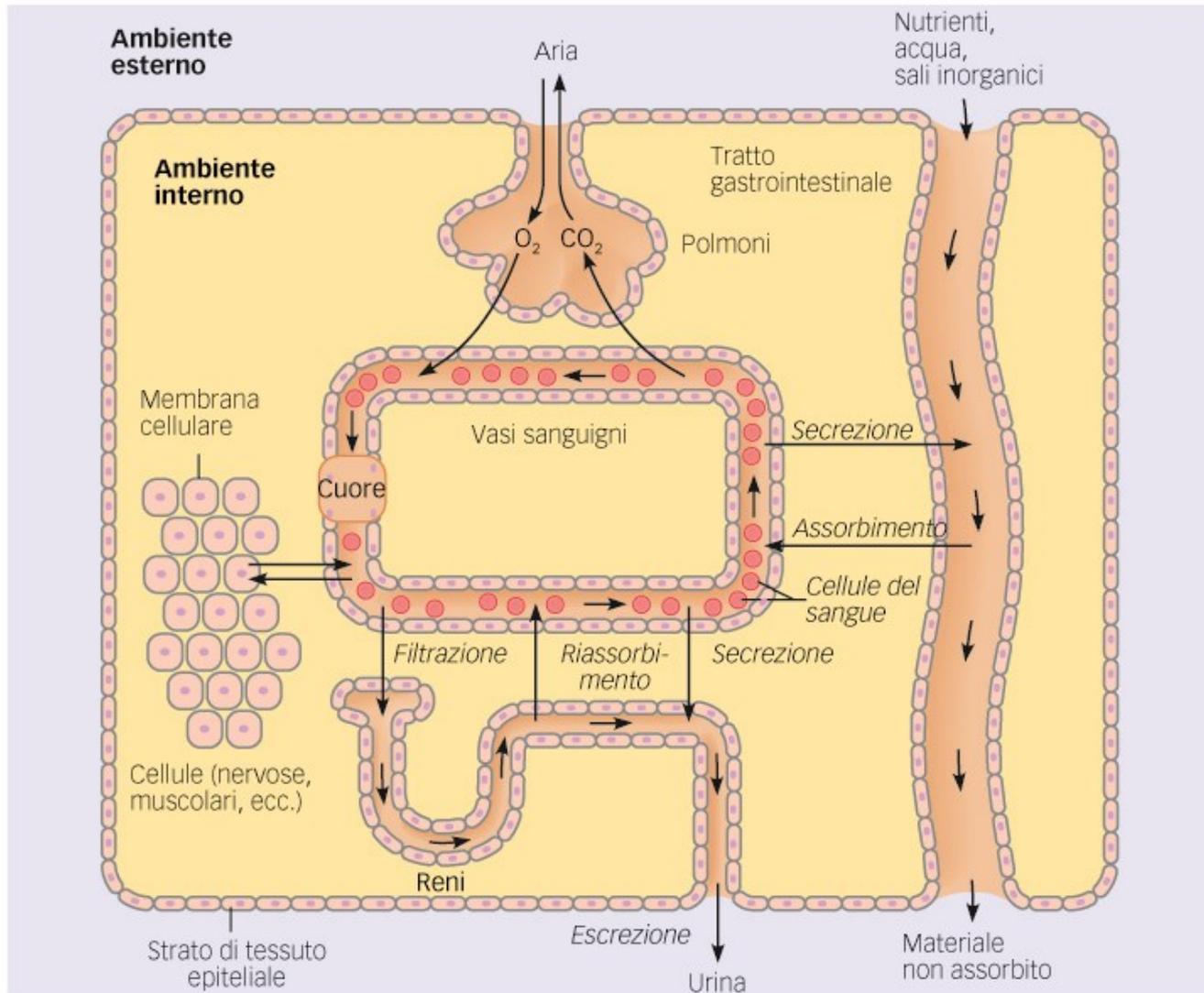


# **SISTEMA CARDIOCIRCOLATORIO CUORE 1**

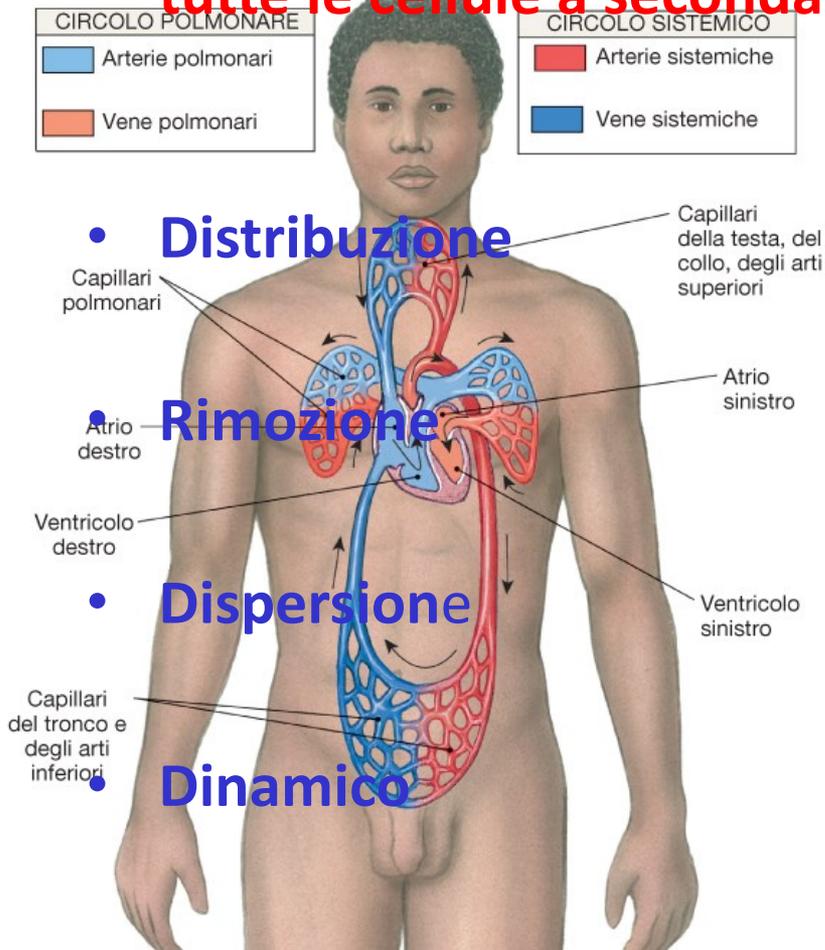
**Canale A-L FARMACIA  
Prof. Flavia Trettel**

**Tutti i diritti relativi al materiale didattico (reso disponibile nel sito del corso) ed al suo contenuto sono riservati a Sapienza e ai suoi autori (o docenti che lo hanno prodotto). È consentito l'uso personale dello stesso da parte dello studente a fini di studio. Ne è vietata nel modo più assoluto la diffusione, duplicazione, cessione, trasmissione, distribuzione a terzi o al pubblico pena le sanzioni applicabili per legge.**



# SISTEMA CARDIOVASCOLARE

- Garantire un'adeguata perfusione a tutti i tessuti dell'organismo e quindi il trasporto di sostanze da e verso tutte le cellule a seconda le necessità



**Tabella 14.1** Trasporto nel sistema cardiovascolare

Materiale trasportato	Da	A
<b>Sostanze che entrano nell'organismo</b>		
Ossigeno	Polmoni	Tutte le cellule
Nutrienti e acqua	Tratto intestinale	Tutte le cellule
<b>Sostanze che si spostano da cellula a cellula</b>		
Prodotti di scarto	Alcune cellule	Fegato per essere metabolizzati
Cellule del sistema immunitario, anticorpi, proteine per la coagulazione	Presenti continuamente nel circolo	Disponibili per ogni cellula che ne ha bisogno
Ormoni	Cellule endocrine	Cellule bersaglio
Nutrienti immagazzinati	Fegato e tessuto adiposo	Tutte le cellule
<b>Sostanze che lasciano l'organismo</b>		
Prodotti di scarto	Tutte le cellule	Reni
Calore	Tutte le cellule	Cute
Anidride carbonica	Tutte le cellule	Polmoni

