



Il cuore
anatomia e fisiologia

a cura di Antonio Incandela

Funzioni: Rappresenta l'insieme degli organi (**cuore** e **vasi sanguigni**) deputati a movimentare il sangue sì da farlo giungere a tutte le cellule dell'organismo, permettendo, in tal modo, lo svolgersi di **tre** funzioni fondamentali per la sopravvivenza dell'organismo

TRASPORTO

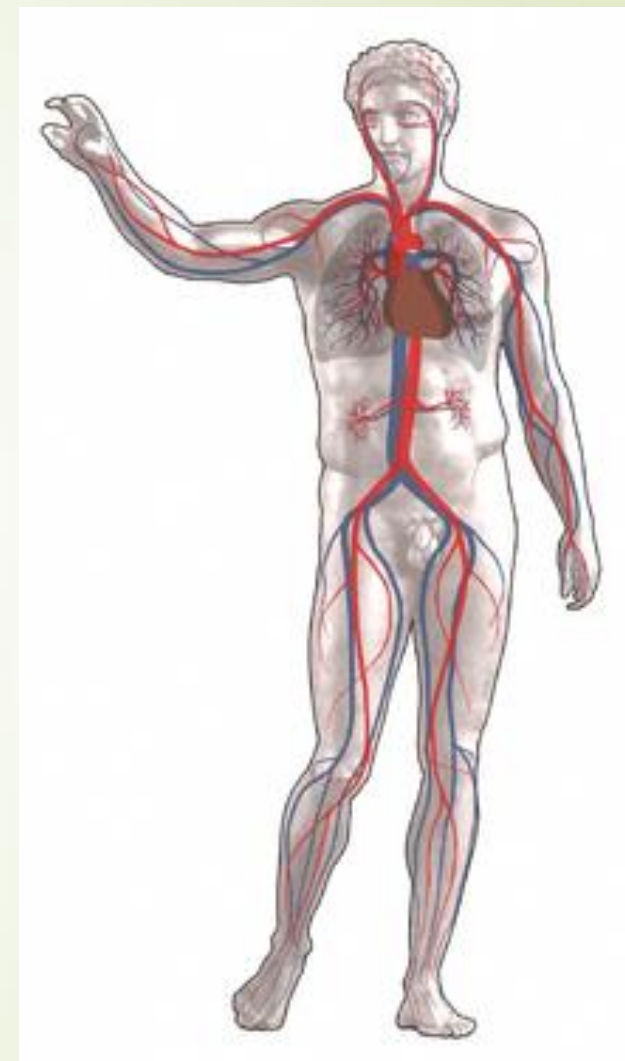
- di nutrienti
- di gas respiratori
- di cataboliti
- di ormoni
- di vitamine

PROTEZIONE

- difesa dagli agenti patogeni
- coagulazione

REGOLAZIONE

- della temperatura corporea
- del pH dei fluidi corporei
- della pressione osmotica
- dell'equilibrio idrico e salino



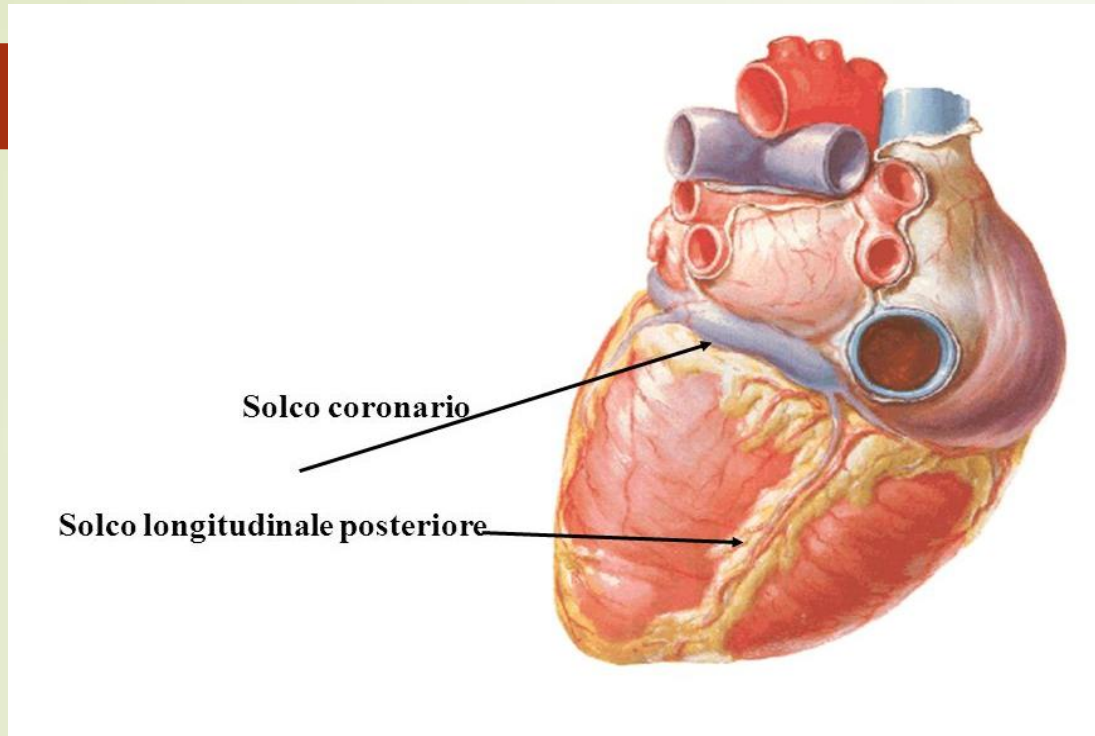
Il cuore: posizione e morfologia

Il **cuore** è un organo muscolare cavo, che costituisce il centro motore dell'apparato circolatorio e propulsore del sangue.

Esso è situato nella cavità toracica, nello spazio compreso tra i polmoni (**mediastino**), con circa i 2/3 della sua massa a sinistra della linea mediana. In basso poggia sul diaframma, anteriormente è protetto dallo sterno e dalle cartilagini costali, mentre posteriormente corrisponde alle vertebre toraciche comprese tra la 5^a e l'8^a dette **vertebre cardiache di Giacomini**.

