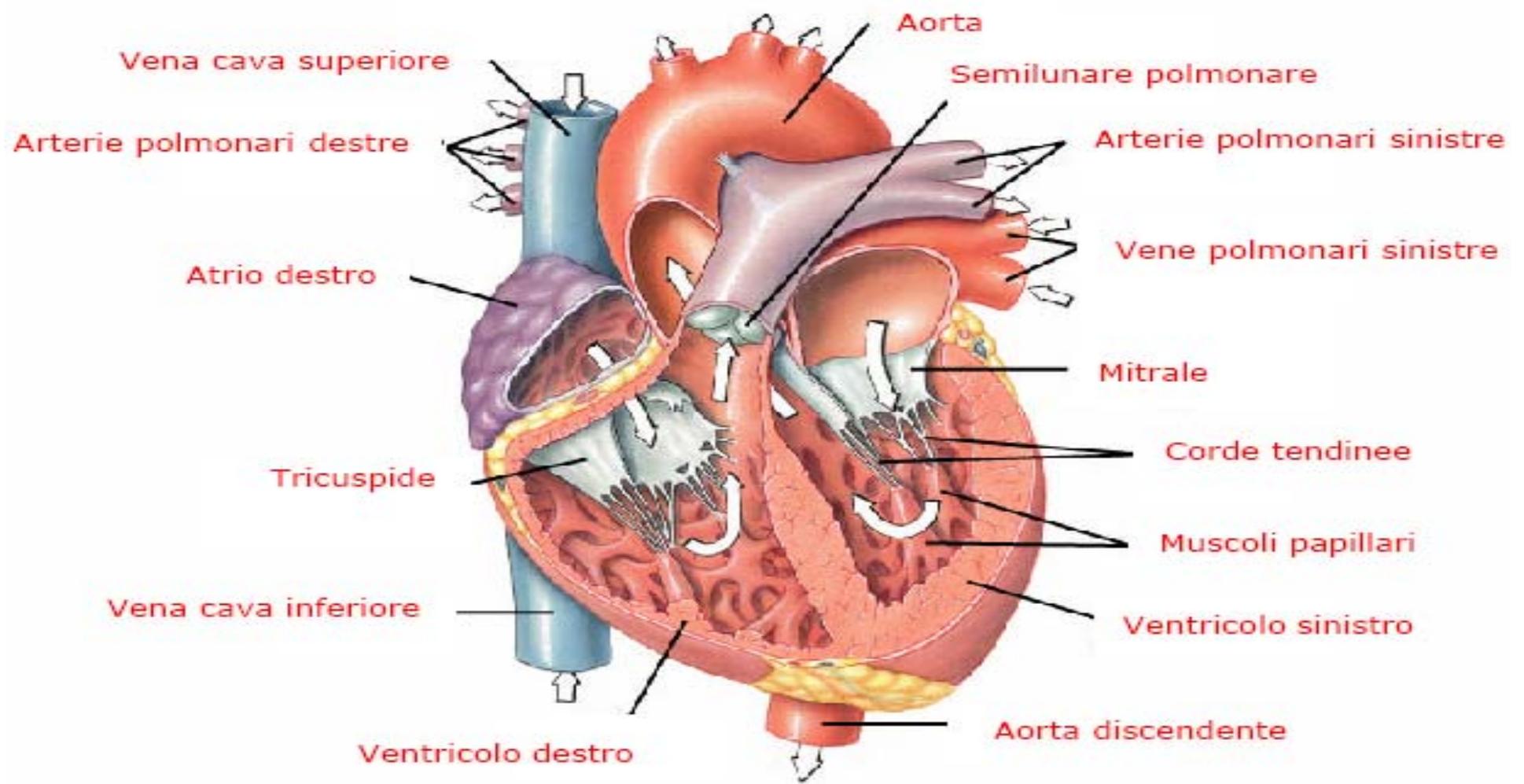
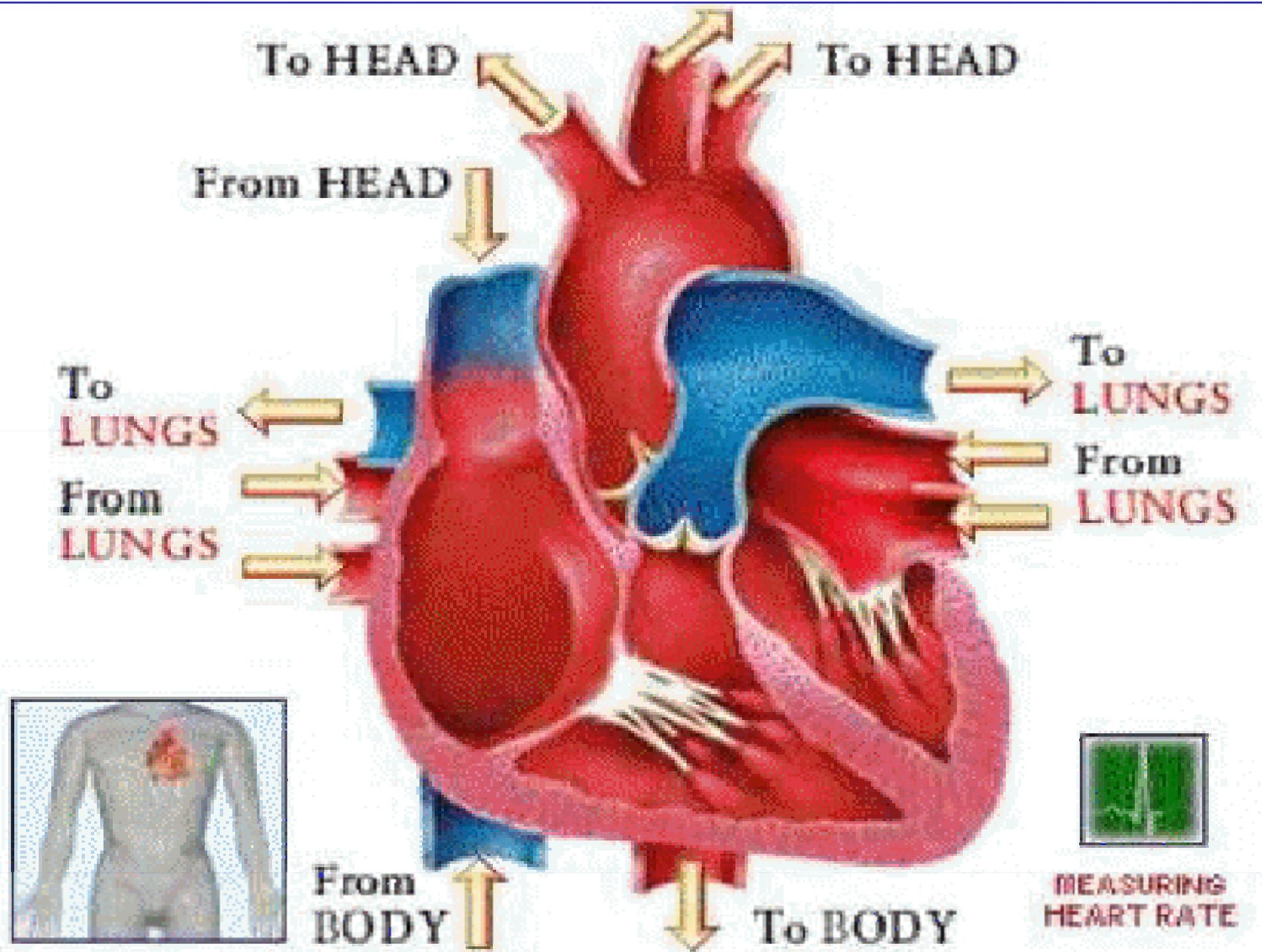
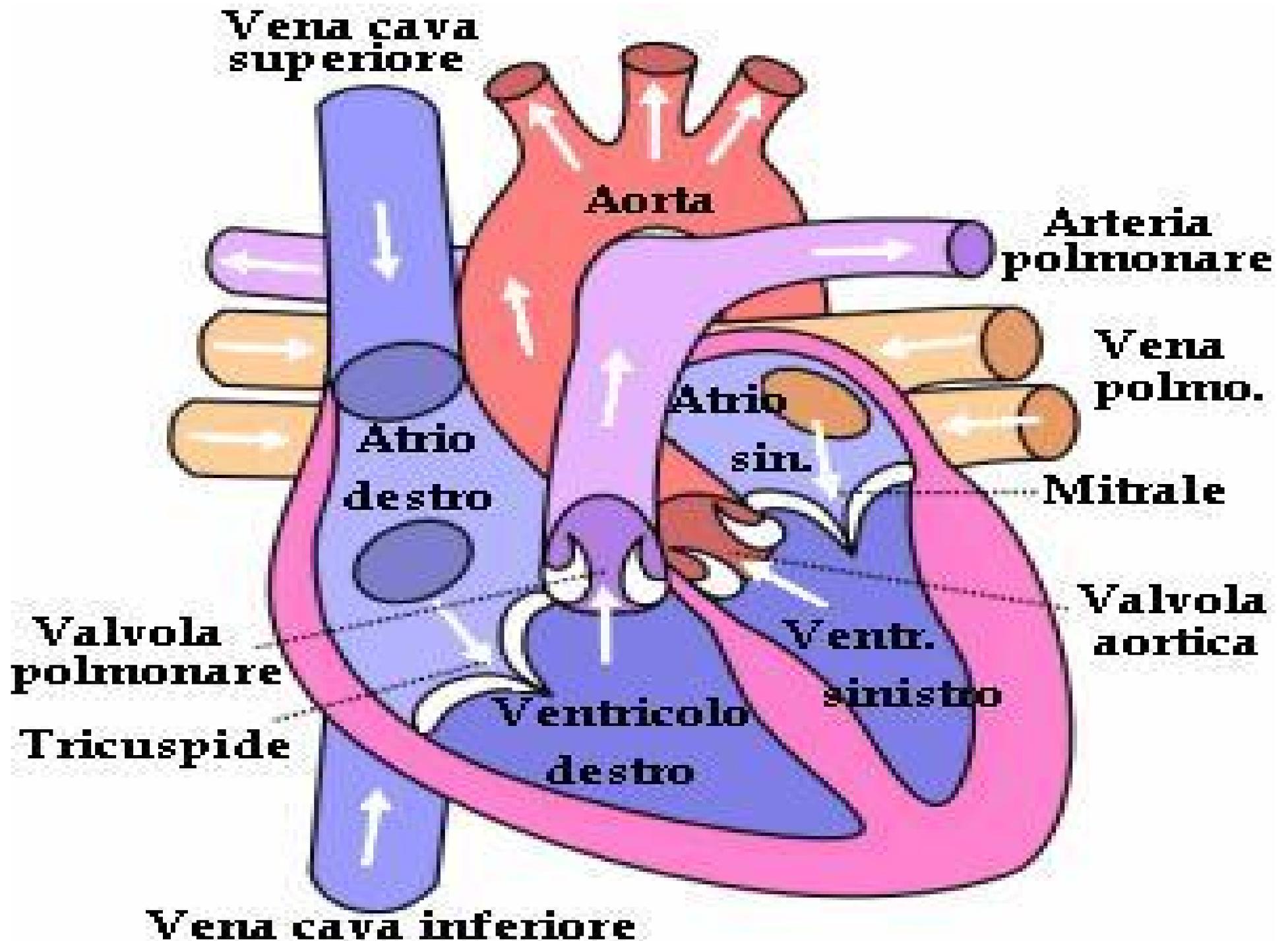


