

GITTATA CARDIACA

- Quantità di sangue che in 1 minuto viene pompata dal ventricolo sinistro nell'aorta
 - Gettata cardiaca media a riposo 5 l/min
- Gettata sistolica: differenza tra il volume di sangue che riempie il ventricolo alla fine della diastole (volume TELEDIASTOLICO = 120 ml) e il volume di sangue che resta nel ventricolo alla fine della sistole (VOLUME TELESISTOLICO = 50/60 ml)

$$GC = f \times GS$$

REGOLAZIONE GITTATA CARDIACA (1)

- **AUMENTO RITORNO VENOSO:**
 - aumento della quantità di sangue che riempie l'atrio
 - volume telediastolico maggiore
 - allungamento fibrocellule
 - aumento della forza di contrazione

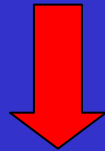
REGOLAZIONE GITTATA CARDIACA (2)

- **AUMENTO DELLA RESISTENZA PERIFERICA:**
 - minore svuotamento del ventricolo
 - aumento del volume telesistolico
 - aumento del volume telediastolico
 - allungamento fibrocellule
 - aumento della forza di contrazione

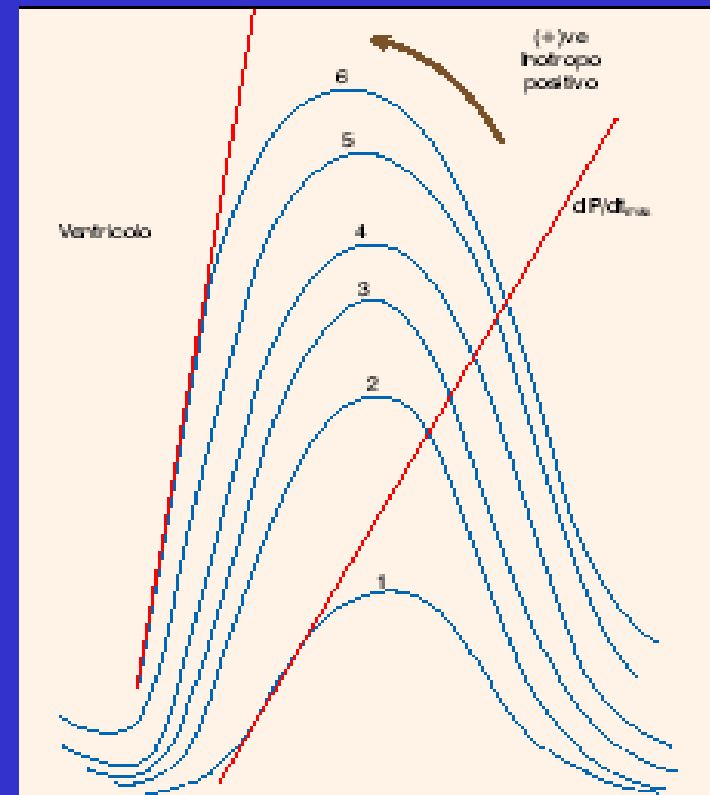
LUNGHEZZA FIBROCELLULE & FORZA DI CONTRAZIONE (1)

- **FRANK (1865-1944):**

aumento del volume diastolico



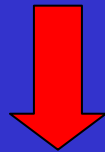
aumento forza di contrazione



LUNGHEZZA FIBROCELLULE & FORZA DI CONTRAZIONE (2)

- **STARLING (1866-1927):**

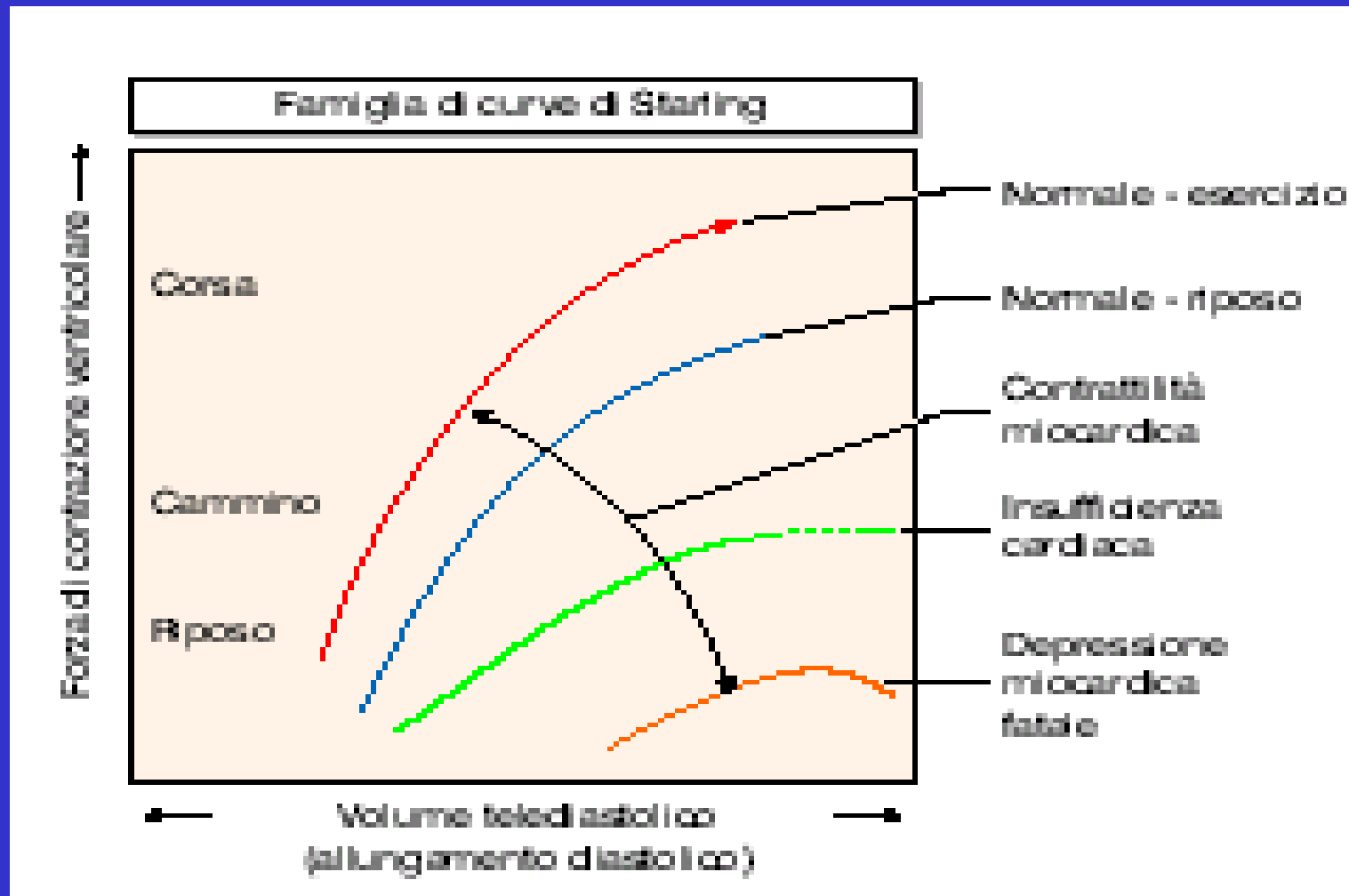
maggiore è il volume del cuore



maggiore è l'energia della contrazione

**Aumento della lunghezza delle fibrocellule determina un
aumento della forza di contrazione**

LUNGHEZZA FIBROCELLULE & FORZA DI CONTRAZIONE (3)



REGOLAZIONE FREQUENZA CARDIACA (1)

