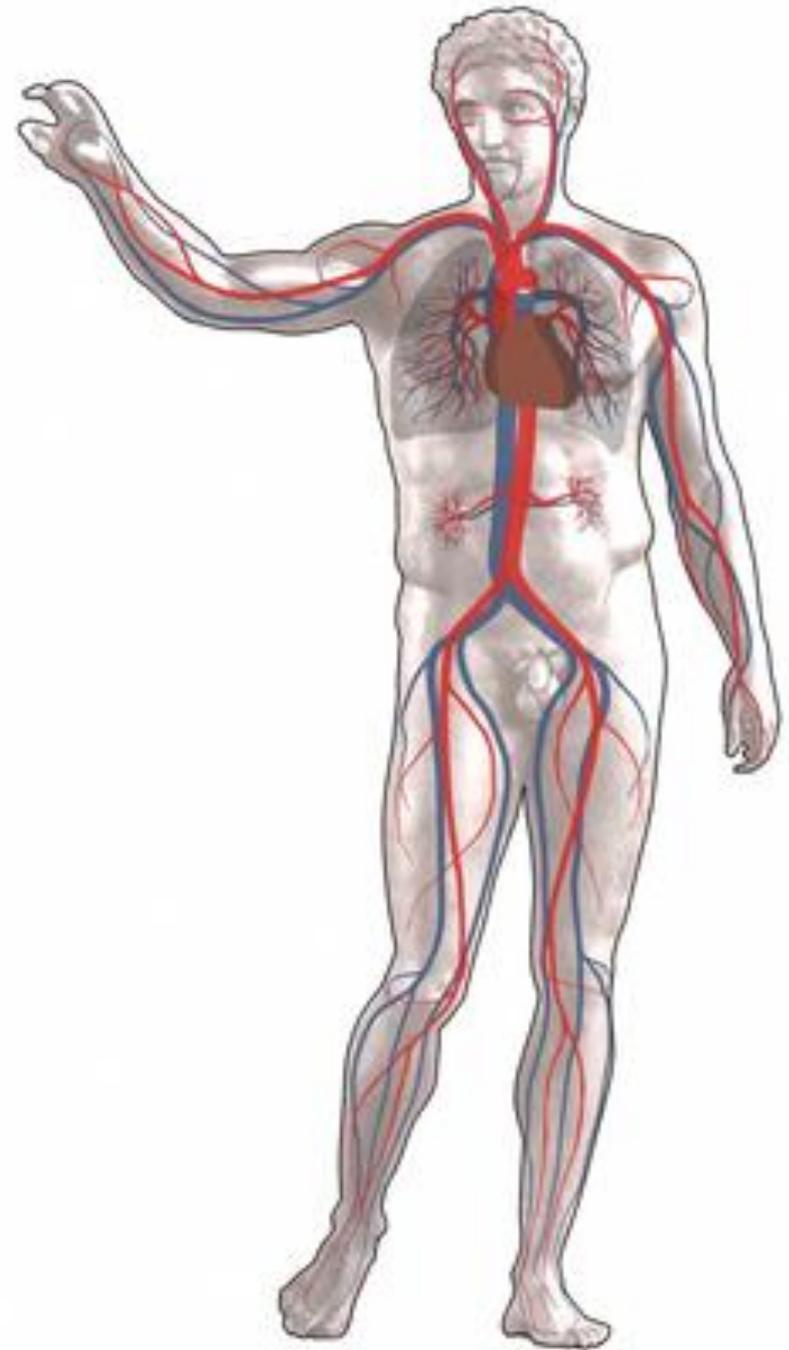
Nel circolo polmonare la pressione arteriosa sistolica, diastolica e media è 25, 10 e 15 mmHg.



Il circolo polmonare è a bassa pressione.

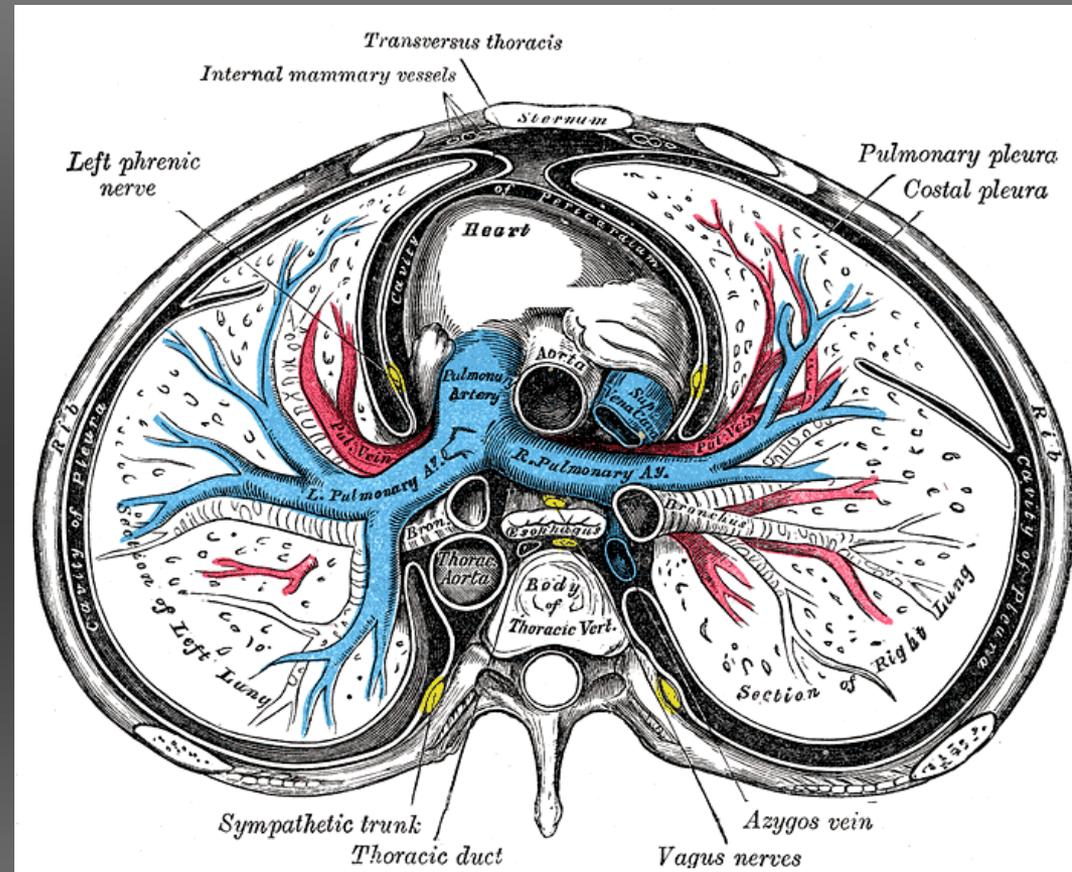
Il circolo sistemico è ad alta pressione.

Nel circolo sistemico la **pressione arteriosa** sistolica, diastolica e media è **120, 80, 100 mmHg.**



Perfusione

Se registriamo il decremento fra la pressione dell'arteria polmonare (15 mmHg) ed quella della vena polmonare (5 mmHg) e dell'atrio sinistro (3-4mmHg) ci accorgiamo che il circolo polmonare oppone anche una minima resistenza al flusso.



Il circolo polmonare è a bassa resistenza.

Perfusione

Come si calcola la resistenza di un circolo?

$$\text{Resistenza vascolare totale} = (P_a - P_v) / \text{gittata}$$

Perfusione

Resistenza circolo polmonare (cane)