Apex

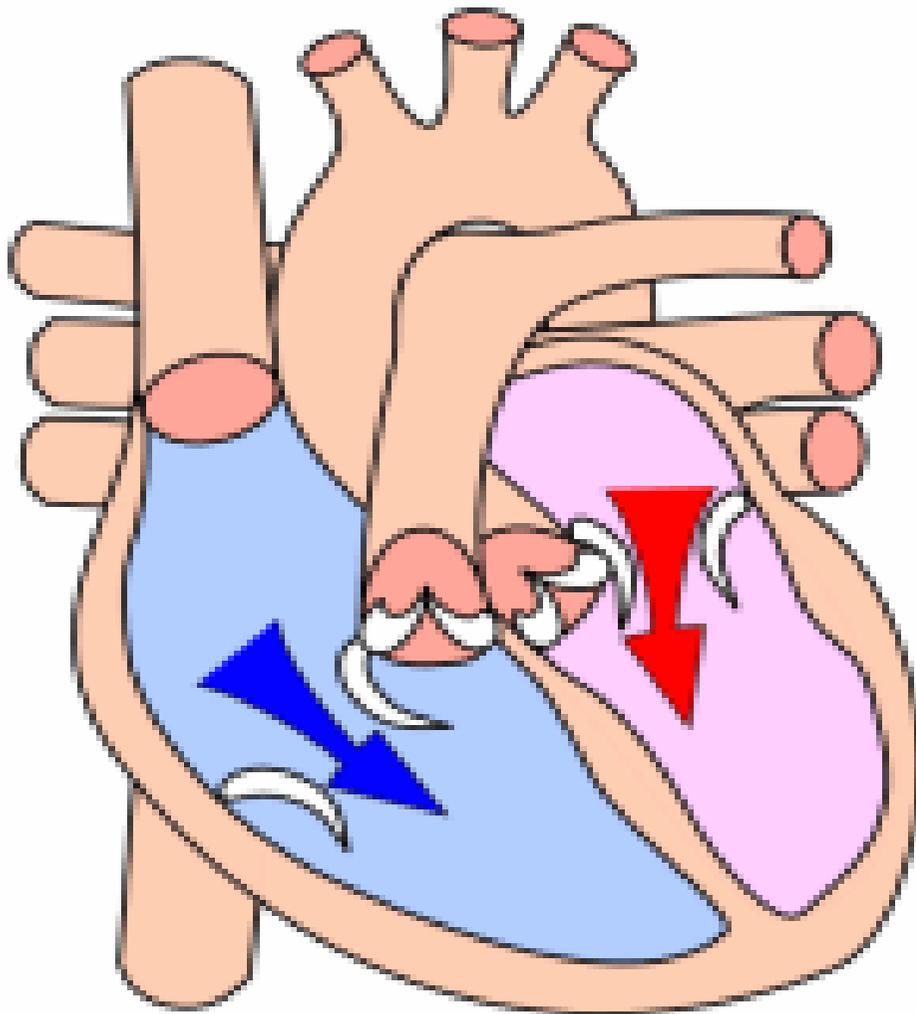


www.fisiokinesiterapia.biz



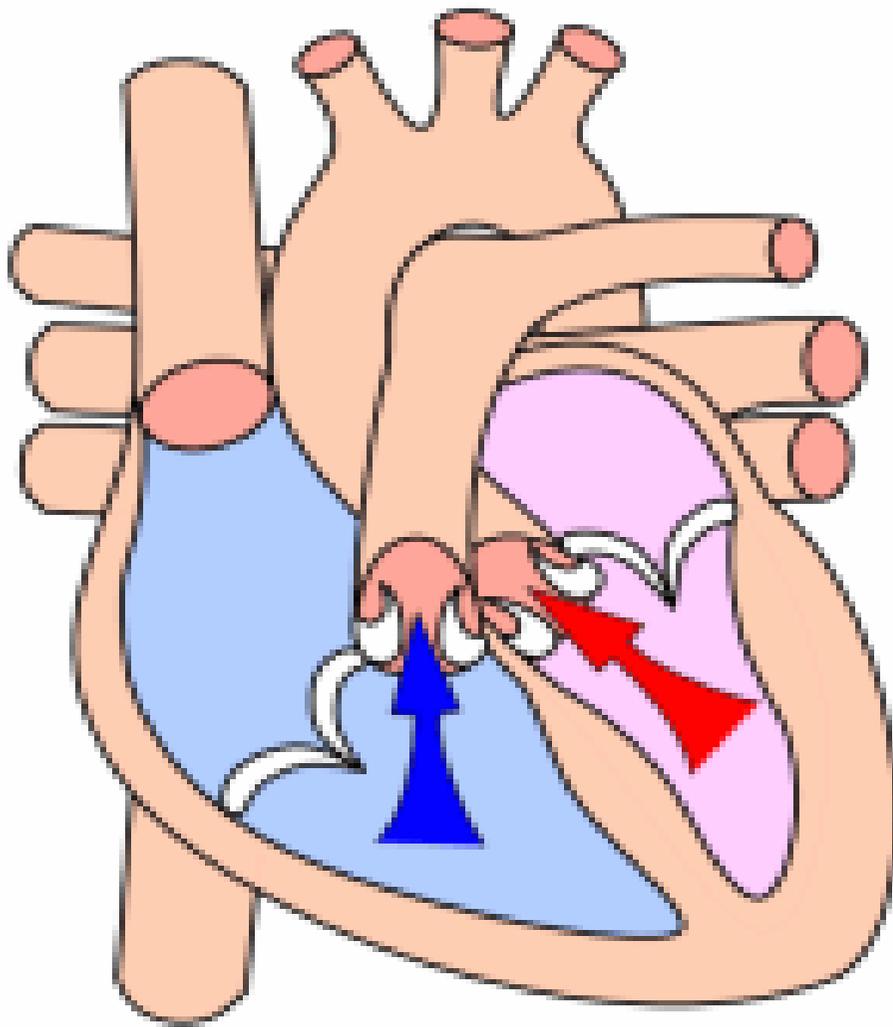


Diastole

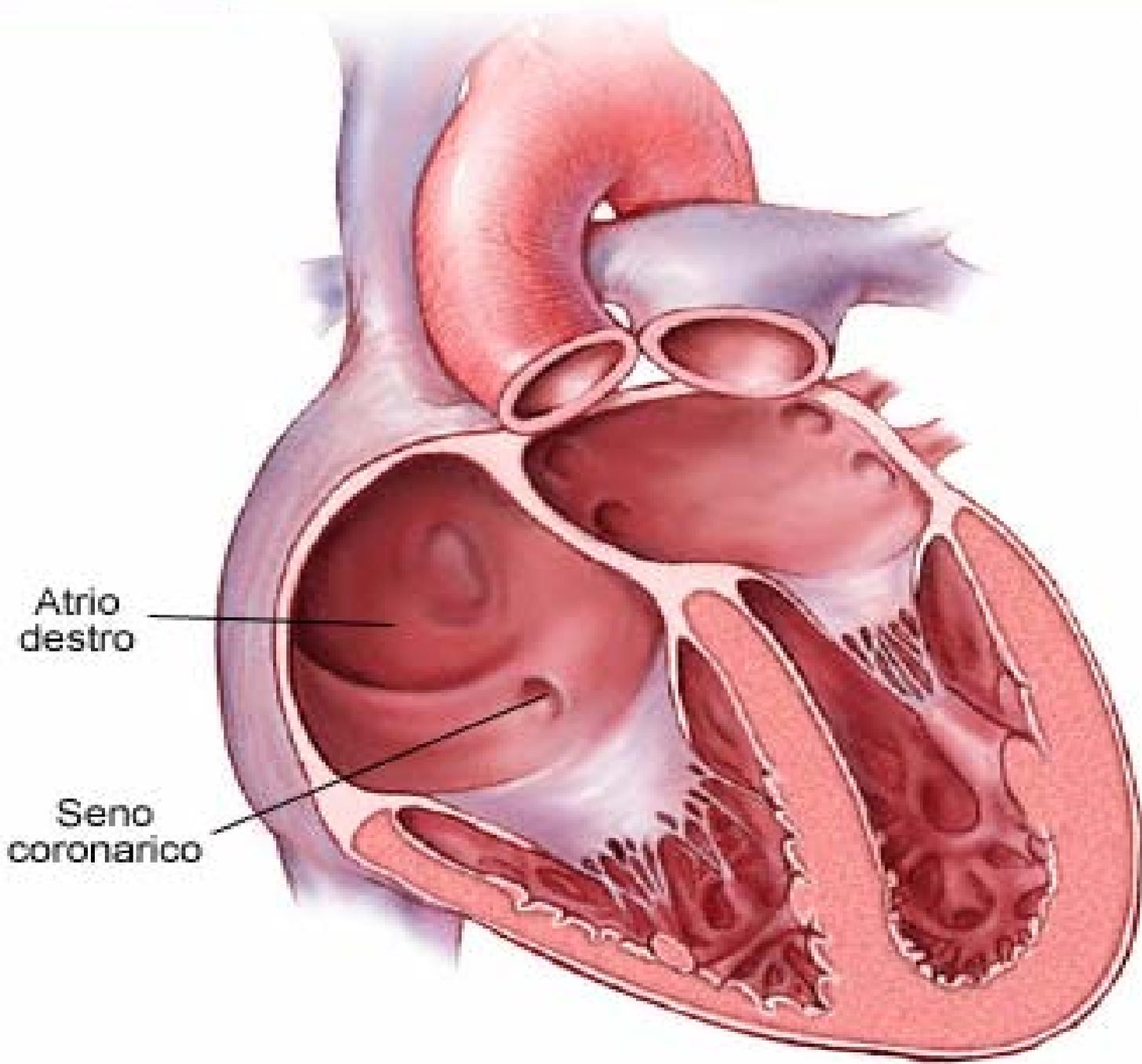


Durante la diastole con l'apertura delle valvole A-V inizia il riempimento passivo ventricolare che si completa con la contrazione atriale.

Sistole



Durante la sistole il sangue refluo dai circoli sistemico e polmonare entra negli atri dx e sin, mentre i ventricoli spingono verso le arterie aorta e polmonare.



Atrio
destro

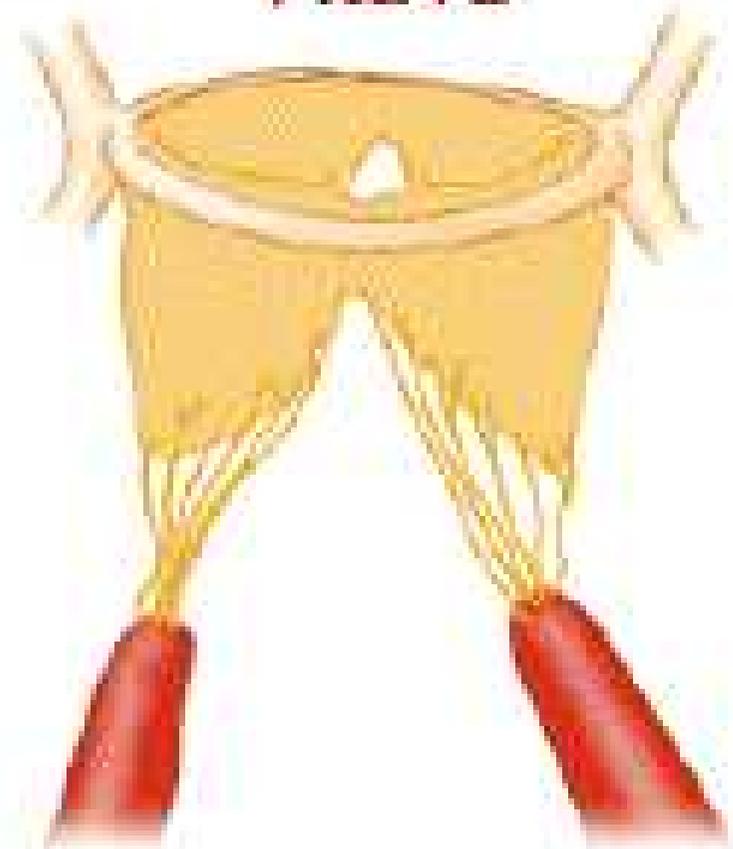
Seno
coronarico

SEMILUNAR VALVE



The semilunar valve has three wedge-shaped pocket flaps that balloon to stop a backflow of blood.