- **SISTEMA NERVOSO SIMPATICO**



NOR-ADRENALINA



RECETTORI β 1-ADRENERGICI



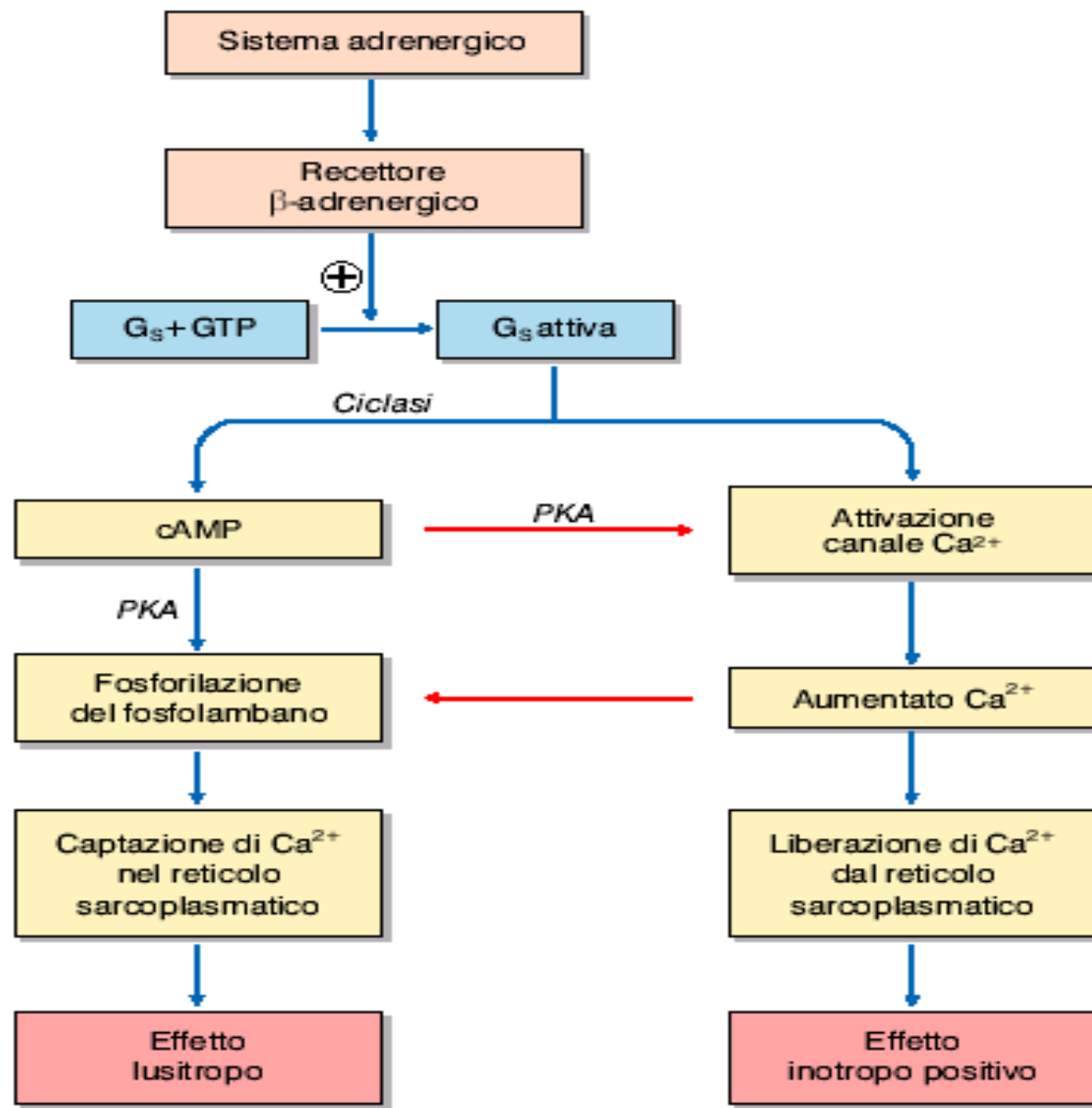
C-AMP



Ca⁺⁺

REGOLAZIONE FREQUENZA CARDIACA (2)





REGOLAZIONE FREQUENZA CARDIACA (3)

- **SISTEMA NERVOSO PARASIMPATICO**



NERVO VAGO (ACETILCOLINA)



