

Atlas de Histología Vegetal y Animal

Órganos animales RESPIRATORIO

Manuel Megías, Pilar Molist, Manuel A. Pombal

Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud.

Facultad de Biología. Universidad de Vigo

(Versión: Julio 2025)

Este documento es una edición en pdf del sitio
<http://mmegias.webs.uvigo.es/inicio.html>.

Todo el contenido de este documento se distribuye bajo
la licencia Creative Commons del tipo BY-NC-SA
(Esta licencia permite modificar, ampliar, distribuir y usar
sin restricción siempre que no se use para fines comerciales,
que el resultado tenga la misma licencia y que se nombre
a los autores)

La edición de este documento se ha realizado con el software \LaTeX
(<http://www.latex-project.org/>), usando Texstudio
(www.texstudio.org/) como editor.

Contenidos

1	Introducción	1
2	Imagen; Tráquea	3
3	Imagen; Pulmón	5

1 Introducción

El aparato respiratorio es el responsable de aportar el oxígeno necesario para la respiración celular y eliminar el dióxido de carbono generado durante el metabolismo celular. Ambas moléculas son intercambiadas entre la sangre y el aire. También lleva a cabo otras funciones como aportar el aire para la emisión de sonidos, hace circular el aire sobre el epitelio olfativo de la cavidad nasal para permitir la olfacción, y también produce ciertas hormonas.

El aparato respiratorio está formado por una serie de conductos por cuyo interior circula el aire (Figura 1). Podríamos decir que empieza en la cavidad oral y nasal, puesto que ambas son vías aéreas por donde entra y sale aire. La cavidad nasal contiene el epitelio olfativo. La olfacción está muy relacionada con la respiración en los animales pulmonados y a veces el ritmo de respiración se altera para aumentar la captación y percepción de olores.

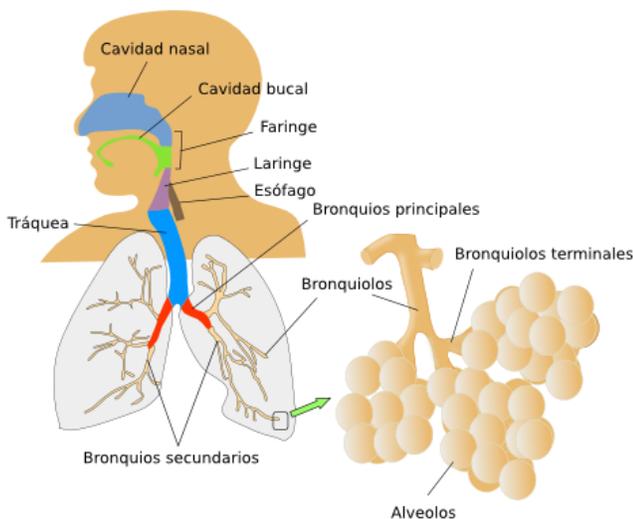


Figura 1: Esquema de los diferentes componentes del sistema respiratorio

La faringe comunica las cavidades oral y nasal con la laringe. Actúa como zona de resonancia durante la emisión de sonidos. Además de ser una estructura conductora de aire, es el órgano de la fonación, puesto que contiene las cuerdas vocales. La laringe comunica a la faringe con la tráquea.

La tráquea es una estructura tubular que empieza en la laringe y termina en la zona torácica donde se ramifica en dos conductos denominados bronquios principales o primarios. La tráquea está formada por una mucosa compuesta por epitelio pseudoestratificado ciliado y una lámina propia de tejido conectivo con muchas fibras elásticas. Más externamente está la submucosa que es tejido conectivo en el que aparecen las porciones secretoras de algunas glándulas con acinos fundamentalmente mucosos, aunque algunos son mixtos. Bajo la submucosa se encuentra cartílago hialino formando anillos incompletos que en cortes transversales (perpendiculares al eje mayor de la tráquea) aparecen en forma de semilunas. Estos anillos incompletos se distribuyen a lo largo de la tráquea. Entre los extremos de las semilunas pueden observarse células musculares. El cartílago aporta rigidez y elasticidad a la tráquea. La adventicia limita al cartílago en su parte externa.

