

## L'APPAREIL RESPIRATOIRE

### I- INTRODUCTION :

L'appareil respiratoire assure les échanges gazeux entre le sang et l'air ambiant c'est le processus de l'hématose.

L'appareil respiratoire est constitué par :

- Les voies aérophores.
- Les poumons.
- Les plèvres.

Les poumons au nombre de deux sont des organes à structure spongieuse alvéolaire dans laquelle s'effectuent les échanges alvéolo-capillaire, ils sont entourés de deux feuillets pleuraux viscéral et pariétal.

#### Sur le plan embryologique :

- Le revêtement épithélial et les glandes sont d'origine entoblastique.
- Le tissu conjonctif et le cartilage sont d'origine mésenchymateuse.
- L'origine des fosses nasales est partiellement ectoblastique.

**Sur le plan histologique :** la paroi de l'appareil respiratoire est tapissée dans sa majeure partie d'une muqueuse respiratoire faite d'un épithélium pseudo stratifié cilié reposant sur un chorion. Outre l'hématose, l'appareil respiratoire assure la défense de l'organisme et il renferme les éléments du système endocrinien diffus (APTUD).

### II- STRUCTURE HISTOLOGIQUE DE LA MUQUEUSE RESPIRATOIRE :

**A- L'épithélium respiratoire :** Il est prismatique pseudo stratifié cilié, il repose sur une membrane basale et il formé par plusieurs type cellulaires .

#### **1/ Cellules ciliées :**

##### ★ En microscopie optique :

- Ce sont des cellules prismatiques et les plus nombreuses.
- Leur noyau est situé à la partie moyenne.
- Leur pole apical recouvert par le mucus bronchique porte des microvillosités dans l'intervalle des cils vibratiles.
- Les mitochondries sont abondantes et apportent de l'énergie nécessaire aux battements ciliaires.

##### ★ En microscopie électronique :

- Leur noyau est central.
- Dans le pôle apical sont alignés les corpuscules basaux (partie immobile des cils).

- Les cils sont des expansions cytoplasmiques capables de ramener vers le haut tout ce qui est retenu par le mucus.

L'ensemble des cils constitue le tapis ciliaire.

- L'appareil de Golgi, mitochondries et lysosome occupent la zone supra- nucléaire.

## **2/ Cellules caliciformes :** (Cellules à pôle muqueux ouvert) :

### ★ En microscopie optique :

- Elles sont dispersées isolément entre les cellules ciliées.
- Elles sont cinq fois moins nombreuses.
- Leur noyau est basal.

### ★ En microscopie électronique :

- L'appareil de Golgi bien développé est supra nucléaire.
- Le pôle apical est occupé par de volumineuses gouttelettes de mucus limitées par une membrane, ces dernières tendent à fusionner et finissent par être expulsées, le pôle apical se reconstitue ensuite.

Grâce à leur sécrétion recouvrant les formations ciliaires, elles forment le tapis muqueux.

- Le réticulum endoplasmique très développé occupe la partie basale.

## **3/ Cellules en brosse :**

- Elles ne sont identifiables qu'en microscopie électronique.
- Ce sont des cellules immatures destinées à devenir soit ciliées, soit caliciformes, d'autres nettement distinctes sont en rapport avec une terminaison nerveuse.
- Leur pôle apical porte de nombreuses microvillosités égales et régulières. Chaque microvillosité est axée de faisceaux de micro filaments qui se prolongent dans le cytoplasme.
- Leur cytoplasme est dépourvu de grains de sécrétion.
- Elles sont riches en réticulum endoplasmique lisse et en glycogène.

## **4/ Cellules basales :**

- C'est la population cellulaire de réserve et de renouvellement.
- Ce sont des cellules de petites tailles.
- Elles sont situées à la partie profonde de l'épithélium.
- Leur pôle apical n'atteint pas la lumière.

## **5/ Cellules argentaffines :**

(Les cellules argentaffines et chromaffines font parties de l'APTUD)

- Elles sont rares, mises en évidence par imprégnation argentique.
- Elles sont isolées en petits groupes contre la basale.
- Elles sont pourvues de granules de sécrétion de type endocrine limitées par une membrane avec un centre dense entouré d'un halo clair, elles sont orientées vers la basale.

