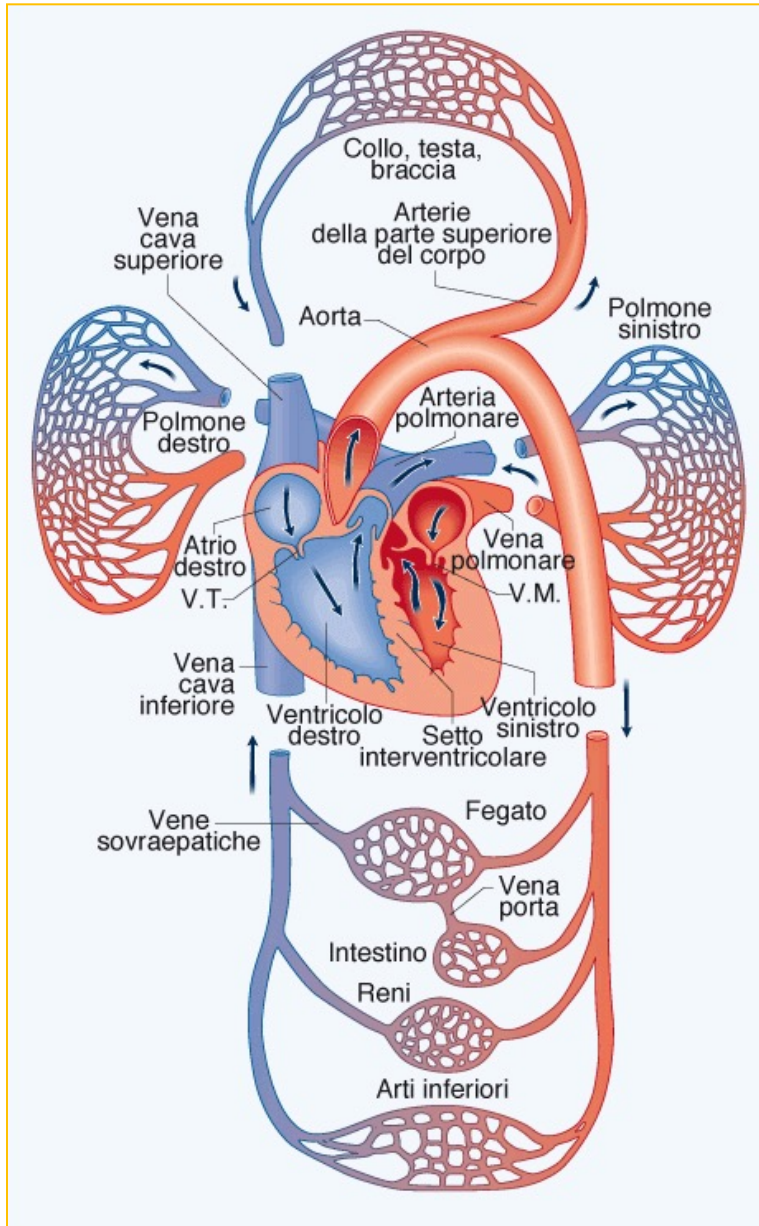


Organizzazione dell'apparato cardiovascolare

lato
destro

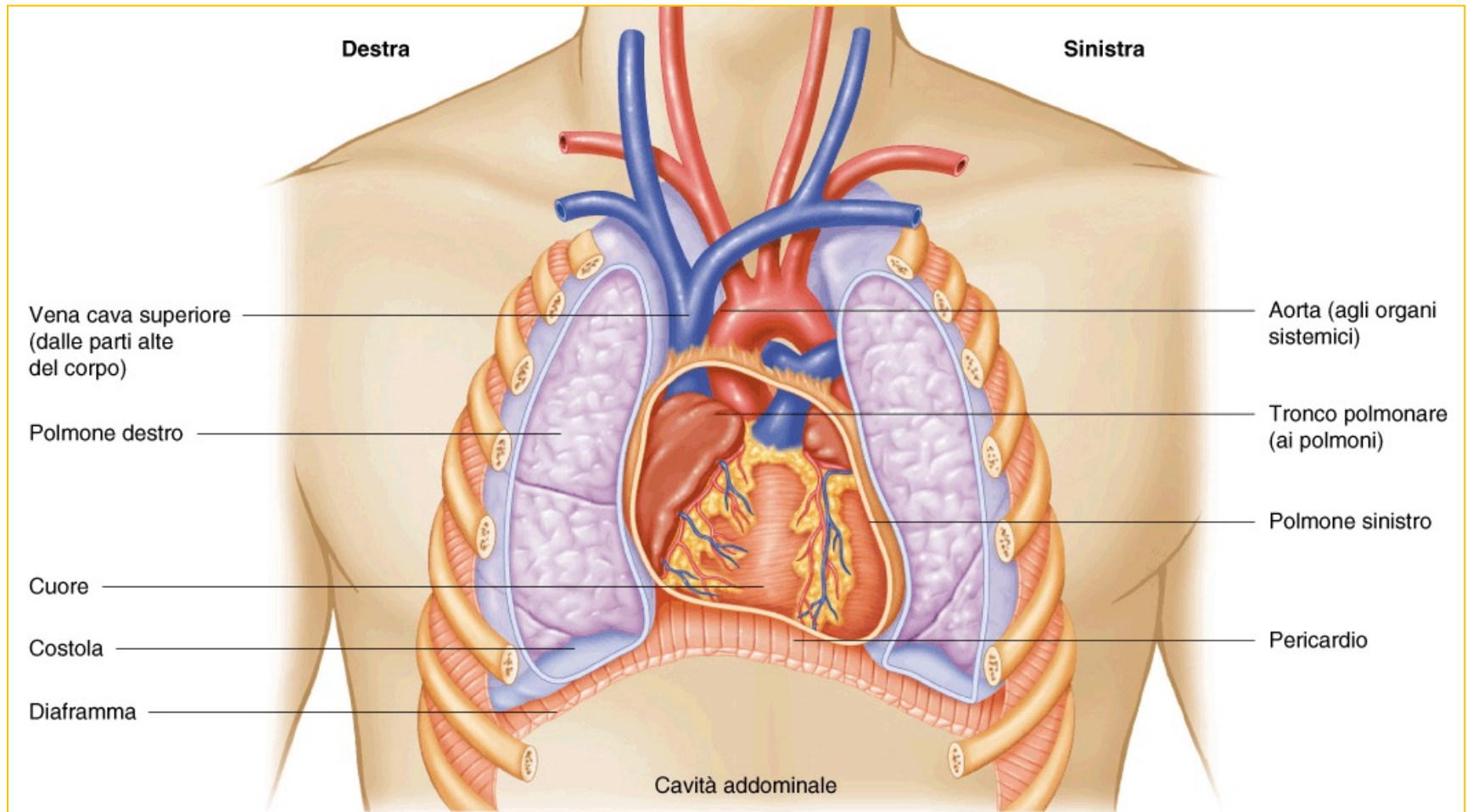


lato
sinistro

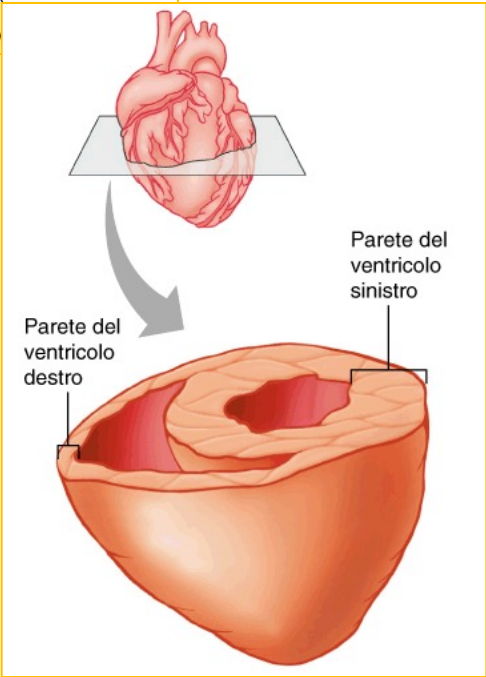
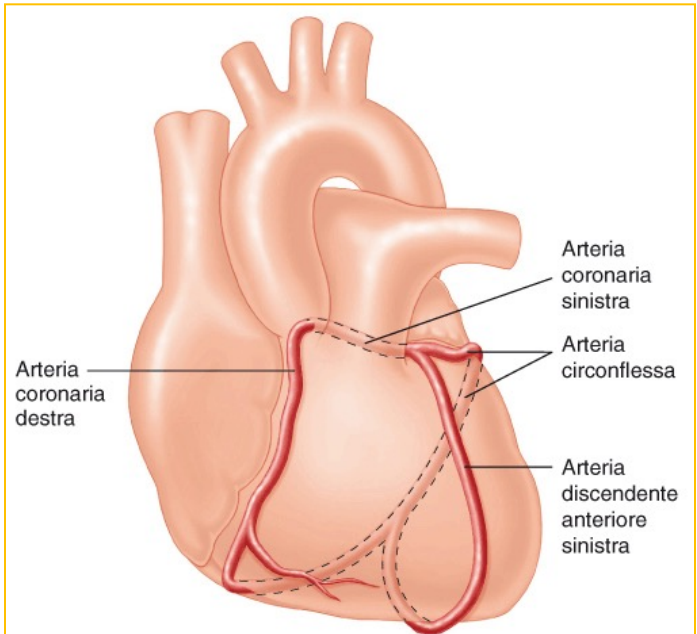
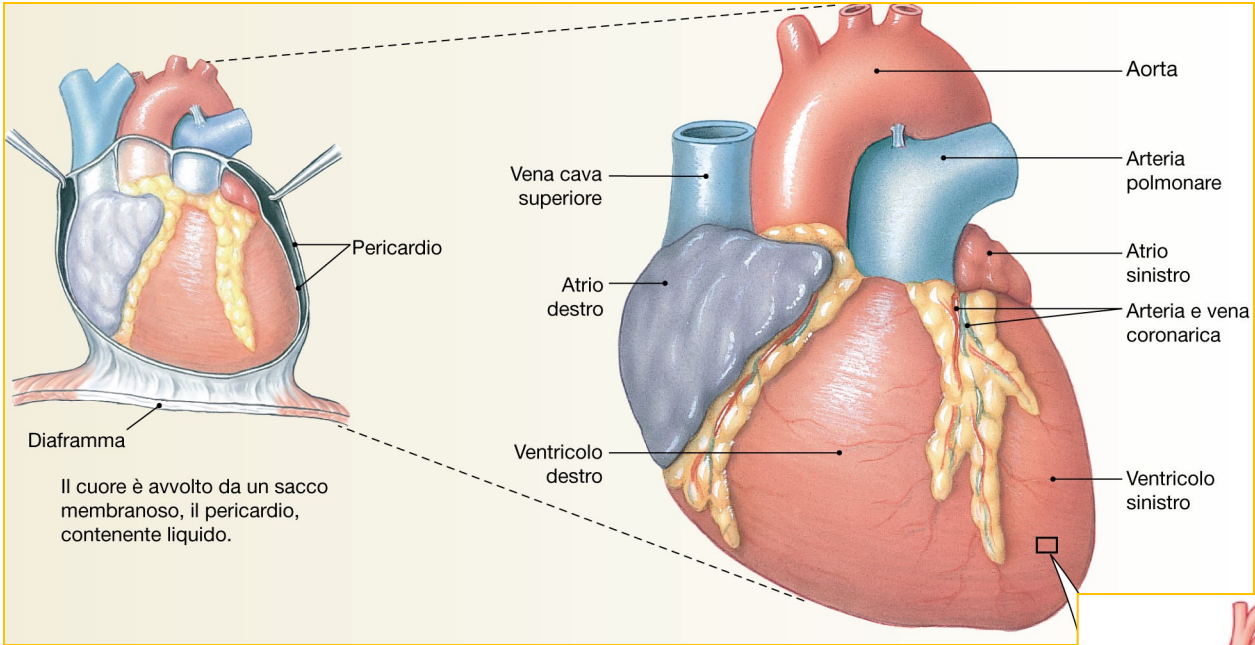
- Trasporto di ossigeno e nutrienti
- Rimozione dei cataboliti cellulari
- Comunicazione intercellulare
- Difesa dell'organismo contro agenti estranei

William Harvey, XVII secolo, pone i primi fondamenti per comprendere l'organizzazione e la funzione dell'apparato cardiovascolare