Los bronquios principales son las dos primeras ramas de la tráquea. Éstos se ramifican a su vez en los bronquios secundarios y posteriormente en los broncopulmonares, según los lóbulos en que se divide cada pulmón. Los bronquios tienen la misma estructura histológica que la tráquea, pero cuando éstos entran en los pulmones los anillos de cartílago se sustituyen por placas irregulares de cartílago. A medida que van disminuyendo su diámetro, después de sucesivas ramificaciones, el cartílago se hace más escaso. También aumenta la capa de muscular liso. Cuando se aproximan al milímetro de diámetro el cartílago ya no se observa y entonces a los conductos se les llama bronquiolos.

Los bronquiolos dan lugar a los bronquiolos terminales, éstos a los bronquiolos respiratorios, y éstos últimos a los conductos y lagunas alveolares donde están la mayoría de los alvéolos pulmonares. En los bronquiolos se da la transición del epitelio pseudoestratificado a simple, que cambiará de simple cilíndrico a cúbico, hasta llegar a los alvéolos donde es simple plano. Las células caliciformes son muy escasas en los bronquiolos y no aparecen en los bronquiolos terminales.

Los alvéolos son la zona terminal de la cavidad aérea del aparato respiratorio. En ellos se produce el

intercambio de gases. Están formados por un epitelio simple plano y rodeados por capilares sanguíneos. Los alvéolos comunican su interior con los espacios alveolares que son cavidades formadas por los propios alvéolos, o con conductos alveolares cuyas paredes también están formadas por alvéolos. Ambas estructuras se comunican con los bronquiolos.

Epitelio respiratorio

El epitelio respiratorio recubre todos los tractos respiratorios y cambia desde pseudoestratificado ciliado en la tráquea, pasando por prismático y cúbico ciliados simples, hasta simple plano en los alvéolos

Los epitelios respiratorios nos protegen de patógenos, contaminantes y alérgenos mediante varios mecanismos: la capa de mucus y su desplazamiento por los cilios, el propio glicocáliz de las células epiteliales y los complejos de unión que crean una barrera sellada. Los procesos asmáticos rompen este sellado y favorecen los procesos de invasión de patógenos o tóxicos, que de otra manera no podrían cruzar los epitelios respiratorios.

El glicocáliz se puede extender hasta 150 nm desde la superficie y está presente en todas las células epiteliales del aparato respiratorio. Las funciones son varias, desde almacenar agua para mantener el mucus, hasta permitir que el mucus no se apelmace y así pueda ser movido por los cilios. El glicocáliz físicamente bloquea partículas mayores que unos 100 nm de tamaño, incluyendo bacterias y muchos virus. Sin embargo, su función es todavía debatida.

El mucus liberado en la superficie del epitelio respiratorio tiene una función protectora y defensiva clara. El mucus forma una capa que se desplaza constantemente hacia la parte de la cavidad oral por la acción de los cilios de las células epiteliales. De esta manera sólo las moléculas muy pequeñas pueden atravesar esta capa, y las más grandes son arrastradas hacia afuera. Protege frente a patógenos y partículas potencialmente peligrosas. Está formado por agua, sales, lípidos y proteínas. Las propiedades de viscosidad, adhesividad y elasticidad dependen de las mucinas, proteínas que se liberan y quedan libres o quedan adheridas al glicocáliz. Hay 21 diferentes. Son secretadas por las células caliciformes o por las glándulas que se encuentran en los conductos respiratorios.

Los epitelios respiratorios tienen otra manera de proteger frente a patógenos, y es mediante la liberación de lisozimas, transferrinas y péptidos antimicrobianos. Las lisozimas pueden ser liberadas por las células serosas de las glándulas serosas y atacan a las bacterias. La transferrina liberada elimina el hierro, que es necesario para la proliferación bacteriana. El epitelio es capaz también de translocar inmunoglobulinas del tipo IgM e IgA.