BICUSPID VALVE

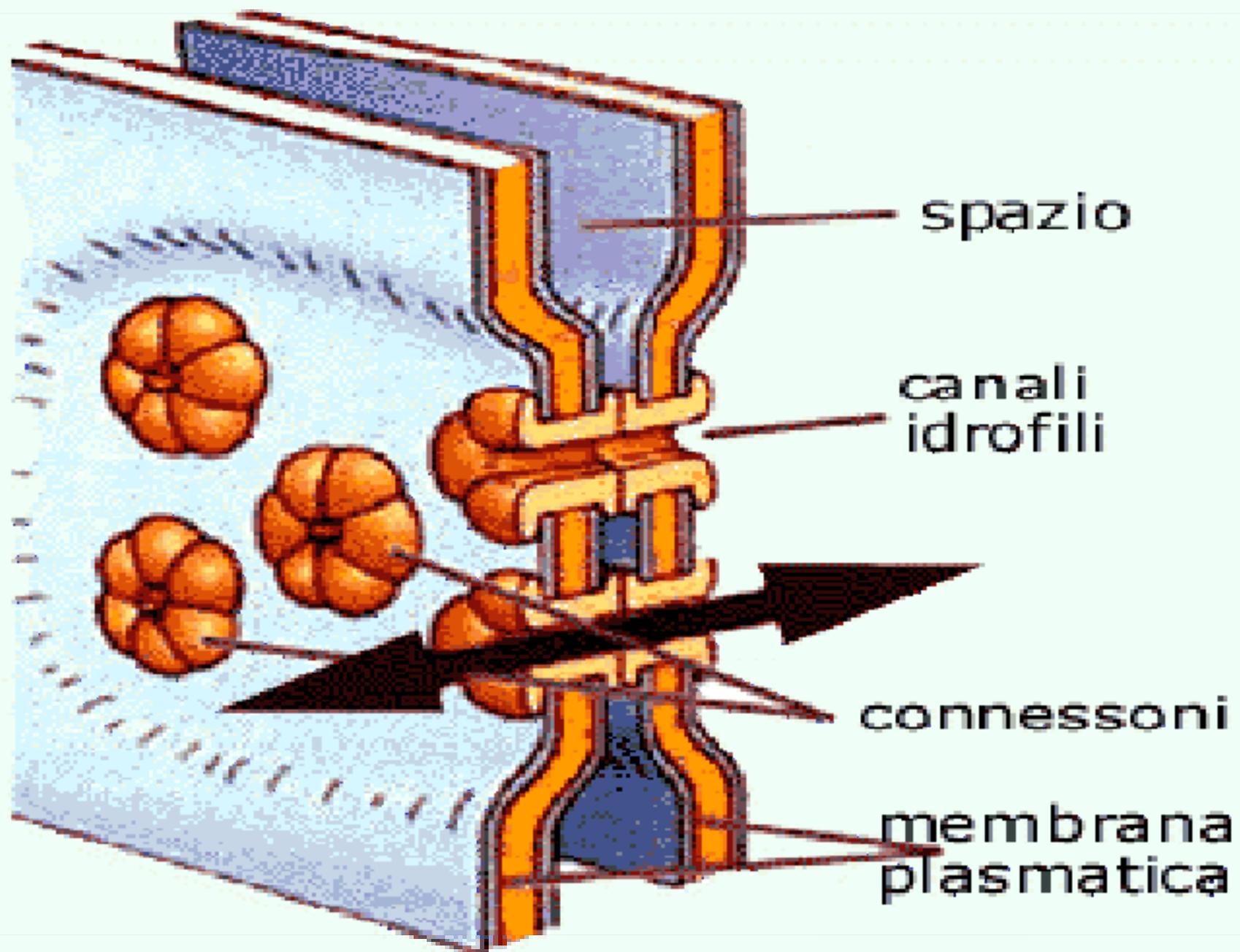


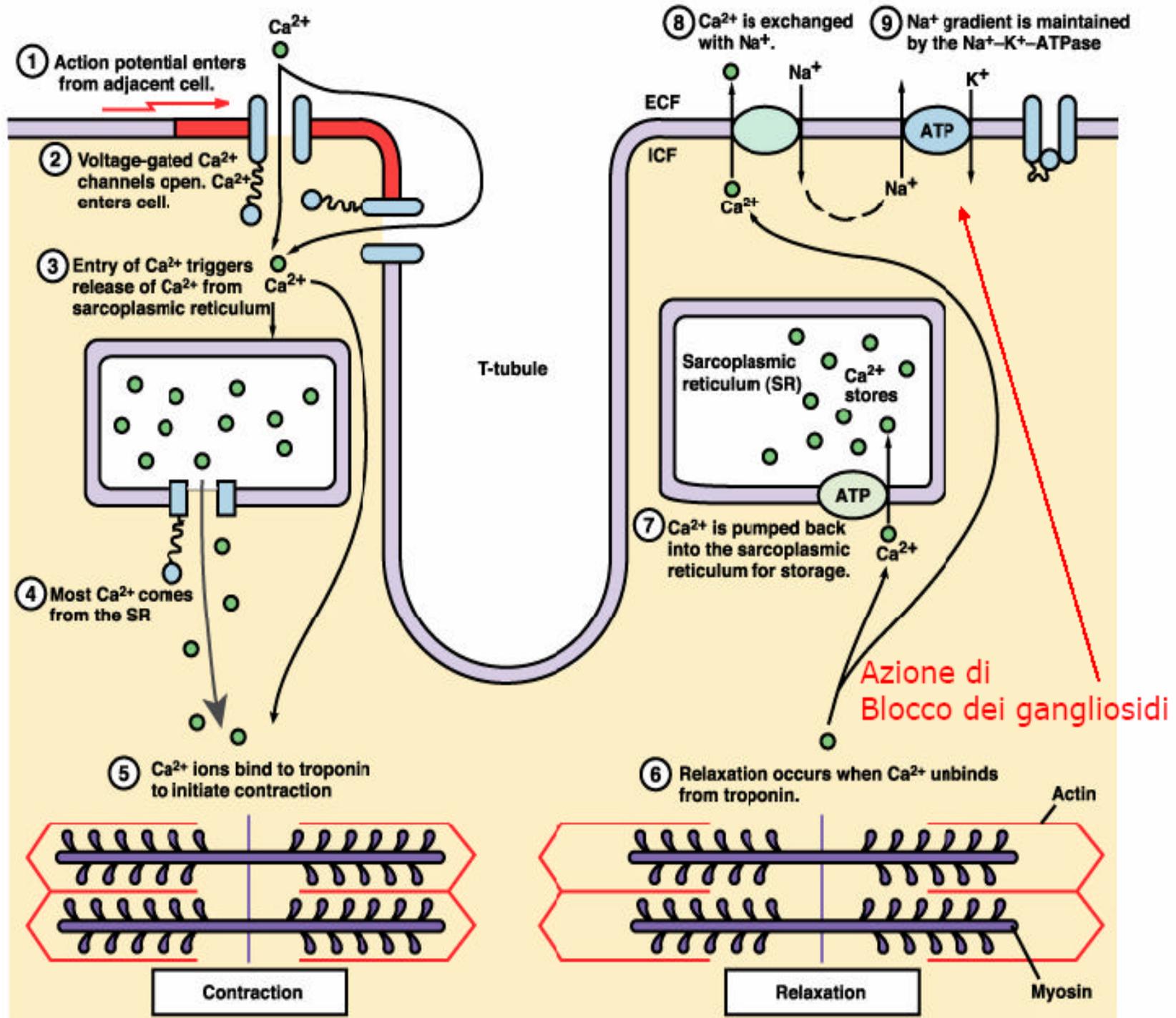
The bicuspid valve has two flaps, tapering to a point, or cusp. The cusps close to prevent a backflow.

- La contrazione delle fibre cardiache dipende dal Ca^{2+} che entra durante il potenziale d'azione, il quale promuove il rilascio del Ca^{2+} dal reticolo sarcoplasmatico.
- L'accumulo di Ca^{2+} nel reticolo sarcoplasmatico, dipende da una pompa del Ca^{2+} la cui attività può essere stimolata dalla fosforilazione (mediata da Ca^{2+} e proteinkinasi AMPc dipendenti) della proteina regolatrice fosfolambana.

www.fisiokinesiterapia.biz

(c) nonsolofitness.it





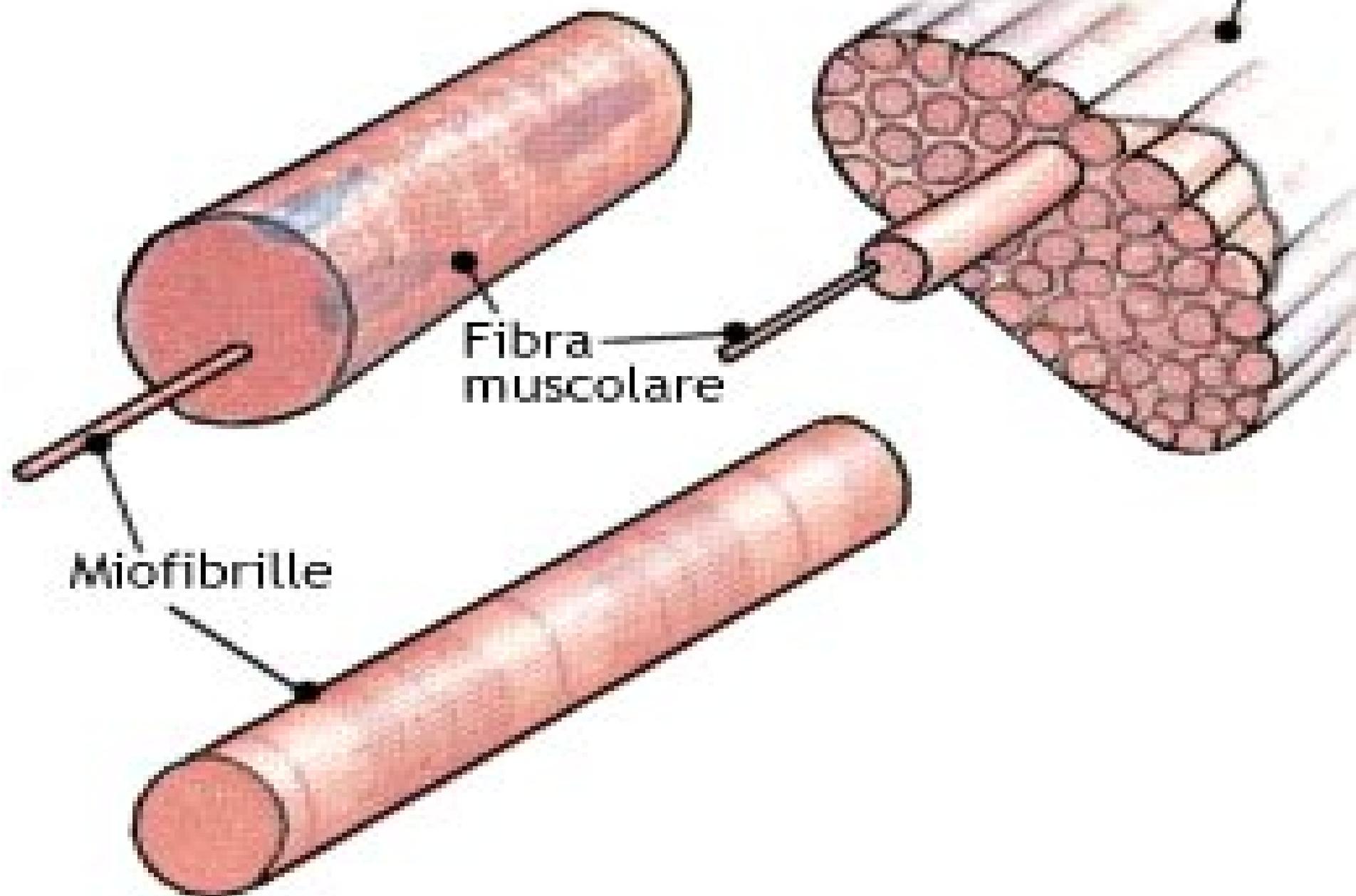
La forza di contrazione del miocardio dipende dalla concentrazione del Ca^{2+} intracellulare derivante sia dal LEC che dal reticolo sarcoplasmatico.

