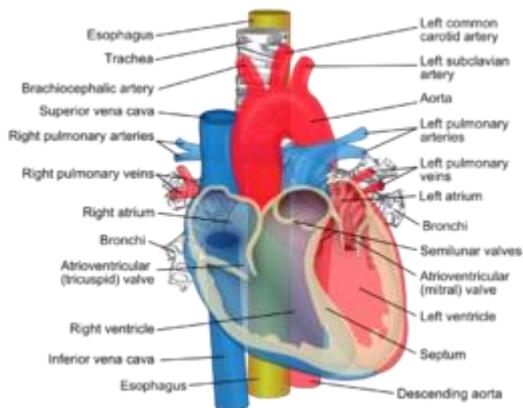
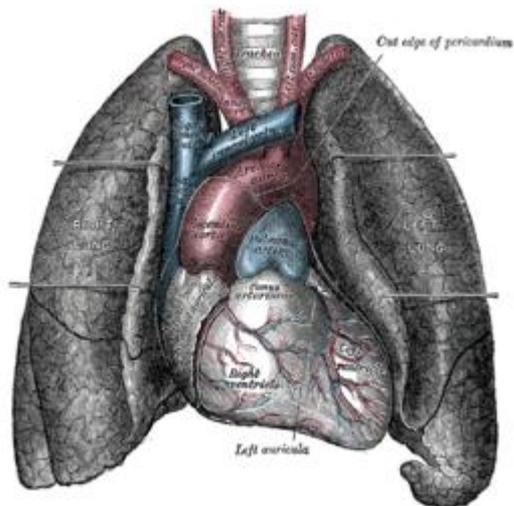


Cuore

Cuore



Schema rappresentativo di un cuore umano



Posizione del cuore rispetto ai [polmoni](#)

[Sistema](#) [Apparato circolatorio](#)

[Arteria](#) [Aorta](#)
[Arteria polmonare](#)
[Arterie coronarie](#)

[Vena](#) [Vena cava superiore](#)
[Vena cava inferiore](#)
[Vene polmonari](#)

[Nervo](#) [Nervo vago \(sistema parasimpatico\)](#)

[Sviluppo embriologico](#) [Mesoderma](#)

[MeSH](#) [Heart](#)
[A07.541](#)

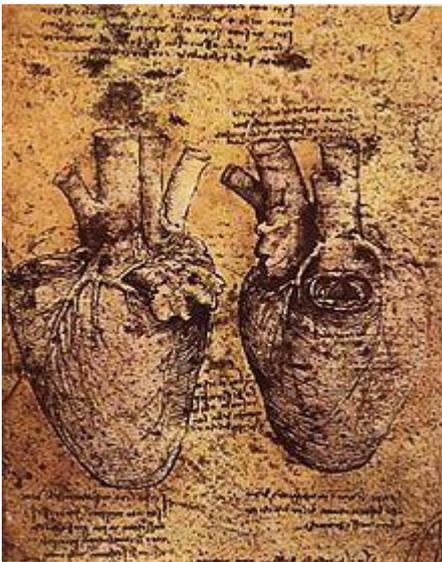
Il **cuore** è un [organo](#) cavo presente nella maggior parte degli [organismi animali](#). Negli [esseri umani](#) è posto al centro della [cavità toracica](#), più precisamente nel [mediastino medio](#), dietro lo [sterno](#) e le [cartilagini costali](#), che lo proteggono come uno scudo, davanti alla [colonna vertebrale](#), da cui è separato dall'[esofago](#) e dall'[aorta](#), appoggiato sul [diaframma](#), che lo separa dai visceri sottostanti. Costituito pressoché esclusivamente da [tessuto muscolare](#) striato, è protetto da una sacca che prende il nome di pericardio. Questa sacca è una doppia membrana di natura connettivale.

Il cuore è l'organo centrale dell'[apparato circolatorio](#); funge da pompa capace di produrre una [pressione](#) sufficiente a permettere la [circolazione](#) del [sangue](#).

Etimologia

Il nome cuore deriva dalla radice [indoeuropea](#) *krd (con "r" sonante indoeuropea: in [latino](#) corrisponde a or/ur, in [greco](#) ad αρ/ρα), che ha lasciato esiti diversi, ma affini, nelle lingue appartenenti al ceppo linguistico indoeuropeo: il [greco antico](#) "καρδία,-ας", il latino "cor, cordis", l'[inglese](#) "heart", il [tedesco](#) "herz", il [francese](#) "coeur", lo [spagnolo](#) "corazón" sono tutti riconducibili a questa radice comune.

Cenni storici



Disegno del cuore ad opera di [Leonardo da Vinci](#)

Per gli [antichi romani](#) il solo [Apollo](#), con una freccia precisa e invisibile, riusciva a bloccarlo per sempre anzitempo. Poi, seguendo i progressi della scienza medica, grazie soprattutto all'opera di [Galeno](#) (129-201), si osservò che il suo arresto improvviso era dovuto all'[occlusione](#) di un'[arteria coronarica](#). Così il cuore passò dalla condizione di essere ritenuto sede dell'intelletto, come lo definirono i [Sumeri](#), o di padrone assoluto del corpo, come veniva chiamato dagli [Egizi](#), a quella di una pompa adibita ad un lavoro esclusivamente meccanico, anche se vitale.

Di funzionamento molto semplice, se rapportato a quello degli altri organi del corpo, il cuore conserva tuttavia ancora una notevole dose di fascino, causato probabilmente dall'essere un [organo](#) pulsante che scandisce senza interruzione il ritmo della vita. Per molti secoli ha rappresentato

l'obiettivo centrale degli studi di medici e scienziati: dagli arabi [Avicenna](#) (980 - 1037) e [Averroè](#) (1126 - 1198) a [Leonardo da Vinci](#), che rappresentò con molta esattezza l'anatomia del muscolo cardiaco, a [Giovanni Maria Lancisi](#) (1654 - 1720) che dettagliò i sintomi dell'[infarto](#), degli [aneurismi](#), dell'[arteriosclerosi](#). Fino a tutto il [Settecento](#), gli esami compiuti sull'organo venivano condotti prevalentemente quando questo aveva già cessato di battere e la vita aveva abbandonato il corpo. Mancava uno strumento che mettesse i medici in grado di effettuare una rilevazione dinamica del cuore mentre il paziente era vivo, e cioè di auscultare i battiti cardiaci normali e le eventuali anomalie caratterizzate principalmente dai soffi e dai rumori aggiunti, che questa pompa produce nel corso dell'intera esistenza. Questo fu possibile con l'invenzione dello [stetoscopio](#).

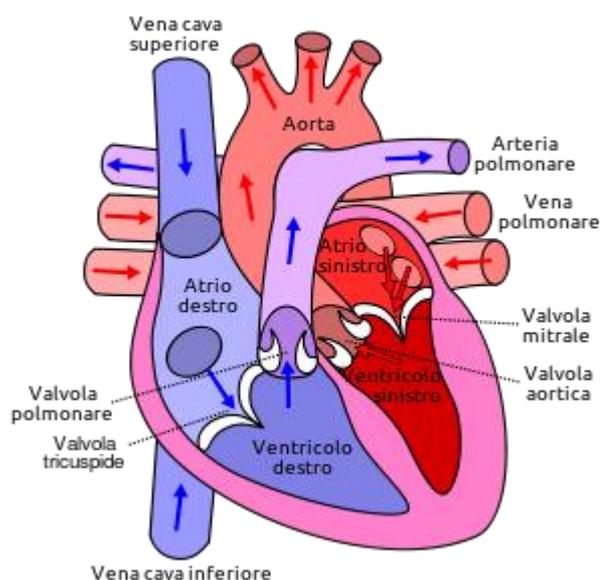
Embriologia

Il cuore deriva embriologicamente dal [mesoderma](#).

