

APPARATO RESPIRATORIO

INTRODUZIONE.

L'apparato respiratorio è composto da un insieme di organi cavi, le vie aeree, e da due organi parenchimatosi, i polmoni. Le vie aeree sono canali che portano l'aria dall'ambiente esterno ai polmoni e sono rappresentate dal naso, dalla faringe, dalla laringe, dalla trachea e dai bronchi. I polmoni sono gli organi nei quali hanno luogo gli scambi gassosi fra aria e sangue garantendo a quest'ultimo l'assunzione di ossigeno e l'eliminazione di anidride carbonica. Da un punto di vista anatomico e funzionale l'apparato respiratorio è pertanto in stretta relazione con l'apparato cardiovascolare.

La funzione respiratoria si realizza in due fasi: l'inspirazione, mediante la quale l'aria contenente ossigeno dall'ambiente esterno e attraverso le vie aeree giunge ai polmoni; l'espirazione con cui l'aria, carica di anidride carbonica, dai polmoni ripercorre in senso inverso le vie aeree e viene emessa nell'ambiente esterno.

NASO.

La piramide nasale, posta nella parte mediana della faccia, è formata dal naso esterno e dalle vanità nasali, cui sono annesse le cavità o seni paranasali.

Il naso esterno è un rilievo impari e mediano, posto tra la fronte, le due guance e il labbro superiore. Ha forma di piramide triangolare la cui base aderisce alla faccia, l'apice guarda in avanti e delle tre facce due sono laterali e una inferiore; quest'ultima presenta due orifizi, le narici. È rivestito esternamente dalla cute nel cui spessore si trovano fascetta di muscolatura striata (muscoli mimici) che permettono una leggera dilatazione o restringimento delle narici.

Le cavità nasali sono due ampi spazi anfrattuosi, scavati nel naso esterno e nello scheletro della faccia. Sono divise dal setto nasale, una lamina sagittale mediana, ossea e cartilaginea. Le cavità nasali hanno lume ampio nella parte anteriore e si restringono posteriormente e superiormente. Comunicano con l'esterno tramite le narici e posteriormente con la faringe per mezzo delle coane. Sono divise in due parti: i vestiboli e le cavità nasali propriamente dette.

- Ogni vestibolo nasale fa seguito alla narice e presenta uno scheletro interamente cartilagineo rivestito internamente dalla cute, con annessi robusti peli a direzione varia, le vibrisse, che costituiscono una prima barriera contro l'ingresso del materiale corpuscolato nelle vie aeree.
- Le cavità nasali propriamente dette presentano un pavimento pianeggiante formato dal processo palatino dell'osso mascellare e dall'osso palatino; una volta concava formata dall'osso etmoide; una parete mediale liscia, che costituisce il setto nasale, formata dalla cartilagine del setto e da un osso denominato vomere. La parete laterale è formata dall'uso mascellare e appare irregolare, con tre sporgenze fosse, i cornetti, o conche nasali, che delimitano tre concamerazioni, i meati nasali (superiore, medio, inferiore), nei quali si aprono i seni paranasali.
- I seni paranasali sono cavità scavate nelle ossa che circondano le cavità nasali e con queste in comunicazione. Sono il seno mascellare, le cellule etmoidali, il seno frontale e il seno sfenoidale. Nei meati nasali superiore e medio si aprono le cellule etmoidali, il seno frontale e il seno mascellare; nel meato nasale inferiore si apre invece il canale naso-lacrimale. Il seno sfenoidale si apre direttamente nella volta delle cavità nasali.

La mucosa delle cavità nasali, in massima parte di solito roseo, aderisce intimamente allo scheletro osseo e cartilagineo e riveste le cavità nasali e i seni paranasali: è detta mucosa respiratoria. È formata da un epitelio di rivestimento batiprismatico pseudostratificato con numerose cellule calciformi mucipare. Le cellule più alte sono provviste di ciglia vibratili. La

lamina propria della mucosa, di natura connettivale, accoglie le ghiandole nasali, tuboloacinose ramificate a secrezione mista, ed è riccamente vascolarizzata, con vasi organizzati a formare complessi venosi capaci di dilatarsi in seguito a stimoli di vario tipo (ambientali e/o nervosi).