2 Imagen; Tráquea

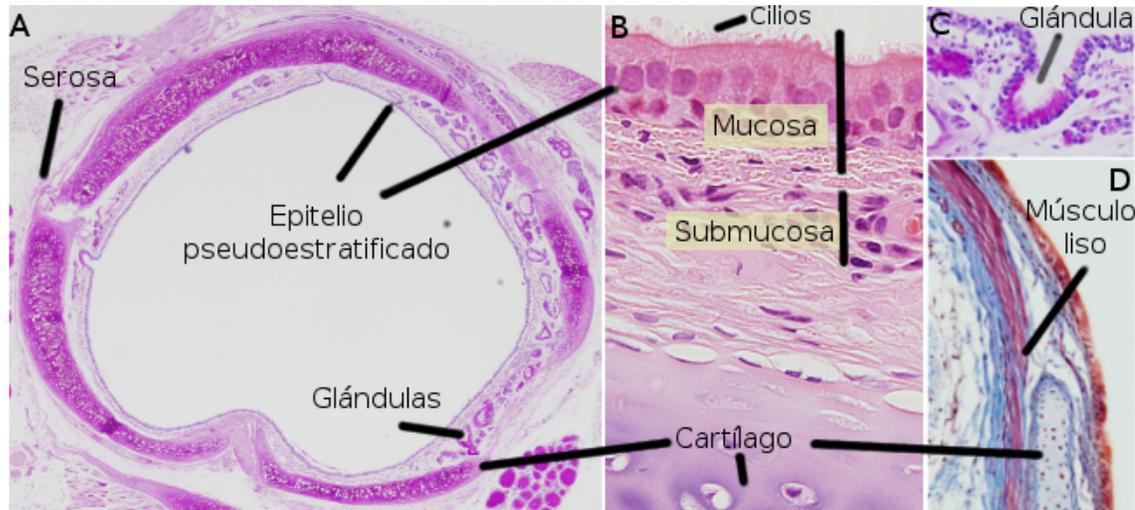


Figura 2: Órgano: respiratorio. Especie: A, B, C: rata (*Rattus norvegicus*); D: conejo (*Oryctolagus cuniculus*). Técnica: secciones de parafina teñidas con A y C) PAS-hematoxilina; B) hematoxilina-eosina; D) Van Gieson.

La tráquea es el conducto que comunica la laringe con los bronquios primarios, permitiendo el paso del aire desde el exterior a los pulmones. En humanos mide de 10 a 15 cm de longitud y unos 2,5 cm de diámetro. Histológicamente está formada por mucosa, submucosa, capa cartilaginosa y adventicia. La mucosa está formada por un epitelio pseudoestratificado ciliado, el cual posee tres tipos principales de células: ciliadas, mucosas y basales. Las ciliadas son las más abundantes y cada una de ellas tiene más de 200 cilios, los cuales desplazan la capa de moco que cubre la superficie, y cualquier partícula que haya en esta capa, hacia la laringe. Por tanto, se encargan de limpiar los pulmones de partículas que entran durante la respiración. Las células caliciformes o mucosas se encargan de segregar la capa de moco que recubre la superficie de los conductos respiratorios. Las células basales actúan como células de reserva, a partir de las cuales se reemplazan las células del epitelio que van muriendo. Existen otros tipos de células mucho menos frecuentes en el epitelio traqueal, como son las células en cepillo y las células de granos pequeños; las primeras son receptores y las segundas productoras de hormonas.

Bajo el epitelio se sitúa una lámina basal más gruesa que en otros tipos de epitelios.

La lámina propia de la mucosa está formada por conectivo laxo, con una gran cantidad de células. Es frecuente ver linfocitos y otras células del sistema inmune. También se observa abundante tejido linfático. El límite entre la mucosa y la submucosa se puede apreciar a veces porque es una lámina con abundancia de fibras elásticas, aunque hay que usar tinciones específicas para ponerla de manifiesto.

La submucosa, al contrario que en otros órganos, es conectivo laxo, con un aspecto similar al de la lámina propia de la mucosa. Por ello es difícil distinguir el límite entre mucosa y submucosa. En esta última se encuentran los vasos sanguíneos y linfáticos principales, así como las porciones secretoras de algunas glándulas mucosas y mixtas.

El cartílago de la tráquea está formado por anillos incompletos en forma de C. La abertura de dicho anillo está situada en la parte posterior de la tráquea. En humanos hay de 16 a 20 de estas medias lunas. Permiten que la tráquea sea flexible y además impiden que se oblitere el canal aéreo. El tipo de

cartílago es hialino. En la zona incompleta del anillo de cartílago se suele encontrar músculo liso dispuesto de forma transversal, aunque en algunas puede tener orientación longitudinal.

La adventicia es la capa más externa y recubre la parte externa de los anillos incompletos cartilagosos. Es tejido conectivo que puede contener tejido adiposo.

Durante el desarrollo embrionario, la tráquea es el primer elemento de los conductos respiratorios en formarse a partir del endodermo. Por ramificación progresiva dará lugar al resto de conductos como los bronquios, bronquiolos, etcétera.

