



Il cuore  
anatomia e fisiologia

a cura di Antonio Incandela

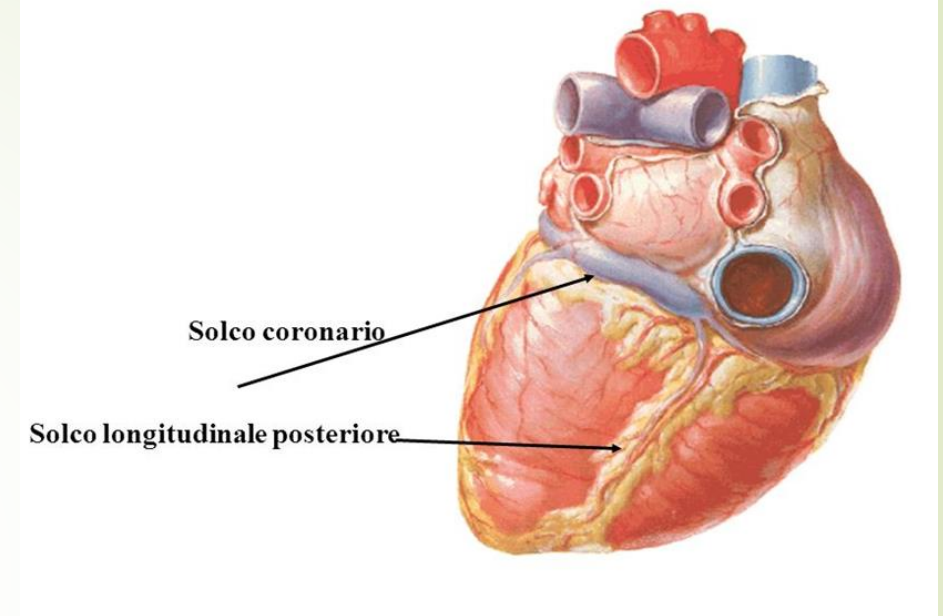
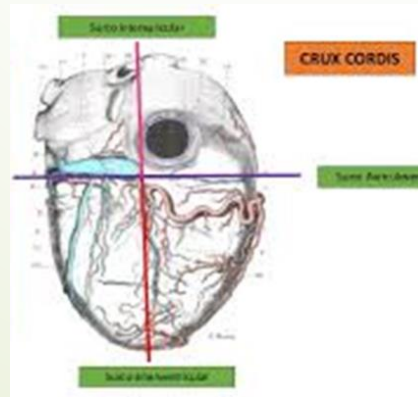
## Il cuore: posizione e morfologia

Il **cuore** è un organo muscolare cavo, a forma di un tronco di cono, 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.

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

In basso poggia sul diaframma, anteriormente è protetto dallo sterno e dalle cartilagini costali, mentre posteriormente corrisponde alle vertebre toraciche comprese tra la 5<sup>a</sup> e l'8<sup>a</sup> dette **vertebre cardiache di Giacomini**



Sulla sua superficie esterna 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, che si incrociano posteriormente in un punto detto **crux cordis**, decorrono i vasi coronarici, spesso accompagnati da accumuli di tessuto adiposo, che aumentano con il progredire dell'età.

## La struttura esterna del cuore e la sua parete

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

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

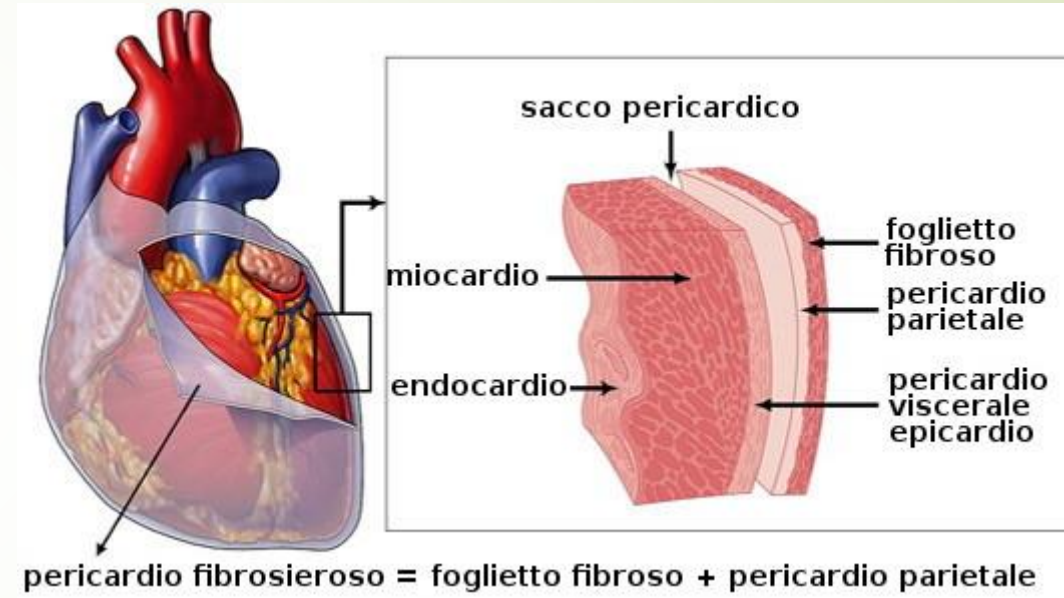
Il pericardio sieroso a sua volta è formato da due foglietti:

- 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, che contiene una piccola quantità di **liquido pericardico** che lubrifica la superficie del muscolo cardiaco diminuendo l'attrito tra le membrane durante la sua contrazione.