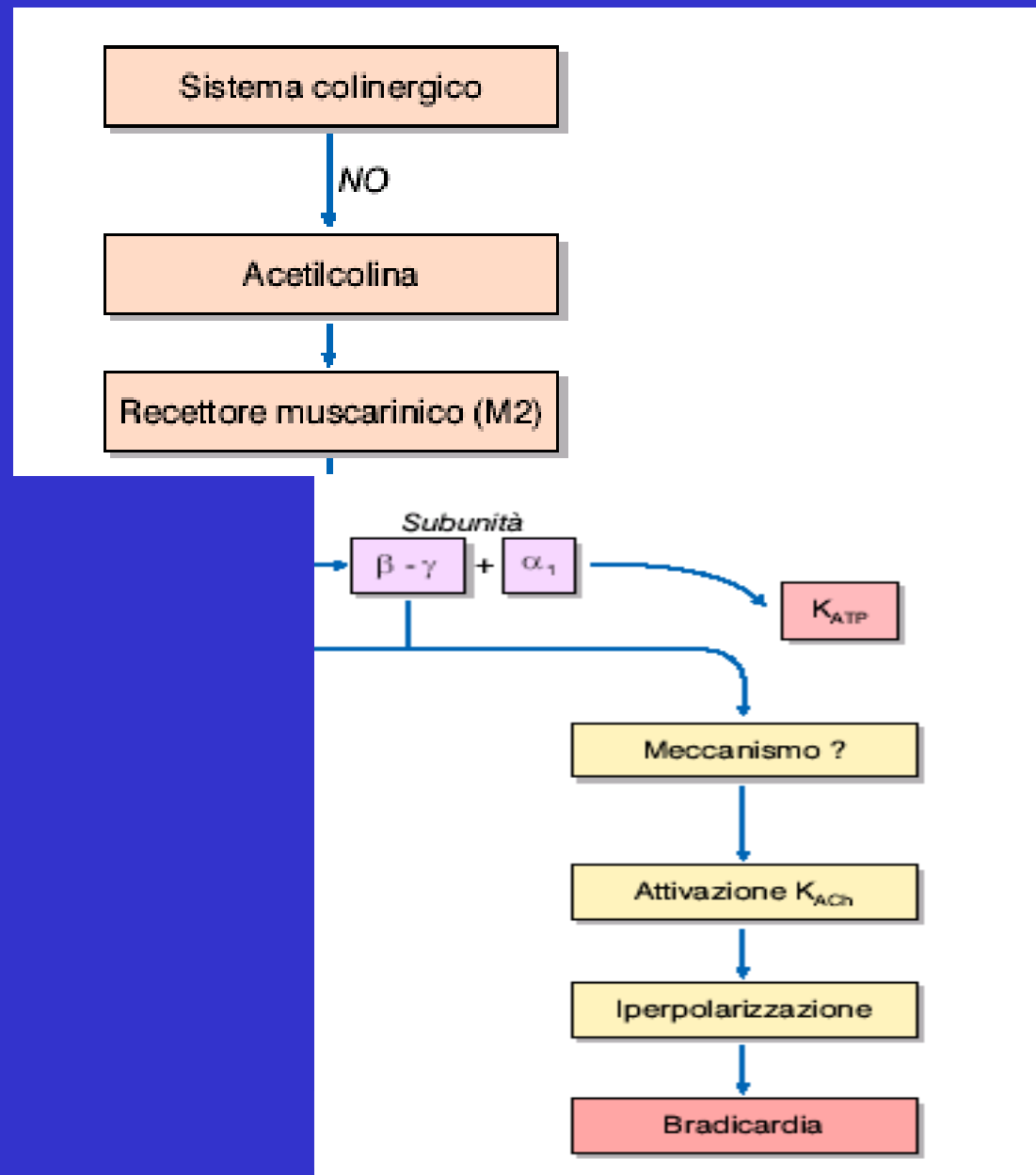
RECETTORI MUSCARINICI



ATTIVAZIONE CANALI K



BRADICARDIA



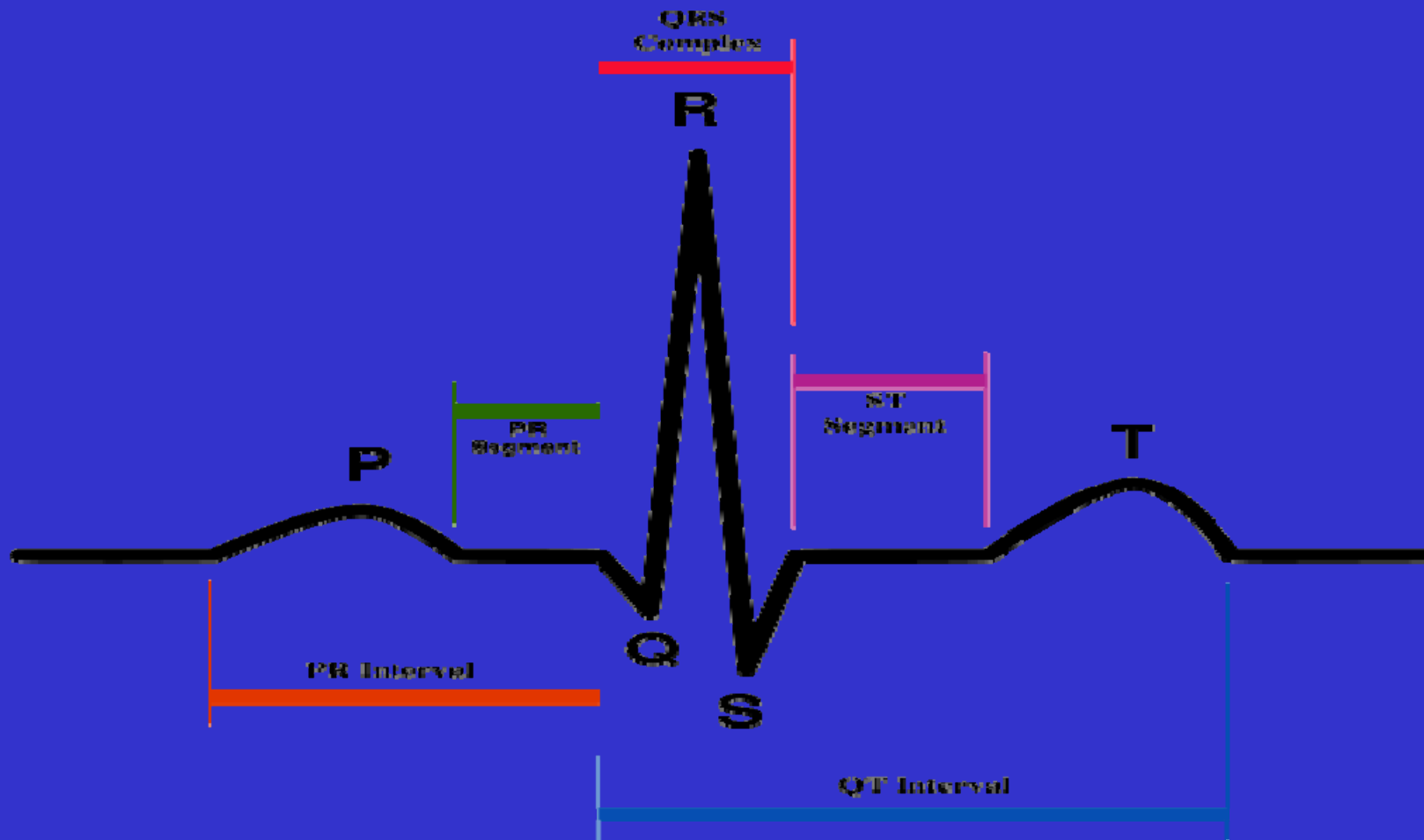
REGOLAZIONE FREQUENZA CARDIACA (4)

- **REGOLAZIONE UMORALE**
 - **CATECOLAMINE**
 - **ORMONI CORTICOSURRENALI**
 - **ORMONI TIROIDEI**
 - **INSULINA**
 - **GLUCAGONE**
 - **ORMONE DELLA CRESCITA**

ELETTROCARDIOGRAMMA (1)

- REGISTRA L'ATTIVITA' ELETTRICA DEL CUORE
IN MANIERA NON INVASIVA
- CUORE GENERATORE ELETTRICO CHE SI TROVA
IN UN MEZZO CONDUTTORE
- DURANTE IL CICLO CARDIACO SI HANNO FLUSSI
DI CORRENTE IONICA NEL LIQUIDO
EXTRACELLULARE TRA LE ZONE ATTIVATE E
QUELLE NON ATTIVATE

ELETTROCARDIOGRAMMA (2)



ELETTROCARDIOGRAMMA (3)

- ONDA P: depolarizzazione atriale
- INTERVALLO PR: tempo impiegato dal potenziale d'azione per diffondersi attraverso gli atri, il nodo atrio ventricolare e il fascio di His (120-200 ms)
- SEGMENTO PR: cellule atriali depolarizzate e cellule ventricolari in fase di riposo

ELETTROCARDIOGRAMMA (4)

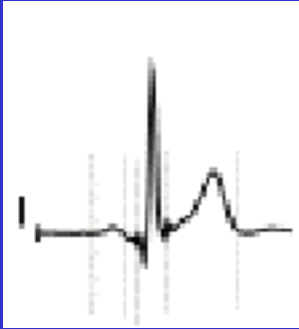
- **COMPLESSO QRS:** depolarizzazione ventricolare (60-100 ms) in concomitanza ripolarizzazione degli atri
- **SEGMENTO ST:** cellule atriali in fase di riposo, cellule ventricolari in fase di plateau
- **ONDA T:** ripolarizzazione dei ventricoli

ELETTROCARDIOGRAMMA (5)

- TRIANGOLO DI EINTHOVEN



ELETTROCARDIOGRAMMA (6)



1° DERIVAZIONE: braccio destro-braccio sinistro

Attività elettrica del cuore che si propaga lateralmente

Depolarizzazione atriale



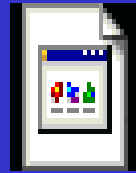
2° DERIVAZIONE: braccio destro-gamba sinistra

Attività elettrica del cuore che si propaga dalla base all'apice. Depolarizzazione ventricolare



3° DERIVAZIONE: braccio sinistro-gamba sinistra

Attività elettrica del cuore che si propaga dalla base all'apice. Ripolarizzazione ventricolare



CG_principle_slow.gi

ANOMALIE CARDIACHE (1)

- **FIBRILLAZIONE**



ATRIALE

Perdita del sincronismo
tra eccitazione e riposo,
scomparsa onda P,
frequenza ventricolare
irregolare



VENTRICOLARE

Eccitazione e contrazione asincrone,
azione di pompa annullata,
condizione fatale

ANOMALIE CARDIACHE (2)