I primi abbozzi compaiono durante la terza settimana di sviluppo dell'[embrione](#) prima della delimitazione (ovvero dell'avvolgimento dell'embrione su sé stesso sia in senso latero-laterale che cranio-caudale, processo che fa sì che da una struttura piana esso divenga tubolare e chiuso), nella [regione cefalica](#). Si tratta di [cellule mesenchimali](#) vasoformative, inizialmente ammassate irregolarmente che progressivamente si organizzano a delimitare i [tubi endocardici](#) destro e sinistro, e che confluiscono nell'unico [tubo cardiaco](#) dopo 22 giorni dalla [fecondazione](#) dell'[ovocita](#).

Il tubo cardiaco è immerso nel [mesoderma splancnico](#) che si ispessisce a formare il mantello, da cui derivano [miocardio](#) ed [epicardio](#); si tratta della prima struttura in grado di [contrarsi](#).

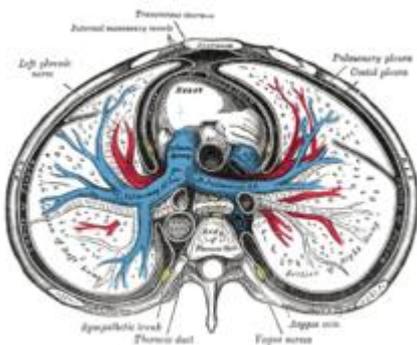
Anatomia umana



Vista anteriore (frontale) di un cuore umano aperto. In rosso le frecce riguardanti [sangue](#) ossigenato, in blu quello da ossigenare. Si notano superiormente i grandi vasi collegati al cuore ([aorta](#), [vena cava](#), [arterie polmonari](#) e [vene polmonari](#)) e la divisione dell'organo in 4 cavità appaiate funzionalmente: [atri](#) e [ventricoli](#).

Il cuore è un [organo](#) cavo fibromuscolare di forma conica schiacciata o di tronco piramidale rovesciato. Presenta quattro facce (sternocostale, diaframmatica, sinistra e destra), una base e tre margini (destro, inferiore, sinistro). Ha una lunghezza media dall'apice alla base di 12 cm, è largo trasversalmente 8–9 cm e in senso antero-posteriore circa 6 cm, nell'uomo pesa mediamente 300 g (280-340 g), mentre nella donna 250 g (230-280 g), nel neonato il peso è di circa 21 g e all'età di 11 anni pesa circa 164 g. Il suo peso definitivo da adulto è raggiunto nella tarda adolescenza, generalmente entro i 20 anni. Il volume del cuore corrisponde approssimativamente al pugno chiuso della persona stessa.

Esso si trova nella [cavità toracica](#) e più precisamente nel [mediastino medio](#). La base guarda in alto, indietro e a destra, mentre l'apice è rivolto in basso, in avanti e a sinistra. È compreso tra la terza e sesta costa e corrisponde posteriormente alla zona tra la quinta e l'ottava [vertebra toracica](#). Posteriormente il cuore è in rapporto con l'[esofago](#), con l'[aorta discendente](#) e le [vene azygos](#) ed [emiazigos](#); inferiormente poggia sul [diaframma](#) mentre anteriormente vi sono lo [sterno](#) e le [cartilagini costali](#). Ai lati del cuore vi sono gli [ilo polmonare](#), i due [nervi frenici](#) e i [vasi pericardiofrenici](#). Sopra di esso vi sono i [bronchi](#), il [timo](#) e i grossi vasi, quali l'[aorta](#), le [vene polmonari](#), le [arterie polmonari](#) e la [vena cava](#).



Sezione trasversale del torace che permette di apprezzare la morfologia del pericardio e rapporti con la pleura

Il cuore e la parte più prossimale della maggior parte dei grandi vasi a lui adiacenti sono avvolti nel [pericardio](#), una membrana, spessa mediamente 20 μm , dalla forma grossolanamente conica. Nel pericardio si distinguono due componenti, il [pericardio fibroso](#), più esterno, e il [pericardio sieroso](#), interno. I due foglietti del pericardio sieroso sono separati da uno spazio virtuale chiamato cavità pericardica e contenente normalmente da 20 a 50 ml di liquido chiaro roseo che permette al cuore una discreta libertà di movimento e di variazione di forma all'interno di questo rivestimento, minimizzando l'attrito.

La superficie esterna del cuore è segnata da due solchi: il solco coronario, che taglia l'organo in senso trasversale e quello interatriale (o longitudinale), che divide il cuore nella parte destra e sinistra. I due solchi si incrociano posteriormente in un punto definito "croce" ([crux cordis](#)), il quale è spesso occupato dall'[arteria circonflessa](#).

Internamente il cuore è diviso in quattro cavità, appaiate funzionalmente a due a due. Ogni paio di cavità è costituito da un [atrio](#) (a parete sottile) e un [ventricolo](#) (a parete più spessa) collegati tramite una [valvola cardiaca](#). Le due paia di cavità sono separate da un setto cardiaco.

Pareti del cuore

Sotto al pericardio si trovano tre tonache, una interna all'altra, che costituiscono la parete del cuore. Più esternamente vi è l'[Epicardio](#) che è costituito da [tessuto connettivo](#), contenente [capillari sanguigni](#), [capillari linfatici](#) e [fibre nervose](#) e consiste nel foglietto viscerale del pericardio sieroso. Subito sotto vi è il [Miocardio](#), formato da [fibre muscolari cardiache](#) il cui spessore varia fra 5 e 15 mm (maggiore in corrispondenza dei ventricoli), ordinatamente orientate in modo da permettere la corretta contrazione. Nella parte più interna del cuore si trova l'[Endocardio](#) che costituisce un rivestimento protettivo formato da [cellule endoteliali](#). Ha la funzione di favorire lo scorrimento del sangue all'interno del cuore per evitare la coagulazione; è strutturalmente simile all'[endotelio](#) che riveste internamente i vasi sanguigni.

Grandi vasi

Dalla porzione superiore della faccia anteriore del cuore si dipartono i due vasi arteriosi principali: l'[aorta](#) a sinistra e l'[arteria polmonare](#) o *tronco polmonare* a destra, che si divide in un ramo sinistro ed in un ramo destro; ciascuna di queste è un prolungamento cavo del ventricolo corrispondente. Le basi di queste arterie sono abbracciate dalle *auricole* (così chiamate poiché la loro forma ricorda le orecchie pendule di un cane), che fanno parte degli atri.

Anche posteriormente sono presenti due vasi sanguigni che sfociano nell'atrio destro, le [vene cave](#), distinte in [vena cava superiore](#) e [vena cava inferiore](#).