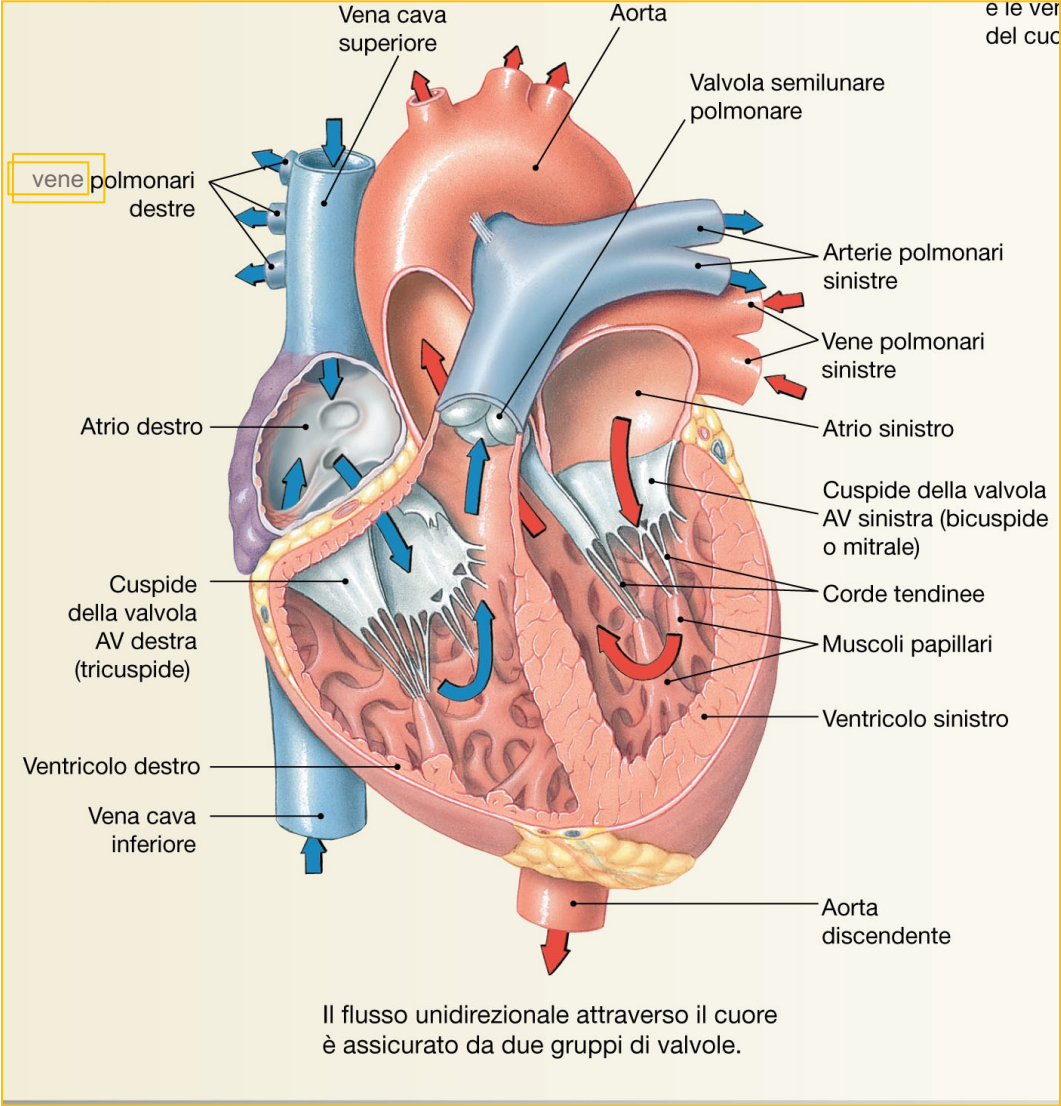
Struttura del cuore



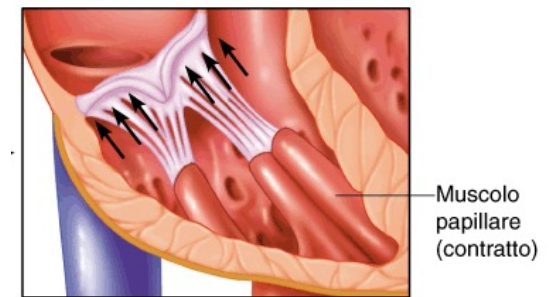
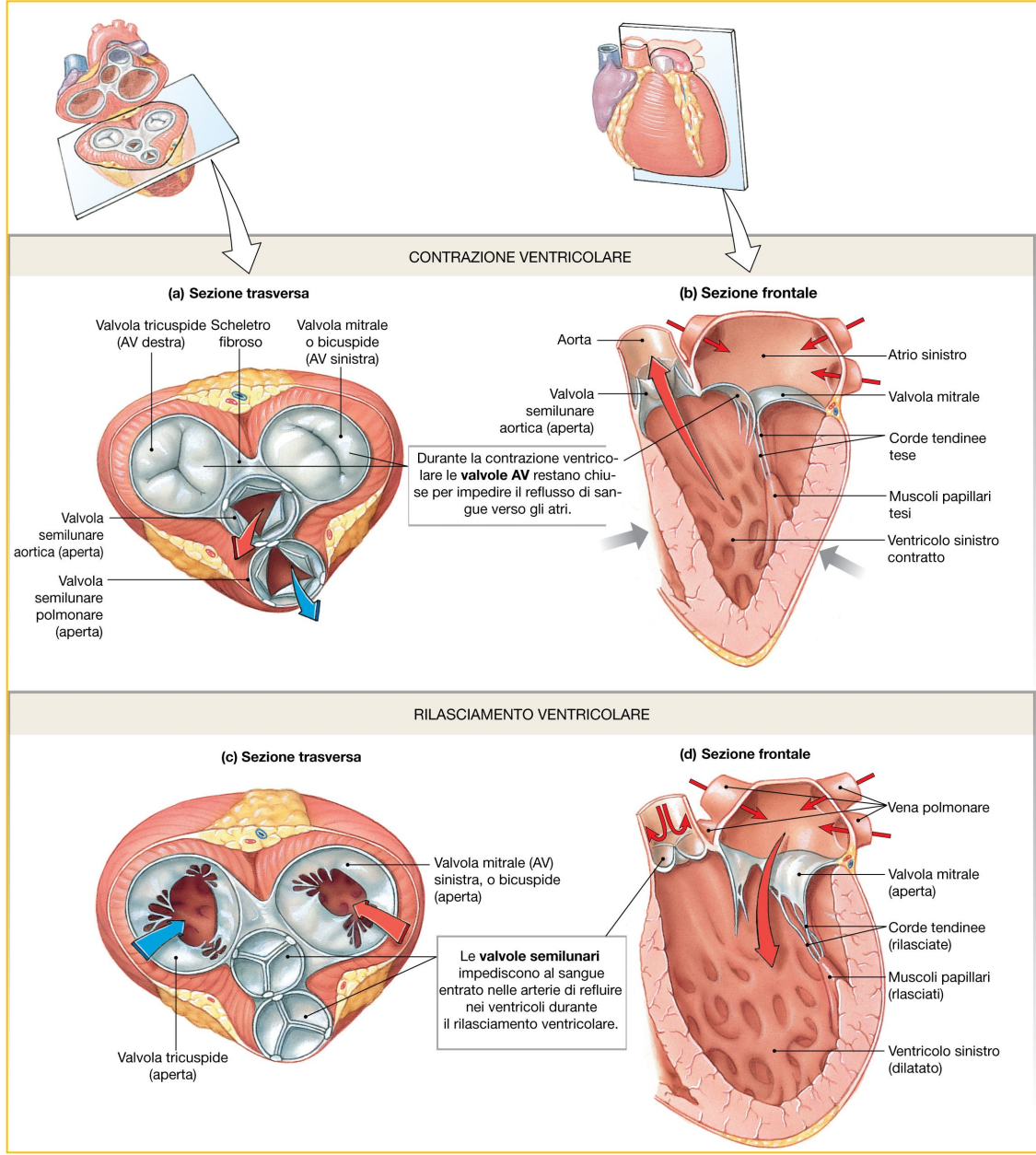
Struttura del cuore



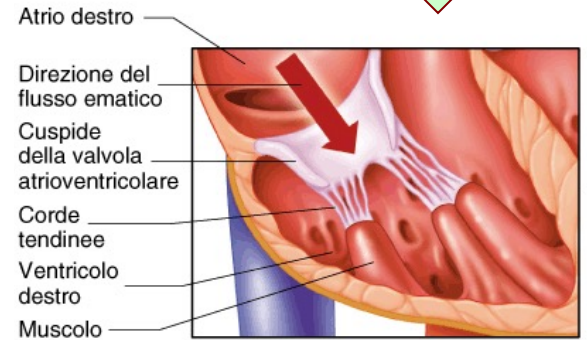
Struttura del cuore



Valvole cardiache

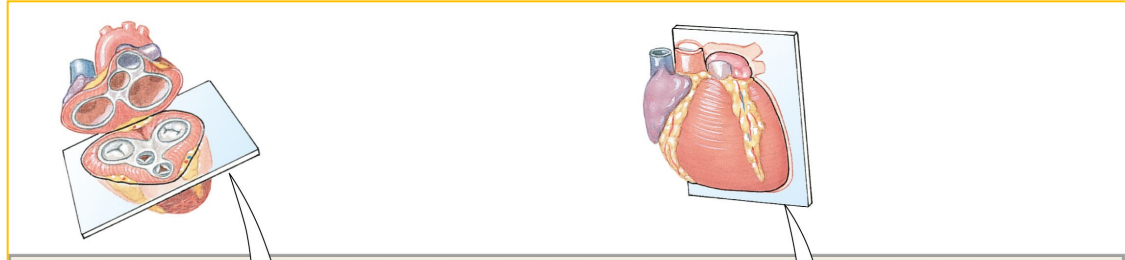


Valvola atrioventricolare chiusa (ventricolo contratto)



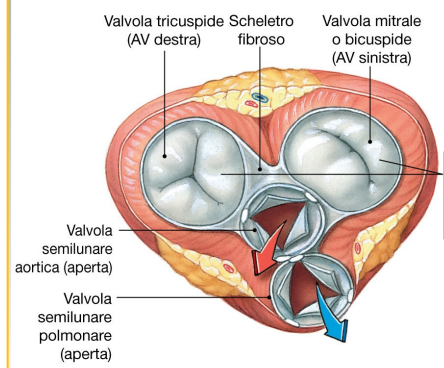
Valvola atrioventricolare aperta (ventricolo rilasciato)

Valvole cardiache



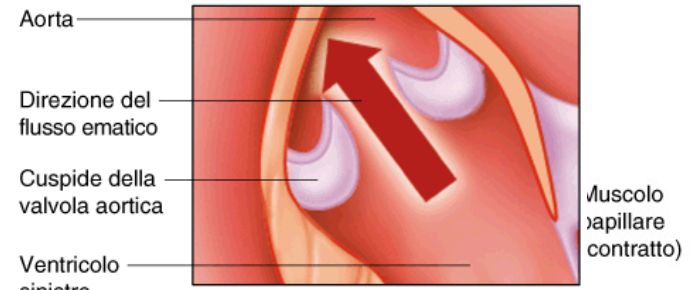
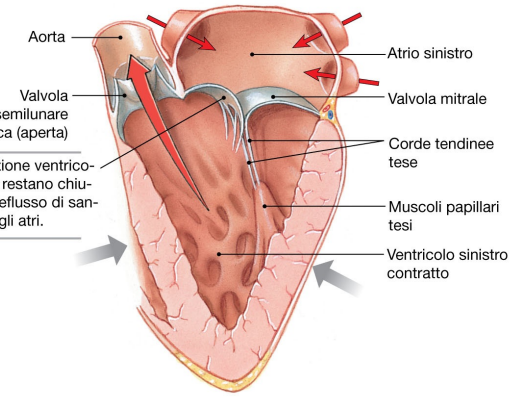
CONTRAZIONE VENTRICOLARE

(a) Sezione trasversa



Durante la contrazione ventricolare le **valvole AV** restano chiuse per impedire il reflusso di sangue verso gli atri.

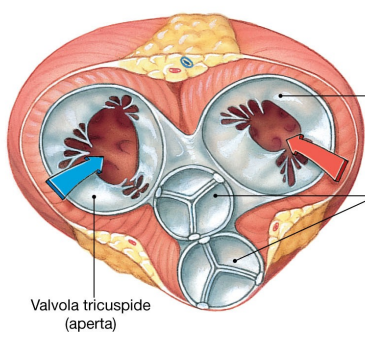
(b) Sezione frontale



Valvola semilunare aortica aperta (ventricolo contratto)

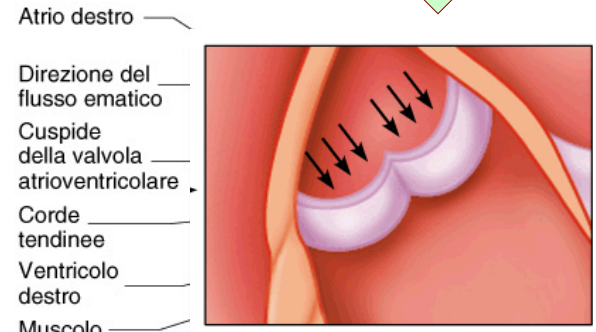
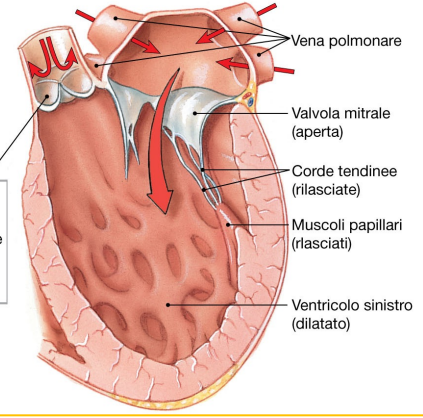
RILASCIAMENTO VENTRICOLARE

(c) Sezione trasversa



Le **valvole semilunari** impediscono al sangue entrato nelle arterie di refluire nei ventricoli durante il rilasciamento ventricolare.

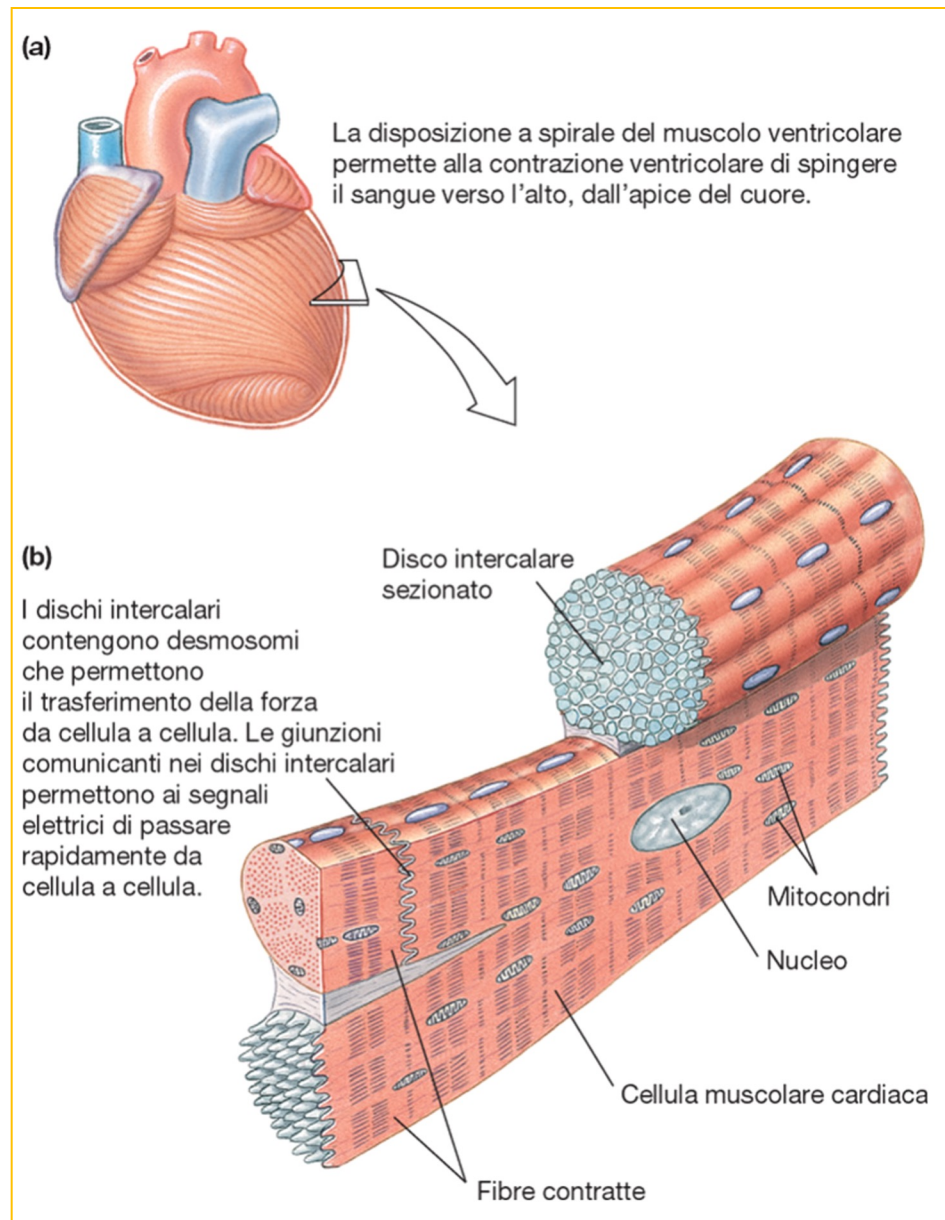
(d) Sezione frontale



Valvola semilunare aortica chiusa (ventricolo rilasciato)

