

APPARATO CARDIOCIRCOLATORIO

ANATOMIA e FISIOLOGIA

L'APPARATO CARDIOCIRCOLATORIO

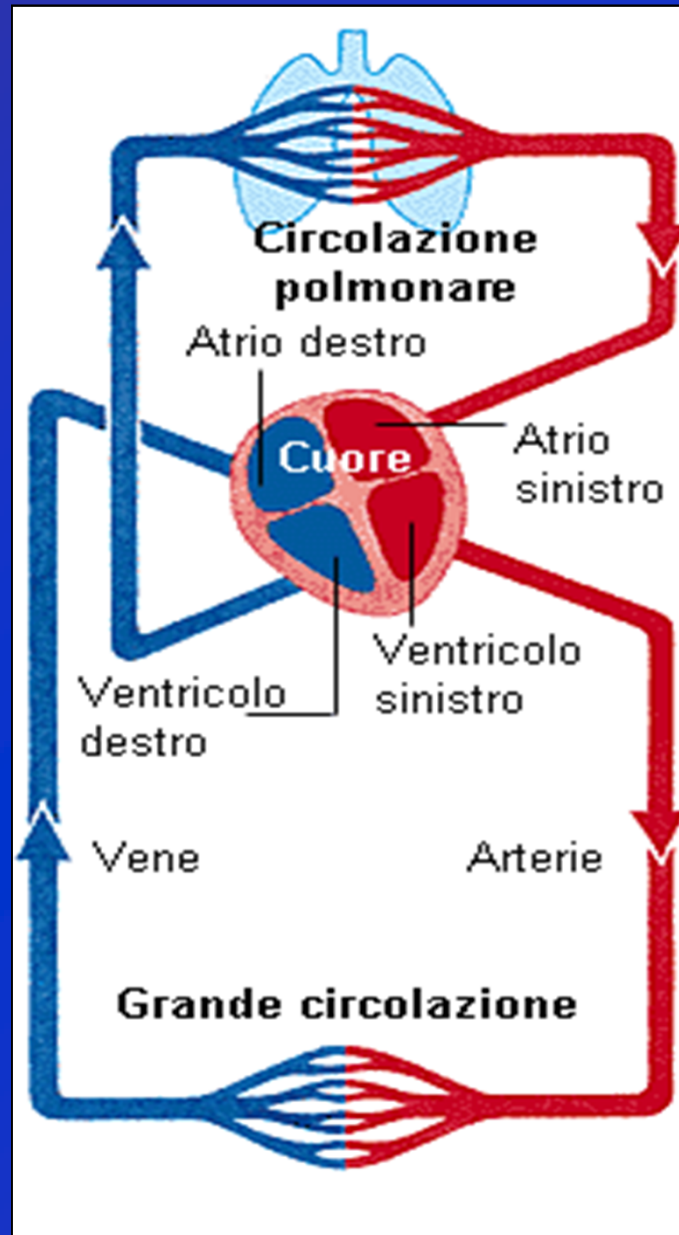
Il cuore e i vasi sanguigni formano un complesso sistema di spinta e trasporto del sangue (nutrimento) a tutti gli organi e tessuti del corpo, in un ciclo continuo di andata e ritorno.

È un vero e proprio sistema idraulico costituito da una pompa (**cuore**) che agisce contraendosi ritmicamente e da tubi (**arterie e vene**) che si diramano a tutto il corpo diventando man mano sempre più sottili (**capillari**).

La circolazione è doppia in quanto è suddivisa in:

- **Piccola circolazione (o polmonare)**: collega il cuore ai polmoni ed ha lo scopo di “ripulire” il sangue dall’anidride carbonica e rifornirlo di ossigeno e metterlo a disposizione della grande circolazione;
- **Grande circolazione (o sistemica)**: collega il cuore a tutti i tessuti del corpo dove trasporta il sangue carico di ossigeno (sangue arterioso) e ritorna al cuore col sangue carico di anidride carbonica (sangue venoso) che poi viene reimmesso nella piccola circolazione per reiniziare un nuovo ciclo.

PICCOLA E GRANDE CIRCOLAZIONE



LA PICCOLA CIRCOLAZIONE

La piccola circolazione consiste nell'insieme dei vasi che portano il sangue dal cuore ai polmoni e da qui nuovamente al cuore. In questo viaggio il sangue, ricco di anidride carbonica, se ne libera caricandosi invece di ossigeno che successivamente cede ai tessuti. Quando, attraverso le **vene cave superiore e inferiore**, il sangue entra nell'atrio destro, passa attraverso la valvola tricuspide al ventricolo destro per poi salire attraverso le arterie polmonari dove giunge ai polmoni. Qui passa attraverso i capillari degli alveoli polmonari dove si purifica e si libera dell'anidride carbonica per caricarsi di ossigeno, attraverso la respirazione.

Dopo questo scambio gassoso il sangue ritorna al cuore attraverso le vene polmonari che sboccano nell'atrio sinistro. Da qui tutto il circolo della grande e piccola circolazione ricomincia.

LA GRANDE CIRCOLAZIONE

La grande circolazione consiste nell'insieme dei vasi che portano il sangue dal cuore alla periferia e da qui nuovamente al cuore.

Il sangue parte dal ventricolo sinistro, carico di ossigeno, spinto dalla sistole, ed entra nell'aorta, l'arteria più grande. L'**aorta** si dirama in due vie, la **carotide destra** e **sinistra**, che portano il sangue alla testa. Le altre successive importanti diramazioni si hanno attraverso le **due succlavie**, che portano il sangue alle ascelle (arterie ascellari) e alle braccia (arterie omerali) e, dopo il gomito, si dividono ulteriormente in arterie radiali e ulnari.

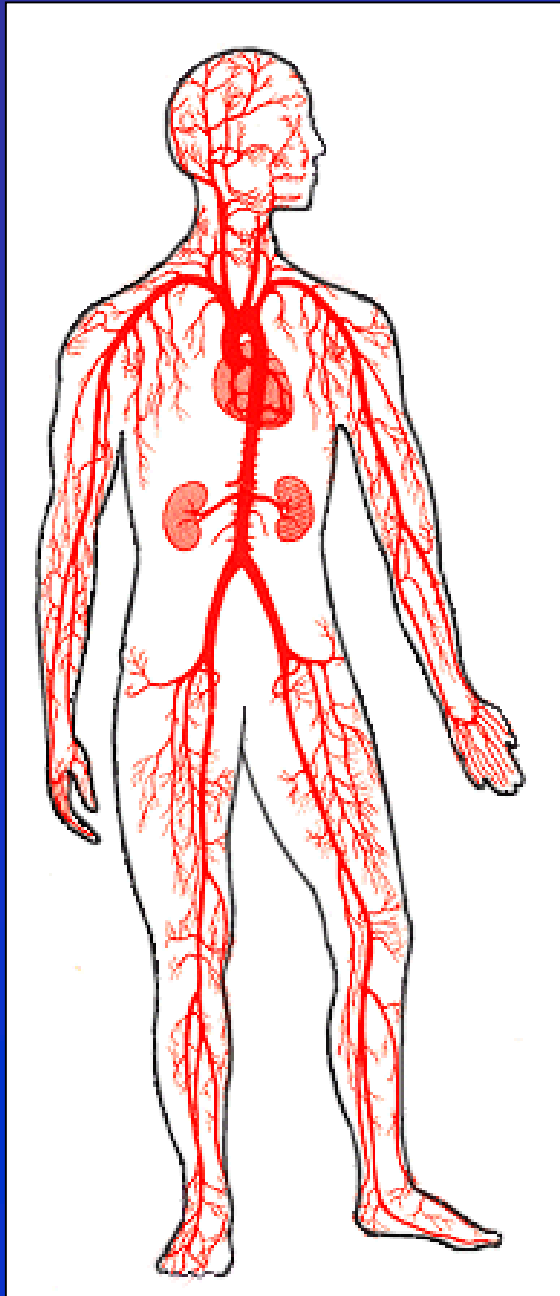
L'aorta continua a ridosso della colonna vertebrale fino all'addome da dove partono le arterie che vanno verso i visceri: la **splenica** irroro la milza, **le renali** i reni, **l'epatica** il fegato le mesenteriche gli intestini.

Più in basso l'aorta si dirama nella zona lombare nelle **arterie iliache**, attraverso l'inguine, e queste continuano irrorando le gambe, come **arterie femorali**, **poplitee** (all'altezza del ginocchio) e **tibiali**.

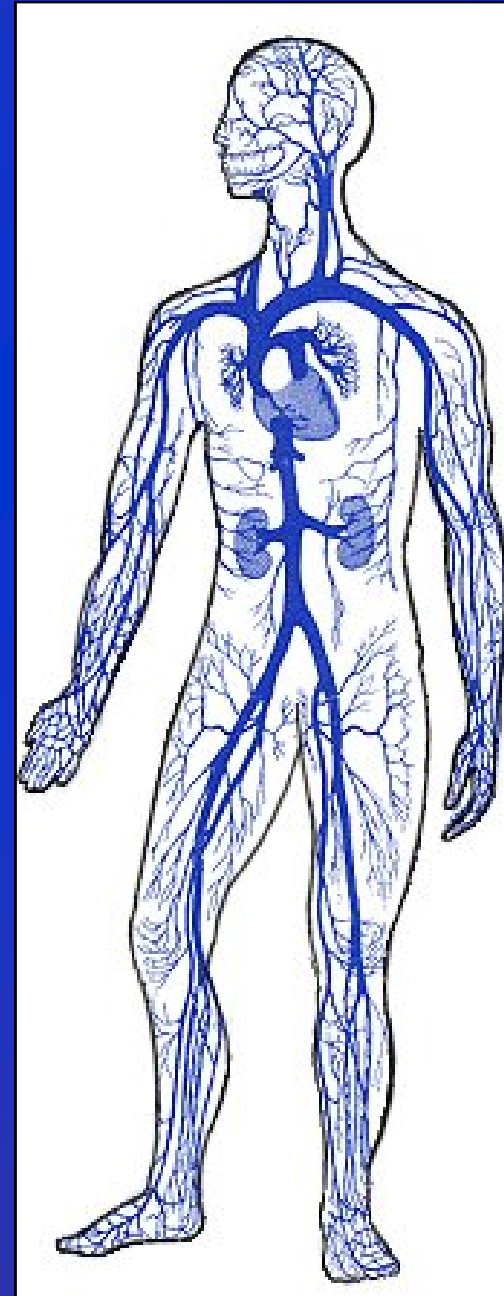
Dopo che il sangue ha raggiunto le parti più periferiche del corpo, attraverso vasi sempre più piccoli, e dopo avere effettuato gli scambi nutrizionali con i tessuti attraverso la rete capillare, torna verso il cuore attraverso il sistema venoso.