=

$(15-5\text{mmHg})/2,5\text{L}/\text{min}$

=

$4\text{mmHg}/\text{L}/\text{min}$

Resistenza circolo sistemico cane

=

$(100-3\text{ mmHg})/2,5\text{L}/\text{min}$

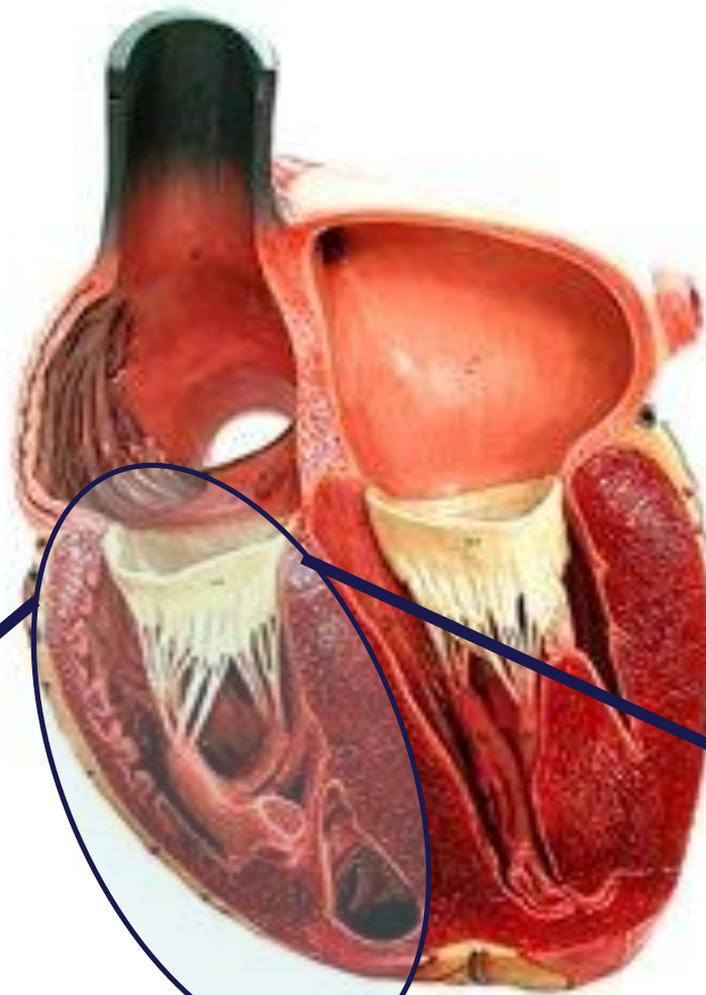
=

$40\text{ mmHg}/\text{l}/\text{min}$

Perfusione

Valori pressori
circolo polmonare

25/10/15 mmHg



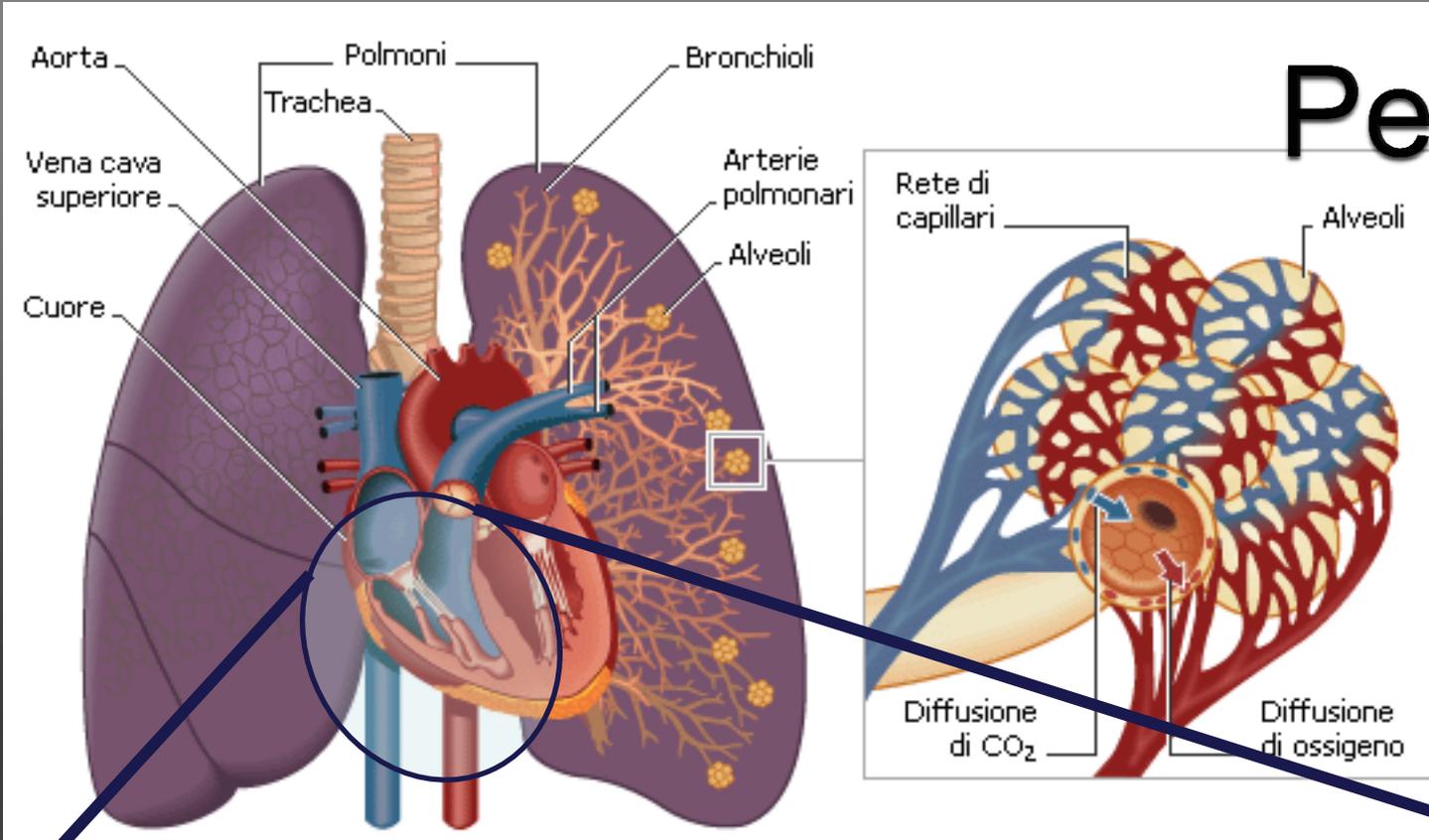
Valori pressori circolo
sistemico

120/80/60 mmHg

Il cuore destro sviluppa un lavoro muscolare minore rispetto al cuore sinistro.

E' in grado di sostenere il circolo polmonare senza essere sovraccaricato perché i vasi polmonari oppongono una bassa resistenza al flusso di sangue.

Perfusione



Il circolo polmonare

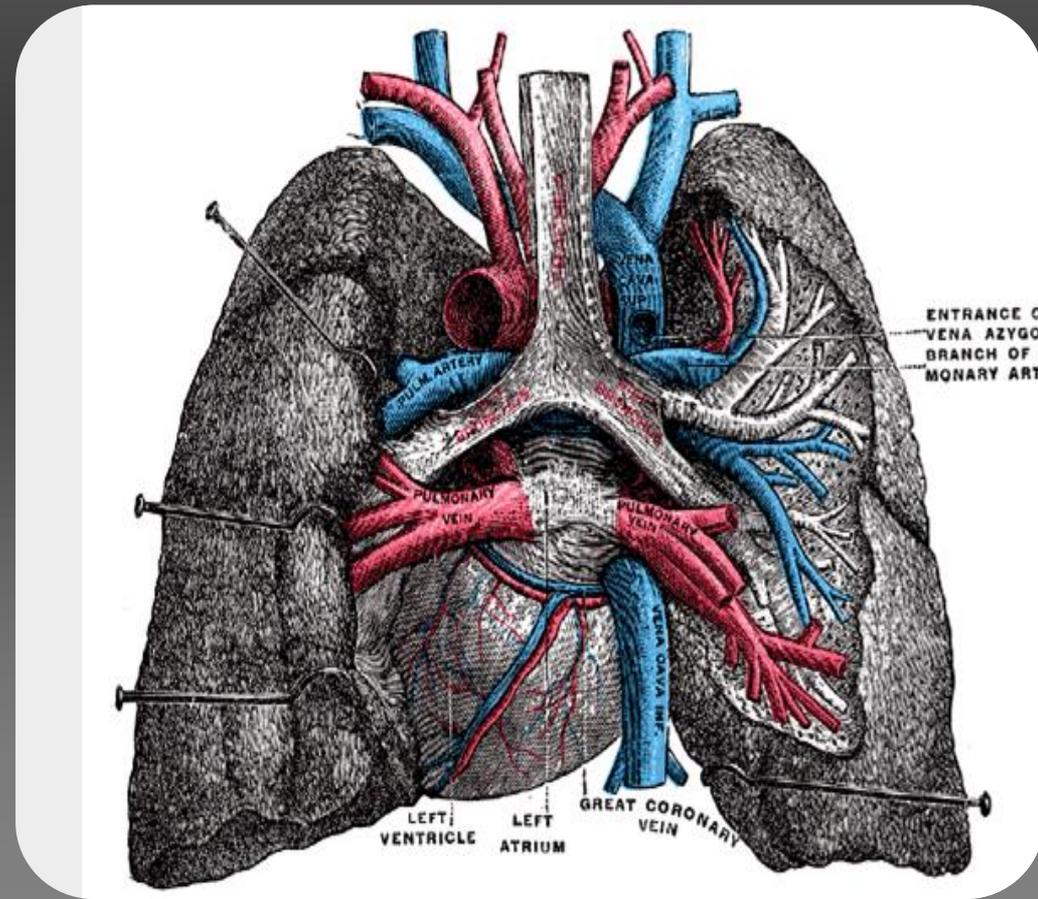
★ A bassa pressione

★ A bassa resistenza

Perfusione

I vasi arteriosi del circolo polmonare hanno una organizzazione strutturale diversa rispetto a quelli dei vasi della circolazione sistemica.

Grosse arterie polmonari, decorrono lungo i bronchi e hanno una parete elastica.



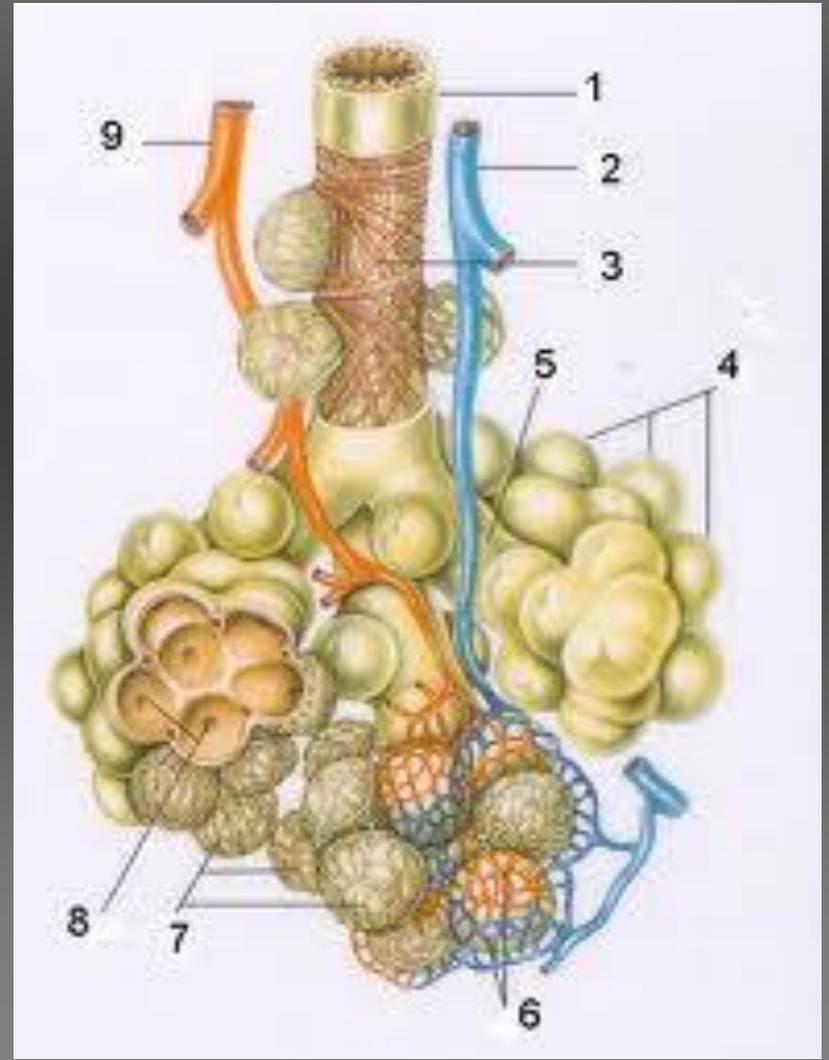
Perfusione

Piccole arterie polmonari, decorrono lungo i bronchioli ed i dotti alveolari, hanno una parete muscolare e possono modificare il loro tono aumentandolo (vasocostrizione) o diminuendolo (vasodilatazione).