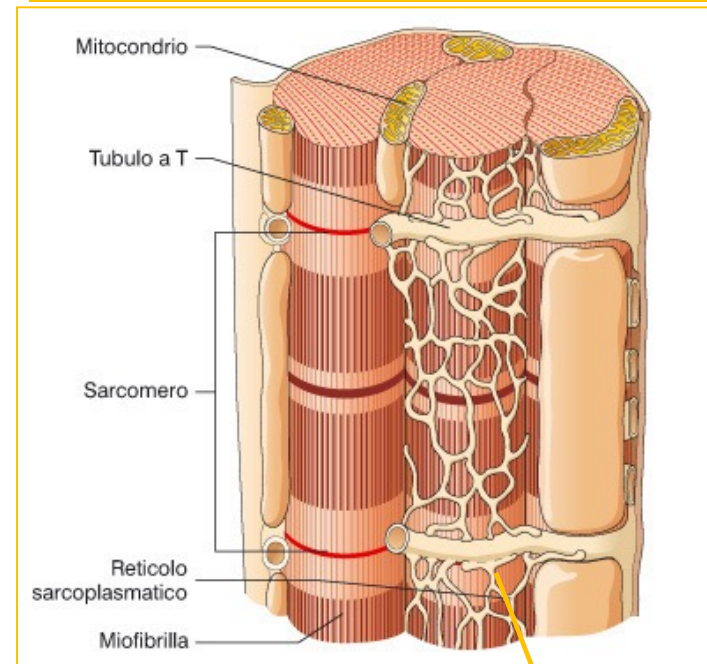
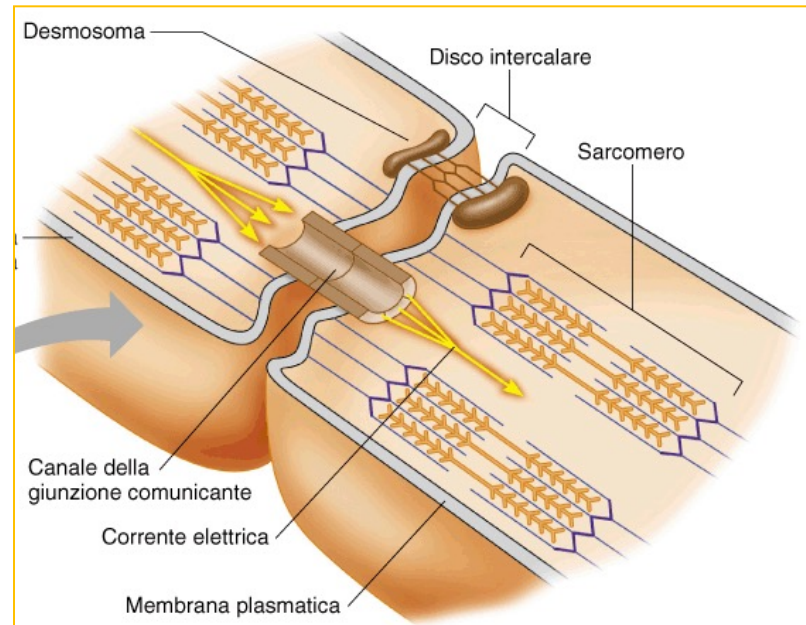
Caratteristiche cellule muscolari cardiache (miociti)

1. Piccole e mononucleate
2. Numerosi mitocondri
1. Ramificate e unite tra loro mediante dischi intercalari (contenenti desmosomi e giunzioni comunicanti)
2. Giunzioni comunicanti fanno sì che la contrazione dell'intero muscolo cardiaco sia quasi simultanea
3. Tubuli T grandi e ramificati
4. Reticolo sarcoplasmatico poco esteso; l'inizio della contrazione dipende in parte dal Ca^{2+} extracellulare



Caratteristiche cellule muscolari cardiache (miociti)

1. Piccole e mononucleate
2. Numerosi mitocondri
1. Ramificate e unite tra loro mediante dischi intercalari (contenenti desmosomi e giunzioni comunicanti)
2. Giunzioni comunicanti fanno sì che la contrazione dell'intero muscolo cardiaco sia quasi simultanea
3. Tubuli T grandi e ramificati
4. Reticolo sarcoplasmatico poco esteso; l'inizio della contrazione dipende in parte dal Ca^{2+} extracellulare



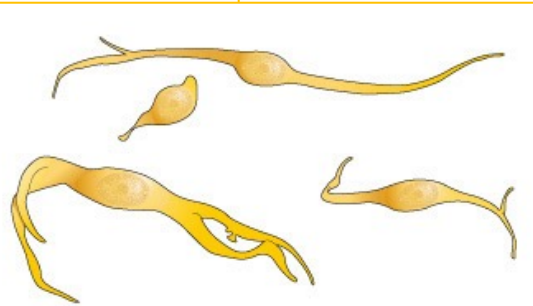
Strutture di accoppiamento

Cellule *pacemaker*

- cellule nodali (nodo seno-atriale, nodo atrio-ventricolare e fibre di Purkinje)
- cellule di conduzione (tratti internodali, fascio di His)

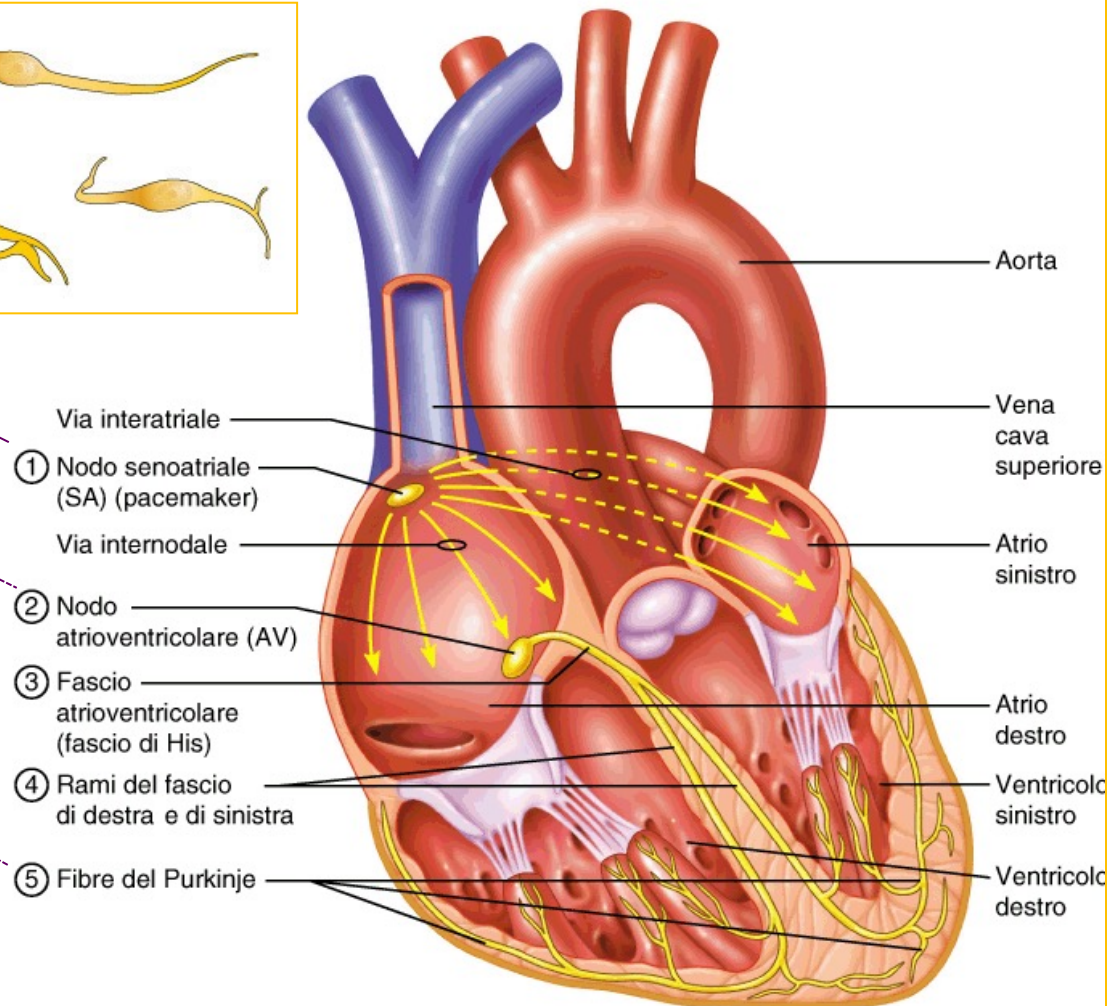
Cellule *Pacemaker*

- Genesi spontanea di potenziali d'azione con attività ritmica
- Ridotta attività contrattile
- Mancano dei tubuli T

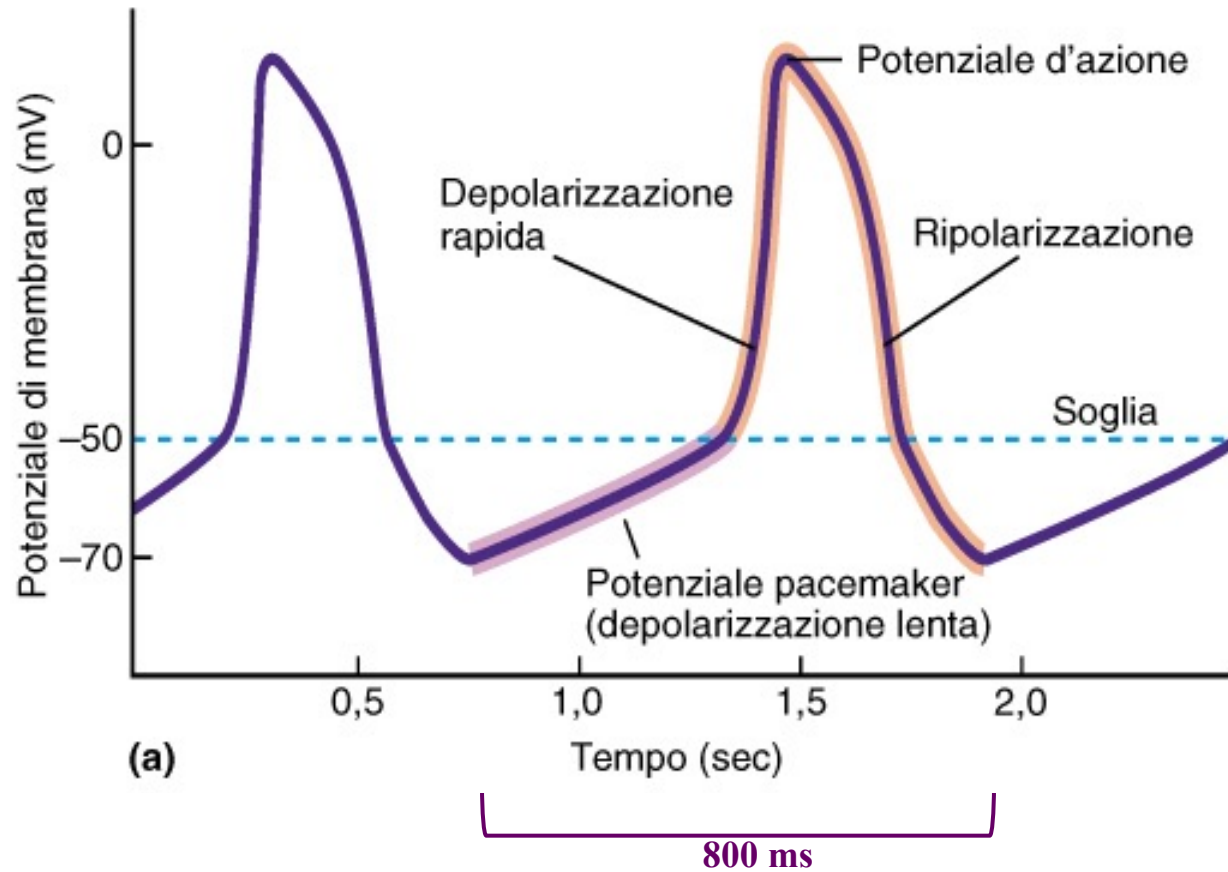


Unico tessuto atriale in continuità elettrica con quello ventricolare

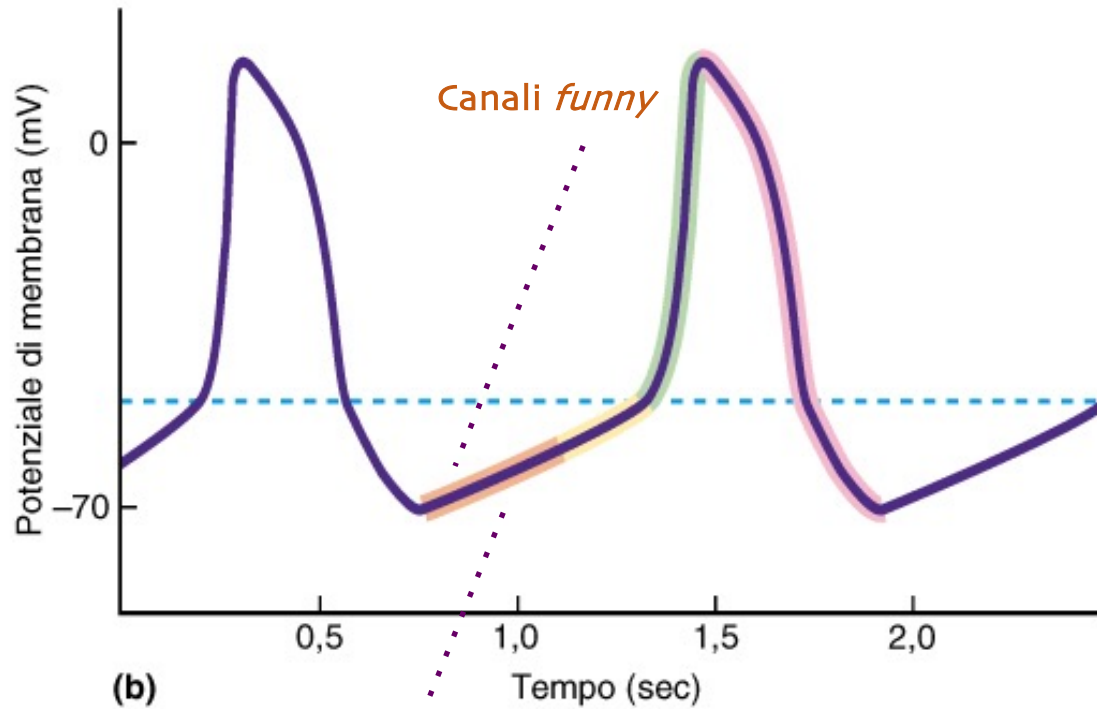
Prendono contatto con i *miociti ventricolari*