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:

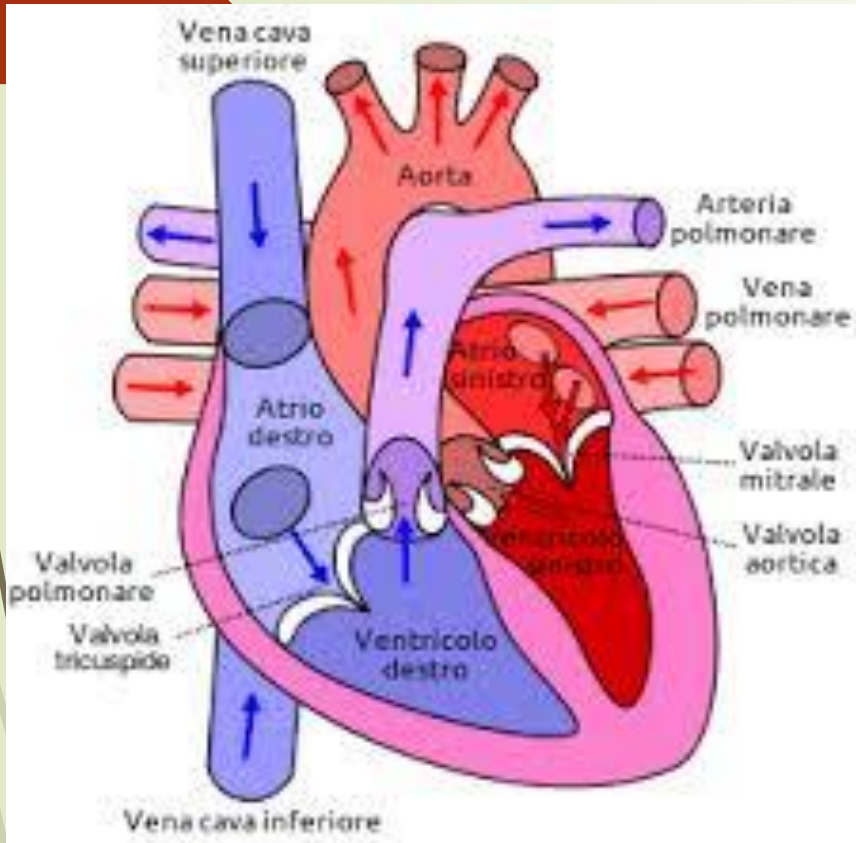
**2 atri** (destro e sinistro) posti superiormente;

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



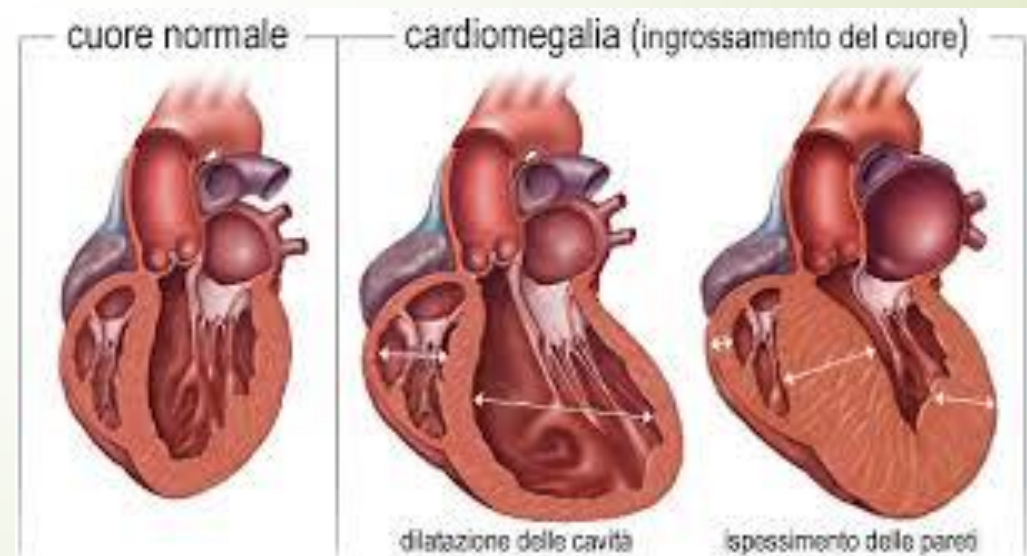
Lo spessore del miocardio non si presenta costante nelle quattro cavità

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.



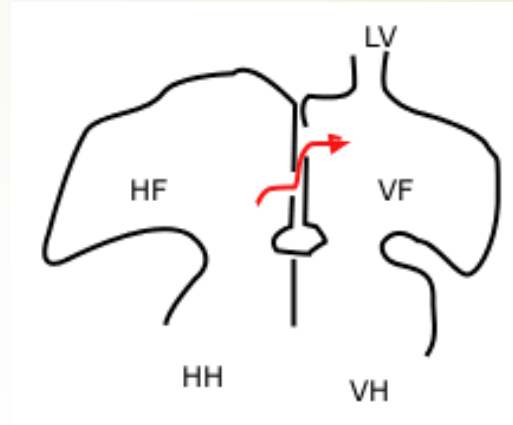
## Il setto interatriale e il Forame di Botallo

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.