Tra questi quattro vasi si trovano le [vene polmonari](#), di destra e di sinistra, che sfociano nell'atrio sinistro.

Cavità del cuore e valvole



[Valvola semilunare.](#)

Il cuore è diviso in quattro cavità: gli [atri](#) (destro e sinistro) posti superiormente e i [ventricoli](#) (destro e sinistro) posti inferiormente. L'atrio e il ventricolo destro sono in continuità tra loro formando il cuore destro (che pompa il [sangue venoso](#), povero di ossigeno), così come comunicano le due cavità sinistre, formando il cuore sinistro (che pompa il sangue arterioso, ossigenato). Dopo la nascita non persiste alcuna comunicazione tra la parte destra e la parte sinistra del cuore; questa condizione è garantita dai setti interatriale e interventricolare che dividono il cuore nelle due metà suddette. Ogni atrio comunica con il corrispondente ventricolo attraverso l'orifizio atrioventricolare che è fornito di una valvola cuspidata. Ulteriori orifizi che mettono in comunicazione le cavità cardiache con i vasi efferenti sono anch'essi protetti da [valvole](#) che impediscono il reflusso: [valvola semilunare](#)

[polmonare](#) nel ventricolo destro per l'[arteria polmonare](#), [valvola semilunare aortica](#) nel ventricolo sinistro per l'[aorta](#)

L'[atrio destro](#) è collocato in posizione anteriore, inferiore e a destra rispetto all'atrio sinistro. Occupa la parte superiore della faccia sternocostale del cuore. Esso riceve, sulla parete posteriore, lo sbocco delle due [vene cave](#), che portano il sangue non ossigenato dai tessuti periferici al cuore. La [valvola tricuspide](#) è la valvola atrioventricolare di destra, forma praticamente la faccia inferiore dell'atrio. La valvola si inserisce sull'anello fibroso dell'ostio atrio-ventricolare di destra, è formata da tre lembi, da cui il nome.



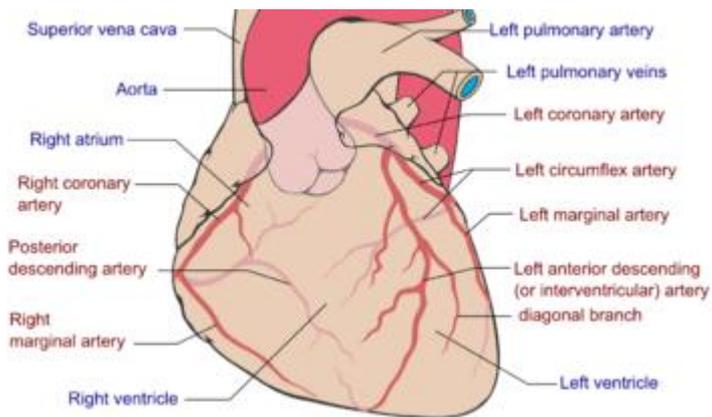
Corde tendinee.

Nel [ventricolo destro](#) si distinguono la via di afflusso dalla via di efflusso, quella di afflusso è data dal sangue che dall'atrio entra nel ventricolo dirigendosi nella parete più inferiore, dopo la contrazione ventricolare, si crea la via di efflusso che convoglia il sangue nel lume del tronco della [arteria polmonare](#), dove c'è una valvola che garantisce l'unidirezionalità del flusso.

Nella parete posteriore dell'[atrio sinistro](#) si aprono le quattro [vene polmonari](#), due a destra e due a sinistra, delimitando il vestibolo dell'atrio sinistro. Il setto interatriale presenta una leggera depressione che corrisponde alla fossetta ovale dell'atrio destro. In avanti questa depressione è limitata da una *plica semilunare* che rappresenta il residuo della valvola del forame ovale. Sulla parete dell'atrio si trovano gli orifizi di sbocco di alcune vene cardiache minime. In basso e in avanti presenta l'*ostio della valvola bicuspid* o *mitrale* che dà accesso al ventricolo sinistro. Come dice il nome è composta da due lembi valvolari. La parete laterale presenta l'auricola sinistra, molto ricca di tessuto muscolare.

Il [ventricolo sinistro](#) è caratterizzato da un parete muscolare molto più spessa, che lo porta ad avere una forza di contrazione di circa sette volte maggiore rispetto al ventricolo destro. Nella parete superiore del ventricolo sinistro, si trova la [valvola bicuspid](#), detta anche mitralica della sua somiglianza alla *mitra* dei *vescovi*. Nella parte più superiore si trova anche la valvola aortica che dà accesso all'[aorta](#) ascendente. Si divide una via di efflusso da una via di afflusso; le due vie sono separate solo da lembo valvolare anteriore della valvola mitrale.

Vascularizzazione



Nell'immagine si notano i grossi vasi collegati al cuore e i vasi coronarici che lo perfondono.

Sulla superficie del cuore si possono osservare le [arterie coronarie](#) di [destra](#) e di [sinistra](#) che originano dall'[aorta ascendente](#); le coronarie si diramano irrorando tutto il cuore fino all'apice.

La coronaria sinistra è l'arteria principale del cuore e comprende l'arteria discendente anteriore, l'arteria circonflessa e la più piccola, incostante, arteria intermedia; la coronaria destra dà origine a monte all'arteria del nodo del seno e a valle al ramo interventricolare posteriore, più alcuni vasi minori. La coronaria destra, e i due rami della coronaria sinistra (discendente anteriore e circonflessa) sono considerati i tre vasi principali per l'irrorazione del cuore, e, se colpiti dall'[arteriosclerosi](#), hanno un ruolo importante nella patogenesi della [cardiopatia ischemica](#).

I vasi che riportano il sangue al cuore sono le [vene cardiache](#): esse confluiscono in un vaso presente sul versante posteriore del cuore, il [seno coronario](#), per poi sfociare nell'atrio destro.

Bisogna notare che le coronarie e i vasi venosi decorrono sulla superficie esterna del miocardio, immersi in un'atmosfera di adipe che evita ai vasi di essere costretti durante la contrazione miocardica, cosa che permette che il flusso sanguigno sia costante in sistole come in diastole. Questo rende agevole l'irrorazione arteriosa soprattutto durante la [sistole](#), ovvero il momento in cui risulta massima la richiesta di energia e ossigeno.

Innervazione

Il cuore è innervato da un cospicuo numero di [fibre nervose](#) autonome che nell'insieme prendono il nome di [plesso cardiaco](#). Nel plesso cardiaco si possono distinguere nervi che giacciono su due piani principali differenti, il primo è compreso tra l'arco aortico e la superficie anteriore dell'arteria polmonare destra, questa è la parte ventrale o superficiale del plesso, mentre il secondo è compreso tra la superficie posteriore dell'arco aortico e la superficie anteriore della trachea e dei bronchi principali destro e sinistro e viene chiamata parte dorsale o profonda. Oltre a queste due porzioni del plesso cardiaco si distinguono anche un plesso coronario destro che è formato da nervi del plesso cardiaco profondo che proseguono in vicinanza dell'arteria coronaria destra e che innervano il cuore destro e dal plesso coronario sinistro, più esteso del destro, formato dal prolungamento dei nervi della parte sinistra del plesso cardiaco profondo, i quali seguono l'arteria coronaria sinistra innervando principalmente il cuore sinistro. Non mancano tuttavia collegamenti tra i due plessi coronari. Infine si possono distinguere anche due plessi atriali, uno sinistro ed uno destro, formati

dai prolungamenti dei nervi del plesso cardiaco rispettivamente verso sinistra per l'atrio sinistro e verso destra per l'atrio destro; i nervi di questo plesso possiedono collegamenti con i plessi coronarici. Il plesso aortico che avvolge in una rete di sottili nervi l'aorta è talvolta considerato (almeno per quanto riguarda la porzione attorno all'aorta ascendente e all'arco aortico) come una porzione del plesso cardiaco.

