

## IL CUORE

Il cuore è, come abbiamo detto, la pompa che spinge il sangue nei vasi. Esso si trova nei mediastino e, in un adulto, pesa circa 300 grammi. E' diviso da un setto in due metà, una destra e una sinistra, completamente separate. Ciascuna delle due metà è formata da un atrio, dove arrivano le vene, che comunica con un ventricolo dal quale si dipartono le arterie; e perciò possibile parlare di *cuore destro* (atrio e ventricolo destro) e di *cuore sinistro* (atrio e ventricolo sinistro).

Gli *atri* hanno pareti piuttosto sottili e le vene, a destra le cave e a sinistra le polmonari, vi sboccano liberamente: Essi comunicano con il sottostante, ventricolo attraverso un'apertura nella quale si trova una valvola (*valvola atrio-ventricolare*) che a destra prende il nome *tricuspide* e a sinistra quello di *mitrale*. La valvola, lascia passare il sangue dall'atrio al ventricolo ma impedisce che possa poi refluire nell'atrio.

I *ventricoli*, in particolare quello sinistro, sono dotati di una parete assai robusta che costituisce il 90% del peso del cuore; All'interno delle cavità ventricolari sono presenti dei piccoli muscoli, detti *papillari*, che si collegano ai lembi delle valvole atrio-ventricolari impedendone il ribaltamento negli atri. I ventricoli ricevono sangue dagli atri sovrastanti e lo immettono nelle arterie, attraverso un'apertura nella quale si trova una valvola che a destra si chiama *semilunare polmonare* e a sinistra *semilunare aortica*. Anche queste valvole lasciano che il sangue passi liberamente dal ventricolo all'arteria ma impediscono che possa tornare indietro.

Il cuore è costituito essenzialmente dal *miocardio*, un tessuto muscolare assai, simile a quello striato dal quale differisce per il fatto che le cellule sono più piccole, hanno un solo nucleo e sono dotate, come vedremo, di proprietà autoritmica. Le cellule miocardiche, pur essendo separate le une dalle altre dal punto di vista anatomico, si comportano come se fossero un sincizio funzionale, cioè o si contraggono tutte insieme o non se ne contrae nessuna. Le cellule miocardiche non sono però a contatto con il sangue in quanto le cavità cardiache, cioè gli atri e i ventricoli, sono rivestite di uno strato di *tessuto endoteliale*, l'*endiocardio*. Il cuore è inoltre avvolto da una doppia membrana, il *pericardio*, che racchiude una cavità virtuale contenente pochi ml di liquido.

L'azione di pompa del cuore deriva dal periodico contrarsi e rilassarsi della muscolatura sia atriale che ventricolare, indicato come *ciclo meccanico del cuore*. Ciò si verifica in quanto le cellule miocardiche, come qualunque altra cellula muscolare, subiscono una variazione del loro potenziale elettrico che causa l'inizio del fenomeno contrattile. Pertanto alla base del ciclo meccanico esistono delle periodiche modificazioni dell'attività elettrica delle cellule cardiache che prende il nome di *ciclo elettrico del cuore*.

Quelle del miocardio specifico, sono dotate di auto eccitabilità. Vediamo adesso di definire meglio questo concetto. Una cellula viene definita eccitabile quando, in risposta ad uno stimolo di qualunque natura (meccanico, termico, elettrico o chimico), modifica il suo equilibrio elettrico. Tutte le cellule, come verrà detto più esattamente nella sezione dedicata al Sistema Nervoso, possiedono al loro interno una quantità di cariche negative superiore alle cariche positive, per cui hanno un ambiente interno negativo di 60-70 millesimi di volt (mV) rispetto all'esterno (*potenziale di membrana*).