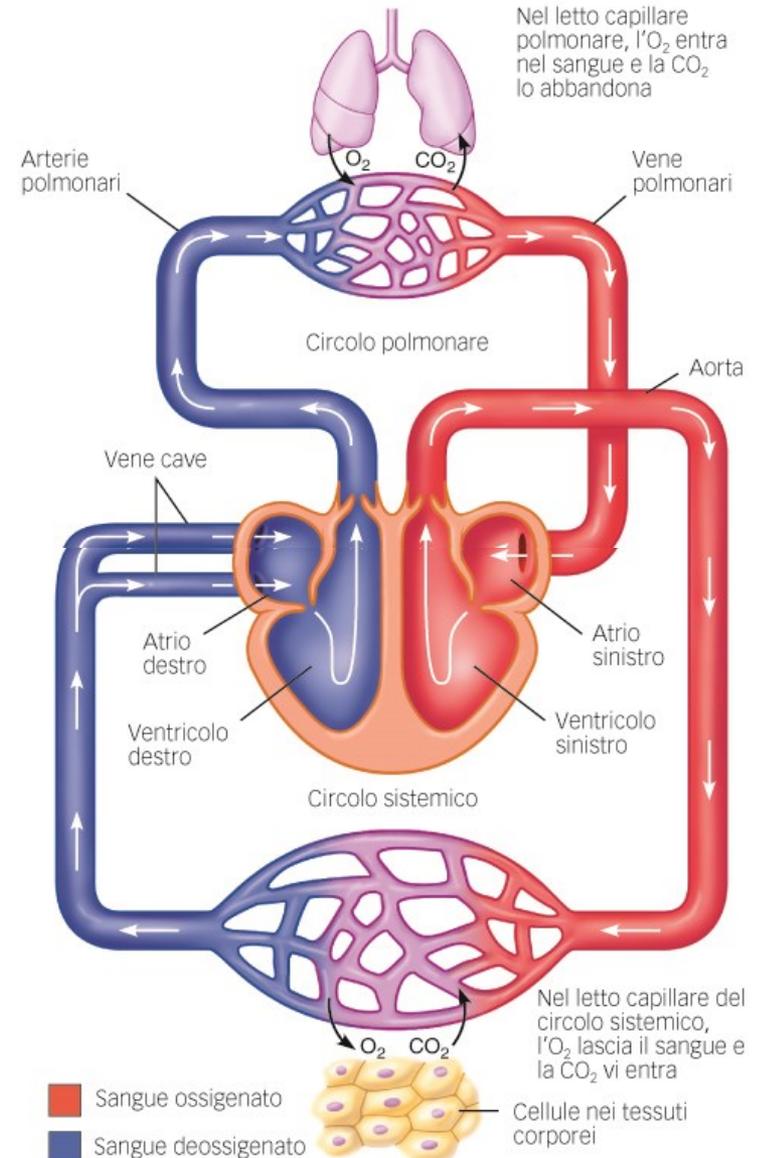
# SISTEMA CARDIOVASCOLARE

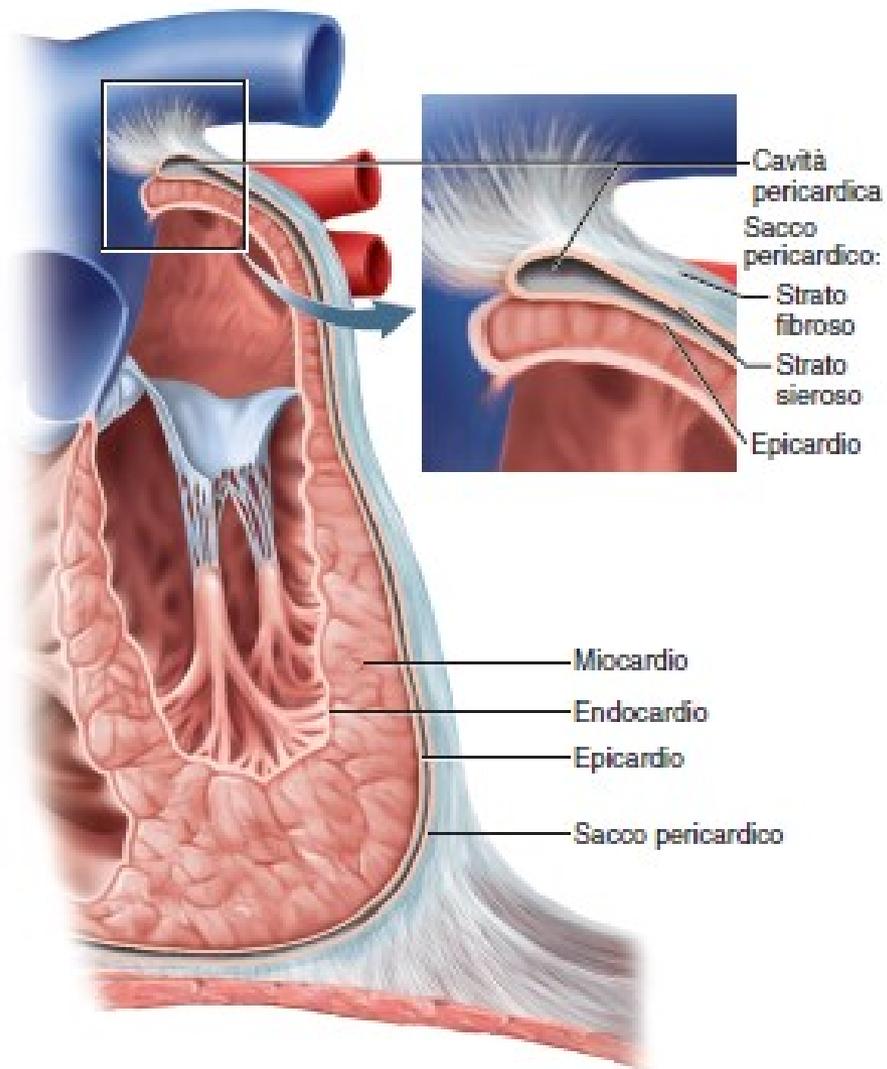
## Circolazione polmonare:

provvede allo scambio di ossigeno e anidride carbonica fra il sangue e l'aria alveolare

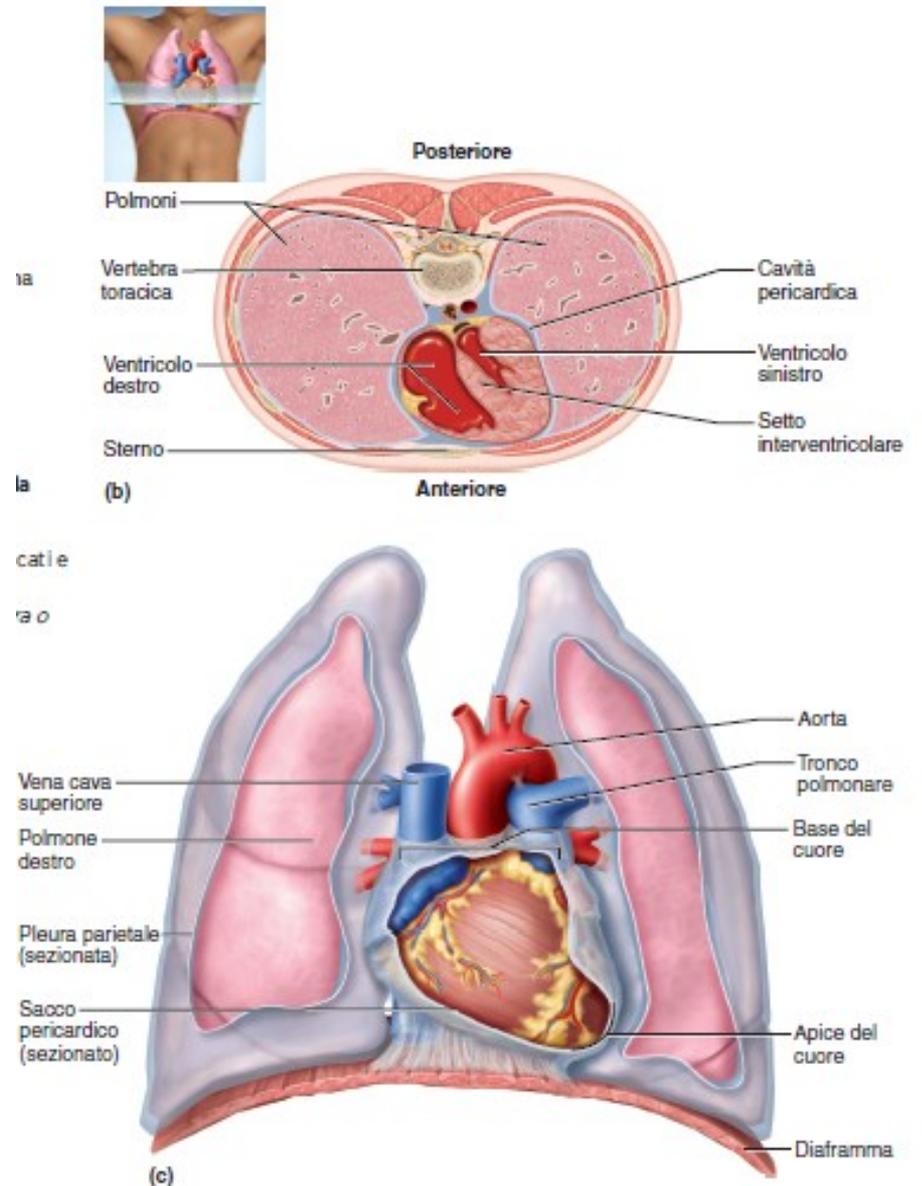
**Circolazione sistemica:** rifornisce i tessuti del corpo dove avviene lo scambio di nutrienti e di prodotti del metabolismo

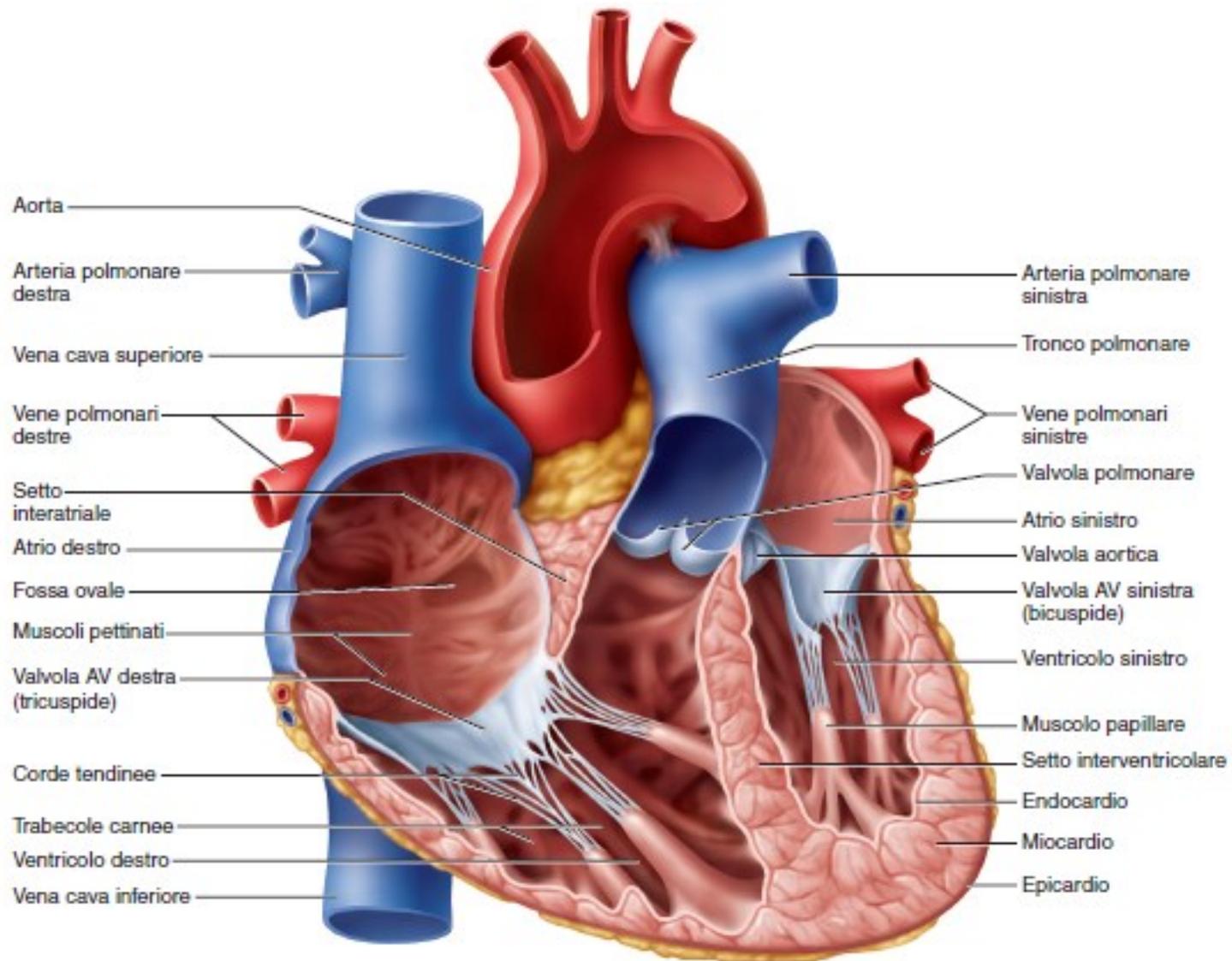
**Il cuore è una DOPPIA POMPA:** anche se è un organo singolo, il lato destro e il lato sinistro del cuore funzionano come due pompe separate