La mucosa respiratoria delle vie aeree ha come funzione quella di trattenere ed eliminare il pulviscolo atmosferico che arriva sulla sua superficie con l'aria inspirata. Le cellule calciformi e le ghiandole della lamina propria secernono un muco denso che trattiene il pulviscolo la cui espulsione è facilitata dal movimento delle ciglia, che lo spingono verso la faringe. Inoltre, il muco umidifica l'aria atmosferica, che giunge così alle vie aerifere inferiori satura di vapore acqueo. La ricca vascolarizzazione della mucosa permette, liberando calore, di riscaldare l'aria atmosferica.

In una zona ristretta delle pareti superiore e laterale delle cavità nasali si trova la mucosa olfattiva che presenta un solito grigio-giallastro ed è formata da un epitelio batiprismatico pluriseriato in cui sono presenti le cellule olfattive, neuroni modificati (cellule sensoriali primarie) in grado di percepire gli stimoli odorosi venendo a contatto con molecole volatili nell'aria inspirata o dissolte nel secreto prodotto dalle ghiandole di cui è ricca la lamina propria.

RINOFARINGE.

La faringe è un organo cavo, impari e mediano, che si estende dalla base del cranio fino alla sesta vertebra cervicale dove continua con l'esofago. Si trova anteriormente alla colonna vertebrale e posteriormente alle cavità nasali e alla cavità orale, con le quali comunica.

La faringe appartiene sia all'apparato respiratorio, perché interposta tra le cavità nasali e la laringe, sia all'apparato digerente, in quanto interposta tra l'istmo delle fauci e l'esofago. Viene suddivisa in tre segmenti successivi: superiore o nasale (rinofaringe), medio od orale (orofaringe), inferiore o laringeo (laringofaringe).

La rinofaringe rappresenta il segmento connesso funzionalmente solo all'apparato respiratorio. Si estende dalla base cranica, che ne forma la volta, al palato molle o velo palatino. Comunica anteriormente con le cavità nasali tramite le coane, lateralmente con l'orecchio medio per mezzo delle tube uditive di Eustachio. La rinofaringe è rivestita da mucosa respiratoria nel cui spessore si trovano accumuli di tessuto linfoide che costituiscono la tonsilla faringea e le tonsille tubariche. La prima si trova nella volta della rinofaringe; le seconde si trovano nel contorno degli orifizi degli sbocchi faringei delle tube uditive.

LARINGE.

La laringe, interposta tra la faringe e la trachea, oltre a consentire il passaggio dell'aria, svolge funzioni nella produzione dei suoni. È un organo impari mediano, posto nel collo, al davanti del segmento anteriore della faringe. Ha forma di piramide tronca con base in alto e apice in basso, facce antero-laterali in rapporto con i lobi della ghiandola tiroide e i muscoli sottoioidi e faccia posteriore in stretta connessione con laringofaringe ed esofago.

La laringe ha uno scheletro formato da vari pezzi cartilaginei articolati tra loro e uniti da legamenti, membrane e muscoli. Le cartilagini della laringe sono la tiroidea, la cricoide e l'epiglottide, impari, l'aritenoidi e la corniculata, pari. Tranne l'epiglottide, che è formata da cartilagine elastica, le altre sono costituite da cartilagine ialina.

- La cartilagine tiroidea è formata da due lamine quadrangolari unite in avanti per formare un angolo dietro aperto posteriormente. Ha differenti dimensioni nei due sessi e nel maschio determina una sporgenza lungo la linea mediana del collo nota come pomo d'Adamo. Il margine postero-laterale di ciascuna lamina presenta in alto e in basso due processi: i corni superiore e inferiore.

- La cartilagine cricoide è posta inferiormente alla cartilagine tiroide, subito sopra la trachea, e costituisce quindi la parte inferiore dello scheletro della laringe. Ha una forma ad anello con la parte posteriore più ispessita, sul cui margine superiore si articolano le cartilagini aritenoidi.
- La cartilagine epiglottide ha la forma di una foglia ovata il cui peduncolo aderisce, internamente, all'angolo diedro della cartilagine tiroidea. È formata da cartilagine elastica e nell'atto della deglutizione si abbassa e chiude l'adito della laringe.
- Le due cartilagini aritenoidi hanno forma di piccole piramidi triangolari. La loro base si articola con la parte posteriore della cartilagine cricoide, mentre l'apice, rivolto in alto, prende rapporto con le piccolissime cartilagini corniculate.

Le cartilagini della laringe sono connesse tra loro mediante articolazioni, ma anche e soprattutto per mezzo di legamenti e membrane. Per esempio, il legamento tiroepiglottico fissa il peduncolo della cartilagine epiglottide all'angolo interno della cartilagine tiroidea e la membrana cricotiroidea si tende tra il margine inferiore della cartilagine tiroidea e il margine superiore della cartilagine cricoide.