Le variazioni del loro diametro provocano:

★ variazioni sulla pressione del circolo polmonare

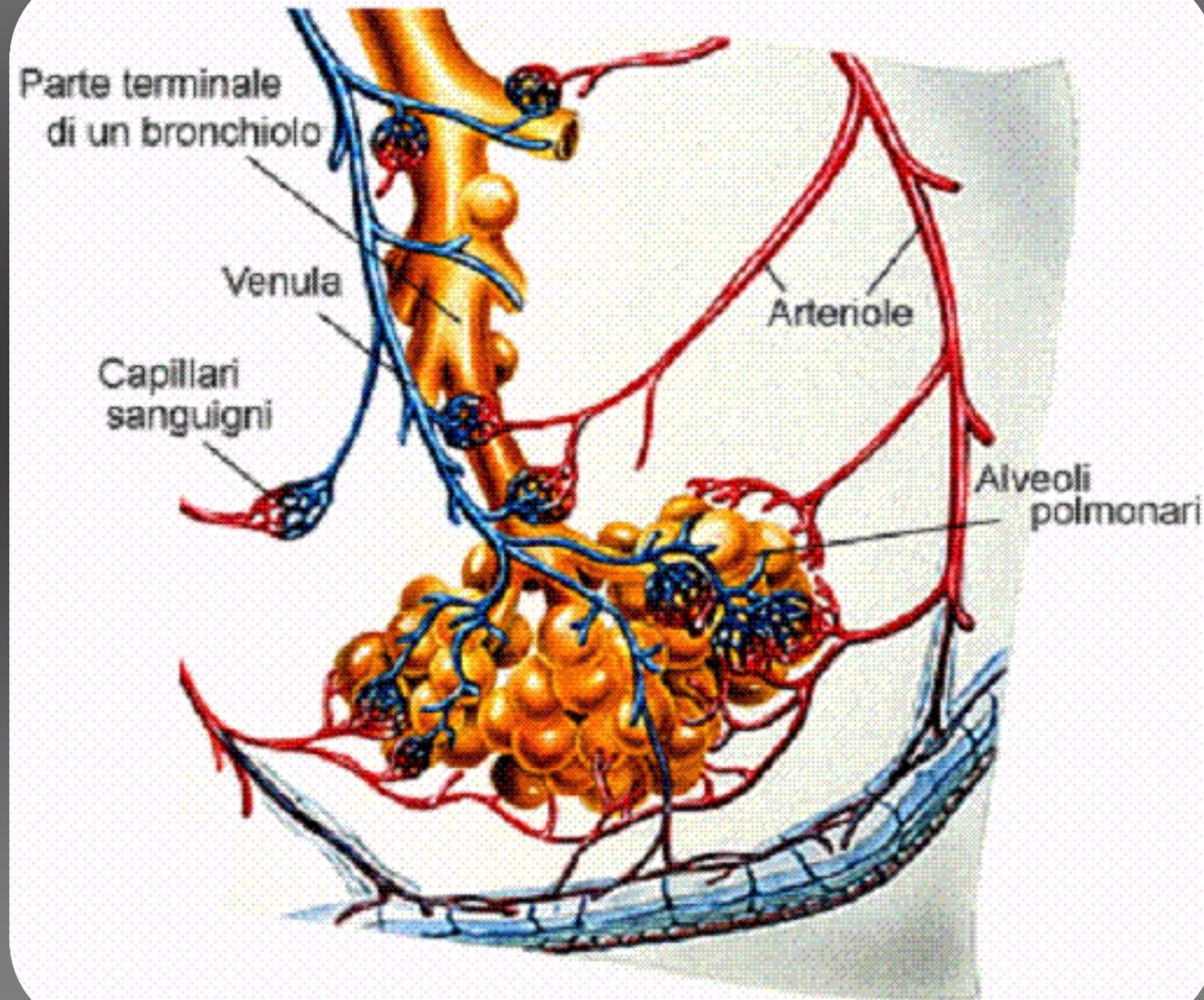
★ ripartizione del sangue all'interno dell'organo.

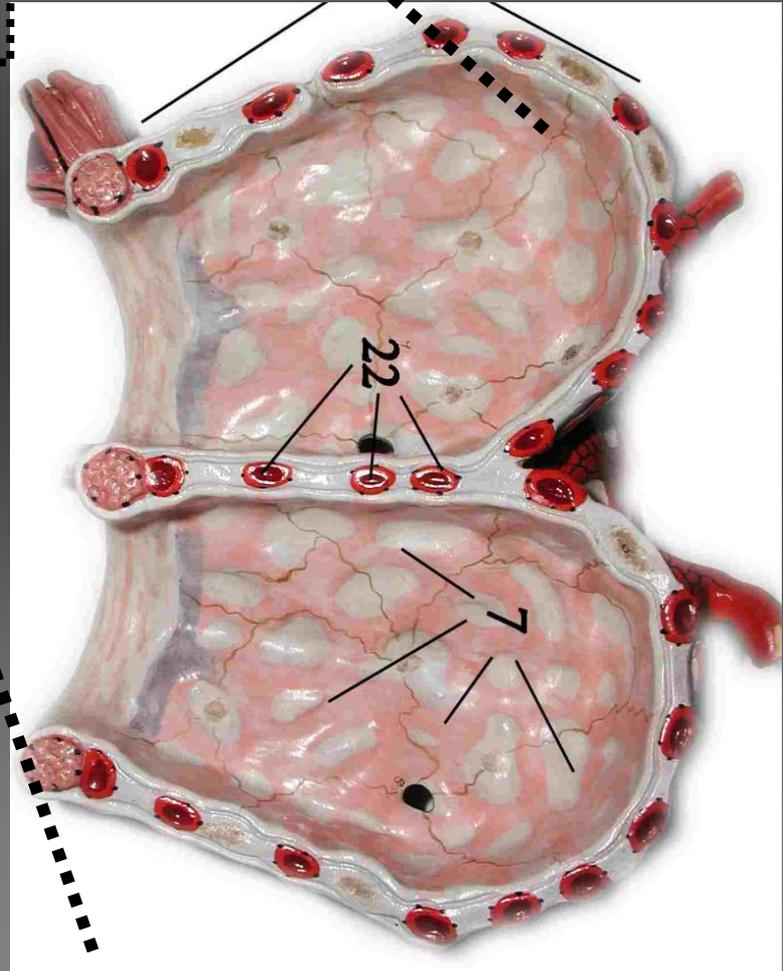
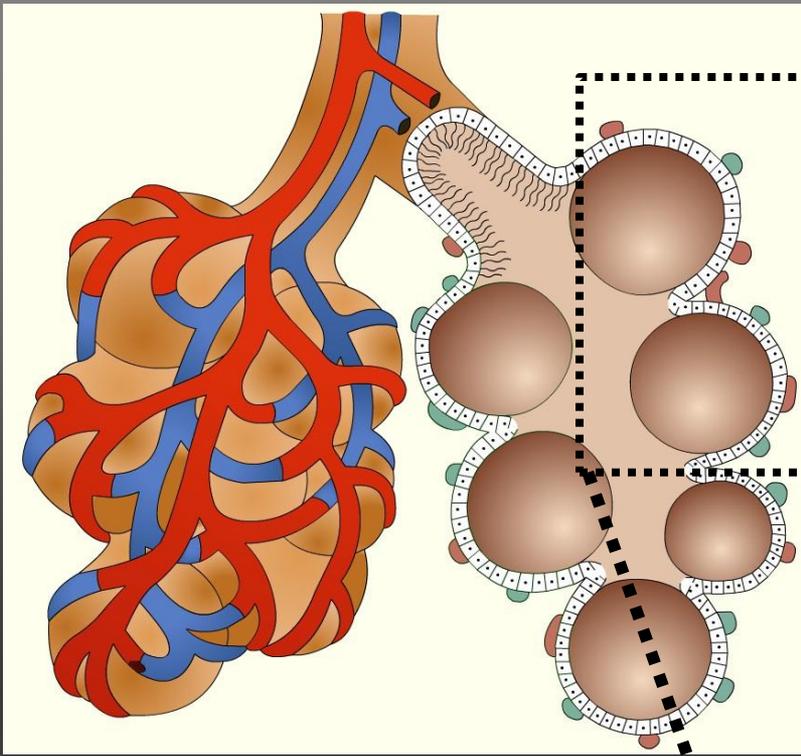


Perfusione

Arteriole sono elastiche.