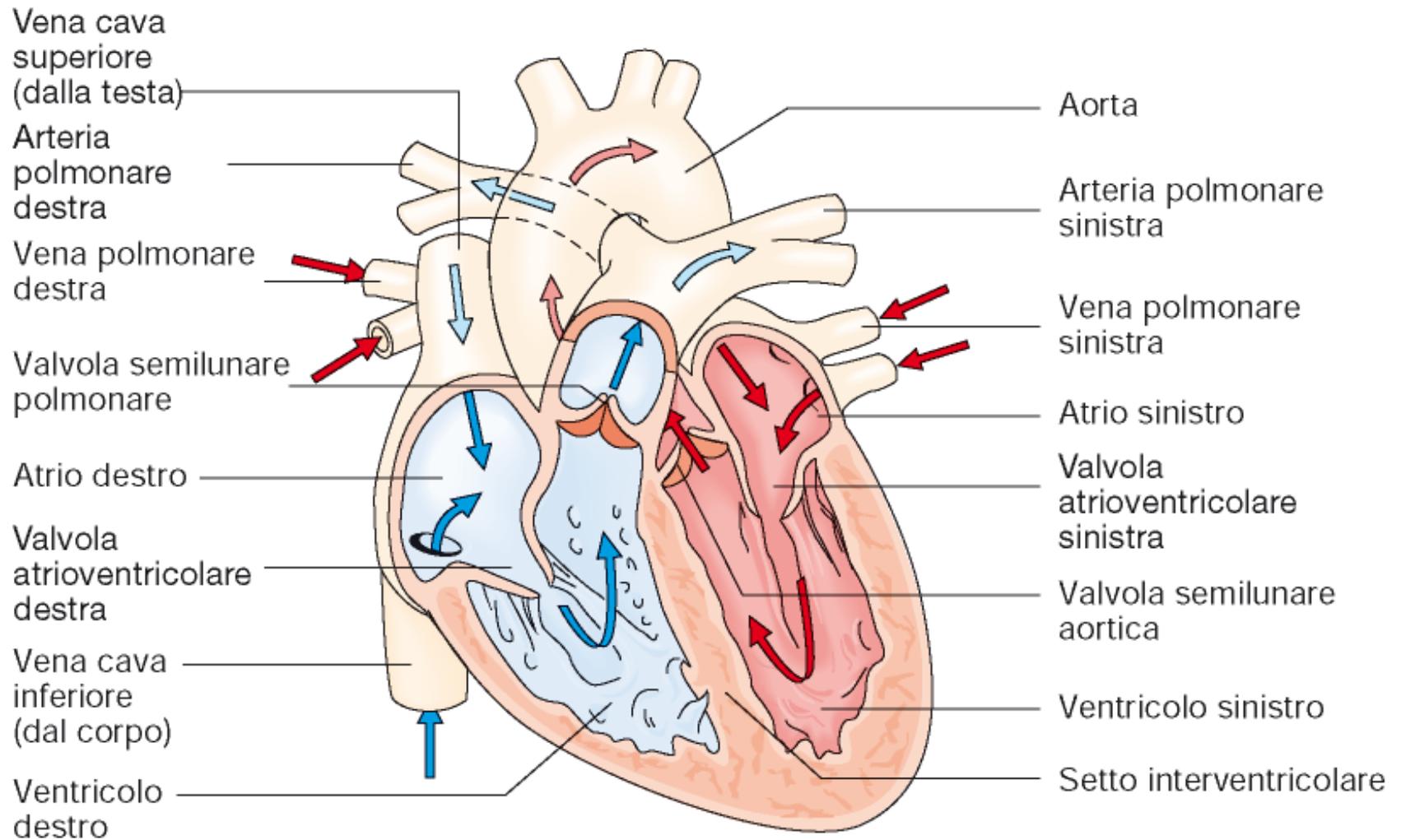


**FIGURA 19.3** Il pericardio e la parete del cuore. Il riquadro mostra gli strati della parete del cuore in rapporto al pericardio.





**A 19.7** Conformazione interna del cuore. Visione anteriore.

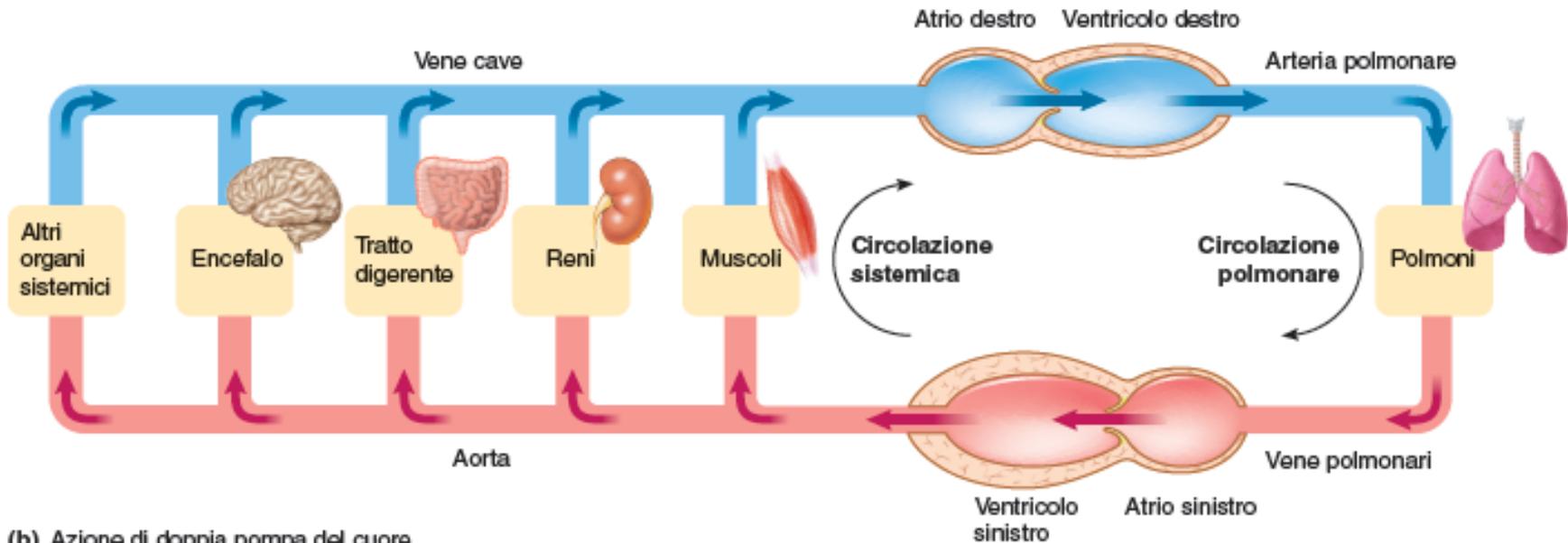


- Sangue ricco di O<sub>2</sub>
- Sangue povero di O<sub>2</sub>

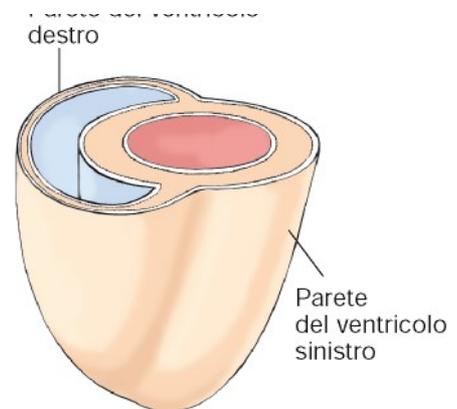
(Le frecce indicano il verso del flusso sanguigno.)

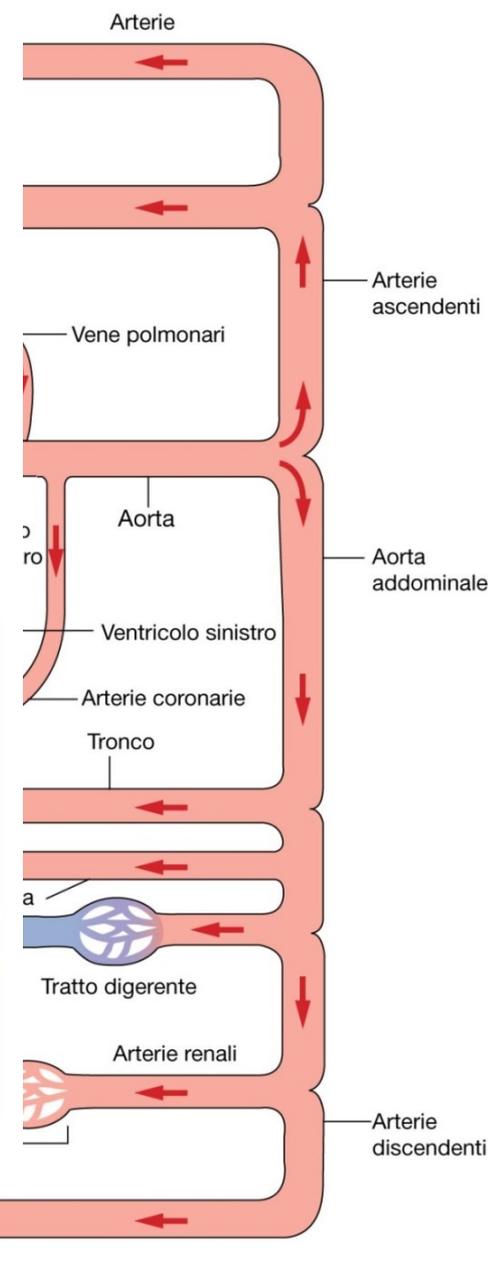
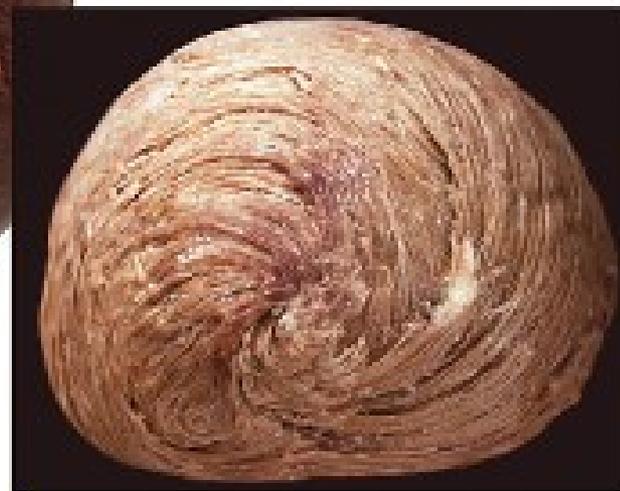
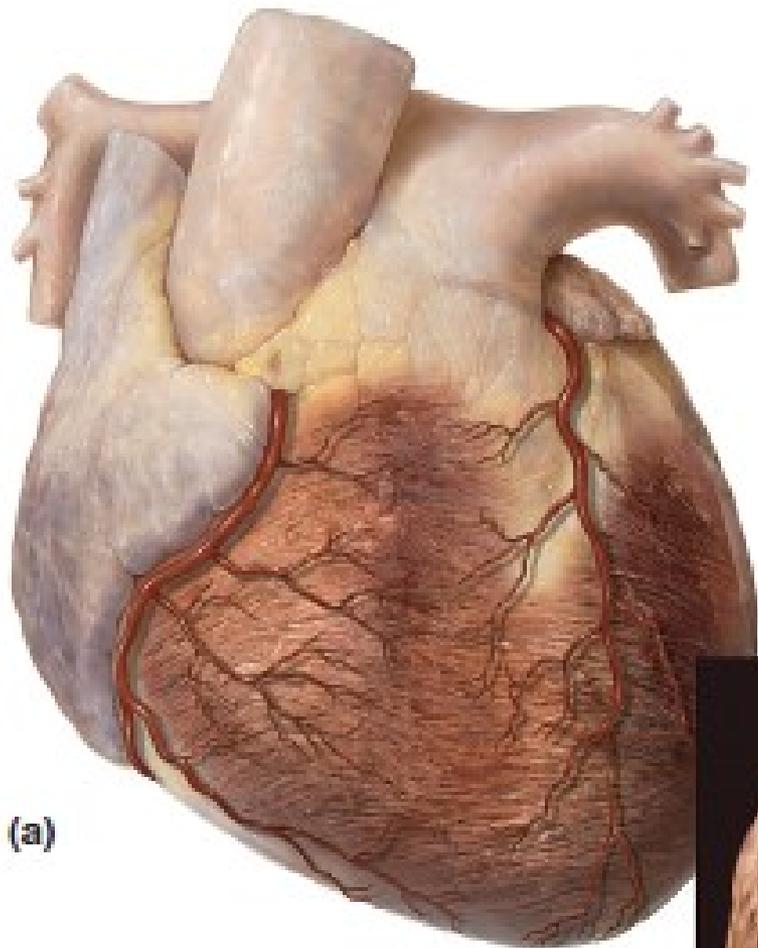
**(a)**

