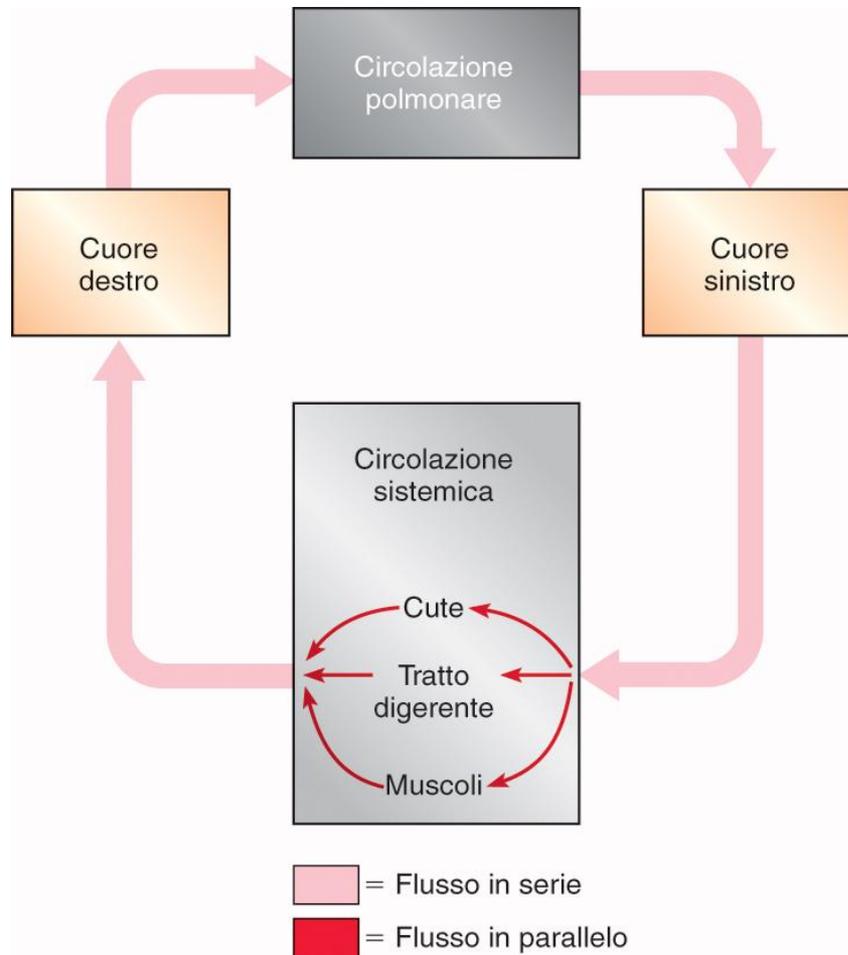


Il sistema cardiocircolatorio

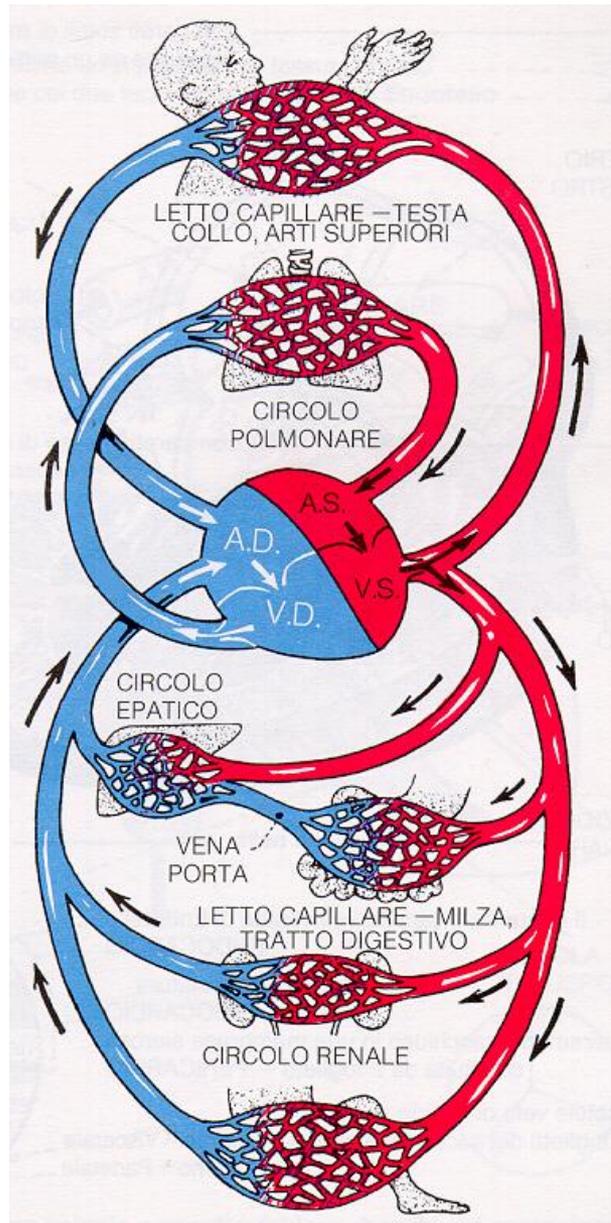
Il sistema cardiocircolatorio



Questo è un sistema chiuso, costituito da cuore destro e sinistro e dalle circolazioni sistemica e polmonare.

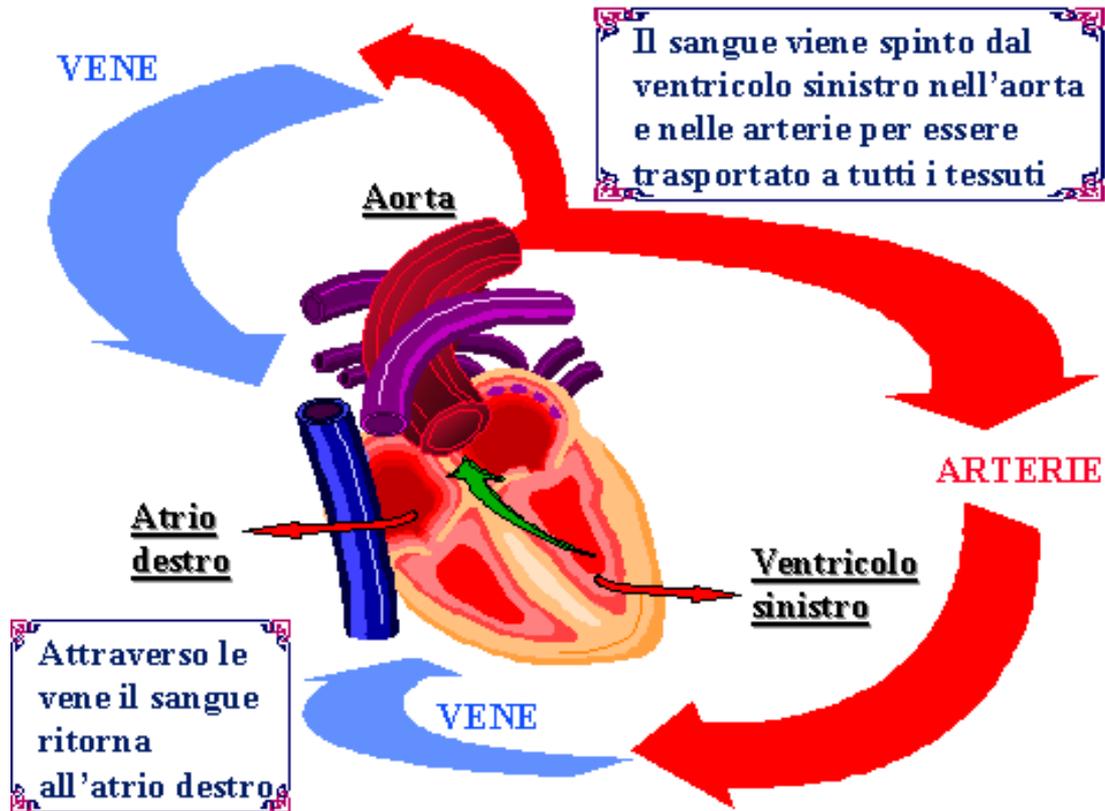
Queste strutture sono disposte in serie.

Sistema cardiocircolatorio



I vari distretti sono organizzati in parallelo gli uni rispetto agli altri ad eccezione di alcuni sistemi portali, come quello epatico, quello ipotalamo-ipofisario o quello renale; si dice quindi che sono disposti in serie.

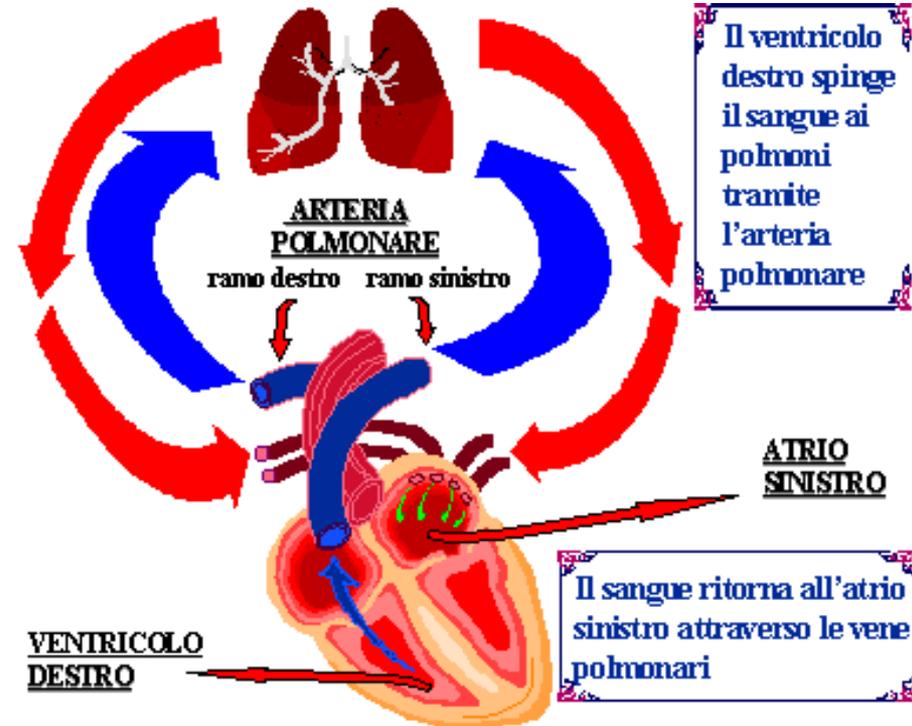
CIRCOLAZIONE SISTEMICA



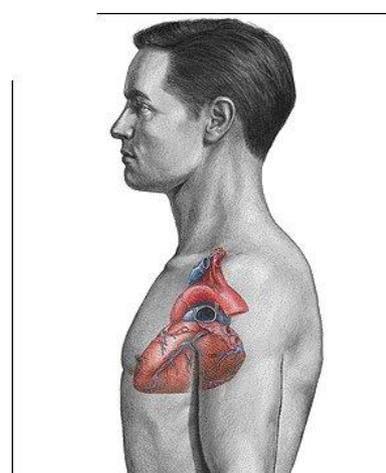
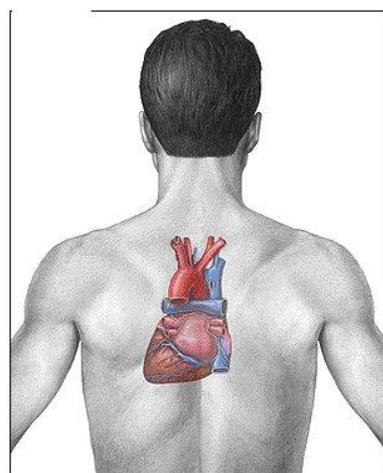
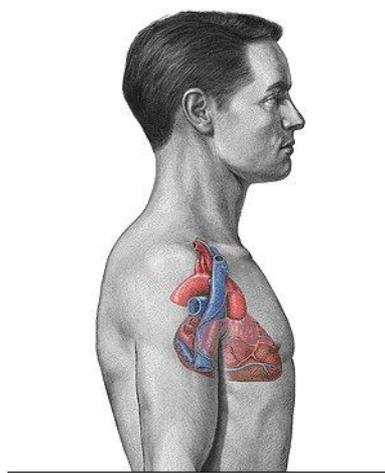
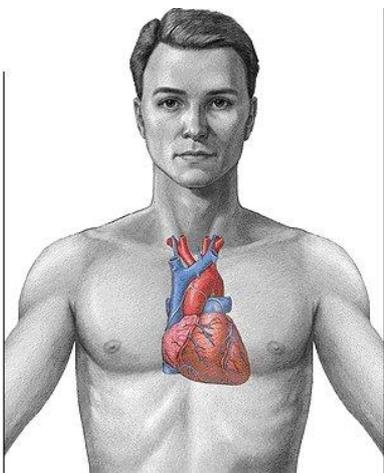
Il CUORE è un muscolo che ha il compito di inviare il sangue, carico di O₂ e di sostanze nutritive, a tutto il corpo attraverso le ARTERIE, che funzionano come un sistema idraulico di tubi. Successivamente il sangue, carico di CO₂ e di altre scorie prodotte dalle cellule, ritorna al cuore attraverso le VENE. Questa circolazione viene chiamata CIRCOLAZIONE SISTEMICA.

Il cuore, prima di inviare nuovamente il sangue a tutti i tessuti, deve "ripulirlo" dalla CO₂ ed "arricchirlo" di O₂. Il sangue viene spinto ai polmoni, attraverso l'ARTERIA POLMONARE e ritorna al cuore attraverso le VENE POLMONARI. Questa circolazione viene chiamata CIRCOLAZIONE POLMONARE.