- **TACHICARDIA ATRIALE PAROSSISTICA:**
 - eccitazione anomala degli atri
 - una zona degli atri diviene eccitabile (focus ectopico)
 - alterazione della conduzione atriale
 - elevata frequenza cardiaca onde P e T sovrapposte
 - Insorgenza e scomparsa improvvisa (durata pochi minuti)

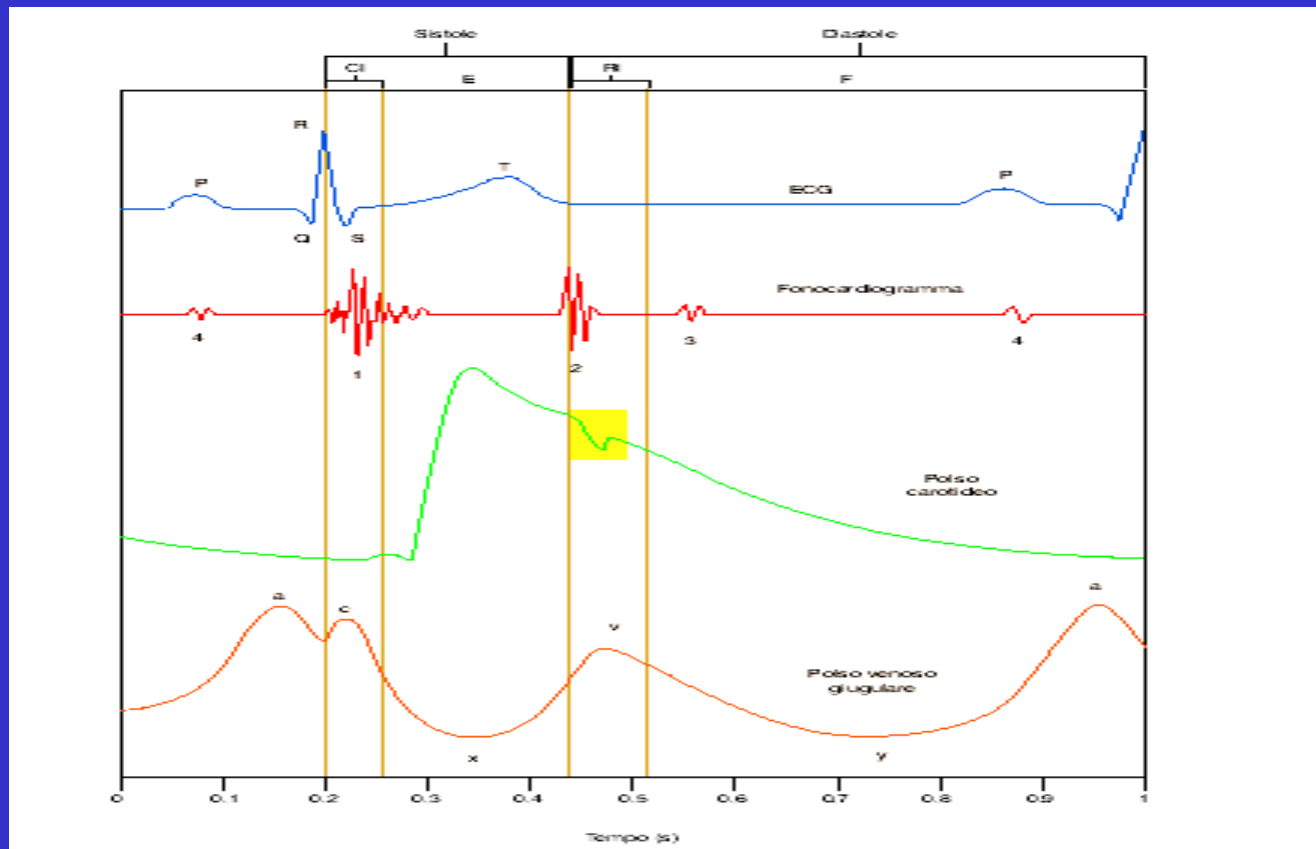
ANOMALIE CARDIACHE (3)

- **TACHICARDIA VENTRICOLARE:**
 - foci ectopici ventricolari
 - elevata frequenza ventricolare
 - riduzione riempimento diastolico
 - asincronia contrazione ventricolare
- **SOFFI:**

alterazioni dei gradienti pressori durante un normale ciclo cardiaco

POLSO ARTERIOSO e POLSO VENOSO

- LE ATTIVITA' DEL VENTRICOLO SINISTRO E DESTRO INDUCONO DELLE VARIAZIONI DI PRESSIONE:



POLSO ARTERIOSO

- Immissione di sangue dal ventricolo sinistro nell'aorta determina:
 - Dilatazione dell'aorta
 - Ritorno elastico della parete dell'aorta
 - Onda di dilatazione e contrazione (3-5 m/s)
 - Polso arterioso viene determinato a livello dell'arteria radiale

POLSO VENOSO

- Variazioni pressorie determinate dal ventricolo destro:
 - ONDA a: sistole atriale o presistole
 - ONDA c: chiusura valvola tricuspide
 - ONDA v: riempimento dell'atrio
 - ONDA x: sistole ventricolare (riduzione della P nell'atrio)
 - ONDA y: collasso diastolico, apertura tricuspide

PRESSIONE ARTERIOSA

- FORZA CHE IL SANGUE ESERCITA SULLE PARETI DELLE ARTERIE

- PRESSIONE SISTOLICA (P massima)
- PRESSIONE DIASTOLICA (P minima)

- PRESSIONE ARTERIOSA MEDIA:

$$P_A = GC \times RPT$$

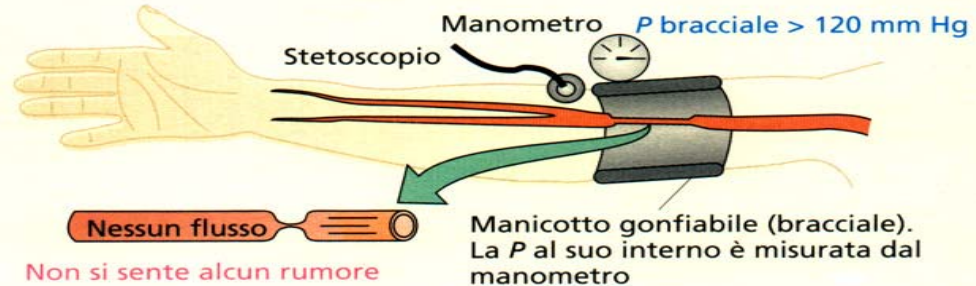
Resistenze periferiche totali



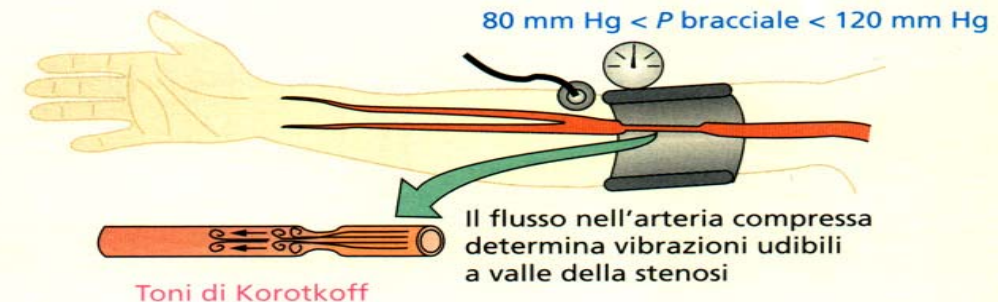
$$P_A = P_D + 1/3 (PS - PD)$$

MISURAZIONE PRESSIONE ARTERIOSA

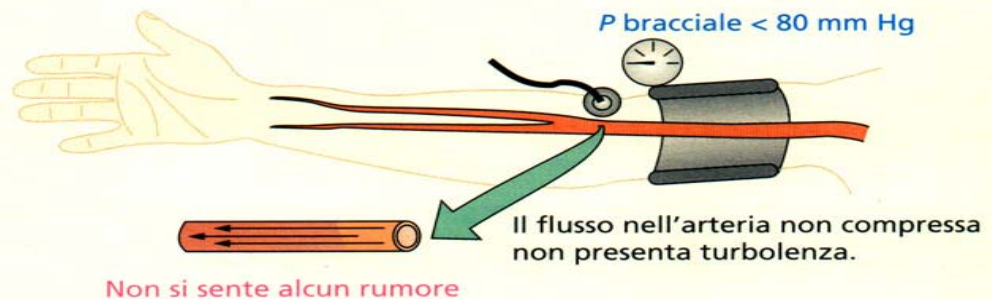
Si gonfia il bracciale sino a quando la P al suo interno raggiunge circa i 150 mm Hg. In questa condizione la P nel bracciale supera la P nel vaso anche durante la sistole: **l'arteria è sempre chiusa**. A valle del bracciale non si auscultano rumori poiché non vi è scorrimento di sangue.



Si diminuisce gradualmente la P nel bracciale, non appena questa scende sotto il valore sistolico si ha che **al picco della P sistolica l'arteria si apre**, il sangue scorre nel vaso stenotico, si ha rumore; si ausculta il **primo tono di Korotkoff**. La pressione del bracciale (misurata dal manometro) è pari alla **pressione sistolica**.



Diminuendo la P nel bracciale l'arteria resta pervia per periodi sempre più lunghi del ciclo cardiaco. Si ha ancora moto turbolento e quindi rumori. Quando il rumore si smorza, poco prima della sua scomparsa, si ausculta il **IV tono di Korotkoff**. La P del bracciale (misurata dal manometro) è pari alla **pressione diastolica**. Altri autori assumono come valore della pressione diastolica quello della scomparsa dei toni di Korotkoff.



REGOLAZIONE PRESSIONE ARTERIOSA

- **REGOLAZIONE A BREVE TERMINE
(RIFLESSO BAROCETTIVO)**

- i barocettori sono sensori di stiramento (terminazioni nervose parasimpatiche)
- localizzati nei seni carotidei e arco aortico
- trasducono le variazioni di diametro dei vasi in treni di potenziali d'azione
- attivano o inibiscono le fibre simpatiche e/o parasimpatiche