La membrana elastica della laringe è una lamina di connettivo elastico, esterna alla mucosa laringea, la cui parte superiore, o membrana quadrangolare, si estende, in entrambe i lati, dal margine laterale dell'epiglottide, in avanti, alla faccia mediale delle cartilagini aritenoidi. Il suo margine inferiore, ispessito, è il legamento ventricolare, che forma lo scheletro fibroso della corda vocale falsa. La parte media, sottile, si estroflette a formare la parete del ventricolo laringeo. La parte inferiore della membrana elastica costituisce, in entrambi i lati, un cono elastico che si estende dall'angolo diedro e dal margine inferiore della cartilagine tiroidea al margine superiore delle cartilagini aritenoidi. Il suo margine superiore, libero e ispessito, è il legamento vocale, che costituisce lo scheletro fibroelastico della corda vocale vera. Le due corde vocali vere delimitano una fessura triangolare (rima della glottide) con un vertice anteriore nell'angolo interno della cartilagine tiroidea e due vertici posteriori a livello delle cartilagini aritenoidi. In seguito alla rotazione di queste cartilagini sul proprio asse verticale, la fessura può essere allargata o ristretta.

Una serie di legamenti e membrane estrinseci connettono le cartilagini della laringe agli organi vicini. I principali sono il legamento cricotracheale, che fissa la cartilagine cricoide al primo anello della trachea, e la membrana tiroidea, che congiunge la cartilagine tiroidea all'uso ioide.

La cavità della laringe ha inizio superiormente con l'adito laringeo, che si trova posteriormente e inferiormente alla lingua; ha forma ovale ed è delimitato, in avanti, dall'epiglottide e lateralmente dalle pieghe ariepiglottiche.

La parete superiore della laringe, il vestibolo laringeo, inizia con lume ampio e si restringe verso il basso terminando con una fessura sagittale, la rima del vestibolo. A questo livello la mucosa forma, in ogni lato, due pieghe, superiori e inferiori, tese dall'avanti all'indietro a delimitare una fessura ellittica, la rima della glottide. Le due pieghe superiori sono le corde vocali false, o pieghe ventricolari, mentre le righe inferiori, dette corde vocali vere o labbri vocali, contengono il legamento vocale e il muscolo tiroaritenoidico (muscolo vocale).

Al di sotto della rima della glottide la cavità laringea si allarga assumendo forma cilindrica e calibro regolare fino all'inizio della trachea. Complessivamente, in sezione frontale, il lume interno della laringe ha la forma di una clessidra.

La laringe è rivestita internamente da una tonaca muscolare formata da un epitelio di rivestimento in gran parte di tipo respiratorio, che diventa pavimentoso composto non cheratinizzato sulla superficie delle corde vocali vere. La lamina propria connettivale presenta a livello del ventricolo laringeo e delle pieghe ventricolari infiltrati di tessuto linfoide che formano la tonsilla laringea.

I muscoli intrinseci della laringe sono muscoli striati pari che agiscono sulle corde vocali vere regolando, al passaggio dell'aria, l'apertura della rima della glottide, modulando così l'emissione dei suoni. Essi sono il muscolo cricoaritenoidale laterale, il muscolo tiroaritenoidale e il muscolo aritenoidale obliquo, che con la loro contrazione determinano il restringimento della rima della glottide; il muscolo cricotiroideo, che tende i labbri vocali; il muscolo cricoaritenoidale posteriore, che determina la dilatazione della rima della glottide, e il muscolo aritenoidale trasverso, impari, che avvicina fra loro le due cartilagini aritenoidali. Alla laringe si inseriscono inoltre alcuni muscoli che provengono da formano vicine. Questi ultimi sono detti muscoli estrinseci.

TRACHEA E BRONCHI PRINCIPALI.

La trachea fa seguito alla laringe e a livello della quarta vertebra toracica si riforma nei due bronchi principali che si portano al rispettivo polmone. La trachea è un canale del lume sempre aperto per la presenza di uno scheletro formato da 15-20 anelli cartilaginei, incompleti posteriormente, disposti in regolare successione e connessi fra loro da legamenti anulari di natura connettivale. La sua parete posteriore, priva di scheletro cartilagineo (parte membranacea), è appiattita e prende rapporto con l'esofago, permettendo la distensione della parete esofagea durante la deglutizione del bolo alimentare.