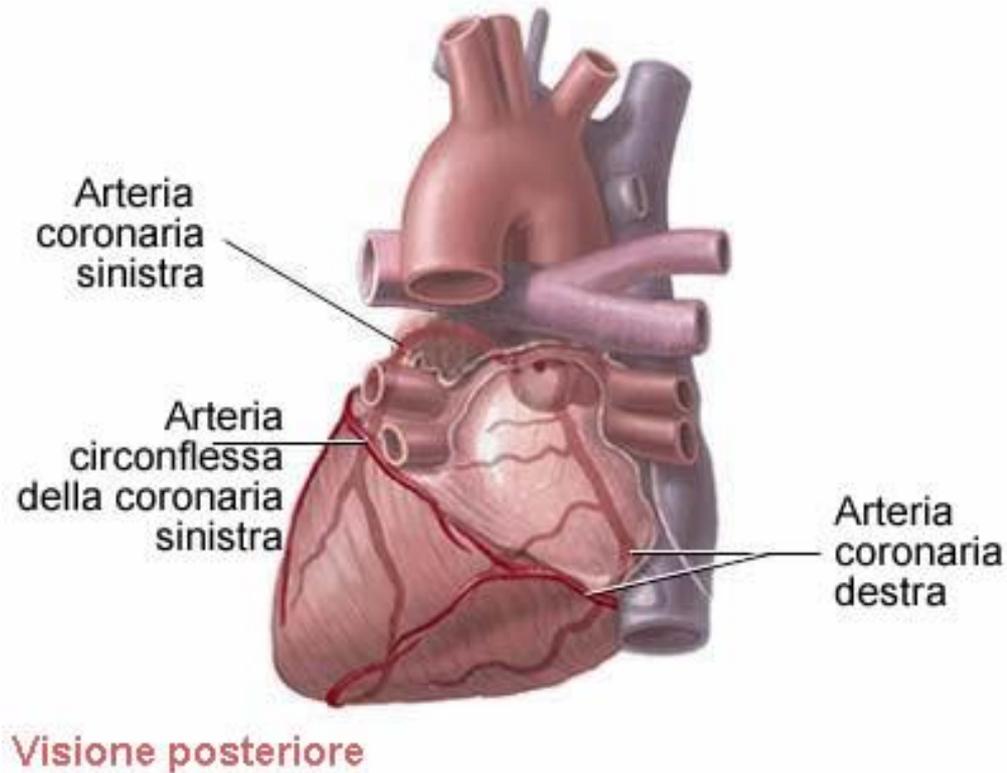
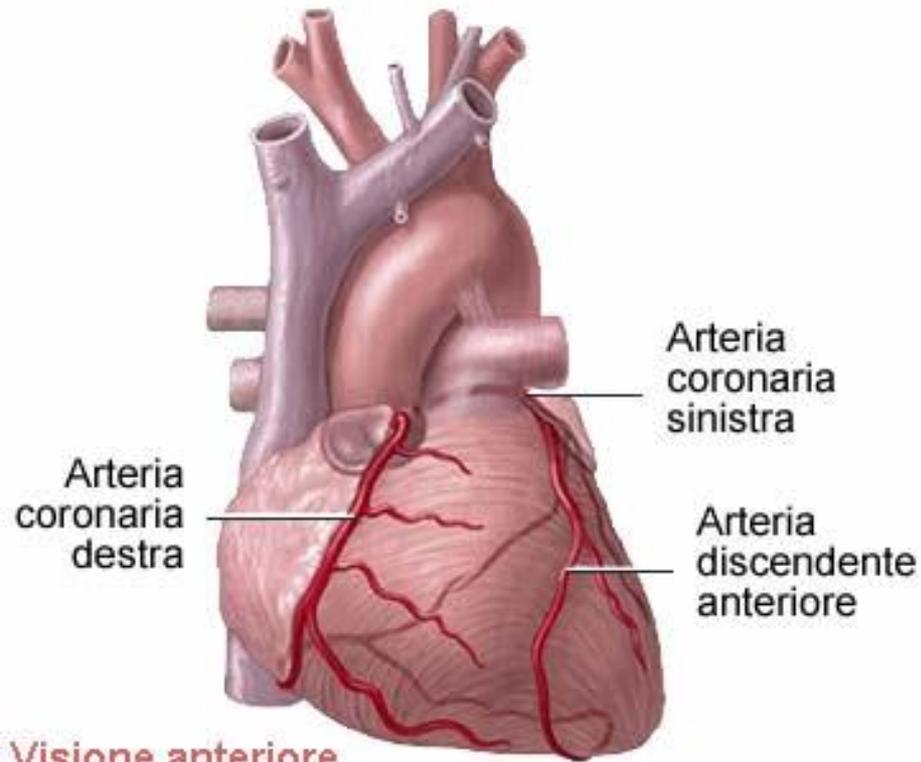
CIRCOLAZIONE POLMONARE



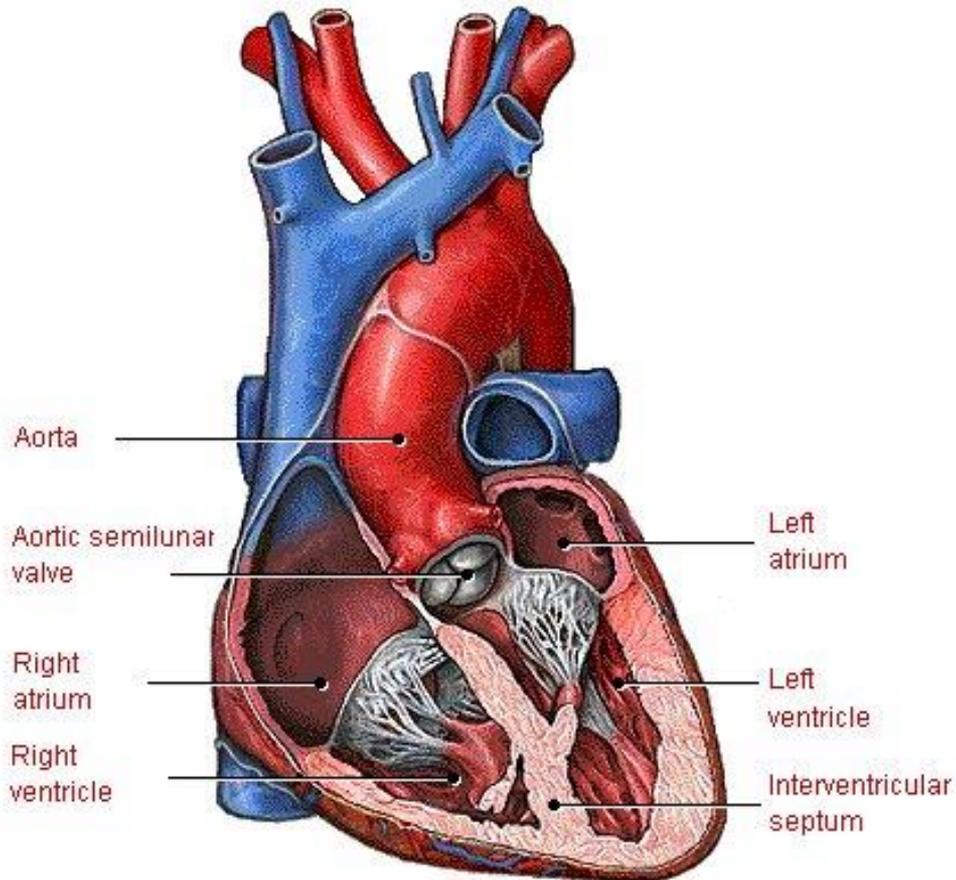
Il cuore



Cuore: vasi



Cuore: cavità

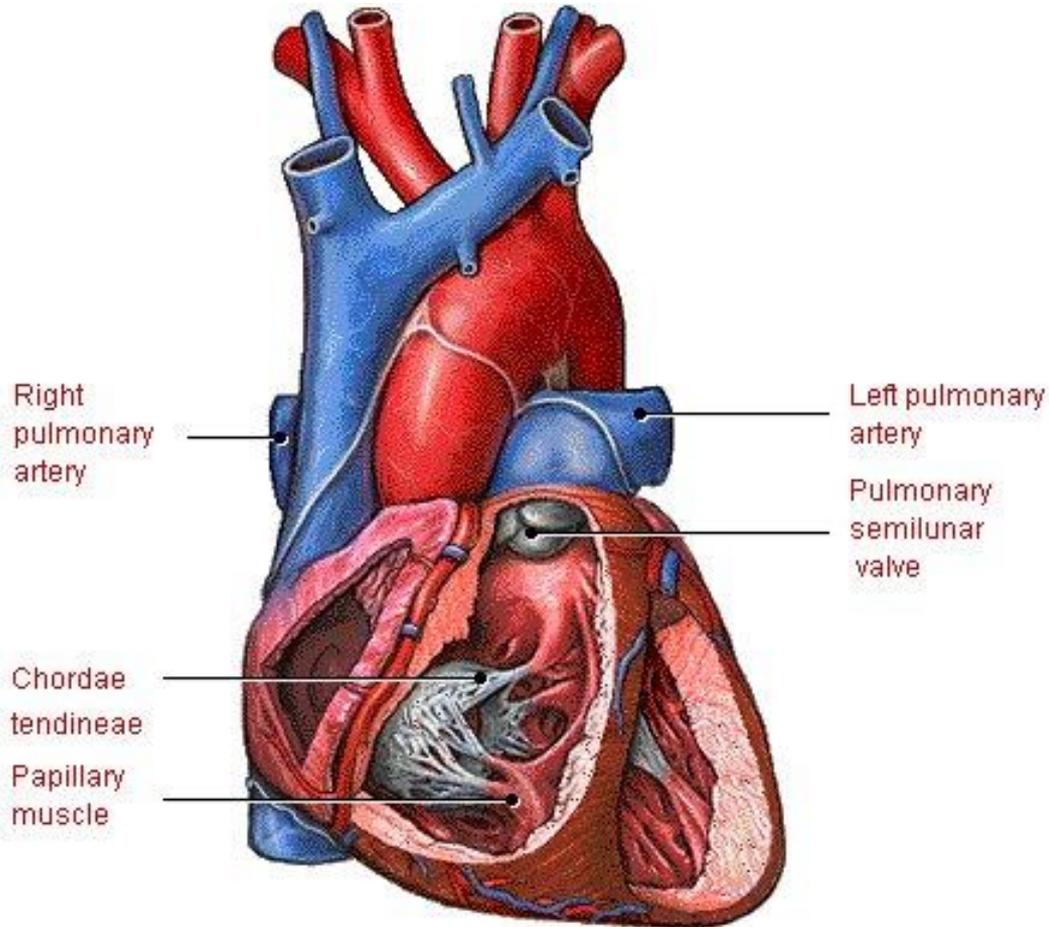


Il cuore è costituito da quattro cavità:

- **2 ATRI**, con parete piuttosto sottile, che ricevono il sangue proveniente dalle vene e lo passano ai ventricoli;
- **2 VENTRICOLI**, che pompano il sangue nelle arterie.

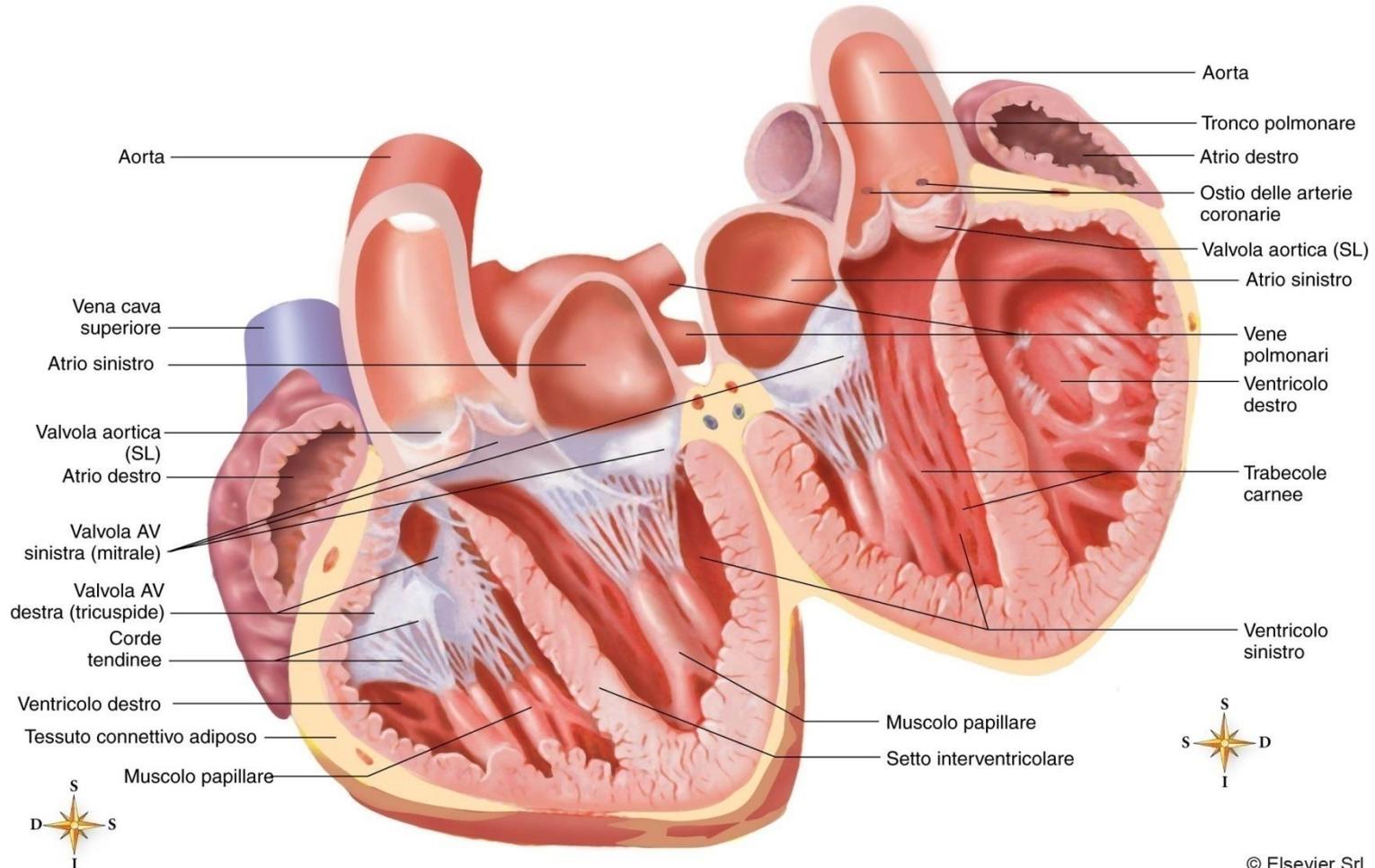
La parte destra del cuore riceve (**ATRIO**) il sangue proveniente da tutti i tessuti e lo invia (**VENTRICOLO**) ai polmoni, mentre la parte sinistra, dopo aver ricevuto dai polmoni (**ATRIO**) il sangue ossigenato, lo pompa (**VENTRICOLO**) a tutto il corpo.

Cuore: valvole



Il flusso a senso unico del sangue è garantito dalle valvole cardiache: due sono poste tra atri e ventricoli (*tricuspide* a destra e *bicuspide* o *mitrale* a sinistra) e due tra ventricoli ed arterie (*semilunari polmonare* ed *aortica*).