Il sangue che proviene da testa, torace e arti superiori, nel suo viaggio di ritorno confluisce nella **vena cava superiore**; quello che proviene dai visceri e dalle gambe confluisce nella **vena cava inferiore**. Entrambe le vene sboccano nell'atrio destro del cuore chiudendo la grande circolazione.

Sistema Arterioso



Sistema Venoso



I VASI SANGUIGNI

ARTERIE: sono i vasi che trasportano il sangue dal cuore alle zone periferiche. A ogni contrazione il sangue viene sospinto in avanti. Questo determina che la circolazione non sia continua ma a flussi. Nelle arterie superficiali che si possono percepire in alcuni punti del corpo, è possibile, apponendo un dito, sentire le pulsazioni, che riproducono i battiti cardiaci: il polso. Per questo motivo, durante un'emorragia arteriosa, il sangue, di colore rosso vivo, esce a fiotti.

VERNE: sono i vasi che trasportano il sangue dalle zone periferiche al cuore. Il sangue fluisce in modo continuo. Questo movimento è aiutato dalla presenza di numerose valvole "a nido di rondine", che non permettono il rifluire verso il basso del sangue.

CAPILLARI: sono dei vasi piccolissimi, con un diametro compreso tra i 10 e i 20 millesimi di millimetro, dove la parte terminale delle arterie si congiunge con la parte iniziale del sistema venoso. Questa sottigliezza consente al sangue di scorrere a contatto con i tessuti effettuando degli scambi di sostanze.

La lunghezza complessiva dei vasi sanguigni del corpo umano è stata stimata compresa tra i 95.000 e i 160.000 chilometri, ben 3 o 4 volte la lunghezza dell'circonferenza del nostro pianeta

IL SANGUE

Il sangue è un tessuto costituito da due componenti: il **plasma** e la **parte figurata**. In un uomo adulto, il sangue costituisce circa 1/12 del peso corporeo e corrisponde a 5-6 litri. Il 55 % del sangue è costituito da plasma, il 45 % da cellule chiamate anche elementi figurati.

IL SANGUE SVOLGE NUMEROSE ED IMPORTANTI FUNZIONI:

- Trasporta l'ossigeno ai vari tessuti e ne preleva l'anidride carbonica (CO₂) per mezzo dell'emoglobina contenuta negli eritrociti
- Trasporta sostanze nutritive (amminoacidi, zuccheri, sali minerali)
- Raccoglie le particelle escrete che verranno eliminate attraverso il filtro renale
- Trasporta ormoni, enzimi e vitamine
- Presiede anche alla difesa dell'organismo attraverso l'azione di fagocitosi da parte dei leucociti, il potere battericida del siero e mediante la risposta immunitaria di cui sono protagonisti i linfociti

IL PLASMA

Il siero libero da cellule, o plasma, può essere ottenuto per centrifugazione. Il plasma è un fluido leggermente alcalino, con caratteristico colore giallino, costituito per il 90 % da acqua e per il 10 % da sostanza secca. Nove parti di questa sono costituite da sostanze organiche, mentre una parte è costituita da minerali.

Sostanze organiche:

- Glucidi (glucosio)
- Lipidi (colesterolo, trigliceridi, fosfolipidi, lecitina, grassi)
- Proteine (globuline, albumine, fibrinogeno)
- Glicoproteine
- Ormoni (gonadotropine, eritropoietina, trombopoietina)
- Amminoacidi e vitamine.

Sostanze minerali: sono dissolte sotto forma ionica, cioè dissociate in ioni positivi e negativi.

LE CELLULE EMATICHE

(elementi figurati)

Nel sangue, sono presenti cellule speciali, classificate in: **eritrociti e leucociti**. Sono presenti anche le **piastrine**, che non sono però considerate vere e proprie cellule.

ERITROCITI o **GLOBULI ROSSI** o **EMAZIE**: queste cellule sono incaricate di **riornire di ossigeno i tessuti** e in parte di **recuperare l'anidride carbonica** che essi producono come scarto. sono le cellule più numerose del sangue: circa 4-6 milioni/mm³.

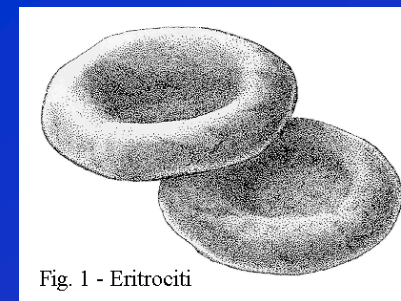


Fig. 1 - Eritrociti

LEUCOCITI o **GLOBULI BIANCHI**: sono incaricati della **difesa dell'organismo**. La densità di leucociti nel sangue è di 5000-7000 /mm³. I leucociti si dividono in due categorie: **granulociti** e **cellule linfoidi** (o agranulociti). I granulociti si distinguono dunque in neutrofili, eosinofili (o acidofili), basofili. Le cellule linfoidi, invece, si distinguono in **linfociti** e **monociti**. Come vedremo più avanti, anche la forma del nucleo ci aiuta nel riconoscimento dei leucociti.

PIASTRINE o **TROMBOCITI**: la loro funzione è di **fermare la perdita di sangue nelle ferite (emostasi)**. A tale scopo, esse si aggregano e liberano fattori che promuovono la coagulazione del sangue. Fra queste c'è la serotonina che riduce il calibro dei vasi lesionati e rallenta il flusso ematico, la fibrina che intrappola cellule e forma il coagulo. La loro densità nel sangue è di 200000-300000 /mm³.

IL CUORE

E' situato nel torace, tra i due polmoni e il diaframma. Approssimativamente il peso del cuore è di circa 300 grammi nell'uomo e 265 nella donna.

Lo avvolgono 3 diverse membrane chiamate endocardio, miocardio e pericardio in relazione alla loro posizione più interna, intermedia o più esterna.

È un vero e proprio muscolo della grandezza di un pugno, cavo all'interno e suddiviso in 4 **camere**:

- **2 atri (sinistro e destro)**

- **2 ventricoli (sinistro e destro)**

Atrio e ventricolo dello stesso lato comunicano tra di loro attraverso una valvola

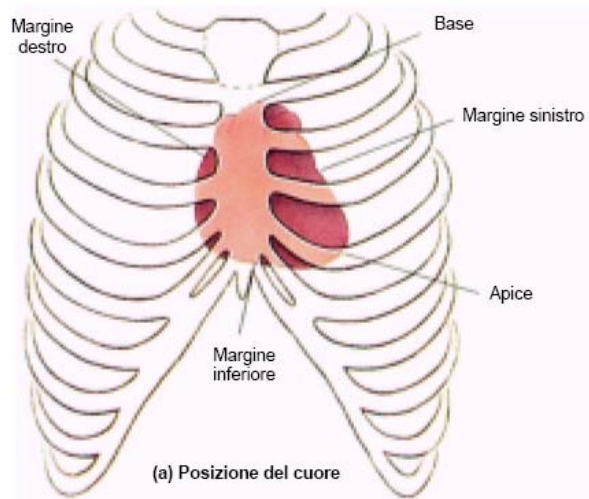
- **Tricuspide a destra**

- **Mitrale o bicuspide a sinistra**

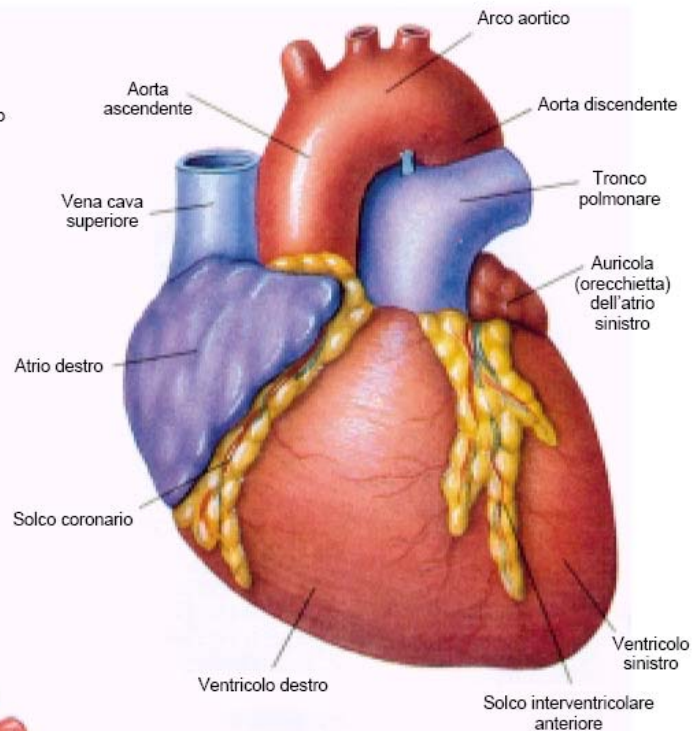
Le valvole agiscono in modo che, chiudendosi, il flusso di sangue proveniente dagli atri non possa tornare indietro durante la contrazione

Atrio e il ventricolo del lato destro sono separati dall'atrio e ventricolo del lato sinistro rispettivamente dal **setto interatriale** e dal **setto interventricolare**.