REGOLAZIONE PRESSIONE ARTERIOSA

- **REGOLAZIONE A LUNGO TERMINE**



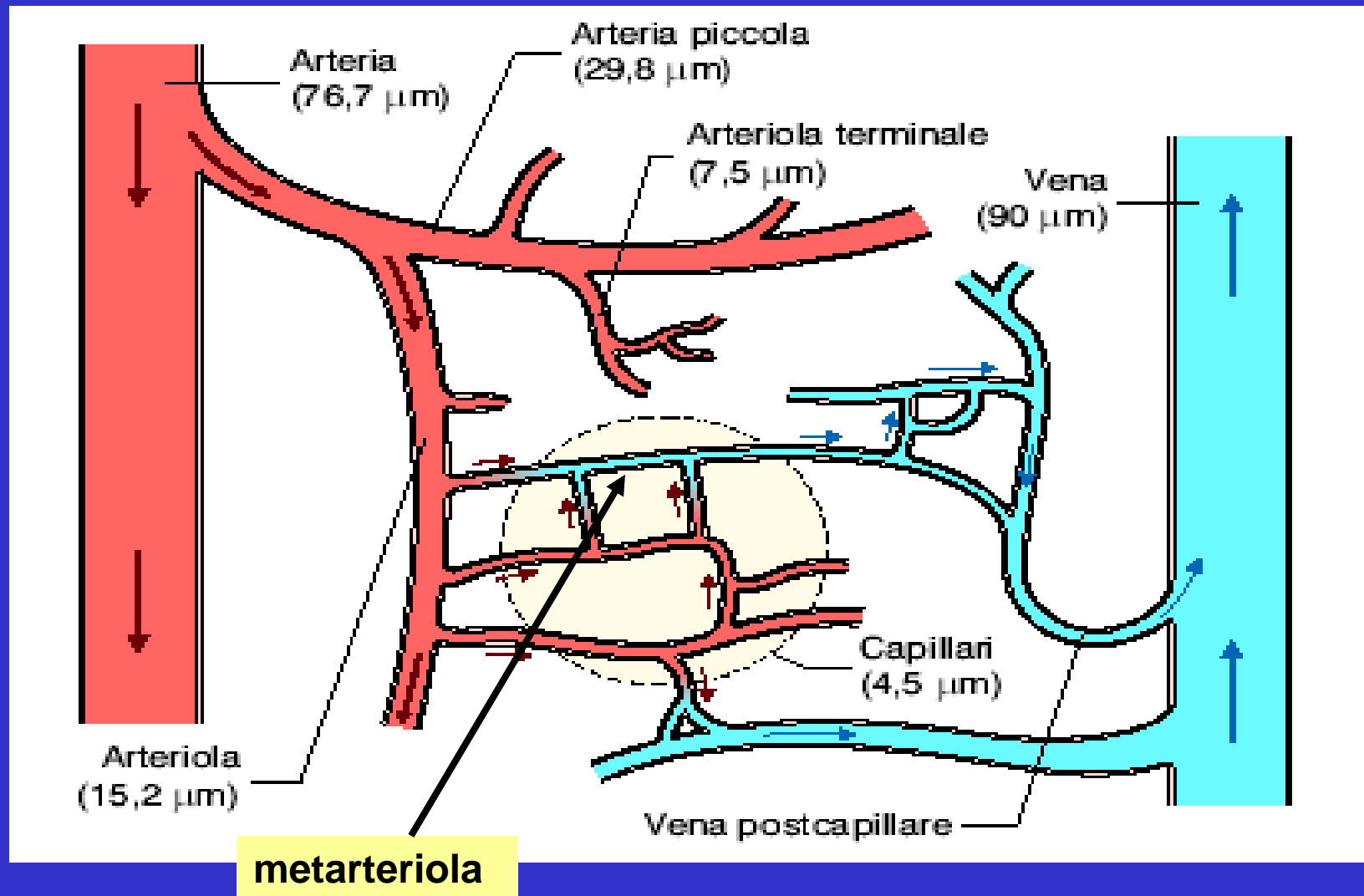
BILANCIO IDRICO

SISTEMA CIRCOLATORIO

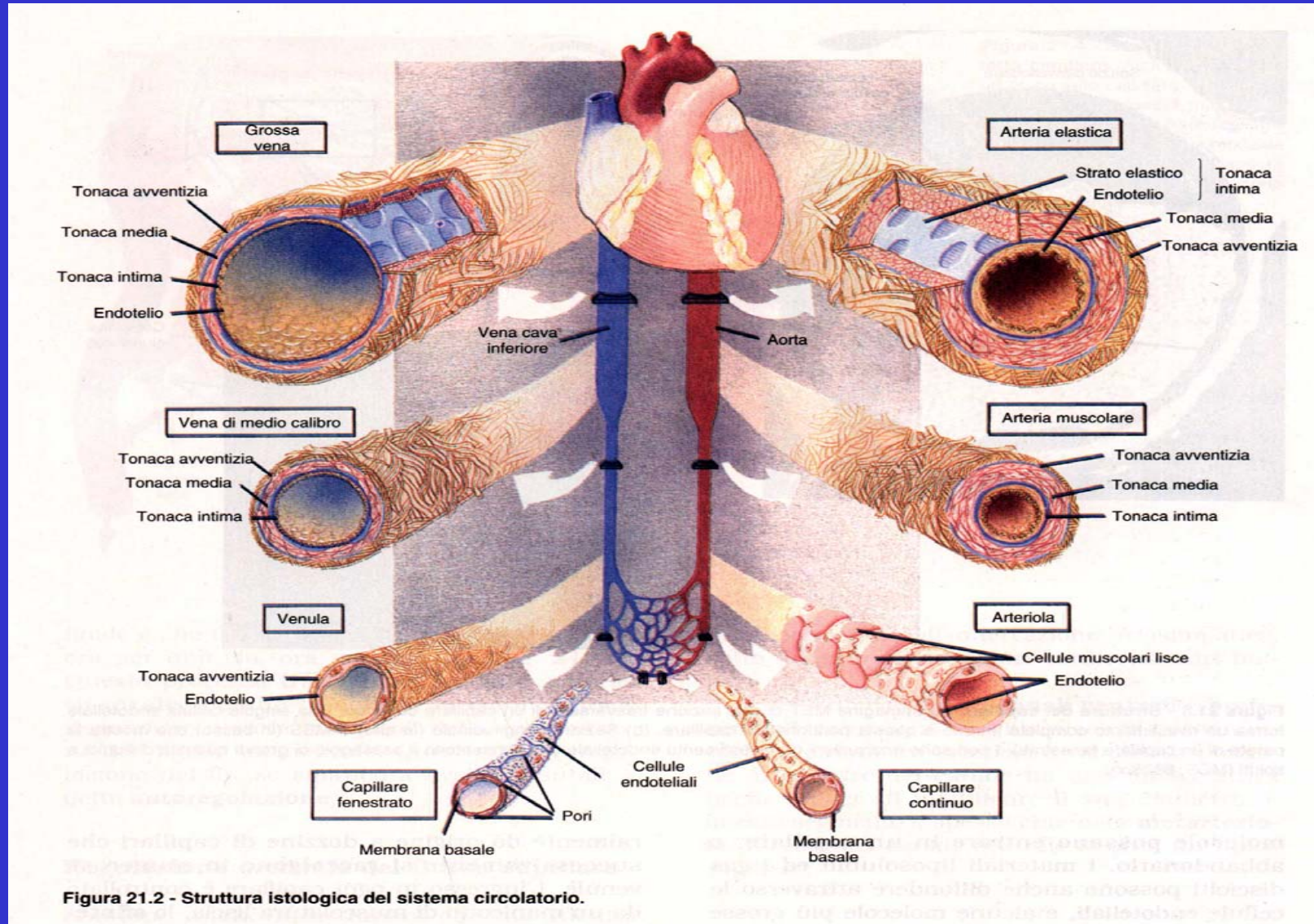
SISTEMA ARTERIOSO

- **ARTERIE** (vasi di elasticità)
- **ARTERIOLE TERMINALI** (vasi di resistenza)
- **CAPILLARI** (vasi di scambio)

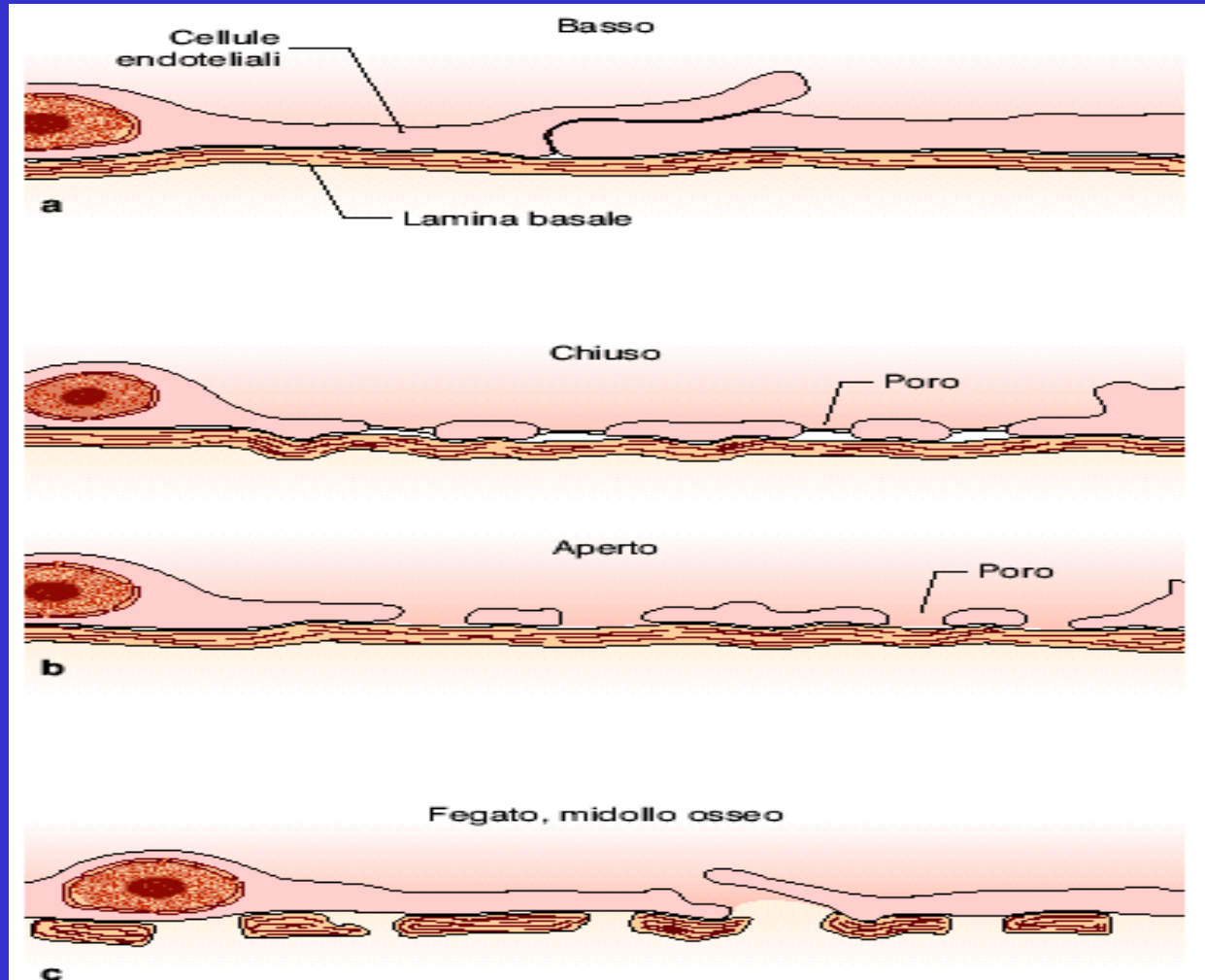
MICROCIRCOLAZIONE (1)



STRUTTURA VASCOLARE



TIPI DI CAPILLARI



CONTINUO

FENESTRATO

DISCONTINUO

SCAMBI MICROVASCOLARI (1)