3 Imagen; Pulmón

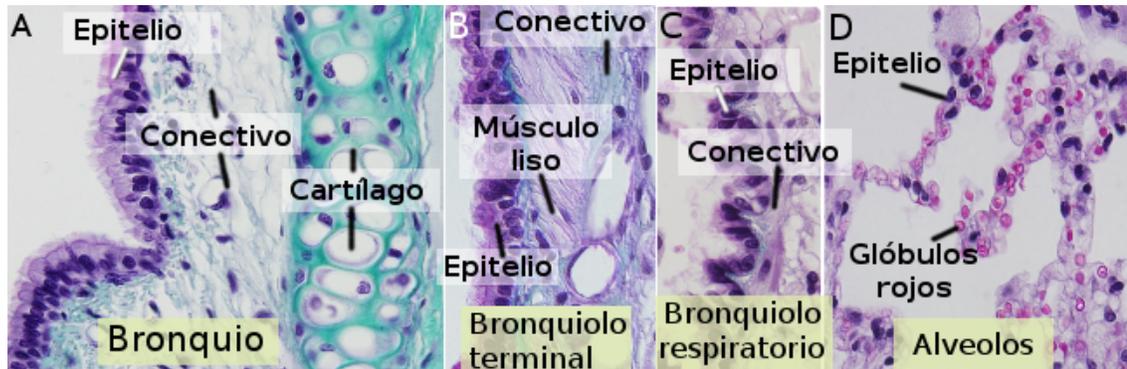


Figura 3: Órgano: pulmón. Especie: rata (*Rattus norvegicus*). Técnica: secciones de parafina teñidas con tricrómico de Van Gieson.

La tráquea se ramifica en los bronquios primarios, los cuales conducen el aire a cada uno de los pulmones. En cada pulmón los bronquios primarios se dividen en bronquios secundarios. El número de bronquios secundarios coincide en humanos con el número de lóbulos que posee cada pulmón, dos el izquierdo y tres el derecho. La estructura histológica de los bronquios es similar a la de la tráquea, pero a medida que se van ramificando, va desapareciendo progresivamente el cartílago: las semilunas se convierten en placas dispersas y luego desaparece. Además, el músculo liso es más patente y llega a ser una capa más visible que separa a la mucosa de la submucosa. El epitelio, que es pseudoestratificado cilíndrico ciliado en los bronquios de mayor calibre, al igual que en la tráquea, se convierte en pseudoestratificado cúbico, y con un espesor cada vez menor. Posee los tres tipos principales de células: ciliadas, mucosas y basales. Cuando el cartílago, las glándulas mucosas y las células caliciformes desaparecen y el músculo liso se hace también más escaso, aunque aún visible, los conductos entonces tienen un diámetro de aproximadamente 1 mm. A estos conductos se les denomina bronquiolos.

Los bronquiolos no presentan cartílago, ni glándulas y, aunque los de mayor calibre tienen un epitelio pseudoestratificado cilíndrico ciliado, a medida que van disminuyendo su calibre, el epitelio se transforma en simple cilíndrico y posteriormente en

simple cúbico. Los tipos celulares son células club secretoras ciliadas, neuroendocrinas y células mucosas, que son las más abundantes. En todos los bronquiolos existe una capa de músculo liso bien patente. Los bronquiolos de mayor calibre se denominan terminales y los menor calibre son los bronquiolos respiratorios, los cuales tienen en sus paredes expansiones muy delgadas que forman oquedades denominadas alvéolos pulmonares (Figuras 1 y 2).

Los alveolos son los lugares donde se produce el intercambio de gases entre la sangre y el aire. Son cavidades revestidas de un epitelio simple plano que aumentan enormemente la superficie de contacto con el aire. El epitelio alveolar contiene los pneumocitos I escamosos y II cuboidales. En los alveolos, una subpoblación de pneumocitos II son los encargados de regenerar tanto los pneumocitos tipo I como los tipo II. Los neumocitos tipo II de los alveolos pulmonares liberan una sustancia surfactante que previene el colapso de los alvéolos pulmonares. Esta sustancia es fundamentalmente lipídica con algunas proteínas. Cada alveolo está rodeado por un entramado capilar, de modo que la distancia entre los glóbulos rojos y el aire es muy escasa, favoreciendo el intercambio de gases. En humanos se estima que hay entre 150 y 250 millones de alveolos. A veces varios alveolos forman conductos alveolares, que son expansiones de los bronquiolos respiratorios constituidos por numerosos alveolos asociados. Al final de los bronquiolos respi-

