



2. Aspetti di anatomia e fisiologia dell'apparato cardiovascolare

Il sistema cardiovascolare è spesso chiamato semplicemente sistema circolatorio. Esso è costituito dal cuore, dalle arterie, dai capillari e dalle vene. Il **cuore** è un organo muscolare posto al centro del torace subito dietro lo sterno tra i punti di intersezione della II fino alla VI costa, davanti alla colonna vertebrale toracica e sopra il diaframma. È per 2/3 della sua massa muscolare a sinistra della linea mediana del corpo mentre per 1/3 alla sua destra. Il cuore dell'adulto è grande come un pugno e pesa da 200 a 350 grammi.

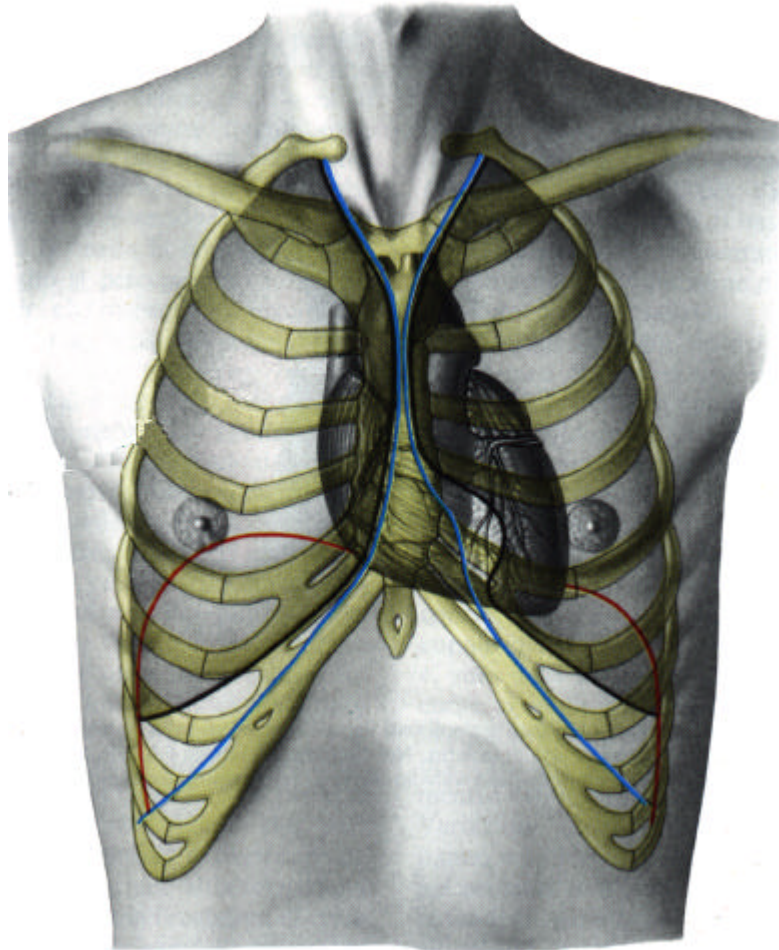


Fig. 1: Immagine per trasparenza del cuore. Sono indicati in nero i margini anteriori e basali dei polmoni, i seno costomediastinici in blu e in rosso il profilo del diaframma



Le relazioni anatomiche del cuore con le altre strutture accolte nella cavità toracica sono mostrate in **Figura 2**. La faccia inferiore del cuore riposa sul diaframma mentre i margini destro e sinistro convergono in basso in un punto detto **apice** che si trova a sinistra della linea mediana.

La parte superiore del cuore cioè la sua base si trova subito sotto la II costa. La **circonferenza esterna**, che è indice della grandezza del cuore, ha una considerevole importanza clinica poichè un marcato incremento dei diametri del cuore si accompagna a certi tipi di malattie cardiache e perciò la posizione dei confini del cuore è importante per fare una diagnosi. Questi parametri, tuttavia, anche in condizioni normali sono influenzati da diversi fattori come l'età, la dimensione del corpo e lo stato di contrazione del muscolo.