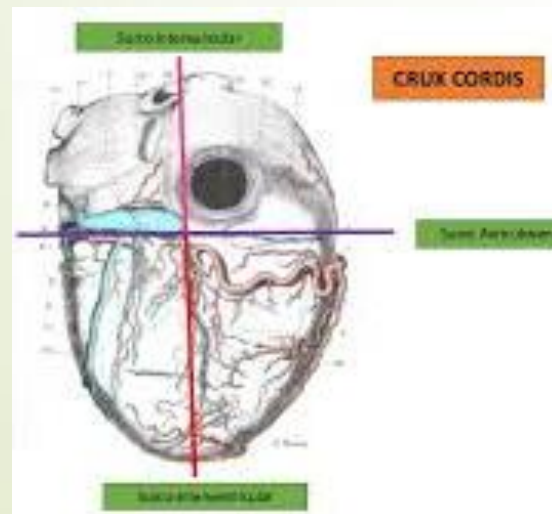


Nell'uomo il cuore ha la forma di un tronco di cono: la sua **base maggiore** guarda in alto, indietro e a destra, mentre l'**apice** è rivolto in basso, in avanti e a sinistra; pesa nell'adulto all'incirca 250-300 g, con variazioni individuali e di sesso.



- Sulla superficie esterna del cuore è possibile evidenziare dei solchi:
- il **solco atrioventricolare** o coronario che taglia il cuore in senso trasversale e separa gli atri dai ventricoli
 - il **solco interventricolare** o longitudinale che lo divide nella parte destra e sinistra.

In questi solchi decorrono i vasi coronarici, spesso accompagnati da accumuli di tessuto adiposo, che aumentano con il progredire dell'età.



I due solchi si incrociano posteriormente in un punto detto **crux cordis**.

La struttura esterna del cuore

Esternamente il cuore è avvolto da una membrana detta **pericardio**, costituita da due strati:

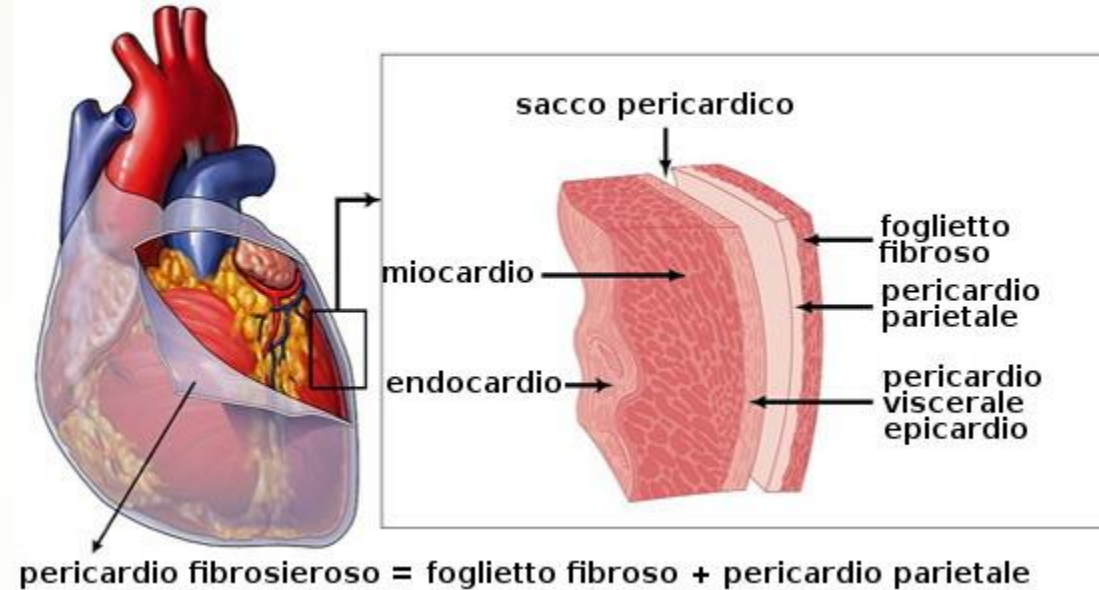
- uno esterno o **pericardio fibroso**
- uno interno o **pericardio sieroso**

Il pericardio sieroso a sua volta è formato da due foglietti:

- un **foglietto parietale**, più esterno, fuso col pericardio fibroso
- un **foglietto viscerale (epicardio)** più interno, che aderisce al muscolo cardiaco.

Tra i due foglietti del pericardio sieroso è presente la **cavità pericardica** o sacco pericardico.

Tale cavità contiene una piccola quantità di **liquido pericardico** che lubrifica la superficie del muscolo cardiaco e diminuisce l'attrito tra le membrane durante la sua contrazione



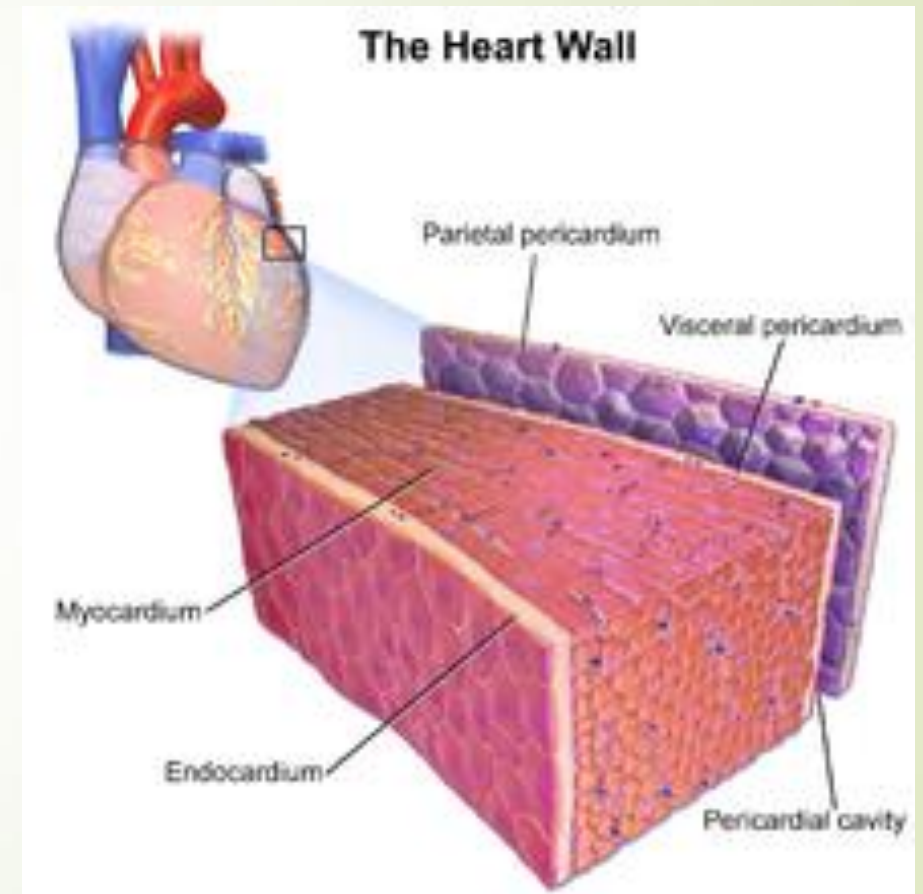
L'**infiammazione del pericardio**, detta **pericardite**, a volte è associata all'accumulo di liquido pericardico.

