

Se palpi la tua laringe, troverai che la sporgenza laringea della cartilagine tiroide è solo poco sopra lo sterno. La maggior parte delle restanti vie respiratorie è nel torace e non nella testa e nel collo; per questo si parla di vie respiratorie inferiori. Questa parte si estende dalla trachea agli alveoli polmonari.

## Trachea e bronchi

La **trachea** è un tubo rigido di circa 12 cm di lunghezza e 2,5 cm di diametro, anteriore all'esofago (fig. 23.7a). Essa è sostenuta da 16-20 anelli a forma di C di cartilagine ialina, alcuni dei quali si possono palpare tra la laringe e lo sterno. Il rivestimento interno della trachea è costituito da un epitelio colonnare pseudostratificato composto principalmente da cellule caliciformi mucosecerneti, da cellule ciliate e da piccole cellule staminali basali (figg. 23.7b e 23.8). Il muco intrappola le particelle inalate, ed il movimento delle ciglia verso l'alto spinge i detriti ed il muco stesso verso la faringe, dove vengono ingeriti. Questo meccanismo di rimozione dei detriti è chiamato **scala mobile mucociliare**.

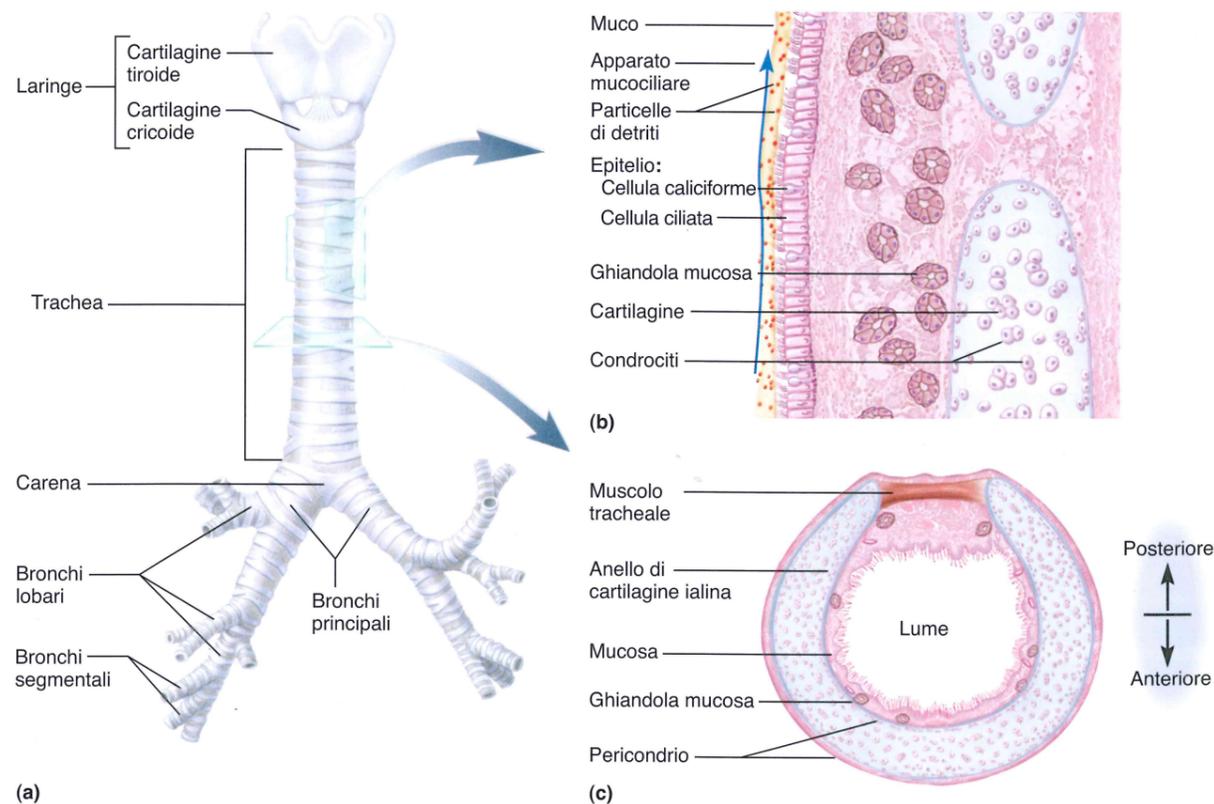
Il tessuto connettivo sottostante l'epitelio tracheale contiene noduli linfatici, ghiandole mucose e sierose, e le cartilagini tracheali. Come la spirale metallica del tubo flessibile di un aspirapolvere, gli anelli della cartilagine rinforzano la trachea ed evitano che collassi