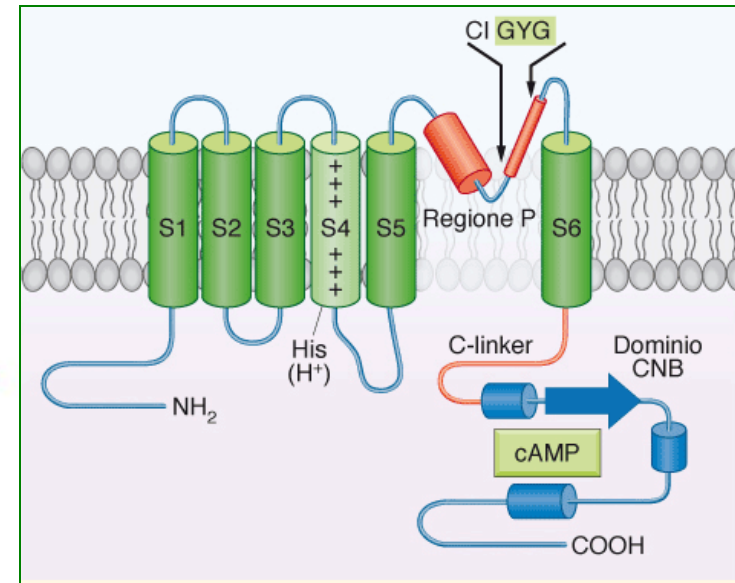
Potenziali d'azione delle cellule *pacemaker*



Potenziali d'azione delle cellule *pacemaker*

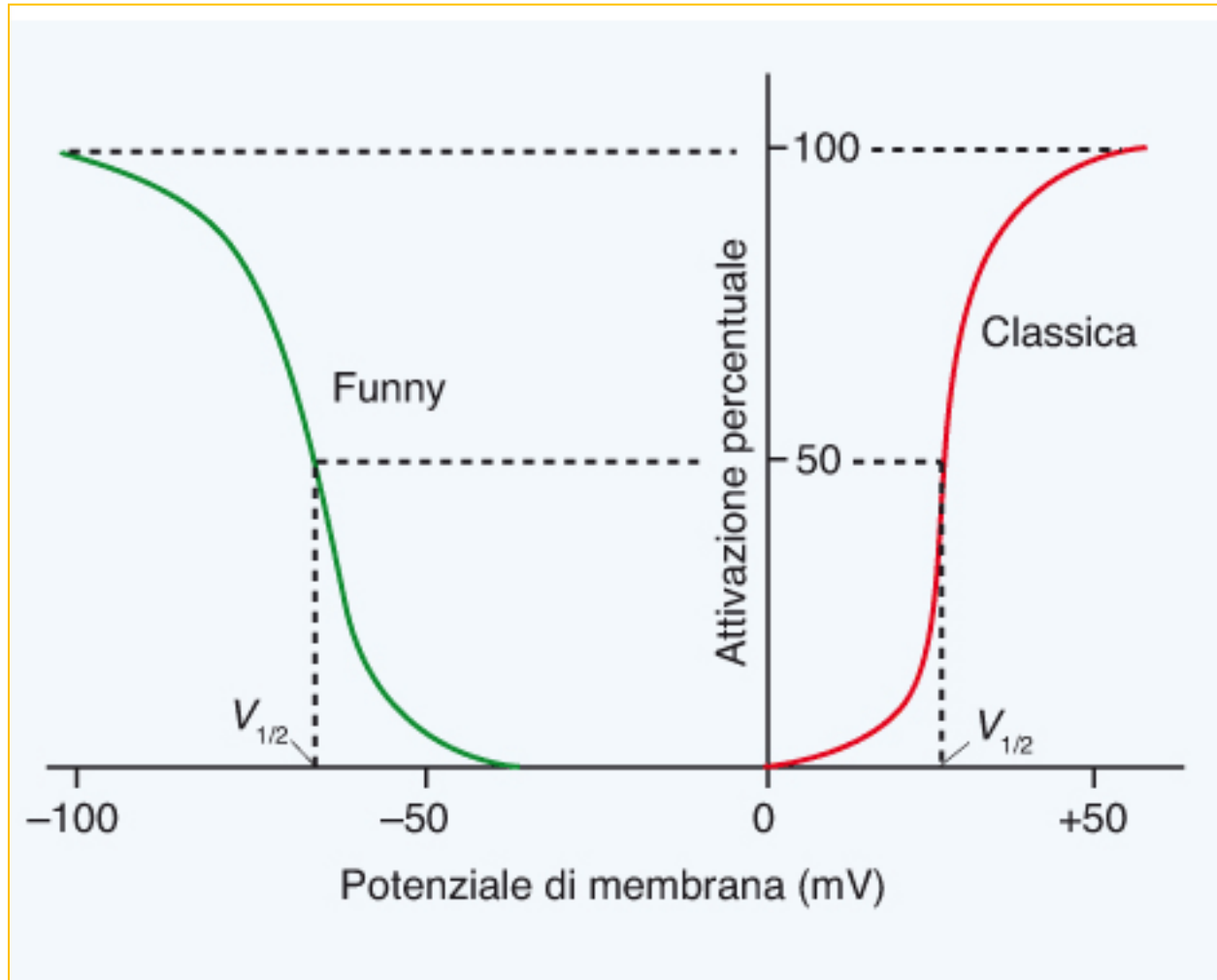


Ingresso netto di Na^+
(i canali I_f sono permeabili sia al Na^+ che al K^+)

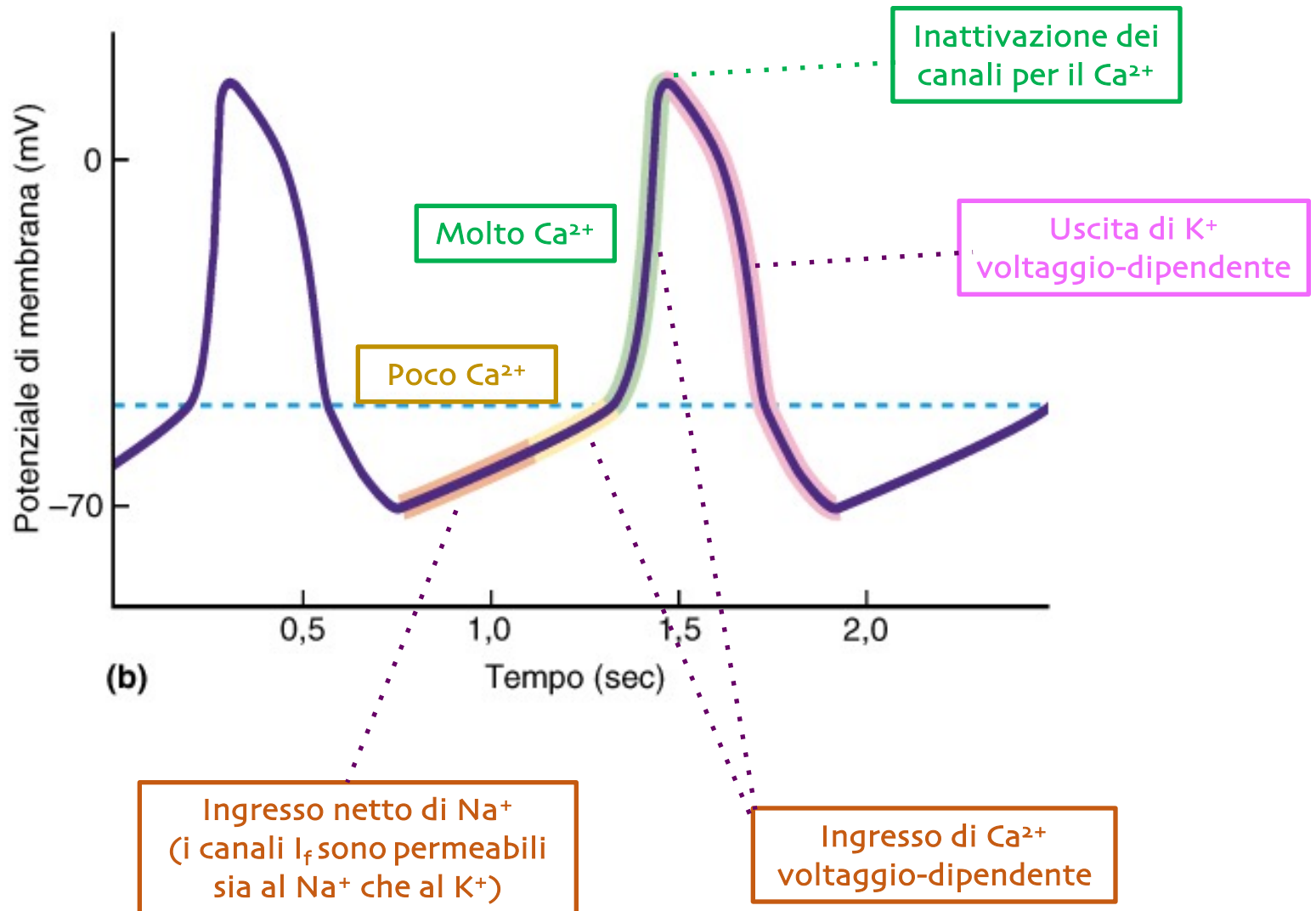


*Canali del tipo HCN (Hyperpolarization-activated Cyclic Nucleotide-gated channels):
attivati da iperpolarizzazione e regolati da nucleotidi ciclici*

Attivazione "stazionaria" dei canali *funny* e attivazione "classica" dei canali del Na⁺ voltaggio-dipendenti



Potenziali d'azione delle cellule *pacemaker*



Quale *pacemaker*?