Circolazione polmonare: in serie: tutto il sangue fluisce attraverso i polmoni

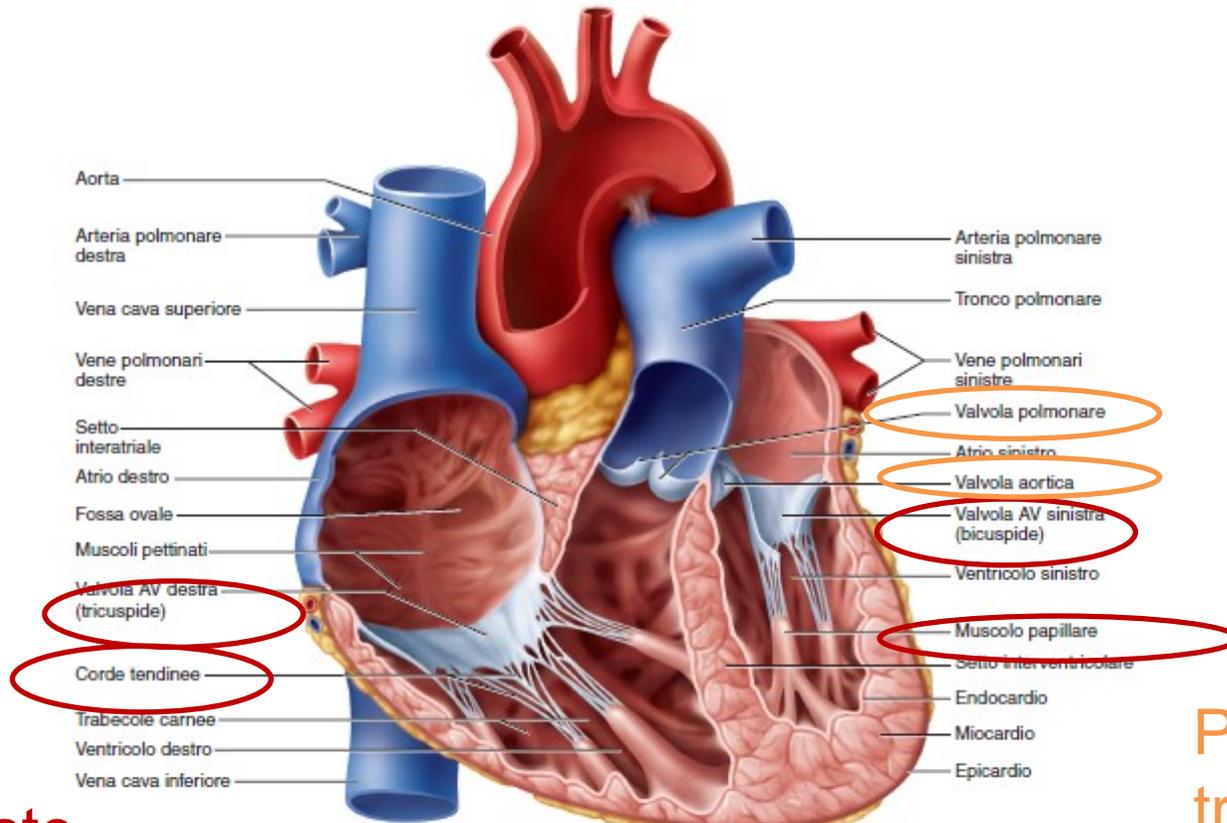


Circolazione sistemica: in parallelo, solo parte del sangue fluisce in determinato organo



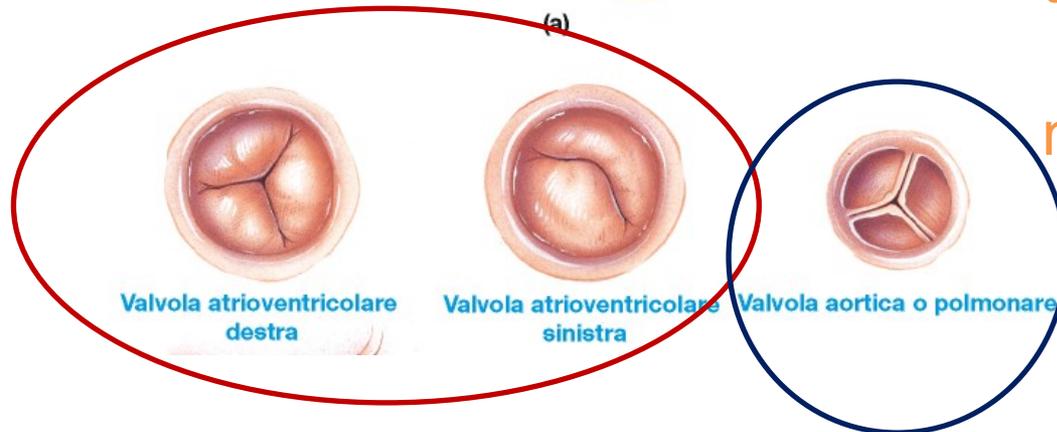


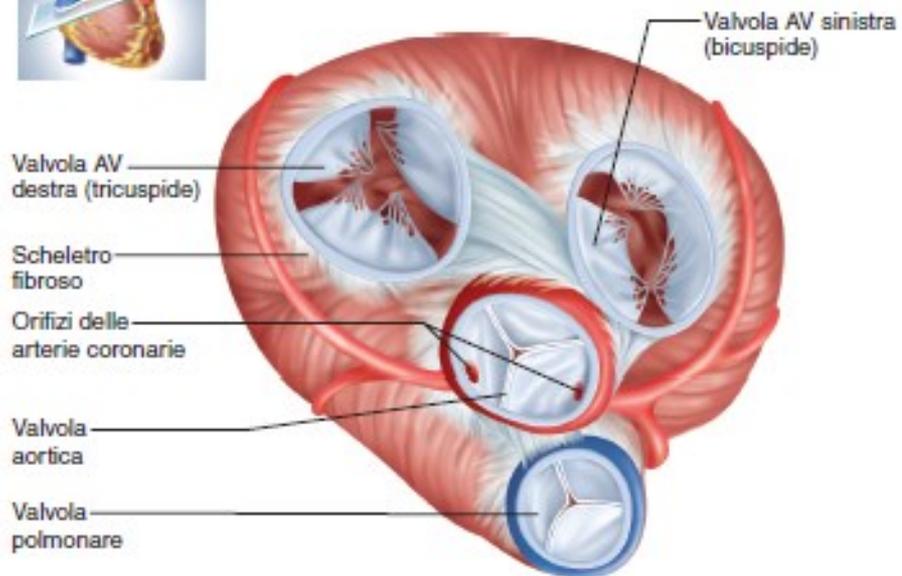
# Valvole cardiache: garantire flusso unidirezionale



Posizionate  
tra atri e  
ventricoli

Posizionate  
tra ventricolo  
e arterie  
maggiori

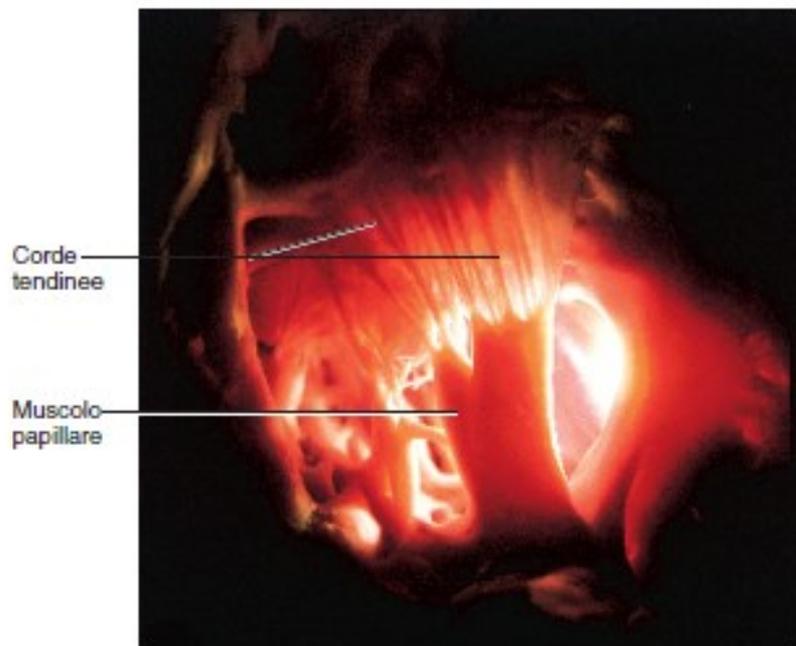




(a)



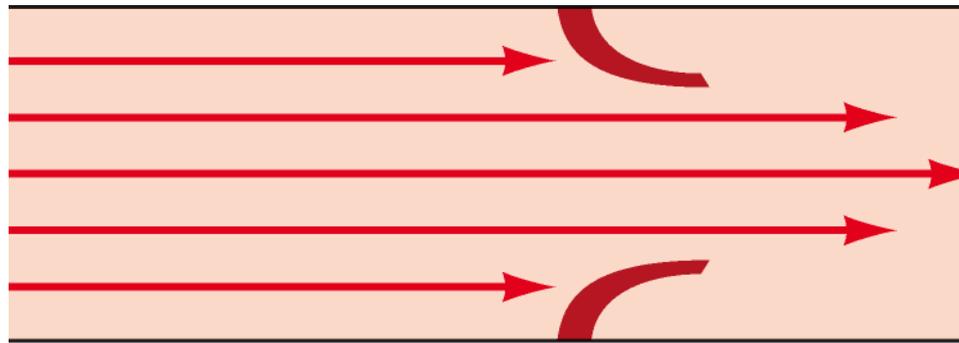
(b)



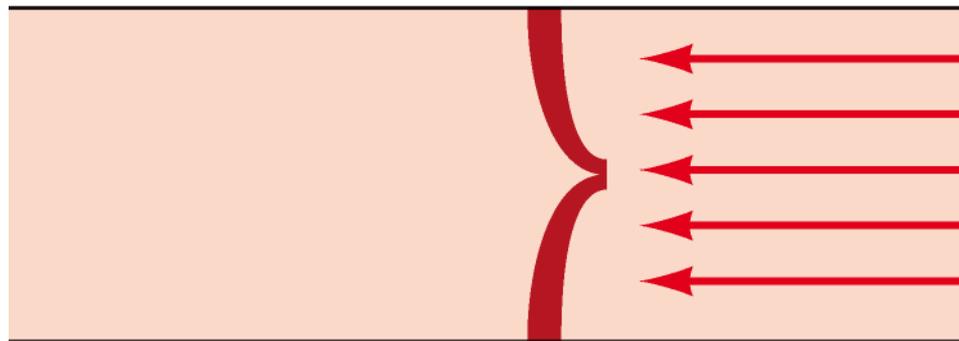
(c)