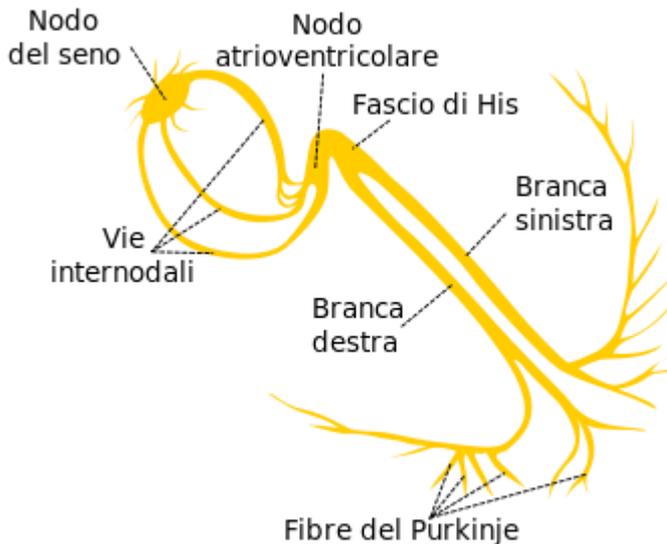
Il [nervo vago](#), tramite i suoi rami di destra e di sinistra, rappresenta il principale nervo deputato all'innervazione parasimpatica e sensitiva del cuore. I rami di destra e di sinistra del nervo vago discendono lateralmente alla cartilagine tiroidea e alla cartilagine cricoidea della laringe e a livello della prima emettono lateralmente dei rami che si congiungono con altri provenienti dal ganglio cervicale superiore formando i nervi cardiaci cervicali superiori, caratterizzati da un contenuto di fibre simpatiche postgangliari, parasimpatiche pregangliari e sensitive. I rami destro e sinistro del vago proseguono la loro discesa lateralmente alla tiroide e a questo livello emettono lateralmente un ramo che si congiunge a fibre provenienti dal ganglio stellato o da altri gangli toracici del tronco del simpatico, formando il nervo cardiaco cervicale inferiore, che passa posteriormente all'[arteria brachiocefalica](#) come fa la sua controparte superiore. A questo punto il ramo destro si porta anteriormente all'arteria brachiocefalica, incrociandola nel punto in cui essa si biforca nell'arteria carotide comune destra e nell'arteria succlavia destra, il sinistro invece si porta anteriormente all'arteria succlavia sinistra, poi scendono inferiormente, lateralmente all'arco aortico (il ramo sinistro antero-lateralmente) ed emettono numerosi rami mediali diretti al plesso cardiaco profondo, questi rami sono chiamati rami cardiaci toracici del vago. Alcuni rami si anastomizzano con il nervo laringeo ricorrente, altri con fibre nervose provenienti dai gangli toracici del tronco del simpatico. Questi rami nel loro complesso formano la gran parte sia del plesso cardiaco profondo che di quello superficiale, alcuni infatti si portano posteriormente all'arco aortico e anteriormente alla trachea, altri anteriormente all'arco aortico e posteriormente al tronco polmonare. Il ramo destro del nervo vago si porta anteriormente al bronco principale destro e posteriormente all'arteria polmonare destra, poi dietro all'esofago, costituendo il nervo vago posteriore, mentre il ramo sinistro scende seguendo l'aorta toracica discendente (emettendo il nervo laringeo ricorrente di sinistra) e si porta anteriormente all'esofago, costituendo il nervo vago anteriore.

L'innervazione simpatica del cuore è fornita dalle fibre simpatiche postgangliari provenienti dal tronco del simpatico, in particolare dal ganglio cervicale superiore, dal ganglio cervicale medio, dal ganglio stellato e dai gangli toracici sino al quarto. Talvolta è presente un ulteriore ganglio accessorio, il ganglio vertebrale. Il tronco del simpatico decorre inferiormente e posteriormente all'arteria brachiocefalica a destra e all'arteria succlavia a sinistra, scendendo si tiene laterale all'arco aortico e posteriore ai due bronchi principali. Ad intervalli abbastanza regolari nel suo decorso presenta dei gangli di dimensioni e forma differenti. I più voluminosi sono il ganglio cervicale superiore, di forma allungata, posto lateralmente alle carotidi e ai rami del nervo vago, a livello dell'osso ioide e il ganglio cervico-toracico (o stellato), collocato posteriormente e medialmente all'arteria vertebrale, a sua volta ramo dell'arteria succlavia sia a destra che a sinistra, distinguibile perché risulta dalla "fusione" di due gangli nervosi del tronco del simpatico (l'ultimo cervicale e il primo toracico). Il ganglio cervicale superiore fornisce almeno un ramo laterale che si unisce alle fibre nervose del nervo vago per costituire i nervi cardiaci cervicali superiori. Il ganglio cervicale medio, posto lateralmente alla tiroide e al ramo del nervo vago, fornisce fibre nervose che si portano o anteriormente all'arteria tiroidea superiore collegandosi al ganglio stellato oppure anteriormente, oppure anteriormente all'arteria succlavia tramite un ramo detto ansa succlavia, che sembra abbracciare quel vaso, o ancora si dirigono, quando presenti, al piccolo ganglio vertebrale, le cui fibre efferenti si portano al ganglio stellato. Il ganglio cervicale medio da inoltre origine ai nervi cardiaci cervicali medi del simpatico che si portano posteriormente all'arteria succlavia e discendono infero-medialmente contribuendo a formare il plesso cardiaco profondo. Talvolta il ganglio cervicale medio presenta rami che si uniscono alle fibre vagali. Il ganglio stellato dà origine

a numerose fibre nervose che costituiscono i nervi cardiaci cervicali inferiori del simpatico; qualcuno di essi si unisce a fibre vagali (i rami cardiaci toracici del vago). I gangli del tronco del simpatico dal secondo al quarto emettono medialmente fibre che costituiscono i nervi cardiaci toracici del tronco del simpatico e che contribuiscono a formare sia la parte superficiale che quella profonda del plesso cardiaco.