Tale eccesso di liquido, comprimendo il cuore, può risultare letale.

La struttura della parete cardiaca

la parete cardiaca risulta costituita da tre strati:

- **epicardio**: sottile e trasparente membrana sierosa che riveste il cuore e parte dei grossi vasi
- **miocardio**: spesso strato di tessuto muscolare cardiaco
- **endocardio**: sottile strato di tessuto endoteliale che tappezza l'interno del miocardio e ricopre le valvole.



Le cavità cardiache

Il cuore presenta quattro cavità interne:

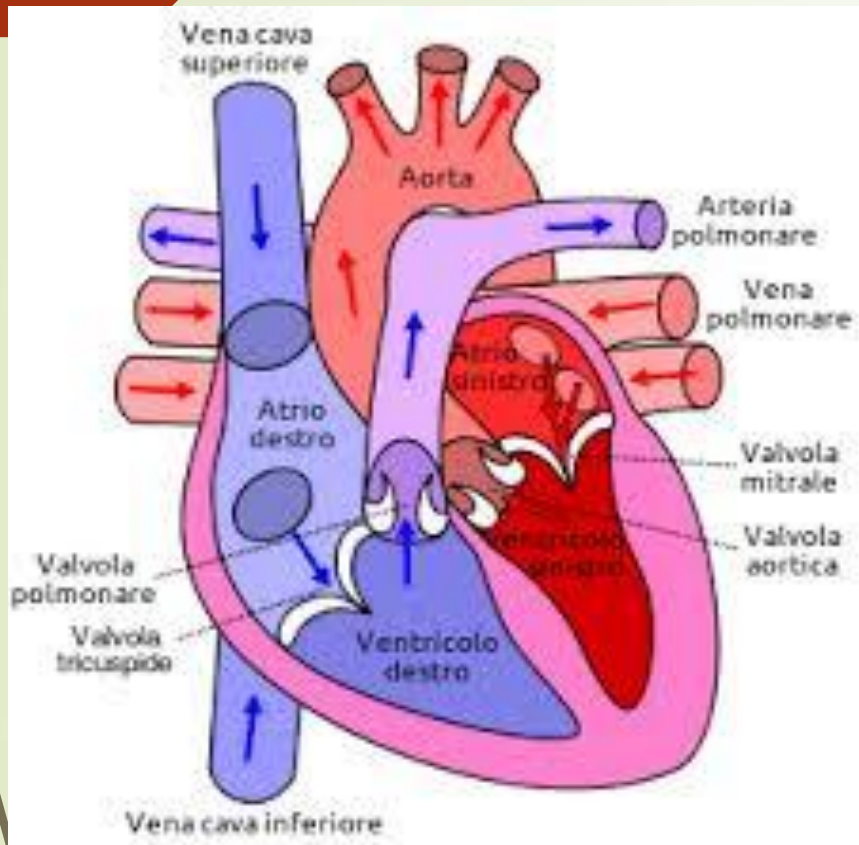
2 atri (destro e sinistro) posti superiormente;

2 ventricoli (destro e sinistro) posti inferiormente.

L'atrio e il ventricolo destro formano il **cuore destro** (che riceve e pompa sangue deossigenato)

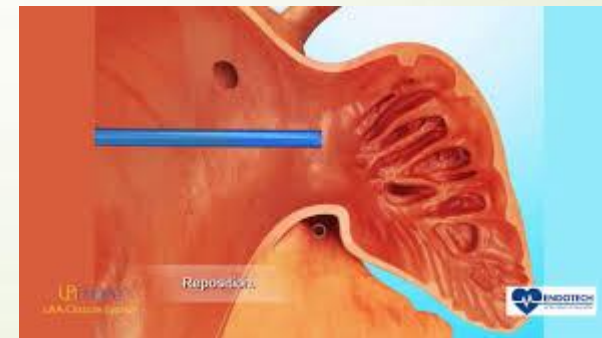
L'atrio e il ventricolo sinistro formano il **cuore sinistro** (che riceve e pompa sangue ossigenato)

Il cuore destro è diviso da quello sinistro dal **setto interatriale** e dal **setto interventricolare**.



Sulla superficie anteriore di ciascun atrio si trova una struttura rugosa sacciforme detta **auricola**.

L'auricola aumenta la capacità interna dell'atrio, permettendogli di accogliere un maggior volume di sangue.



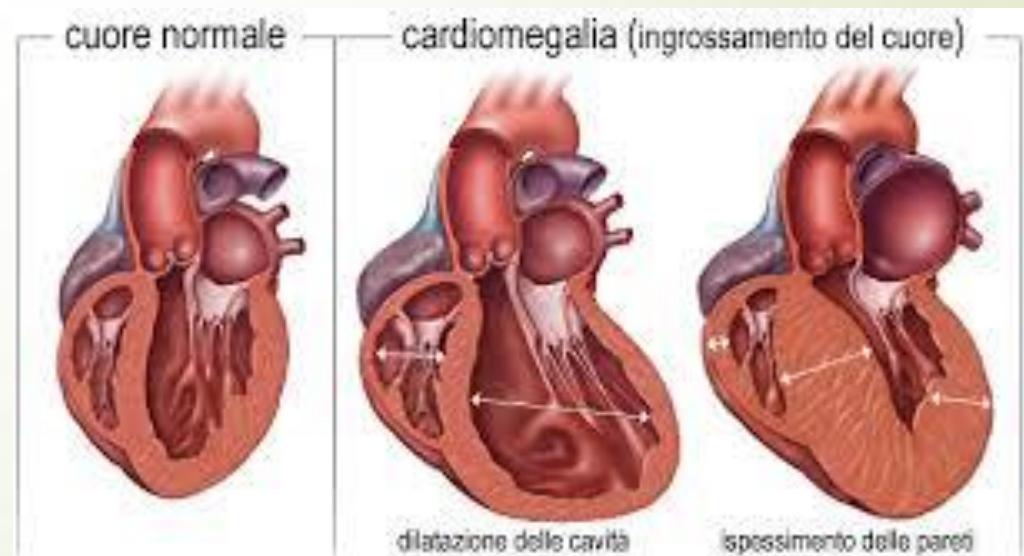
Lo spessore del miocardio non si presenta costante nelle quattro cavità

Le pareti degli atri sono, infatti, più sottili rispetto a quelle dei ventricoli, in quanto devono solo spingere il sangue nei sottostanti ventricoli.