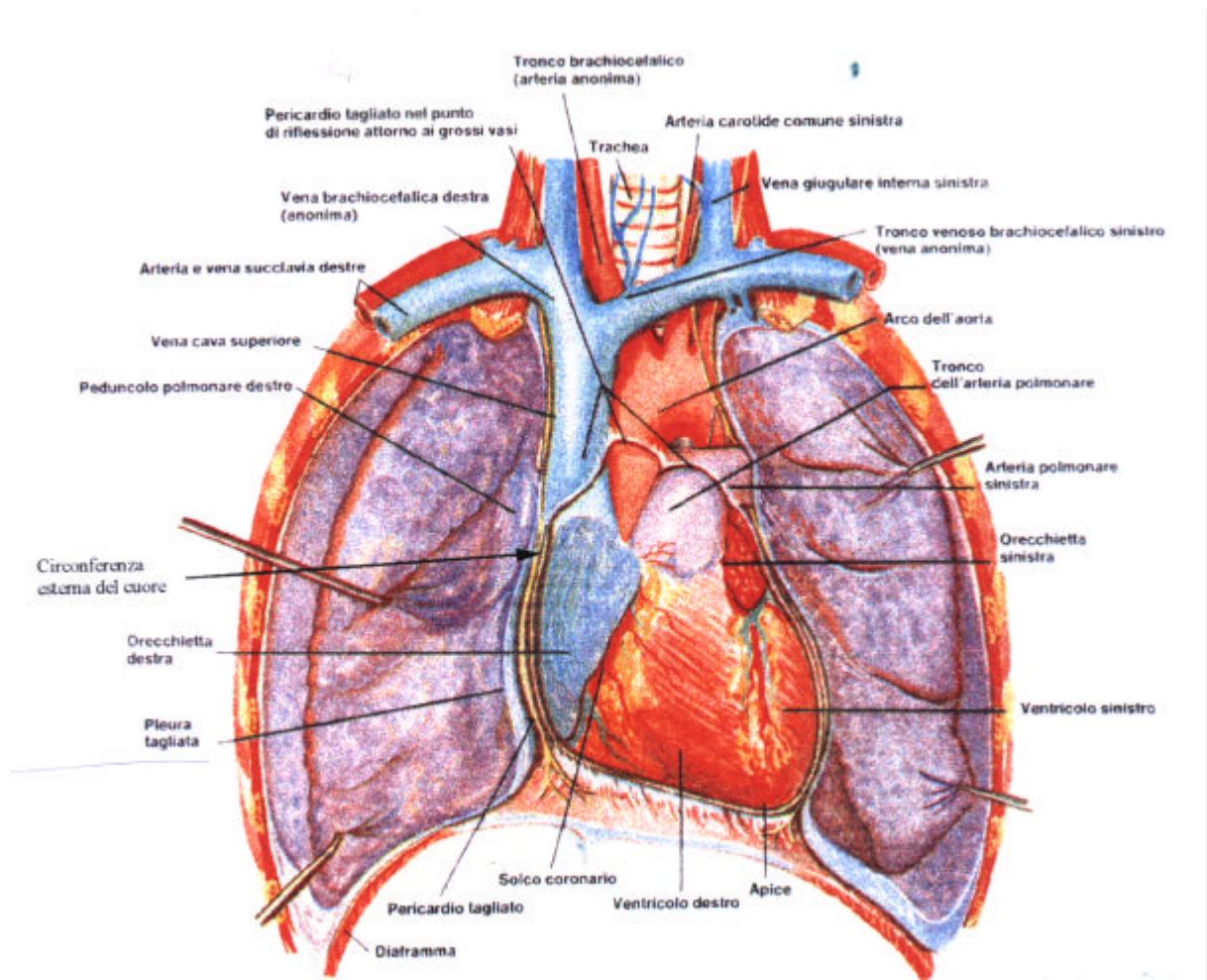


Figura 2: Rapporti del cuore con le altre strutture circostanti nella cavità toracica.