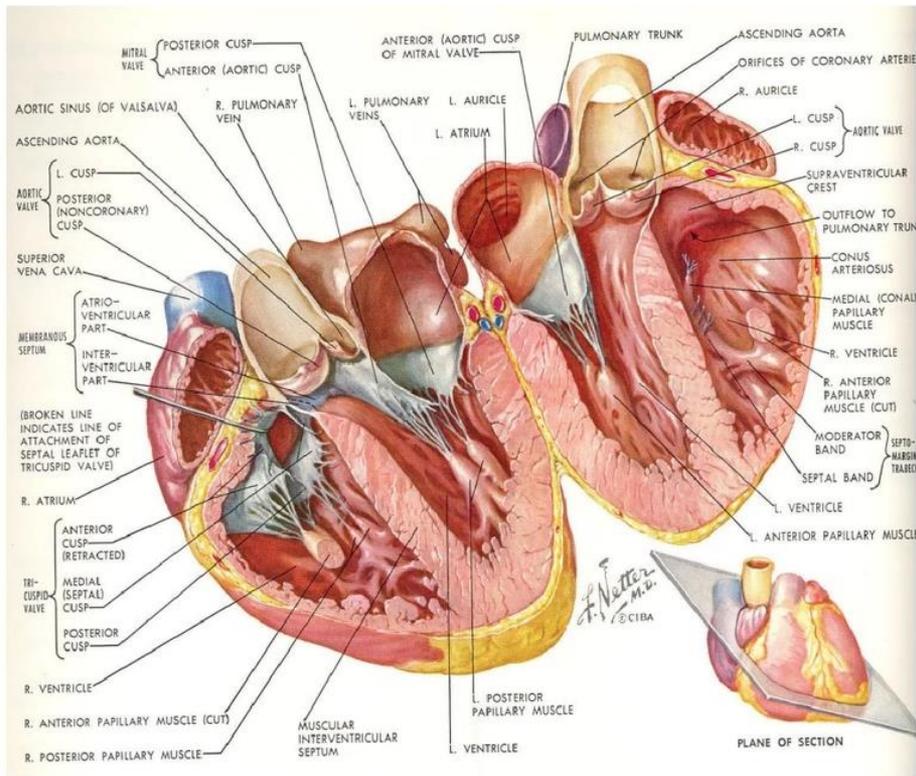
Come è fatto il cuore



© Elsevier Srl

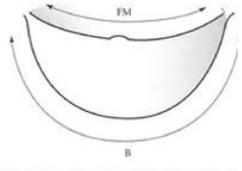
Tutte le valvole cardiache sono inserite su un anello di tessuto connettivale rigido (scheletro fibroso del cuore). Le valvole AV sono costituite da sottili lembi che presentano sul lato ventricolare dei sottili filamenti di collagene (*corde tendinee*). Queste corde si inseriscono sui *muscoli papillari* (estensioni del muscolo ventricolare).

Valvola aortica

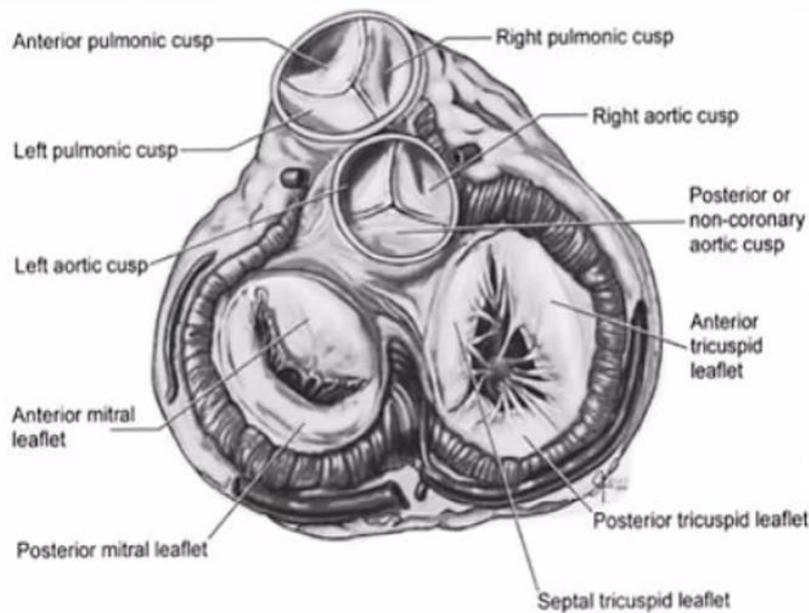


La valvola aortica separa la porzione terminale del ventricolo sinistro e l'aorta. Si tratta di una valvola tricuspide composta di **tre lembi semilunari** (sinistro, destro e non-coronarico) e l'annulus della valvola aortica. Le cuspidi stesse sono legate ai seni aortici. Il seno di Valsalva è definito come lo spazio tra il bordo dei lembi e l'aorta.

- Non coronaria > Dx > Sx
- Base = 1,5 volte FM



Valvola aortica



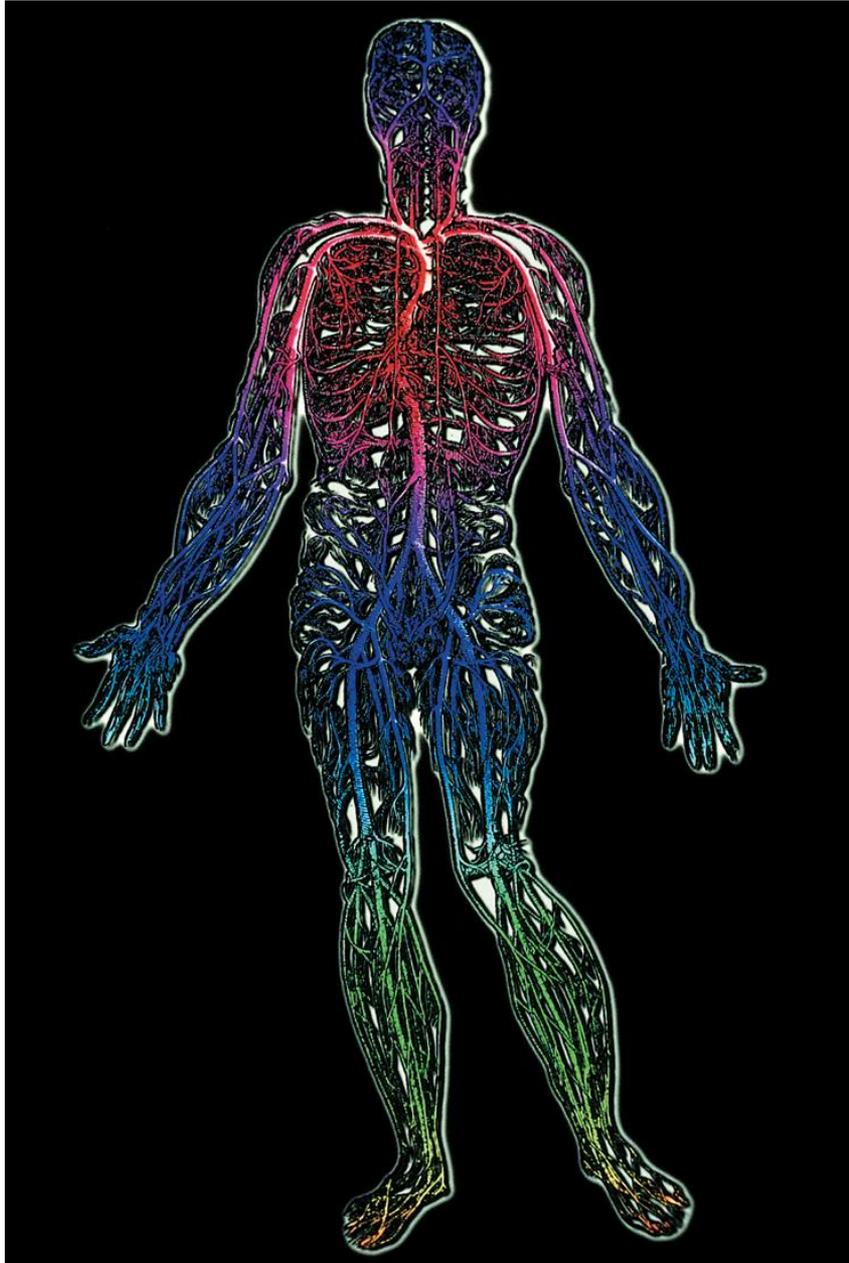
Rapporti anatomici

La valvola aortica contrae rapporti anatomici con le seguenti strutture anatomiche:

-**lembo coronarico destro** con tratto di efflusso del ventricolo destro e ostio coronarico destro

-**lembo coronarico sinistro** con tronco polmonare, atrio sinistro e ostio coronarico sinistro

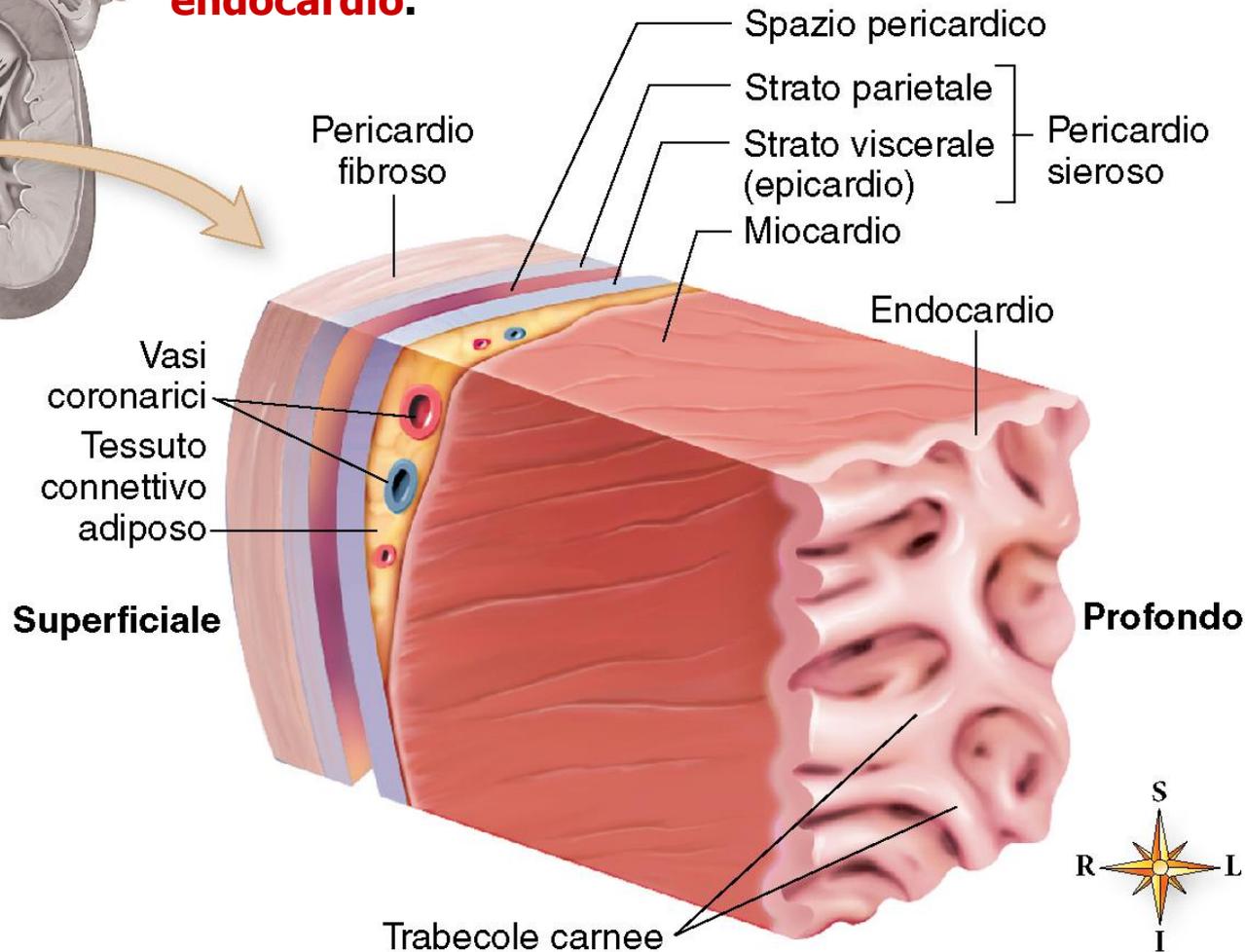
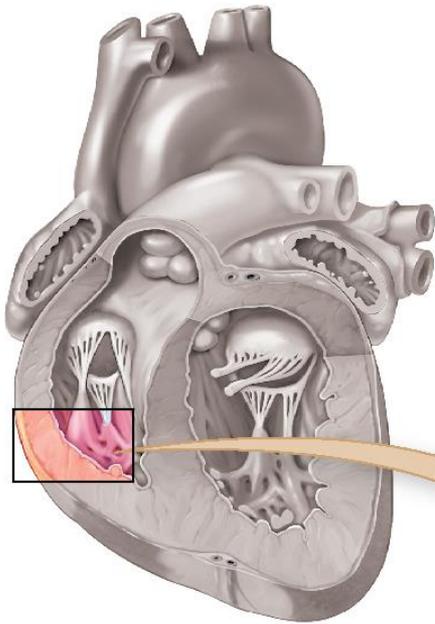
-**lembo non coronarico** con atrio sinistro, atrio destro e setto interatriale.