I bronchi principali sono i canali aeriferi, destro e sinistro, che originano dalla biforcazione della trachea e, con direzione verso il basso e lateralmente, si portano all'ilo del rispettivo polmone. Essendo l'ilo del polmone sinistro più lontano di quello destro rispetto al piano sagittale mediano, il bronco destro è più corto del sinistro: è anche di calibro maggiore, per garantire al polmone destro, che è più voluminoso, una ventilazione adeguata. I bronchi, come la trachea, hanno un lume aperto per la presenza di uno scheletro ad anelli cartilaginei incompleti posteriormente. Il bronco destro ha 4-6 anelli, il sinistro 9-12. Gli anelli sono formati da cartilagine ialina che con l'età può andare incontro a processi di calcificazione e ossificazione.

La parete della trachea e dei bronchi principali è formata da quattro tonache sovrapposte.

- La tonaca mucosa, solleva in pieghe nella parte membranacea, ha un epitelio di rivestimento di tipo respiratorio, le cui ciglia determinano lo spostamento del muco verso l'alto e quindi la sua caduta all'indietro nella laringofaringe. L'epitelio poggia su una lamina propria ricca di fibre elastiche.
- La tonaca sottomucosa, formata da connettivo lasso, accoglie gli adenomi delle ghiandole tracheali o bronchiali, di tipo tuboloacinoso a secrezione mista.
- La tonaca muscolare è presente solo nella parte membranacea posteriore ed è formata da fibrocellule muscolari lisce organizzate in fascetti trasversali che si inseriscono alle estremità dei semi anelli cartilaginei e che, con la loro contrazione, restringono il lume della trachea e dei bronchi.
- La tonaca fibrosa, infine, formata da connettivo denso, si sdoppia a intervalli regolari per avvolgere gli anelli cartilaginei e negli intervalli fra questi forma i legamenti anulari.

POLMONI.

I polmoni si trovano nella cavità toracica ai lati del mediastino. Ciascuno di essi è avvolto da una membrana sierosa a doppia parete, la pleura, che costituisce i sacchi pleurici, completamente chiusi. Nel sottile spazio tra i due foglietti pleurici di ciascun sacco vi è una pressione negativa che permette al polmone di espandersi nell'inspirazione e ricevere l'aria atmosferica.

I polmoni hanno la forma di coni con apice superiore, con una concavità nella superficie mediale. Hanno consistenza spugnosa ed elastica e un colore che, nel bambino, è roseo, nell'adulto, scuro. La colorazione scura è dovuta al depositarsi del pulviscolo, inspirato con

l'aria e fagocitato dai necrofagi, nei setti che delimitano, sulla superficie del polmone, piccole aree poligonali (lobuli). Il polmone destro è più voluminoso del sinistro.

La base del polmone, o faccia diaframmatica, è concava e si adatta alla convessità del diaframma. L'apice, rivolto in alto, è arrotondato e sporge di 1-2 cm sopra la clavicola durante l'inspirazione profonda. La faccia costovertebrale è convessa e guarda verso la superficie interna della gabbia toracica, che vi lascia l'impronta delle coste. La faccia mediale, o mediastinica, è concava: anteriormente e interiormente presenta l'ilo, area attraverso la quale passano i bronchi principali, le arterie polmonari, le vene polmonari, le arterie e vene bronchiali, i vasi linfatici e i nervi. Queste formazioni, in rapporto con la pleura, costituiscono la radice o peduncolo polmonare. La faccia mediastinica è in rapporto con gli organi del mediastino, in particolare con il cuore, avvolto dal pericardio, con il timo, la trachea e l'esofago.

La superficie esterna dei polmoni è percorsa da profonde scissure interlobari, che dividono il polmone destro in tre lobi e quello sinistro in due.

All'ingresso nei polmoni, i bronchi principali si ramificano dando origine all'albero bronchiale. Ogni bronco principale, già in prossimità dell'ilo, inizia a dividersi in rami collaterali, dapprima emettendo tronchi senza perdere la propria individualità (ramificazione monopodica), in seguito biforcandosi (ramificazione dicotomica).