Le pareti del ventricolo sinistro sono più spesse di quelle del ventricolo destro. Infatti quest'ultimo deve pompare il sangue ai polmoni, mentre il ventricolo sinistro deve spingere il sangue in tutte le parti del corpo.

La **cardiomegalia** rappresenta un'anomalia cardiaca riscontrabile ai raggi X dovuta a varie condizioni patologiche. Tra le principali cause, oltre all'attacco di cuore, alle aritmie cardiache, alle infezioni virali del cuore, compaiono anche l'ipertensione, l'anemia, l'insufficienza renale e le malattie della tiroide.

Dal punto di vista anatomico a determinare le variazioni dimensionali possono essere un ispessimento del miocardio oppure una dilatazione delle cavità atriali e/o ventricolari.



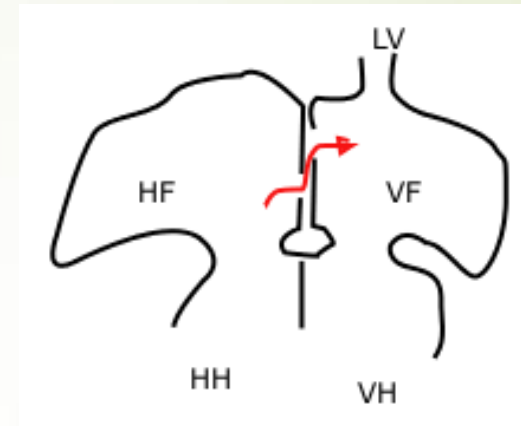
Il setto interatriale e il Forame di Botallo

Il **setto interatriale** si presenta come una lamina dallo spessore variabile col suo punto più sottile che si trova a livello di una depressione detta **fossa ovale**, la quale rappresenta il residuo del **forame ovale di Botallo**, un'apertura presente nel cuore fetale.

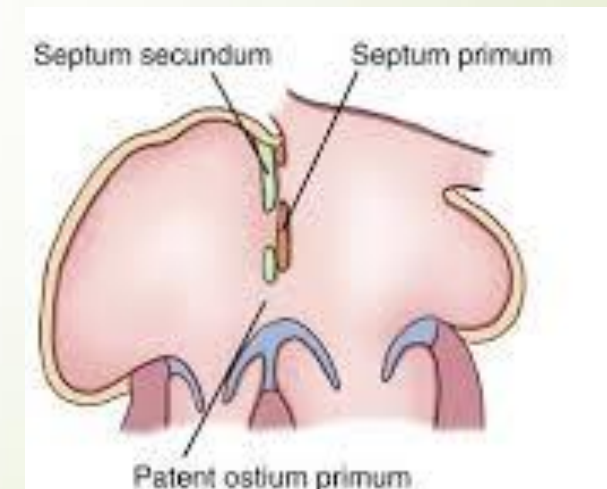
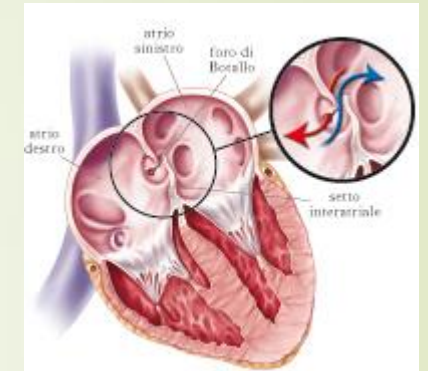
Il **Forame di Botallo** permette al sangue ossigenato, proveniente dalla placenta, di portarsi dall'atrio destro al sinistro bypassando i polmoni ancora in sviluppo.

Con il primo respiro i polmoni dell'individuo appena nato si gonfiano e richiamano sangue. La pressione all'interno dell'atrio destro cala, quella nell'atrio sinistro aumenta e, pertanto, il **septum primum** meno rigido del **septum secundum**, viene spinto contro quest'ultimo, realizzandosi una fusione funzionale tra i due setti e, quindi, la scomparsa dei due fori.

Il **forame di Botallo**, nella maggior parte degli individui, si chiude subito dopo la nascita. Qualora ciò non avvenga, il sangue deossigenato può mescolarsi al sangue ossigenato e portare i livelli di ossigeno nel sangue arterioso a valori più bassi di quelli normali provocando **ipossiemia**.



HF: atrio destro
VF: atrio sinistro



Le **valvole cardiache** sono delle strutture che regolano il flusso del sangue all'interno del cuore.

Si tratta di appendici di tessuto connettivo fibroso, rivestite da endocardio, che controllano il passaggio del sangue attraverso gli orifizi che collegano gli atri ai ventricoli ed i ventricoli con l'aorta o con l'arteria polmonare.

Esse si aprono e si chiudono unicamente in seguito a variazioni di pressione intracardiache e orientano il verso del flusso sanguigno, permettendo che il sangue venga a fluire in una sola direzione

Le **valvole atrioventricolari** impediscono il reflusso del sangue verso gli atri durante la contrazione ventricolare.

Le **valvole semilunari** impediscono il reflusso del sangue verso i ventricoli durante il rilasciamento ventricolare.

La loro apertura e chiusura produce **suoni**, udibili con il **fonendoscopio**, che forniscono utili indicazioni sulla funzionalità cardiaca. Nelle malattie cardiache questi suoni regolari possono essere sostituiti o accompagnati da **soffi**, provocati dal flusso turbolento del sangue attraverso valvole malfunzionanti, il cui rilevamento è molto importante a fini diagnostici.

I sistemi valvolari cardiaci

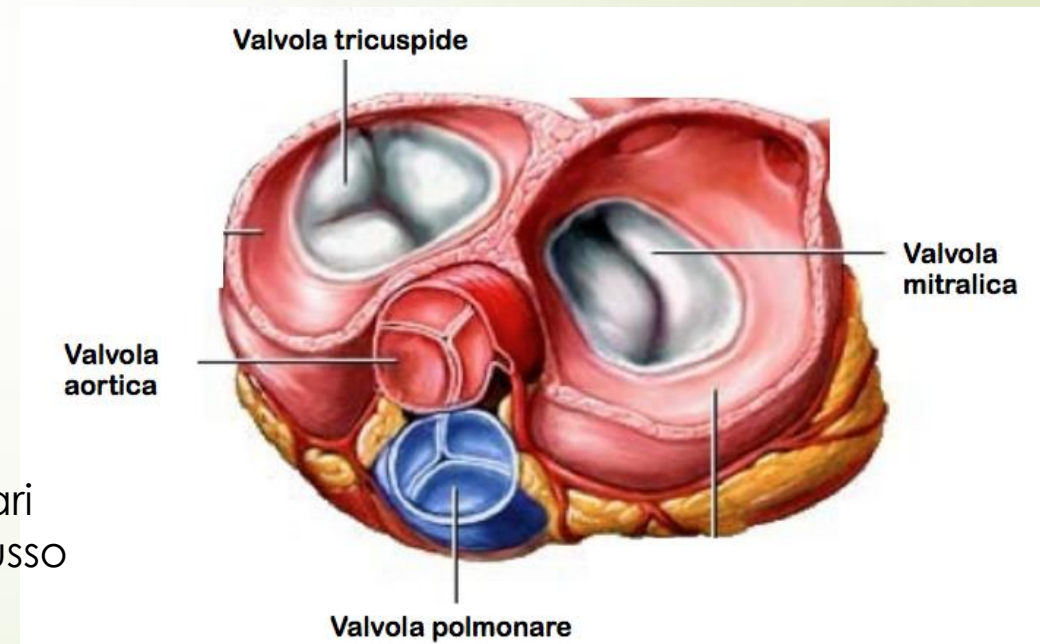
Le valvole cardiache sono quattro:

valvola tricuspide (v. A-V dx.)

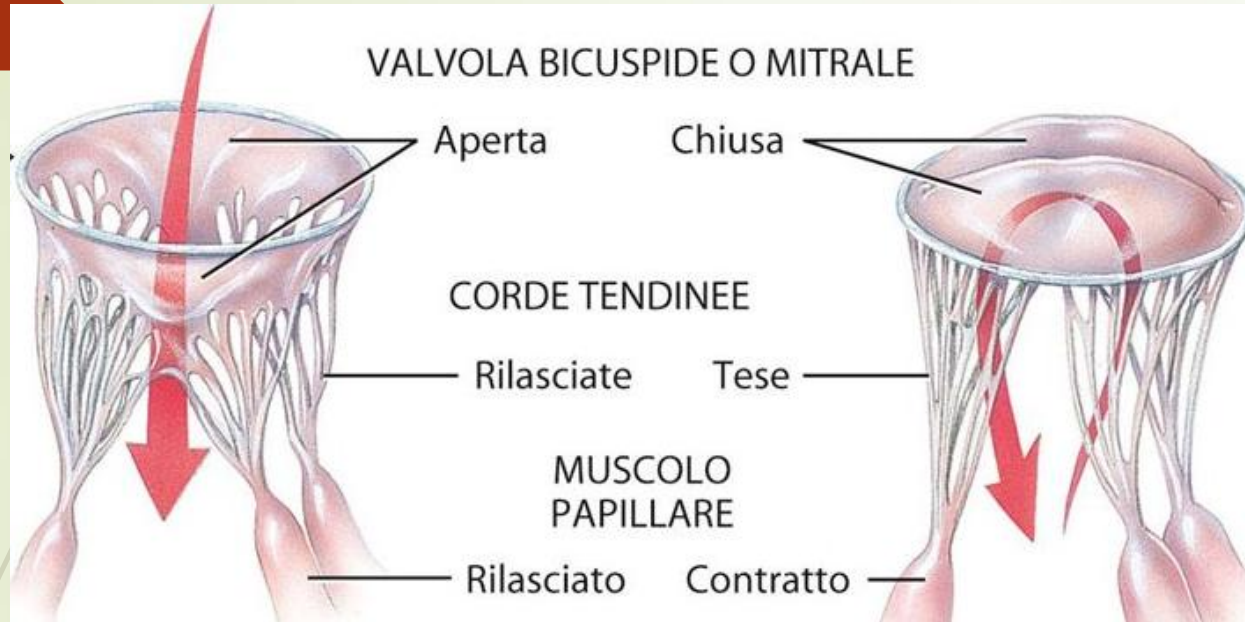
valvola bicuspidale o mitrale (v. A-V sx.)

valvola aortica con tre cuspidi semilunari

valvola polmonare con tre cuspidi semilunari



Le valvole atrio - ventricolari



Tali valvole consistono di un anello valvolare e di cuspidi le cui estremità appuntite si spingono all'interno dei ventricoli.

Tali estremità sono connesse, grazie alle **corde tendinee**, ai **muscoli papillari** che sporgono dalla superficie interna del ventricolo.

APERTURA- Quando il sangue fluisce dall'atrio al ventricolo, la valvola si apre. I muscoli papillari si rilassano e le corde tendinee si presentano anch'esse rilassate

CHIUSURA- Quando il ventricolo si contrae, la pressione del sangue ventricolare spinge i lembi valvolari verso l'alto, facendoli chiudere. A causa della contrazione dei muscoli papillari e della tensione delle corde tendinee, i lembi valvolari non penetrano negli atri

Alterazioni delle valvole cardiache

Le alterazioni delle valvole cardiache si definiscono **valvulopatie** e possono essere di due tipi:

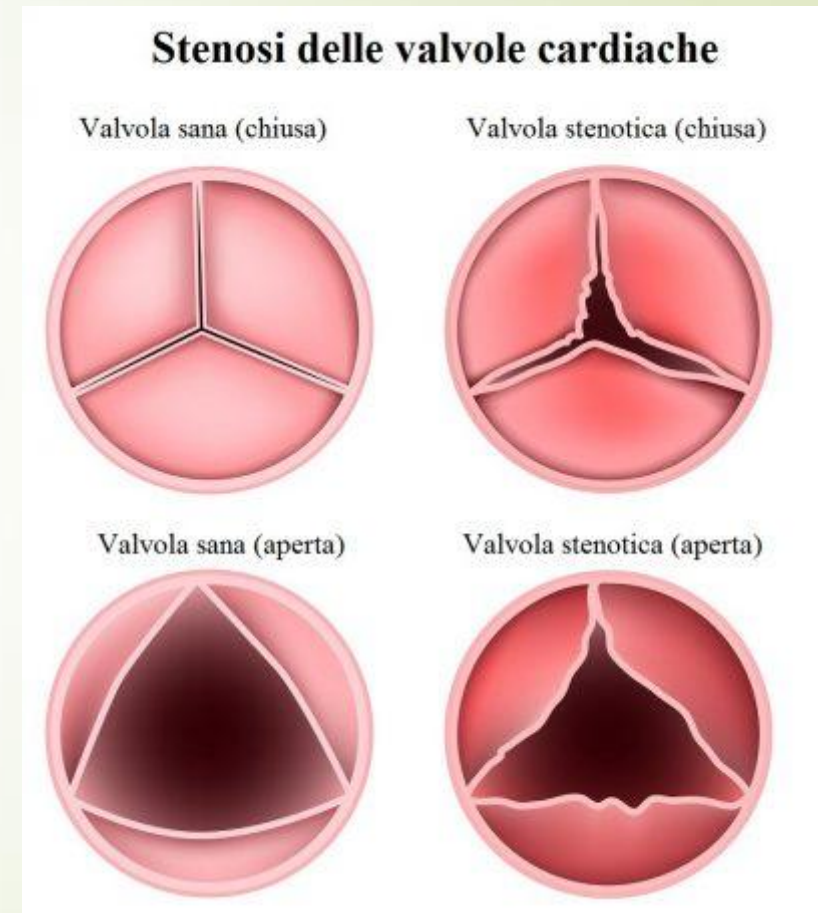
stenosi (incompleta apertura; il sangue passa attraverso un orifizio più piccolo della norma)

insufficienze (incompleta chiusura; parte del sangue torna indietro attraverso la valvola che dovrebbe essere chiusa).