Eccitabilità cardiaca

Il tessuto muscolare cardiaco

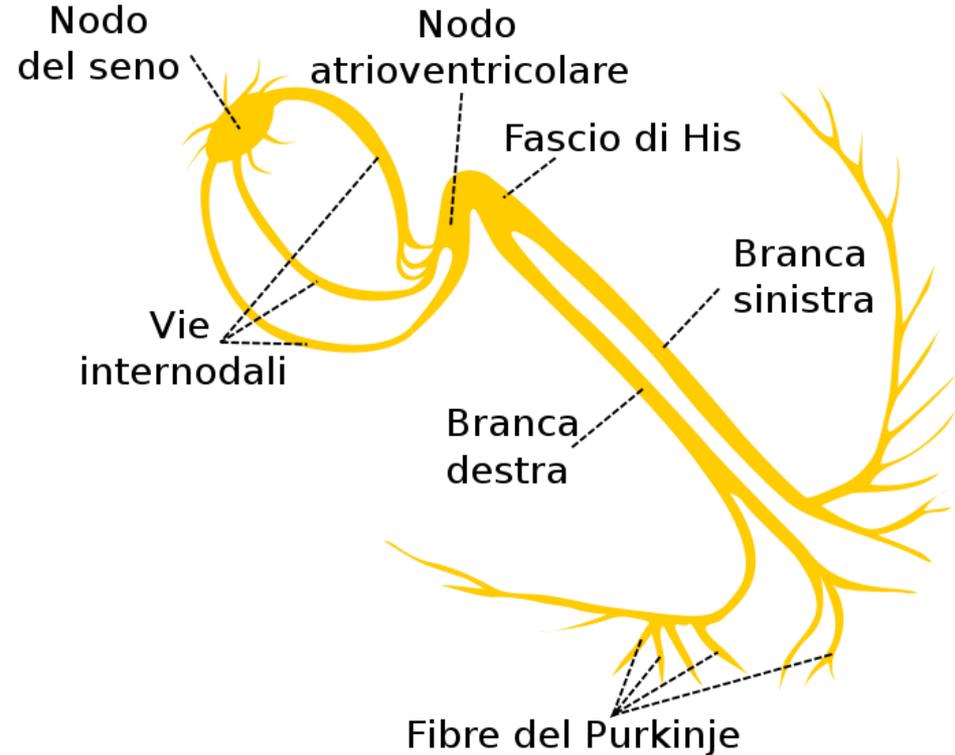
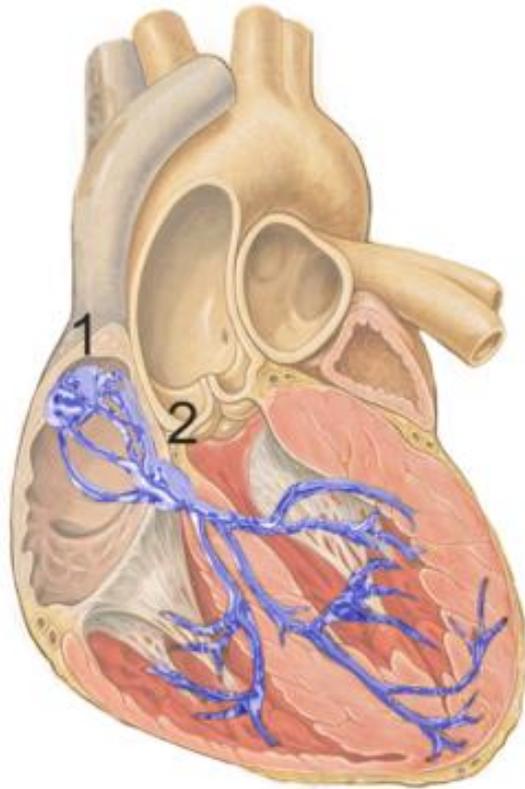
La parete cardiaca presenta un involucro esterno (**pericardio**) diviso in due porzioni: una fibrosa ed una sierosa separate dallo spazio pericardico contenente liquido. La parte sierosa si divide in lamina parietale e viscerale (o **epicardio**). La superficie interna del cuore presenta un rivestimento detto **endocardio**.



Obiettivi

- Definire le caratteristiche strutturali che sono alla base della funzione del cuore
- Capire le basi ioniche della genesi e propagazione del segnale elettrico
- Correlare il segnale elettrico ad una misura strumentale (ECG)

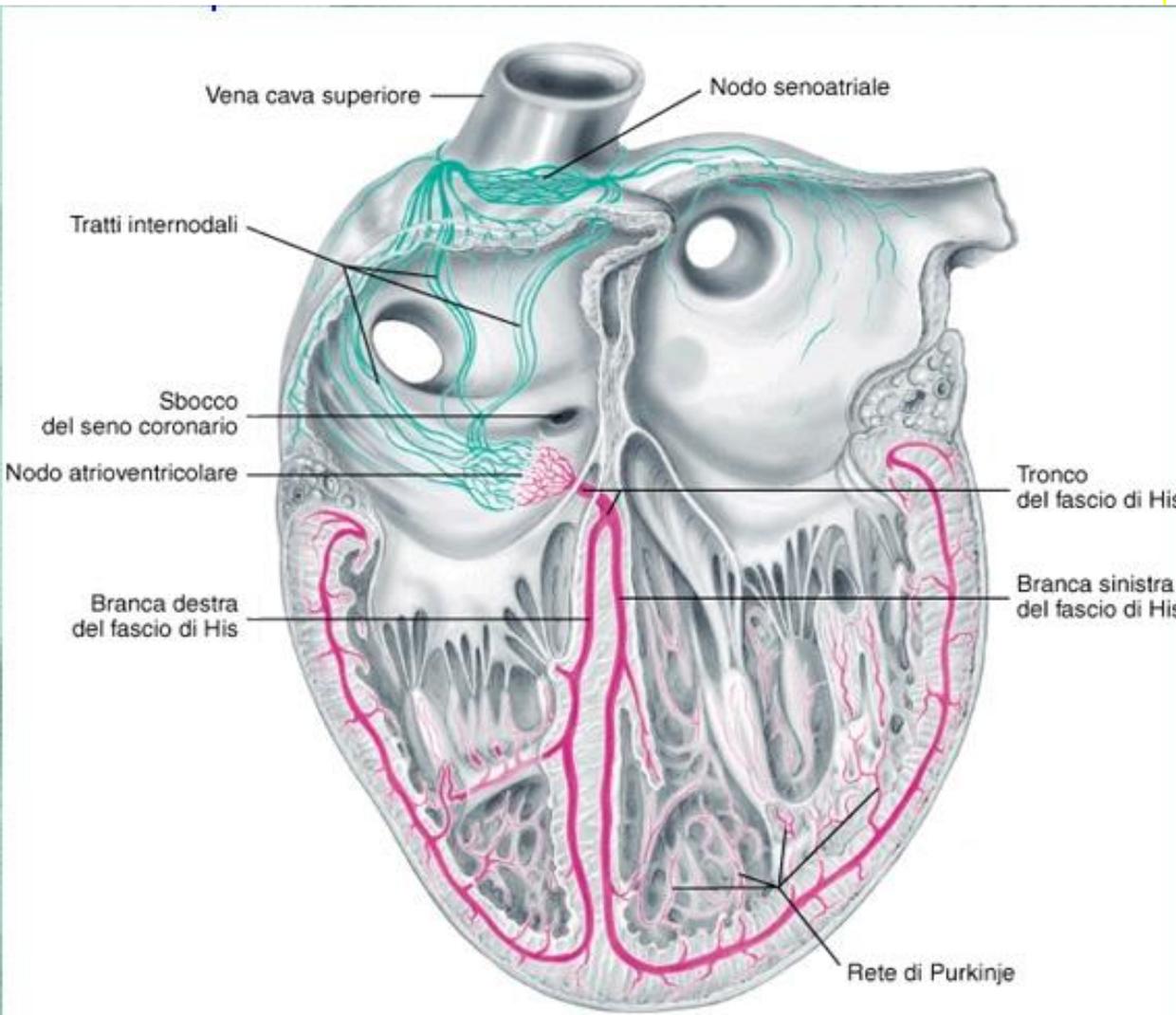
Tessuti del cuore



La maggior parte del tessuto muscolare cardiaco è costituito da fibre contrattili, ma l'1% (*cellule autoritmiche o pacemaker*) è specializzato nel generare spontaneamente PDA. Quest'ultimo è organizzato in gruppi di cellule: il nodo SA (1), una rete internodale che lo connette al nodo AV (2), il fascio di His e le fibre del Purkinje. Queste strutture rappresentano il tessuto di conduzione che invia potenziali al tutto il miocardio.

Proprietà del muscolo cardiaco

autoritmicità, conducibilità, contrattilità



**Tessuto nodale
(pacemaker del cuore),
SA ed AV**

Autoritmicità elevata,
conducibilità modesta,
contrattilità scarsa.

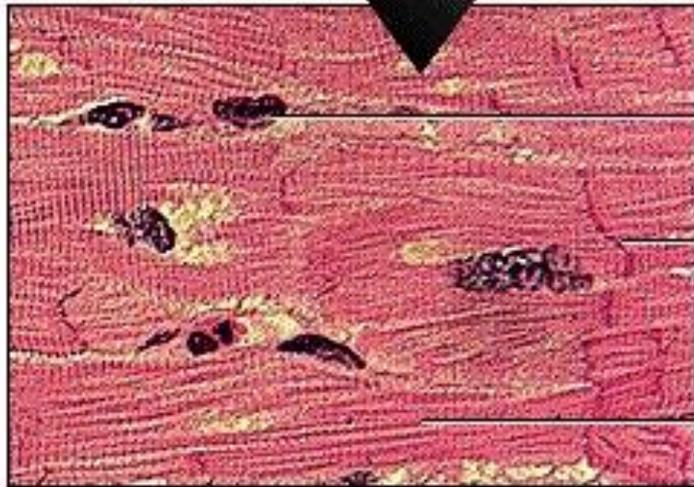
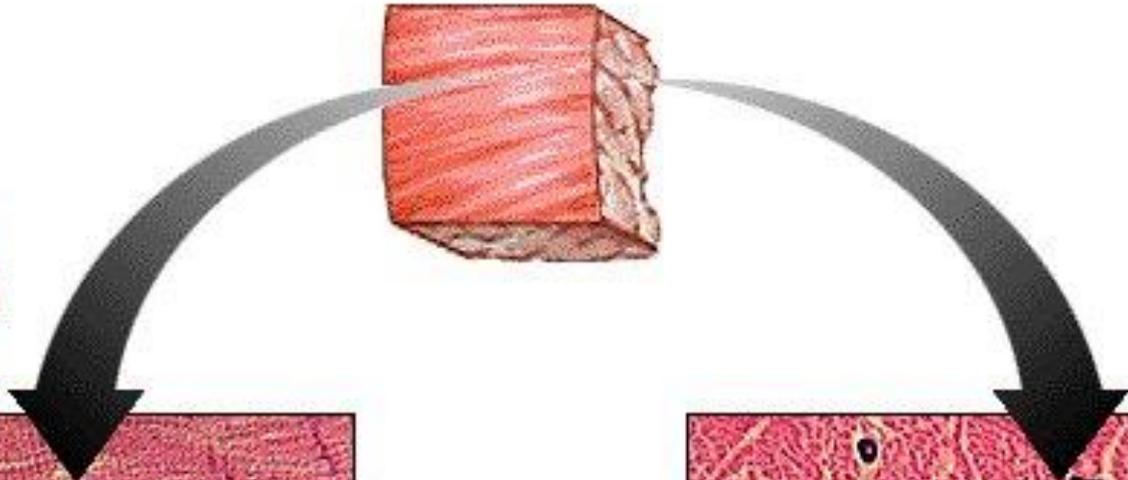
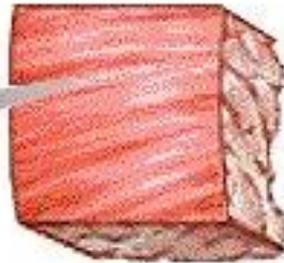
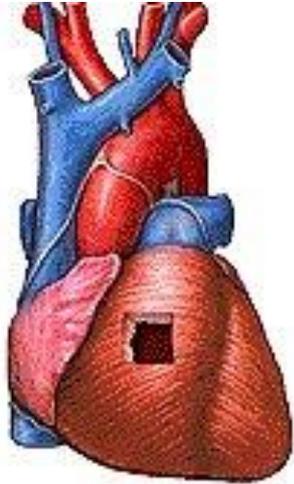
**Tessuto di conduzione
(fascio di His e fibre di
Purkinje)**

Autoritmicità
praticamente nulla,
conducibilità elevata,
contrattilità modesta.

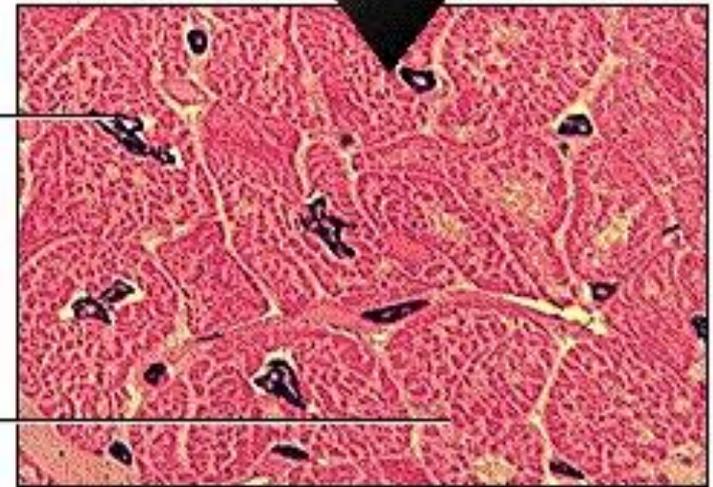
Tessuto contrattile

Autoritmicità nulla,
conducibilità buona,
contrattilità elevata.