- Dalla concentrazione del Ca^{2+} dipende la contrattilità che è la capacità intrinseca di sviluppare tensione in base al numero di interazioni actina-miosina e alla velocità con cui le interazioni avvengono.
- Fattori che aumentano la concentrazione del Ca^{2+} nella fibra cardiaca aumentandone la contrattilità, e quindi la forza di contrazione, hanno effetto **inotropo positivo**.

www.fisiokinesiterapia.biz

Sarcomero

Muscolo



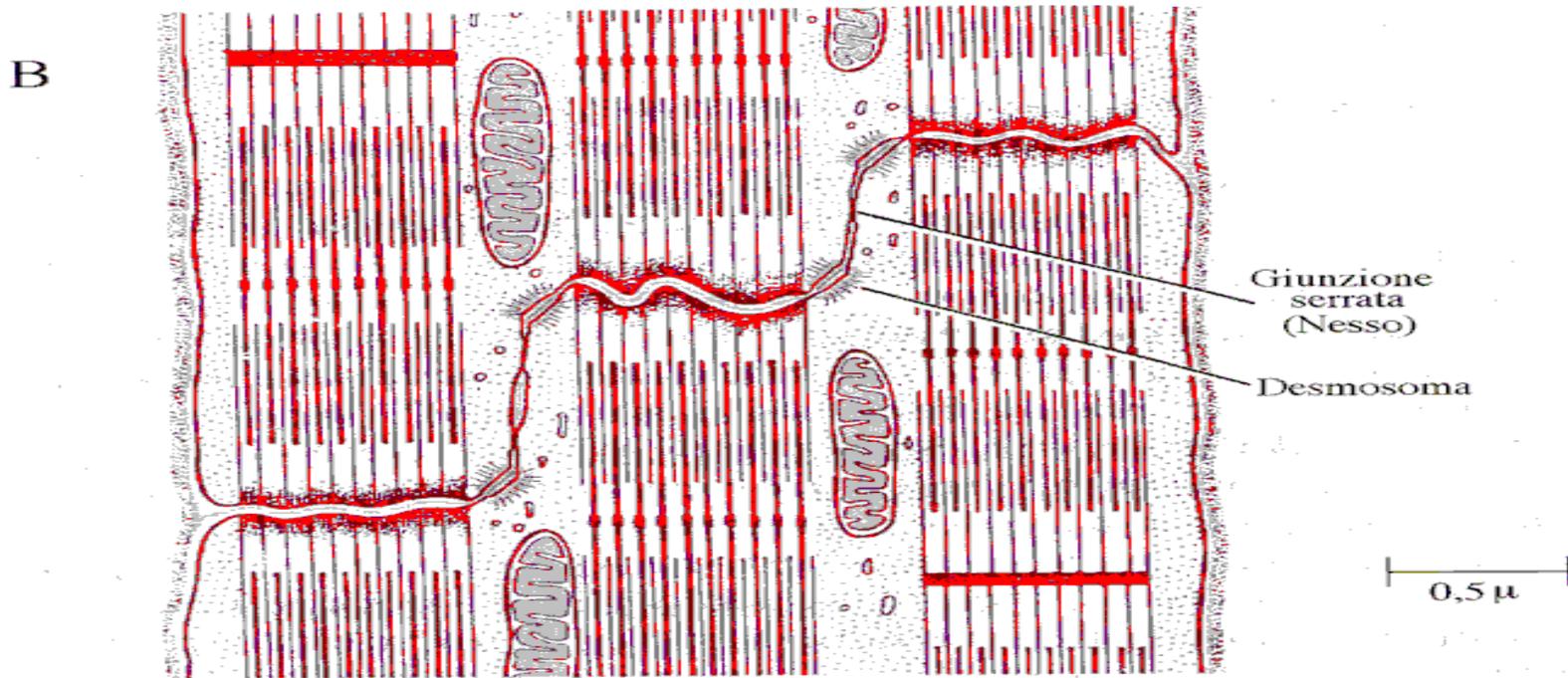
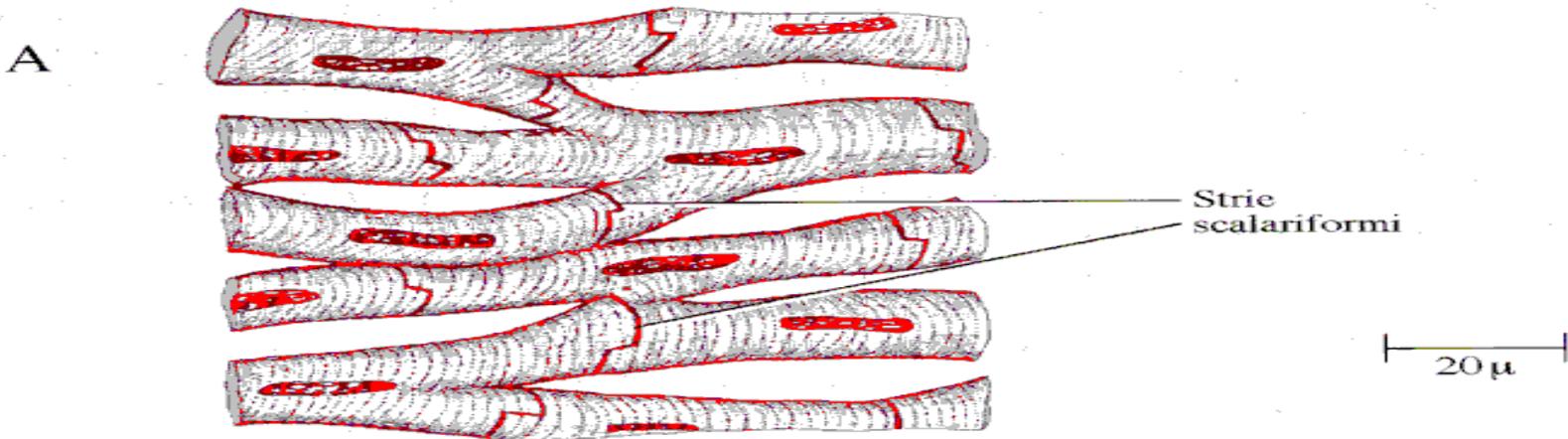
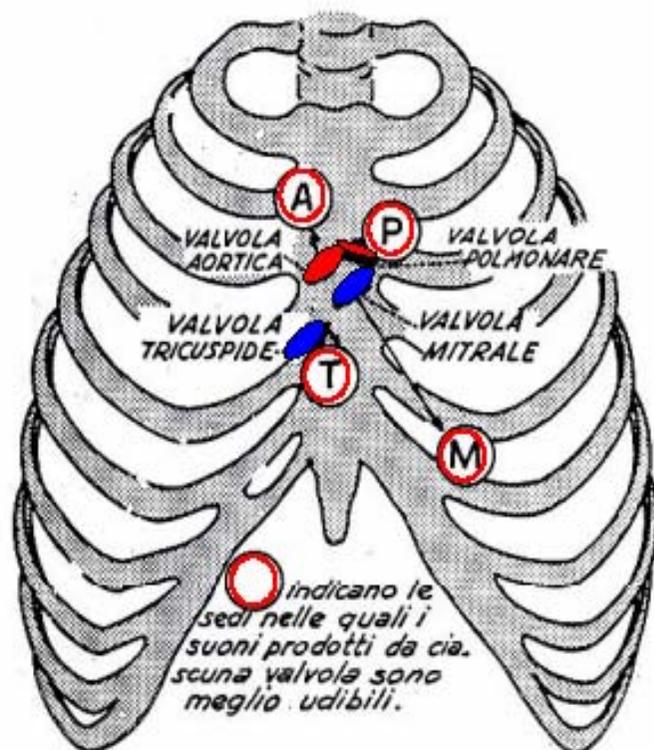


Fig. 77 - A: Organizzazione delle fibrocellule nel tessuto miocardico. B: Rappresentazione semi-schematica della zona di contatto tra due fibrocellule miocardiche. Sono visibili i miofilamenti di actina (sottili) e di miosina (spessi).

- Hanno effetto **inotropo positivo** sostanze come le catecolamine (noradrenalina e adrenalina), che aumentano l'ingresso di Ca^{2+} durante il potenziale d'azione, e farmaci (glicosidi cardioattivi), che riducono la quantità di Ca^{2+} espulso dalla cellula alla fine della contrazione
- Hanno effetto **inotropo negativo** sostanze come l'acetilcolina (neurotrasmettitore vagale) e farmaci (Calcio antagonisti), che inibiscono l'ingresso di Ca^{2+} durante il potenziale d'azione

TONI CARDIACI



1° TONO dovuto alla chiusura delle valvole atrio-ventricolari. Coincide con l'inizio della sistole ventricolare.

Bassa frequenza 33-110/sec.

Durata 0.09-0.16 sec

Onomatopeicamente rappresentato da:

“LUBB”

2° TONO dovuto alla chiusura delle valvole semilunari. Coincide con la fine della sistole ventricolare.

Breve e acuto.

Alta frequenza 50/sec.

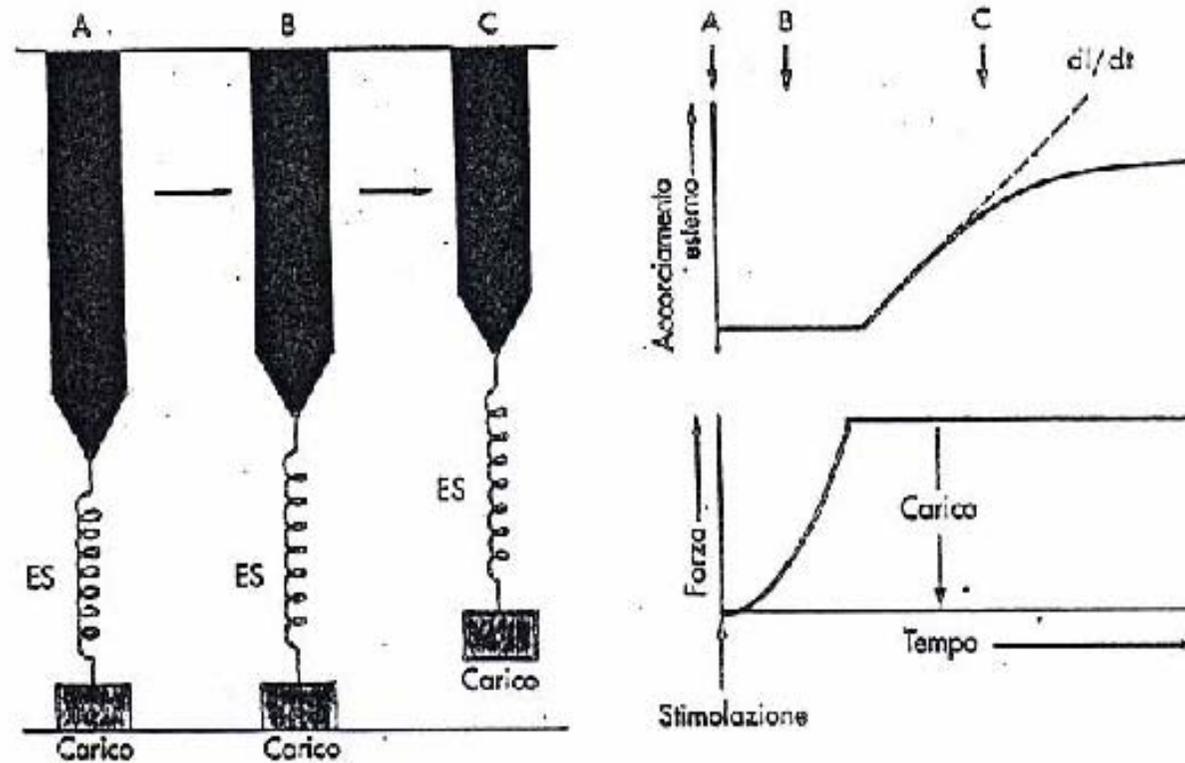
Durata 0.1 sec

Onomatopeicamente rappresentati da:

“DUP”

- Il muscolo trasforma energia chimica in meccanica producendo lavoro esterno, cioè spostamento, quando si accorcia (**contrazione isotonica**) e lavoro interno, cioè tensione, quando rimane a lunghezza costante (**contrazione isometrica**)
- Nella contrazione muscolare finalizzata a spostare un carico (POSTCARICO) si ha:
 - 1) **fase isometrica**, il muscolo sviluppa la tensione necessaria a vincere la forza esercitata dal carico
 - 2) **fase isotonica**, il muscolo si accorcia e sposta il carico

www.fisiokinesiterapia.biz



A, A riposo; **B**, Contrazione isometrica, l'elemento contrattile si contrae con stiramento dell'elemento elastico in serie, non c'è accorciamento esterno ma sviluppo di tensione, il carico non viene spostato. **C**, Contrazione isotonica, quando la forza sviluppata dall'elemento contrattile è in grado di vincere la forza esercitata dal carico, l'elemento contrattile si accorcia e il carico viene sollevato.

Attività meccanica

È scandita da due fasi dinamiche fondamentali:

SISTOLE e **DIASTOLE**

che consentono l'una l'espulsione di sangue dai ventricoli, l'altra il loro successivo riempimento.

Il muscolo cardiaco *si contrae in sistole* e *si rilascia in diastole*.

Queste due fasi costituiscono il **CICLO CARDIACO**

Contrazione e rilassamento del muscolo cardiaco possono essere:



ISOMETRICI

si sviluppa tensione
senza spostamento:

$$L = P \Delta V$$

rendimento = 0



ISOTONICI

si sviluppa tensione
con spostamento:

$$L = P \Delta V$$

rendimento > 0

Fasi meccaniche del ciclo

SISTOLE

Fase 1 contrazione isometrica

Fase 2 contrazione isotonica (lavoro)

DIASTOLE

Fase 3 rilassamento isometrico

Fase 4 rilassamento isotonico (lavoro)

www.fisiokinesiterapia.biz

Il **volume telediastolico** determina quindi la tensione passiva delle fibre miocardiche = **PRECARICO**

La contrazione cardiaca si sviluppa in condizioni isometriche (isovolumetriche) finché non viene raggiunta la tensione (Pressione) sufficiente a vincere il carico applicato al cuore = **POSTCARICO**, rappresentato dalla **pressione arteriosa diastolica**.

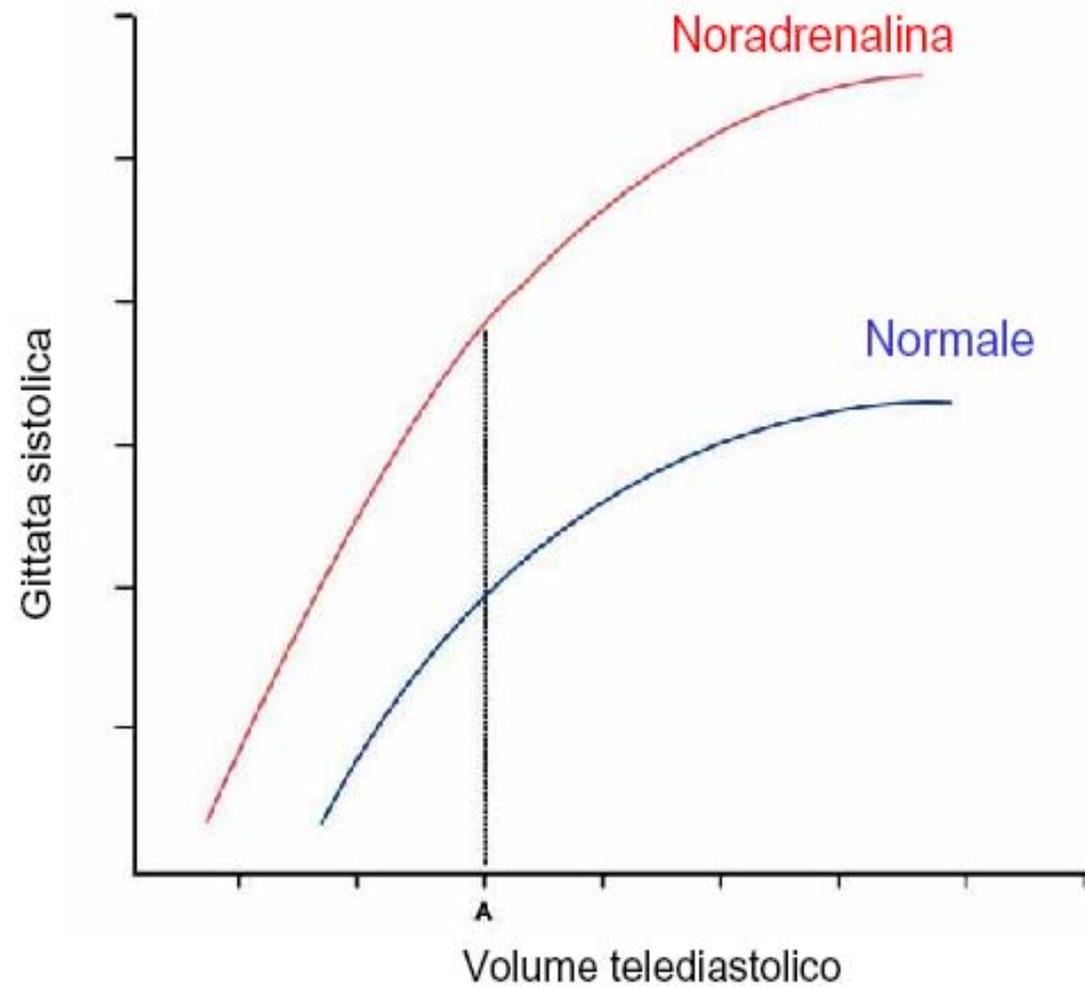
Una volta raggiunta questa tensione, la contrazione diventa isotonica ed è associata ad espulsione del sangue dal ventricolo.

Relazione V/P in condizioni di isometria nel cuore isolato, fu dimostrata da Otto Frank nel 1884 e successivamente enunciata da Starling nel 1918

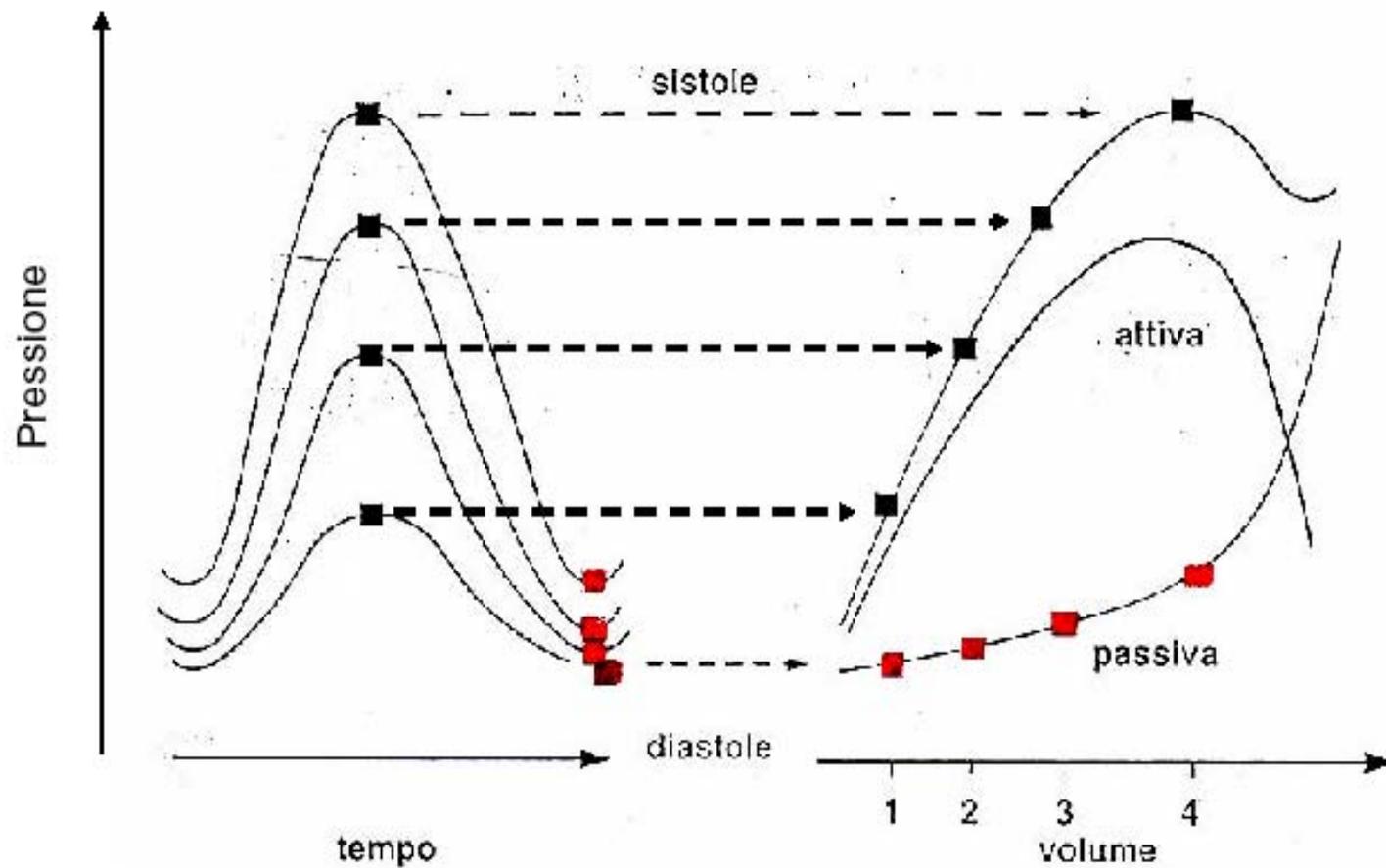
Legge di Frank-Starling o Legge del cuore:

La forza di contrazione sviluppata dalle fibre cardiache durante la sistole e quindi la quantità di sangue espulsa dal ventricolo dipendono dalla lunghezza iniziale delle fibre, cioè dal volume telediastolico.