- Le **fibre sensitive** sono distribuite in tutto l'organo. Una parte di esse risalgono attraverso i rami cardiaci toracici del vago ed i nervi cardiaci cervicali inferiori e superiori del vago. Questi nervi non sono mai esclusivamente sensitivi, ma contengono anche fibre parasimpatiche pregangliari e nel nervo cardiaco cervicale superiore del vago anche fibre simpatiche postgangliari provenienti dal tronco del simpatico. Queste tre categorie di nervo confluiscono tutte nel nervo vago sinistro o destro, quindi risalgono nel nervo vago sino al nucleo del tratto solitario, posto nel bulbo. Le fibre sensitive rimanenti (concentrate in particolare nel miocardio e presso le coronarie) risalgono attraverso i rami cardiaci toracici del simpatico, entrano in uno dei gangli del tronco del simpatico, passano attraverso il ramo comunicante bianco, quindi all'interno di un nervo intercostale, contraggono sinapsi a livello del ganglio sensitivo dorsale ed infine risalgono all'interno del midollo spinale tramite le vie ascendenti (i segmenti del midollo interessati sono T1-T4).
- Le **fibre pregangliari parasimpatiche** originano dal nucleo motore dorsale (o posteriore) del vago nel bulbo, scendono attraverso il nervo vago, quindi attraverso i suoi rami destro e sinistro, per poi confluire all'interno del nervo cardiaco cervicale superiore del vago, dei nervi cardiaci cervicali inferiori del vago o dei nervi cardiaci toracici del vago. Sinaptano all'interno di piccoli gangli parasimpatici distribuiti in particolar modo nel nodo seno-atriale e nel nodo atrio-ventricolare, in misura minore negli altri e nei ventricoli. I rami postgangliari sono brevi e contribuiscono alla costituzione del plesso coronarico. Le ramificazioni parasimpatiche del vago rallentano il battito cardiaco e hanno azione vasocostrittrice nei confronti delle arterie coronarie.
- Le **fibre pregangliari simpatiche** originano da cellule collocate nel corno laterale del midollo spinale, nei segmenti T1-T4. Decorrono all'interno delle radici ventrali dei nervi intercostali, poi insieme alle fibre sensitive nel nervo intercostale che abbandonano per contrarre sinapsi a livello di uno dei gangli simpatici del tronco del simpatico oppure, prima di contrarre sinapsi, possono scendere, o più spesso risalire verso gangli superiori come i gangli stellato o cervicale medio e superiore. Le fibre postgangliari simpatiche decorrono all'interno del nervo cardiaco cervicale superiore del vago e del tronco del simpatico, del nervo cardiaco cervicale medio ed inferiore del tronco del simpatico e nei rami cardiaci toracici del tronco del simpatico, innervando quindi il cuore. Contribuiscono al plesso cardiaco superficiale, profondo, ai plessi atriali e ai plessi coronarici. Hanno azione vasodilatatrice sulle coronarie e accelerano il battito cardiaco.

Sistema di conduzione



Schema di conduzione elettrica del cuore.

Il cuore come tutti i [muscoli](#) è capace di contrarsi sfruttando l'[energia](#) prodotta dalla ossidazione di sostanze energetiche (come [acidi grassi](#), [carboidrati](#)) in presenza di [ossigeno](#). Le cellule muscolari striate di cui è composto il cuore a differenza di quelle degli altri muscoli sono dotate della capacità di autoeccitarsi e autocontrarsi. Il controllo nervoso sul cuore può modulare la frequenza di contrazione aumentandola o diminuendola, ma questa è generata in maniera spontanea dal miocardio.

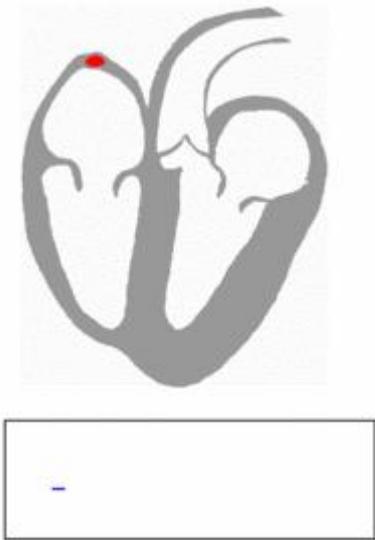
Esiste una parte del [miocardio](#) dedicata alla sola generazione e conduzione degli impulsi attraverso il muscolo cardiaco: il cosiddetto *miocardio specifico*. Si tratta di un sistema specializzato del cuore che permette, in condizioni normali, che il cuore batta in maniera efficiente ed ordinata (prima gli [atri](#), poi i ventricoli permettendo il completo riempimento di questi ultimi) e che l'impulso generato si diffonda velocemente, facendo contrarre tutte le parti del ventricolo in maniera pressoché simultanea.

Questo sistema è formato da diverse parti:

- Il [nodo senoatriale](#) (NSA): si tratta di una piccola e appiattita striscia ellissoidale di miocardio specifico larga circa 3 mm, lunga 15 mm e spessa 1 mm, che si trova nella parte superiore laterale dell'atrio destro subito sotto allo sbocco della [vena cava superiore](#). Le fibre del NSA hanno un diametro variabile tra i 3 e i 5 mm, mentre le fibre circostanti sono delle dimensioni di una decina di micrometri. In questo nodo si genera il normale impulso ritmico, e per fare in modo che l'impulso venga trasmesso alle fibre atriali le fibre del NSA si connettono direttamente con quelle atriali; il potenziale d'azione si diffonde, così, in maniera simultanea negli atri.
- *Le vie internodali*: si tratta di una striscia di tessuto di conduzione che deve condurre il segnale verso il nodo atrioventricolare.
- Il [nodo atrioventricolare](#) (NAV): è il principale responsabile del ritardo che deve essere attuato nel passaggio del segnale dagli atri ai ventricoli. Un'altra importante funzione del

NAV è quella di permettere il passaggio solo in un senso dell'impulso cardiaco, impedendo il passaggio dai ventricoli agli atri tramite uno strato fibroso che funziona da isolante per l'impulso.

- Le fibre del Fascio di His propagano l'impulso alla massa cardiaca ventricolare, dividendosi in due branche, destra e sinistra. La branca sinistra possiede due fascicoli: anteriore, più spesso, e posteriore, più sottile.
- Parte terminale del sistema di conduzione del cuore sono le fibre del Purkinje, cellule cardiache con conducibilità maggiore rispetto ai miocardiociti.



Propagazione dell'impulso elettrico

La principale particolarità del miocardio specifico consiste nella possibilità di generare autonomamente gli impulsi elettrici: in pratica l'elettrogenesi principale si trova nel NSA, ma non è l'unica presente nel miocardio. È stato possibile apprezzare questo escludendo dalla conduzione il NSA: il cuore continua a battere, anche se a ritmi notevolmente inferiori (40/60 impulsi al minuto, contro i normali 60/100) e il ritmo che si impone è detto "sostitutivo" o "non sinusale" perché ha origine al di fuori del NSA, in latino *sinus*. Questo meccanismo può essere spiegato come una sorta di autoprotezione da parte del cuore: esistono infatti patologie a causa delle quali viene bloccata la conduzione del NSA. In questo caso il cuore può continuare a battere, poiché il NAV comincia a dettare il passo del ritmo (con frequenza minore) e la situazione è compatibile con la vita.