DIFFUSIONE

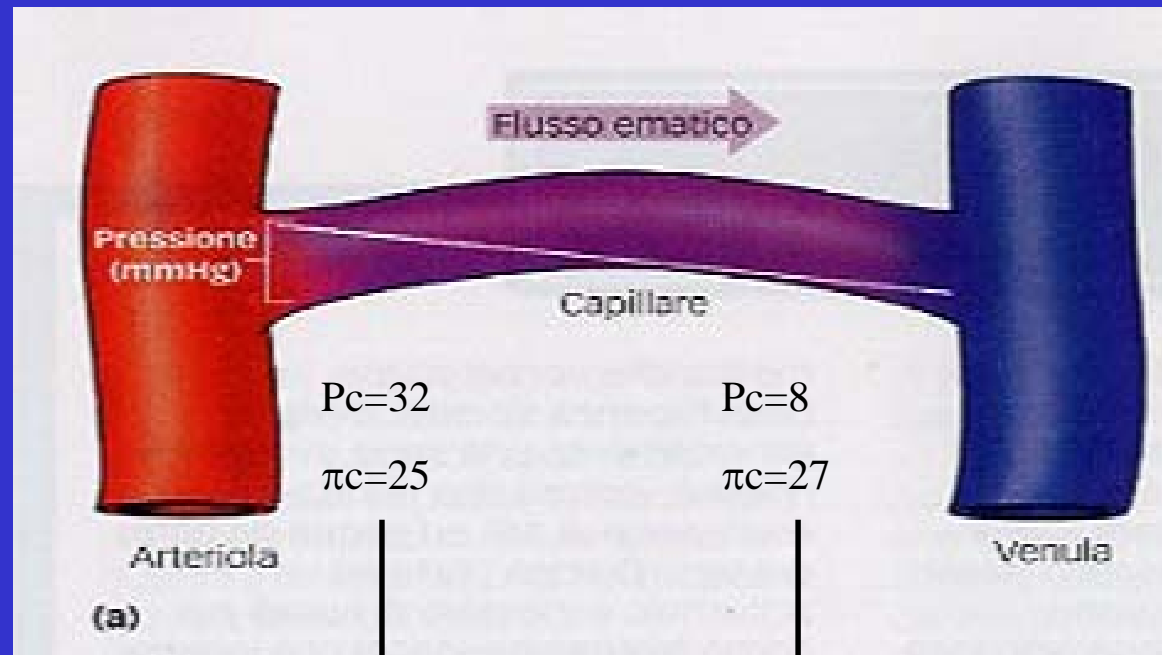
- PROCESSO PASSIVO
- GRADIENTE DI CONCENTRAZIONE
- LEGGE DI FICK: $J_s = P \cdot A (c_p - c_i)$
 - P = coefficiente di permeabilità
 - A = superficie di scambio
 - C_p, C_i = concentrazione di soluto nel plasma e nell'interstizio

SCAMBI MICROVASCOLARI (2)

FILTRAZIONE

- LEGGE DI STARLING: $J_v/S = L_p[(P_c - P_i) - \sigma(\pi_c - \pi_i)]$
- J_v/S : volume di liquido per unità di superficie
- P_c : pressione idrostatica capillare
- P_i : pressione idrostatica interstiziale
- π_c e π_i : pressioni colloidosmotiche nel plasma e nell'interstizio

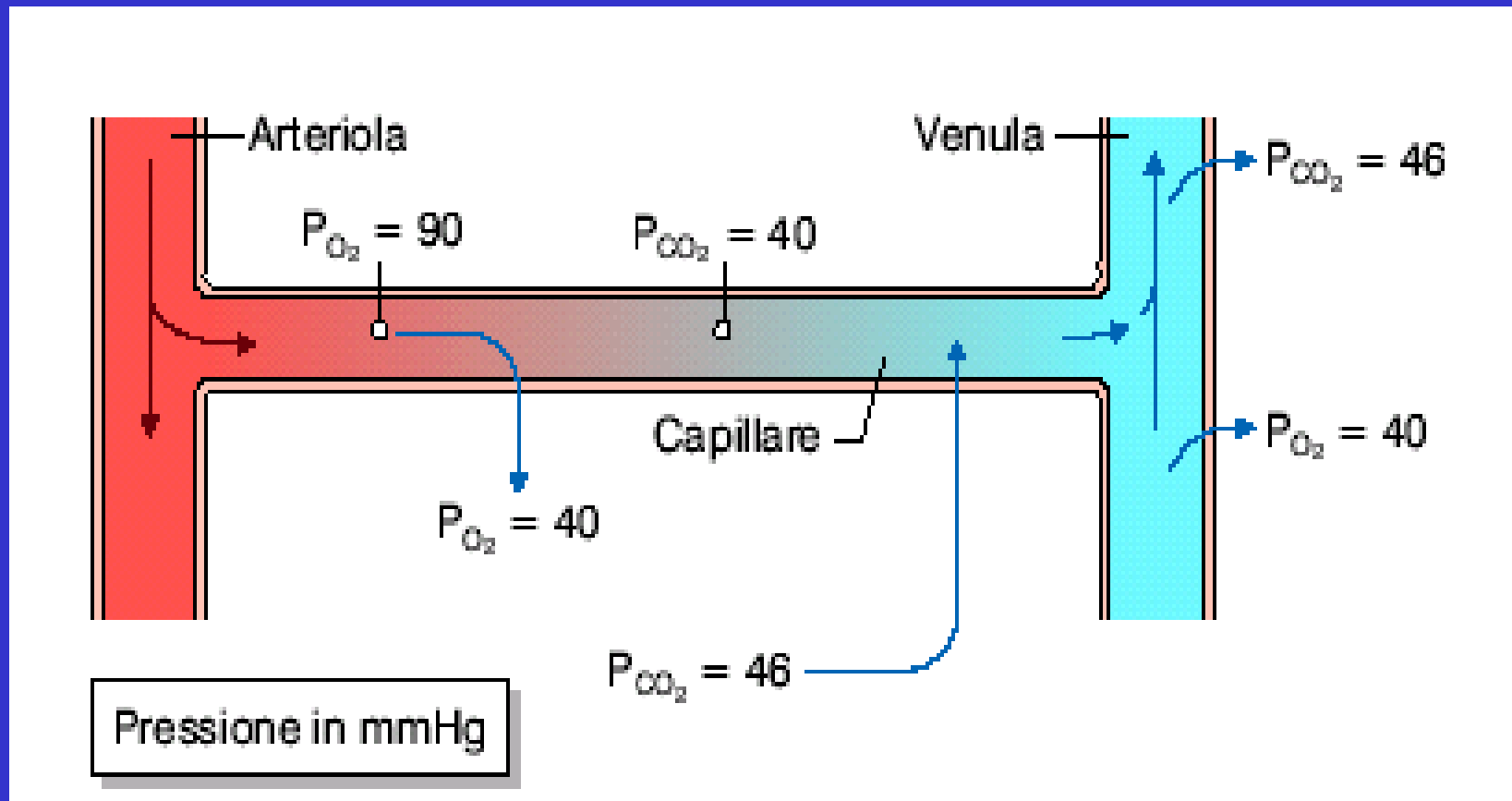
SCAMBI MICROVASCOLARI (3)



FORZA FILTRANTE = 7
(formazione liquido interstiziale)

ASSORBIMENTO LIQUIDO
INTERSTIZIALE

SCAMBI MICROVASCOLARI (4)



REGOLAZIONE PERFUSIONE TESSUTALE (1)