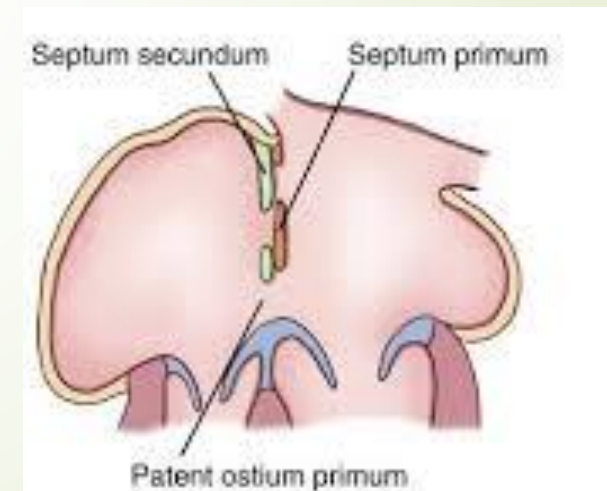
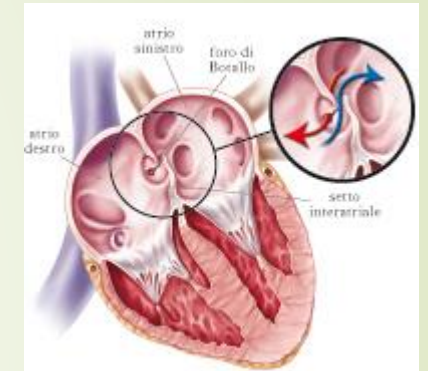
Il **Forame di Botallo** permette al sangue ossigenato, proveniente dalla placenta, di portarsi dall'atrio destro al sinistro bypassando i polmoni ancora in sviluppo.

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

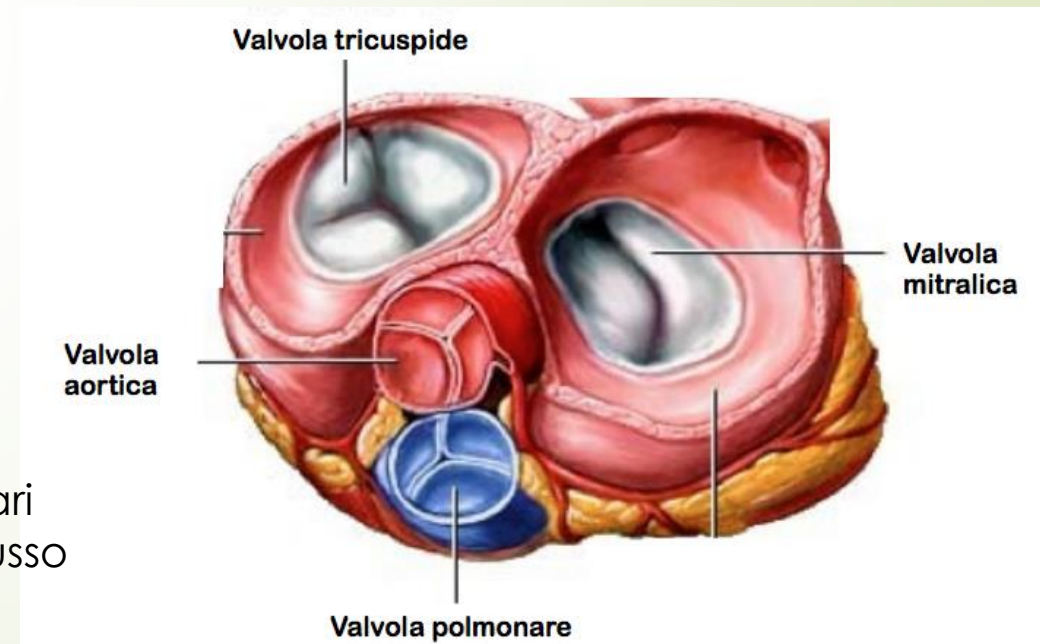
Le valvole cardiache sono quattro:

**valvola tricuspide** (v. A-V dx.)

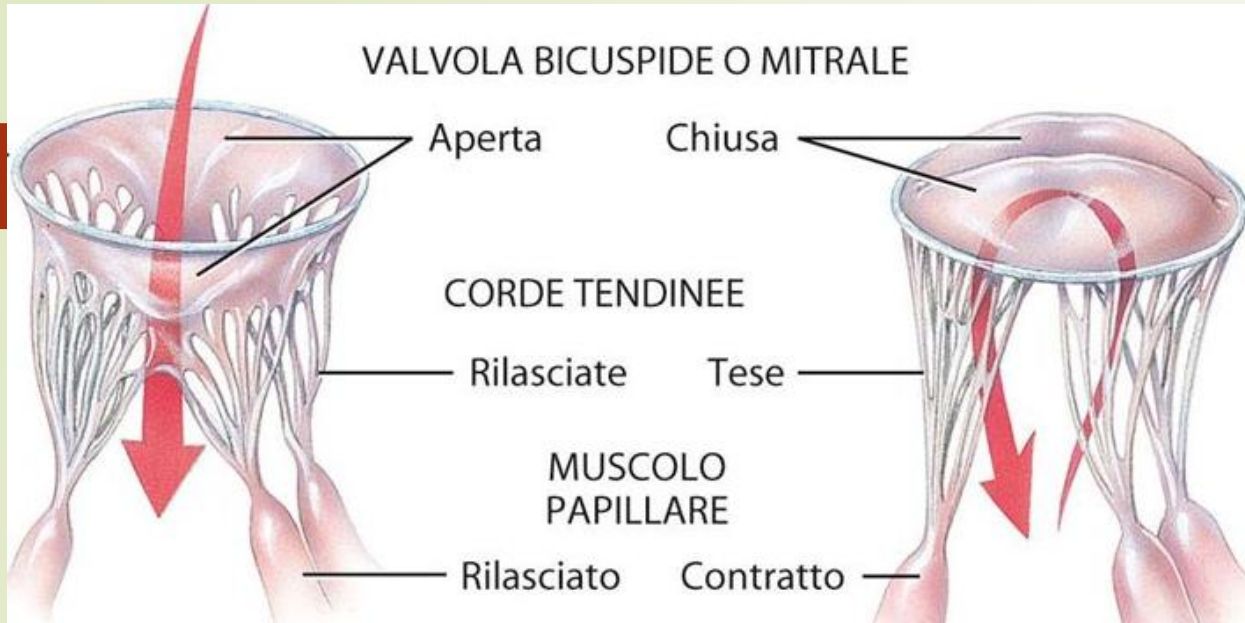
**valvola bicuspidale o mitrale** (v. A-V sx.)

**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 rilasciano e le corde tendinee si presentano anch'esse rilasciate

**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

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, traumatica.

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



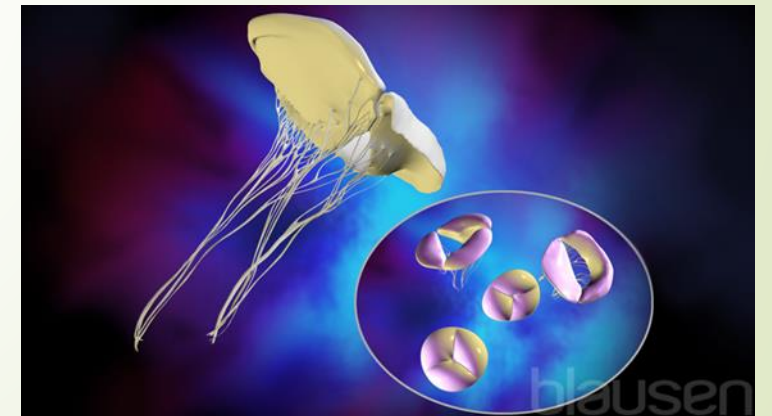
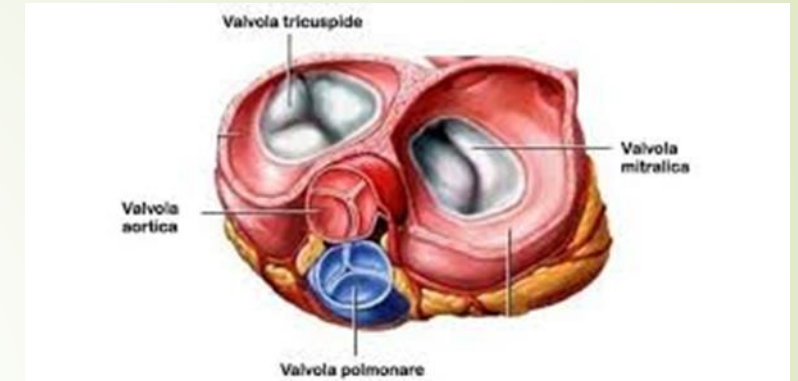
I **movimenti di chiusura e apertura delle valvole cardiache** sono semplici eventi meccanici, che dipendono unicamente dalle differenze di pressione presenti ai due lati della valvola.

Tali movimenti non implicano, quindi, un lavoro attivo come avviene, invece, per la contrazione del miocardio

Il sangue scorre attraverso il cuore dalle aree di maggiore a quelle di minore pressione

La **contrazione degli atri** aumenta la pressione interna ,  
le valvole AV si aprono permettendo  
al sangue di entrare nei ventricoli

La **contrazione dei ventricoli** aumenta la pressione interna, le  
valvole semilunari si aprono permettendo al sangue  
di entrare nel tronco polmonare e nell'aorta



Il cuore esegue la sua funzione mediante fasi ritmiche di contrazione e di distensione.

L'attività contrattile del cuore è continua ed è sostenuta dal metabolismo aerobico.