# Valvole cardiache: garantire flusso unidirezionale

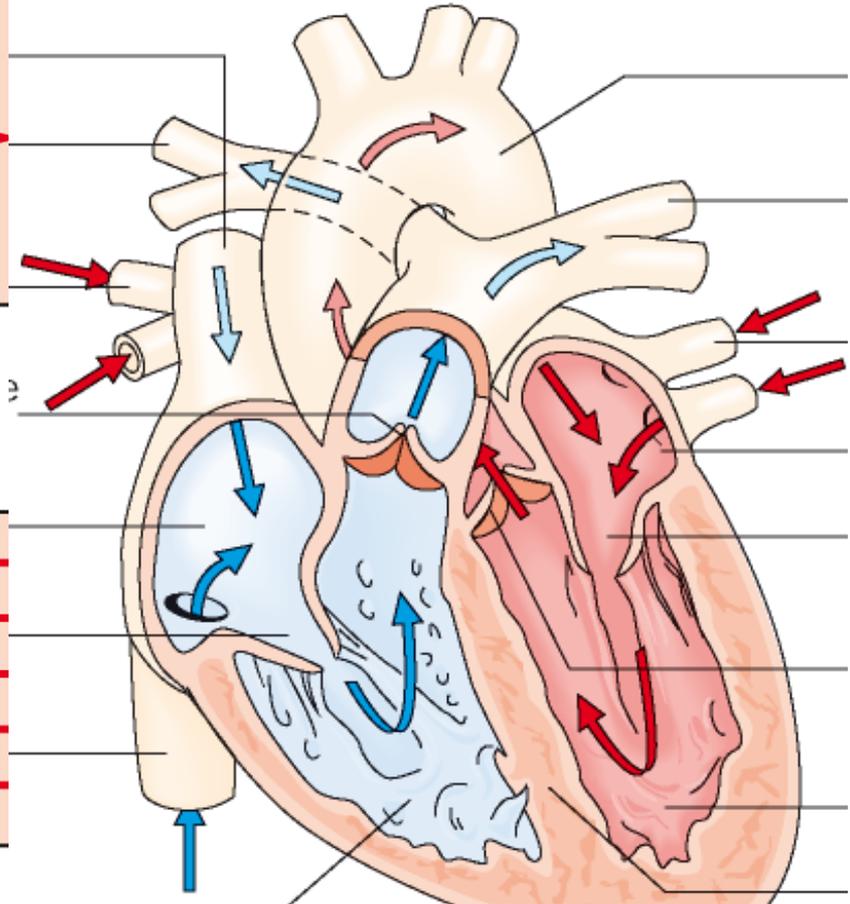
Le valvole cardiache azionate dalla pressione assicurano la giusta direzione del flusso



Valvola aperta

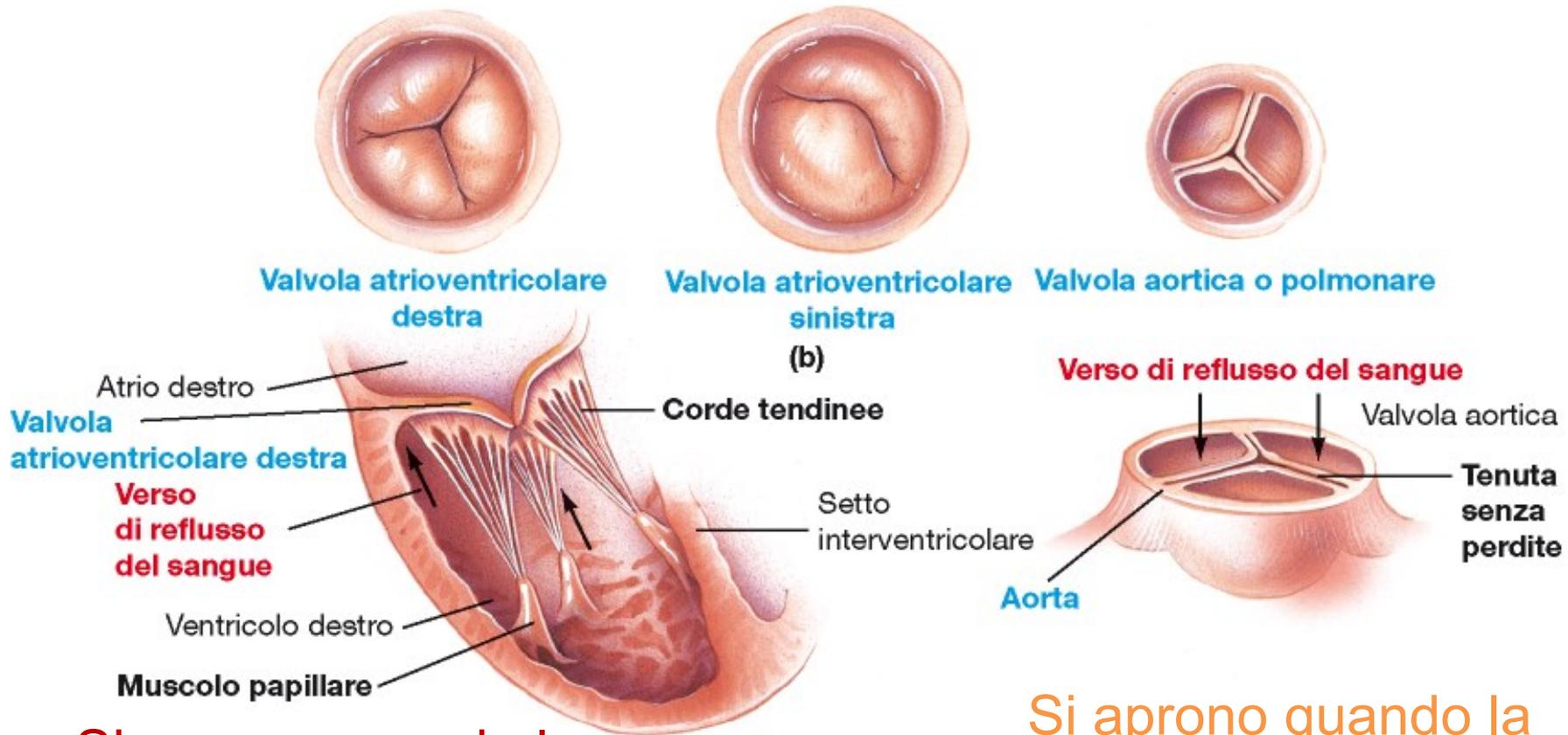


Valvola chiusa; non si apre nel verso opposto



nel verso opposto cioè è una valvola unidirezionale.

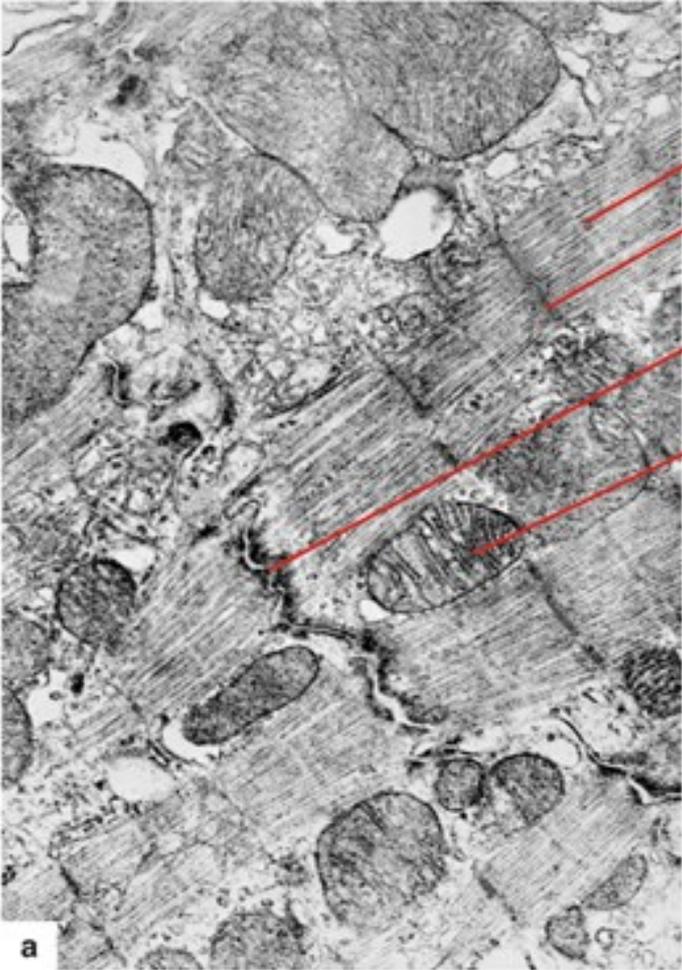
# Valvole cardiache



Si aprono quando la pressione atriale supera quella ventricolare, ma non permettono reflusso