E' il vero pacemaker.
Alta frequenza di scarica
90-100 PA/min

La conduzione del cuore

Nodo SA

Vie internodali

Nodo AV

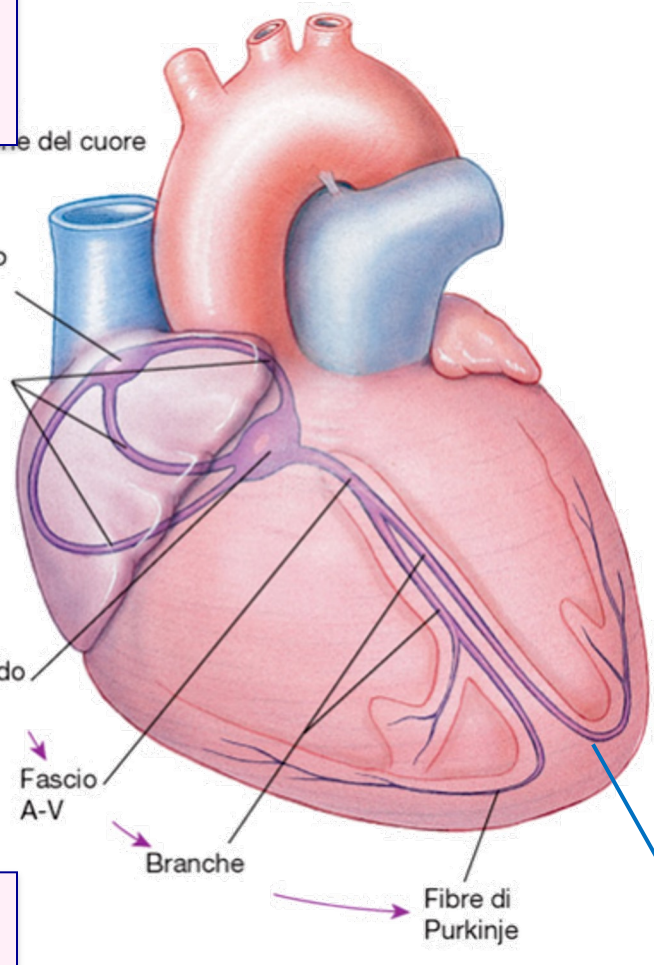
Fascio A-V

Branche

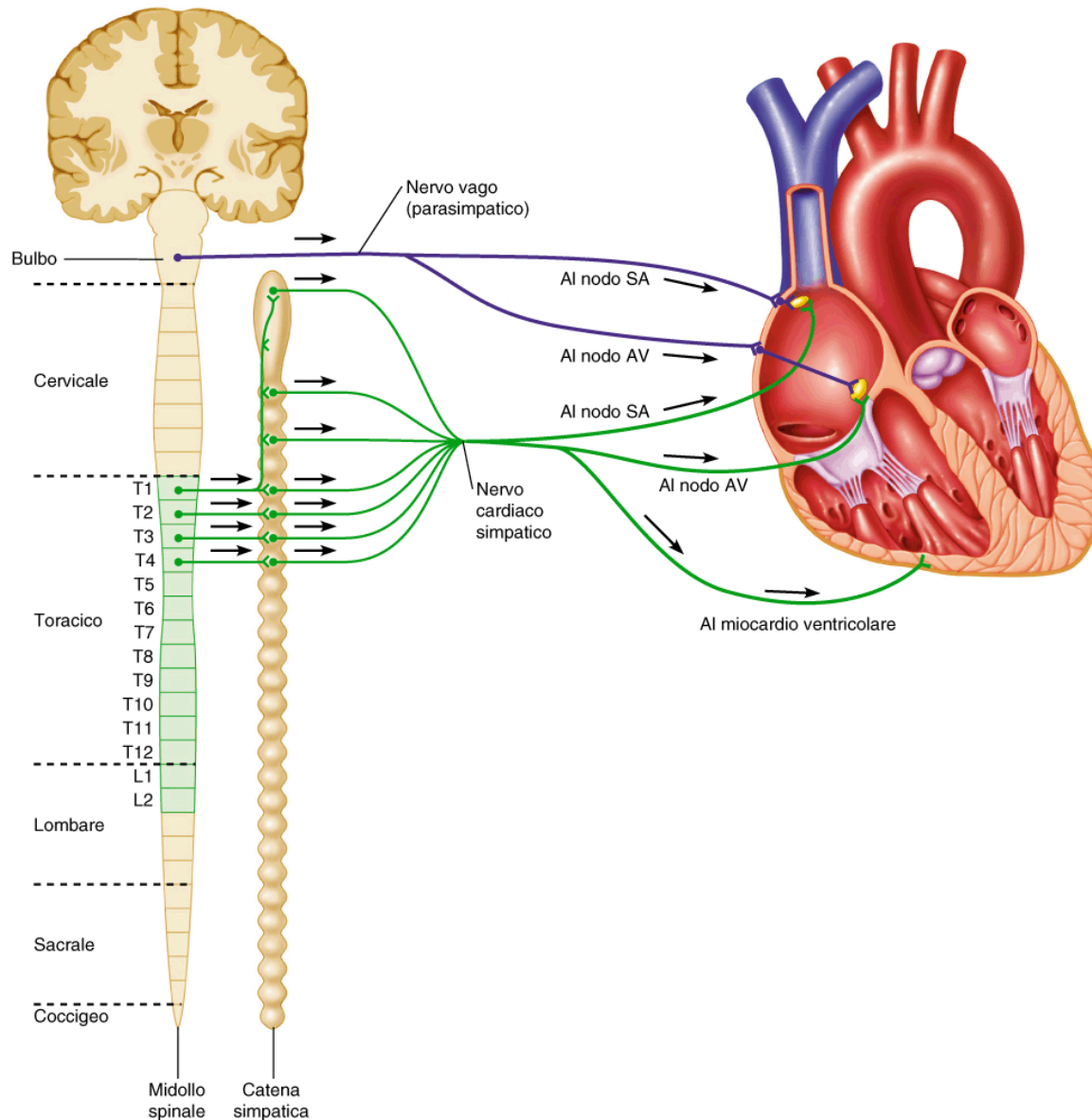
Fibre di Purkinje

Frequenza di scarica
inferiore 50 PA/min

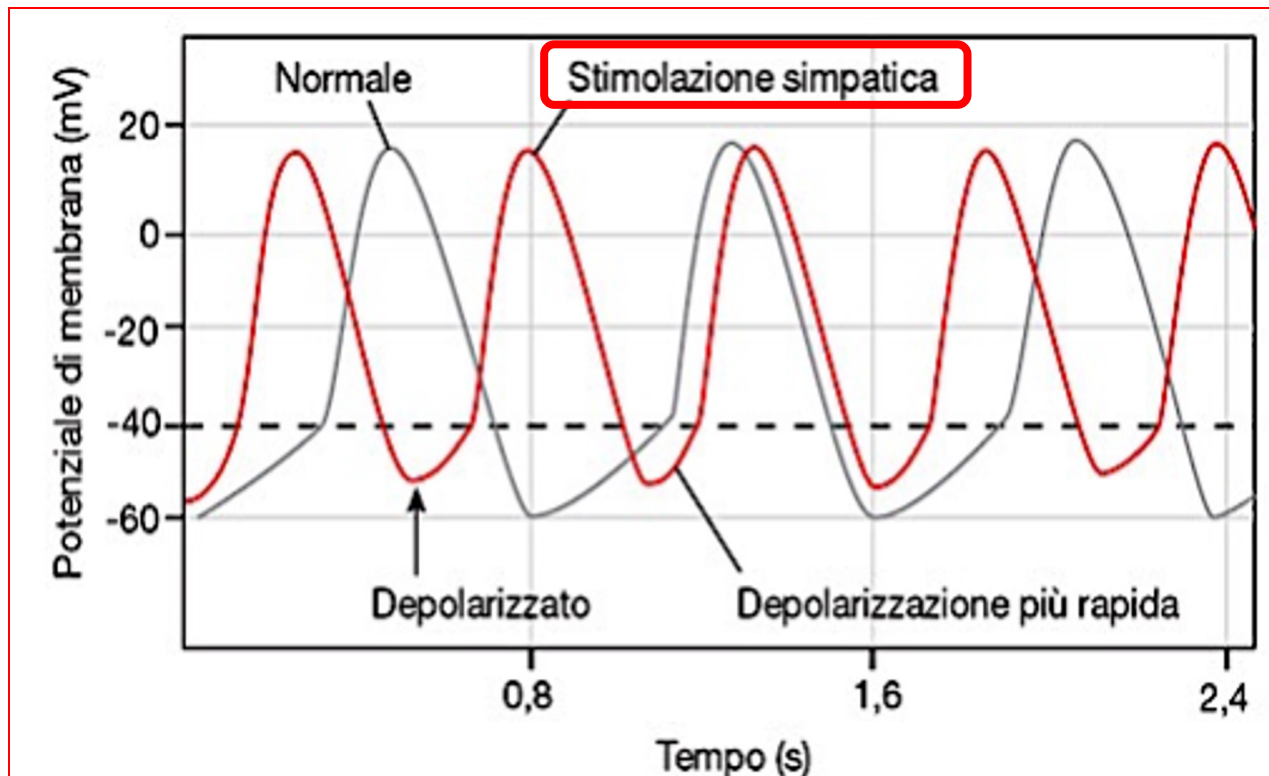
Frequenza di scarica
più bassa 35 PA/min



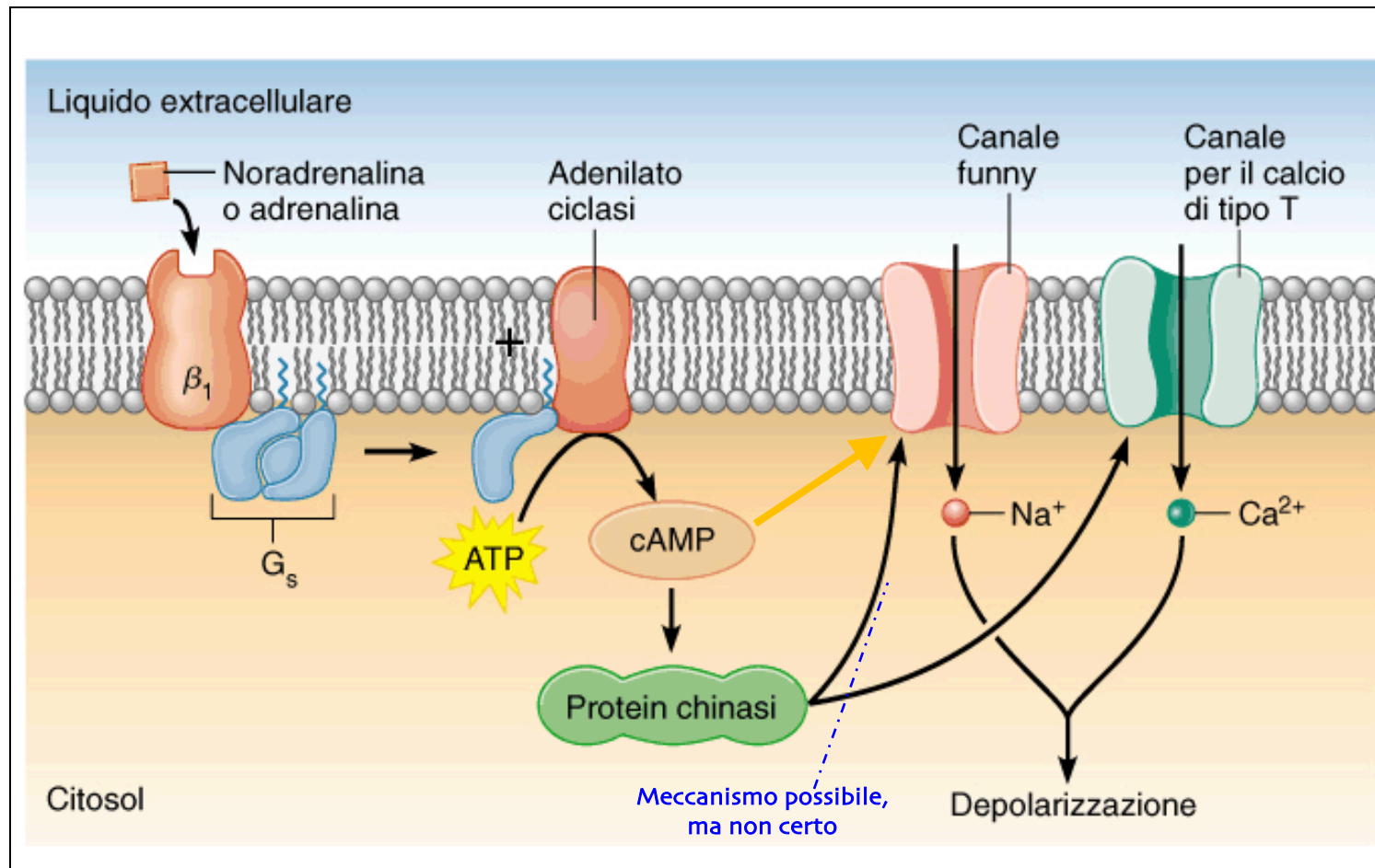
Innervazione simpatica e parasimpatica del cuore: modulazione della frequenza cardiaca



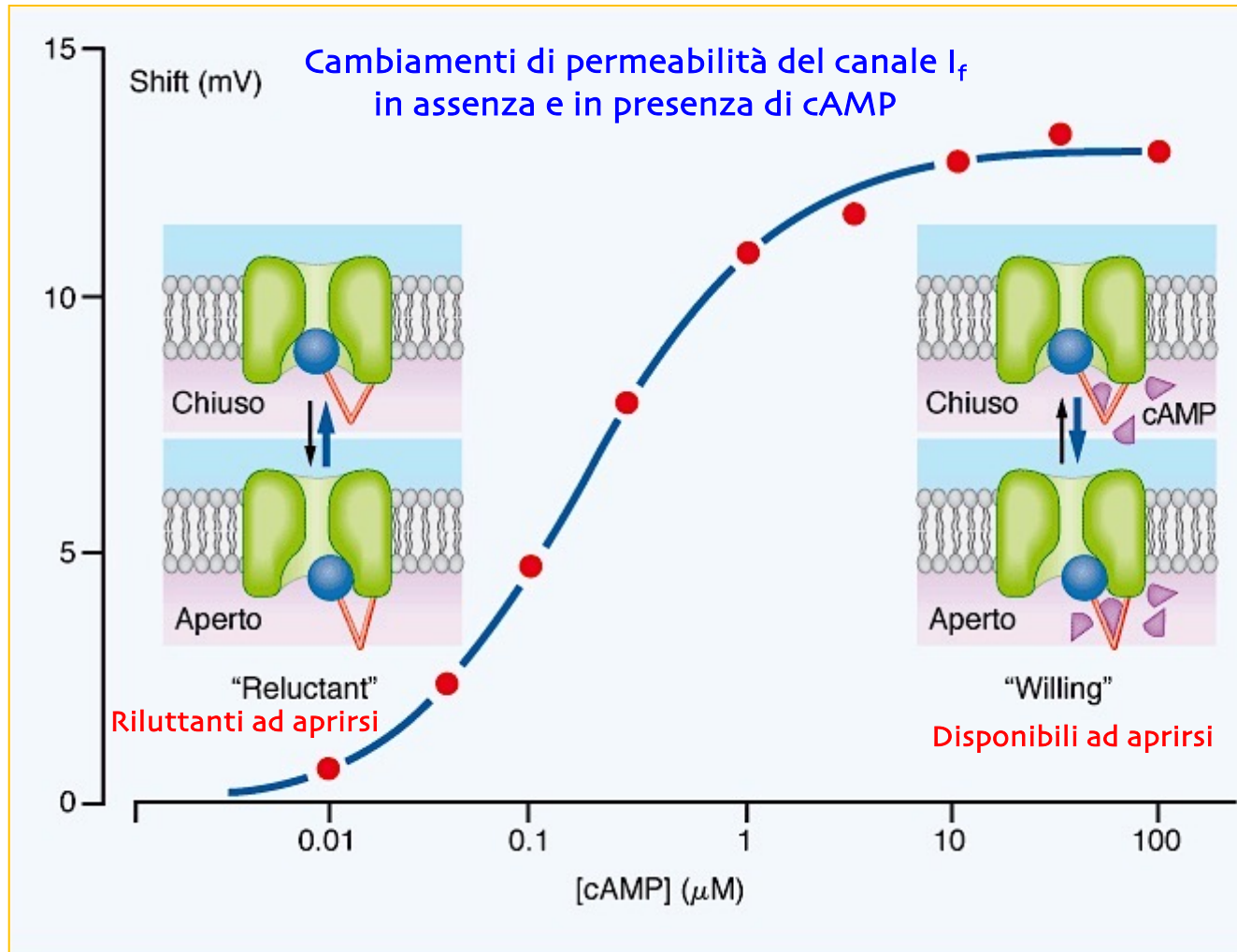
Modulazione simpatica della frequenza cardiaca



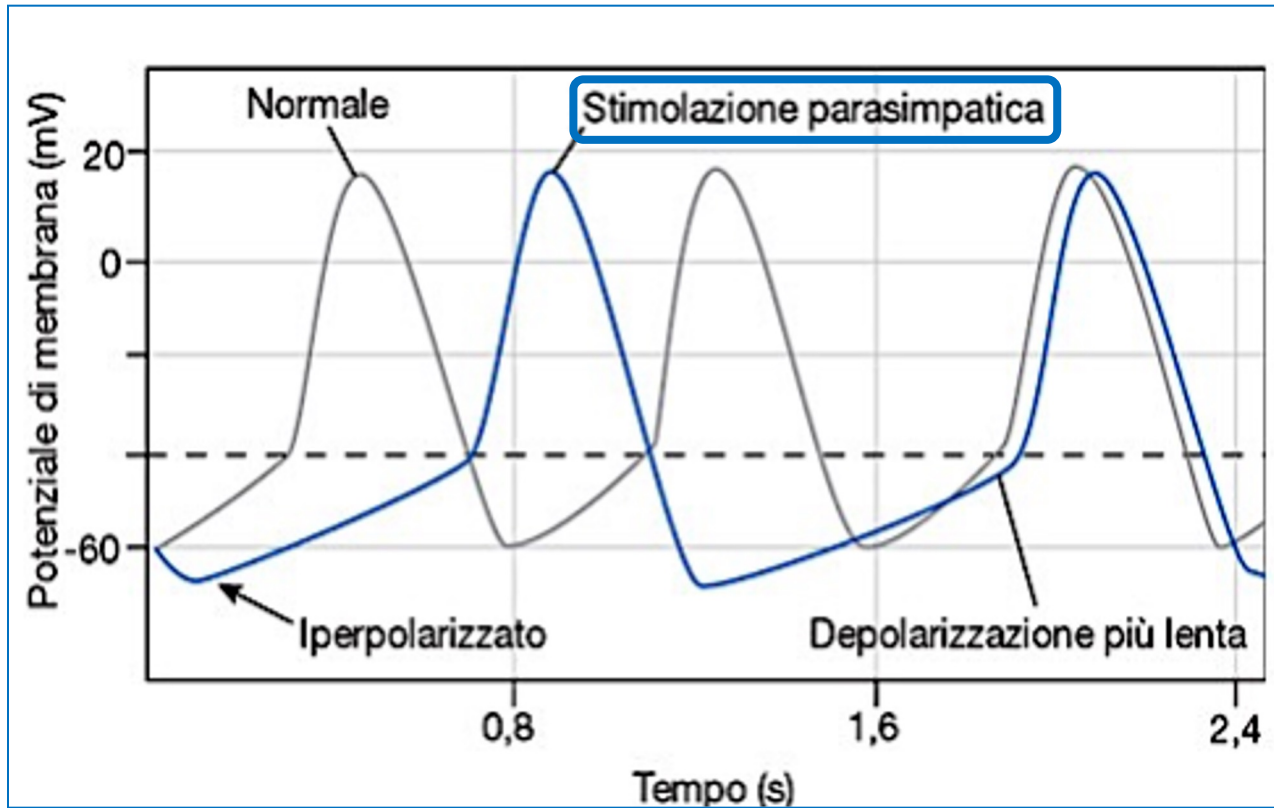
Secondi messaggeri della modulazione simpatica della frequenza cardiaca