Le valvulopatie possono essere congenite o acquisite.

Queste ultime possono essere di origine degenerativa (più frequenti nei soggetti anziani, spesso ipertesi, dovute in sostanza a usura delle strutture valvolari), infettiva (endocarditi), ischemica (in corso di infarto miocardio acuto), traumatica.

Qualora una valvola non possa essere riparata chirurgicamente, può essere sostituita con una protesi valvolare.



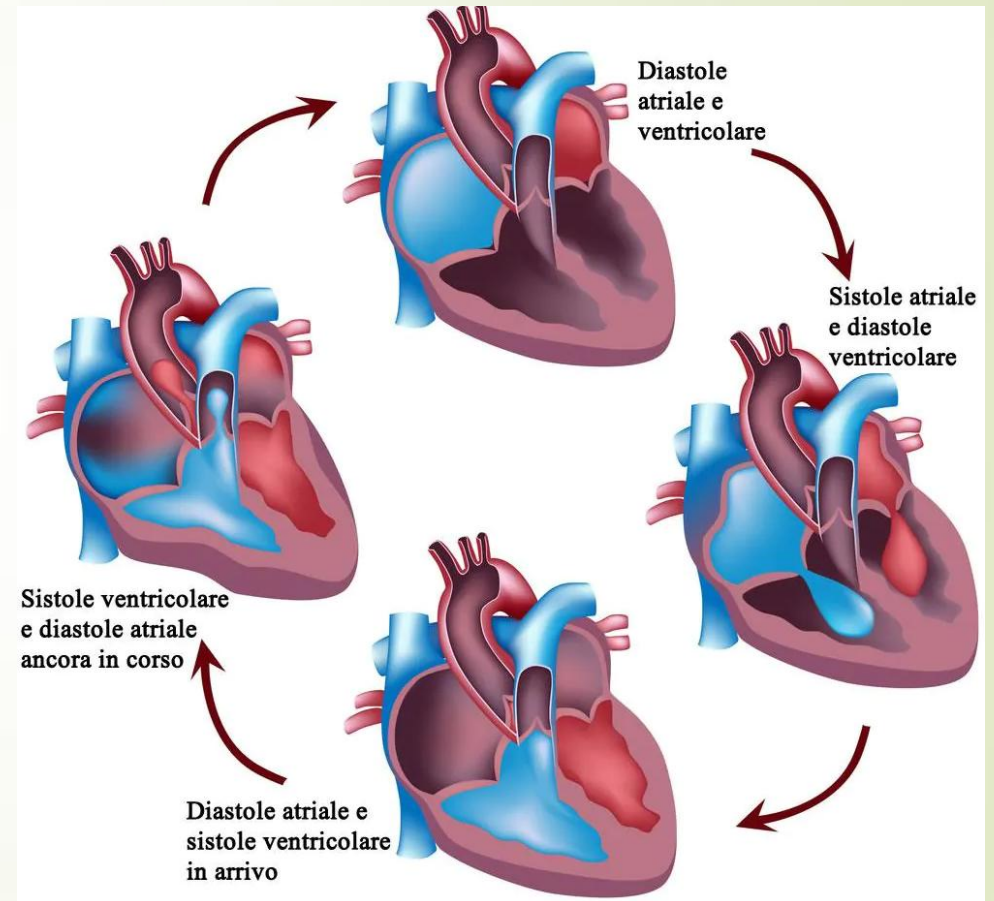
L'attività cardiaca

Il cuore esegue la sua funzione mediante fasi ritmiche di contrazione e di distensione. La fase di contrazione viene chiamata **sistole**, quella di distensione è detta **diastole**.

L'intero ciclo cardiaco dura circa 0,8 secondi e permette al cuore di ricevere il sangue, di farlo circolare nelle sue cavità e di spingerlo nei vasi.

Il ritmo cardiaco è di 70-80 battiti al minuto

In un giorno il cuore pulsa circa 100.000 volte, pompando più di 14.000 litri di sangue

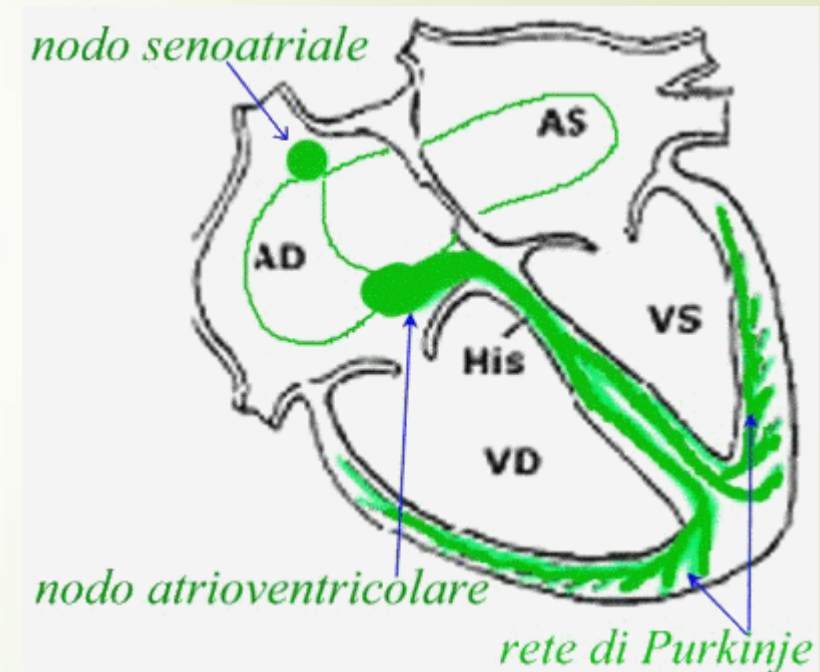


Attività elettrica del cuore

Anche il cuore si contrae in risposta ad uno stimolo elettrico, tuttavia il miocardio è in grado di generare autonomamente lo stimolo per la sua contrazione.