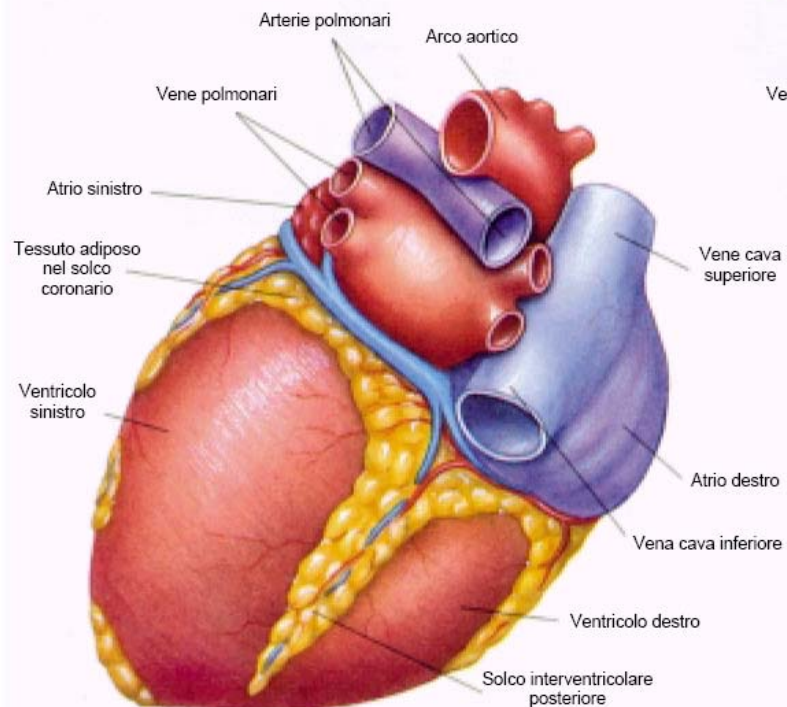
Il setto nella sua totalità viene definito **setto atrioventricolare**.



(a) Posizione del cuore

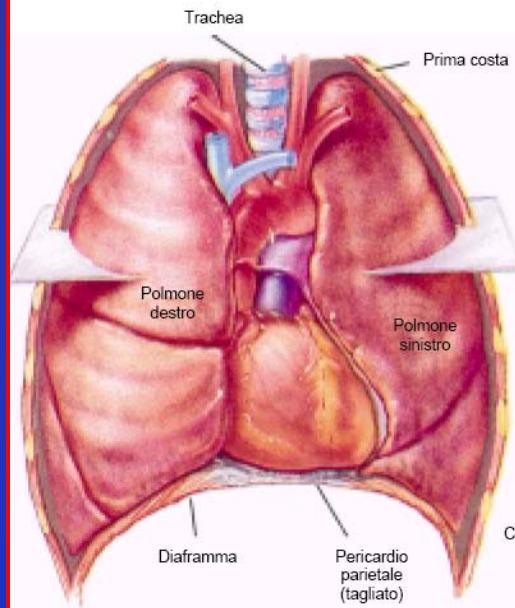


(b) Superficie anteriore (sternocostale)



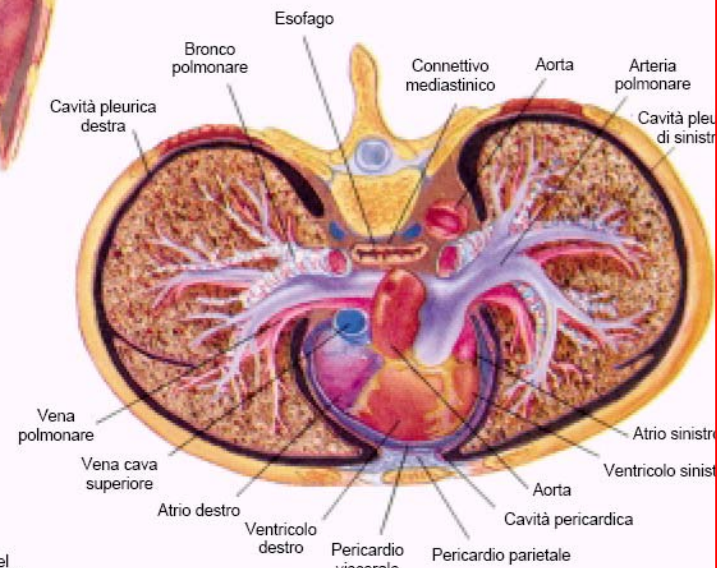
(c) Superficie posteriore (diaframmatica)

Figura 20.3 - Anatomia di superficie del cuore. (a) Visione anteriore del torace, mostrandone la posizione del cuore rispetto alla parete toracica ed i limiti anatomici del cuore. (b) Veduta anteriore del cuore (faccia sternocostale) che pone in evidenza le principali caratteristiche anatomiche. (c) Superficie posteriore (diaframmatica) del cuore. (Le arterie sono rappresentate in rosso, le vene in blu).

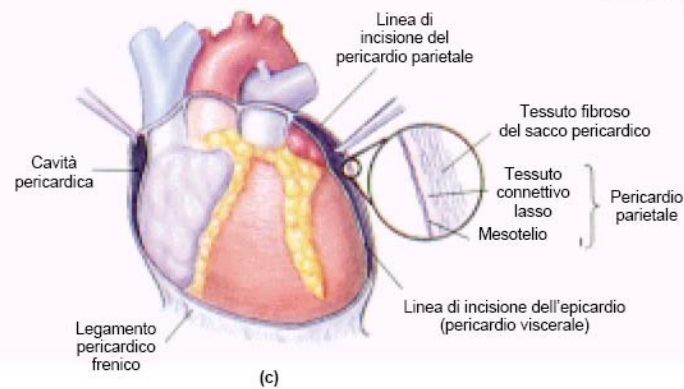


(a)

Figura 20.2 - Posizione del cuore nella cavità toracica. Il cuore è situato nella porzione anteriore del mediastino, subito dopo lo sterno. (a) Visione anteriore della cavità toracica aperta, che mostra la posizione del cuore e dei grossi vasi in rapporto con il cuore. Il piano di sezione mostra l'orientamento della figura (b). (b) Sezione mostrante la posizione del cuore nel mediastino e la localizzazione degli altri organi mediastinici. (c) Rapporti tra il cuore e la cavità pericardica.



(b)



(c)

IL CUORE

La parte destra (atrio e ventricolo destro) viene anche definita cuore venoso in quanto raccoglie il sangue che proviene dalla periferia e che torna carico di anidride carbonica e lo immette nel circolo polmonare attraverso le arterie polmonari.

La parte sinistra (atrio e ventricolo sinistro) si definisce cuore arterioso in quanto il sangue è quello carico di ossigeno che proviene dai polmoni per essere reimpresso nel circolo sistemico attraverso l'AORTA.

Aorta e Arterie polmonari sono separate dai ventricoli per mezzo delle valvole semilunari. Agiscono in modo che, chiudendosi, il flusso di sangue proveniente dai vasi non possa tornare indietro durante il rilasciamento del cuore.

Il meccanismo che mantiene attiva la circolazione è un alternarsi ritmico del ciclo cardiaco, ciclo che nell'uomo ha una frequenza di circa 68-72 volte al minuto. Negli sportivi praticanti si riduce anche notevolmente.