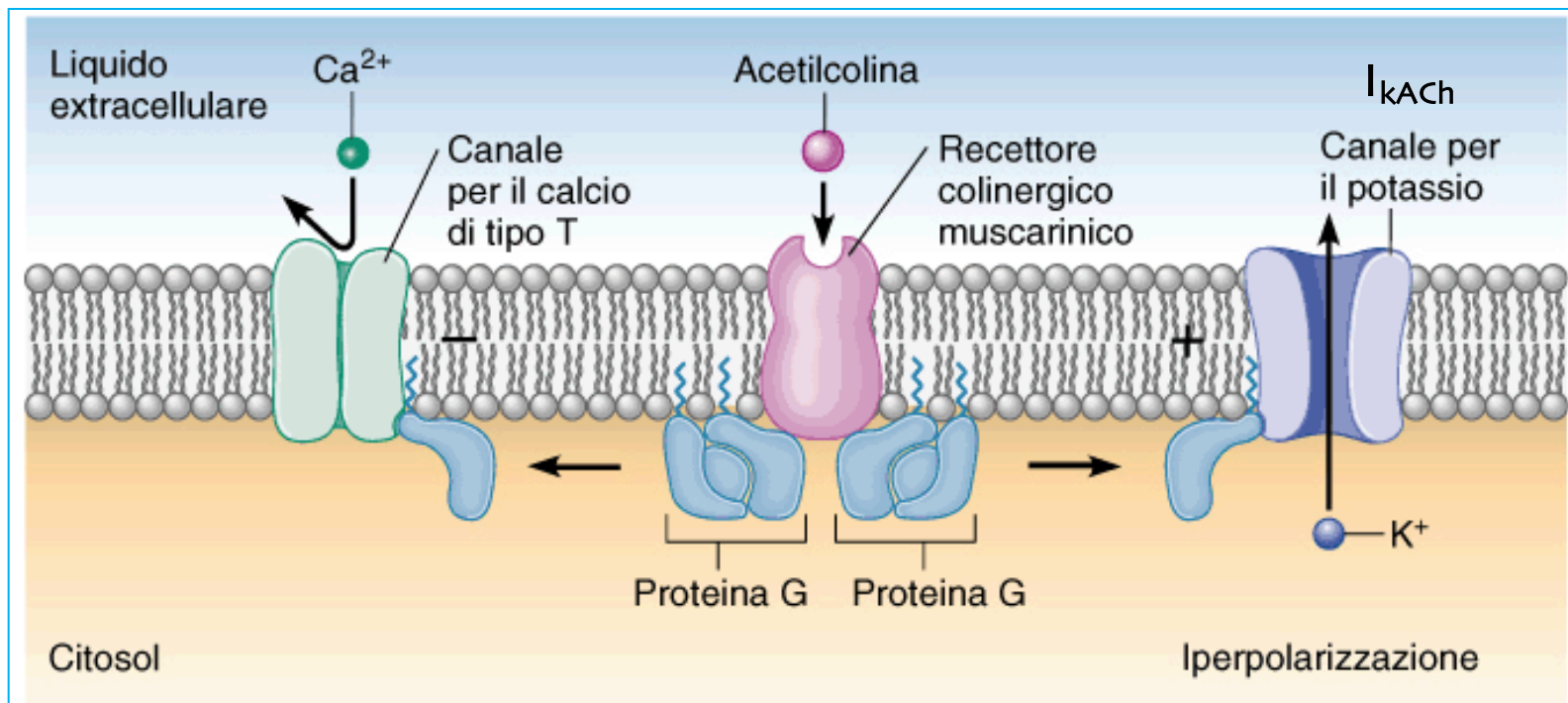
Secondi messaggeri della modulazione simpatica della frequenza cardiaca



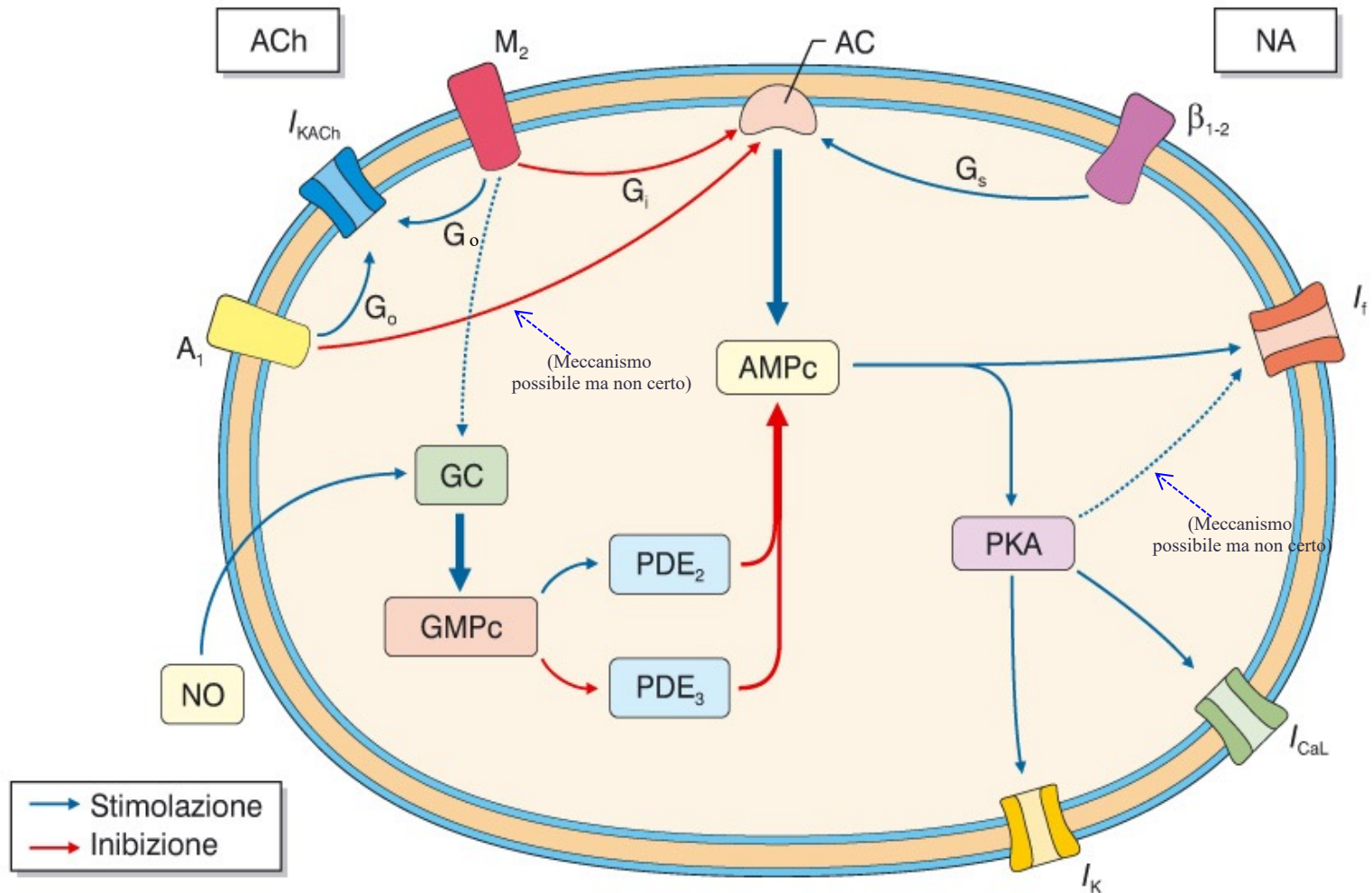
Modulazione parasimpatica della frequenza cardiaca



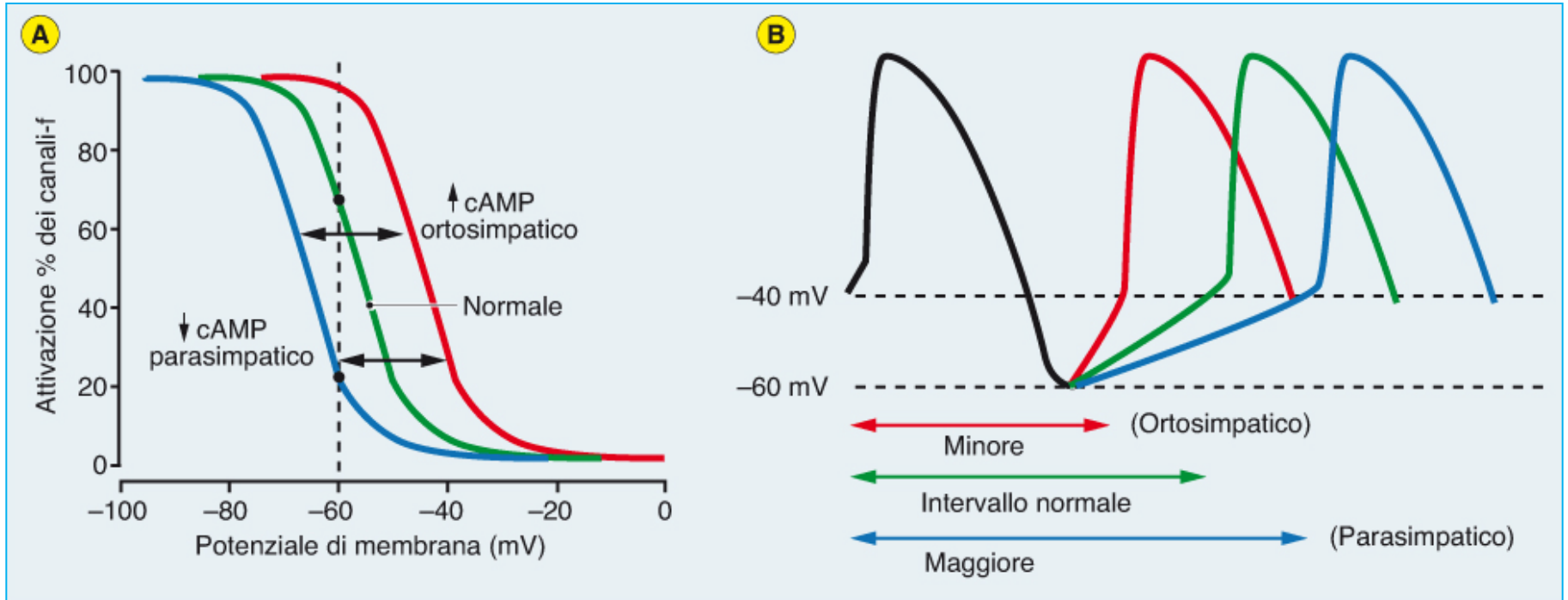
Secondi messaggeri della modulazione parasimpatica della frequenza cardiaca



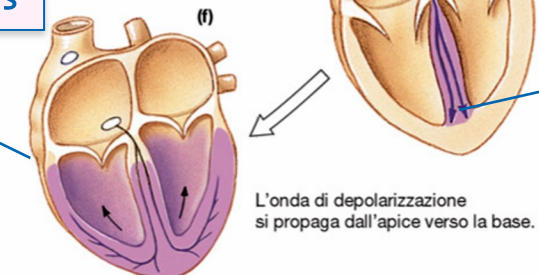
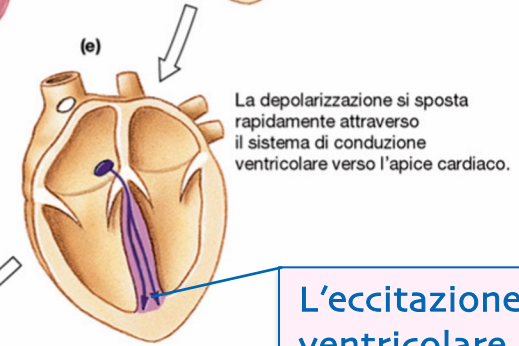
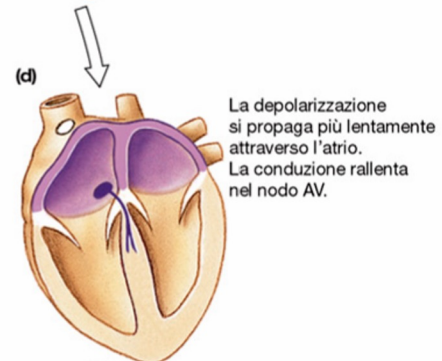
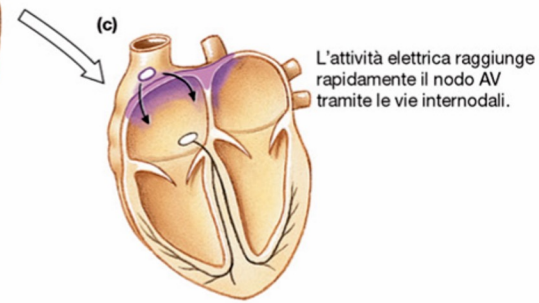
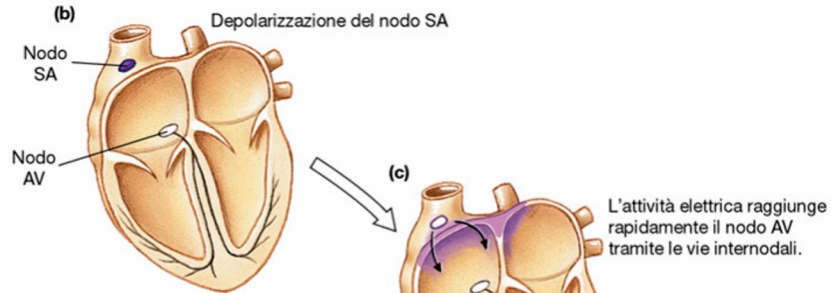
Modulazione della frequenza cardiaca: una visione d'insieme



Riassumendo



Conduzione elettrica nel cuore



velocità di conduzione:
0.02-0.1 m/s

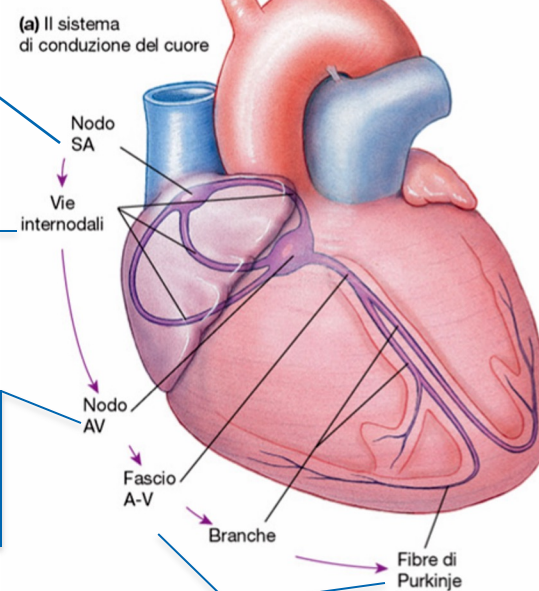
velocità di conduzione:
0.5- 1 m/s

velocità di conduzione:
0.05 m/s (1/20 di quella delle vie internodali)

