

**R**espirare è vivere. Il primo respiro di un bambino e l'ultimo respiro di una persona morente sono due dei momenti più drammatici dell'esperienza umana. Ma perché si deve respirare? Deriva dal fatto che la maggior parte del nostro metabolismo direttamente o indirettamente richiede ATP. La maggior parte della sintesi dell'ATP richiede ossigeno e produce anidride carbonica - guidando così la necessità di respirare in modo di fornire il primo ed eliminare quest'ultima. Le vie respiratorie permettono di condurre aria ai polmoni, dove l'ossigeno diffonde nel sangue e l'anidride carbonica è rimossa dal sangue.

Gli apparati respiratorio e cardiovascolare hanno un rapporto funzionale e spaziale tanto stretto che una malattia dei polmoni spesso ha effetti diretti sul cuore e viceversa. I due apparati sono spesso considerati insieme, come *apparato cardiopolmonare*.

## 23.1 Visione d'insieme dell'apparato respiratorio

### Risultati attesi dall'apprendimento

Al termine di questa sezione dovresti essere in grado di:

- specificare le funzioni dell'apparato respiratorio;
- elenare gli organi principali di questo apparato;
- distinguere tra suddivisioni di conduzione e di respirazione;
- distinguere tra vie respiratorie superiori ed inferiori.

L'apparato respiratorio è un insieme di organi specializzati per fornire ossigeno al sangue e per rimuovere anidride carbonica dal sangue. Ha più funzioni diverse di quanto si supponga comunemente:

- Scambio di gas.** Provvede agli scambi di ossigeno e anidride carbonica tra il sangue e l'aria.
- Comunicazione.** Permette di parlare, ridere, piangere.
- Olfatto.** Provvede al senso dell'olfatto, che è importante nelle relazioni sociali, nella scelta del cibo, e nell'evitare i pericoli (ad esempio, fughe di gas o cibi avariati).
- Bilancio acido-base.** Eliminando CO<sub>2</sub>, contribuisce a controllare il pH del sangue. La CO<sub>2</sub> in eccesso reagisce con l'acqua e rilascia ioni idrogeno



quindi se l'apparato respiratorio non riesce ad eliminare tutta la CO<sub>2</sub> prodotta, gli ioni H<sup>+</sup> si accumulano nel sangue, determinando l'abbassamento del pH (*acidosi*)

- Regolazione della pressione sanguigna.** I polmoni svolgono un ruolo di primo piano nella sintesi dell'*angiotensina II*, un importante vasocostrittore.
- Flusso sanguigno e linfatico.** L'atto del respiro crea un gradiente tra la gabbia toracica e l'addome che favorisce il flusso linfatico ed il ritorno venoso.

- 7. Espulsione del contenuto addominale.** Facendo un'inspirazione profonda e trattenendo il respiro mentre si contraggono i muscoli addominali (*manovra di Valsalva*<sup>1</sup>) si aiuta l'espulsione del contenuto addominale durante la defecazione, la minzione ed il parto.

Gli organi principali dell'apparato respiratorio sono il naso, la faringe, la laringe, la trachea, i bronchi ed i polmoni (fig. 23.1). Nei polmoni, il flusso d'aria segue un percorso lungo un vicolo cieco costituito essenzialmente da bronchi → bronchioli → alveoli (maggiori dettagli saranno descritti in seguito). Durante l'**inspirazione** l'aria che entra si ferma negli *alveoli* (milioni di microscopici sacchi d'aria con parete sottile) e scambia i gas con il sangue circolante attraverso la parete alveolare. Durante l'**espirazione** l'aria viene espulsa dai polmoni.

La **porzione di conduzione** dell'apparato respiratorio è costituita da quei condotti adibiti solo a permettere il passaggio del flusso d'aria dalle narici fino ai bronchioli. In questi passaggi non ci sono scambi gassosi con il sangue perché le loro pareti sono troppo spesse per permettere con sufficiente rapidità diffusione di gas. La **porzione respiratoria** è costituita dagli alveoli e da altre regioni poste

<sup>1</sup>Antonio Maria Valsalva (1666-1723), anatomista italiano.