durante l'inspirazione. Il vocabolo *trachea* si riferisce alla struttura irregolare e increspata dovuta a questi anelli cartilaginei. La parte aperta della C è rivolta posteriormente e lascia spazio perché l'esofago possa dilatarsi quando passa il cibo deglutito. Lo spazio è riempito da tessuto muscolare liscio chiamato **muscolo tracheale** (fig. 23.7c). La contrazione o il rilassamento di questo muscolo restringe o allarga la trachea per adattare il flusso dell'aria alle condizioni di riposo o di sforzo fisico. Lo strato più esterno della trachea, chiamato **avventizia**, è tessuto connettivo fibroso che si fonde con l'avventizia di altri organi del mediastino.

A livello dell'angolo sternale, la trachea si biforca a formare il bronco principale di destra e di sinistra. La cartilagine tracheale più bassa ha una cresta mediana interna chiamata **carena**, che dirige il flusso d'aria verso destra e sinistra (vedi fig. 23.5b). I bronchi sono trattati in seguito nella sezione dedicata all'**albero bronchiale** dei polmoni.

## Polmoni

Il **polmone** (fig. 23.9) è un organo di forma conica, con un'ampia base concava che poggia sul diaframma e un vertice smussato chiamato **apice** che sporge leggermente al di sopra della clavicola. L'ampia **faccia costale** è a contatto con la gabbia toracica, e la **faccia**



**Figura 23.7** Anatomia del tratto respiratorio inferiore. (a) Visione anteriore. (b) Sezione longitudinale della trachea che mostra l'azione del sistema mucociliare. (c) Sezione trasversale della trachea che mostra gli anelli cartilaginei a forma di C.



**Figura 23.8** L'epitelio tracheale mostra cellule ciliate e cellule caliciformi non ciliate (MES). Le piccole estroflessioni sulle cellule caliciformi sono microvilli.

• Qual è la funzione delle cellule caliciformi?

**mediastinica** più piccola e concava volge medialmente. La faccia mediastinica presenta una fessura chiamata **ilo** attraverso la quale il polmone riceve il bronco principale, i vasi sanguigni e linfatici e i nervi. Tali strutture costituiscono la **radice** del polmone.

I polmoni sono circondati dai visceri adiacenti, non occupano tutta la gabbia toracica e non sono simmetrici. Inferiormente ai pol-

## APPROFONDIMENTO

23.1

### Tracheostomia

L'importanza funzionale della cavità nasale diventa particolarmente evidente quando questa è bypassata. Se le vie respiratorie superiori sono ostruite, può essere necessario fare una temporanea apertura nella trachea inferiormente alla laringe e inserire un tubo per permettere il passaggio dell'aria, una procedura questa chiamata tracheostomia. Ciò impedisce l'asfissia, ma l'aria inalata bypassa la cavità nasale e quindi non è umidificata. Se l'apertura rimane per lungo tempo, le mucose delle vie respiratorie si asciugano e diventano incrostate, interferendo così con la clearance del tratto respiratorio ad opera del muco e promuovendo le infezioni. Quando un paziente dev'essere ventilato e l'aria è introdotta direttamente nella trachea, l'aria dev'essere filtrata e umidificata dall'apparecchio utilizzato, per evitare danni alle vie respiratorie.

