

## Tema 04 – Aparato respiratorio

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intercambio de gases, respiración externa               <ul style="list-style-type: none"> <li>- O<sub>2</sub> /CO<sub>2</sub></li> </ul> </li> <li>• Acondicionamiento del aire inspirado               <ul style="list-style-type: none"> <li>- temperatura, humedad</li> <li>- depuración: partículas, gérmenes</li> </ul> </li> </ul> <p>Porción conductora</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vías aéreas superiores               <ul style="list-style-type: none"> <li>- fosas nasales, senos paranasales, faringe, laringe</li> </ul> </li> <li>• Vías aéreas inferiores               <ul style="list-style-type: none"> <li>- tráquea, bronquios, bronquiolos</li> </ul> </li> </ul> <p>Porción respiratoria</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bronquiolos respiratorios</li> <li>- conductos alveolares</li> <li>- sacos alveolares</li> <li>- alveolos</li> </ul> <p><b>MUCOSA RESPIRATORIA</b></p> <p><b>Epitelio + lámina propia</b></p> <p><b>Lámina propia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conjuntivo laxo               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Glándulas seromucosas</li> <li>- Cúmulos linfoides en determinadas zonas</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Epitelio respiratorio</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pseudoestratificado cilíndrico</li> <li>• Células ciliadas, células caliciformes y células basales; otras células minoritarias</li> </ul> <p><b>1. Células ciliadas (aprox. 1/3)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cilíndricas, núcleo a altura variable</li> <li>- Cinetocilios (9 + 2)</li> </ul> <p><b>2. Células caliciformes (aprox. 1/3)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Forma de copa, núcleo basal, comprimido</li> <li>- Citoplasma pálido</li> <li>- Vesículas con mucígeno</li> </ul> <p><b>3. Células basales de reserva (aprox. 1/3)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Piramidales – redondeadas, pocas organelas</li> <li>- Núcleos forman hilera cerca de membrana basal</li> <li>- Células madre</li> </ul> <p><b>4. Células con borde en cepillo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cilíndricas, estrechas, microvellosidades romas y gruesas</li> <li>- Probable función sensorial</li> </ul> <p><b>5. Células neuroendocrinas (SNED) o de Kulchitsky</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basales, citoplasma pálido, pequeños gránulos de secreción (serotonina, bombesina, etc.)</li> <li>- Cúmulos forman cuerpos neuroepiteliales (quimiorrecepción O<sub>2</sub>)</li> </ul> <p><b>Células intermedias</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inmaduras</li> </ul> <p><b>FOSAS NAALES</b></p> <p>Vestíbulo, contacto con el exterior</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Epitelio plano estratificado → epitelio respiratorio</li> <li>• Porción más anterior: vibras, gl. sebáceas</li> <li>• Plexo venoso, cartílago hialino</li> </ul> <p>Cavidad nasal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mucosa nasal               <ul style="list-style-type: none"> <li>- sobre tejido óseo de los cornetes y óseo y cartilaginosa del tabique</li> </ul> </li> <li>• Epitelio respiratorio. Membrana basal gruesa               <ul style="list-style-type: none"> <li>- glándulas mucosas intraepiteliales</li> <li>- movimiento ciliar hacia faringe</li> </ul> </li> <li>• Lámina propia muy vascularizada               <ul style="list-style-type: none"> <li>- alto contenido en fibras elásticas</li> <li>- glándulas seromucosas</li> <li>- linfocitos, plasmocitos, mastocitos, macrófagos</li> <li>- melanocitos</li> </ul> </li> </ul> <p><b>MUCOSA OLFATORIA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zona especializada de la mucosa nasal</li> <li>• En el techo de la cavidad nasal; aprox. 