Si aprono quando la pressione ventricolare supera quella delle arterie

# MUSCOLO CARDIACO



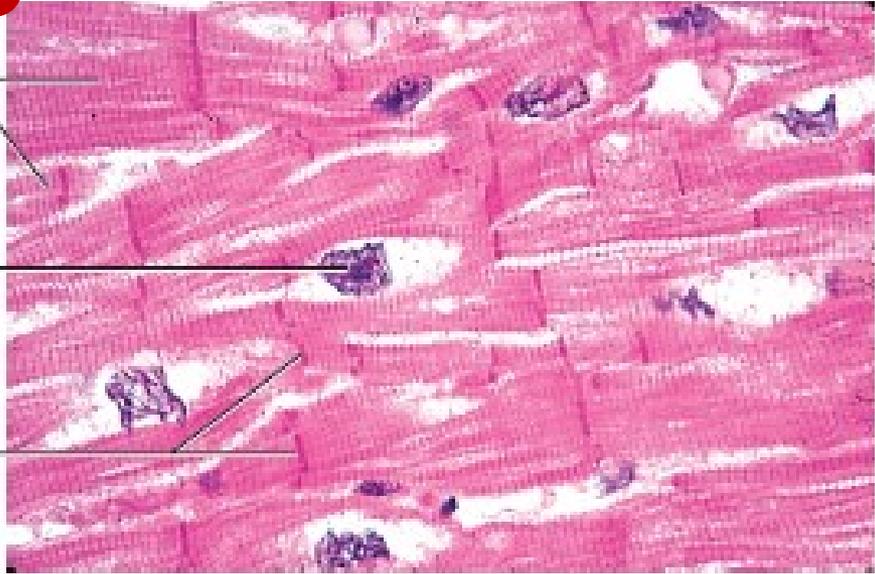
Striature

Miofilamenti

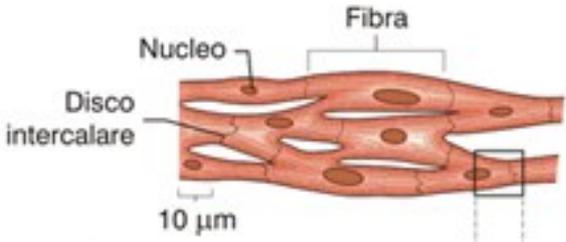
Linea Z

Disco intercalare

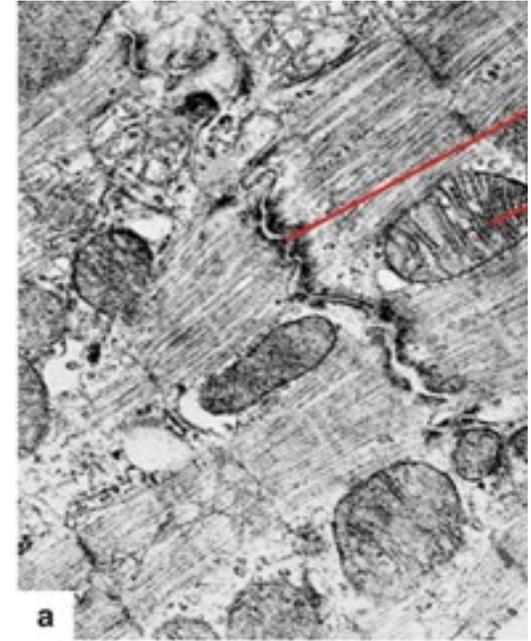
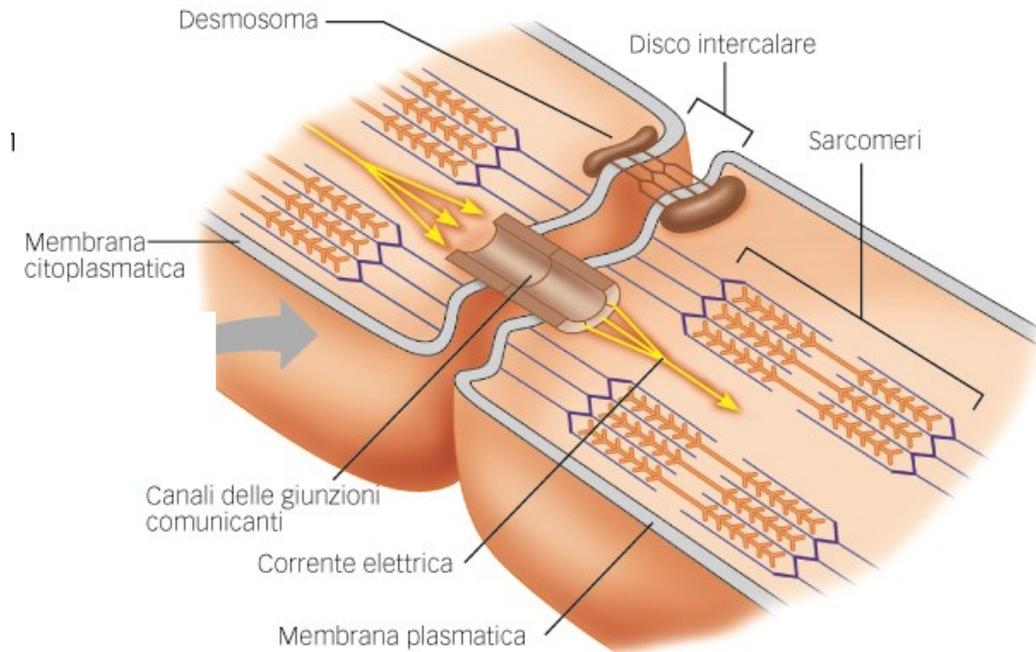
Mitocondrio



Fibre striate ramificate e mononucleate



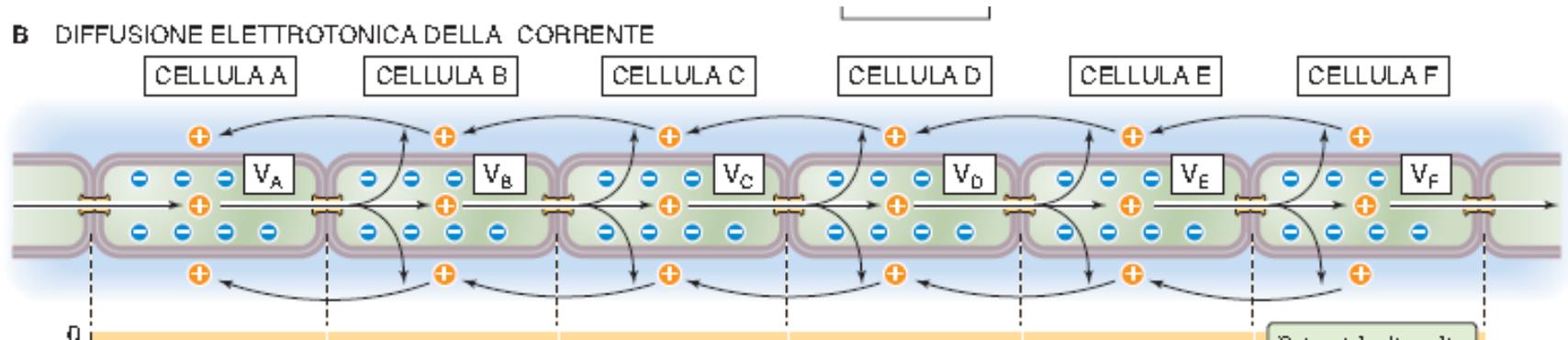
# MUSCOLO CARDIACO



Le cellule muscolari cardiache adiacenti sono unite da DISCHI INTERCALARI che contengono 2 tipi di giunzioni specializzate:

1. I **DESMOSOMI** che tengono unite le cellule
2. Le **GIUNZIONI COMUNICANTI** che permettono il passaggio di ioni da un cellula all'altra: accoppiamento elettrico

Si forma quindi un **SINCIZIO FUNZIONALE** (uno per ogni camera cardiaca)



Il potenziale di azione si propaga da una cellula all'altra  
 senza difficoltà, permettendo al **miocardio** di funzionare come un **sincizio funzionale**

# **fibre cardiache contrattili di lavoro**

Le cellule muscolari cardiache sono connesse :  
sincizio con giunzioni elettriche e meccaniche

Contrazione sincrona

## **Alcune differenze con il muscolo scheletrico:**

Cellule muscolari più' piccole

RS meno denso e sviluppato

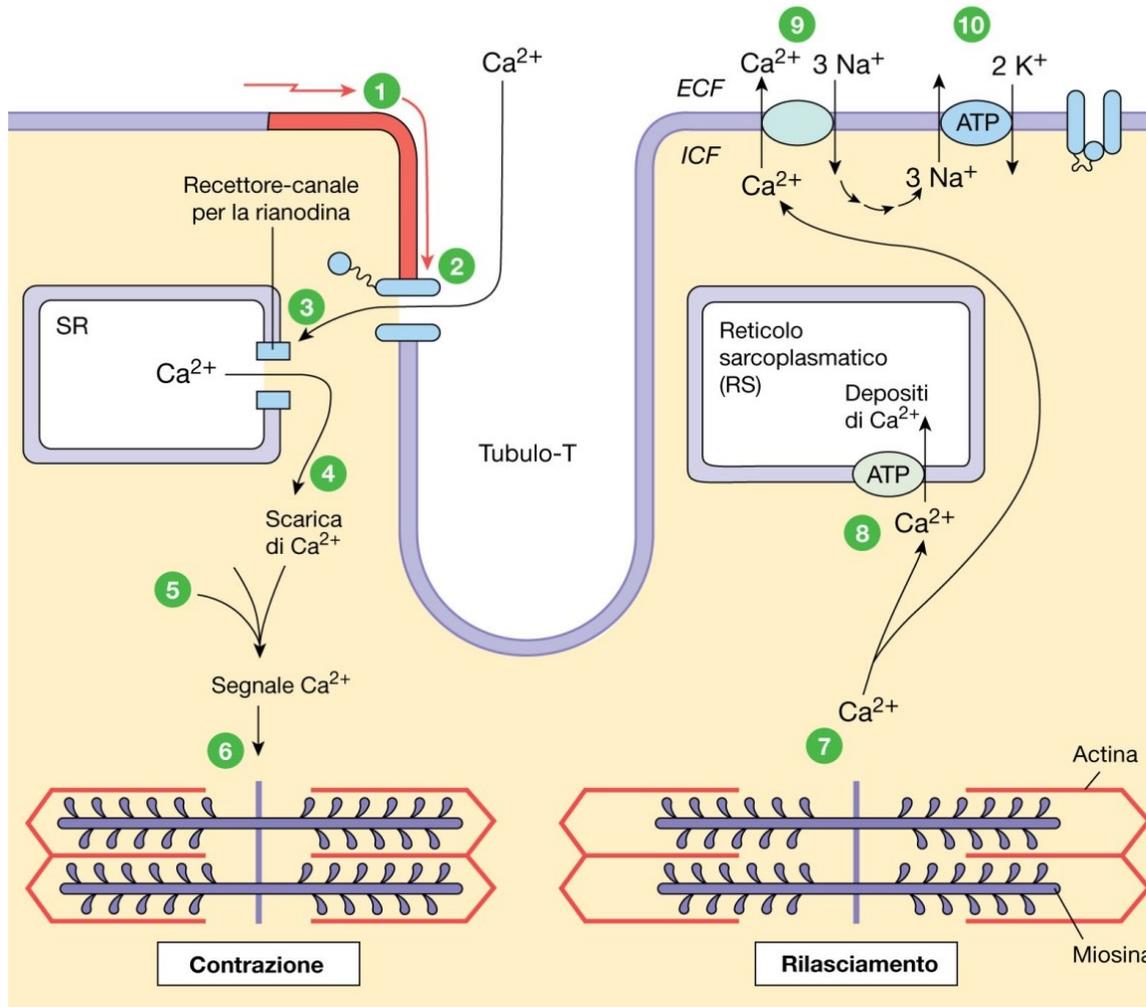
Tubuli T connessi con una sola cisterna RS

Meccanismo di rilascio del  $\text{Ca}^{2+}$  dal RS diverso

Più mitocondri, metabolismo aerobico

No unità motrici reclutate in modo indipendente

# MECCANICA DI CONTRAZIONE



- 1 Un potenziale d'azione invade la membrana cellulare provenendo da una cellula adiacente.
- 2 I canali voltaggio-dipendenti per il  $\text{Ca}^{2+}$  si aprono. Il  $\text{Ca}^{2+}$  entra nella cellula.
- 3 L'ingresso di  $\text{Ca}^{2+}$  innesca il rilascio di altro  $\text{Ca}^{2+}$  dal reticolo sarcoplasmatico attraverso i recettori-canali della rianodina (RyR).
- 4 Il rilascio localizzato di calcio provoca la «scarica» di  $\text{Ca}^{2+}$ .
- 5 Le scariche di  $\text{Ca}^{2+}$  si sommano per produrre un segnale di  $\text{Ca}^{2+}$ .
- 6 Gli ioni calcio si legano alla troponina e inizia la contrazione.
- 7 Il rilasciamento si verifica quando il  $\text{Ca}^{2+}$  si stacca dalla troponina.
- 8 Il  $\text{Ca}^{2+}$  viene pompato nel reticolo sarcoplasmatico dove viene accumulato.
- 9 Il  $\text{Ca}^{2+}$  viene scambiato con il  $\text{Na}^+$ .
- 10 Il gradiente del  $\text{Na}^+$  è mantenuto dalla  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPasi.