I substrati da cui il miocardio ricava energia sono:

### A riposo:

- acidi grassi ricavati dal sangue
- (e in minor percentuale) glucosio proveniente dal sangue
- glucosio dal glicogeno contenuto nel miocardio

### Sotto sforzo:

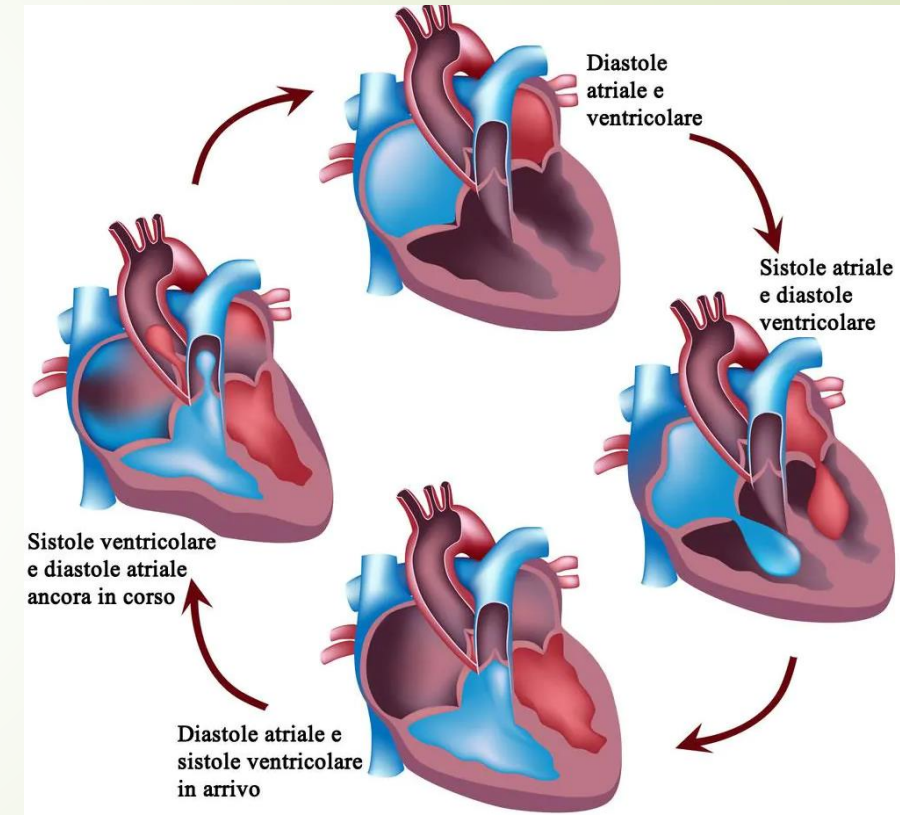
- acidi grassi provenienti dal sangue oppure rilasciati dal tessuto adiposo
- acido lattico proveniente dal muscolo scheletrico, che è preferito al glucosio
- Corpi chetonici prodotti dal fegato

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





**Diastole** (0,4 s): il miocardio è rilassato, le valvole atrio-ventricolari sono aperte e il sangue entra spontaneamente negli atri e nei ventricoli; le valvole semilunari sono chiuse.

**Sistole atriale** (0,1 s): durante questa fase brevissima gli atri si contraggono e si svuotano, spingendo con forza tutto il sangue nei ventricoli che sono ancora in diastole.

**Sistole ventricolare** (0,3 s): i ventricoli cominciano a contrarsi e la pressione al loro interno diventa più alta di quella presente negli atri, così il sangue si muove vorticosamente e le valvole atrio-ventricolari si chiudono, producendo un rumore sordo e profondo. In breve la pressione nei ventricoli cresce fino a provocare l'apertura delle valvole semilunari, così il sangue fluisce nell'aorta e nelle arterie polmonari. Durante tutta questa fase gli atri sono in diastole e si rilassano riempiendosi di sangue.

Al termine della sistole ventricolare inizia un nuovo ciclo: i ventricoli entrano in diastole e le valvole semilunari si chiudono con un rumore breve e acuto, a causa dell'alta pressione presente nell'aorta e nelle arterie polmonari.

Anche gli atri sono ancora in diastole, perciò la pressione interna è bassa in tutto il cuore. Per questo il sangue proveniente dalla circolazione sistemica e dai polmoni entra liberamente nel cuore.



## I toni cardiaci

In ogni **ciclo cardiaco**, il cuore produce due **toni cardiaci**, suoni che possono essere auscultati con un **fonendoscopio**

Il **primo** più forte, più lungo, meno netto, corrispondente alla **sistole ventricolare**, segna la chiusura delle valvole atrioventricolari

Il **secondo** più breve e più netto, che si riferisce alla **diastole ventricolare**, segna la chiusura delle valvole semilunari (aortica e polmonare)



Valvole difettose possono produrre un flusso turbolento di sangue e generare un suono anomalo conosciuto come **soffio cardiaco**.

Per esempio, se una valvola atrio-ventricolare è difettosa, e non si chiude completamente, il sangue fluirà indietro nell'atrio con un suono **«a soffio»**.