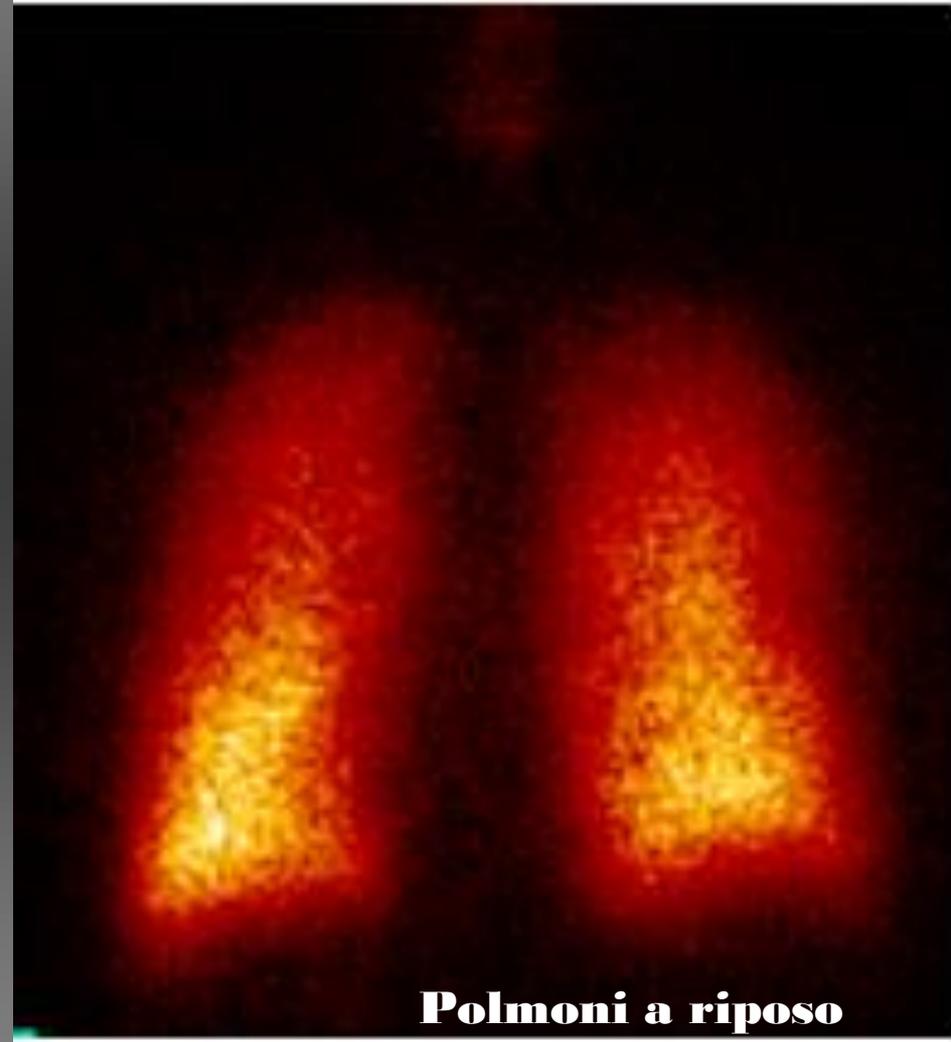
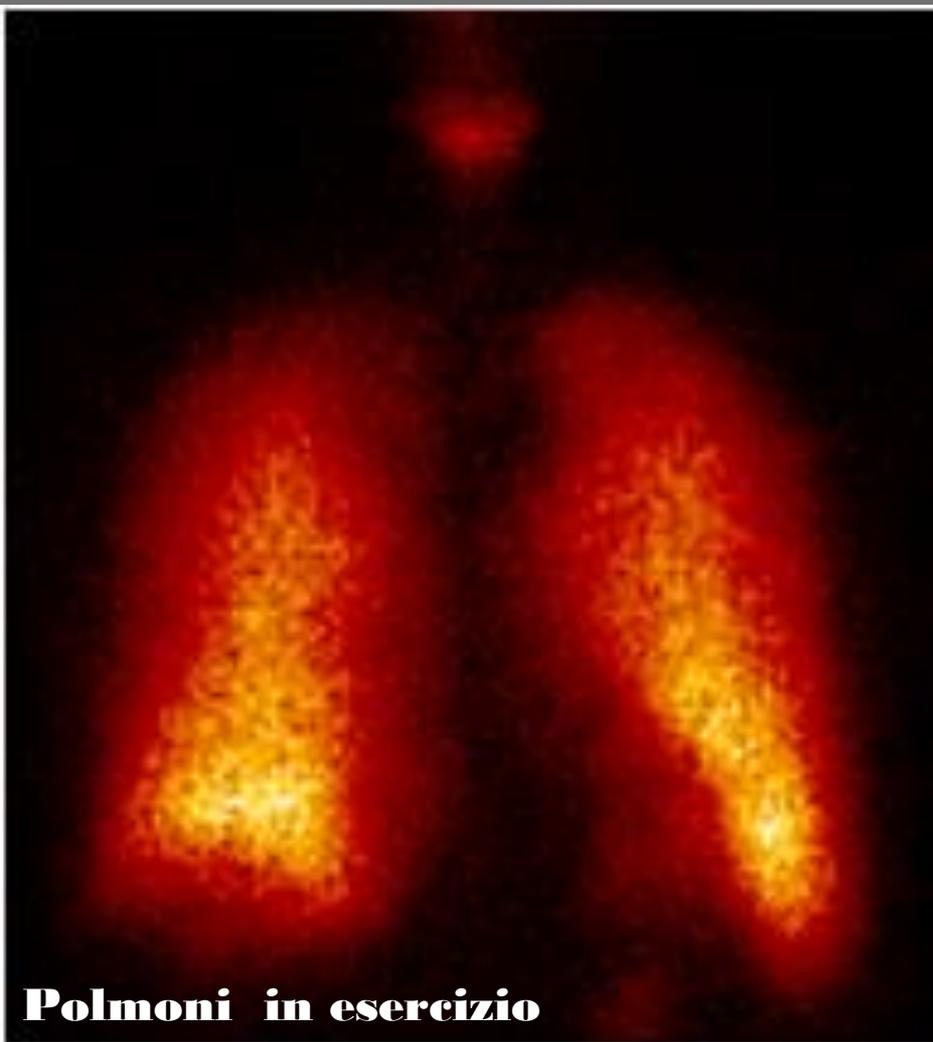
Le arteriole hanno un'ampia superficie ma essendo elastiche non riescono ad opporre resistenza al flusso di sangue che vi transita a differenza di quelle sistemiche che sono e non muscolari. Esse si adattano passivamente al flusso. La caduta di pressione nel circolo polmonare è infatti contenuta (max 25 mmHg e min 10 mmHg)





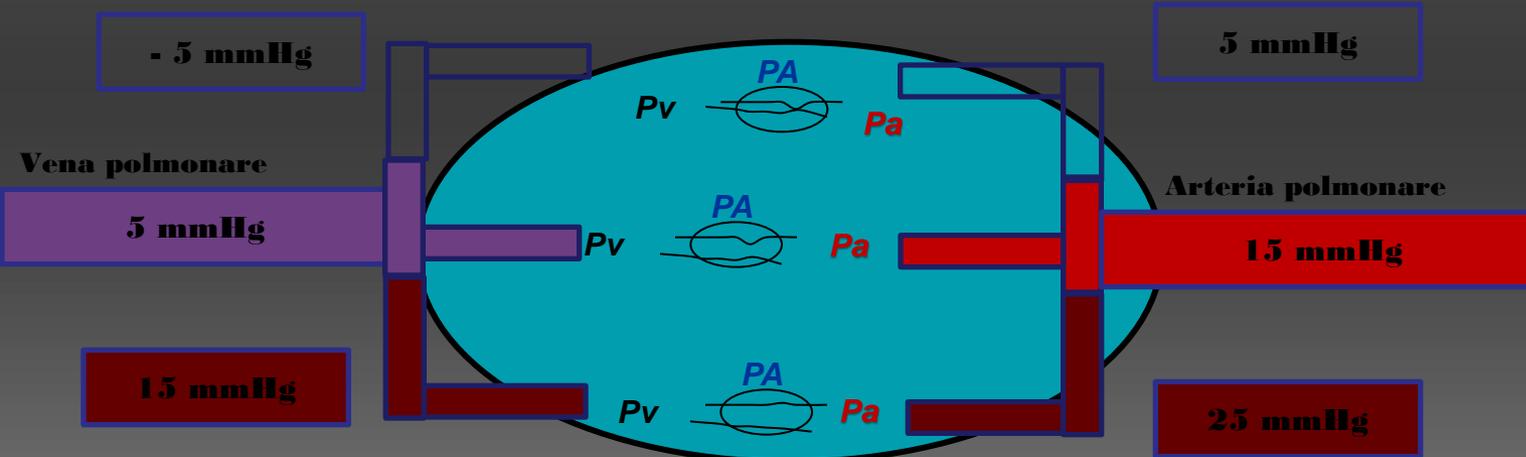
Capillari sono molto estesi. Ogni alveolo ha un suo letto capillare di pertinenza. Decorrono dentro i setti alveolari.

Capillari. In condizione di riposo non tutti sono perfusi soprattutto quelli che perfondono gli alveoli al di sopra dell'altezza del cuore..