L'1% delle fibre muscolari cardiache (fibre del **miocardio specifico**) sono, infatti, in grado di generare, in modo spontaneo e ritmico, dei potenziali di azione, svolgendo due importanti funzioni:

1. **agiscono da pacemaker** regolando il ritmo del cuore;
2. **formano il sistema di conduzione** cioè la via seguita dai potenziali di azione che attraversano il muscolo cardiaco, permettendo alla muscolatura delle pareti delle cavità cardiache di contrarsi in maniera coordinata.



Il sistema di conduzione elettrica del cuore è un tessuto che crea e conduce un impulso elettrico dagli atri a tutto il corpo ventricolare del cuore, creando così la contrazione adatta a perfondere col sangue tutto l'organismo.

È costituito da un pacemaker autonomo, il **nodo senoatriale** (NSA), un relais, il **nodo atrioventricolare** (NAV), che rallenta la conduzione elettrica per far contrarre atri e ventricoli consequenzialmente, e il **fascio di His**, localizzato nel setto interventricolare, che si divide in due rami principali, la **branca destra** e la **branca sinistra**, che corrono verso l'apice del cuore, diffondendo l'impulso contrattile ai ventricoli.

Le branche del fascio di His si diramano in una rete ancora più periferica (**rete di Purkinje**) che rende possibile l'attivazione sincrona delle cellule muscolari del cuore (**il miocardio si comporta elettricamente come un sincizio**)

N. B. : Il **rallentamento nel nodo atrio-ventricolare** è indispensabile per permettere la contrazione atriale un attimo prima di quella ventricolare, migliorando, in tal modo, l'efficienza della pompa.

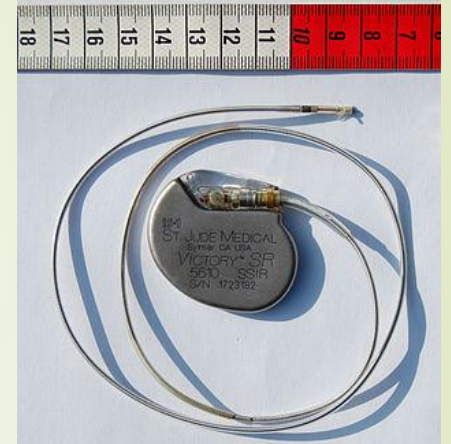
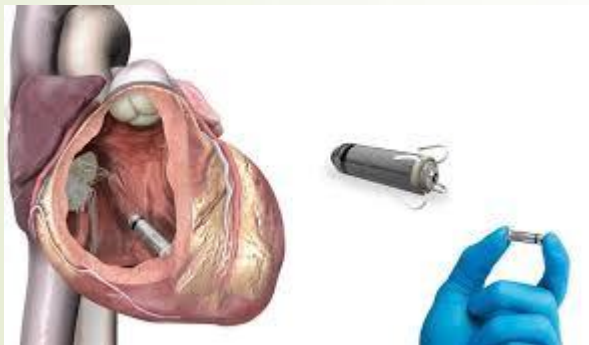


Il pacemaker artificiale

Rappresenta un dispositivo elettronico che:

- agisce da stimolatore cardiaco generando impulsi elettrici che vengono applicati al cuore tramite elettrocateteri
- si inserisce in prossimità del cuore in una tasca sottocutanea
- supplisce alla funzione del miocardio specifico di produrre il battito cardiaco.

Recentemente sono stati creati nuovi sistemi di stimolazione che, grazie alle nanotecnologie, permettono di confinare il Pacemaker ad una singola **Cardiocapsula**, interamente contenuta all'interno del cuore, eliminando l'elettrocatetere.



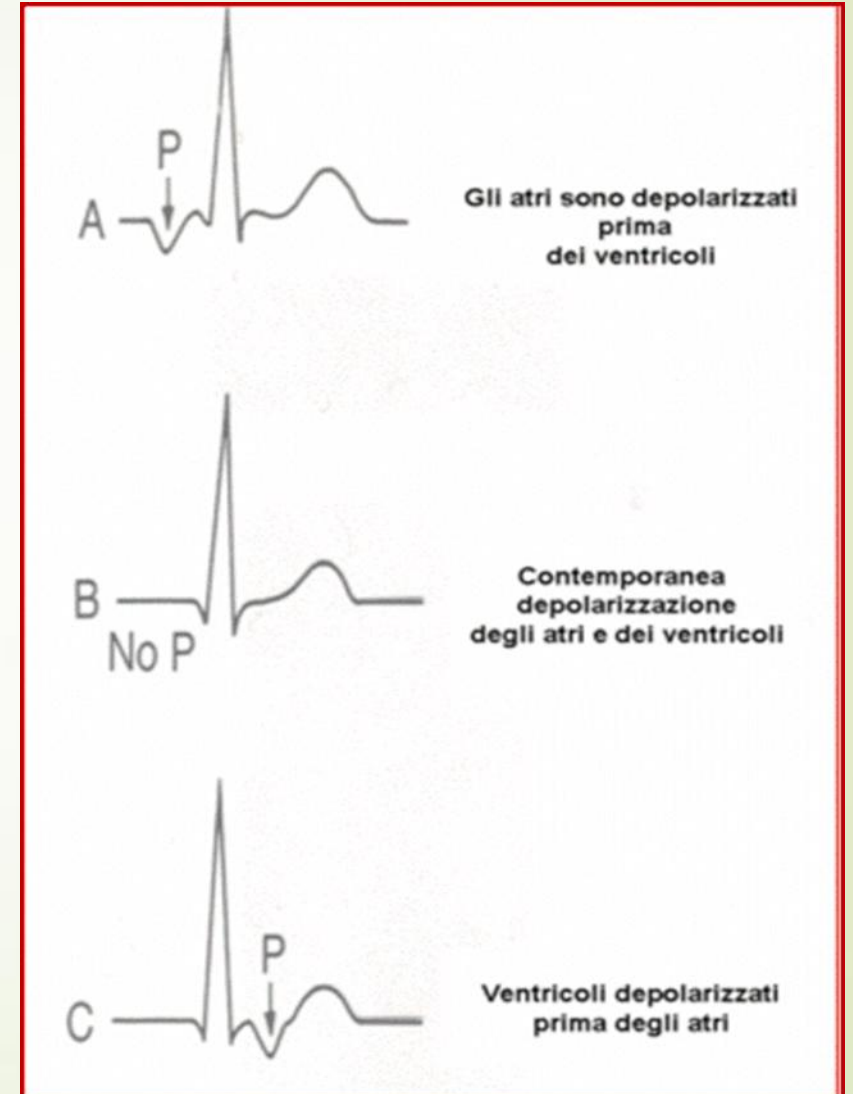
Elettrocardiogramma

L'ECG è la registrazione delle variazioni elettriche che accompagnano il battito cardiaco, rilevate per mezzo di elettrodi collocati sulla pelle, a riposo o sotto sforzo.