Il miocardio: aspetti cellulari



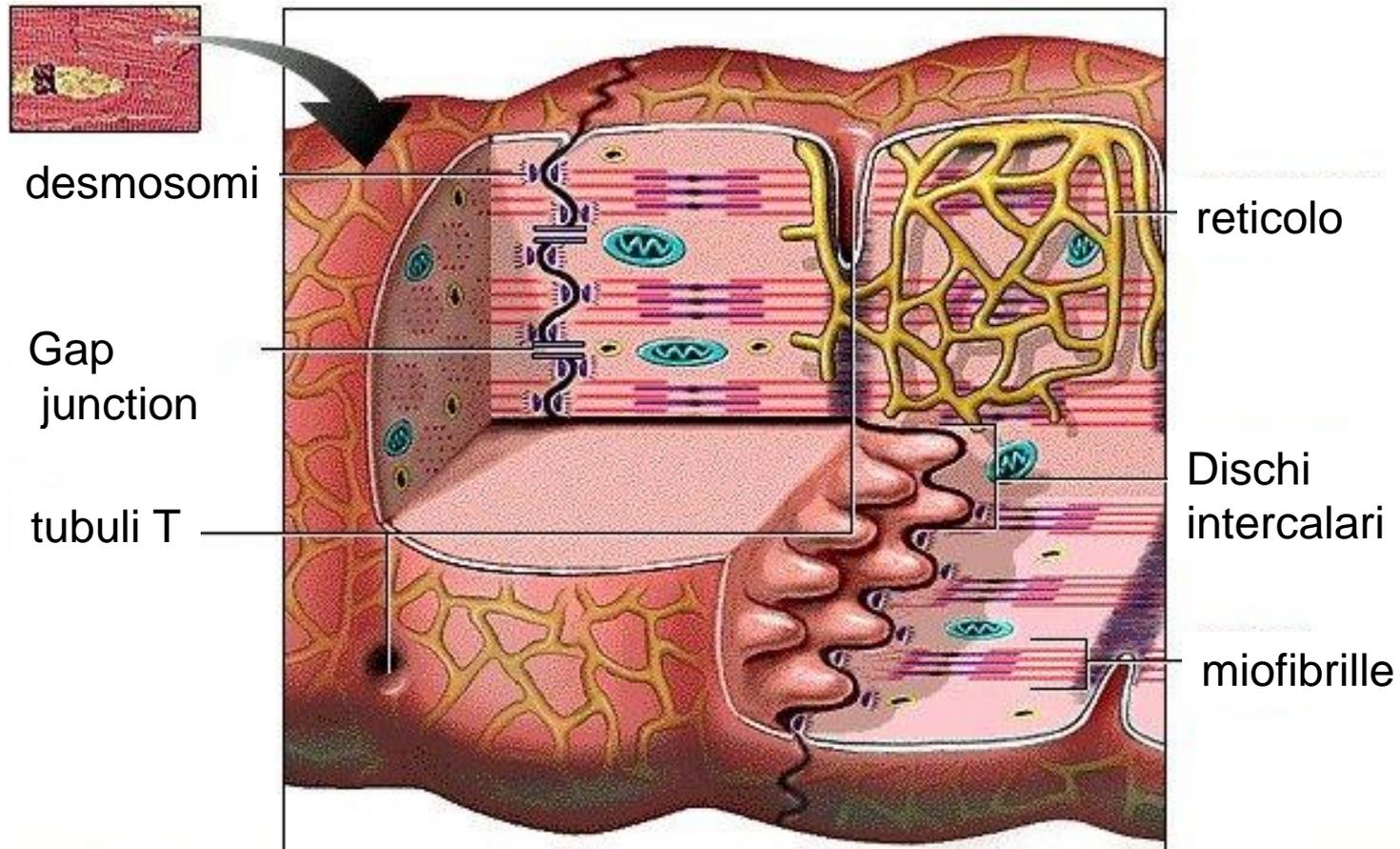
nuclei
Dischi
intercalari
Miofibrille
cardiache



Sezione longitudinale

Sezione trasversale

Organizzazione intercellulare



Cellula muscolare cardiaca (TEM)

la striatura è dovuta alla presenza di sarcomeri regolarmente allineati

mitocondri più numerosi che nel muscolo scheletrico

disco intercalare...