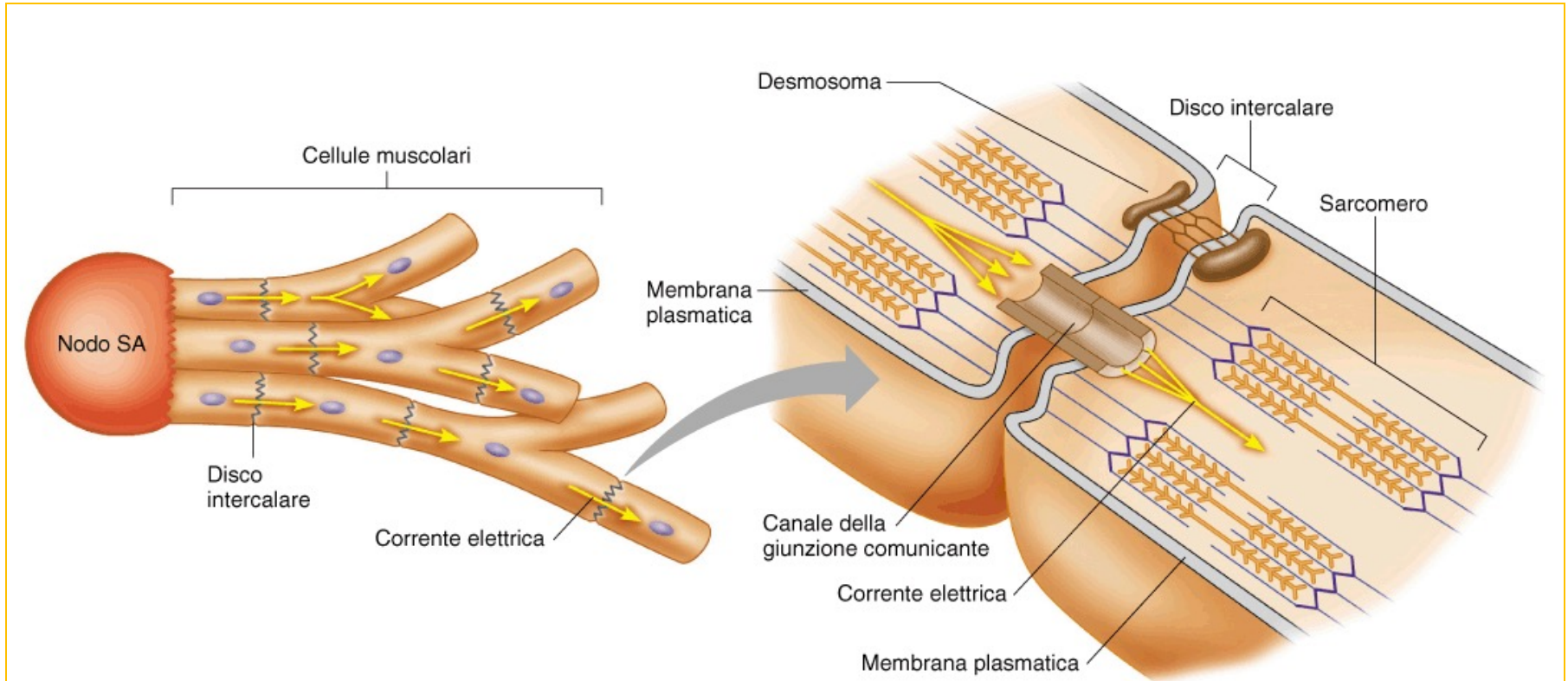
Alta velocità di conduzione: 1-4 m/s

Gli atri completano la contrazione prima che si inneschi la contrazione ventricolare

L'eccitazione atrio-ventricolare passa solo attraverso il fascio di His



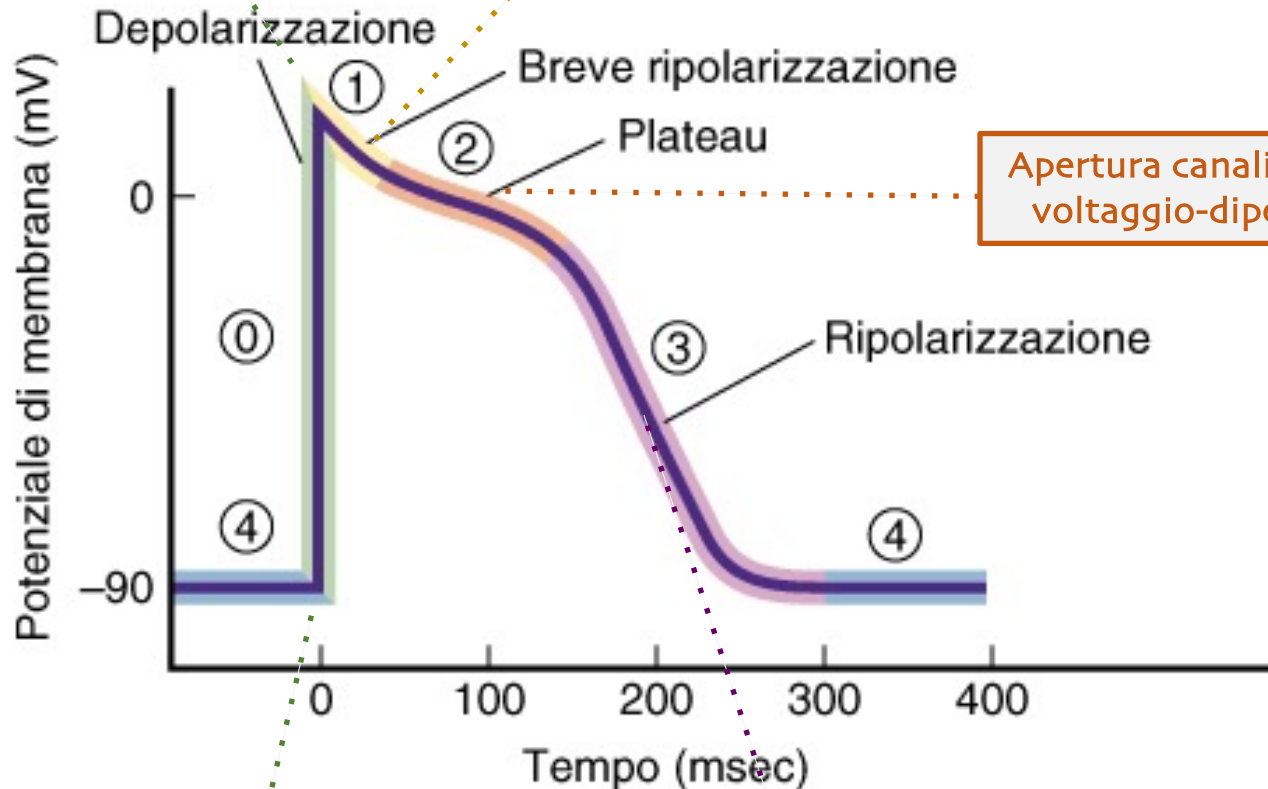
Conduzione elettrica nelle cellule miocardiche



Potenziale d'azione in una cellula cardiaca contrattile

Inattivazione dei canali del Na^+ voltaggio-dipendenti

Apertura e chiusura canali del K^+ voltaggio-dipendenti

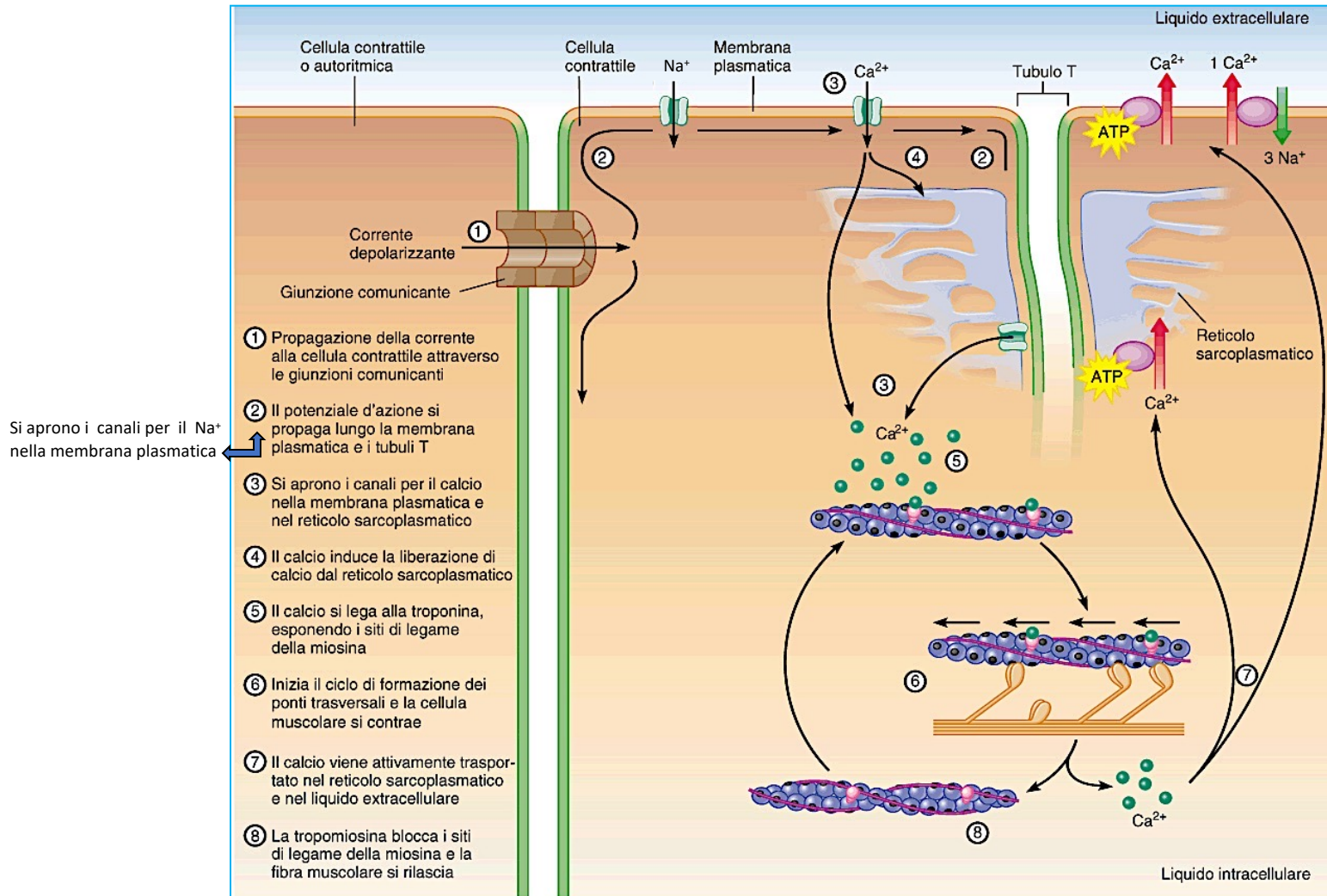


Apertura canali del Ca^{2+} voltaggio-dipendenti

Apertura canali del Na^+ voltaggio-dipendenti

Chiusura canali del Ca^{2+} voltaggio-dipendenti
Apertura canali del K^+ voltaggio-dipendenti

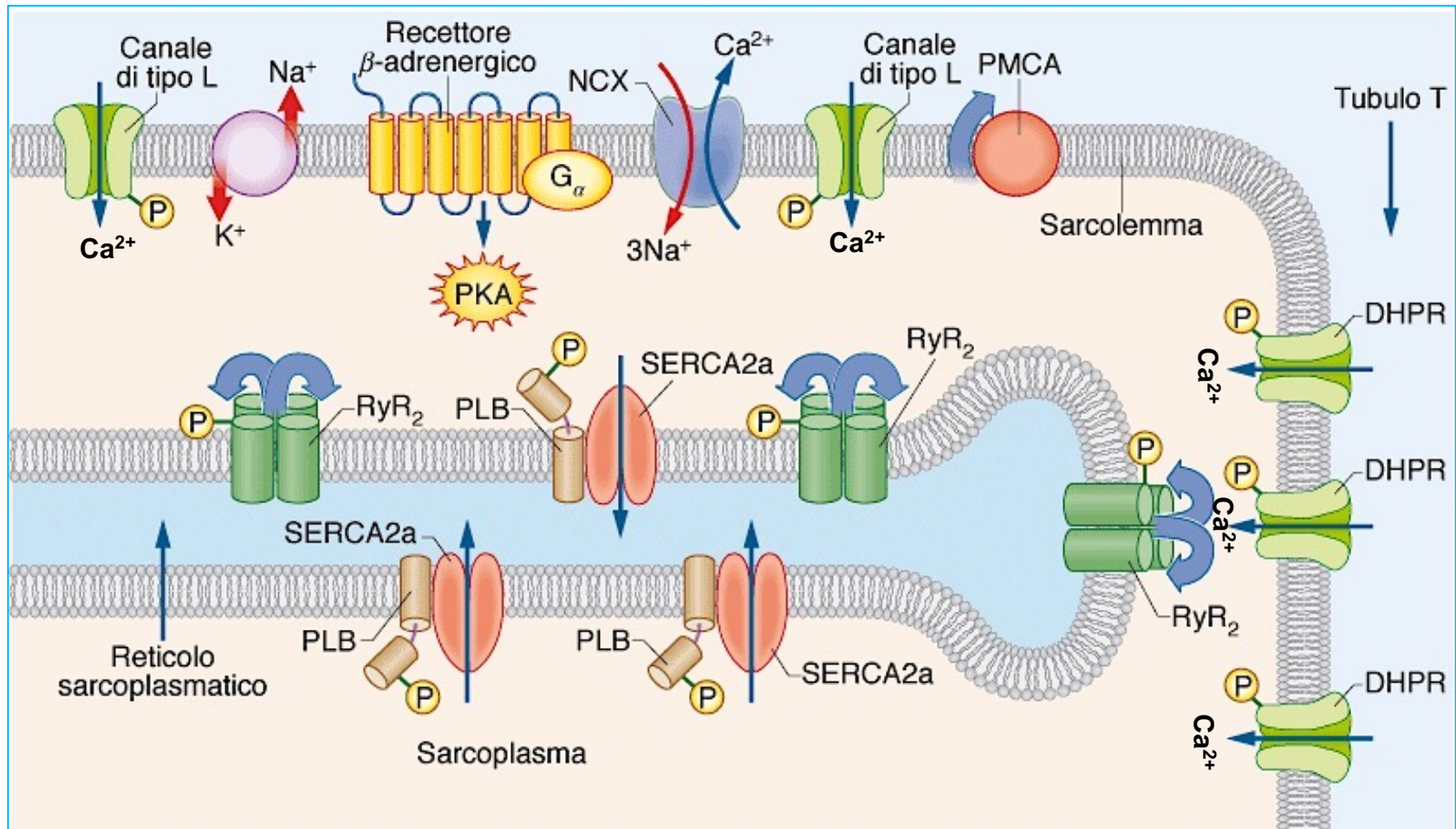
Accoppiamento eccitazione-contrazione e rilasciamento