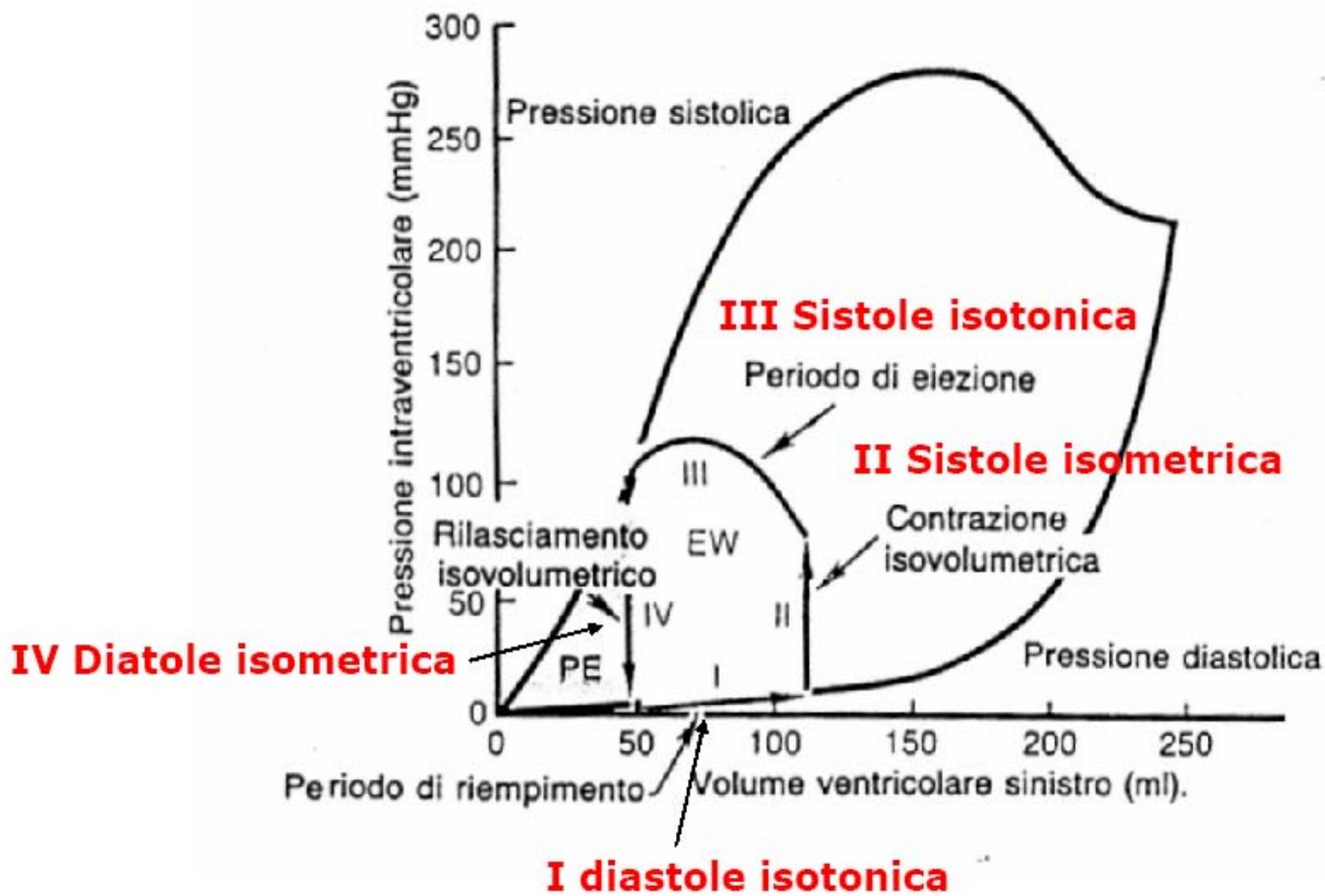
Il volume telediastolico, che dipende dal ritorno venoso, determina la gittata sistolica



Curva di funzionalità cardiaca mette in relazione la Gittata sistolica con il volume telediastolico che dipende dalla pressione nell'atrio destro a sua volta dipendente dal ritorno venoso.



Il maggior riempimento del ventricolo, durante la diastole (maggiore VTD), determina un maggior sviluppo di tensione durante la sistole (maggiore Pressione sistolica)



CICLO CARDIACO (800 ms)

DIASTOLE (circa 500 ms)

Volume telediastolico 120-140 ml

Pressione telediastolica ventricolo Ds 4 mmHg

Pressione telediastolica ventricolo Sn 9 mmHg

SISTOLE (circa 300 ms)

Gittata sistolica 70-90 ml

Volume telesistolico 50 ml

Pressione sistolica ventricolo Sn 80 –120 mmHg

Pressione sistolica ventricolo Ds 8-25 mmHg

In condizioni di riposo la Gittata sistolica ammonta a circa 70-90 ml.

Alla fine della sistole rimane nel ventricolo un volume residuo (Volume telesistolico) di circa 50 ml, che rappresenta una riserva funzionale per il cuore.

La percentuale di Volume telediastolico espulsa come Gittata sistolica prende il nome di:

$$\text{Frazione di eiezione} = (GS/VTD \cdot 100)$$

In condizioni normali la Frazione di eiezione si aggira intorno al 50%-70%

www.fisiokinesiterapia.biz

Quando la P arteriosa supera la Pv, si chiudono le valvole semilunari, inizia la diastole isovolumetrica, diminuisce la Pv senza variazioni del volume

VTS = 70 ml

Quando la Pv supera la P arteriosa diastolica si aprono le valvole semilunari, inizia la sistole isotonica con espulsione di sangue: Gittata sistolica 70 ml

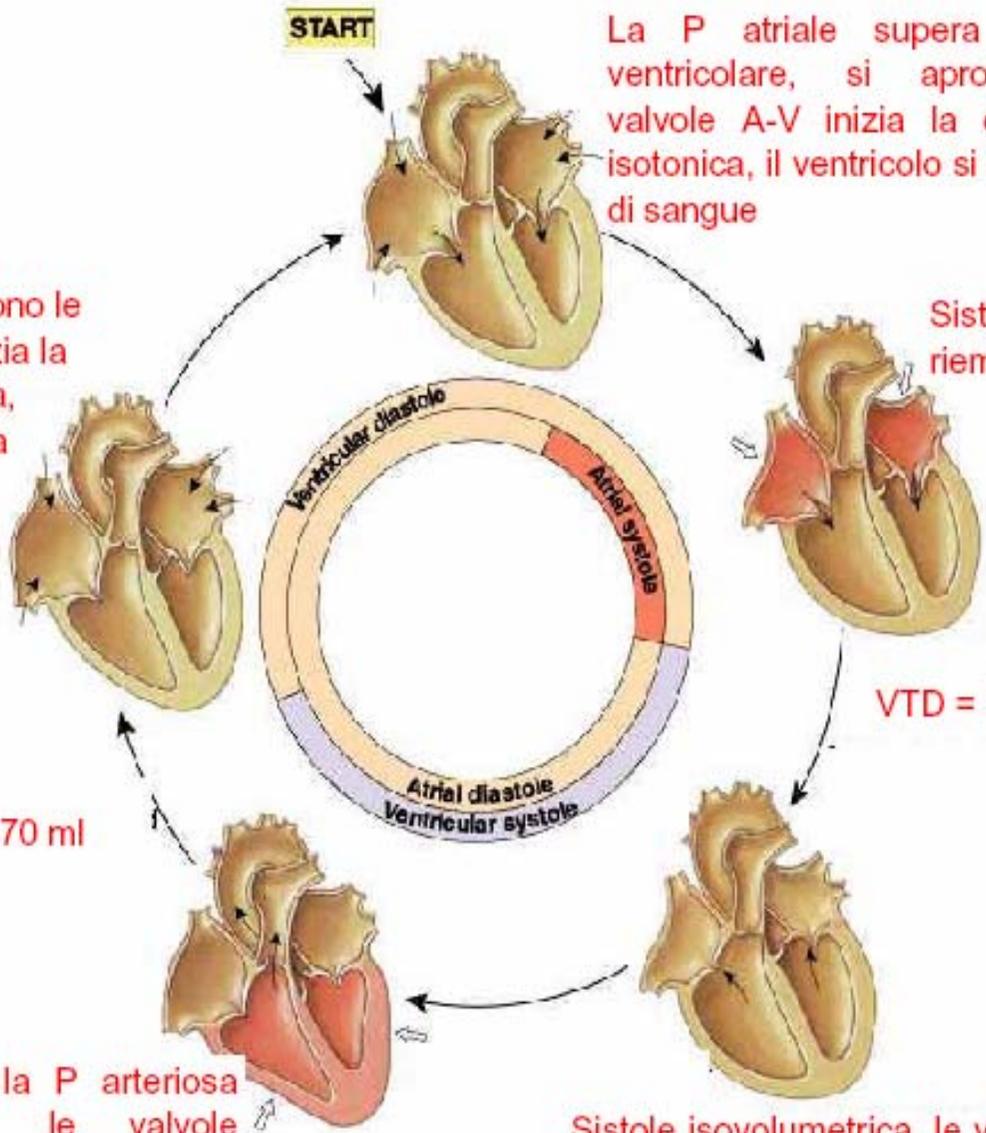
START

La P atriale supera la P ventricolare, si aprono le valvole A-V inizia la diastole isotonica, il ventricolo si riempie di sangue

Sistole atriale, completa il riempimento ventricolare

VTD = 140 ml

Sistole isovolumetrica, le valvole A-V si chiudono, la contrazione ventricolare porta ad aumento della Pv senza variazioni del volume



DIASTOLE ISOVOLUMETRICA (80 ms):

Diminuzione pressione ventricolare senza variazione di volume

- **Valvole semilunari e atrio-ventricolari chiuse**
- **Rilasciamento fibre ventricolari**

DIASTOLE ISOTONICA (450 ms)

Inizia quando la P atriale supera la P ventricolare

PROTODIASTOLE (120 ms)

- Apertura valvole atrio-ventricolari
- Riempimento rapido
- Aumento volume senza variazione di pressione

DIASTASI (220 ms)

- Riempimento lento
- Aumento volume con modesto aumento di pressione

PRESISTOLE (110 ms) sistole atriale, onda P dell'ECG

- Completa riempimento ventricolare (10-25%)
- Aumento pressione atriale (onda a) atrio Ds 6 mmHg, atrio Sn 8 mmHg

SISTOLE ISOVOLUMETRICA (50-60 ms)

Inizia all'apice dell'onda R dell'ECG

L'aumento di P ventricolare determina la chiusura delle valvole atrio-ventricolari (I tono)

- La Pv sale (Sn 80 mmHg, Ds 9 mmHg) senza variazione di volume. Avviene un cambio di conformazione dei ventricoli che tendono ad assumere una forma sferica
- Aumento pressione atrio per spostamento lembi valvolari verso l'alto (onda c)

SISTOLE ISOTONICA (220 ms)

Tensione costante

Quando la Pv supera la Pa diastolica si aprono le valvole semilunari e comincia l'eiezione.