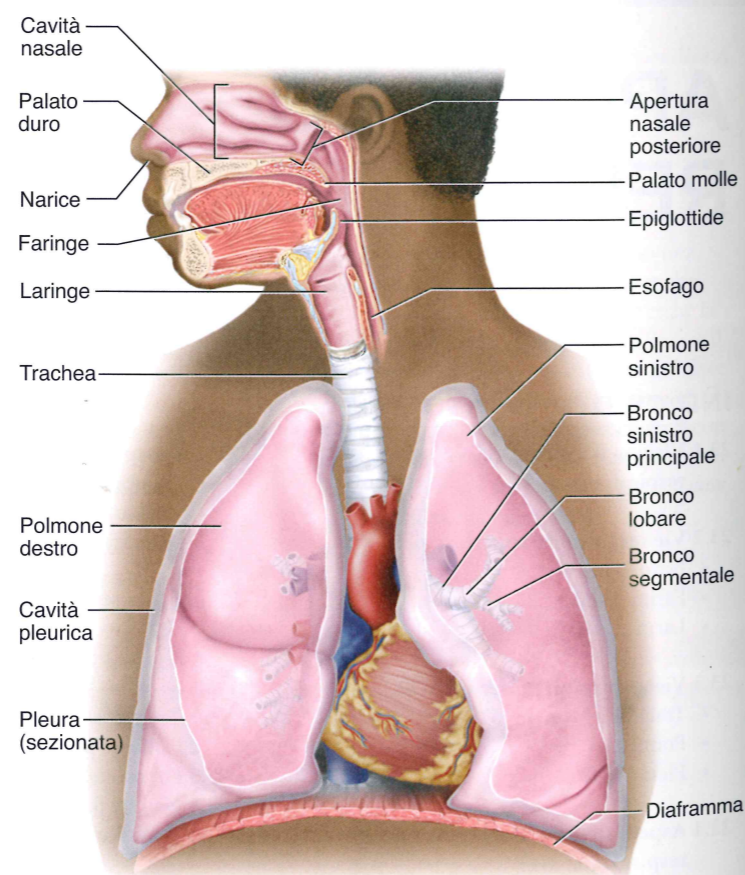


Figura 23.1 L'apparato respiratorio.

distalmente, dove avvengono scambi di gas. Le vie aeree che vanno dal naso fino alla laringe sono spesso chiamate **vie respiratorie superiori** (esse rappresentano la parte dell'apparato respiratorio localizzata nella testa e nel collo), e la porzione che va dalla trachea fino ai polmoni costituisce le **vie respiratorie inferiori** (gli organi respiratori localizzati nel torace). Comunque, ci sono delle discordanze sull'esatta linea di divisione tra vie aeree superiori ed inferiori.

### Prima di continuare

Rispondi alle seguenti domande per verificare la tua comprensione della sezione precedente:

- Quali sono alcune funzioni dell'apparato respiratorio diverse dal rifornire O<sub>2</sub> al corpo e rimuovere CO<sub>2</sub>?
- Quali parti delle vie respiratorie appartengono alla sezione di conduzione? Quali parti appartengono alla sezione respiratoria? Come differiscono funzionalmente le due sezioni?
- Qual è la distinzione tra le vie respiratorie superiori e quelle inferiori?

## 23.2 Vie respiratorie superiori

### Risultati attesi dall'apprendimento

Al termine di questa sezione dovresti essere in grado di:

- seguire il flusso dell'aria dal naso attraverso la laringe;
- descrivere l'anatomia di questi percorsi;
- correlare l'anatomia di qualsiasi parte delle vie respiratorie superiori con le sue funzioni;
- descrivere l'azione delle corde vocali nel parlare.

### Naso

Il **naso** ha diverse funzioni: riscalda, purifica e umidifica l'aria inspirata; rileva gli odori presenti nell'aria; e serve come una camera di risonanza che amplifica la voce. Il naso presenta quattro aperture, due anteriori chiamate **narici** (singolare narice) e due posteriori chiamate **coane** (fig. 23.2b).

Il naso esterno è costituito da ossa e cartilagine ialina. La parte superiore del naso esterno è costituita medialmente, da due piccole ossa nasali e lateralmente dalle ossa mascellari. La parte inferiore è costituita dalle **cartilagini laterali** e dalle **cartilagini alari** (fig. 23.3). Palpando il naso si può facilmente individuare il confine tra l'osso e la cartilagine. In basso, le facce laterali del naso risultano inclinate verso le guance dove formano le **ala nasi**, costituite dalle cartilagini alari e da tessuto connettivo denso.