• La contrazione del miocardio può essere graduata

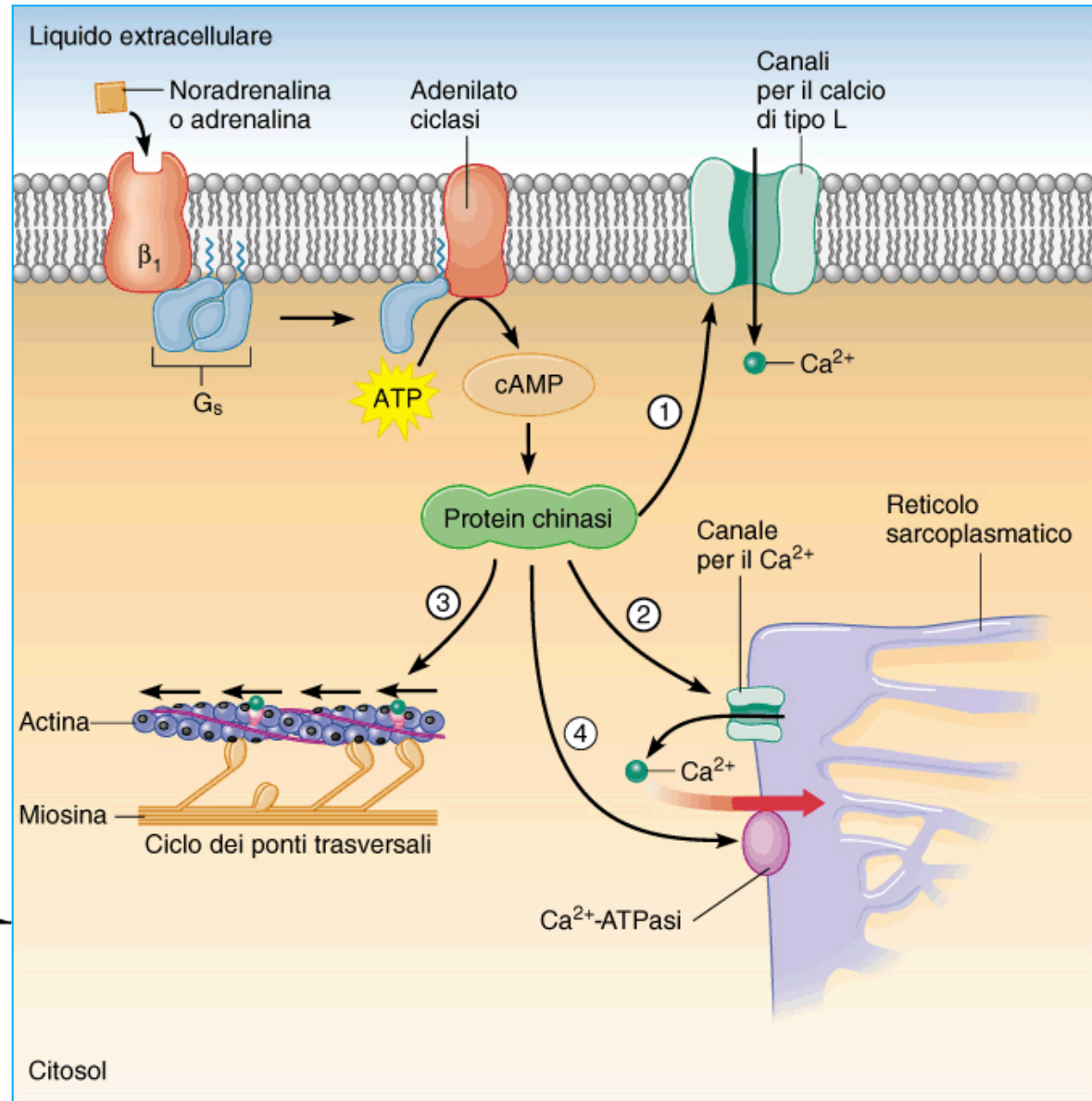
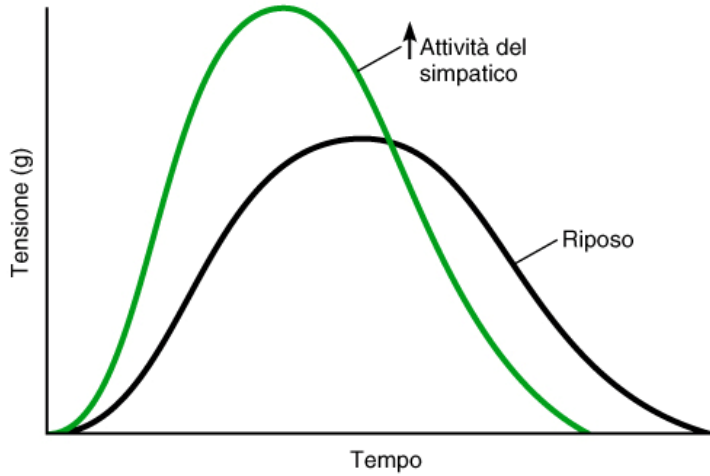
• Legge di Starling: la forza di contrazione dipende dalla lunghezza iniziale delle fibre muscolari (dipende dalla quantità di sangue presente nelle camere cardiache)

Meccanismi di regolazione del calcio intracellulare



Effetto della stimolazione simpatica sul muscolo cardiaco

L'aumento dell'attività ATPasica della miosina aumenta la tensione sviluppata



Elasticità del sarcomero cardiaco e relazione lunghezza-tensione

Rispetto ai sarcomeri del muscolo scheletrico, quelli del muscolo cardiaco hanno:

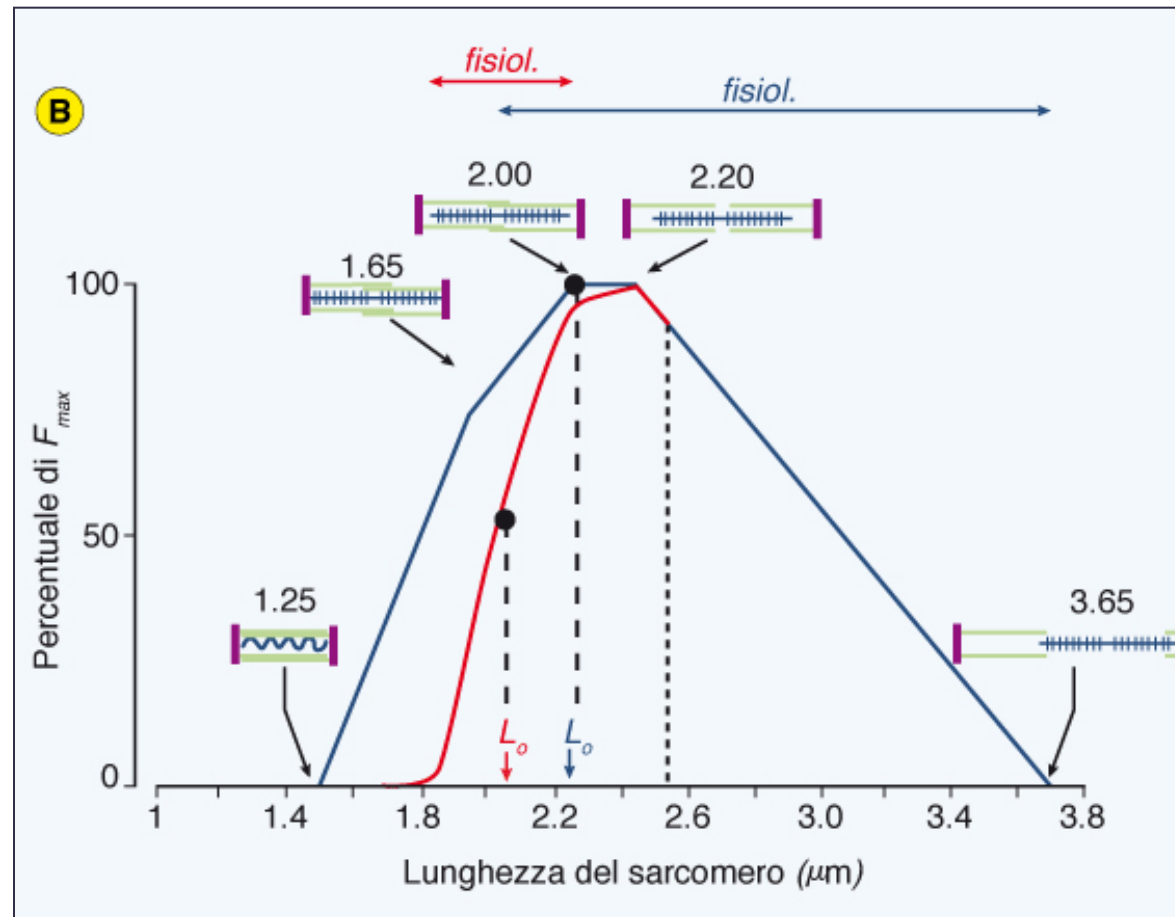
- Minore distensibilità (maggiore rigidità dovuta all'impalcatura connettivale)

- Diversa struttura molecolare della titina

Questo :

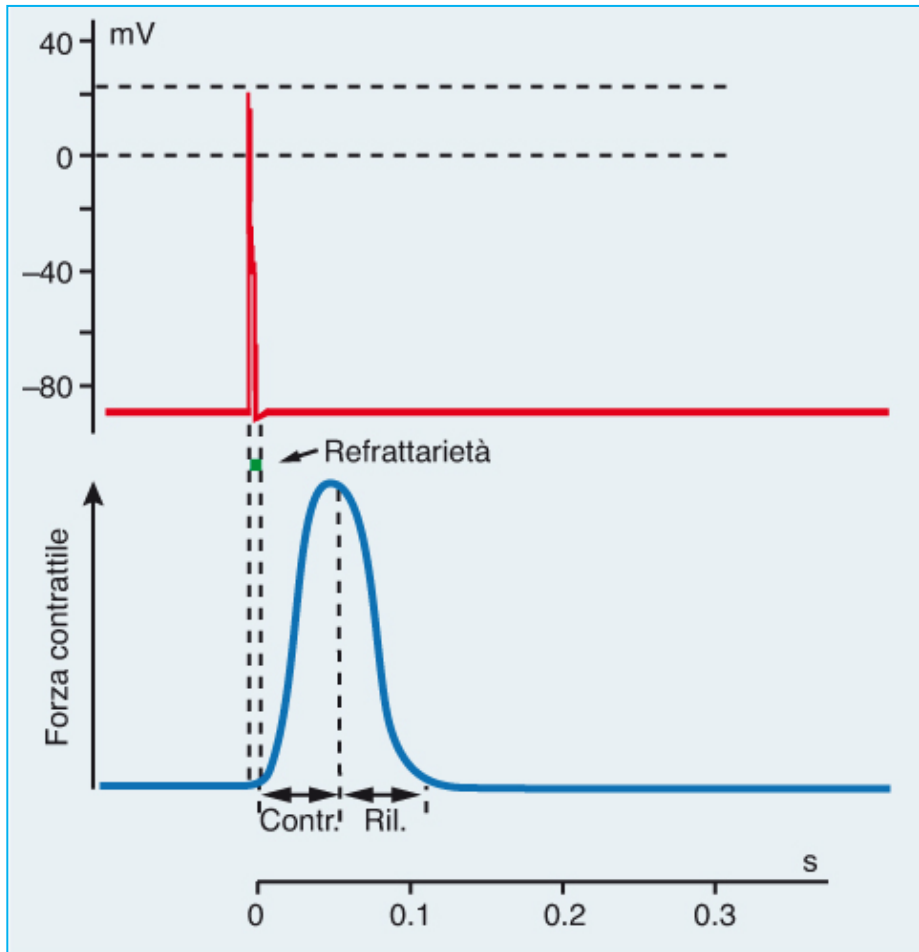
- Impedisce l'eccessiva distensione durante il riempimento diastolico

- Maggiore forza elastica delle pareti nello svuotamento sistolico

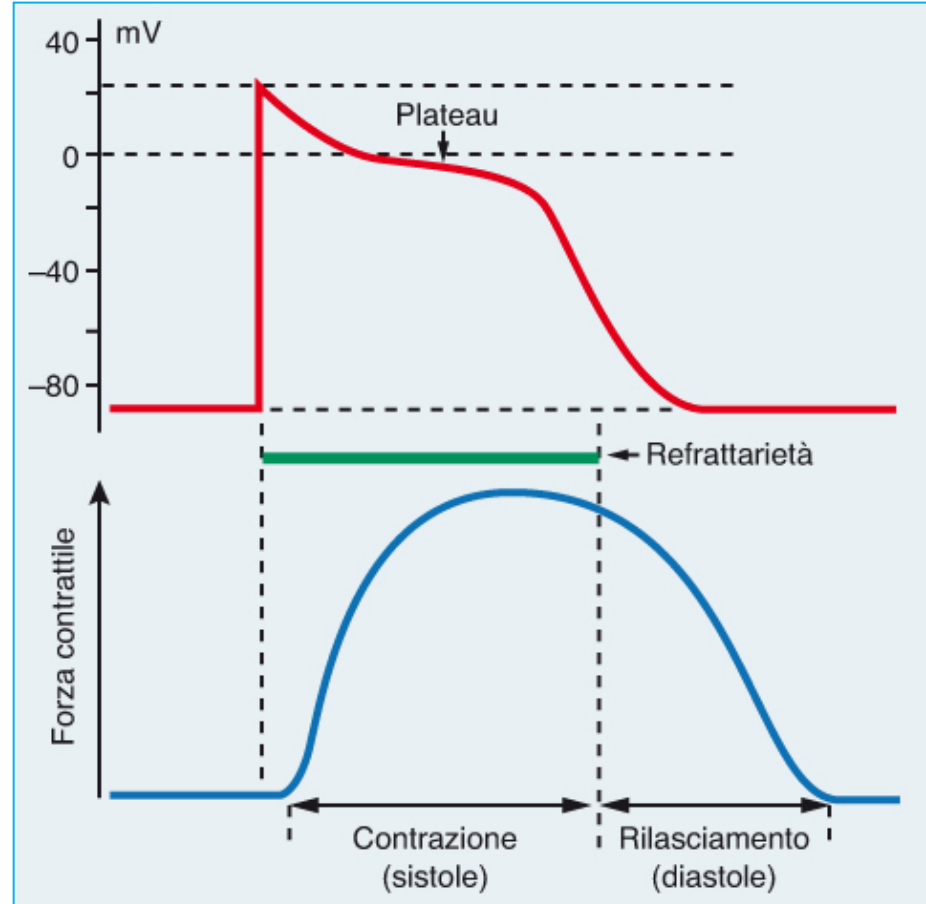


Il muscolo cardiaco può generare contrazioni tetaniche?

Accoppiamento eccitazione-contrazione nel muscolo scheletrico



Accoppiamento eccitazione-contrazione nel muscolo cardiaco



Il muscolo cardiaco non genera contrazioni tetaniche!