Le variazioni di dimensioni e di durata delle onde dell'ECG permettono di individuare anomalie del ritmo cardiaco e della conduzione.



un esempio

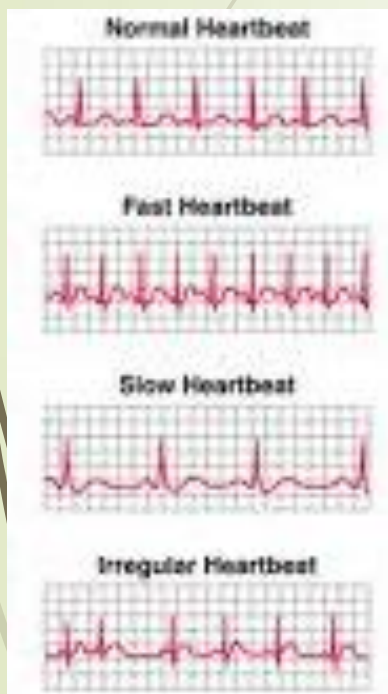


P: depolarizzazione degli atri (**Sistole atriale**)

Complesso QRS: depolarizzazione dei ventricoli (**Sistole ventricolare**)

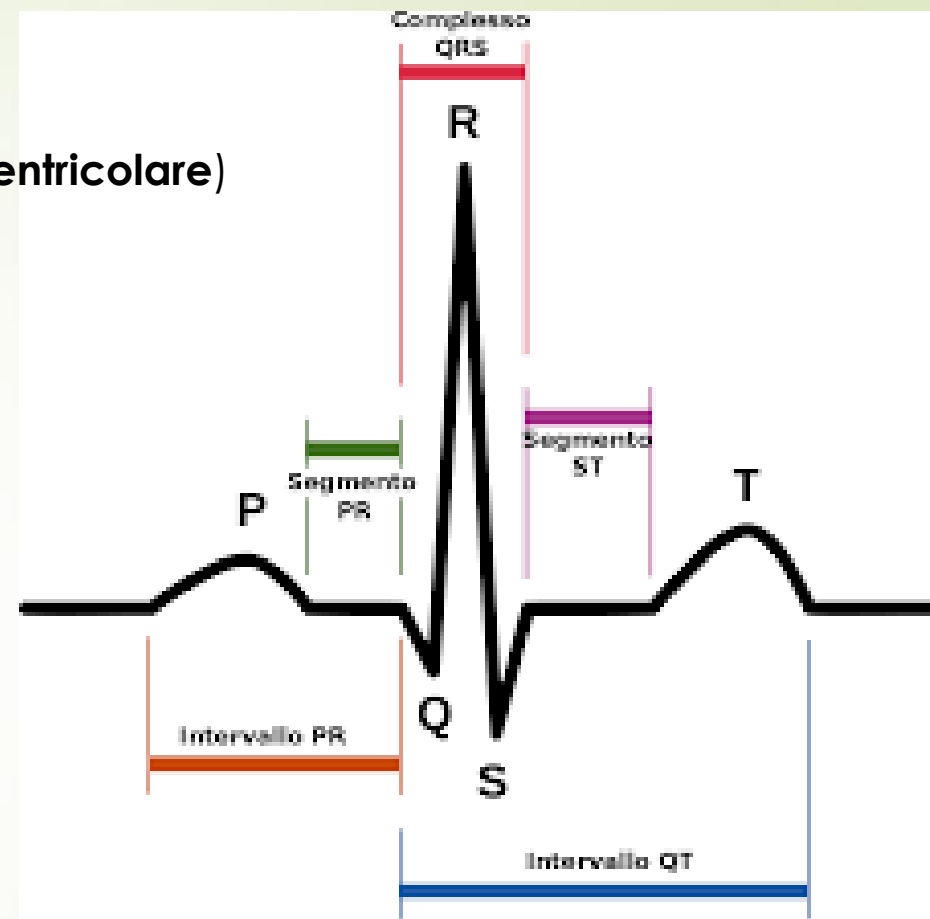
T: rilassamento dei ventricoli (**Diastole ventricolare**)

Tutti gli eventi associati ad un battito cardiaco durano circa **0,8 secondi**. Talvolta, però, la regolarità del **ritmo sinusale (r. normale)** viene perduta ed il cuore può battere con irregolarità (**aritmia**).



Le alterazioni del ritmo possono comportare:

- **Tachicardie**, accelerazione dei battiti
- **Bradicardie**, rallentamento eccessivo dei battiti
- **Extrasistoli**, battiti che compaiono al di fuori del normale ritmo cardiaco.



L' ECG dinamico (**Holter**) è una metodica diagnostica che consente di monitorare l'attività elettrica del cuore durante un intervallo di tempo più o meno lungo, solitamente corrispondente a 24-48 ore.

Frequenza cardiaca 60 – 90 bpm

Frequenza cardiaca media 72 bpm

>100 bpm Tachicardia

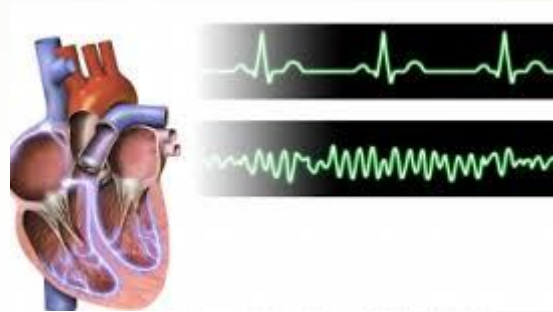
<60 bpm Bradicardia

450 bpm fibrillazione ventricolare

Le aritmie possono compromettere la capacità del cuore di pompare il sangue in periferia.

Cause:

- fattori eccitanti (stress, caffeina, nicotina, droghe, alcol)
- malformazioni congenite
- patologie delle coronarie
 - infarto del miocardio
- valvole cardiache difettose
 - ipertiroidismo
 - carenza di potassio



La più grave tra le aritmie cardiache è la **fibrillazione ventricolare** che, se non interrotta entro 1-3 minuti, è quasi sempre fatale.

La **fibrillazione ventricolare** è un'aritmia caratterizzata da un'attivazione rapidissima ed irregolare dei ventricoli che diventano, quindi, incapaci di generare una contrazione valida (**arresto cardiaco**).

Si ha un cuore elettricamente vivo, ma meccanicamente morto.

Questa aritmia è la più frequente causa di morte improvvisa nella popolazione.