IL MUSCOLO CARDIACO

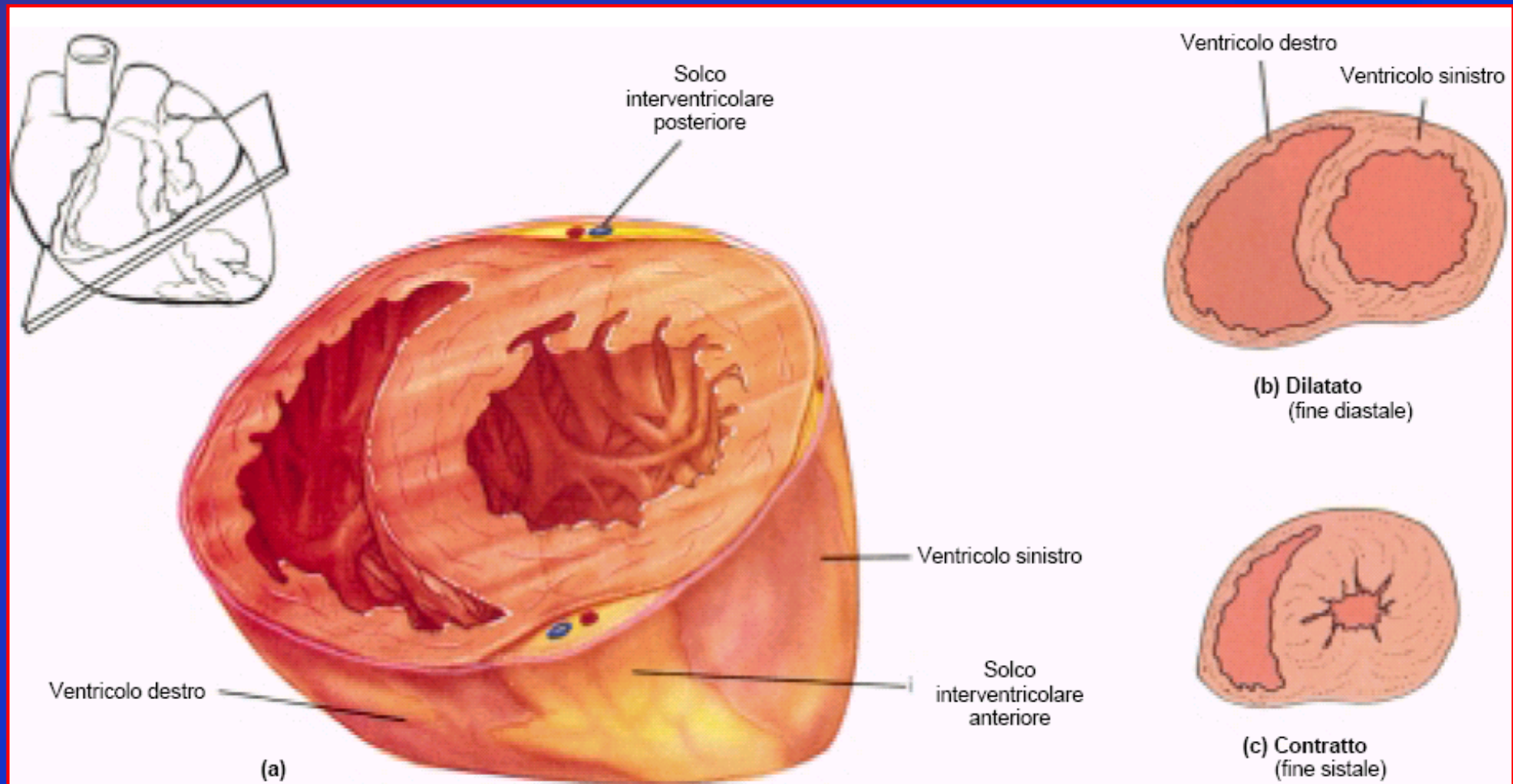


Figura 20.5 - Differenze strutturali tra i ventricoli destro e sinistro. (a) Dettagliata vista in sezione del cuore, che mostra gli spessori relativi dei 2 ventricoli. Notare la forma a tasca del ventricolo destro e la massa del ventricolo sinistro. (b) Visione schematica dei ventricoli rilasciati poco prima di una contrazione, quanto essi sono pieni di sangue. (c) Visione comparativa dei ventricoli contratti.

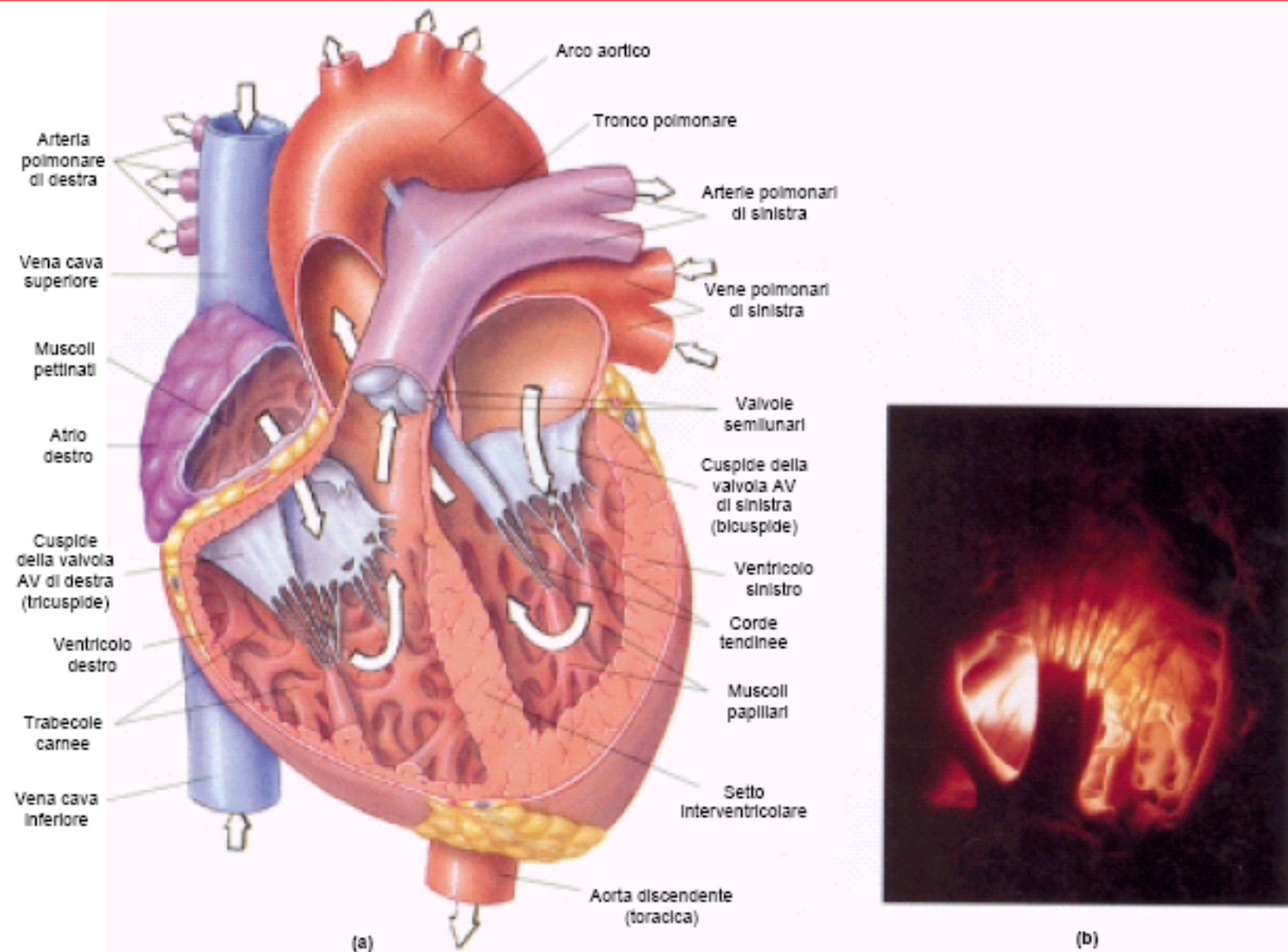


Figura 20.4 - Anatomia cardiaca in sezione. (a) Una sezione schematica del cuore, condotta frontalmente, che mostra le principali strutture e le vie di transito del sangue attraverso gli atri ed i ventricoli. (b) Fotografia dei muscoli papillari e delle corde tendinee collegate alla valvola tricuspide (valvola AV destra). L'immagine è stata ripresa all'interno del ventricolo destro, osservata grazie ad una luce accesa posta nell'atrio destro.

IL CICLO CARDIACO

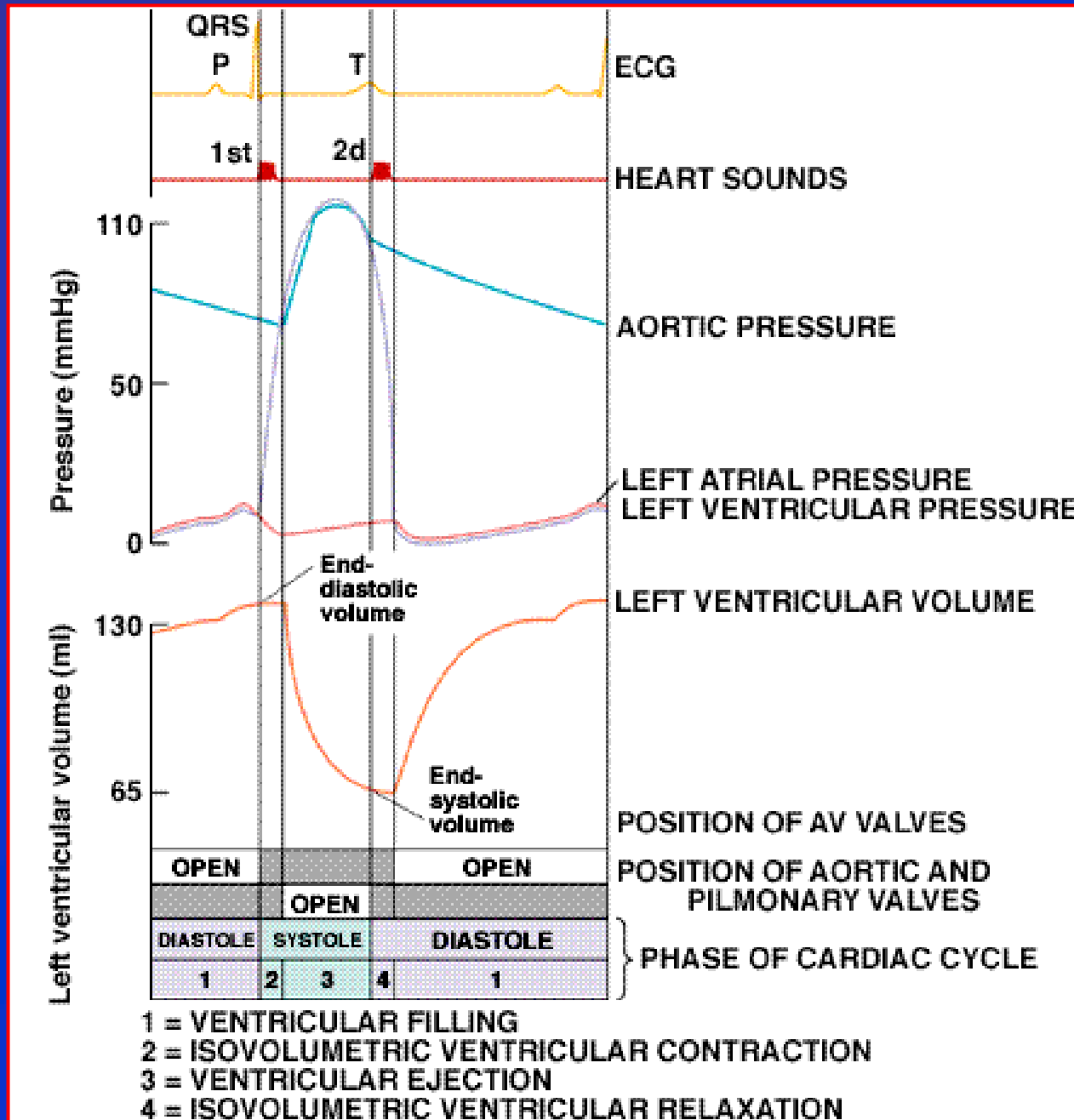
Contempla una sequenza di eventi che avviene nell'arco di un battito cardiaco, battito che mediamente ha la durata di 0,8 secondi:

- 1) Rilasciamento:** gli atri si riempiono di sangue, venoso l'atrio destro e arterioso quello sinistro.
- 2) Riempimento:** aumenta la pressione degli atri, le valvole atrioventricolari si aprono e iniziano a riempirsi i ventricoli.
- 3) Diastasi:** gli atri e i ventricoli sono pieni e il flusso di sangue agli atri diminuisce e si interrompe.
- 4) Sistole atriale:** si contraggono gli atri mentre i ventricoli sono pieni e distesi.
- 5) Contrazione:** si contraggono i ventricoli (sistole ventricolare) e aumenta la pressione al loro interno. Le valvole atrioventricolari si chiudono.
- 6) Efflusso:** continua la contrazione dei ventricoli e continua ad aumentare la pressione al loro interno. Si aprono le valvole semilunari di accesso all'arteria polmonare (sangue venoso) e all'arteria aorta (sangue arterioso). Il sangue viene spinto all'interno di ambedue.

1-2-3-4: Diastole

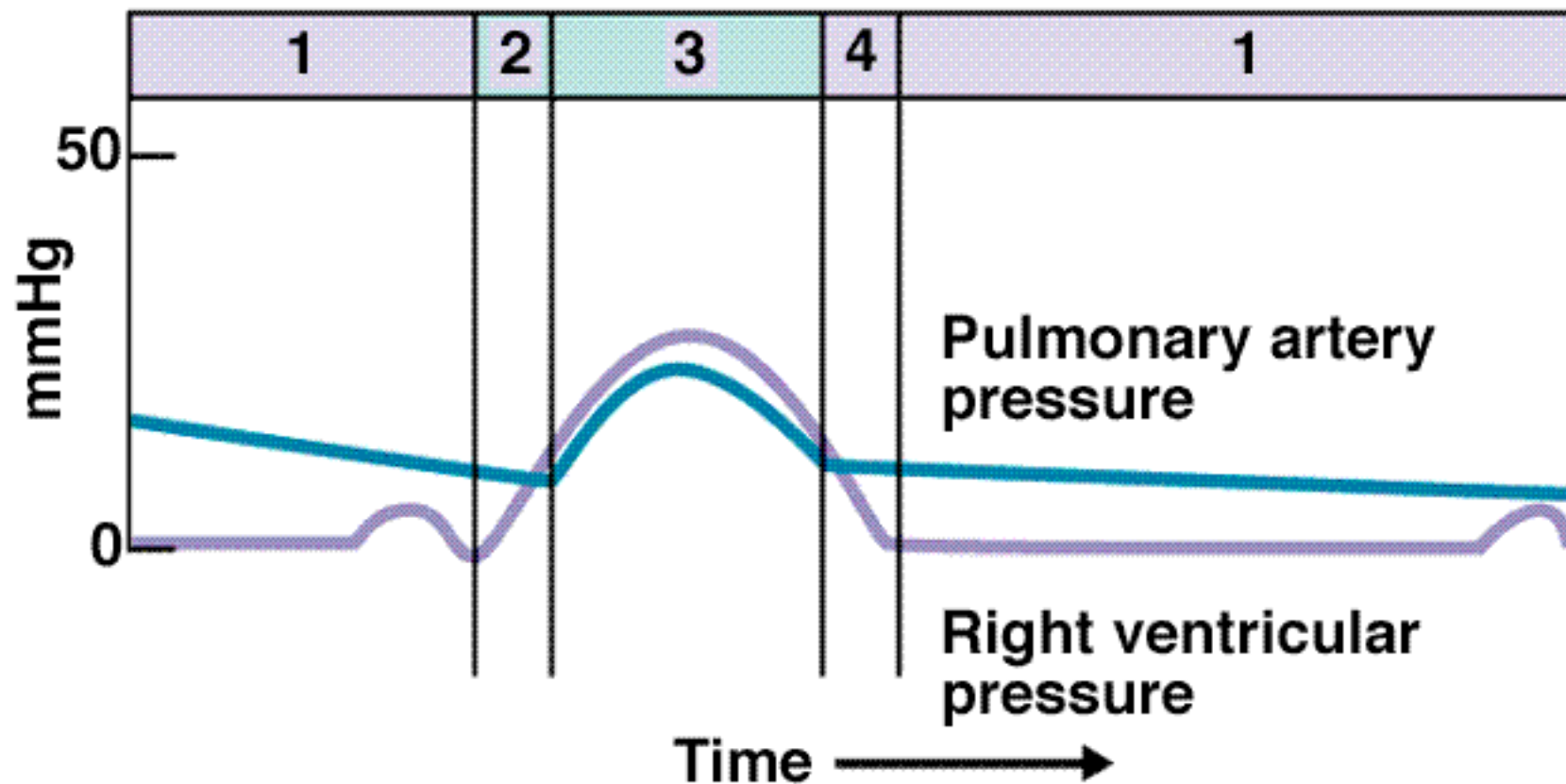
5-6: Sistole

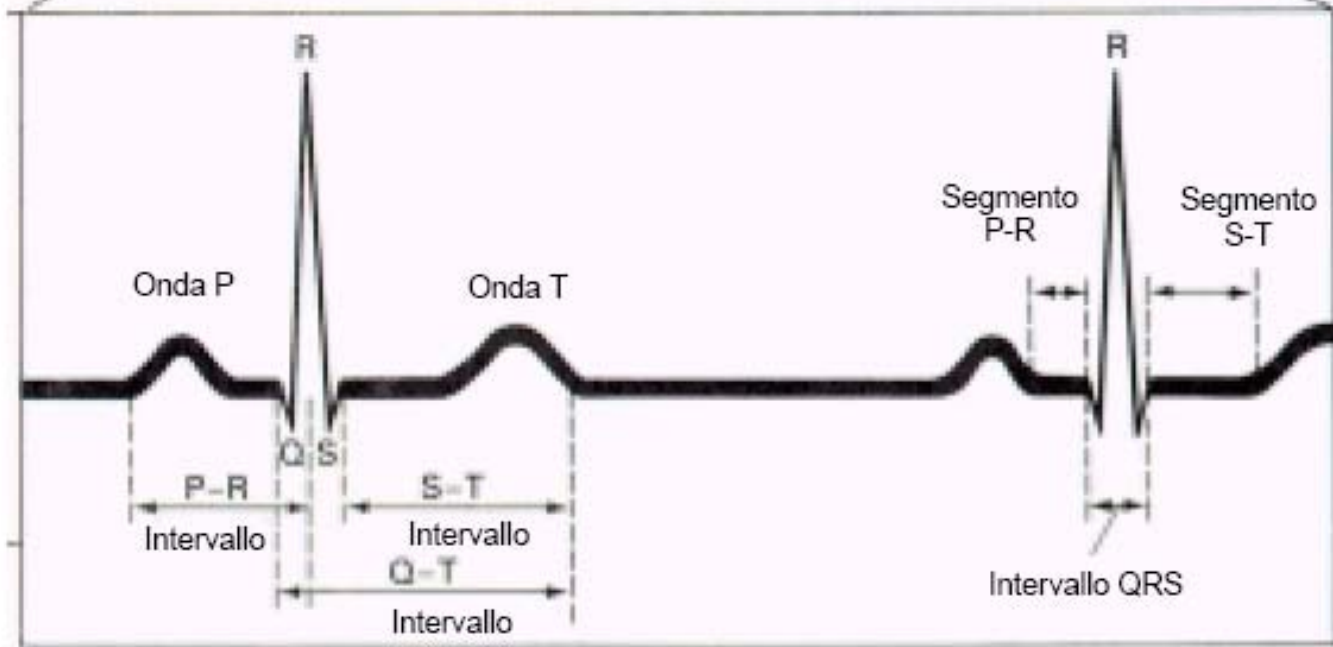
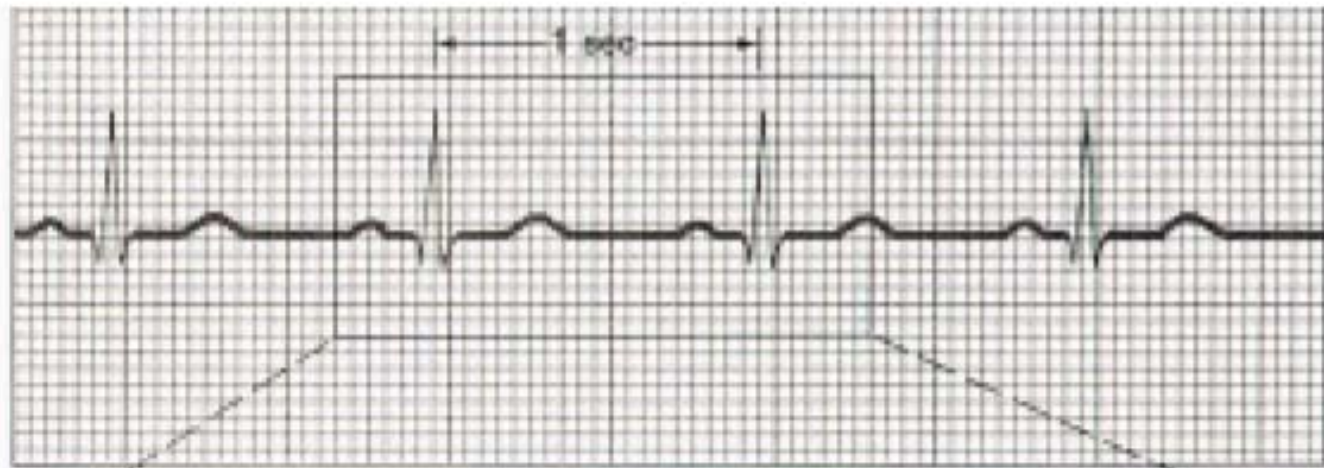
IL CICLO CARDIACO SISTEMICO