L'impulso generato nel NSA passa direttamente alle fibre atriali investendole in maniera simultanea. A questo punto, attraverso le fibre internodali, il segnale viene trasmesso al nodo atrioventricolare. Dalla generazione del segnale sono passati 0,02 secondi. È in questo punto del sistema di conduzione, quello che trasferisce il segnale dagli atri ai ventricoli, che troviamo un ritardo di trasmissione. Questo ritardo è necessario affinché l'impulso cardiaco non possa propagarsi dagli atri ai ventricoli in maniera troppo veloce. Se questo accadesse, infatti, sarebbe impossibile per i ventricoli un perfetto riempimento e da questo si arriverebbe ad un non perfetto rendimento della pompa cardiaca.

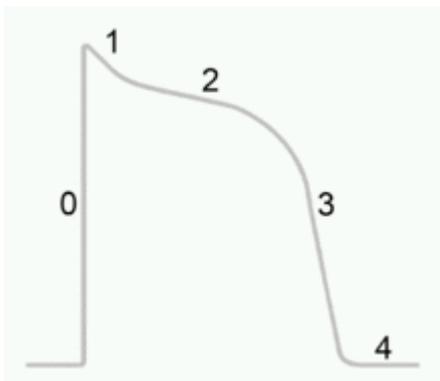
La prima struttura che provoca questo ritardo è il NAV, che introduce un ritardo di circa 0,09 secondi prima che l'impulso invada il fascio di His (che si divide poi in branca destra e sinistra).

Subito dopo il passaggio attraverso il NAV abbiamo un ulteriore ritardo di 0,04 secondi dovuto ad una parte del fascio fibroso che separa atri e ventricoli. Il ritardo complessivo dalla generazione dell'impulso all'arrivo dello stesso ai ventricoli è quindi di circa 0,16 secondi. Subito dopo questa parte "ritardante" troviamo le [fibre del Purkinje](#), che dal NAV si portano ai ventricoli passando attraverso il setto ventricolare. Queste fibre sono a conduzione molto veloce, il che permette di avere una trasmissione dell'impulso ai ventricoli praticamente immediata e simultanea (circa 0,03 secondi). L'alta velocità diminuisce una volta che si è arrivati nelle parti terminali delle fibre del Purkinje, per cui le ultime cellule miocardiche sono raggiunte con un ritardo di circa 0,03 secondi; conseguentemente il tempo per far contrarre i ventricoli è calcolato in 0,06 secondi.

Il sistema di eccitazione del miocardio

Per quanto riguarda il sistema di eccitazione e di conduzione del [potenziale d'azione](#) troviamo due tipi di sviluppo del [potenziale elettrico](#): uno riguarda le fibre atriali e ventricolari, un altro riguarda le cellule del nodo seno-atriale (o cellule del [pacemaker](#), in italiano *segnapassi*). Le fibre atriali e ventricolari devono comportarsi in maniera simile alle fibre muscolari, ma dovranno anche assicurare un alto rendimento della pompa cardiaca. Il nodo seno-atriale si comporta in maniera diversa da qualsiasi altra fibra, poiché deve assicurare principalmente la generazione del potenziale d'azione.

Comportamento delle fibre muscolari atriali e ventricolari



Potenziale d'azione (risposta rapida)

Il [potenziale di membrana](#) a riposo è di circa -90 mV, potenziale dovuto alle differenti concentrazioni degli [ioni](#) fra interno ed esterno dalla [cellula](#).

L'ampiezza del potenziale d'azione è di circa 105 mV, il che porta ad avere un picco (*spike*) del potenziale di circa 20 mV. Questo è maggiore che nella maggior parte delle cellule muscolari perché deve essere in grado di far rendere al massimo la pompa cardiaca.

Un [miocita](#) che sia stato depolarizzato non sarà più disponibile per un nuovo potenziale d'azione fino a che esso non si sia ripolarizzato parzialmente. L'intervallo fra il potenziale d'azione e il momento in cui il miocita è disponibile per un nuovo potenziale è definito *Periodo Refrattario Assoluto*. La completa eccitabilità non viene ristabilita fino a quando non si ha completa ripolarizzazione del miocita: l'intervallo è chiamato *Periodo Refrattario Relativo*. Questo periodo è indispensabile per il corretto funzionamento del cuore in quanto il ventricolo può riempirsi completamente di sangue prima di eseguire un'altra contrazione; inoltre permette di avere una netta

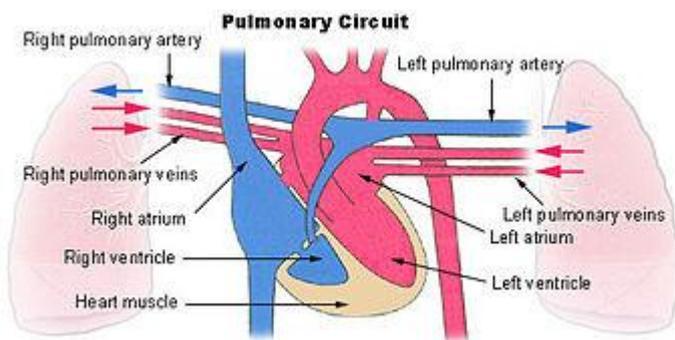
distinzione tra fase pulsoria ([sistole](#)) e fase di riposo ([diastole](#)), in maniera tale da permettere l'apporto di sangue attraverso le [coronarie](#), che può avvenire solo in fase diastolica.

Comportamento delle cellule pacemaker

Nelle cellule [pacemaker](#) nasce il [battito cardiaco](#) vero e proprio. Per questo motivo il comportamento di dette cellule differisce in maniera consistente rispetto a quella di ogni altra cellula e conseguentemente il comportamento elettrico assume delle modalità particolari: esse non possiedono un vero e proprio potenziale di riposo.

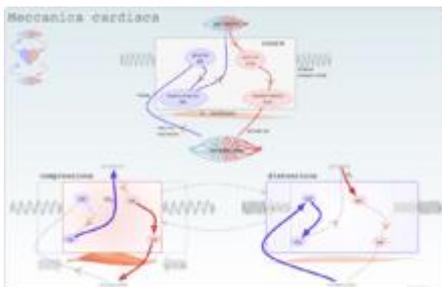
Tra un potenziale d'azione ed un altro si registra una progressiva depolarizzazione della cellula partendo da un valore di circa -65 mV, la depolarizzazione prosegue verso lo zero, come se dovesse raggiungere un potenziale di riposo, ma prima che si possa stabilizzare raggiunge il potenziale soglia (-50 mV), dopo il quale parte il picco del potenziale d'azione.

Fisiologia



Circolazione polmonare: Right and Left Pulmonary artery= Arteria polmonare Dx e Sin; Right and Left pulmonary veins= Vene polmonari Dx e Sin; Right and left atrium= Atrio Dx e Sin; Right and Left ventricle= Ventricolo Dx e Sin; Heart muscle= Muscolo cardiaco

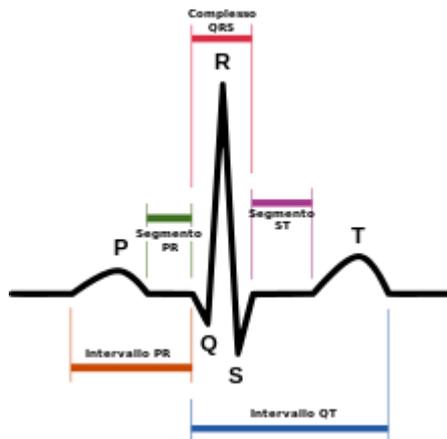
La [circolazione sanguigna](#) nell'essere umano e nei [mammiferi](#) è definita doppia e completa, vale a dire che le due metà del cuore funzionano autonomamente, ovvero come se vi fosse un *doppio* cuore e che il [sangue venoso e quello arterioso non si mescolano mai](#). Il cuore funziona come una pompa aspirante e premente: richiama nelle sue cavità il sangue venoso, lo manda ai [polmoni](#) attraverso l'[arteria polmonare](#). Da lì le vene polmonari lo riportano nuovamente al cuore, che, attraverso l'[aorta](#), lo porta in tutte le reti capillari.