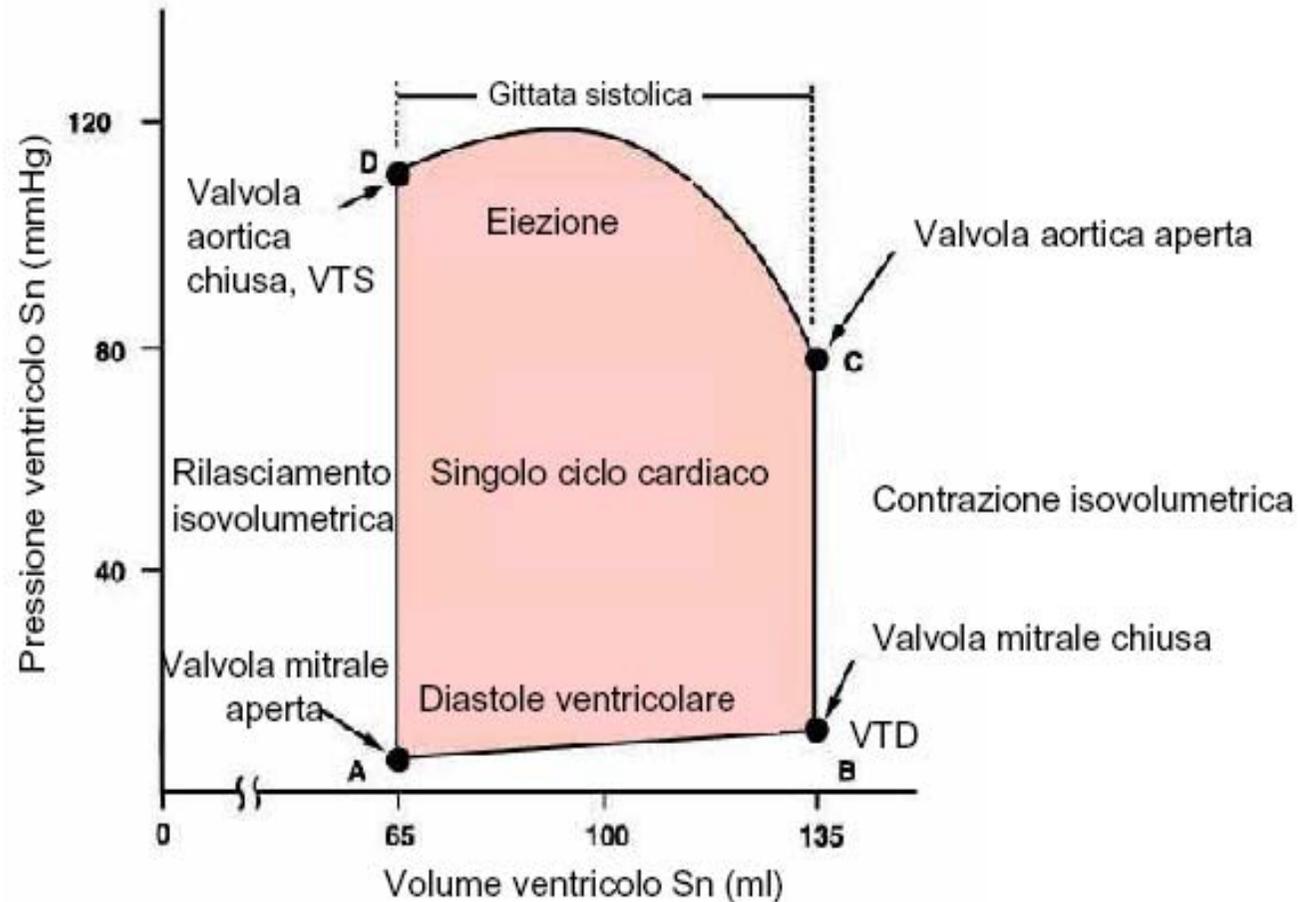
EIEZIONE RAPIDA (90 ms) 70% sangue espulso in arteria

- **Diminuzione volume ventricolo con ulteriore aumento P (Sn 120 mmHg, Ds 25 mmHg) per la legge di Laplace**

EIEZIONE LENTA (130 ms) 30% sangue espulso in arteria

- **L'inizio del rilasciamento delle fibre ventricolari fa sì che Pv scenda al di sotto della Pa**
- **Chiusura valvole semilunari (II tono)**
- **Aumento pressione atrio per contemporaneo riempimento (onda v)**

ANDAMENTO V-P DURANTE IL CICLO CARDIACO



A - B, Riempimento passivo e contrazione atriale

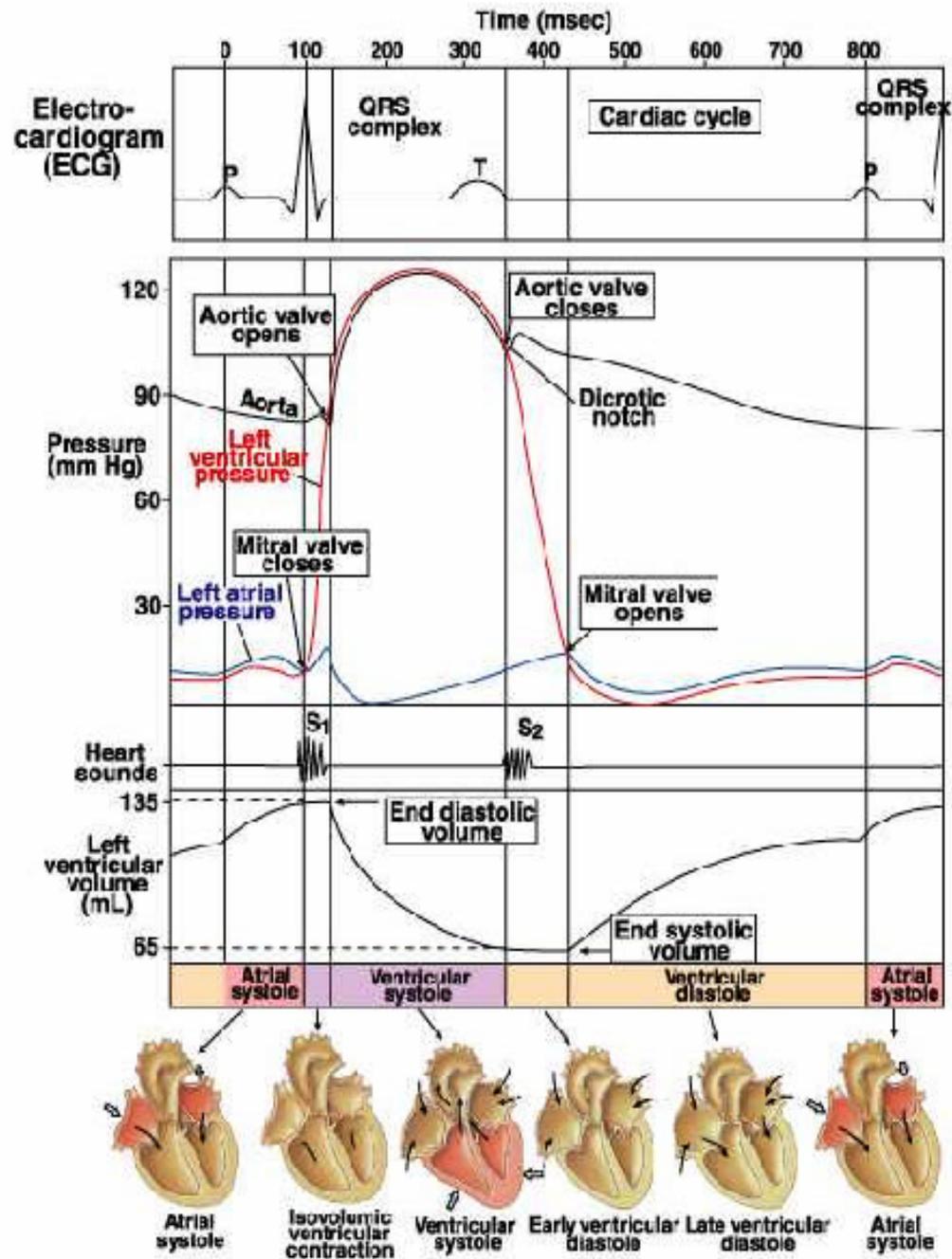
B - C, Sistole isovolumetrica

C - D, Sistole isotonica, Espulsione del sangue in aorta

D - A, Rilasciamento isovolumetrico

Ciclo cardiaco

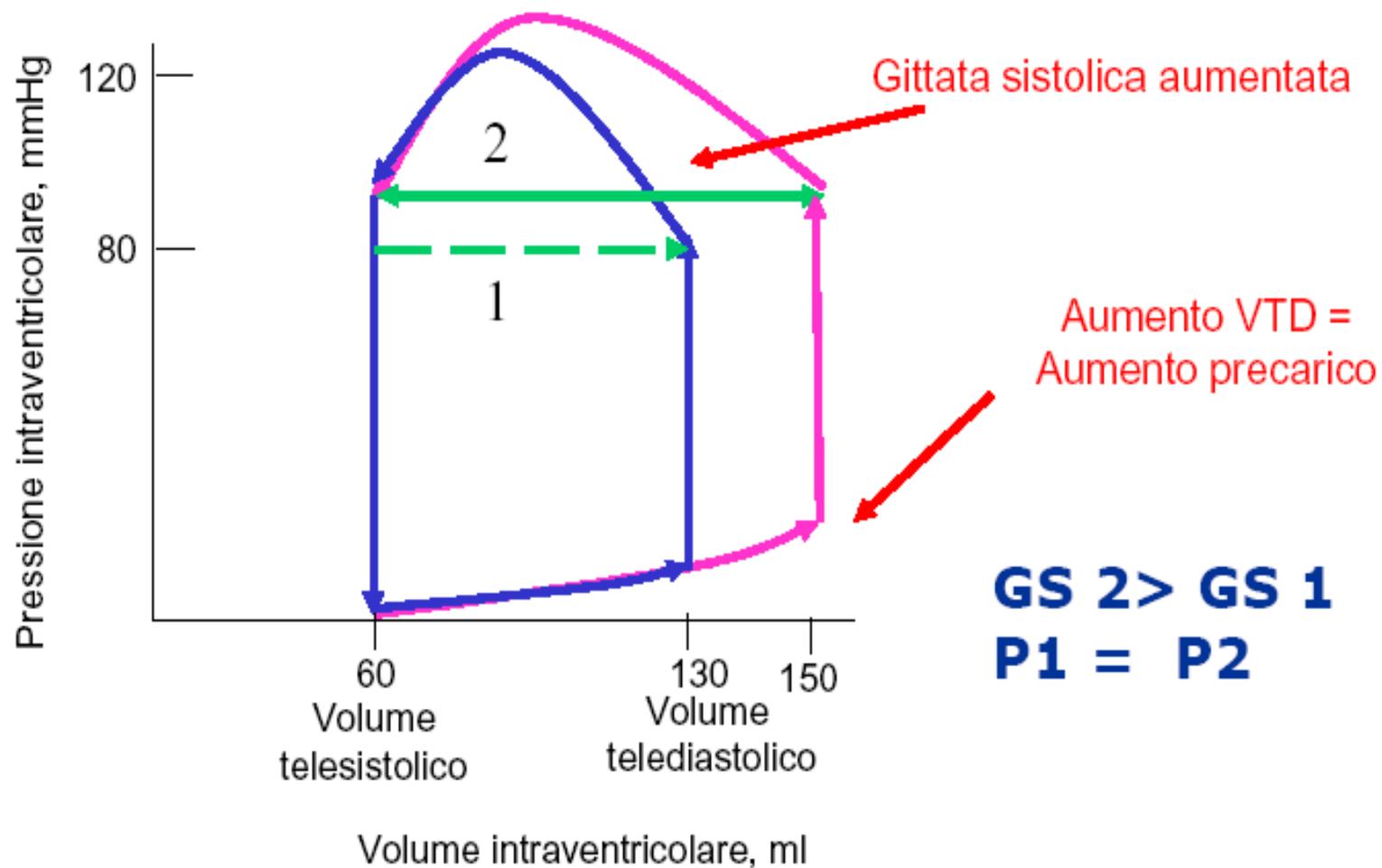
1. Cosa accade durante la diastole isotonica?
 2. Cosa accade durante la sistole isovolumetrica?
 3. Cosa accade durante la sistole isotonica?
 4. Cosa accade durante la diastole isovolumetrica?
1. Riempimento passivo, contrazione atriale, valvole A-V aperte, \uparrow volume non di pressione.
 2. Contrazione senza accorciamento, tutte le valvole chiuse, \uparrow di pressione non di volume.
 3. Apertura delle valvole semilunari, gittata.
 4. Rilasciamento senza \uparrow di volume, tutte le valvole chiuse.