Il bronco principale destro dà origine a tre bronchi lobulari o di primo ordine, che si portano ai tre lobi del polmone destro; il bronco principale sinistro forma invece due soli bronchi lobulari per i due lobi del polmone sinistro. I bronchi lobulari si ramificano a loro volta in bronchi zonali o di secondo ordine e questi danno origine a bronchi interlobulari o di terzo ordine. Questi rami, accompagnati sempre dalle ramificazioni corrispondenti dell'arteria polmonare, decorrono in setti di connettivo lasso che dividono il polmone in territori chiamati lobuli polmonari.

Le ramificazioni bronchiali modificano gradualmente la loro struttura rispetto a quella del bronco principale e diventano progressivamente più piccole, le ghiandole bronchiali si riducono progressivamente con la graduale diminuzione del calibro dei bronchi.

Il parenchima polmonare è formato dall'insieme dei lobuli polmonari. Ogni lobulo ha forma poliedrica e riceve un bronco lobulare accompagnato da un ramo dell'arteria polmonare. Il bronco lobulare emette una serie di ulteriori ramificazioni, i bronchi intralobulari che, ramificandosi ulteriormente, danno origine a 10-15 rami ancora più piccoli, i bronchioli terminali.

Ciascun bronchiolo terminale si biforca in due bronchioli respiratori la cui parete presenta estroflessioni che vengono circondate da una rete di capillari originati dai rami dell'arteria polmonare. Sono gli alveoli polmonari, sede degli scambi gassosi e strettamente contigui gli uni agli altri.

L'unità elementare del parenchima polmonare è rappresentata dall'acino polmonare, definito come l'insieme delle ramificazioni, provviste di alveoli polmonari, che originano da un bronchiolo terminale. In ogni acino son presenti da 500 a 2000 alveoli polmonari.

Nei bronchioli respiratori le cellule epiteliali di rivestimento diventano isoprismatiche e prive di ciglia.

Ogni alveolo polmonare ha la parete rivestita da un epitelio pavimentoso. Semplice con due tipi di cellule: le piccole cellule alveolari o pneumociti di primo tipo e le grandi cellule alveolari o pneumociti di secondo tipo. Le prime sono cellule molto appiattite con una parte centrale rilevata contenente il nucleo; le seconde, numerose e di forma rotondeggiante, hanno i caratteri tipici degli elementi secernenti, con grosse vescicole citoplasmatiche. Questi riversano all'interno dell'alveolo il loro secreto, una sostanza tensioattiva che impedisce l'eccessiva distensione dell'alveolo nell'inspirazione e il suo collasso nell'espiazione.

Tra le cellule dell'epitelio alveolare si trovano macrofagi, detti cellule delle polveri, che fagocitano pulviscolo atmosferico che arriva negli alveoli con l'aria inspirata e lo depositano nei setti interlobulari.

L'epitelio alveolare è sostenuto da una trama reticolare fibroelastica, nella quale è presente una fitta rete capillare derivante dall'arteria polmonare. La trama reticolare fibroelastica è responsabile delle proprietà elastiche del polmone, importanti sia durante l'inspirazione sia durante l'espiazione. L'endotelio dei capillari e l'epitelio alveolare stabiliscono un intimo rapporto attraverso le rispettive membrane basali e costituiscono la barriera aria-sangue.

Questa barriera, per la differente pressione parziale dell'ossigeno e dell'anidride carbonica rispettivamente nell'aria e nel sangue, permette, senza consumo di energia, gli scambi gassosi trame i quali l'aria inspirata cede ossigeno al sangue, che da venoso diventa arterioso, mentre l'anidride carbonica fuoriesce dal sangue e passa nell'alveolo dal quale, con l'espiazione, viene eliminata nell'ambiente esterno.

PLEURE.

Le pleure sono due membrane sierose che rivestono i polmoni. Ciascuna di esse ha una forma a sacco la cui parete è costituita da due foglietti: quello interno, o pleura viscerale, aderisce intimamente alla superficie esterna del polmone penetrando nelle scissure interlobari; quello esterno, o pleura parietale, è in rapporto con la parete della cavità toracica e con il diaframma. I due foglietti sono in continuazione fra loro a livello dell'ilo, dove la pleura parietale si riflette in quella viscerale intorno al peduncolo polmonare. I due foglietti delimitano un sottile spazio, la cavità pleurica, contenente un velo di liquido pleurico.

Le pleure sono formate da un epitelio pavimento semplice, il mesotelio, che poggia su una sottile lamina connettivale. Le cellule mesoteliali producono il liquido pleurico, che regola lo scorrimento dei due foglietti durante la respirazione, impedendo l'adesione dei due foglietti pleurici tra loro.