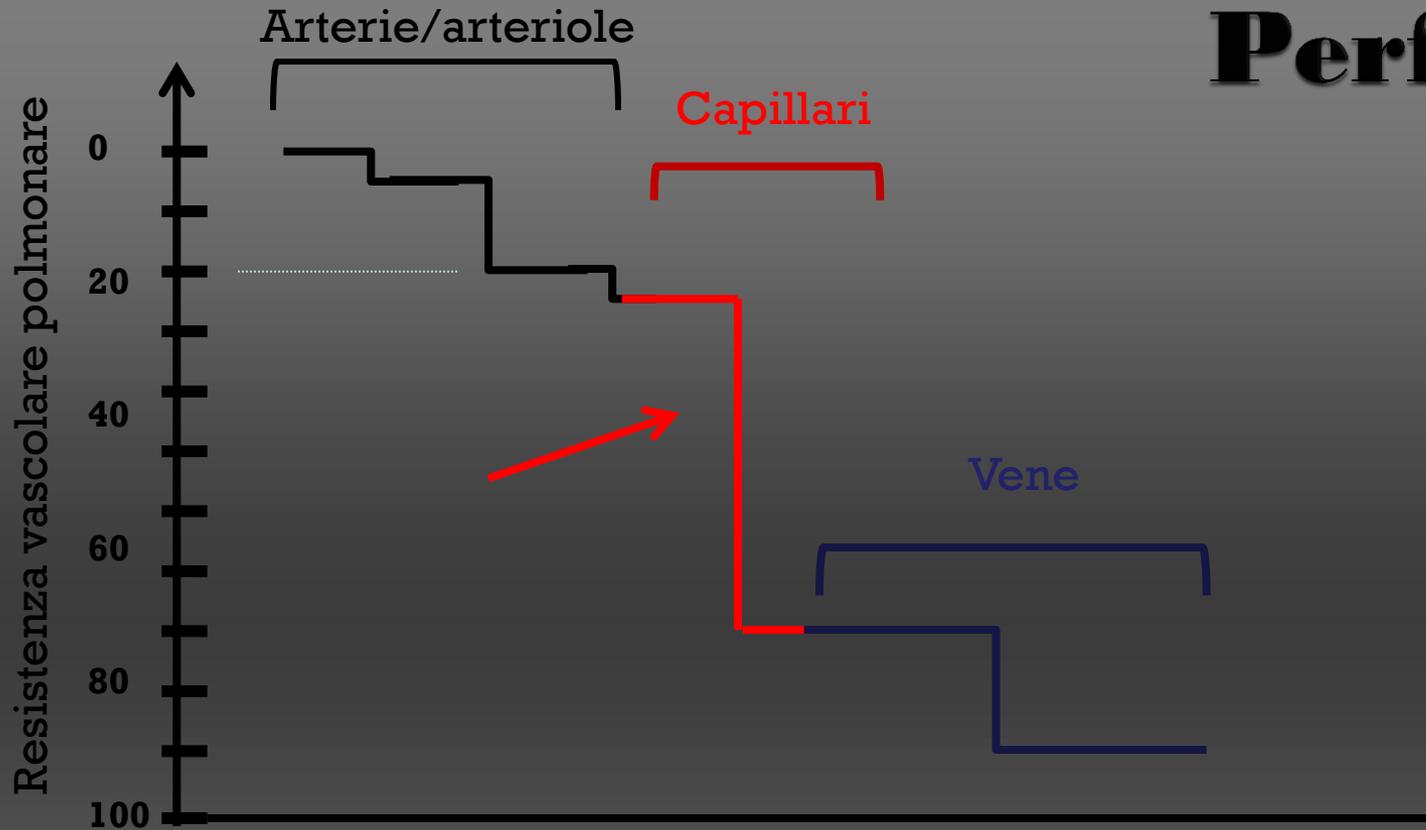


Perfusione

Gradienti di perfusione intrapolmonari



Perfusione

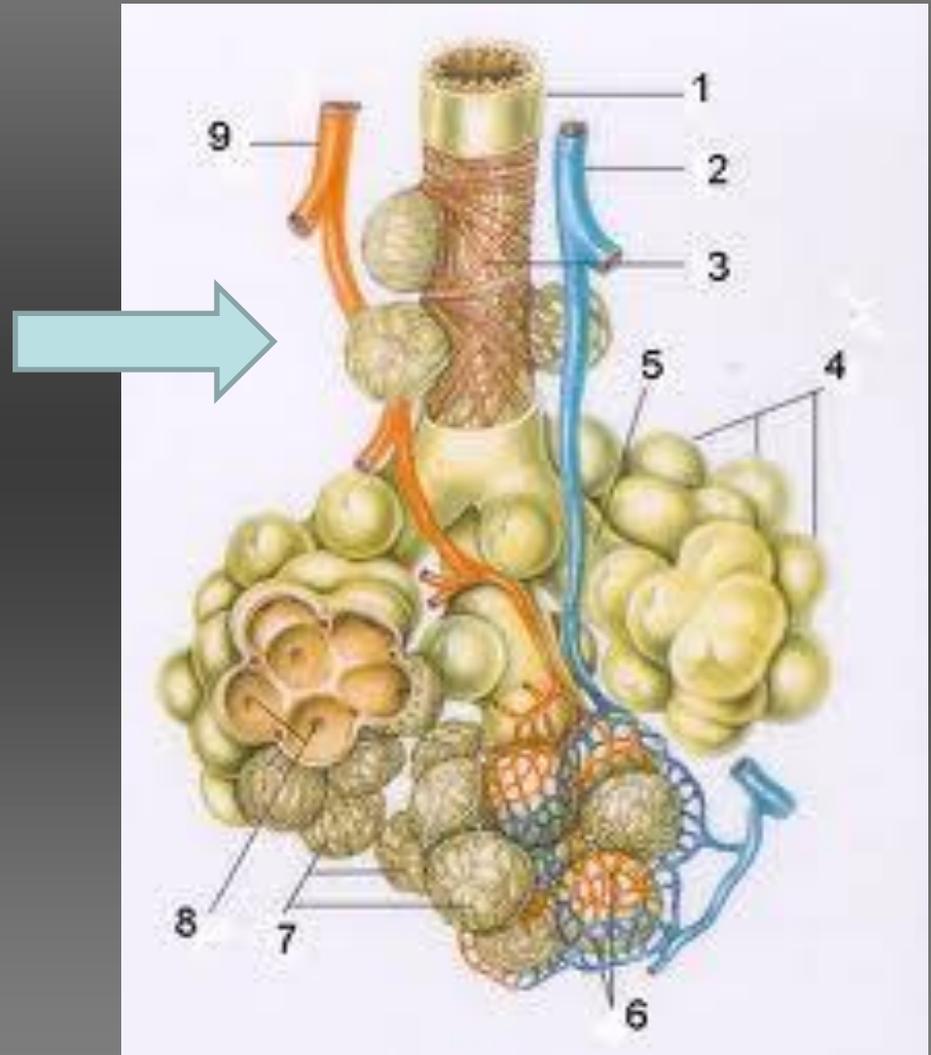


La massima resistenza al flusso sanguigno nel circolo polmonare è pre-capillare e capillare.

La massima resistenza al flusso nel circolo sistemico sono le arteriole (ampia superficie e parete muscolare)

Perfusione

Il **circolo** **polmonare**
viene **per** **tanto**
regolato
modificando **il**
diametro **delle**
piccole **arterie**
polmonari



Perfusione

Il circolo polmonare viene pertanto regolato modificando il diametro delle piccole arterie polmonari grazie all'influenza di:

Fattori nervosi

Innervazione simpatica post-gangliare (nor-adrenalina - su recettori α - vasocostrizione)

Innervazione parasimpatica poco rappresentata

Fattori umorali

Bradichinine (mediatori infiammatori locali: vasodilatazione)

NO liberato in seguito all'aumento della gittata cardiaca (i.e. durante l'esercizio muscolare): determina il rilascio locale di prostaglandine - riduzione del tono vasale.

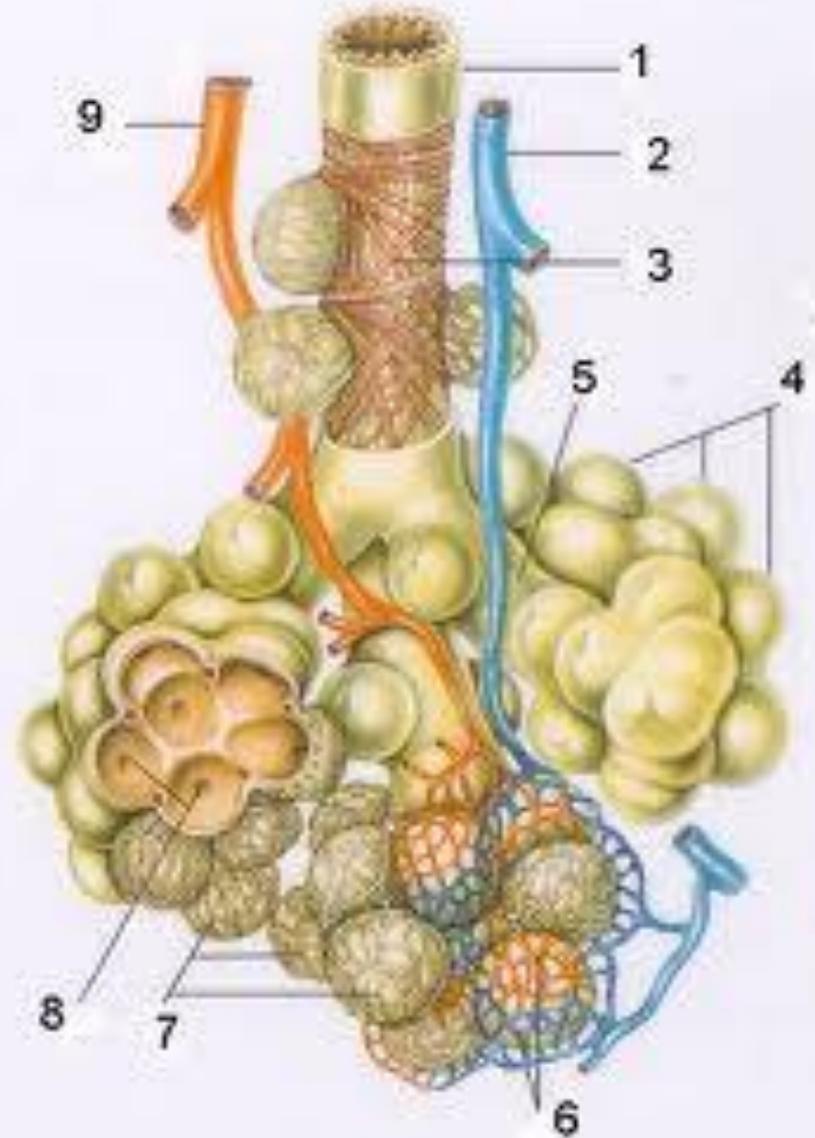
Perfusione

Il circolo polmonare viene pertanto regolato modificando il diametro delle arterie polmonari grazie all'influenza di:

Ipossia

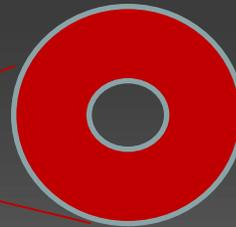
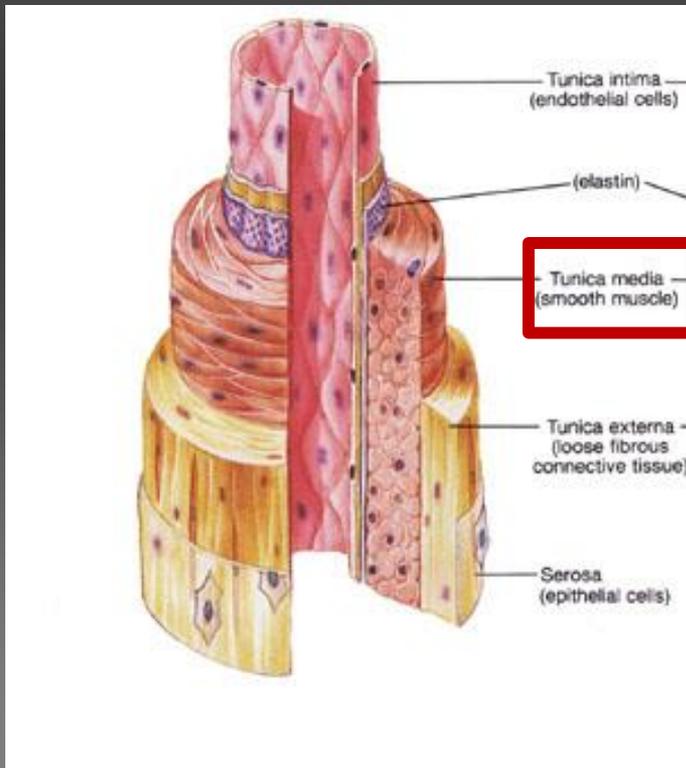
Diminuzione della tensione di O_2 nel distretto alveolare induce vasocostrizione arteriosa nel le piccole arterie del distretto.