Il cuore è un organo che presenta quattro cavità. Una parete, **il setto**, divide le cavità destre dalle sinistre. Ogni lato è poi suddiviso di nuovo in una camera superiore, **l'atrio**, ed in una camera inferiore, **il ventricolo**. L'**atrio destro** è collegato al sistema delle **vene cave** senza interposizione di alcuna valvola ed è separato dal **ventricolo destro** dalla **valvola tricuspide**. Il ventricolo destro è fornito di una seconda valvola, la **valvola polmonare** che lo mette in collegamento con le arterie polmonari preposte a portare il sangue dal cuore destro ai polmoni. Le vene polmonari ritornano il sangue all'**atrio sinistro**, anche in questo caso senza interposizione di valvole. La **valvola mitrale** divide invece l'atrio sinistro dal ventricolo corrispondente. Infine il **ventricolo sinistro** si mette in comunicazione con l'aorta attraverso la **valvola aortica**. Di grande rilevanza è il fatto che cuore destro e cuore sinistro nell'adulto non sono in comunicazione e pertanto il sangue arterioso non può mescolarsi con quello venoso. La funzione del cuore è quella di pompare sangue, il cuore destro sangue venoso dalle vene cave alle arterie polmonari fino ai polmoni (**piccolo circolo**), il cuore sinistro sangue arterioso dai polmoni tramite le vene polmonari all'aorta e da questa a tutto il corpo (**grande circolo**).

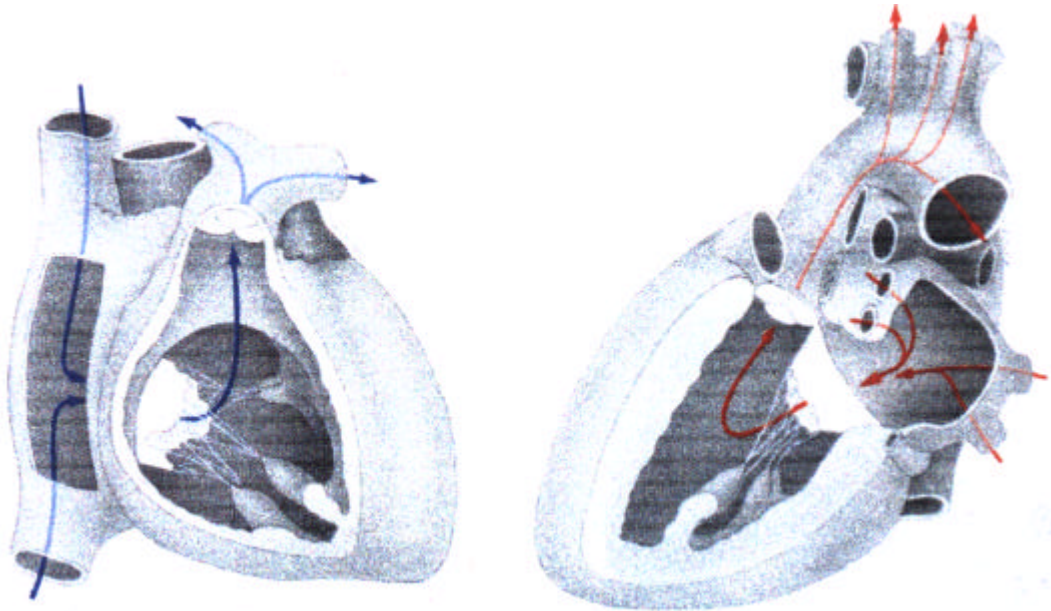


Figura 3: Figure schematiche che illustrano la morfologia delle cavità e la direzione del flusso sanguigno nelle due metà, destra e sinistra, del cuore

Le **arterie** sono vasi preposti al trasporto del sangue pompato dal ventricolo sinistro con una pressione superiore a quella ambiente di un valore che normalmente varia da 80 a 120 mmHg.