Le **cavità nasali** presentano una porzione anteroinferiore più piccola chiamata **vestibolo**, in continuazione con le narici e delimitata lateralmente dalle cartilagini alari. Questo spazio è rivestito da cute sottile, con uno strato corneo ridotto, da cui sporgono **peli protettivi** o **vibrisse** che bloccano l'ingresso di materiale corpusco-

lato o di insetti nelle vie respiratorie. La cavità nasale è divisa nelle metà destra e sinistra, chiamate **fosse nasali**, da una parete costituita da osso e da cartilagine ialina, chiamata **setto nasale**. Il setto ha tre componenti: il *vomere* osseo che forma la parte inferiore, la lamina perpendicolare dell'*osso etmoide* che forma la parte superiore ed un *setto nasale cartilagineo* che forma la parte anteriore. Il tetto della cavità nasale è formato dalle ossa etmoide e sfenoide; il palato duro forma il suo pavimento. Il palato separa la cavità nasale dalla cavità orale e permette di respirare quando si mastica il cibo (vedi Approfondimento 7.2, p. 165). La cavità nasale riceve le secrezioni dei seni paranasali (vedi p. 155) e dei dotti nasolacrimali delle orbite (vedi p. 480).

Non c'è molto spazio nella cavità nasale. Gran parte dello spazio è occupata da tre volute ossee ricoperte da membrana mucosa: le **conche nasali superiore, media, e inferiore** (fig. 23.2). Ogni conca delimita uno stretto spazio per il passaggio dell'aria chiamato **meato**. La ristrettezza di questi spazi e la turbolenza causata dalle conche fa sì che l'aria lungo il suo decorso venga a contatto con la mucosa nasale. La maggior parte della polvere presente nell'aria è intrappolata dal muco e l'aria si umidifica e si riscalda al contatto con la mucosa. Le conche permettono così al naso di umidificare, detergere e riscaldare l'aria più efficacemente di quanto accadrebbe se l'aria fluisse ininterrottamente attraverso uno spazio cavernoso ampio.

Gli odori sono rilevati da cellule sensoriali presenti nell'**epitelio olfattorio**, che copre una piccola area localizzata nel tetto della cavità nasale, nella parte superiore del setto e nella conca superiore (vedi fig. 17.7, p. 469). Il resto della cavità nasale, escluso il vestibolo, è rivestita dall'**epitelio respiratorio**. In entrambe queste aree l'epitelio è ciliato, colonnare e pseudostratificato, ma nell'epitelio olfattorio le ciglia sono immobili e servono a legare le molecole odorose. Nell'epitelio respiratorio, invece, le ciglia sono mobili e servono a spostare il muco nasale. L'epitelio respiratorio è dello stesso tipo di quello visto nella figura 3.7 (p. 59). Le sue cellule a forma di bicchiere da vino, chiamate **cellule caliciformi**, secernono muco, e le sue **cellule ciliate** spingono il muco all'indietro verso la faringe. La mucosa nasale contiene anche ghiandole mucose, localizzate nella lamina propria (strato di tessuto connettivo sottostante l'epitelio). Esse producono altro muco, oltre a quello prodotto dalle cellule caliciformi. Polvere, pollini, batteri ed altre sostanze estranee inalate, vengono intrappolate dal muco e deglutite; sono quindi digerite o passano attraverso il tubo digerente, piuttosto che contaminare i polmoni. La lamina propria è anche riccamente popolata da linfociti, che organizzano le difese immunitarie contro i patogeni inalati, e da plasmacellule, che secernono anticorpi nei liquidi dei tessuti.

La lamina propria contiene grossi vasi sanguigni che aiutano a riscaldare l'aria. La conca inferiore presenta un plesso venoso particolarmente ampio chiamato **tessuto erettile** (parte del corpo in grado di gonfiarsi). Ogni 30-60 minuti, il tessuto erettile in una delle due conche inferiori diventa gonfio di sangue e limita il flusso d'aria attraverso la fossa corrispondente. La maggior parte dell'aria è quindi diretta all'altra narice e all'altra fossa nasale, consentendo così al lato ingorgato il tempo di ri-umidificare la mucosa. In tal modo lo spostamento del flusso d'aria tra la narice destra e sinistra avviene una o due volte ogni ora.