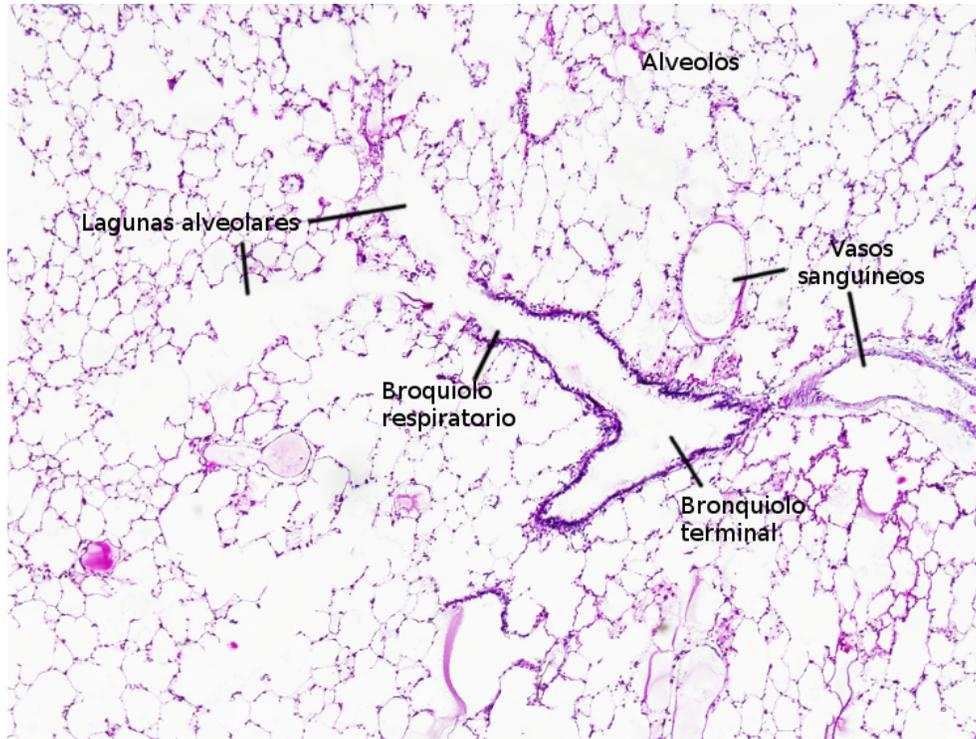


Figura 4: Aspecto general de un pulmón de rata. La mayor parte del tejido está formado por alveolos, aunque también se aprecian bronquiolos terminales, bronquiolos y vasos sanguíneos. En este caso no se observan los glóbulos rojos porque el animal está perfundido.

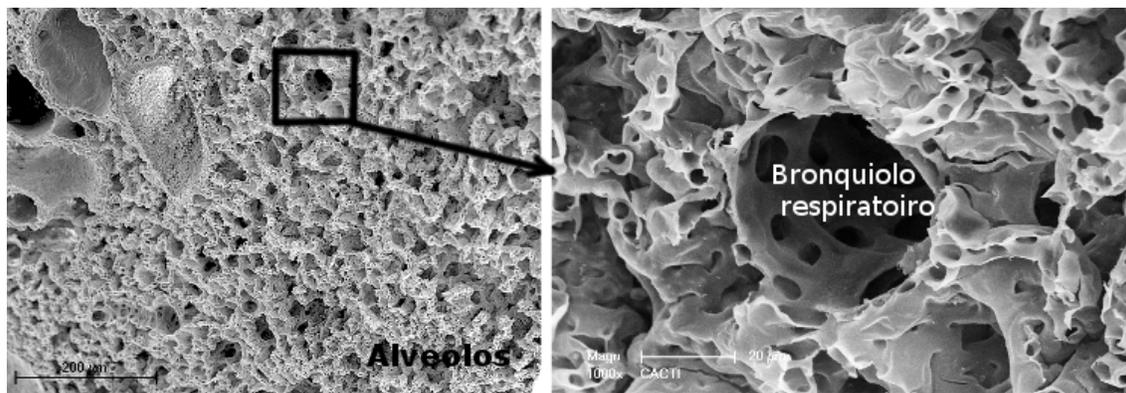


Figura 5: Imágenes tomadas con el microscopio electrónico de barrido. La mayoría del tejido está formada por alveolos. En la imagen de la derecha se observa a mayor aumento un bronquiolo terminal en la parte en que comunica con las cavidades alveolares.

ratorios se suelen formar lagunas alveolares, espacios abiertos a donde se abren numerosos alveolos.