IL CICLO CARDIACO POLMONARE

- 1 = Ventricular filling
- 2 = Isovolumetric ventricular contraction
- 3 = Ventricular ejection
- 4 = Isovolumetric ventricular relaxation





Gli atri si contraggono

I ventricoli si contraggono

Gli atri si contraggono

I ventricoli si contraggono

IL SISTEMA DI CONDUZIONE

Lo stimolo che genera la contrazione è di natura elettrica ed origina direttamente all'interno del cuore da una struttura che è il **nodo seno atriale**, posto in alto dell'atrio destro in prossimità del setto interatriale.

L'eccitamento si propaga sulla muscolatura degli atri che si contraggono iniziando da quello destro.

Il **nodo atrio-ventricolare**, posto in alto del ventricolo destro in prossimità della valvola tricuspide, raccoglie l'impulso e lo distribuisce a tutti e due i ventricoli grazie alla rete nervosa denominata **fascio di His**.

Questo percorre ambedue i lati del setto interventricolare e, grazie alle sue diramazioni al disotto dell'endocardio (branca destra e sinistra), lo trasmette alla **rete del Purkinje**. I ventricoli si contraggono simultaneamente.

IL SISTEMA DI CONDUZIONE

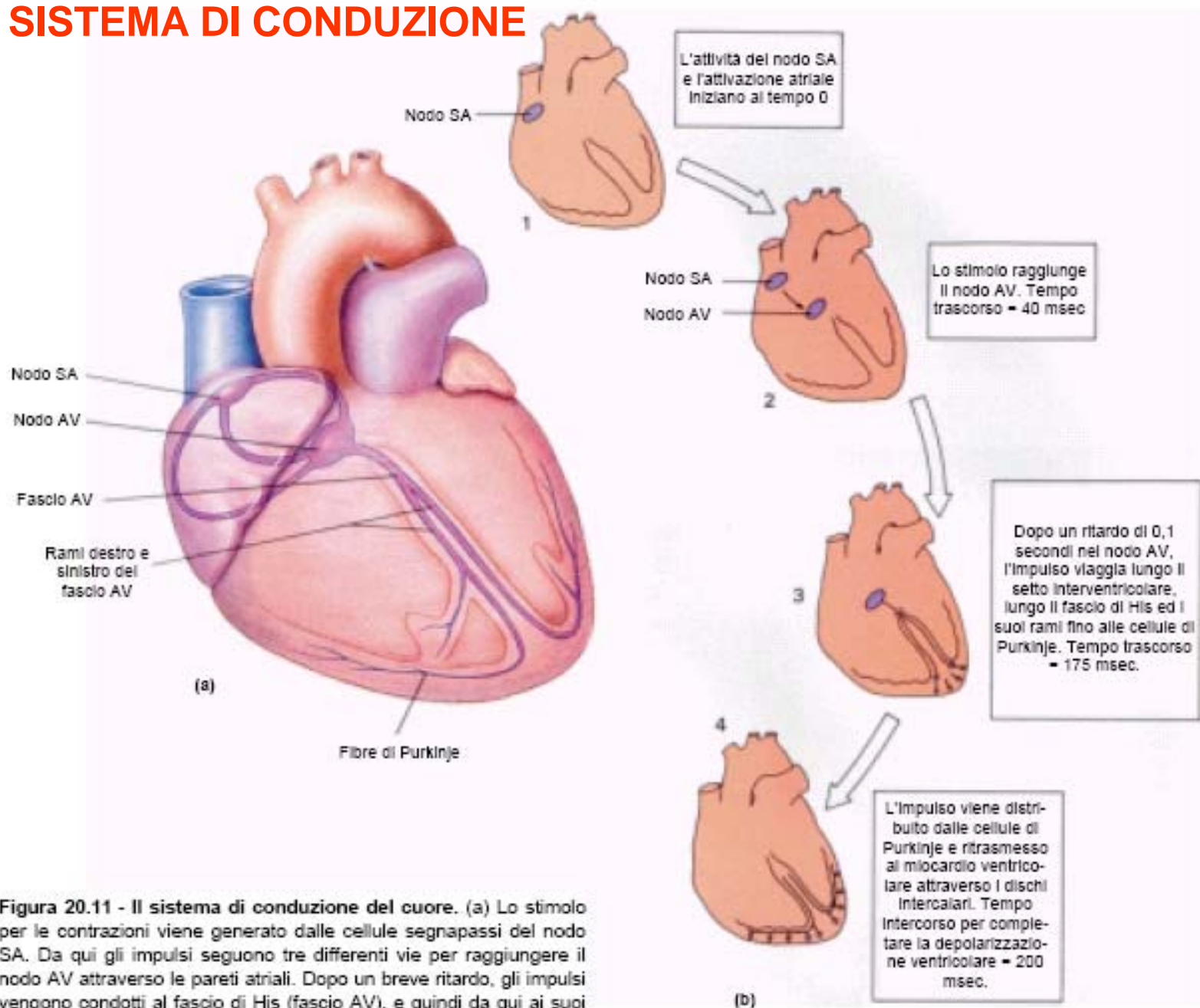


Figura 20.11 - Il sistema di conduzione del cuore. (a) Lo stimolo per le contrazioni viene generato dalle cellule segnapassi del nodo SA. Da qui gli impulsi seguono tre differenti vie per raggiungere il nodo AV attraverso le pareti atriali. Dopo un breve ritardo, gli impulsi vengono condotti al fascio di His (fascio AV), e quindi da qui ai suoi rami, alle cellule di Purkinje, ed al miocardio ventricolare. (b) Il movimento dello stimolo contrattile attraversa il cuore.

IL CIRCOLO CORONARICO

TRE CORONARIE PRINCIPALI

Discendente anteriore e la circonflessa che originano dal Tronco comune e Coronaria destra

discendente anteriore → parete anteriore (libera) del VS, setto antero-inferiore, muscolo papillare anteriore

circonflessa → parete laterale del VS, parete posteriore, atrio sinistro

destra → parete inferiore del VS, ventricolo destro (VD), nodo senoatriale(NSA), nodo atrioventricolare (NAV), atri, setto mediale, muscolo papillare posteriore

IL CIRCOLO CORONARICO

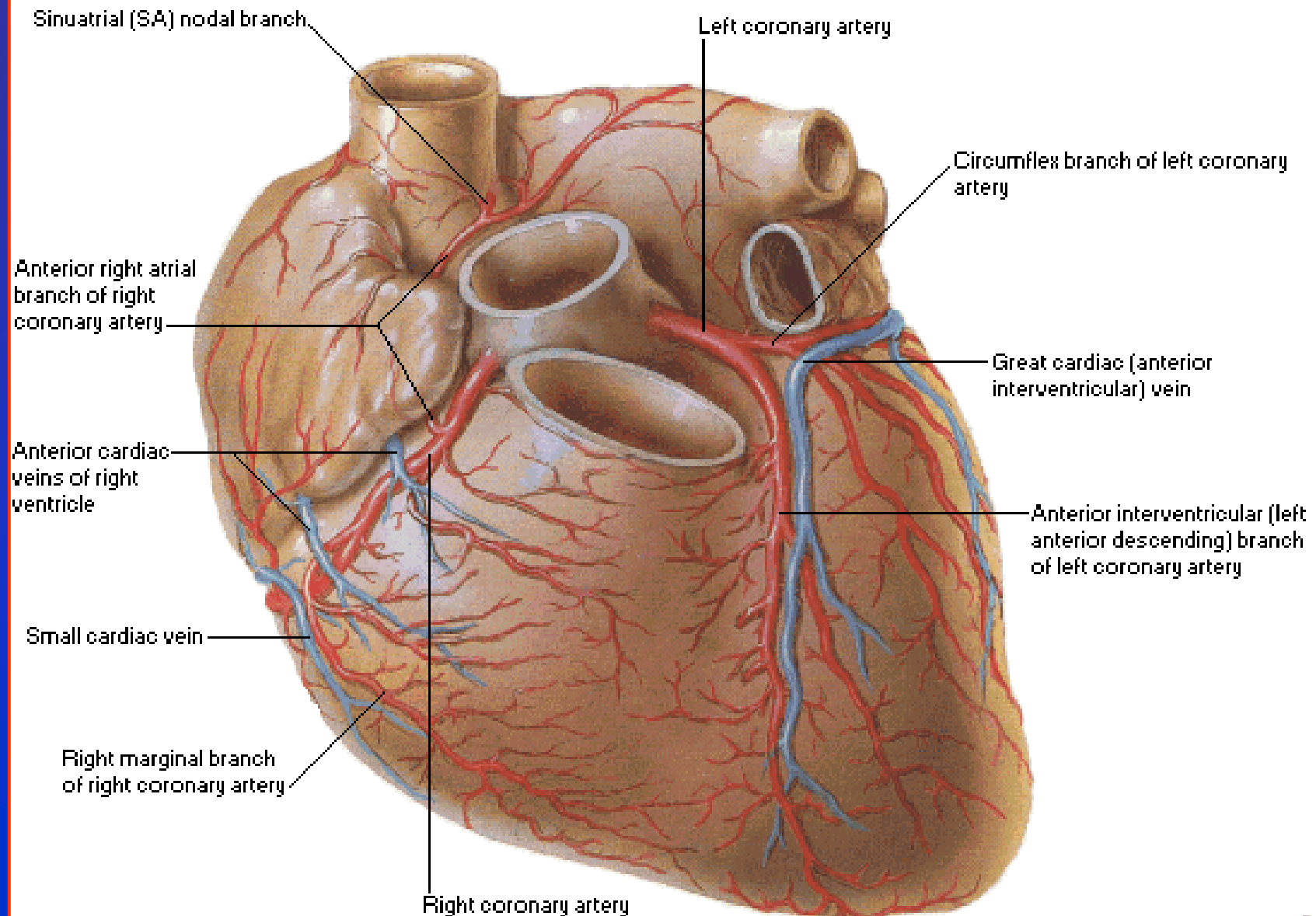
Regolazione del Flusso

I fattori che contribuiscono alla regolazione del flusso coronarico sono molteplici, in particolare si considerano:

- A) **Forze meccaniche extravascolari** che fanno sì che il flusso coronarico avvenga solo in diastole, questo perché durante la sistole le forze extravascolari superano quelle intravascolari.
- B) **Regolazione del tono vascolare coronarico** che è mediata da fattori metabolici (adenosina, pO_2 , pH, bradichinina, concentrazione di potassio), fattori miogenici, la regolazione neurogenica (sistema nervoso autonomo) e la regolazione endotelio mediata (EDRF e la prostaciclina)
- C) **L'integrità della parete vascolare.** L'endotelio sano previene la diffusione di sostanze aterogene nella parete arteriosa ed inibisce la crescita e la migrazione delle cellule muscolari lisce. Inoltre ha un ruolo chiave nel preservare la fluidità del sangue in quanto inibisce l'aggregazione e l'attivazione delle piastrine, produce eparansolfato che inattiva la trombina ed rTPA che attiva il plasminogeno e quindi la fibrinolisi.

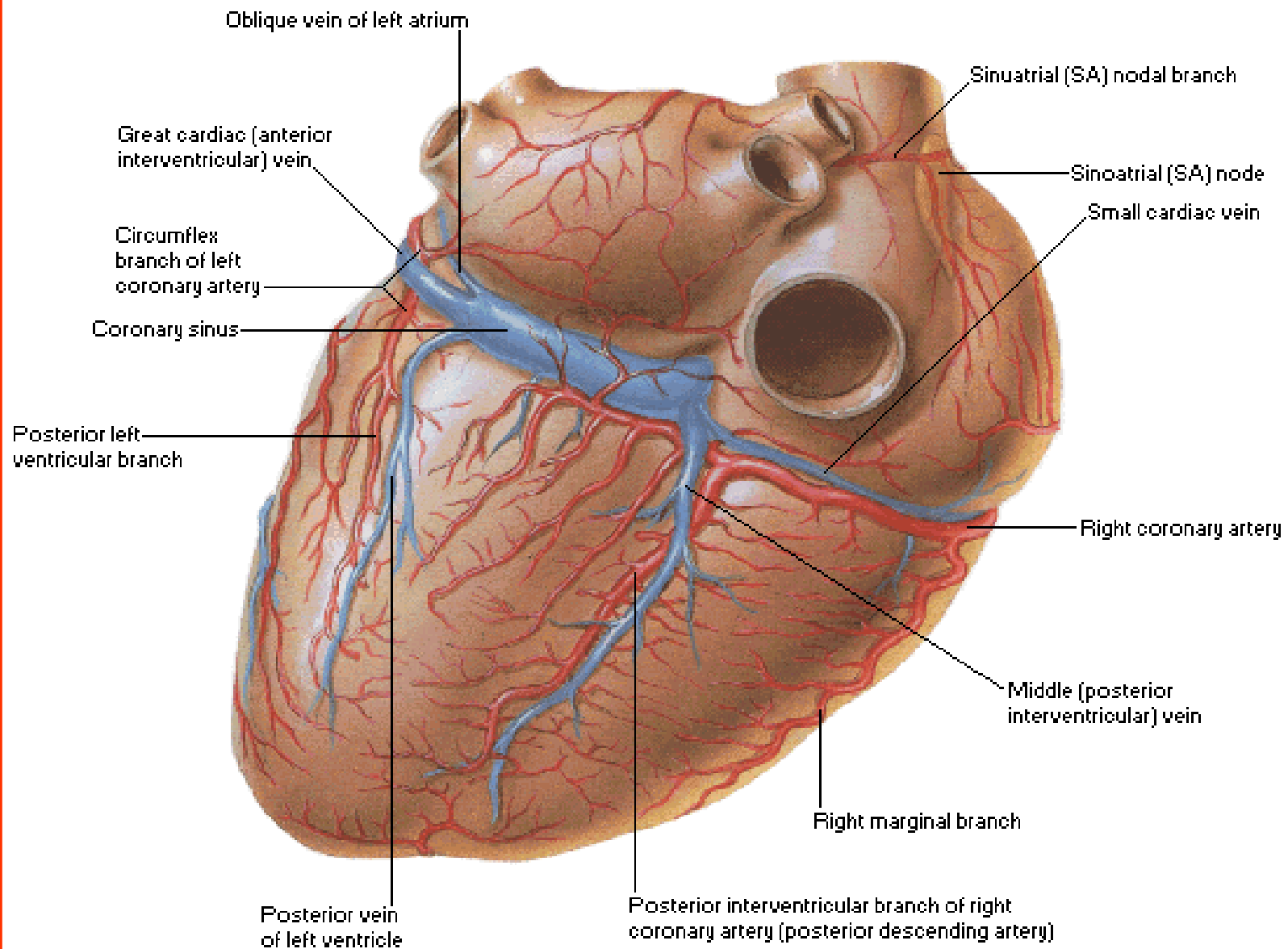
Coronary Arteries and Cardiac Veins

Sternocostal Surface



Coronary Arteries and Cardiac Veins

Diaphragmatic Surface



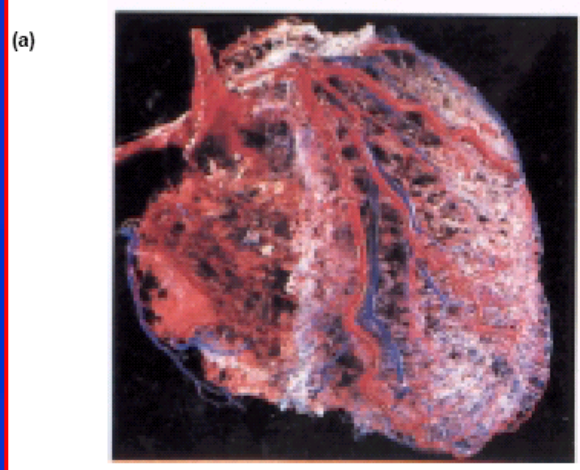
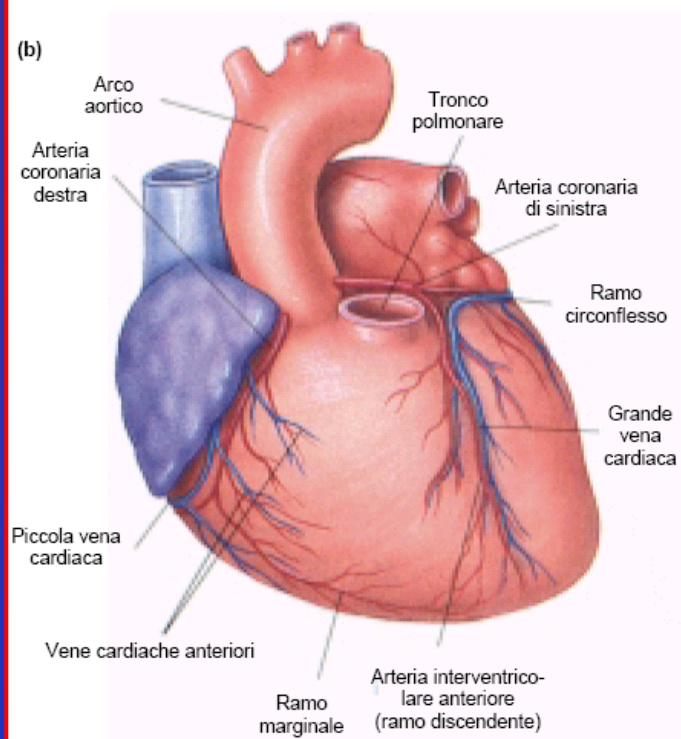
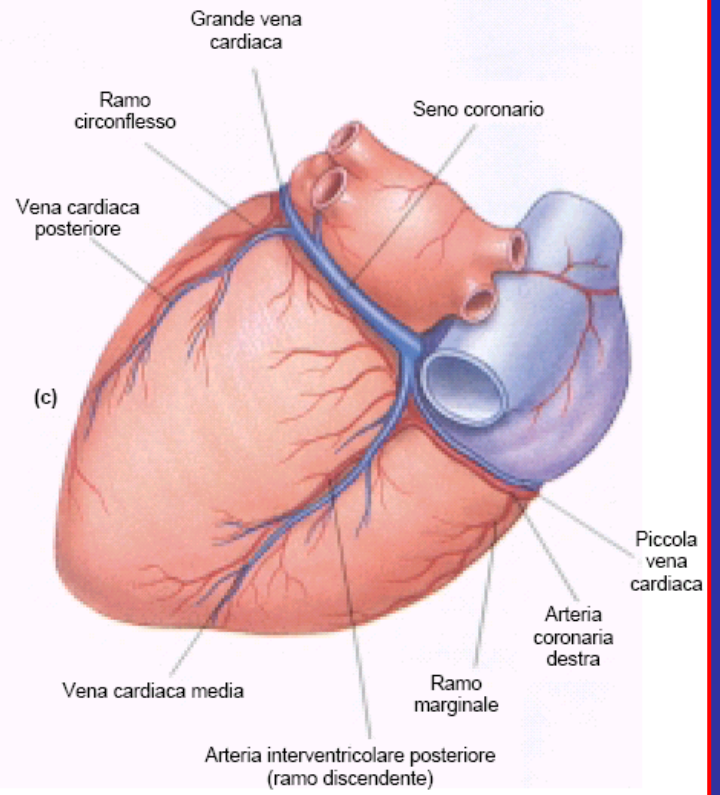
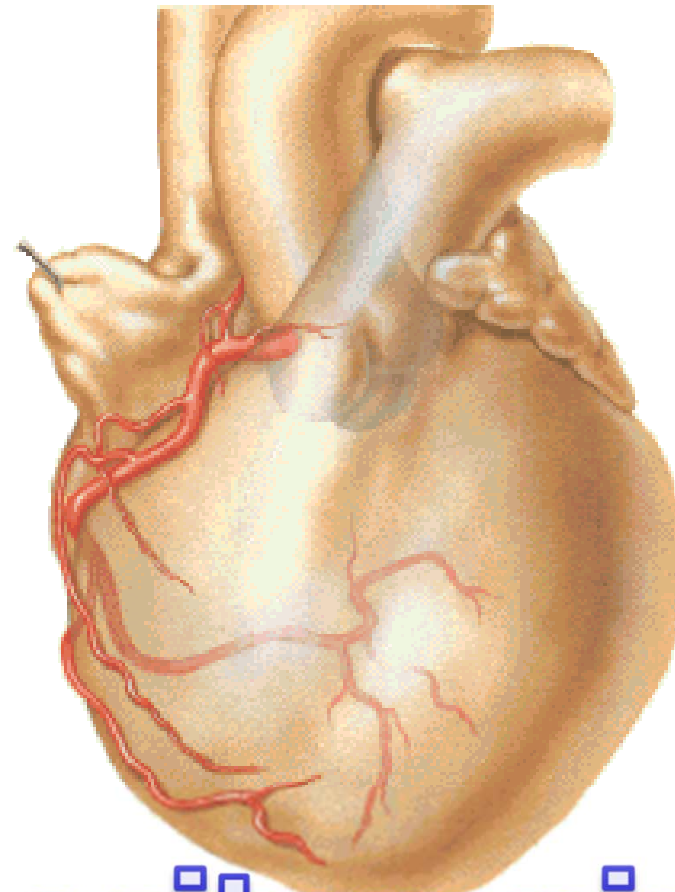
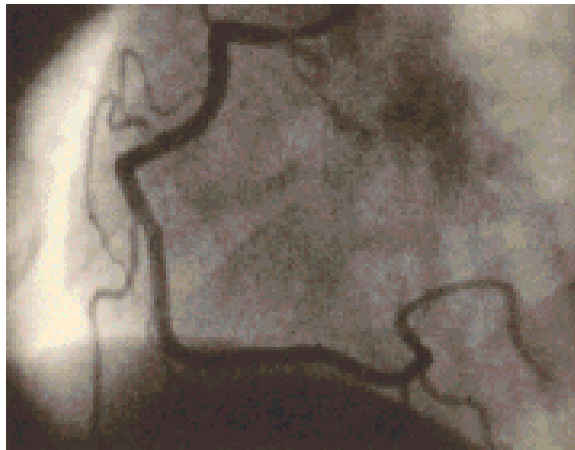


Figura 20.6 - Circolazione coronaria. (a) Un calco dei vasi coronarici che mostra la complessità e l'estensione del circolo coronarico. (b) Vasi coronarici destinati alla superficie anteriore del cuore (c) Vasi coronarici destinati alla superficie posteriore del cuore.

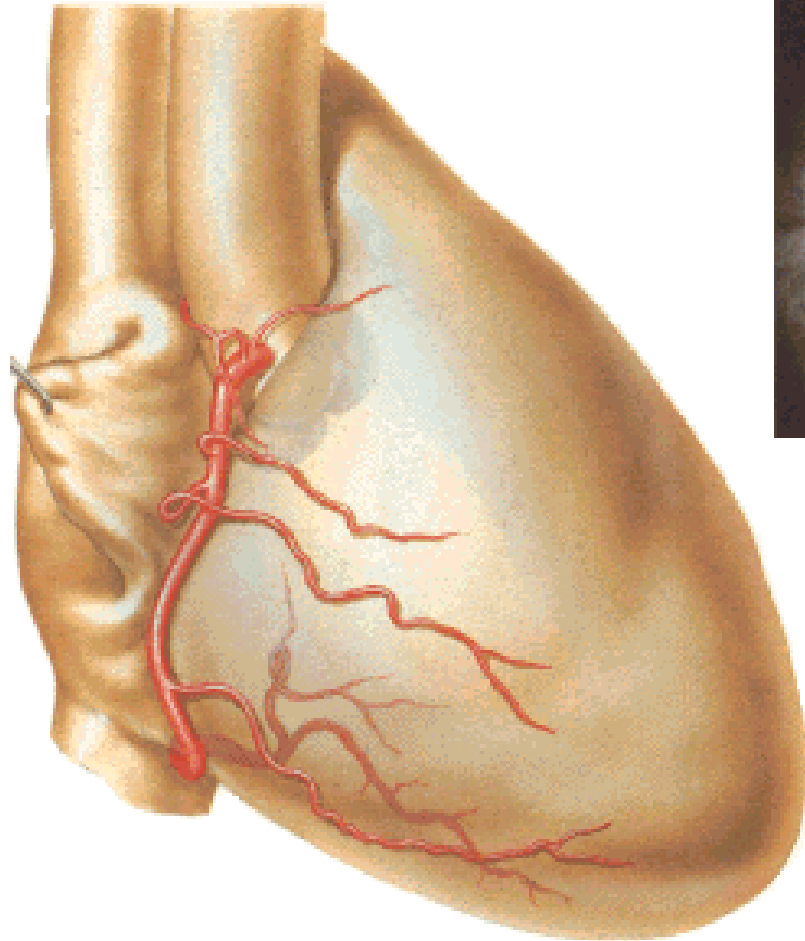


Right Coronary Artery Arteriographic View 1



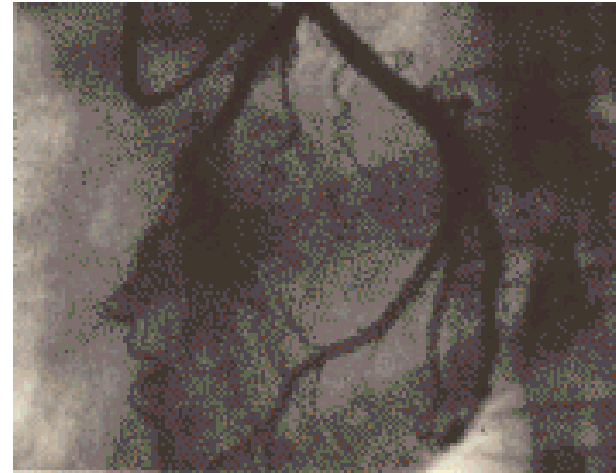
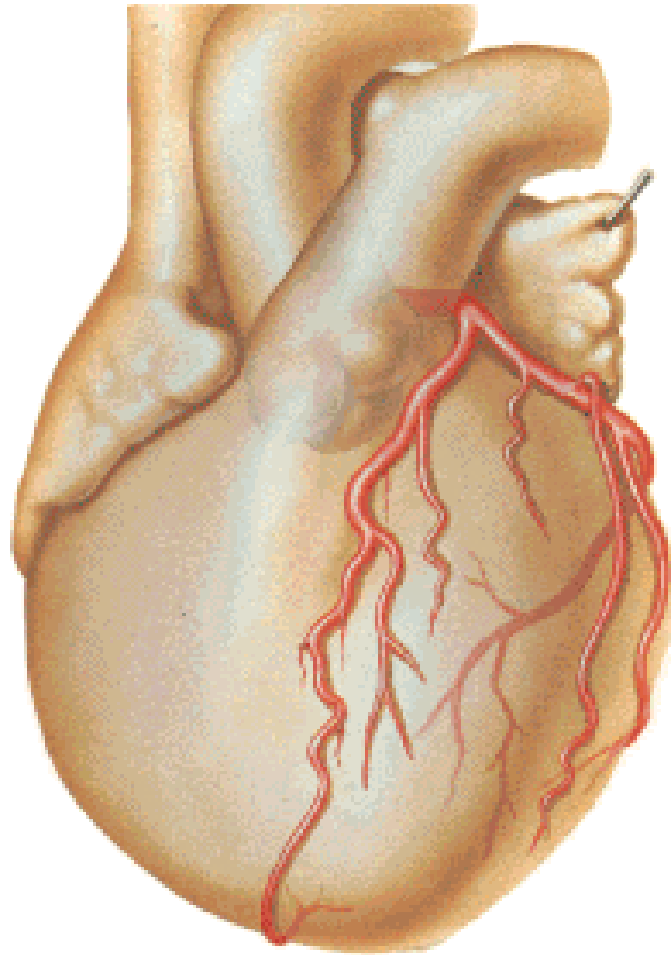
Right Coronary Artery

Arteriographic View 2



Left Coronary Artery

Arteriographic View 1



Left Coronary Artery

Arteriographic View 2