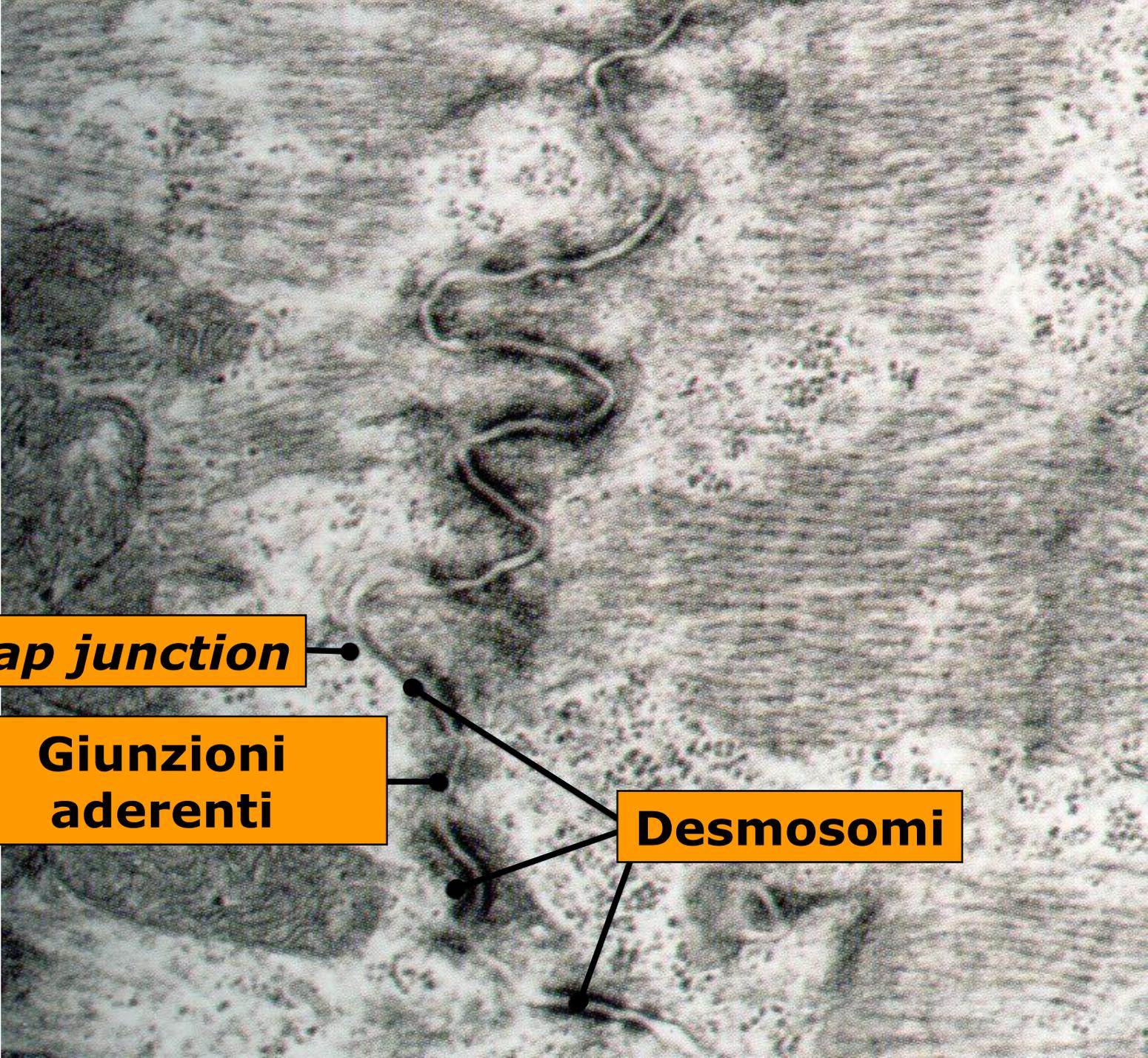


Ultrastruttura del disco intercalare

Gap junction

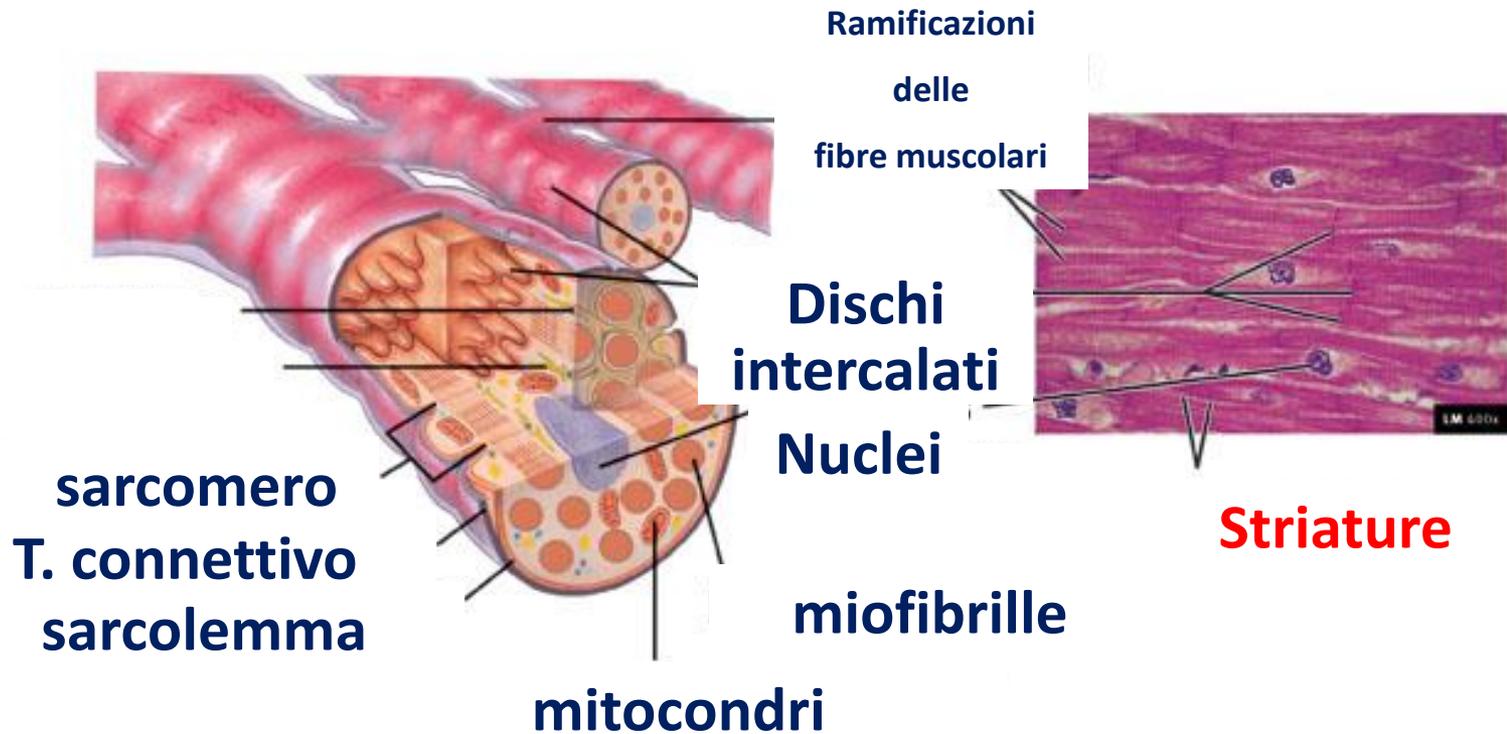
Giunzioni aderenti

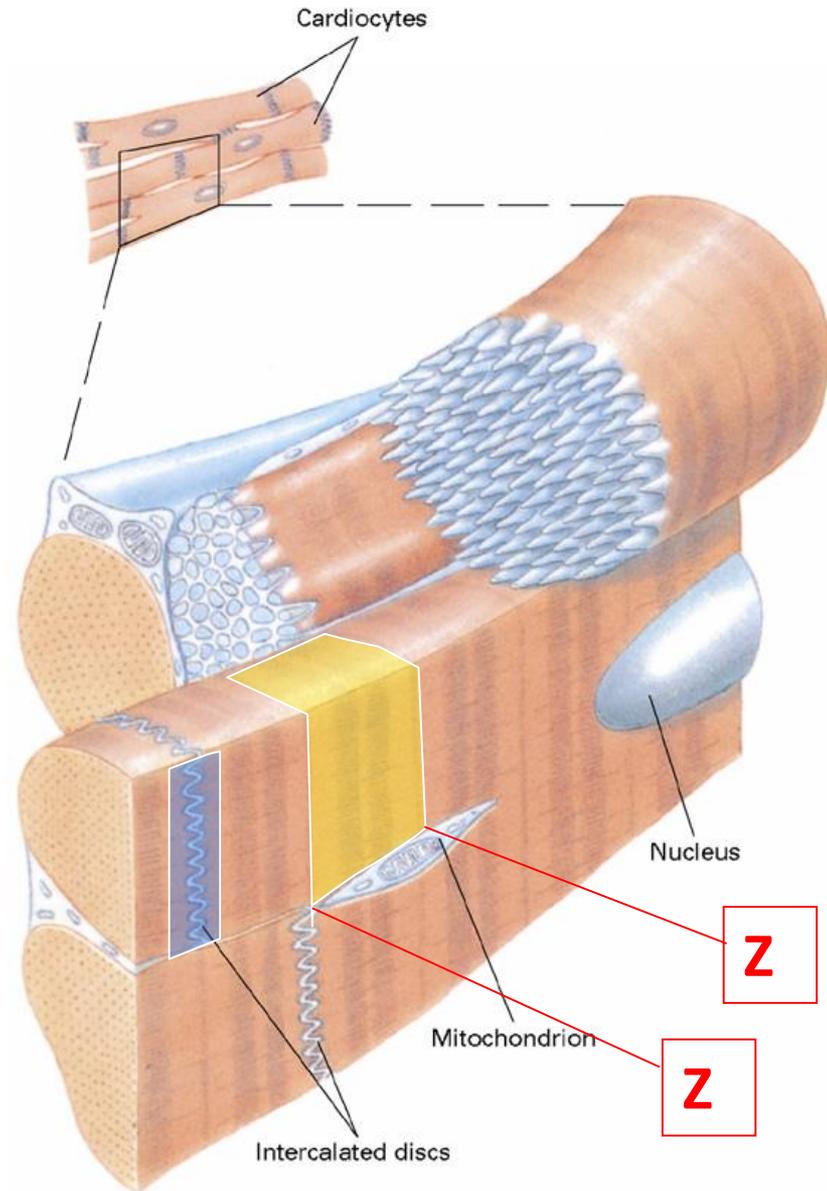
Desmosomi



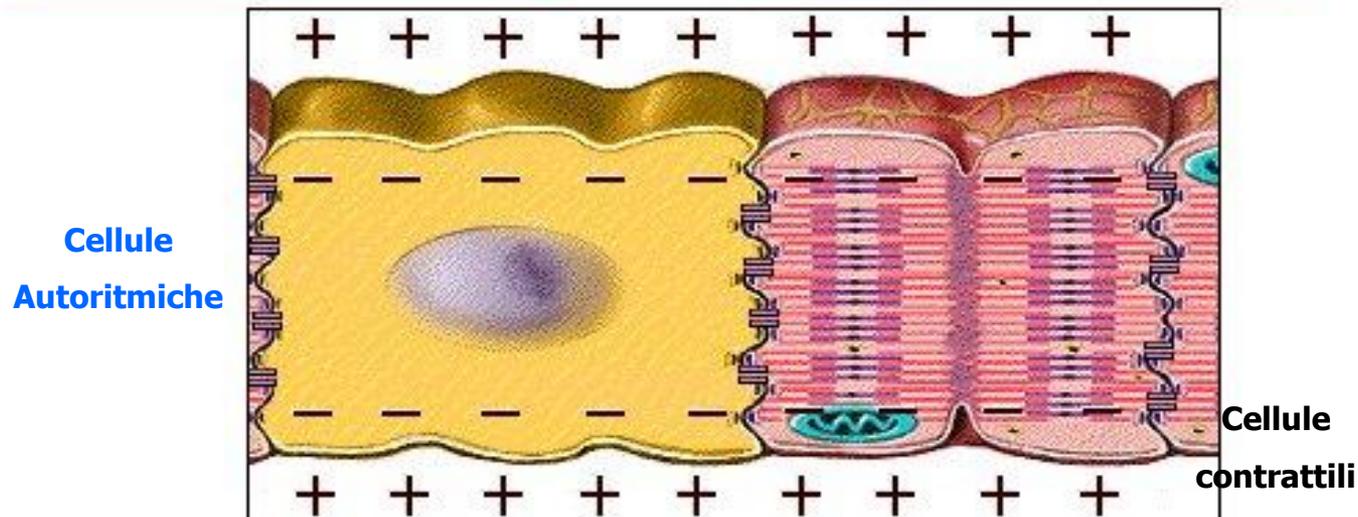
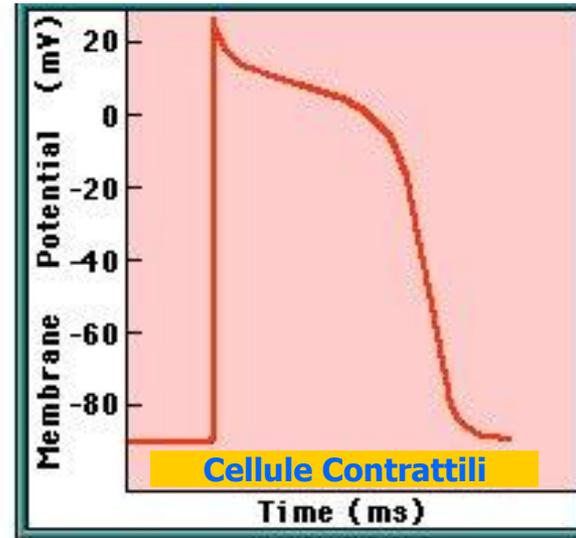
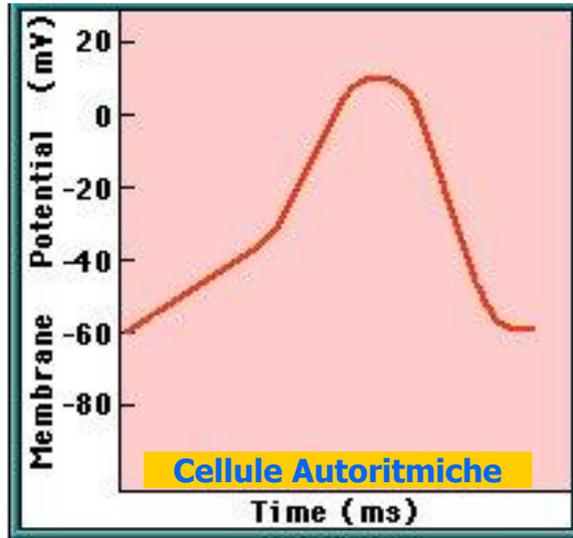
Struttura cellulare

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

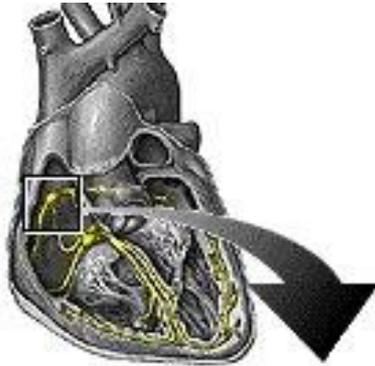




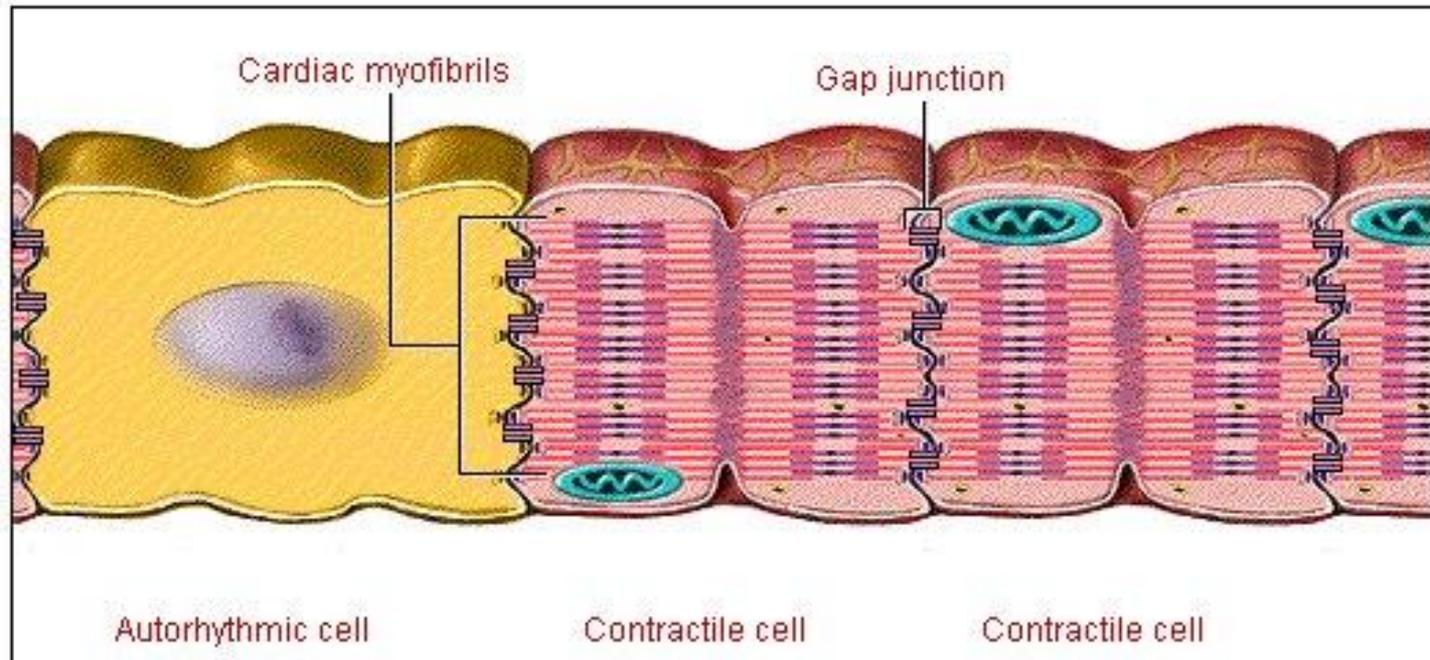
I potenziali d'azione che si generano non sono uguali



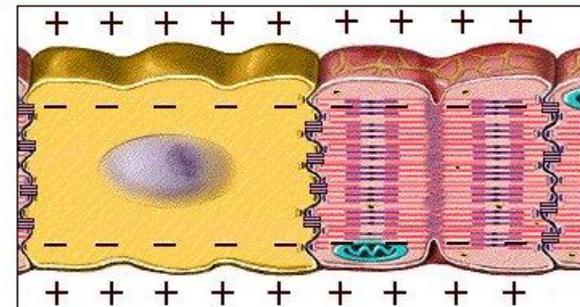
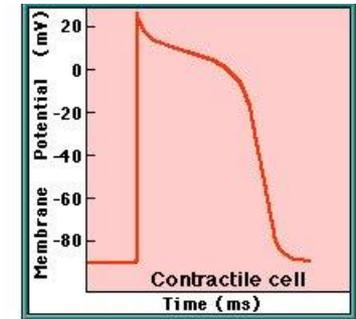
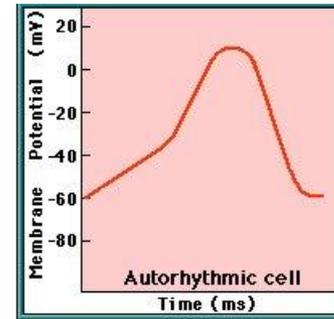
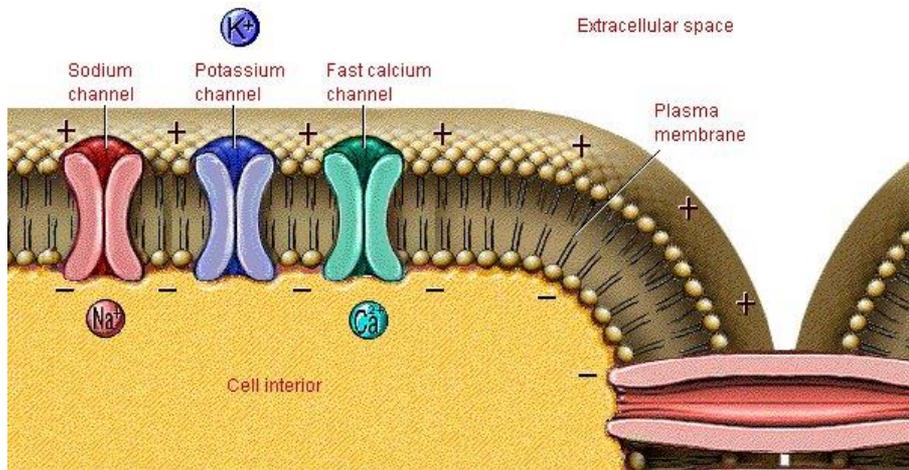
I potenziali del cuore



I PDA generati dalle **cellule autoritmiche** creano onde di depolarizzazione che diffondono alle cellule contrattili attraverso le gap junction.