moni e al diaframma, molto spazio all'interno della gabbia toracica è occupato dal fegato, dalla milza e dallo stomaco (vedi fig. A.5, p. 335). Il polmone destro è più corto del sinistro, per la presenza a destra del fegato. Il polmone sinistro, anche se più alto, è più stretto di quello destro, perché il cuore si inclina verso sinistra e occupa più spazio su questo lato del mediastino. Sulla faccia mediale, il polmone sinistro presenta un'incisura chiamata **impronta cardiaca** in cui il cuore preme contro il polmone (fig. 23.9a); parte di questa è visibile anteriormente come un'**incisura cardiaca** a forma di semiluna nel margine del polmone. Il polmone destro ha tre lobi: **superiore, medio ed inferiore**. Un solco profondo chiamato **scissura orizzontale** separa i lobi superiore e medio, e una **scissura obliqua** separa i lobi medio e inferiore. Il polmone sinistro ha solo un lobo superiore ed uno inferiore e un'unica scissura obliqua.

### L'albero bronchiale

Ogni polmone ha un sistema ramificato di conduzione dell'aria chiamato albero bronchiale, che si estende dal **bronco principale** fino ai **bronchioli terminali**. Derivante dalla biforcazione della trachea, il **bronco principale** destro ha una lunghezza di circa 2-3 centimetri. Esso è più ampio e verticale rispetto al bronco sinistro; di conseguenza, i corpi estranei aspirati (inalati), si localizzano più spesso nel bronco destro che in quello sinistro. Poco prima di entrare nel polmone il bronco principale di destra emette un **bronco lobare superiore**. Il bronco principale ed il bronco lobare entrano insieme nell'ilo del polmone. Il bronco lobare superiore entra nel lobo superiore del polmone, mentre il bronco principale si porta un poco più avanti e si divide nel **bronco lobare medio e inferiore**, per i lobi medio e inferiore del polmone. Il bronco principale di sinistra è lungo circa 5 cm ed è più stretto e più orizzontale del destro. Entra nell'ilo del polmone sinistro prima di ramificarsi, poi emette i bronchi lobari superiore ed inferiore, per i due lobi di questo polmone.

In entrambi i polmoni, ogni bronco lobare si suddivide nei **bronchi segmentali**. Ognuno di questi ventila un'unità di tessuto polmonare funzionalmente indipendente, chiamata **segmento polmonare**. Di questi segmenti ce ne sono 10 nel polmone destro e 8 nel polmone sinistro (vedi la fotografia a p. 631).

I bronchi principali sono sostenuti, come la trachea, da anelli a forma di C di cartilagine ialina, invece i bronchi lobari e segmentali sono supportati da placche cartilaginee disposte a semiluna. Tutti i bronchi sono rivestiti da epitelio ciliato cilindrico pseudostratificato, ma le cellule divengono più piccole e l'epitelio più sottile mano a mano che si procede distalmente. La lamina propria è ricca di ghiandole mucose e noduli di linfociti (tessuto linfatico associato alla mucosa, MALT), una posizione ottimale per intercettare gli agenti patogeni delle vie respiratorie. Tutte le divisioni dell'albero bronchiale presentano una notevole quantità di tessuto connettivo elastico, che contribuisce alla retrazione che espelle l'aria dai polmoni ad ogni ciclo respiratorio. La mucosa ha anche uno strato ben sviluppato di muscolatura liscia, la *muscularis mucosae*, che si contrae o si rilassa, restringendo o dilatando le vie aeree, in modo da regolare il flusso d'aria.

I **bronchioli** sono la continuazione delle vie respiratorie che hanno perso la cartilagine di sostegno e presentano un diametro di 1 mm o anche meno. La parte del polmone ventilata da un bronchiolo è chiamata **lobulo polmonare**. L'epitelio dei bronchioli inizia come