500mm<sup>2</sup></li> <li>• Lámina propia continua con periostio</li> </ul> <p>Epitelio olfatorio, pseudoestratificado cilíndrico</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Células sensoriales olfatorias               <ul style="list-style-type: none"> <li>- bipolares</li> <li>- extremo dendrita dilatado (vesícula olfatoria)</li> <li>- cilios inmóviles, con receptores de membrana</li> <li>- axón amielínico; filetes olfatorios</li> </ul> </li> <li>• Células de sostén, sustentaculares               <ul style="list-style-type: none"> <li>- microvellosidades; lipofuscina</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Células basales pequeñas y cúbicas               <ul style="list-style-type: none"> <li>- reemplazo de sensoriales cada 30 días</li> </ul> </li> <li>• Células en cepillo</li> </ul> <p>Glándulas olfatorias o de Bowman</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Serosas, tubuloalveolares ramificadas; lipofuscina</li> <li>• “Lavar” superficie; solubilizar sustancias odoríferas</li> </ul> <p><b>SENOS PARANASALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mucosa delgada</li> <li>• Epitelio respiratorio; abundantes caliciformes</li> <li>• Escasas glándulas seromucosas</li> <li>• Lámina propia continua con periostio</li> <li>• Comunicación con cavidad nasal</li> <li>• Batido ciliar hacia cavidad nasal</li> </ul> <p><b>FARINGE Y LARINGE</b></p> <p>Faringe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nasofaringe: epitelio respiratorio</li> <li>• Orofaringe, laringofaringe               <ul style="list-style-type: none"> <li>- epitelio plano estratificado no queratinizado</li> </ul> </li> </ul> <p>Cúmulos linfoides: amígdalas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• anillo linfático de Waldeyer</li> </ul> <p>Laringe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mucosa; Submucosa; Cartílago; Muscular</li> <li>• Epiglotis. Cuerdas vocales.</li> </ul> <p><b>TRÁQUEA</b></p> <p>Tubo 10 x 2'5cm</p> <p>Mucosa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Epitelio respiratorio</li> <li>- “Membrana” elástica entre mucosa y submucosa</li> </ul> <p>Submucosa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Conjuntivo relativamente laxo; BALT</li> <li>- Glándulas traqueales seromucosas</li> </ul> <p>Cartilaginosa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 16 – 20 anillos incompletos cartílago hialino               <ul style="list-style-type: none"> <li>- cerrados por músculo liso</li> <li>- unidos entre sí por tejido fibroelástico (ligamentos anulares)</li> </ul> </li> </ul> <p>Adventicia</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conectivo laxo, adipocitos</li> </ul> <p><b>BRONQUIOS PRINCIPALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 – 14mm de diámetro</li> <li>• Estructura similar a la tráquea</li> </ul> <p><b>Mucosa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Epitelio respiratorio</li> <li>• Lámina propia: laxo, elevado contenido de fibras elásticas</li> <li>• BALT</li> </ul> <p><b>Capa muscular</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fibras musculares lisas, disposición tubular               <ul style="list-style-type: none"> <li>- frecuentemente, haces helicoidales</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Submucosa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conjuntivo laxo</li> <li>• Glándulas seromucosas (en las regiones donde hay cartílago)</li> </ul> <p><b>Capa cartilaginosa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Placas irregulares</li> <li>• Tejido conjuntivo, alto contenido de fibras elásticas</li> </ul> <p><b>Adventicia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tejido conjuntivo, densidad moderada</li> </ul> <p><b>BRONQUIOS → BRONQUIOLOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de la altura del epitelio               <ul style="list-style-type: none"> <li>- muchas células ciliadas; pocas células caliciformes</li> </ul> </li> <li>• pocas glándulas</li> <li>• Placas cartilaginosas de menor tamaño               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto contenido de fibras de músculo liso</li> <li>- desaparecen en los bronquios de 1 mm de diámetro</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Bronquiolos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.3 – 1 mm de diámetro</li> <li>• Epitelio respiratorio → cilíndrico simple               <ul style="list-style-type: none"> <li>- células ciliadas; células de Clara</li> <li>- escasas células neuroendocrinas y en cepillo</li> <li>- cuerpos neuroepiteliales en las ramificaciones</li> <li>- sin caliciformes</li> </ul> </li> <li>• Lámina propia delgada</li> <li>• Capa relativamente gruesa de fibras musculares</li> <li>• Sin glándulas</li> <li>• Sin placas cartilaginosas</li> </ul>
--	---