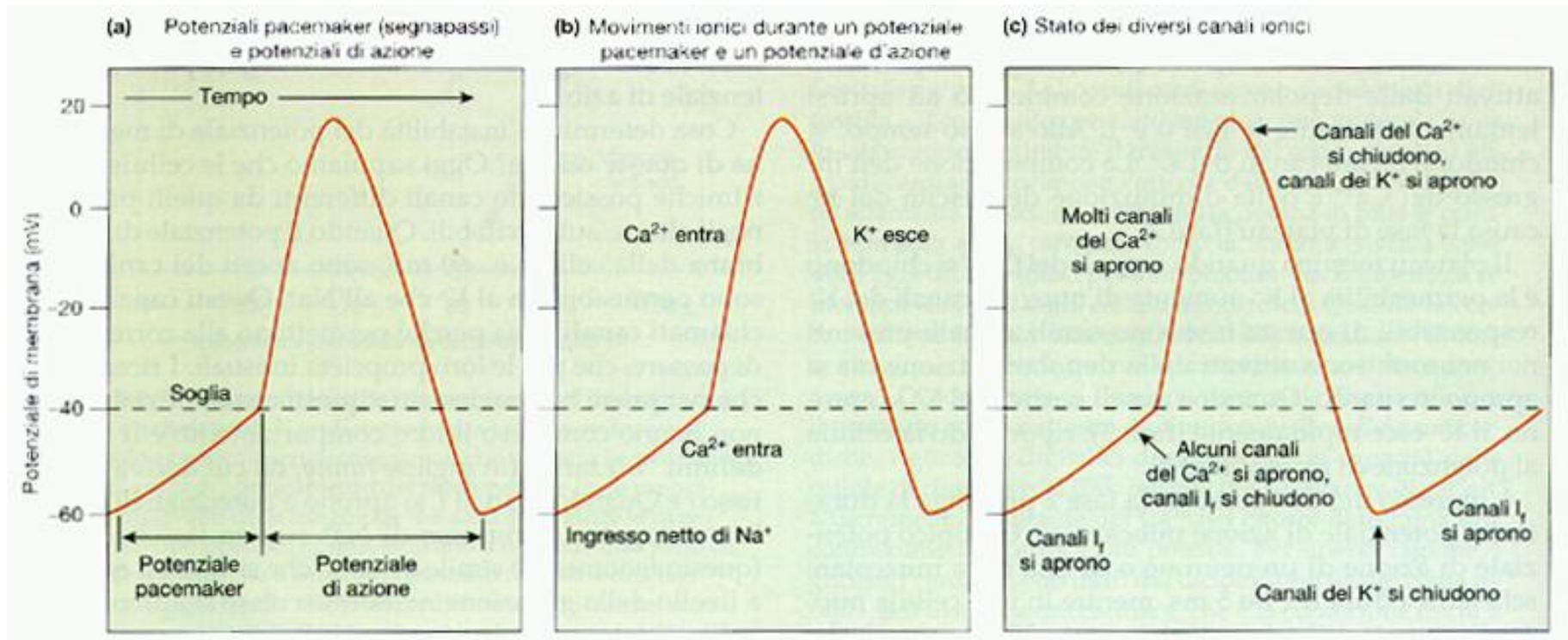


I potenziali del cuore



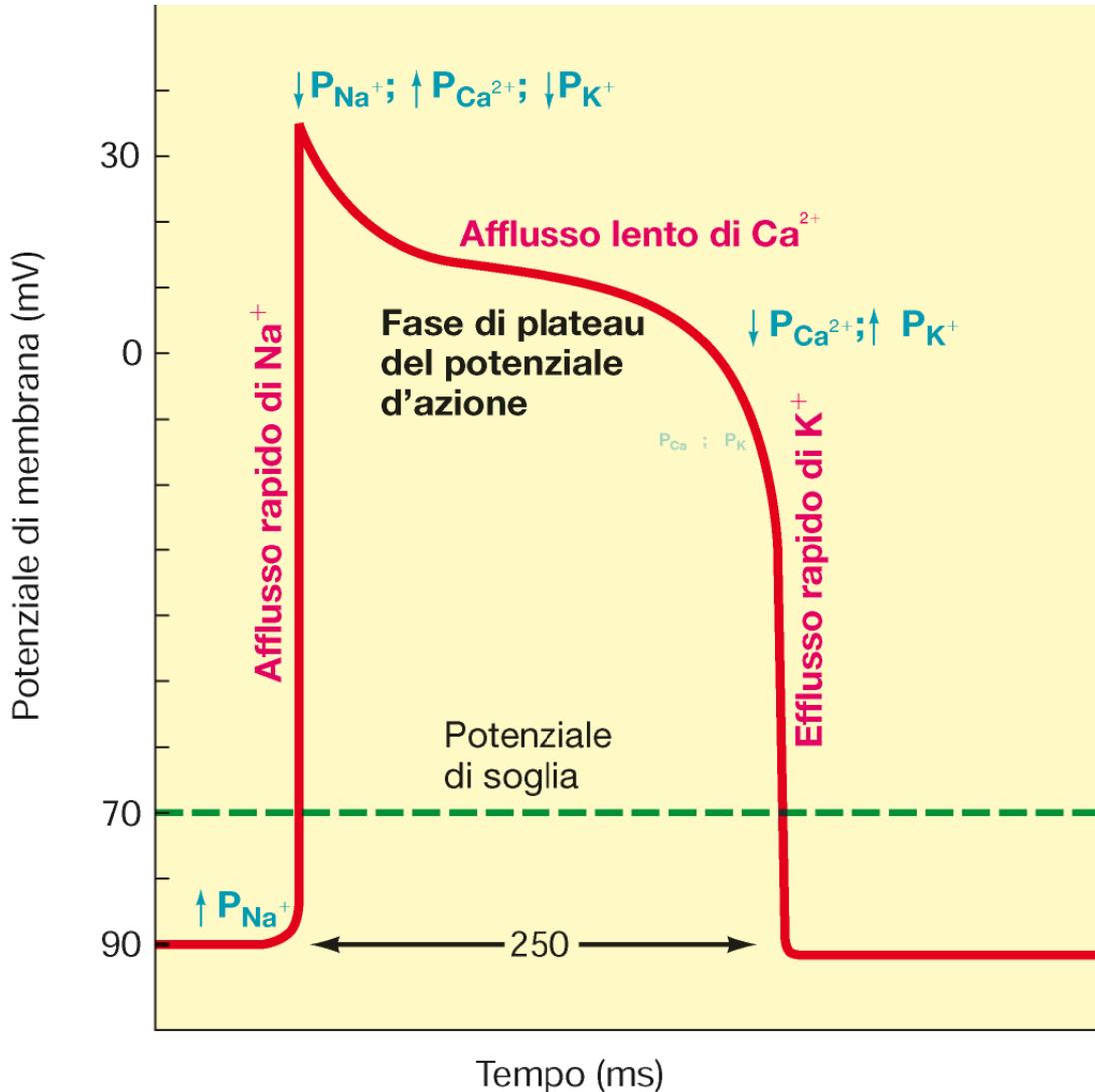
Le cellule autoritmiche generano PDA grazie al loro potenziale di membrana instabile che parte da -60 mV e sale verso il valore soglia depolarizzando la cellula. Il potenziale che si genera diffonde alle cellule contrattili che depolarizzano a loro volta generando PDA e poi contrazione.

Il PDA delle cellule pacemaker

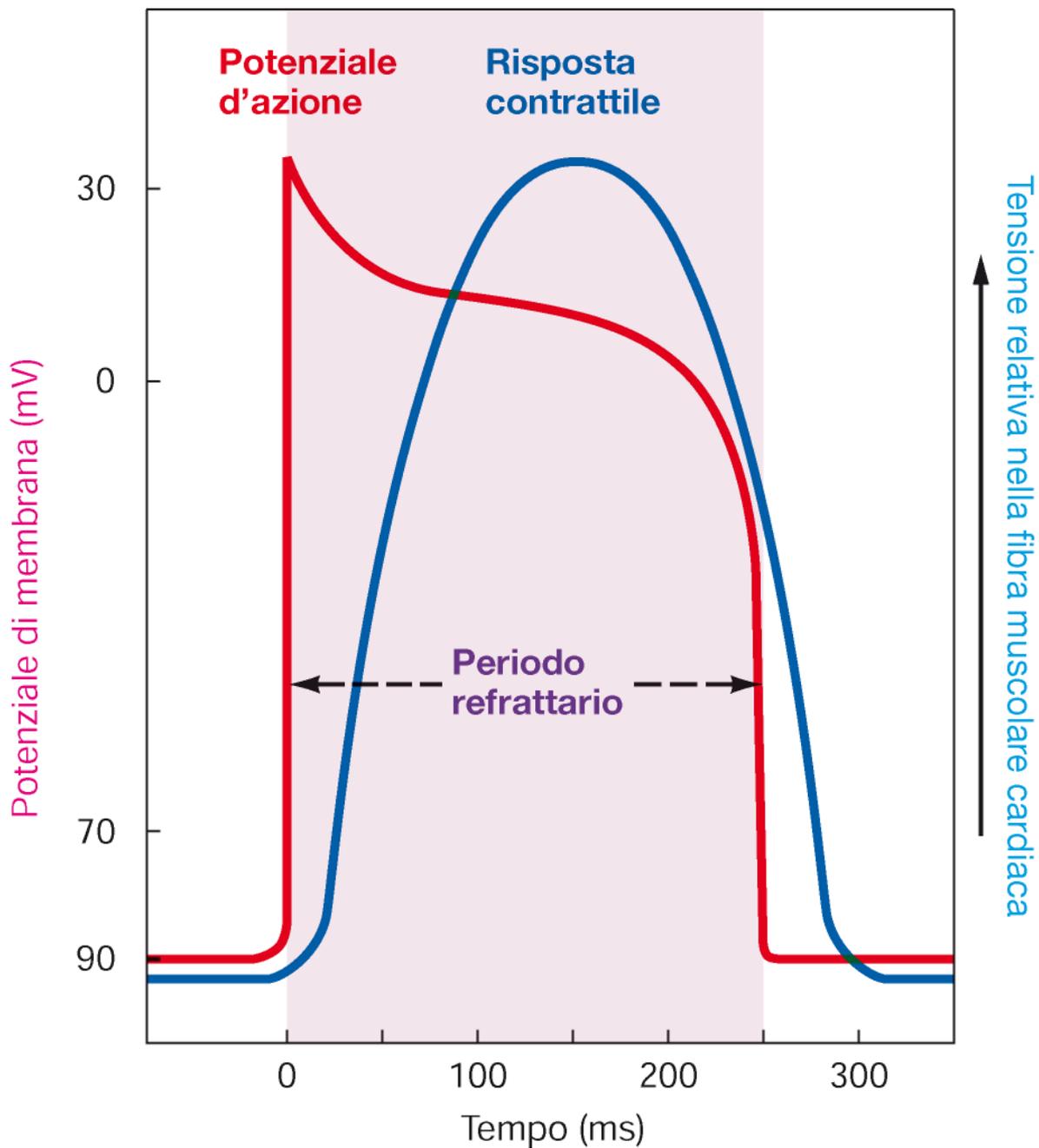


L'instabilità del potenziale pacemaker è dovuta a particolari canali (I_f) permeabili a Na^{+} e K^{+} che a -60 mV sono aperti, determinando un maggior afflusso di Na^{+} . La depolarizzazione apre canali per il Ca^{2+} e ne chiude alcuni I_f ; l'ingresso di Ca^{2+} depolarizza ulteriormente la membrana raggiungendo il valore soglia e generando un PDA dovuto ad un massiccio ingresso di Ca^{2+} . Nella fase di ripolarizzazione si chiudono i canali del Ca^{2+} e si aprono quelli per il K^{+} .

Il PDA nelle cellule contrattili



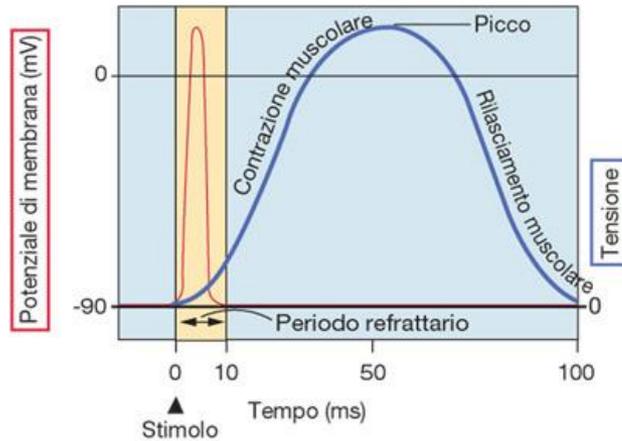
Durante la depolarizzazione si aprono VGC per il Na^+ (rapidamente) e per il Ca^{2+} (lentamente). Raggiunto l'apice (+20 mV) i canali per il Na^+ si inattivano e si aprono canali rapidi per il K^+ , dando inizio alla ripolarizzazione. La fase di *plateau* è dovuta alla combinazione di canali per il Ca^{2+} aperti e per il K^+ che si chiudono. Alla fine del *plateau* i canali del Ca^{2+} si chiudono e si aprono canali lenti per il K^+ che vengono attivati dalla depolarizzazione.



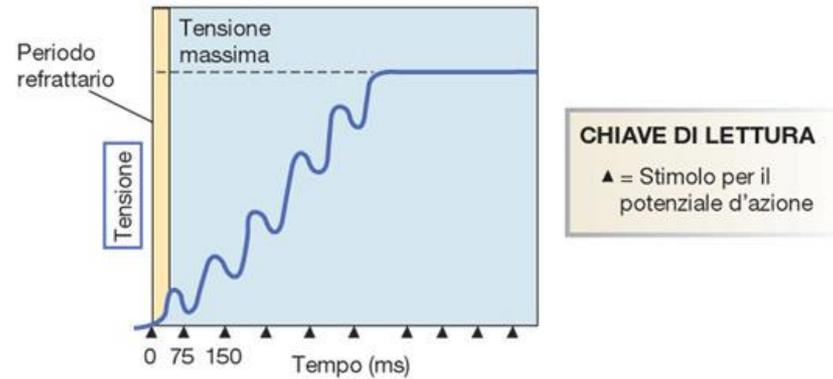
**Accoppiamento
eccitazione-
contrazione**

Potenziali nei muscoli scheletrico e cardiaco

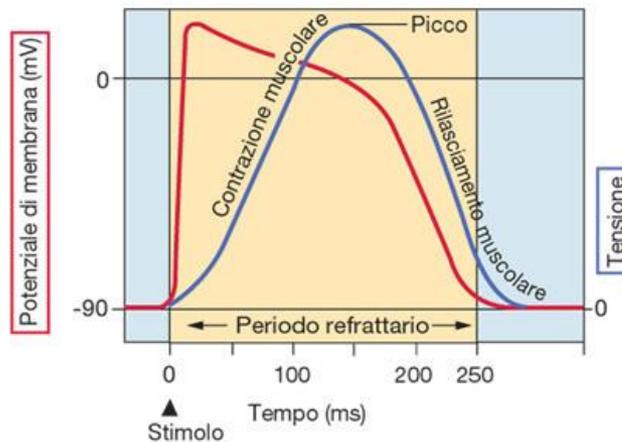
(a) Fibra rapida del muscolo scheletrico: Il periodo refrattario (giallo) è molto breve rispetto al tempo necessario per lo sviluppo della tensione muscolare.



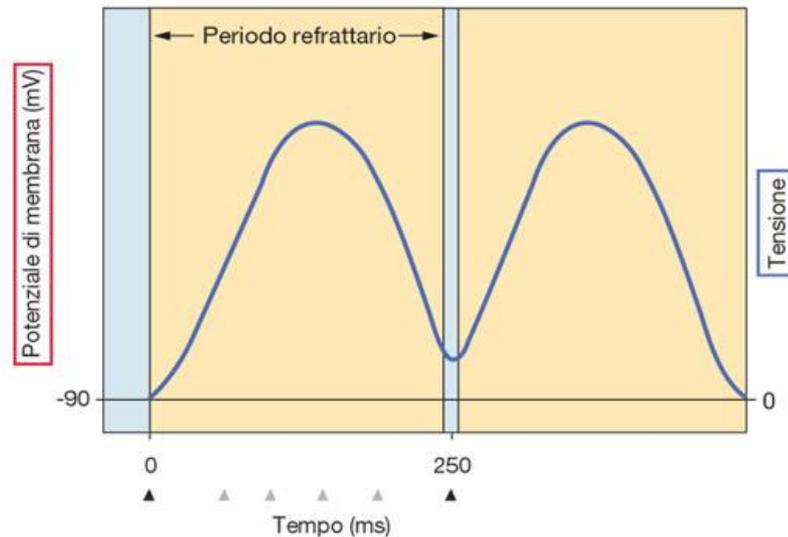
(b) I muscoli scheletrici se stimolati ripetutamente mostreranno sommazione e tetano (i potenziali d'azione non sono riportati).



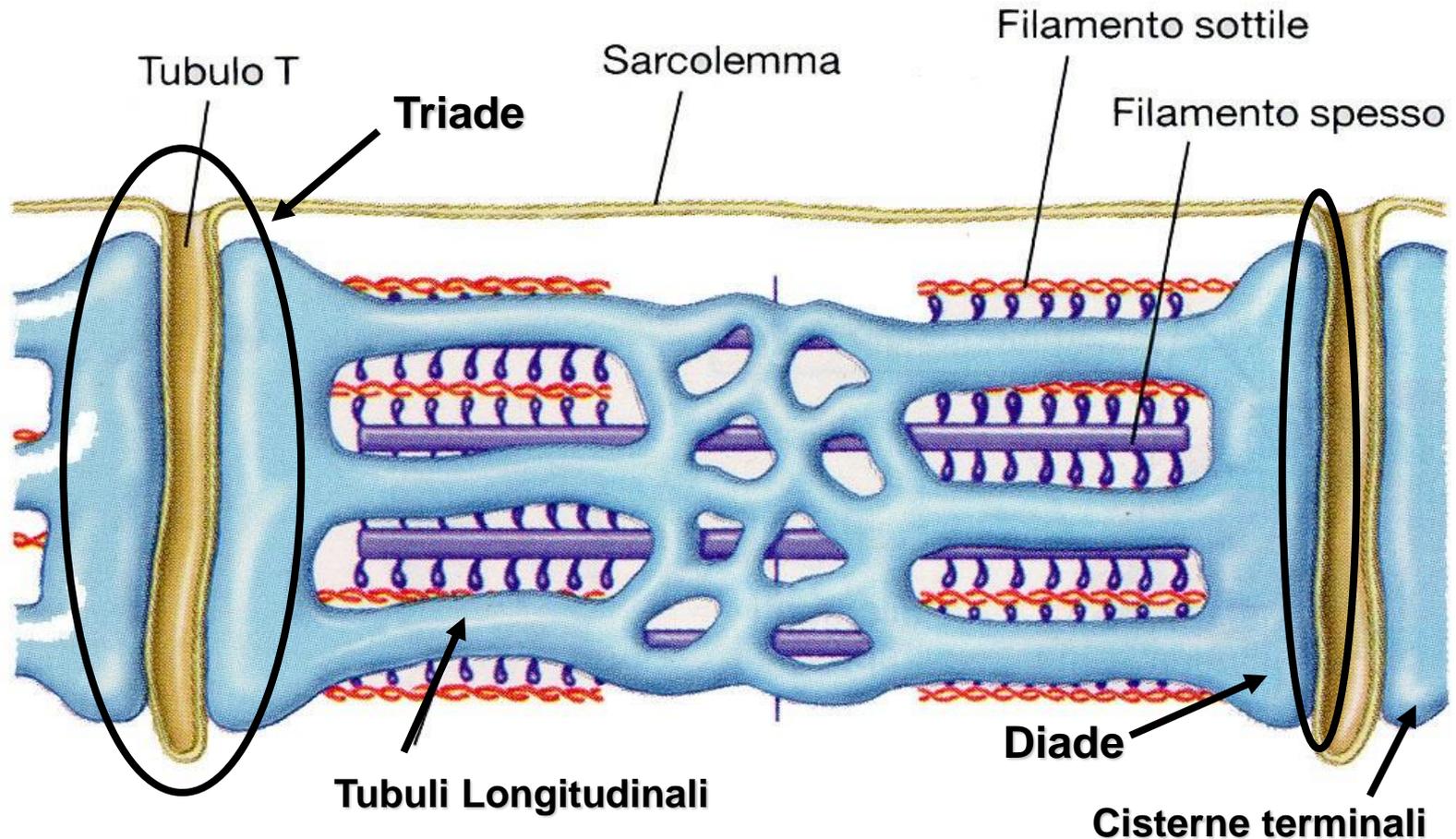
(c) Fibra muscolare cardiaca: Il periodo refrattario dura quasi quanto la contrazione muscolare.