Da: Silverthorn Fisiologia

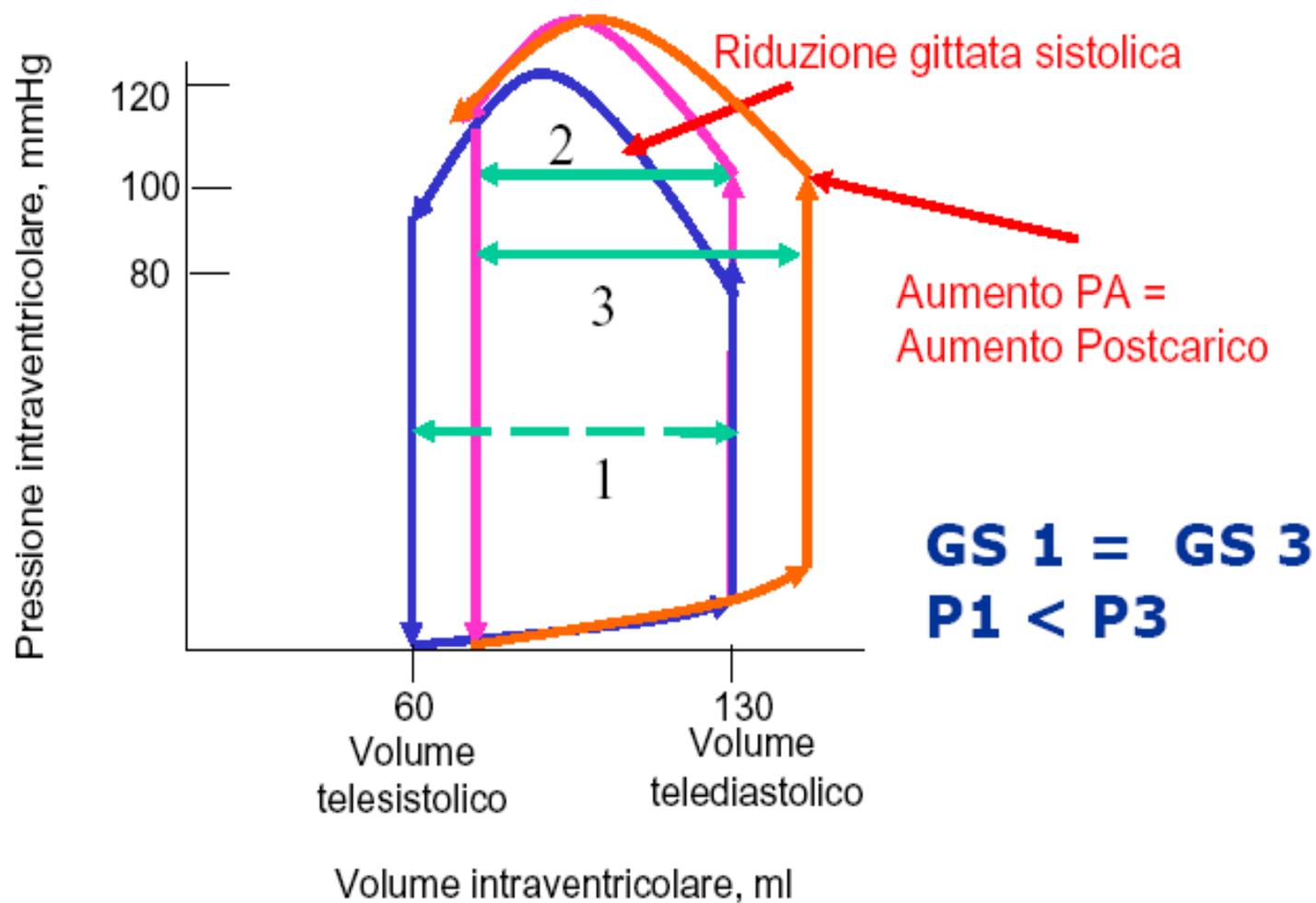
ADATTAMENTO AD UN CARICO ACUTO DI VOLUME

Variazione del precarico

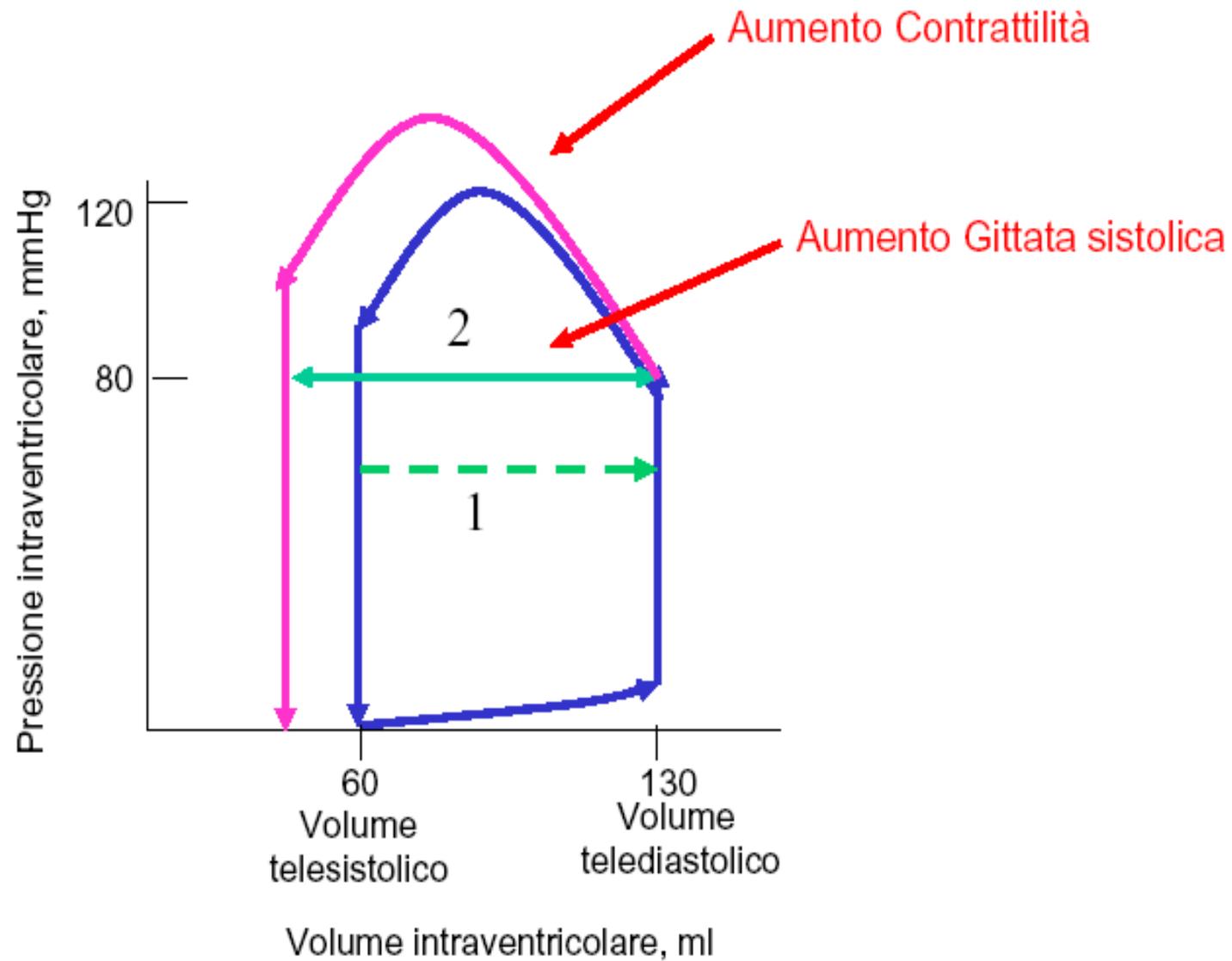


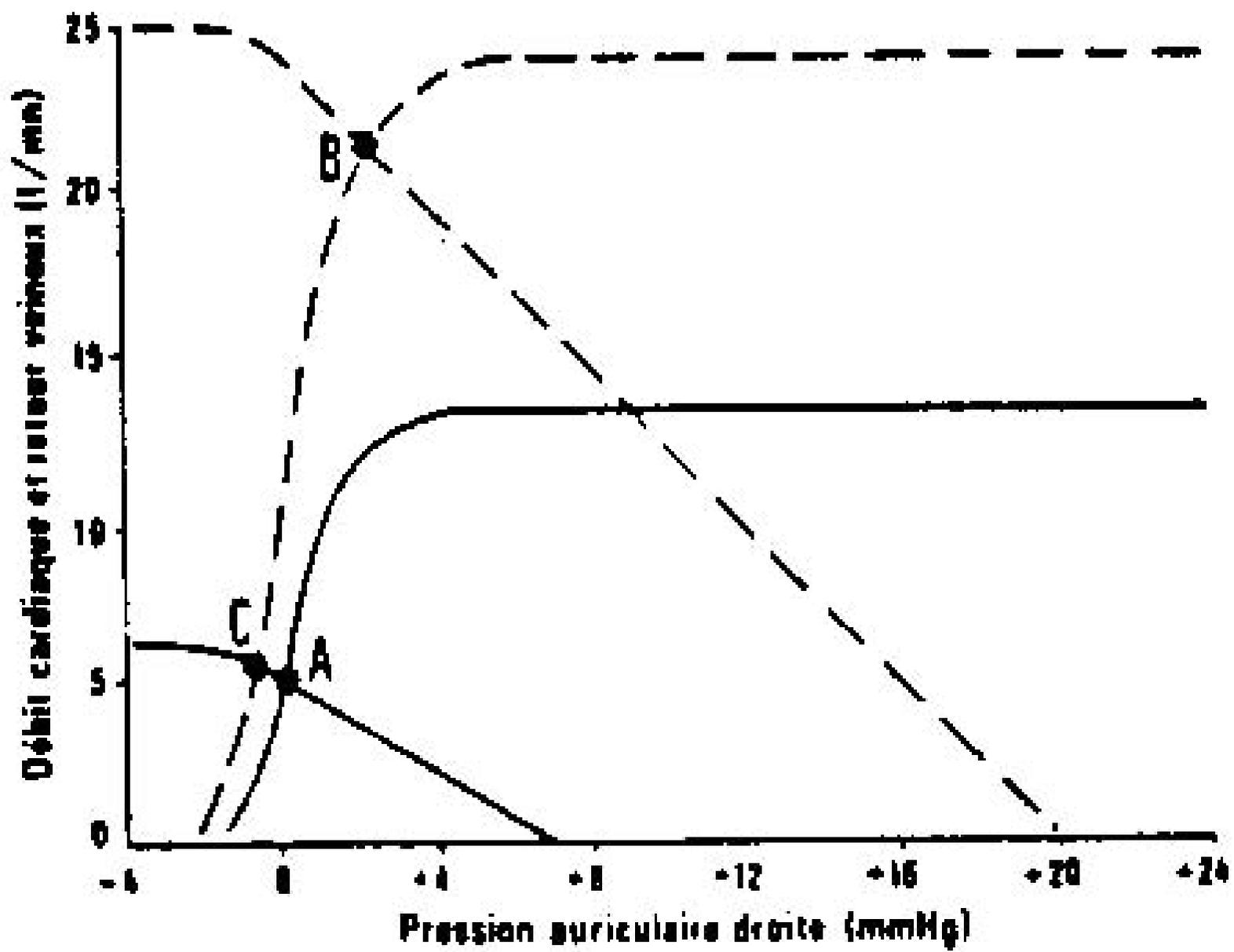
ADATTAMENTO AD UN CARICO ACUTO DI PRESSIONE

Variazione del post-carico



EFFETTO INOTROPO POSITIVO





Asincronia tra cuore Ds e Sn

La sistole isovolumetrica del ventricolo Ds inizia dopo quella del Sn, ma ha una durata minore a causa della minore Pressione che deve sviluppare il ventricolo Ds rispetto al Sn. La fase di eiezione del ventricolare Ds inizia quindi prima di quella del Sn.