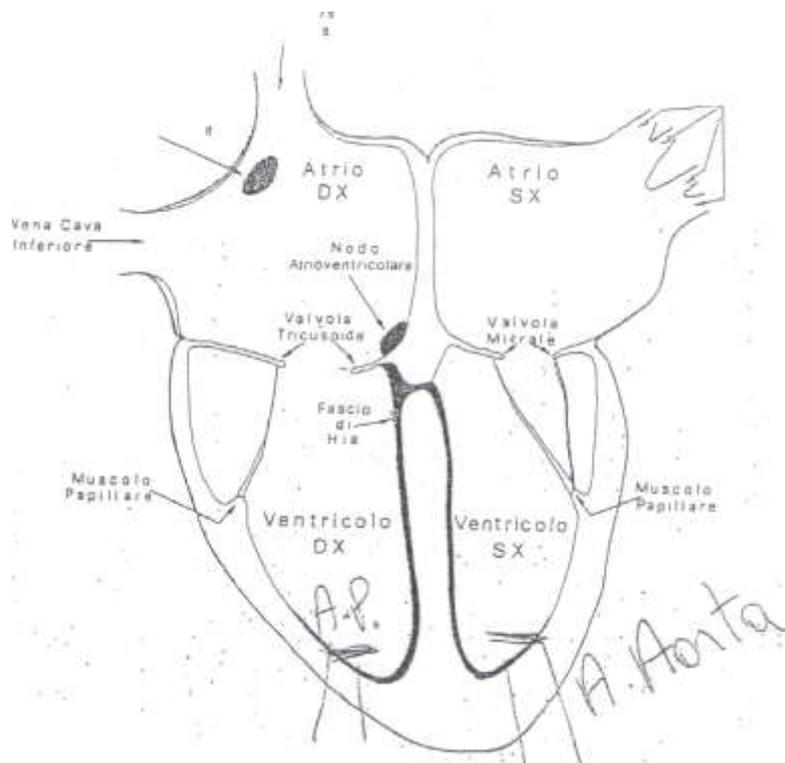


Fig. 11 - Rappresentazione schematica di un cuore umano. E' indicata la localizzazione del nodo seno-atriale, di quello atrioventricolare, del fascio His e di parte della rete del Purkinje. Si possono notare inoltre parte delle valvole tricuspide e mitrale, lo sbocco delle vene nei due atri e il diverso spessore, delle pareti ventricolari rispetto a quelle atriali. Non sono visibili le valvole semilunari e le arterie.

Le cellule eccitabili sono quelle che, se stimolate, modificano, per qualche msec., questo loro potenziale fino a diventare positive rispetto all'esterno. Questa inversione di potenziale prende il nome di **potenziale d'azione**, ed è il fenomeno che mette in moto, liberando il calcio, la contrazione muscolare. Questa modificazione di potenziale è dovuta all'ingresso nella cellula di sodio.

Un ciclo completo del cuore può essere diviso in tre momenti: 1) la sistole atriale o presistole, che dura poco più di 0,1 secondi; 2) la sistole ventricolare della durata di quasi 0,3 secondi e 3) la diastole o riposo del cuore che a riposo, dura circa 0,4 secondi. Quando la frequenza cardiaca aumenta (tachicardia) diminuisce la durata di un ciclo cardiaco, a spese quasi esclusivamente della diastole. Nelle diminuzioni di frequenze (bradicardia) si avrà ovviamente un aumento della durata delle diastole.

Durante la diastole, quando tutta la muscolatura del cuore è rilasciata, le valvole atrio-ventricolari sono aperte mentre quelle semilunari sono chiuse. In questo modo il sangue che affluisce agli atri dalle vene entra direttamente nei ventricoli e comincia a riempirli. Al termine della diastole il riempimento ventricolare si è già realizzato all'80%, senza spesa di energia in quanto, come abbiamo detto, la muscolatura è rilasciata. E' importante sottolineare che il sangue passa dagli atri ai ventricoli per differenza di pressione e non per gravità.