La loro struttura anatomica riflette la funzione di contenimento di questa pressione ed è di sufficiente elasticità per evitare cadute di velocità al flusso sanguigno e conseguente aumento della pressione. Le arterie, infatti, sono costituite da strati concentrici di tessuti diversi che vanno dallo strato più interno, l'**endotelio**, con scopo di rivestimento protettivo, ad uno strato intermedio ricco di tessuto elastico e muscolare con scopo di conferire elasticità e capacità di regolare il flusso sanguigno ed infine uno strato più esterno, l'**avventizia**, costituito da tessuto connettivale con scopo principalmente contenitivo. **I vasi capillari** sono sottili canali che mettono in comunicazione le arterie alle vene. La loro dimensione cambia a seconda degli organi considerati e varia da pochi micron fino ad alcune decine di micron. La loro struttura è determinata dal fatto che devono svolgere la funzione di distribuire ai tessuti l'ossigeno e le sostanze nutritive portate dal sangue arterioso e raccogliere i prodotti di scarto del metabolismo dei tessuti, come l'anidride carbonica, che saranno trasportati dal sangue venoso in modo retrogrado verso il cuore. Essi infatti sono costituiti da un unico strato di cellule endoteliali che a seconda degli organi sono in stretto contatto oppure presentano aperture tra cellula e cellula. **Le vene** sono vasi che hanno una struttura simile a quella delle arterie ma con una preponderanza di tessuto di tipo contenitivo e di tipo muscolare. La loro funzione infatti è principalmente di capacitanza piuttosto che di trasporto del sangue che a livello venoso non supera quella ambiente di più di 10 mmHg.

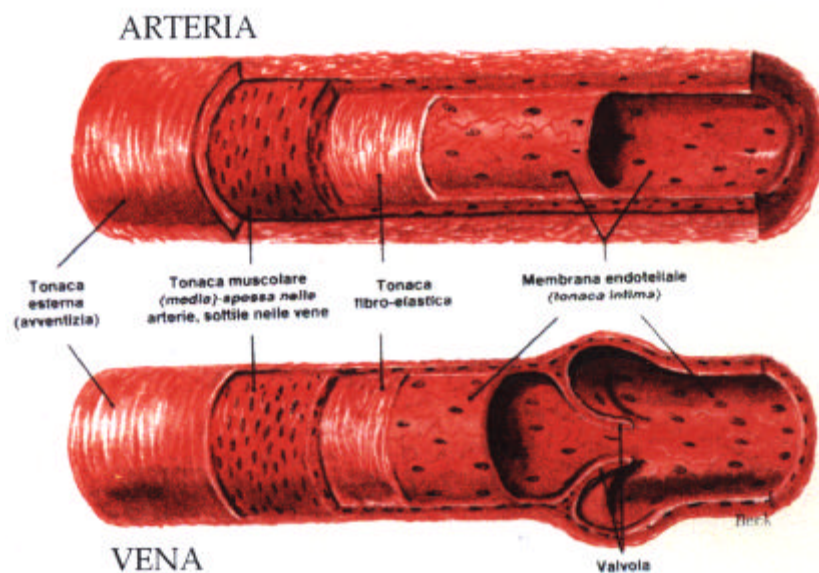


Fig. 4: Disegni schematici di un'arteria e di una vena per mostrare comparativamente lo spessore delle tre tonache: esterna (avventizia), muscolare (media) e endoteliale (intima).