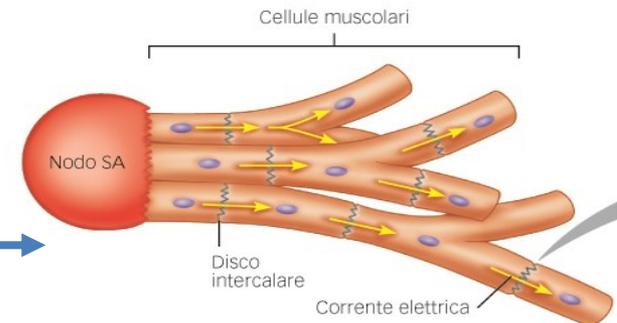
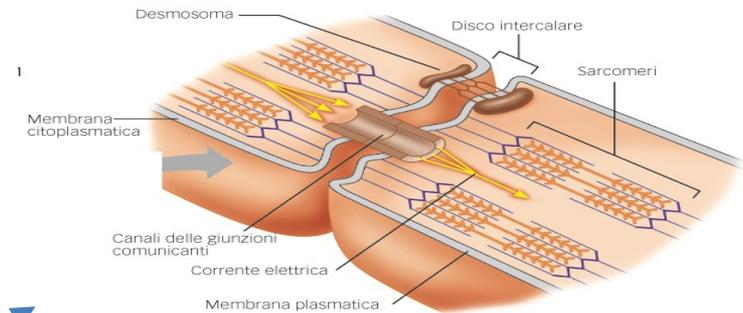
# BATTITO CARDIACO

**Onda di contrazione che si propaga rapidamente attraverso le fibrocellule muscolari cardiache in maniera ordinata e coordinata:**

- prima si contraggono gli atri
- poi i ventricoli

**Il cuore deve contrarsi in modo sequenziale (ordinato) e coordinato**

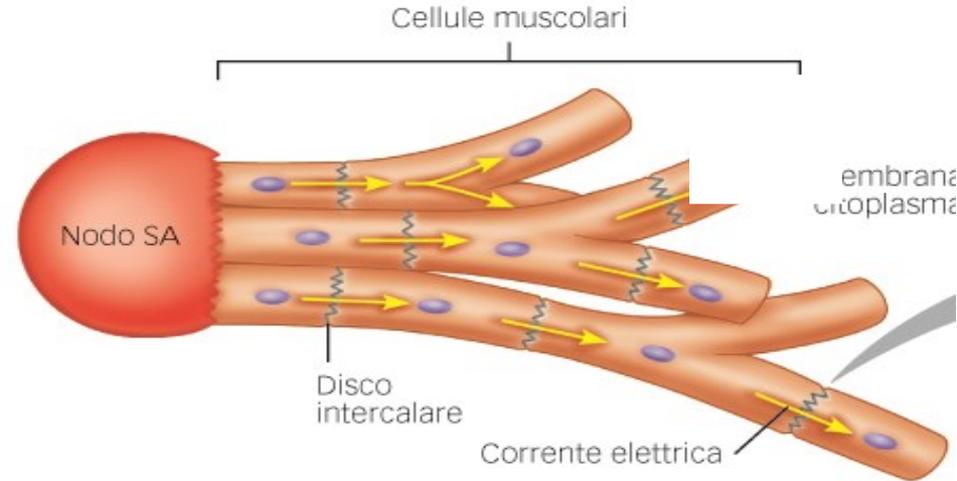
Questo è possibile grazie all'esistenza dei **Dischi intercalari** e del **sistema di conduzione**



# SISTEMA DI CONDUZIONE DEL CUORE

Le cellule **contrattili** sono il 99% delle cellule muscolari cardiache che compiono il lavoro meccanico di pompaggio.

Le cellule **autoritmiche** (1%) poche ma importantissime non si contraggono ma sono specializzate per generare e condurre i potenziali d'azione responsabili della contrazione delle cellule contrattili.

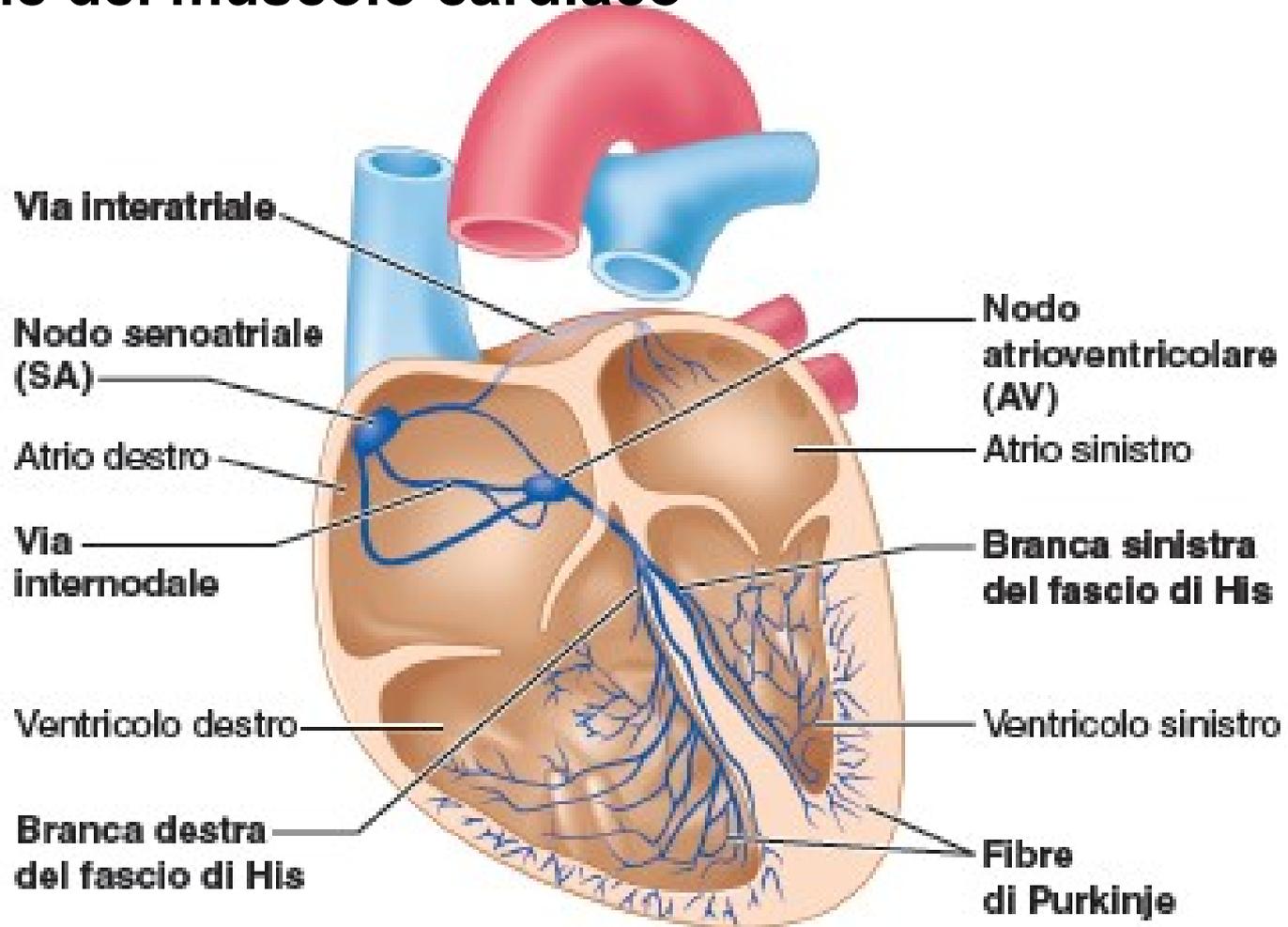


**Cellule specializzate a iniziare/o condurre i potenziali di azione**  
(loro stesse hanno una **forza contrattile piccola o nulla**)

---

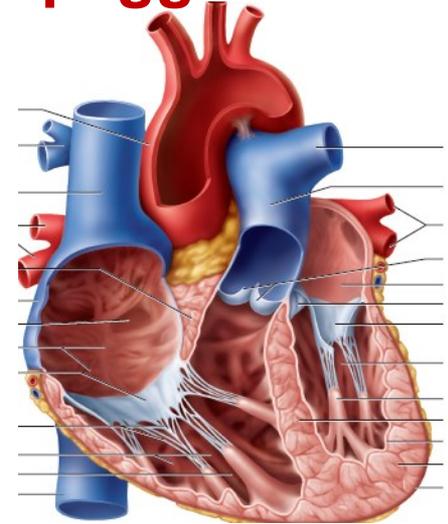
# SISTEMA DI CONDUZIONE DEL CUORE

Rete specializzata di fibre muscolari che generano e propagano un'onda di eccitazione che porta alla contrazione del muscolo cardiaco



(a) Sistemi di conduzione specializzati del cuore

**La propagazione dell'eccitazione cardiaca dal nodo SA a tutto il cuore è in grado di assicurare un pompaggio efficiente del sangue**



**Una pompa efficiente richiede che prima si contraggano gli atri, seguiti quasi immediatamente dai ventricoli**

Per questo devono essere soddisfatti 3 criteri:

1. l'eccitazione e la contrazione atriale devono essere complete prima che inizi la contrazione ventricolare.
2. ....

Devono essere soddisfatti 3 criteri:

1.....

2. l'eccitazione delle fibre muscolari cardiache di una camera deve essere coordinata per assicurare che ogni camera cardiaca si contraiga come un tutt'uno, per pompare efficacemente.

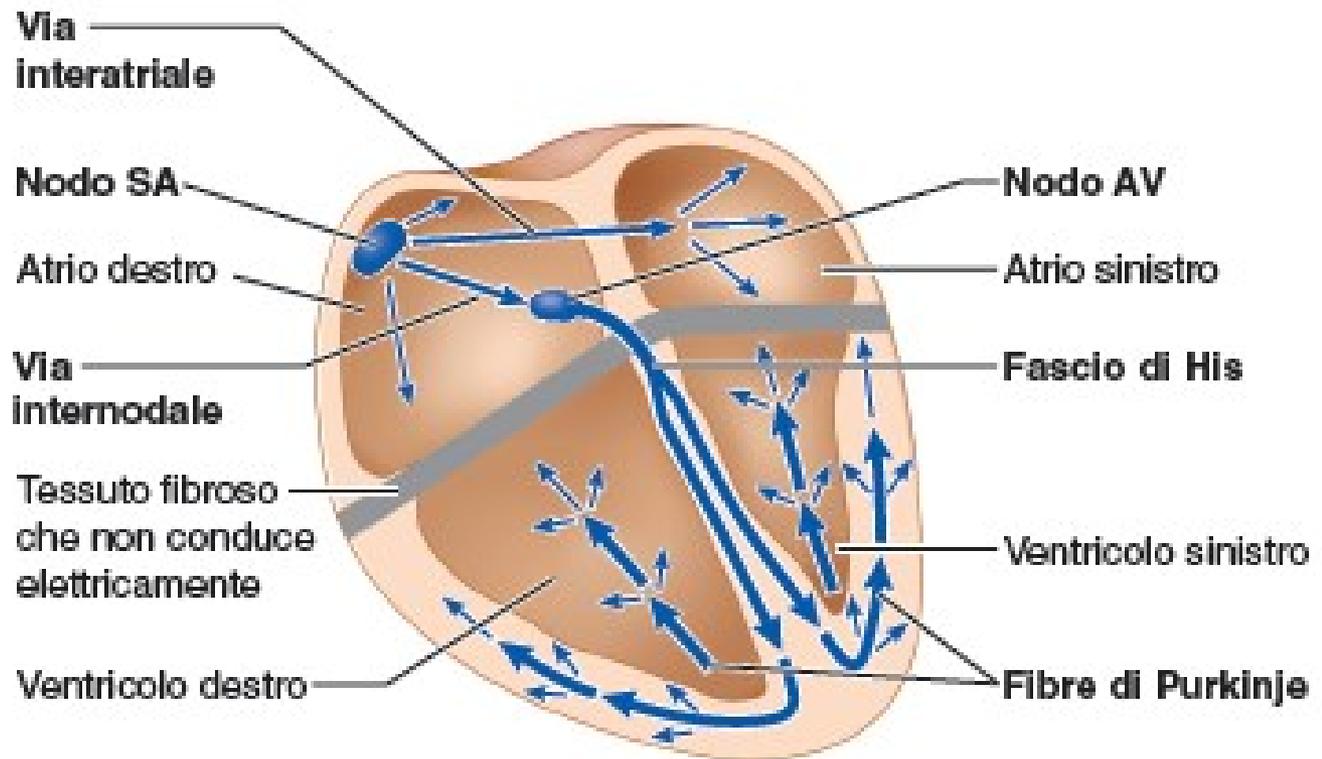
- una contrazione omogenea e coordinata è necessaria per l'espulsione del sangue, quando non avviene si parla di Fibrillazione