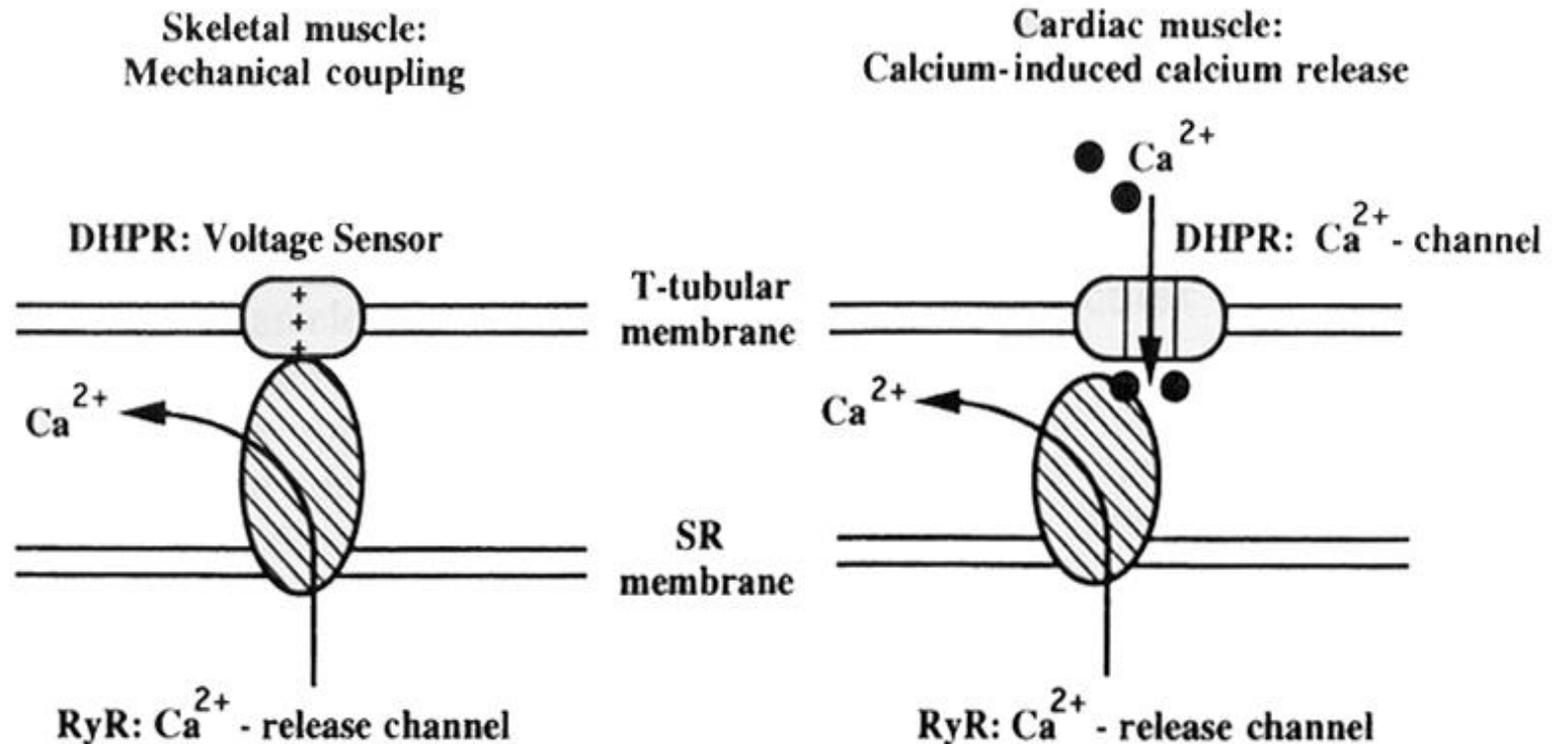
(d) La lunga durata del periodo refrattario nel muscolo cardiaco previene il tetano.



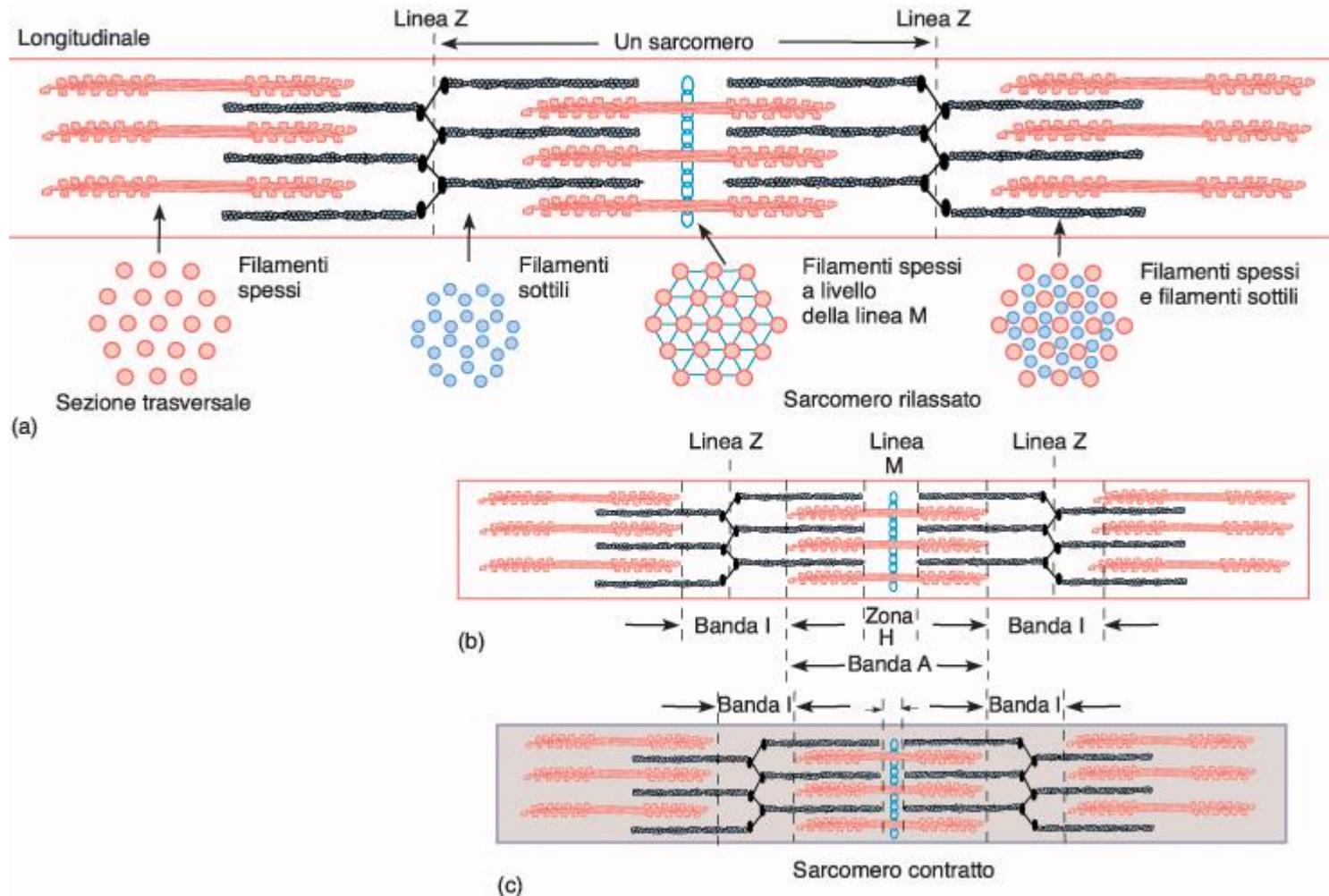
I Tubuli a T sono a stretto contatto con le cisterne terminali del Reticolo Sarcoplasmatico e formano le Giunzioni o Calcium Release Units.

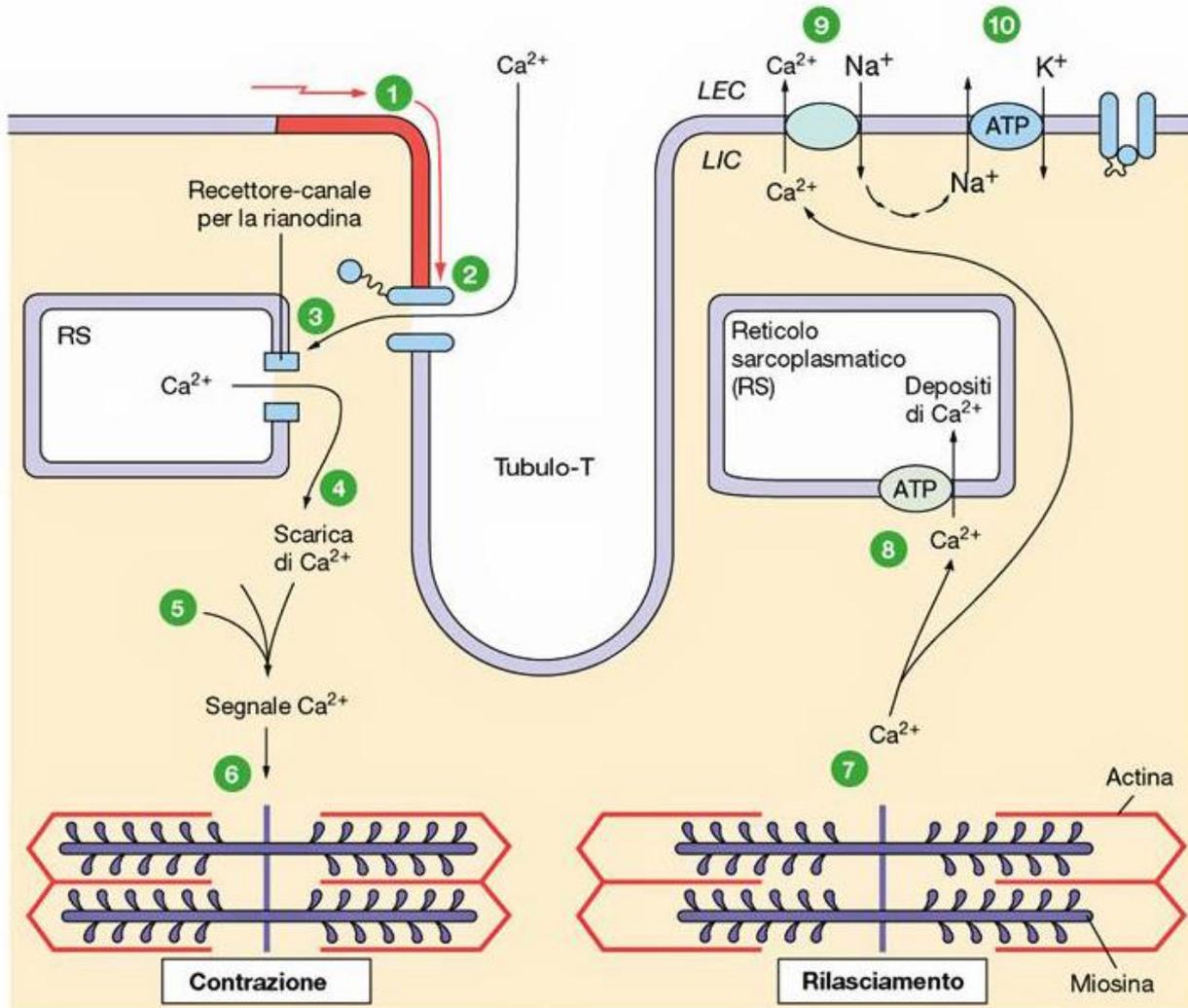


Differenze tra eccitazione-contrazione scheletrica e cardiaca: l'una meccanica, l'altra dipendente dall'entrata di Ca^{2+} esterno.



Ultrastruttura del tessuto e contrazione del sarcomero





- 1 Un potenziale d'azione invade la membrana cellulare provenendo da una cellula adiacente.
- 2 I canali voltaggio-dipendenti per il Ca²⁺ si aprono. Il Ca²⁺ entra nella cellula.
- 3 L'ingresso di Ca²⁺ innesca il rilascio di altro Ca²⁺ dal reticolo sarcoplasmatico attraverso i recettori-canali della rianodina (RyR).
- 4 Il rilascio localizzato di calcio provoca la «scarica» di Ca²⁺.
- 5 Le scariche di Ca²⁺ si sommano per produrre un segnale di Ca²⁺.
- 6 Gli ioni calcio si legano alla troponina e inizia la contrazione.
- 7 Il rilasciamento si verifica quando il Ca²⁺ si stacca dalla troponina.
- 8 Il Ca²⁺ viene pompato nel reticolo sarcoplasmatico dove viene accumulato.
- 9 Il Ca²⁺ viene scambiato con il Na⁺.
- 10 Il gradiente del Na⁺ è mantenuto dalla Na⁺/K⁺-ATPasi.