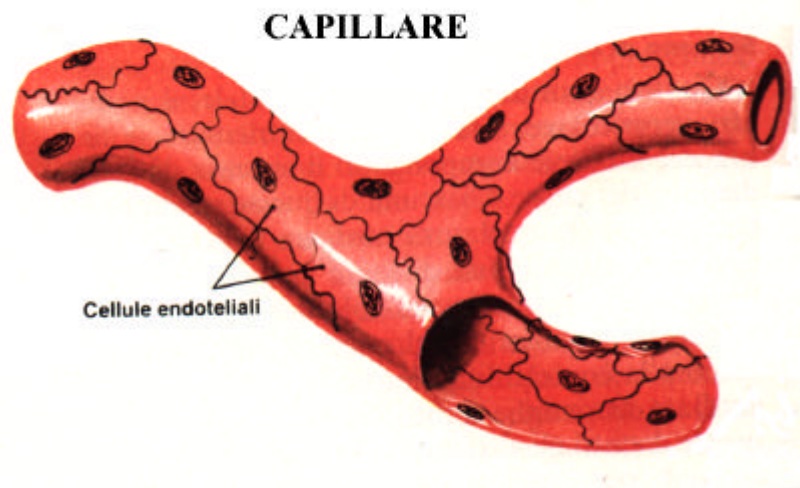


Fig. 5: La parete dei capillari consiste solamente di uno strato di cellule endoteliali che consentono il rapido scambio di sostanze tra il sangue e il liquido interstiziale.

La funzione del cuore è di pompare il sangue a tutte le parti del corpo ed ai polmoni. A riposo un cuore adulto contraendosi pompa 60-100 volte al minuto, cioè circa 100.000 volte al giorno. Ogni volta che il cuore batte espelle circa 70 millilitri (ml) di sangue e così pompa circa 5 litri di sangue al minuto, circa 8.000 litri al giorno. Durante un'attività fisica prolungata il cuore può arrivare a pompare 35 litri di sangue al minuto. Il volume totale di sangue in un uomo di peso medio (70 kg) è superiore ai 5 litri.

Ogni contrazione muscolare cardiaca, o battito cardiaco, è preceduta e iniziata da un **impulso elettrico** che ha origine dal naturale **segnapassi** del cuore ed è trasmesso al muscolo cardiaco da un **sistema di conduzione** specializzato. Il muscolo cardiaco si contrae dopo che è stato stimolato dall'impulso elettrico. Il cuore ha quindi il suo segnapassi elettrico. Anche se rimosso dall'organismo continuerà a battere se mantenuto in condizioni adatte.

E' utile sapere che la frequenza cardiaca può essere alterata per via di impulsi nervosi dal cervello o per la presenza di particolari sostanze nel sangue che influenzano il segnapassi e il sistema di conduzione. Il cuore è in realtà una doppia pompa. Una pompa, la parte destra del cuore, riceve sangue che arriva dal resto del corpo dopo aver ceduto ossigeno ai tessuti dell'organismo. Questo sangue scuro, rosso-bluastro, viene pompato ai polmoni dove il sangue si libera del gas di scarto, l'anidride carbonica e si rifornisce di una fresca riserva di ossigeno che lo rende di nuovo rosso vivo. La seconda pompa, la parte sinistra del cuore, forza il sangue



attraverso il grande tronco arterioso, l'aorta, per distribuirlo tramite piccole arterie a tutte le parti del corpo.

Le cellule dell'organismo, infatti, necessitano continuamente di ossigeno per funzionare e come risultato dell'uso di questo ossigeno viene prodotta anidride carbonica. Il sistema cardiovascolare trasporta ossigeno dai polmoni alle cellule dell'organismo e riporta l'anidride carbonica prodotta dalle cellule ai polmoni per eliminarla. L'integrazione di queste informazioni risulta in stimoli per il segnapassi del cuore e per i muscoli respiratori allo scopo di garantire un sufficiente rifornimento di sangue ossigenato ai tessuti e uno scambio adeguato di anidride carbonica con ossigeno da parte dei polmoni. In modo particolare la presenza di elevate concentrazioni ematiche di CO_2 o di basse concentrazioni ematiche di ossigeno si traduce in uno stimolo a compiere un numero di atti respiratori superiore al valore standard (12-16 atti respiratori al minuto) e in un aumento della frequenza cardiaca oltre il valore normale (72 battiti al minuto). Il cuore deve svolgere anche il compito di assicurare l'ossigeno alle proprie cellule. Esso, infatti, è costituito da tessuto muscolare che svolge il lavoro di spremitura delle camere cardiache al momento dell'immissione del sangue dai ventricoli nelle arterie. Il tessuto muscolare, detto **miocardio**, avvolge prevalentemente le camere ventricolari con uno spessore maggiore a sinistra che a destra.