Questo riflesso riduce apporto ematico ad alveoli non ventilati. La gittata cardiaca viene ridistribuita ad alveoli ventilati ed in piena attività.

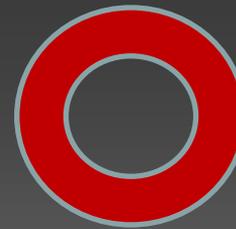


Perfusione

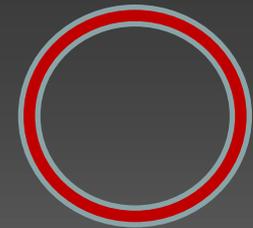
L'ampiezza della vasocostrizione nelle piccole arterie polmonari varia da una specie animale all'altra in funzione dello spessore della muscolatura presente nella loro tonaca media.



Suino/ bovino



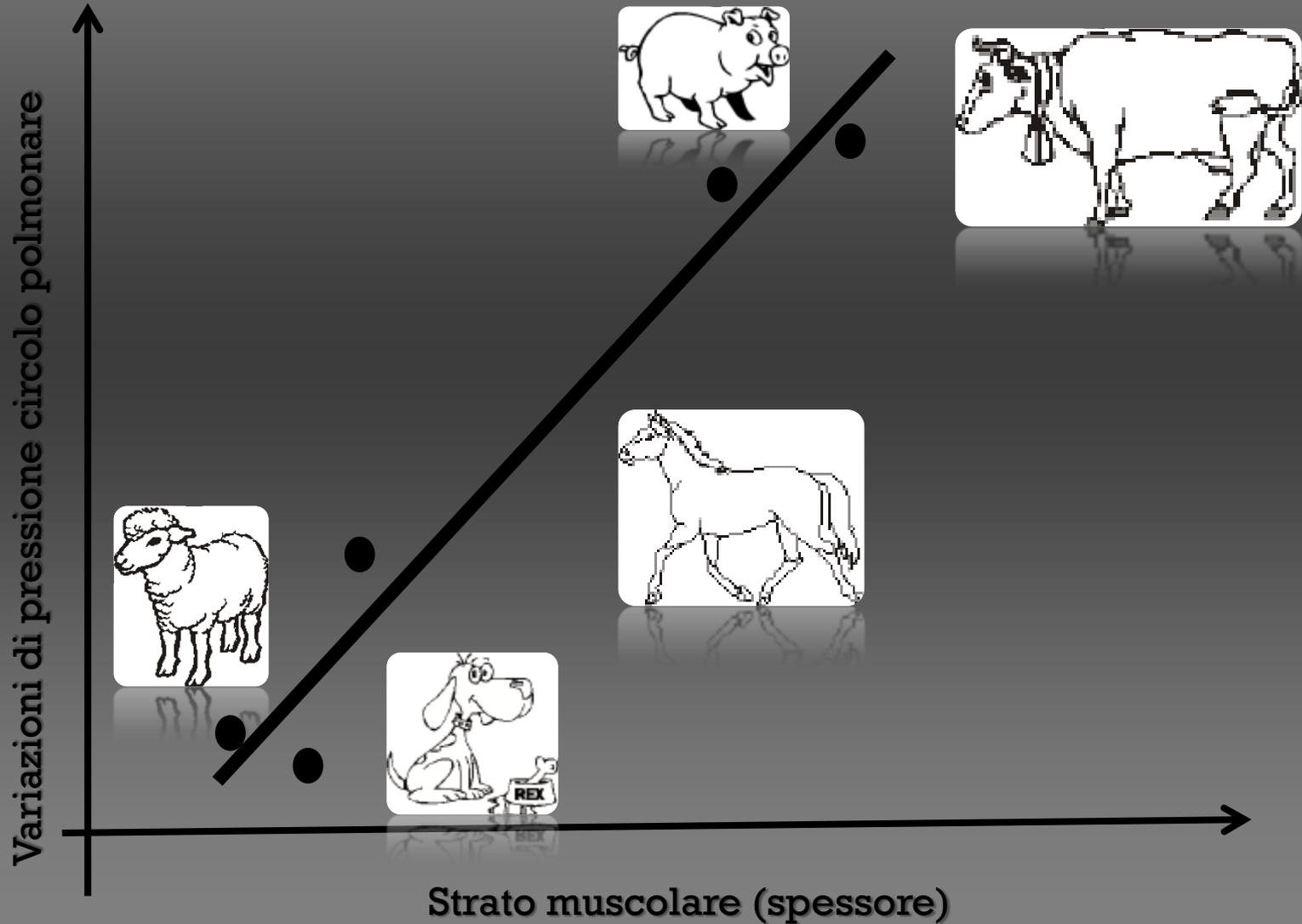
Cavallo



Cane/Pecora

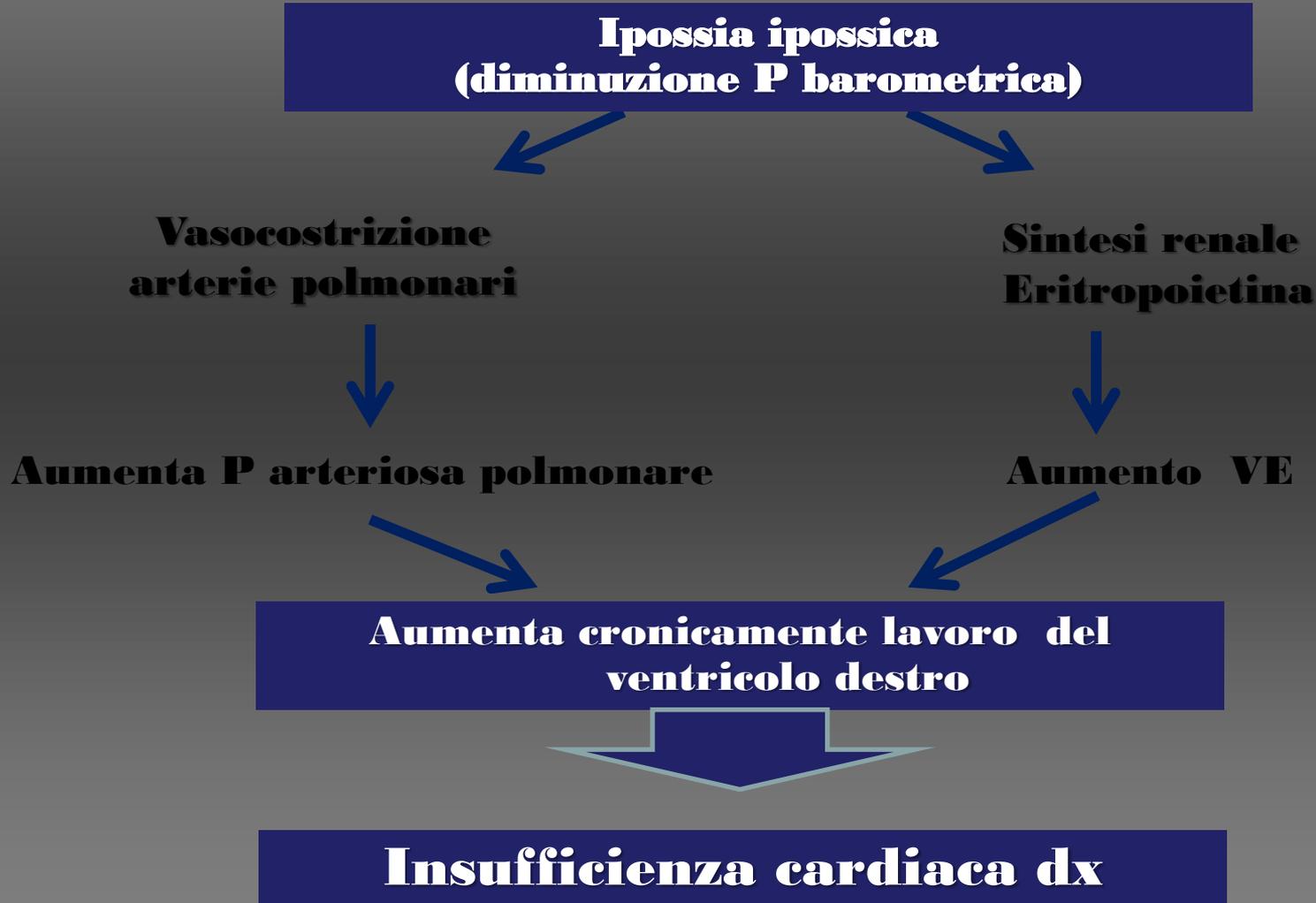
L'ampiezza della vasocostrizione in caso di ipossia varia da una specie all'altra in funzione dello spessore della muscolatura della tonaca media delle arterie di minor diametro.

Perfusione



La vasocostrizione indotta dall'ipossia è positiva se limitata a singoli alveoli non ventilati, ma negativa quando generalizzata.