Al termine della diastole ha inizio la sistole atriale, cioè la contrazione della muscolatura degli atri che porta ad un piccolo aumento della pressione del sangue in essi contenuto. Durante questa fase si completa, con l'ultimo 20%, il riempimento di sangue dei ventricoli. Cessata la sistole atriale inizia la sistole ventricolare, dovuta alla contrazione della possente muscolatura del ventricolo, che innalza così la pressione del sangue in esso contenuto. Questo aumento della pressione del sangue porta all'immediata *chiusura delle valvole atrio-ventricolari*, fenomeno questo

che impedisce al sangue di tornare nell'atrio. In questo momento, non essendosi ancora aperte le valvole semilunari, il ventricolo è una camera chiusa e la sua contrazione, contenendo sangue *che essendo un liquido*, non può essere compresso, non determina variazione di volume (*sistole isovolumetrica*). Continuando la contrazione della muscolatura la pressione del sangue continua a salire fino a che non raggiunge un valore (8 mmHg a destra e 75 mmHg a sinistra) maggiore di quello delle arterie e tale da portare all'*apertura delle valvole semilunari*. L'apertura di queste valvole permette a una parte del sangue, la cui pressione continua a salire per il perdurare della contrazione del ventricolo, di uscire da questo e di entrare nelle arterie. Questa fase, durante la quale il volume del ventricolo diminuisce in quanto la sua muscolatura può accorciarsi, viene indicata come *sistole isotonica*.

Al termine della contrazione della muscolatura ventricolare la pressione del sangue rimasto nel ventricolo crolla ed ha inizio una nuova *diastole*.

La discesa della pressione ventricolare al di sotto di quella arteriosa causa l'immediata *chiusura delle valvole semilunari* in maniera che il sangue non possa tornare dalle arterie nei ventricoli, e poi, quando ormai la pressione intraventricolare è di 1-2 mmHg, *l'apertura delle valvole atrioventricolari* che dà inizio ad un nuovo riempimento ventricolare. Anche nelle diastole c'è quindi una prima fase isovolumetrica quando tutt'è due le valvole sono chiuse, seguite da una isotonica dopo l'apertura delle atrioventricolari.

Riassumendo, durante un ciclo cardiaco il sangue che arriva con le vene entra negli atri e poi passa nei ventricoli che, contraendosi, lo immettono carico di energia, nelle arterie. Il movimento obbligato dalle vene alle arterie è assicurato dalle valvole poste all'ingresso e all'uscita delle cavità ventricolari.

Durante l'attività del cuore si possono percepire, poggiando l'orecchio sul torace o mediante uno strumento detto stetoscopio, due rumori che prendono il nome di toni cardiaci. Il primo è più cupo e più lungo (primo tono) mentre l'altro è più netto e più breve (secondo tono). Il primo tono è dovuto al rumore che fanno le valvole atrioventricolari chiudendosi mentre il secondo è dovuto al rumore di chiusura delle valvole semilunari. Ne consegue che il primo tono segnala l'inizio delle sistole ventricolare ed il secondo tono ne segnala la fine. Tra i due toni non si deve udire, in condizioni di normalità, alcun rumore. Qualora ciò avvenga esso prende il nome di *soffio*.

### **La gittata cardiaca**

Il ventricolo immette nelle arterie ad ogni sistole una certa quantità di sangue che prende il nome di *volume sistolico* (VS) o gittata pulsatoria, e che è uguale nei due ventricoli. Per *gittata cardiaca* (GC) si intende la quantità di sangue che il cuore espelle in un minuto, ossia il volume sistolico moltiplicato il numero di battiti al minuto, cioè la *frequenza* (F) per cui  $GC = VS \times F$ .

Poiché a riposo il volume sistolico è di circa 70 ml e la frequenza è di circa 70 battiti al minuto, ne consegue che, in queste condizioni, la gittata cardiaca è di circa 5 litri di sangue al minuto (l/m). Durante un'intensa attività fisica la gittata cardiaca aumenta in quanto aumenta sia il volume sistolico che la frequenza, fino a raggiungere valori di 20-25 l/min. La gittata cardiaca varia da soggetto a soggetto con l'età, il peso e la superficie corporea, per cui può essere maggiormente significativo utilizzare il cosiddetto *indice cardiaco*, cioè, il volume-minuto per metro quadrato di superficie corporea, che, in un adulto medio a riposo, è di circa  $3 / 1 \text{ min/m}^2$ .