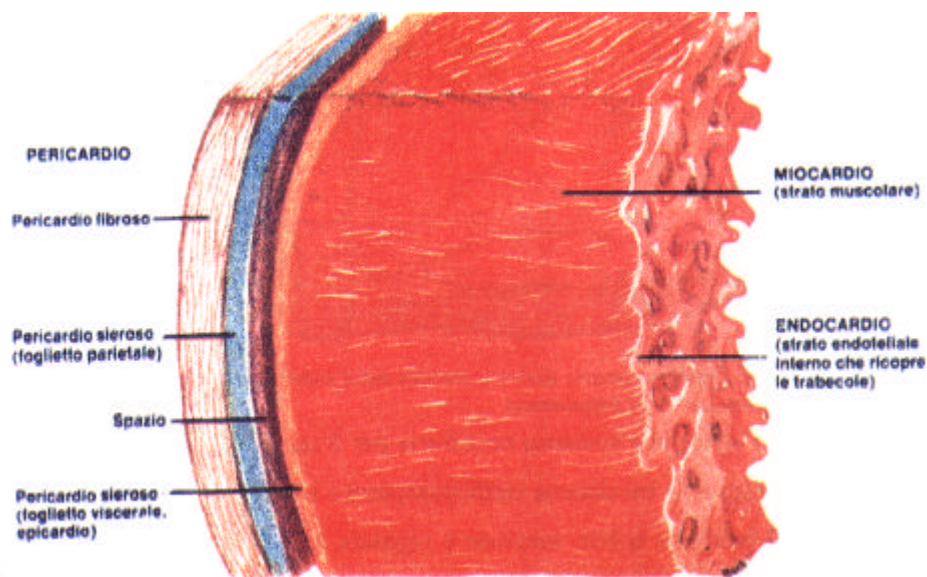


Fig. 6: Sezione delle pareti cardiache per mostrare le componenti pericardiche (sacco cardiaco), lo strato muscolare (miocardio) e lo strato limitante interno (endocardio)



Il rifornimento di ossigeno e di sostanze nutritizie al miocardio avviene durante la pausa che intercorre tra una contrazione e l'altra attraverso le due **arterie coronarie**: la coronaria **destra** e quella **sinistra** rispettivamente per la parte destra e sinistra del cuore. Decorrono sulla superficie dividendosi in rami sempre più piccoli che penetrano nelle varie parti del cuore come in *Figura 7*.