**BRONQUIOLOS****Células de Clara**

- cúbicas – cilíndricas, eosinófilas
- polo apical convexo
- sin cilios

**M.E.**

- microvellosidades
- uniones ocluyentes
- RER, mitocondrias
- gránulos de secreción:
  - glucoproteína antiadhesiva
  - lipoproteína tensioactiva (aprox. surfactante)

**PORCIÓN RESPIRATORIA**

La porción conductora acaba en los bronquiolos terminales.

La porción respiratoria está compuesta por los:

- Bronquiolos respiratorios
- Conductos alveolares
- Sacos alveolares
- Alveolos

**BRONQUIOLOS RESPIRATORIOS**

- Continuación del bronquiolo terminal
- Región de transición
  - vías respiratorias / espacio alveolar
- Tubos cortos (1 – 2 mm; 0'15 – 0'2 mm de diámetro)
- Paredes interrumpidas por alveolos
- Epitelio prismático bajo / cúbico, simple
  - células ciliadas; células de Clara; pocas células en cepillo; neumocitos II
- Tejido conjuntivo con fibras elásticas; haces de fibras de músculo liso

**CONDUCTOS Y SACOS ALVEOLARES****Conductos alveolares**

- Largos, tortuosos
- Paredes cubiertas de alveolos
- Prácticamente sin pared propia
  - bordes de los tabiques entre alveolos contiguos (rodetes alveolares)
    - células epiteliales bronquiolares
    - haces finos de fibras musculares lisas
    - fibras elásticas

**Sacos alveolares**

- Grupo de alveolos
- En el extremo final ciego del conducto alveolar
- Sin músculo liso

**ALVEOLOS**

**Unidad funcional – estructural** del sistema respiratorio

- Pequeñas evaginaciones poliédricas
  - 200 – 300  $\mu\text{m}$  de diámetro
  - $\sim 150 - 200 \times 10^6$  alveolos / pulmón;  $\sim 75\text{m}^2$
- En bronquiolos respiratorios, conductos y sacos alveolares
- Canales de Lambert: comunicación colateral directa con bronquiolo respiratorio o terminal.

Pared alveolar

- Epitelio alveolar a ambos lados
  - neumocitos tipo I y tipo II
- Tejido conjuntivo
  - muchos capilares continuos
  - fibras elásticas, colágeno
  - fibroblastos, macrófagos, mastocitos, plasmocitos, linfocitos
- Poros alveolares (de Kohn)
  - conexión de alveolos contiguos

**NEUMOCITOS TIPO I**

- Células alveolares pavimentosas
- 40% de las células alveolares
- Cubren  $\sim 95\%$  de la superficie alveolar
- Sin capacidad de dividirse
- Células aplanadas, poligonales ( $\sim 0'1 \mu\text{m}$  espesor en periferia)
  - núcleo central grande, aplanado
  - citoplasma pálido
  - escasos orgánulos
  - vesículas de pinocitosis
  - zónula ocludens

**NEUMOCITOS TIPO II**

- Células alveolares grandes, “de los tabiques”
- 60% de las células alveolares
- Cubren el 5% de la superficie alveolar
- 2 – 3, próximas zona contacto entre tabiques
- Pueden dividirse y generar neumocitos tipo I
- Células cúbicas
  - núcleo central grande, redondeado
  - superficie apical redondeada
  - microvellosidades
  - complejos de unión
  - RER y Golgi desarrollados
  - cuerpos multilaminares
    - láminas internas concéntricas
    - fosfolípidos y proteínas: surfactante

**MACRÓFAGOS ALVEOLARES**

- Sistema monocito – macrófago
- En la luz de los alveolos
  - células del polvo
  - células de la insuficiencia cardíaca
- Fagocitosis
  - partículas
  - surfactante

M.O.

- aspecto espumoso
- vacuolas de heterofagocitosis

MET

- filopodios, lamelipodios
- lisosomas

- Pueden
  - migrar hacia bronquiolos  $\rightarrow$  moco
  - atravesar el epitelio  $\rightarrow$  conjuntivo

**BARRERA HEMATÓ – AÉREA**

Componentes a través de los cuales se produce el paso de los gases

- Aire alveolar
- Surfactante pulmonar
- Neumocito I
- Membranas basales fusionadas
- Célula endotelial del capilar continuo
- Plasma sanguíneo
- Membrana del eritrocito

Grosor tabique: 0'6 – 2'2  $\mu\text{m}$

**PLEURA**

Pulmón

- Cavidad torácica
- Revestido por la pleura, visceral y parietal
- Cavidad pleural entre ambas (líquido pleural)

Pleura parietal

- Epitelio plano simple (mesotelio)
- Tejido conjuntivo, abundantes capilares sanguíneos y linfáticos

Pleura visceral

- Epitelio plano simple (mesotelio)
- Fibras de colágeno en dos capas, dispuestas en ángulo recto
- muchas fibras elásticas