DILATAZIONE ARTERIOLARE

- pressione capillare $>$ pressione oncotica



FILTRAZIONE

COSTRIZIONE ARTERIOLARE

- pressione capillare $<$ pressione oncotica



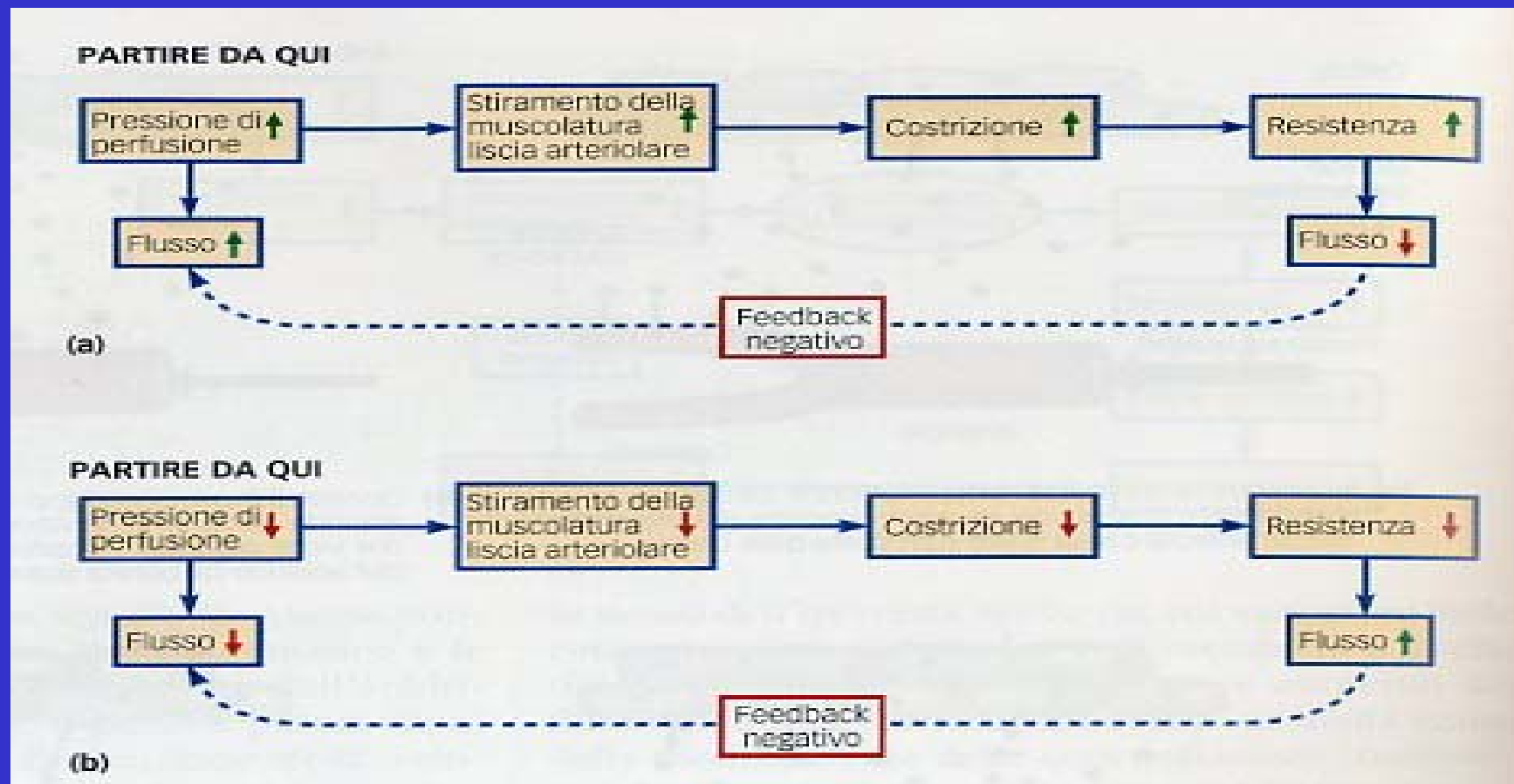
ASSORBIMENTO

REGOLAZIONE PERFUSIONE TESSUTALE (2)

- **NUMERO DEI CAPILLARI PERFUSI**
- **IPOTESI di KROGH (1847-1949)**

REGOLAZIONE DELLA MICROCIRCOLAZIONE (1)

- RISPOSTA MIOGENICA (AUTOREGOLAZIONE)



REGOLAZIONE DELLA MICROCIRCOLAZIONE (2)

- **STIMOLAZIONE NERVOSA
(SISTEMA NERVOSO SIMPATICO)**

- **STIMOLAZIONE ORMONALE
(SIST. RENINA-ANGIOTENSINA, VASOPRESSINA,
ORMONE NATRIURETICO ATRIALE)**

REGOLAZIONE DELLA MICROCIRCOLAZIONE (3)

- **STIMOLAZIONE METABOLICA LOCALE**
 - IPEREMIA REATTIVA
 - IPEREMIA FUNZIONALE
 - OSSIGENO e ANIDRIDE CARBONICA
 - IONI POTASSIO e ADENOSINA
 - CHININE
 - ISTAMINA
 - SEROTONINA
- **STIMOLAZIONE DI ORIGINE ENDOTELIALE**

SISTEMA CIRCOLATORIO

- **SISTEMA VENOSO**

- **origina dalla confluenza di più capillari**
- **venule postcapillari e collettrici (vasi di capacitanza)**
 - **presenza di valvole**

FUNZIONE DEL SISTEMA VENOSO

- Raccoglie il 60-80% della massa sanguigna
- Velocità di scorrimento del sangue è 20 cm/s
- Innervazione simpatica
- Ritorno del sangue dalla periferia al cuore

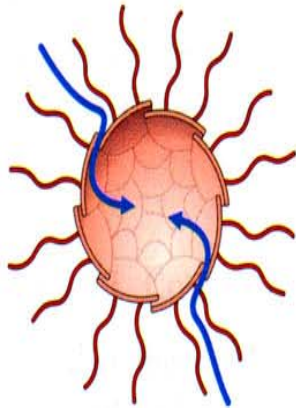
SISTEMA LINFATICO (1)

- CAPILLARI LINFATICI
- VASI PRECOLLETTORI
- VASI COLLETTORI

- ASSORBIMENTO DEL LIQUIDO INTERSTIZIALE IN ECCESSO
 - FUNZIONE IMMUNITARIA

SISTEMA LINFATICO (2)

Capillare linfatico terminale



"Cuori" linfatici e valvole

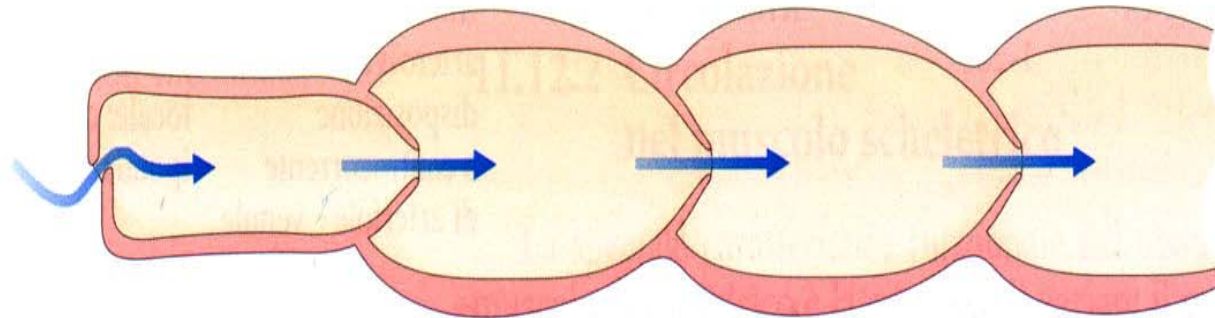


Figura 11.27 - Struttura dei vasi linfatici. I linfatici terminali nascono come sacchetti di cellule endoteliali i cui margini si sovrappongono in modo da consentire l'ingresso, ma non la fuoriuscita, del liquido interstiziale. I vasi linfatici sono dotati di valvole e di muscolatura liscia con attività contrattile ritmica spontanea (cuori linfatici), per cui la linfa è spinta attivamente dalla periferia verso il centro.

SISTEMA LINFATICO (3)