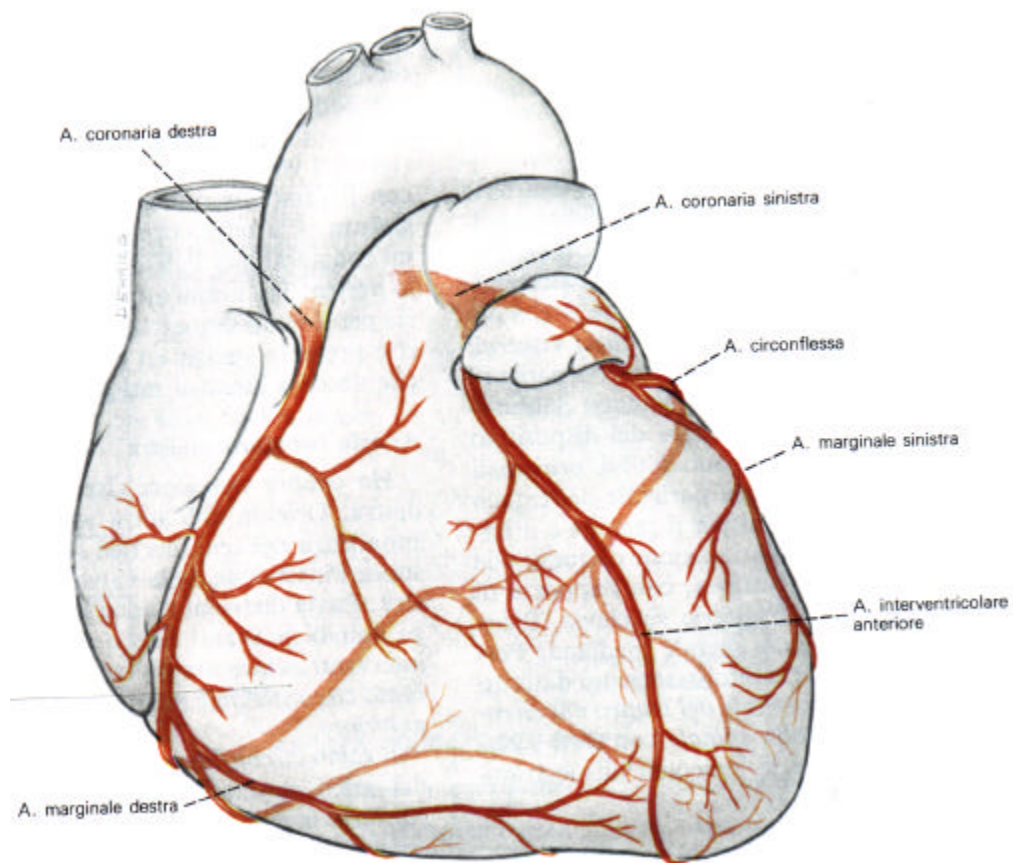


Fig. 7: Decorso e rami delle arterie coronarie destra e sinistra sulla superficie del cuore, visti anteriormente. I vasi posteriori sono mostrati in trasparenza

Poichè, come abbiamo visto, una sostanza necessaria per il cuore è l'ossigeno, si può dedurre che esiste uno stretto rapporto tra sistema cardiovascolare e sistema respiratorio.

Ciò è confermato dal fatto che la loro funzione è regolata da centri nervosi posti a livello del tronco encefalico, in stretto rapporto tra loro e con recettori disposti in varie parti del corpo come le superfici delle arterie, delle vene, le pareti del cuore, nel tessuto polmonare e nei tes-



suti dei muscoli con lo scopo di raccogliere informazioni sulla concentrazione di ossigeno, di anidride carbonica e sulla pressione sanguigna. E' bene, quindi, nel parlare del sistema cardiovascolare non tralasciare alcune informazioni sull'apparato respiratorio che riportiamo, in breve, qui di seguito.

2.1 Il sistema respiratorio

Il sistema respiratorio ha quattro componenti:

1. le **vie aeree** che collegano il corpo con l'ambiente esterno;
2. un **sistema neuromuscolare**;
3. gli **alveoli**;
4. le **arterie**, i **capillari**, le **vene**.