## Il significato di alcuni importanti valori



**Frequenza cardiaca – FC:** viene misurata attraverso la palpazione del polso arterioso a riposo.

E' importante nell'esame clinico per le informazioni che può dare circa l'attività cardiaca. Si esegue con i polpastrelli delle dita della mano, che vengono applicati sull'arteria al di sopra dell'articolazione radio-carpica(arteria radiale), mentre il pollice stringe il polso dorsalmente. Con l'ausilio di un orologio, si iniziano a contare i battiti cardiaci che si susseguono in un minuto (bpm)

**Frequenza cardiaca** 60 – 90 bpm

**f. media** 72 bpm

>100 bpm **Tachicardia**

<60 bpm **Bradycardia**

450 bpm **fibrillazione ventricolare**

**Gittata sistolica-GS:** volume di sangue immesso in circolo a ogni battito dal ventricolo sinistro o destro; in un uomo adulto, in buona salute, è di circa **70 ml**

**Gittata cardiaca – GC:** volume di sangue emesso ogni minuto dal ventricolo sinistro nell'aorta.

**GC = GS x FC**

In condizioni fisiologiche, a riposo, è pari a circa **5 litri** (GC = 70 ml x 72 bpm = circa 5l )

**Pressione arteriosa -P.A.**

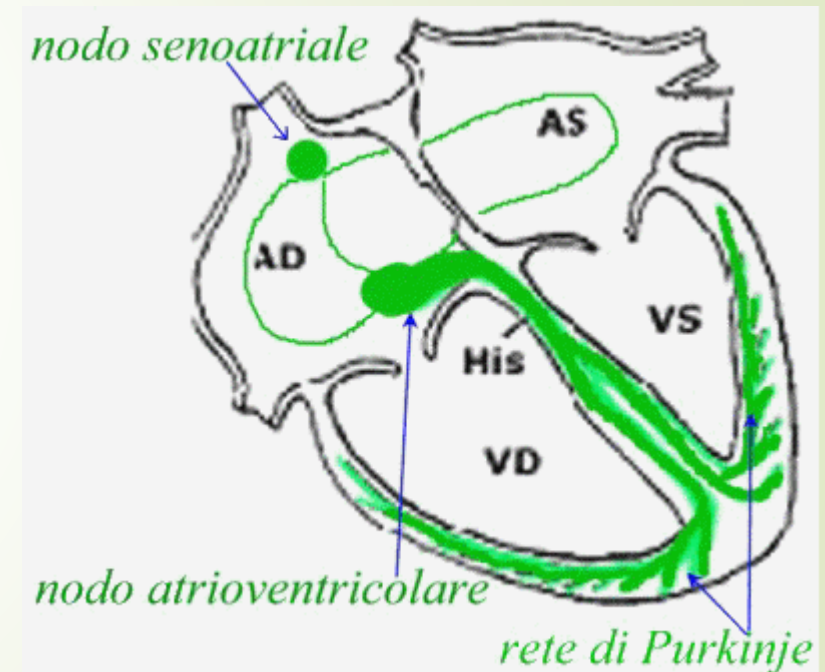
Flusso sanguigno x Resistenza periferica si registra mediante lo sfigmomanometro valori ottimali: **120 - 80 mmHg**

## 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.



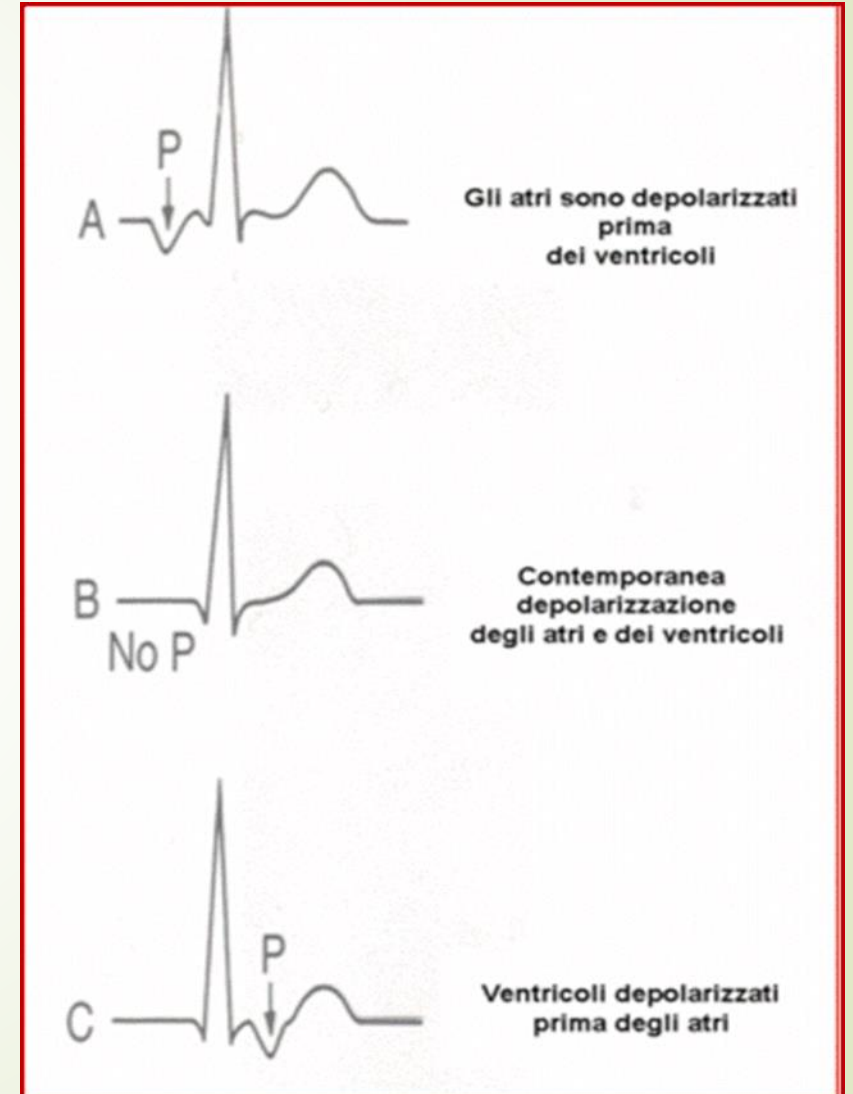
## Elettrocardiogramma

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**)