Meccanica e idraulica cardiaca

L'afflusso verso il cuore avviene attraverso il [sistema venoso](#), quello dal cuore alla periferia attraverso il [sistema arterioso](#). Gli atri ricevono le vene, nelle quali il sangue ha un percorso centripeto, ovvero dall'esterno del corpo verso il cuore. Dai ventricoli nascono le arterie, nelle quali il sangue ha un percorso centrifugo.

Normalmente le arterie trasportano sangue ossigenato (sangue arterioso) da distribuire ai tessuti, mentre le vene trasportano sangue non ossigenato (sangue venoso) proveniente dai tessuti che hanno fatto consumo di ossigeno. Come si può notare, fanno eccezione l'[arteria polmonare](#), che conduce sangue venoso, quindi non ossigenato, al polmone e le [vene polmonari](#), che trasportano verso il cuore sangue arterioso, quindi ossigenato, proveniente dai polmoni.

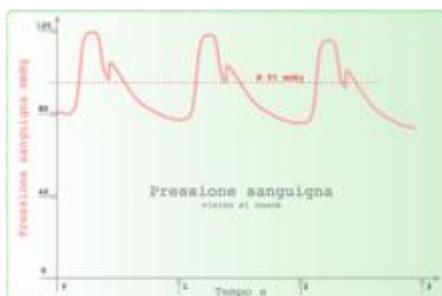


Schema di un [elettrocardiogramma](#)

Una [frequenza cardiaca](#) compresa tra 60 e 100 battiti per minuto (bpm) è considerata fisiologica; una frequenza inferiore ai 60 bpm viene chiamata [bradicardia](#); una frequenza superiore ai 100 bpm è definita [tachicardia](#). Non sempre le bradi- o tachicardie sono patologiche (ad esempio tachicardia fisiologica nell'attività fisica). Nel [neonato](#) la frequenza arriva a 120 bpm, nel [feto](#) è ancora superiore e decresce dalla nascita fino alla [pubertà](#) con l'accrescersi dell'organismo.

L'onda P corrisponde alla contrazione degli atri, il [complesso QRS](#) alla contrazione dei ventricoli.

Durante il [sonno](#) il cuore pompa 5 [litri](#) di [sangue](#) in un minuto, mentre durante un'attività fisica moderata la quantità è doppia. Per un'attività pesante o una vigorosa attività atletica si arriva a 20 litri al minuto. A riposo la pressione normale non deve superare il valore di 130/80 mmHg, anche se valori più bassi sono ugualmente considerati nella norma, sempre che siano ben tollerati dall'individuo. Solo in caso di patologie cardiovascolari, i valori di pressione vengono tenuti al disotto dei 130/80 mmHg.

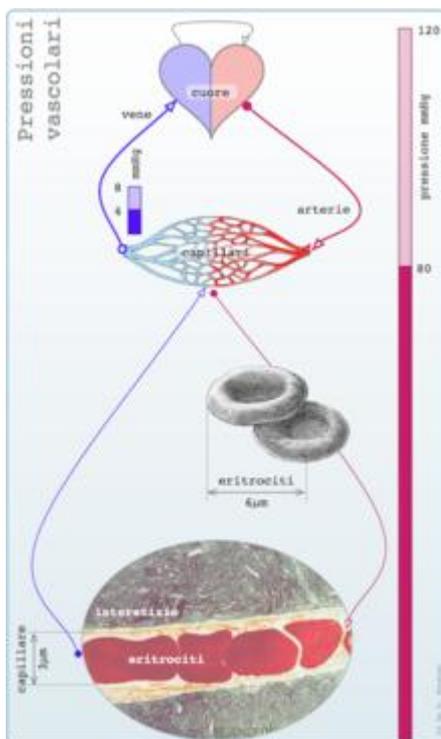


Pressione sanguigna arteriosa

La [frazione di eiezione](#) ovvero la quantità di sangue pompata ad ogni battito è pari a circa il 50-70% del volume telediastolico (quantità di sangue presente nel cuore al termine della diastole). La quantità residua rappresenta una riserva funzionale che il cuore può pompare se le richieste periferiche aumentano.

Il [ciclo cardiaco](#) che porta il cuore dallo stato di contrazione allo stato di riposo e quindi nuovamente a quello di contrazione è detto "rivoluzione cardiaca". Il ciclo cardiaco comprende le due fasi essenziali nelle quali si svolge l'attività del cuore:

- [diastole](#)
- [sistole](#).



Pressioni nel circuito cardiovascolare

Durante la diastole tutto il cuore è rilassato, permettendo al sangue di fluire nelle quattro cavità. Il sangue confluisce dalle vene cave nell'atrio destro e dalle vene polmonari nell'atrio sinistro. Le [valvole atrioventricolari](#) sono contemporaneamente aperte e consentono il passaggio del sangue dagli [atri](#) ai ventricoli. La diastole dura circa 0,4 [secondi](#), abbastanza da permettere ai ventricoli di riempirsi quasi completamente.

La sistole comincia con una contrazione degli atri, della durata di circa 0,1 secondi, che determina il riempimento completo dei ventricoli. Quindi si contraggono i ventricoli per circa 0,3 secondi. La loro contrazione chiude le valvole atrioventricolari e apre le [valvole semilunari](#); il sangue povero di ossigeno viene spinto verso i polmoni, mentre quello ricco di ossigeno si dirige verso tutto il corpo attraverso l'aorta.



Regolazione della perfusione capillare

Queste fasi cardiache sono ascoltabili e traducibili attraverso due suoni distinti, detti *toni cardiaci*. Quando i [ventricoli](#) si contraggono abbiamo il *primo tono*, che è generato dalla vibrazione delle valvole atrio-ventricolari che si chiudono. Al primo tono segue una pausa durante la quale i ventricoli spingono il sangue nelle arterie. Successivo è il *secondo tono*, determinato dalla vibrazione delle valvole semilunari che si chiudono. Al secondo tono segue una pausa più lunga, con il riempimento dei ventricoli.