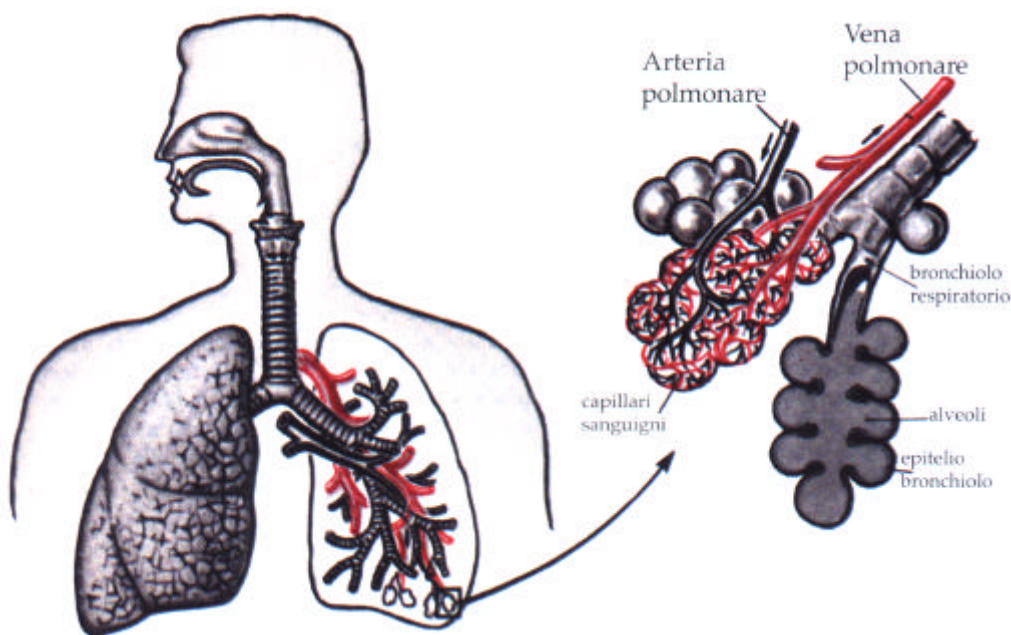


Fig. 8: Lo schema dell'albero bronchiale dell'adulto

Le vie aeree sono così composte:

- a) vie aeree superiori: naso e bocca, faringe (dietro la lingua), laringe o scatola della voce;
- b) vie aeree inferiori: trachea, bronchi (uno al polmone destro ed uno al sinistro); bronchioli che si diramano dai bronchi e terminano negli alveoli.



Il **sistema neuromuscolare** è composto dal centro respiratorio nel cervello, i nervi per i muscoli della respirazione ed i muscoli della respirazione. In aggiunta la gabbia toracica, composta dalle coste collegate dietro alla spina dorsale e davanti allo sterno, protegge i polmoni e consente che avvenga la respirazione. I **muscoli della respirazione** sono: il **diaframma**, un largo foglio attaccato al margine delle coste inferiori, che si estende dall'avanti all'indietro e che separa la cavità toracica da quella addominale; i **muscoli intercostali**; alcuni **muscoli del collo e delle spalle**. Gli **alveoli**, milioni di sottili sacchetti per l'aria che contengono anidride carbonica ed ossigeno, sono provvisti di una sottile membrana. Dall'altro lato della membrana vi è una fine rete di capillari. Gli alveoli con i loro capillari associati costituiscono l'unità basilare del polmone. Le arterie polmonari trasportano sangue, a basso contenuto di ossigeno, dal cuore; i capillari circondano gli alveoli; le vene polmonari trasportano sangue con alto contenuto di ossigeno, di ritorno al cuore. **La funzione del sistema respiratorio** consiste nel portare ossigeno dall'aria esterna nel sangue e nell'eliminare l'anidride carbonica rilasciata dalle parti interne del corpo nel sangue. Lo stimolo a respirare parte dal centro del respiro nel cervello, ma lo stimolo principale per modificare profondità e frequenza delle respirazioni è costituito dal livello della anidride carbonica nel sangue arterioso. Quando il livello aumenta, il centro del respiro nel cervello manda un crescente numero di segnali attraverso i nervi ai muscoli della respirazione. Frequenza e profondità del respiro vengono allora aumentati finché il livello dell'anidride carbonica scende, dopodiché la frequenza del respiro diminuisce. Questo meccanismo a "feed back" è continuo. A livello degli alveoli, l'ossigeno dall'aria passa nel sangue attraverso le pareti alveolari e dei capillari. L'aria atmosferica contiene circa il 21% di ossigeno e quantità trascurabili di anidride carbonica. L'aria espirata contiene ancora circa il 16% di ossigeno, così come il 5% di anidride carbonica aggiunta e vapore acqueo. L'inspirazione è un processo attivo. Quando i muscoli intercostali si contraggono spostano le coste in alto e in fuori: quando il diaframma si contrae scende verso la cavità addominale. I polmoni allora si espandono e la pressione nei polmoni diventa inferiore a quella fuori del torace. L'aria entra così nelle vie aeree e nei polmoni. La espirazione è generalmente un processo passivo. Come i muscoli si rilasciano, le coste si abbassano e il diaframma si innalza, riducendo la capacità della cavità toracica. I polmoni, elastici, si rimpiccioliscono, e l'aria dentro il polmone esce fuori.