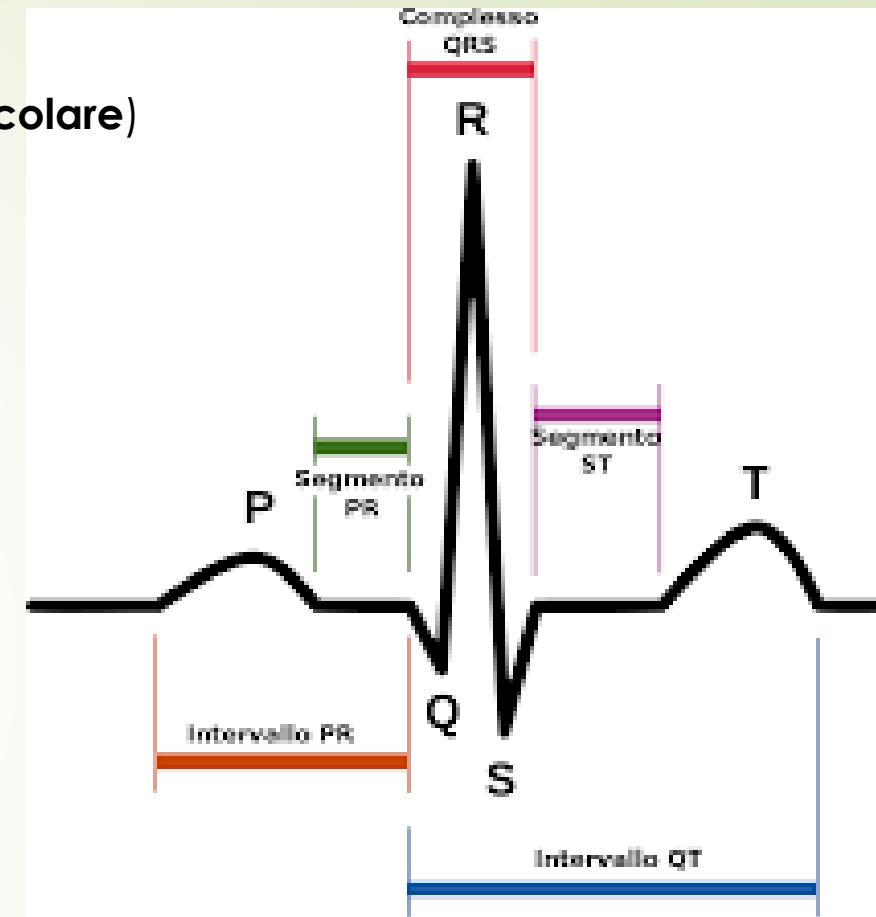
**T**: rilassamento dei ventricoli (**Diastole ventricolare**)

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.



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

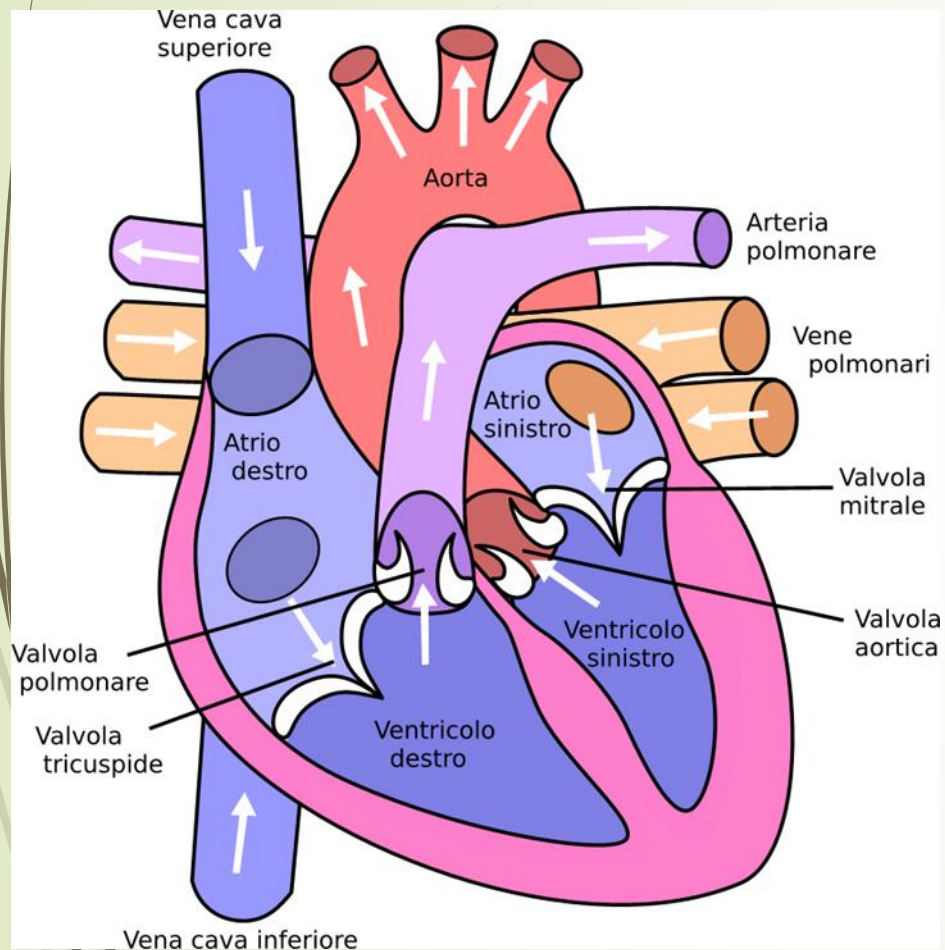
La più grave tra le aritmie cardiache è la **fibrillazione ventricolare** che, se non interrotta entro 1-3 minuti, è quasi sempre fatale.