Patologia

Le malattie cardiache si distinguono in acquisite o [congenite](#), inoltre, a seconda della sede interessata, si osservano:

1. alterazioni del pericardio (se di origine infiammatoria: [pericardite](#));
2. alterazione delle [arterie coronarie](#) (la più nota è la [cardiopatia ischemica](#));
3. alterazioni del muscolo o delle fibre muscolari ([cardiomiopatie](#) e [miocarditi](#));
4. malattie dell'endocardio (di diversa origine [endocardite](#));
5. lesioni delle valvole cardiache ([stenosi valvolare](#) o [insufficienza valvolare](#));
6. disturbi della conduzione ([aritmia](#) o [blocchi atrio-ventricolari](#));

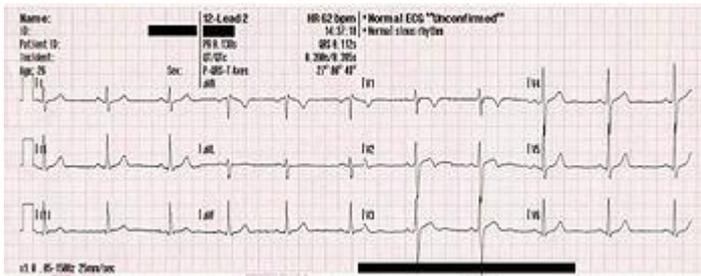
Alterazioni congenite

Vi sono casi nei quali il cuore manca del tutto o è presente in forma rudimentale (incompatibili con la vita). In altri casi non c'è stato lo sviluppo di una parte del cuore con la conseguenza di comunicazioni ([shunt](#)) inter-atriali o inter-ventricolari. Nei casi in cui le alterazioni siano compatibili con la vita i sintomi peggiorano nel tempo.

Le cause possono essere molteplici, in particolare genetiche o da insulti tossici o infettivi durante la vita fetale. Ed è un organo sensibile e importante. Ricordiamo:

- [Destrocardia](#)
- [Arco aortico destroposto](#)
- [Pervietà del dotto di Botallo](#)
- [Diverticolo di Kommerell](#)
- [Tetralogia di Fallot](#)
- [Difetto interatriale](#)
- [Difetto interventricolare](#)

Strumenti diagnostici

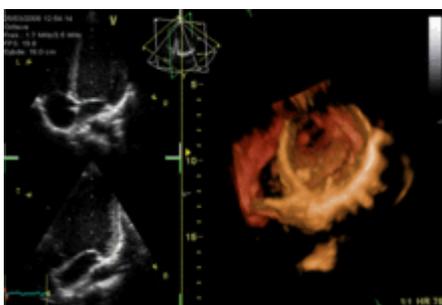


[Elettrocardiogramma](#) a 12 derivazioni.

L'esame diagnostico più immediato per il cuore è l'[auscultazione](#) del [torace](#) che permette al medico di sentire i toni cardiaci e la presenza di eventuali [soffi](#). L'esame strumentale più comune è l'[elettrocardiogramma](#) che, mediante l'applicazione di elettrodi sul torace del paziente, permette di visualizzare l'attività elettrica del cuore su diverse derivazioni. Spesso si ricorre all'elettrocardiogramma da sforzo. Una metodica particolare l'[elettrocardiogramma secondo Holter](#) che consiste nel monitoraggio continuo, solitamente per 24-48 ore, del tracciato elettrocardiografico, grazie all'utilizzo di uno strumento portatile.

Un altro esame di facile attuazione che aiuta nella ricerca di eventuali stati patologici del cuore o del [sistema circolatorio](#) in generale è la misurazione delle [pressione arteriosa](#). I valori misurati, negli adulti, dovrebbero assestarsi sui 120-129 mmHg per la [sistole](#) e di 80-84 per la [diastole](#).

Per quanto riguarda le tecniche di [imaging biomedico](#), una [radiografia](#) al torace, fornisce molte informazioni sulla morfologia cardiaca e dei grandi vasi. Negli ultimi anni si sono però sviluppati esami [radiologici](#) sempre più avanzati. Grazie a macchine sempre più veloci si è resa possibile la [tomografia computerizzata](#) cardiaca che fornisce dettagli anatomici a grande [risoluzione](#), al costo di una esposizione non indifferente alle [radiazioni ionizzanti](#) e all'utilizzo di [mezzo di contrasto](#). È in via di perfezionamento l'utilizzo dell'[imaging a risonanza magnetica](#) per lo studio del cuore anche in tempo reale. Questa metodica risente però ancora da artefatti di movimento. In ambito di [medicina nucleare](#), la [scintigrafia miocardica](#) viene utilizzata per cercare possibili anomalie nella perfusione del [miocardio](#) sotto stress, previa somministrazione di un [radiofarmaco](#).



[Ecocardiogramma](#) tridimensionale (a destra): sono visibili i movimenti di apertura e chiusura dei lembi della [valvola mitrale](#).

Una tecnica di diagnostica per immagini frequentemente utilizzata in cardiologia, sia per la sua non invasività che per il suo potenziale diagnostico è l'[ecografia cardiaca](#). Grazie all'utilizzo di [ultrasuoni](#) è possibile rilevare la presenza di un'eventuale [stenosi](#), valutare la funzionalità delle valvole cardiache e lo spessore e lo stato del muscolo cardiaco. Si possono individuare

infiammazioni del pericardio e eventuale presenza di liquido in eccesso (rischio di [tamponamento cardiaco](#)). L'ecografia permette di calcolare la [frazione di eiezione](#). Sempre con l'utilizzo di ultrasuoni è possibile ottenere immagini dinamiche tramite tecniche di [ecocolor Doppler](#).

La disciplina della cardiologia interventistica permette di eseguire indagini cardiache invasive ma di ottimo risultato diagnostico; tra di esse troviamo la [coronarografia](#) (studio delle coronarie), l'[angiografia](#) dei grossi vasi, la misurazione delle pressioni cavitari (tramite [catetere di Swan-Ganz](#)) e gli studi di [elettrofisiologia](#). Questi esami si eseguono introducendo per via percutanea, in [anestesia locale](#), dei cateteri nelle cavità cardiache.

Terapie



Un [intervento chirurgico](#) al cuore.

L'approccio terapeutico più immediato in molte malattie del cuore è di tipo [farmacologico](#). Tra le categorie di farmaci più utilizzati in cardiologia vi sono i [beta bloccanti](#), gli anti-[aritmici](#) (come l'[Amiodarone](#), il [Dofetilide](#), l'[Ibutilide](#), il [Bretilio](#)) gli [anticoagulanti](#) (come l'[eparina](#) e la [warfarina](#)), gli [antipertensivi](#) e i [digitalici](#).

La [chirurgia cardiaca](#) risale al [1945](#), con l'intervento di [Alfred Blalock](#) sul cuore di un bambino affetto da [tetralogia di Fallot](#). Nel [1967](#) si giunse al primo [trapianto di cuore](#), effettuato da [Christiaan Barnard](#). Tra gli interventi più comuni vi sono il [bypass coronarico](#) e quelli di sostituzione valvolare.

La cardiologia interventistica ha permesso di realizzare complesse procedure cardiache a bassa invasività per il paziente. Esse si realizzano introducendo, per via percutanea, dei cateteri nel cuore o nelle coronarie. Tra questi interventi vi sono le procedure di [angioplastica coronarica](#), [valvuloplastica](#), e la sostituzione valvolare per via percutanea.

Lo stile di vita gioca un ruolo essenziale nella prevenzione e nel trattamento di alcune patologie cardiache. Tra i comportamenti utili, una dieta priva di grassi, l'esercizio fisico, il non fumare e controllo delle infezioni del [cavo orale](#).