3. I due atri (e i 2 ventricoli) devono essere funzionalmente coordinati per far contrarre ogni coppia simultaneamente

- Sangue pompato simultaneamente nelle 2 circolazioni

# SISTEMA DI CONDUZIONE DEL CUORE

In segnale elettrico alla base della contrazione muscolare si genera nelle cellule Pacemaker del nodo SA e **si propaga secondo le vie di conduzione** con conseguente contrazione ordinata ( prima gli atri e poi i ventricoli) e coordinata (atrio Dx e Sin; ventricolo Dx e Sin)

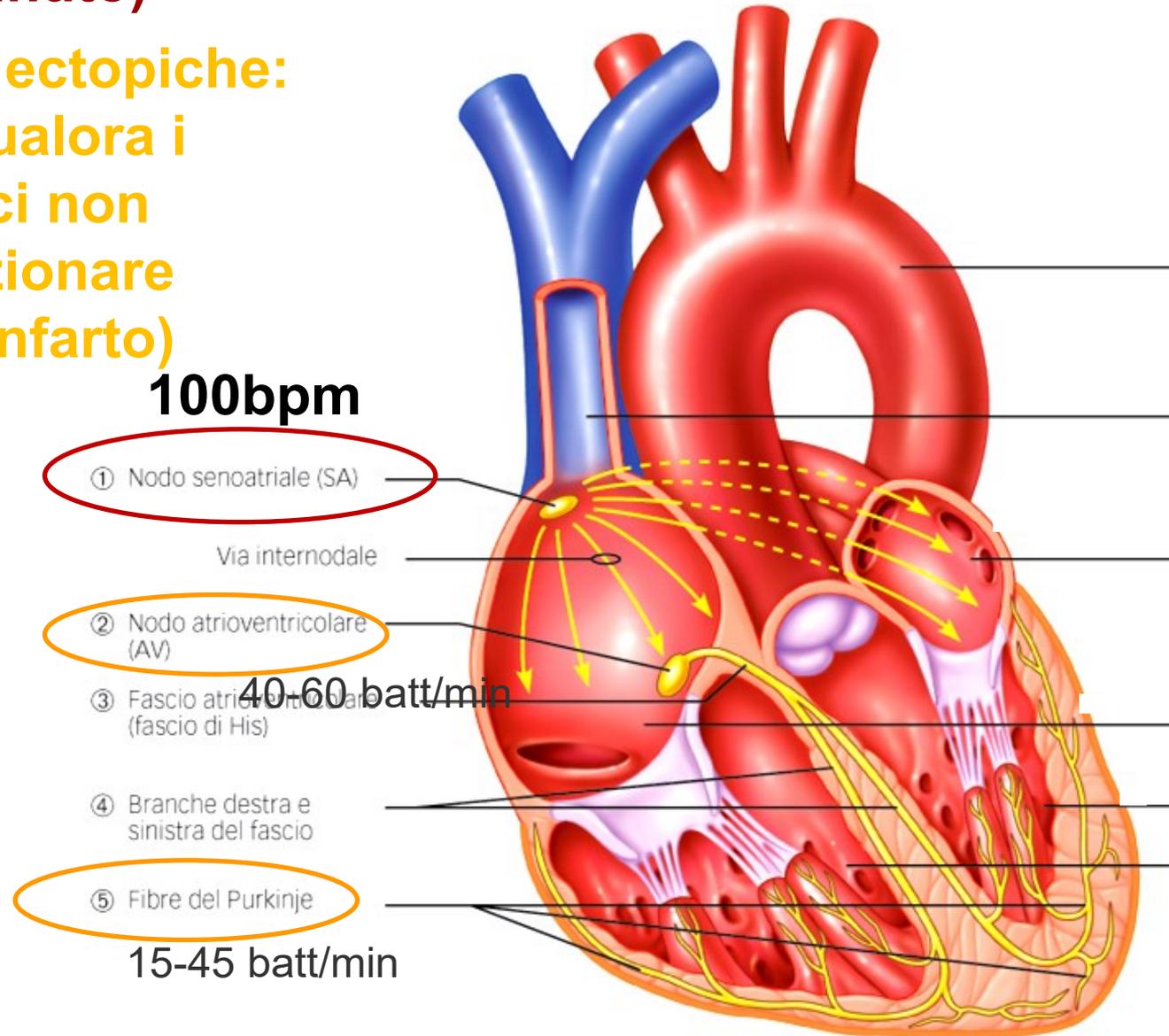


(b) Propagazione dell'eccitazione cardiaca.

# SISTEMA DI CONDUZIONE DEL CUORE

**Cellule Pacemaker: Determinano la frequenza cardiaca (N di contrazioni/minuto)**

**Cellule Pacemaker ectopiche: Entrano in gioco qualora i pacemaker canonici non dovessero più funzionare (es: a causa di un infarto)**



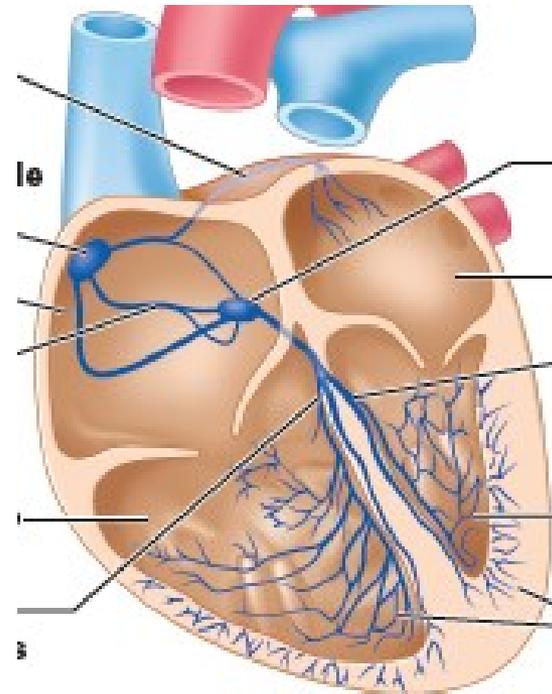
# Tessuto muscolare cardiaco

**Tessuto nodale**

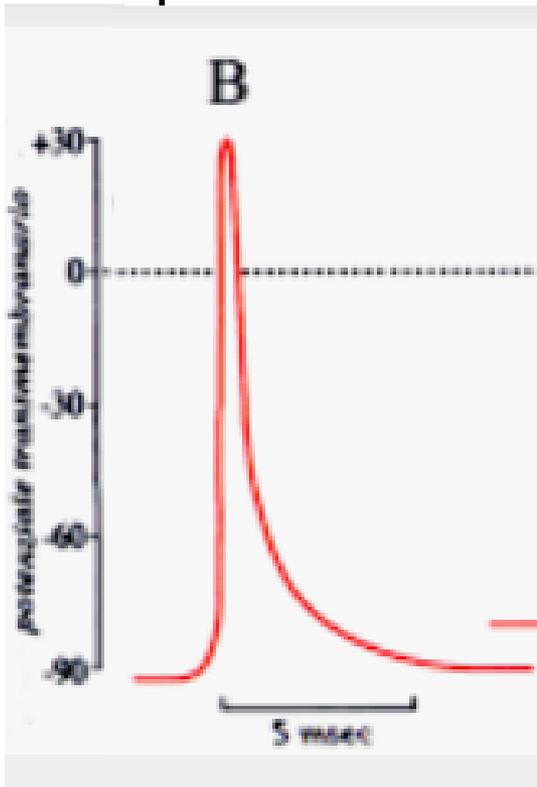
**Tessuto di conduzione**

**Tessuto di lavoro**

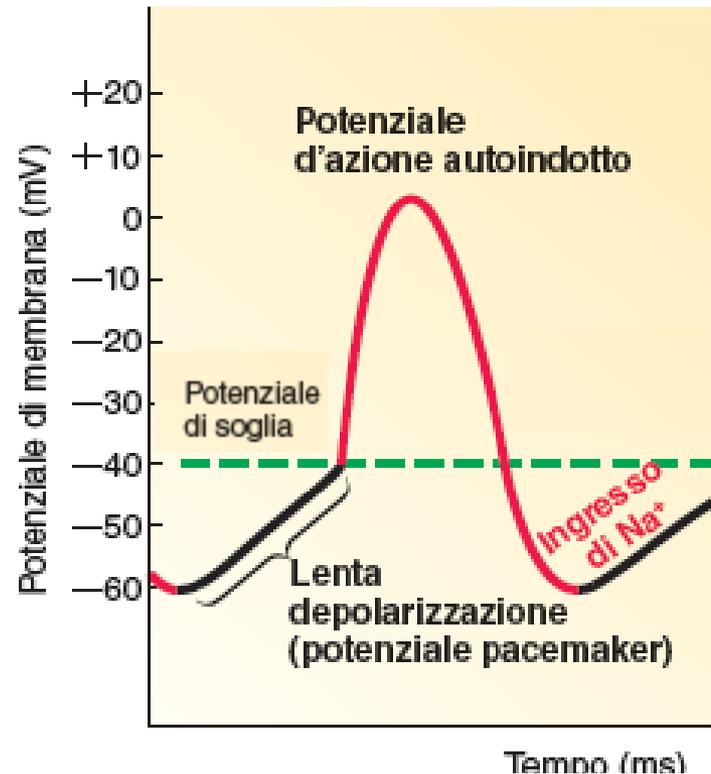
Cellule autoeccitabili generano spontaneamente il potenziale d'azione



**CELLULE NODALI.** Il funzionamento del cuore è automatico, perché le cellule nodali sono in grado di auto-eccitarsi ritmicamente grazie alla presenza di una **corrente detta "funny", If** il nodo senoatriale funziona da generatore (pace-maker) primario perché è dotato di ritmicità a frequenza maggiore.



Potenziale azione muscolo scheletrico



Potenziale azione cellula pace-maker

## La corrente $I_f$ ha caratteristiche singolari

1) E' una corrente voltaggio dipendente che si attiva in iperpolarizzazione: il canale si apre quando gli altri si chiudono

2) L'apertura dei canali dà origine a un corrente cationica molto lenta dovuta all'ingresso di  $\text{Na}^+$  e uscita del  $\text{K}^+$

3) Il canale è modulato direttamente dai nucleotidi ciclici e in particolare da cAMP