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.



## La circolazione cardiaca



L' **atrio destro** riceve il sangue povero di ossigeno, refluo da tutto il corpo tramite tre vene: la vena cava superiore, la vena cava inferiore e il seno coronarico

Il **ventricolo destro** immette il sangue nel tronco polmonare che si divide nelle arterie polmonari destra e sinistra

L' **atrio sinistro** riceve il sangue ossigenato dalle quattro vene polmonari

Il **ventricolo sinistro** lo spinge nell' arteria aorta, in particolare nel suo ramo ascendente, da cui viene distribuito a tutte le parti del corpo

La circolazione coronarica permette un adeguato flusso sanguigno all'interno del tessuto cardiaco, fondamentale per alimentarlo.

Tale flusso è assicurato dalle due arterie coronarie, destra e sinistra, che originano dall'aorta ascendente e che, diramandosi, irrorano tutto il cuore fino all'apice costituendo l'**albero coronarico**.

L'**arteria coronaria destra** rifornisce la superficie destra e la parte posteriore del cuore

L'**arteria coronaria sinistra** rifornisce la superficie sinistra e la parte anteriore del cuore

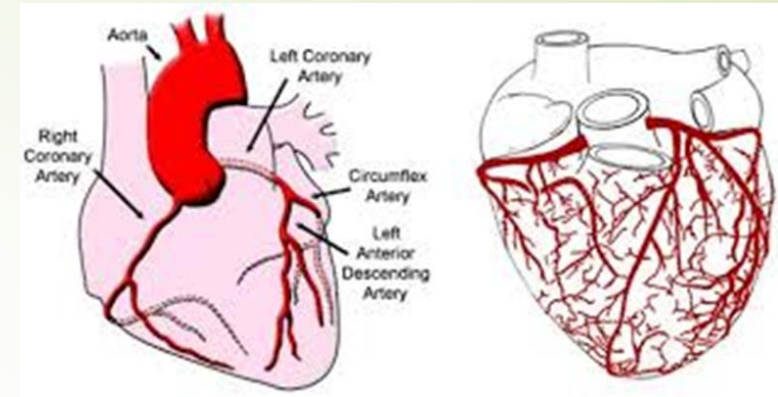
Le arterie coronarie, in condizioni fisiologiche, possiedono un meccanismo di autoregolazione che mantiene un livello di flusso di sangue appropriato per il fabbisogno del miocardio.

Questi vasi hanno un diametro relativamente piccolo e se sono affetti da aterosclerosi, rischiano di venire occlusi: le conseguenze possono essere l'**angina pectoris** o l'**infarto miocardico**

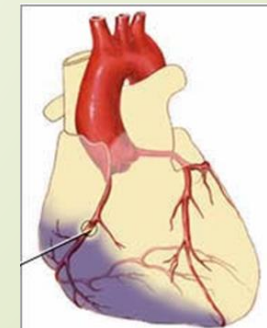
L'**angina pectoris** è un dolore al torace, denominato anche dolore retrosternale, provocato dall'insufficiente ossigenazione del muscolo cardiaco

L'**infarto miocardico acuto** (IMA) indica la necrosi di fibrocellule muscolari cardiache provocata da ischemia prolungata, spesso secondaria all'occlusione di un'arteria coronaria.

## La circolazione coronarica



A causa della compressione ritmica del sistema il 70- 80% del flusso coronarico avviene durante la fase di diastole, in quanto la contrazione del muscolo cardiaco, che si ha in sistole, comprime i capillari coronarici impedendo il fluire del sangue, per cui, in caso di diminuita durata diastolica, il tessuto miocardico può andare incontro a ischemia



Il sangue della circolazione coronarica ritorna al cuore attraverso tre sistemi venosi:

il **seno coronarico**, un grosso vaso in cui confluisce la maggior parte delle vene cardiache, che si apre direttamente nell'auricola destra tramite la **valvola di Tebesio**

le **vene cardiache anteriori**, piccoli vasi che si aprono direttamente nell'atrio destro

le **vene minime di Tebesio**, numerose in corrispondenza dell'atrio destro, sono venule che raccolgono il sangue da limitati distretti del miocardio e si aprono tramite piccoli orifizi nella cavità cardiaca più vicina (atrio o ventricolo)