Perfusione



Sintomi della Brisket disease



Turgore vena giugulare per ristagno del sangue a causa dell'insufficienza dx

Brisket disease

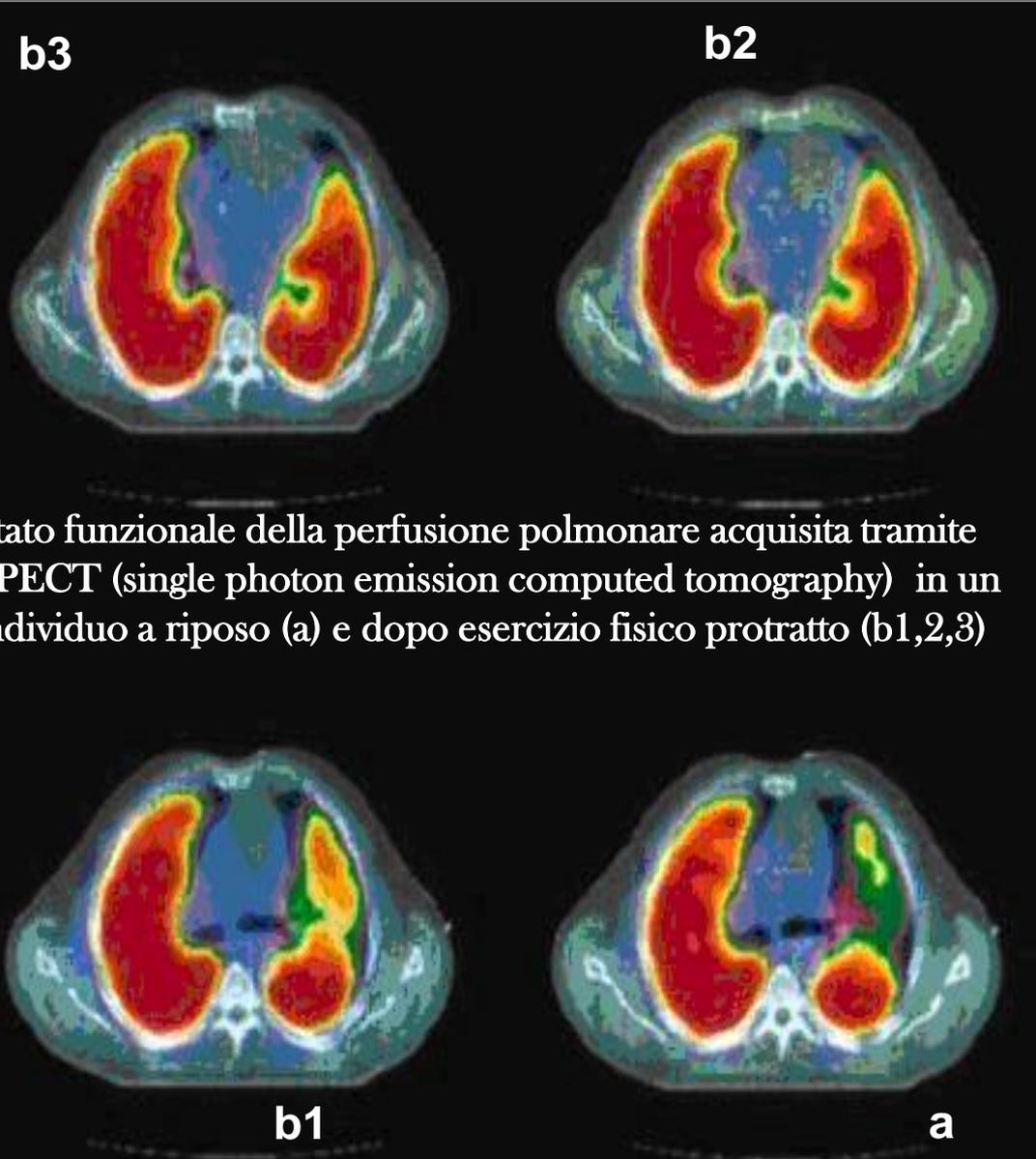
Rigonfiamento
edematoso fra
le mandibole



Edema della giogaia

**Edema origina a causa dell'aumentata
pressione venosa sistemica che è
anche alla base del maggior turgore
dei grossi vasi venosi**

Perfusione



Stato funzionale della perfusione polmonare acquisita tramite SPECT (single photon emission computed tomography) in un individuo a riposo (a) e dopo esercizio fisico protratto (b1,2,3)

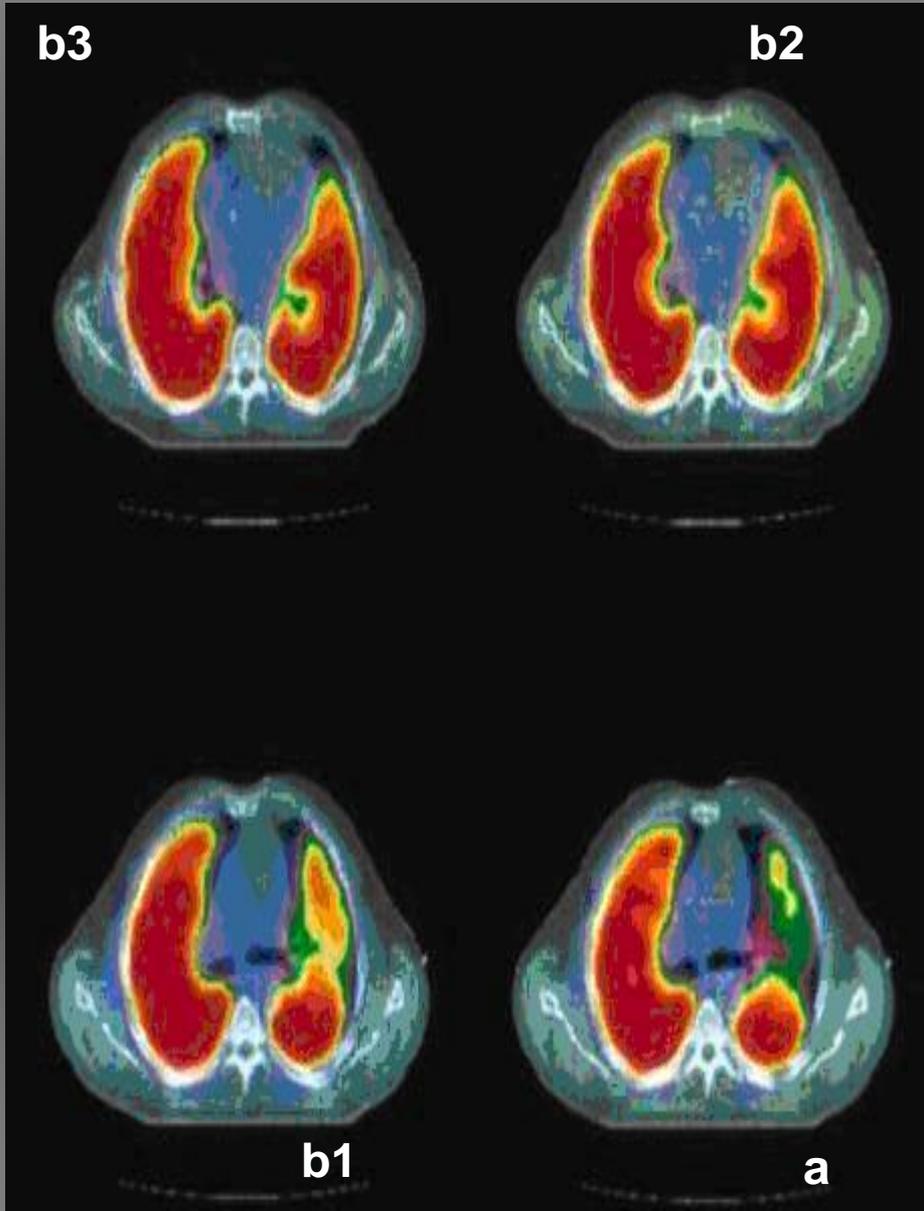
Durante l'esercizio fisico vengono reclutati numerosi capillari che in condizioni di riposo non sono perfusi.

Perfusione

Quando la gittata cardiaca cresce durante esercizio fisico (max 5 volte) il flusso di sangue nel circolo polmonare aumenta. I vasi oppongono bassa resistenza al flusso e si distendono. La vasodilatazione indotta dall'aumento della gittata, determina il rilascio locale di prostaglandine e NO responsabili della riduzione del tono vasale (vasodilatazione). Questo produce una ulteriore riduzione delle resistenze. **Riduzione delle resistenze produce:**

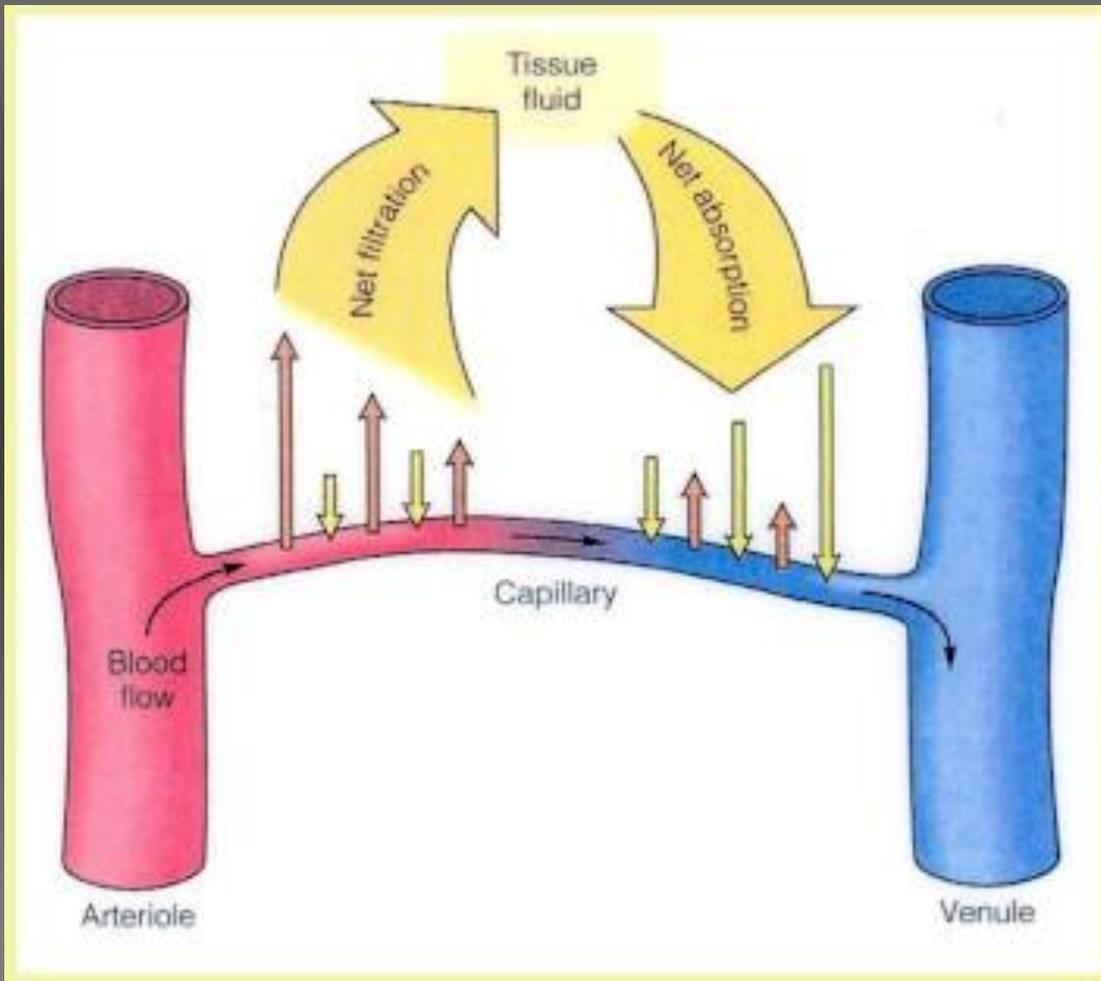
Aumento del flusso senza che modificare pressione arteriosa polmonare

Ridistribuzione del maggior volume di sangue in capillari non perfusi



Perfusione

Scambi capillari nel circolo sistemico



Pressione di perfusione netta
Equazione di Starling
 $(P_c - P_i) - (\Pi_c - \Pi_i)$

$$(28/30 - -3) - (25 - 1) = 7-9 \text{ mmHg}$$

$$(14/15 - -3) - (28 - 1) = -10/9 \text{ mmHg}$$

P_c = pressione idrostatica

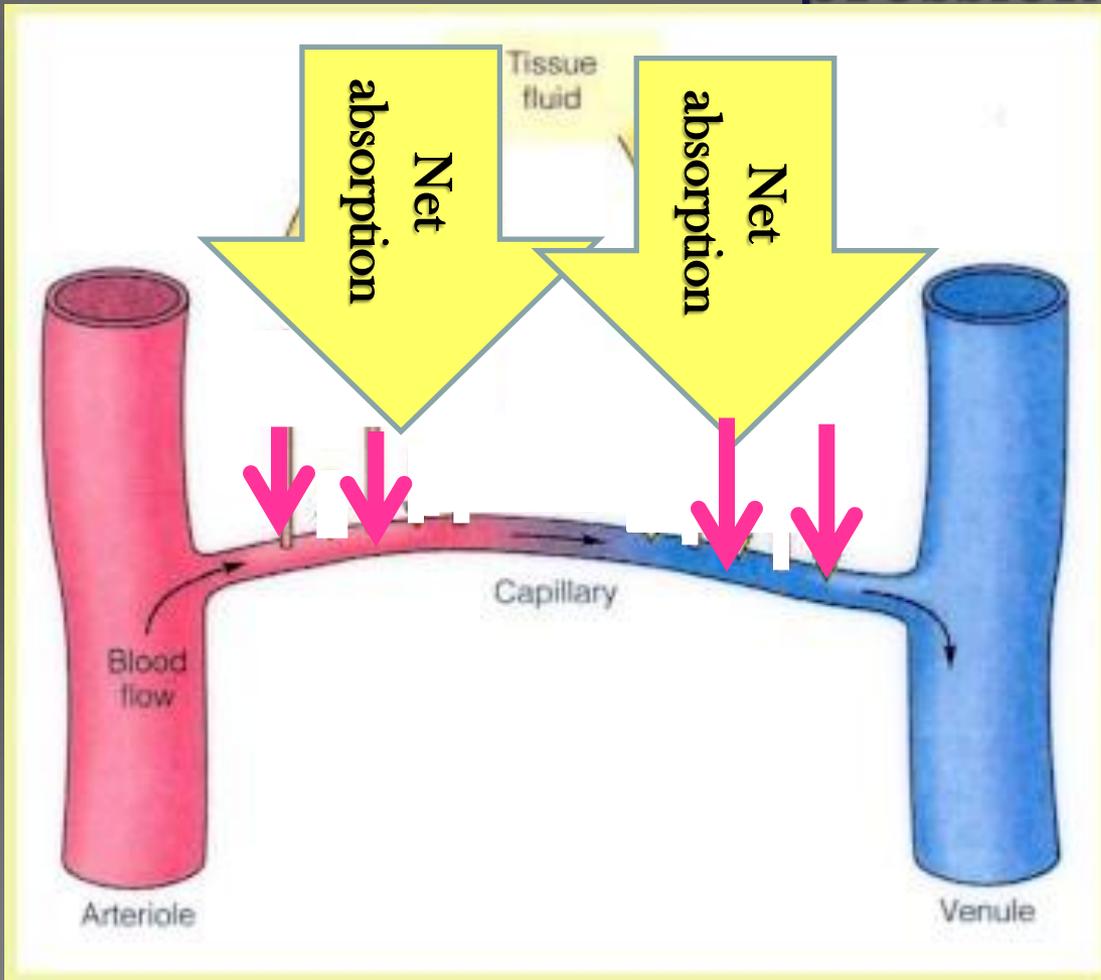
P_i = pressione idrostatica tessuto interstiziale

Π_c = pressione oncotica del sangue

Π_i = pressione oncotica liquido interstiziale

Perfusione

Scambi capillari nel circolo polmonare a bassa pressione



Pressione di perfusione netta
Equazione di Starling
 $(P_c - P_i) - (\pi_c - \pi_i)$

$$(12 - 3) - (25 - 1) = -9 \text{ mmHg}$$

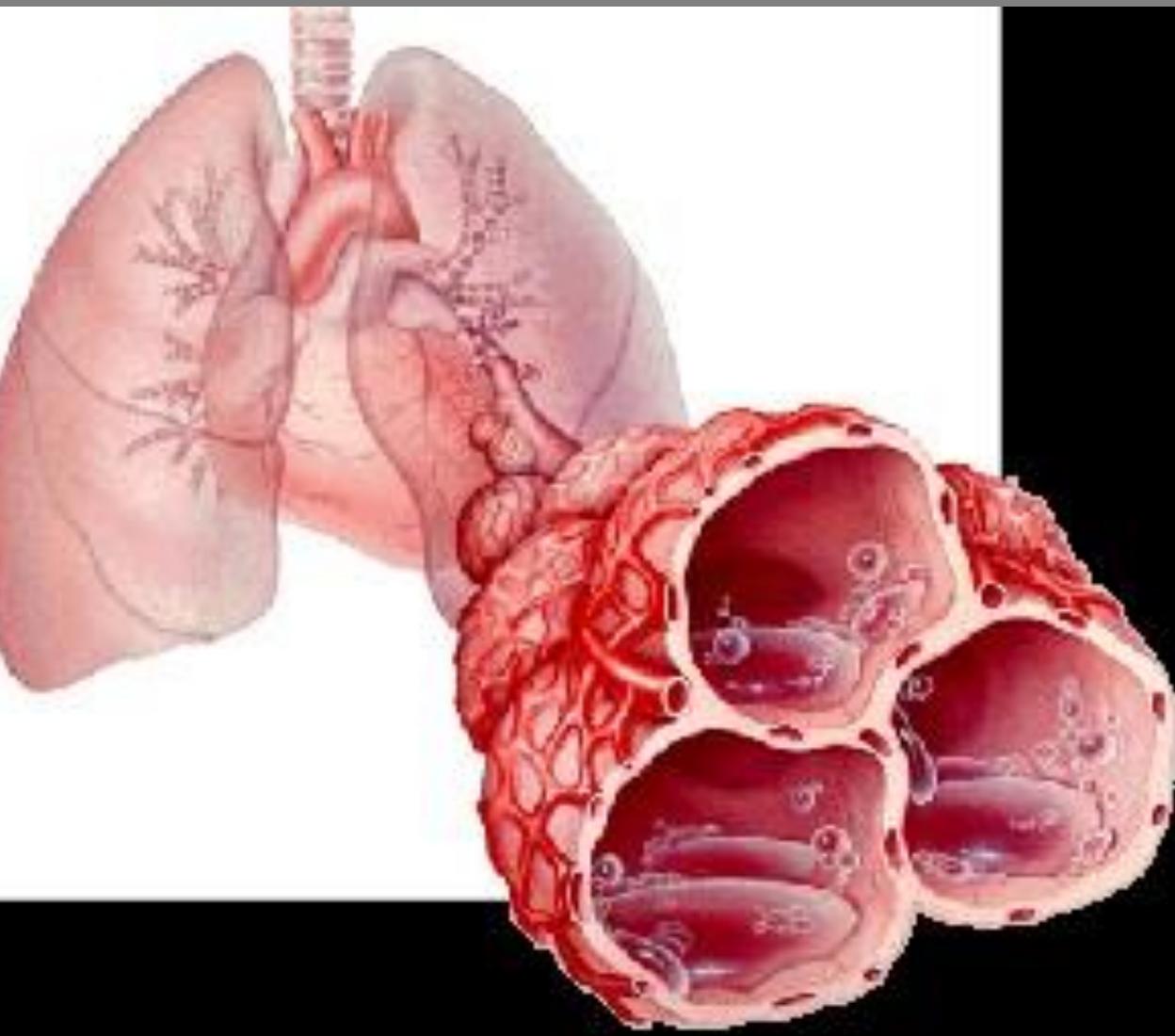
$$(10 - 3) - (25 - 1) = -11 \text{ mmHg}$$

P_c = pressione idrostatica

P_i = pressione idrostatica tessuto interstiziale

π_c = pressione oncotica del sangue

π_i = pressione oncotica liquido interstiziale



Perfusione

Edema polmonare acuto (EPA) si intende un aumento dei liquidi nello spazio extravascolare (interstizio e alveoli) a livello del [parenchima polmonare](#). L'edema polmonare acuto può essere secondario ad un aumento della pressione idrostatica nei capillari polmonari come può conseguire ad insufficienza cardiaca sx o stenosi mitralica (ostacolato passaggio da atrio sx a ventricolo sinistro). [Aumento della barriera alveolo capillare](#)