**B- Le chorion** : Il est mince, riche en fibres élastiques, il contient des vaisseaux, des formations lymphoïdes et quelques glandes.

### III- STRUCTURES DES VOIES AEROPHORES :

#### A- Voies aérophores supérieures :

##### 1) Les fosses nasales :

La cavité nasale comprend :

- Le vestibule : partie la plus antérieure revêtue d'un épithélium pavimenteux stratifié kératinisé comportant des poils (vibrisses) servant à empêcher la pénétration des particules étrangères dans l'air inhalé.
- Les fosses nasales proprement dites : elles s'ouvrent dans le rhinopharynx par les choanes (orifices) et elles sont maintenues béantes par la charpente osseuse de la face et le cartilage hyalin, les fosses nasales sont séparées par un septum osseux (le septum nasal) qui porte 3 projections osseuses (cornet supérieure, cornet moyen et cornet inférieur).

##### 2) Le sinus de la face :

Ce sont des cavités creusées dans les os de la face, elles sont tapissées d'une muqueuse de type respiratoires pauvres en glandes.

**Structure histologique** : les fosses nasales sont tapissées d'une muqueuse respiratoire sauf à la partie supérieure où la muqueuse est une muqueuse olfactive (spécialisée).

La muqueuse respiratoire est faite par :

- un épithélium respiratoire riche en cellules caliciformes (2-3 cellules caliciformes/ 5 cellules ciliées).
  - un chorion :
- Riche en fibres élastiques.
  - Glandes séro-muqueuses.
  - Réseau capillaire dense avec des anastomoses artério- veineuses, un dispositif veineux en nappe. Le système vasculaire particulier fonctionne comme un radiateur de chaleur et réchauffe l'air inspiré.
  - Formation lymphoïde, infiltrât leucocytaire (macrophages, granulocytes neutrophiles et éosinophiles particulièrement abondant chez les sujets allergiques)

##### 3) Le rhinopharynx : le pharynx est un carrefour aéro-digestif.

Le naso-pharynx est tapissé d'une muqueuse respiratoire (épithélium pseudo- stratifié cilié) qui se continue par une muqueuse de type buccal (épithélium pavimenteux stratifié non kératinisé) au niveau de l'oropharynx.

#### 4) Le larynx :

C'est un segment court (5cm) des voies aériennes supérieures, il est situé en regard du quatrième, cinquième et sixième vertèbres cervicales, il relie le nasopharynx à la trachée et il renferme l'organe de phonation dont le développement est plus rapide chez le garçon pendant la puberté. Il est volumineux chez l'homme par rapport à la femme.

Contrairement aux autres organes, l'étude histologique se fait de l'extérieur vers l'intérieur.

**Structure histologique** : Le larynx comporte :

- Un squelette cartilagineux.
- Un plan conjonctif.
- Une muqueuse.

1) **Le squelette cartilagineux** : Il comprend 5 pièces cartilagineuses principales maintenant la béance de la lumière.

- a. **Les cartilages de type hyalin** : Le cartilage cricoïde, l'aryténoïde et le thyroïde.
- b. **Le cartilage de type élastique** : L'épiglotte c'est une expansion qui surmonte le larynx et empêche la pénétration des aliments et des liquides dans les voies aériennes, en cas de pénétration accidentelle ceux-ci seront expulsés par un réflexe de toux.

2) **La musculature striée** : donc volontaire, elle est située :

- Soit en dehors des pièces cartilagineuses et agissant directement sur elles (muscles extrinsèques).
- Soit entre la muqueuse laryngée et agissant directement sur les cordes vocales (muscles intrinsèques).

3) **Le plan conjonctif** : C'est un tissu conjonctif fibro-élastique dense qui permet d'unir le chorion au cartilage. En dehors des cordes vocales, c'est un tissu conjonctif lâche qui peut devenir le siège d'oedème aux conséquences graves.

4) **La muqueuse** : Elle est faite d'un :

- épithélium de type respiratoire (pseudo stratifié cilié) sauf au niveau de l'épiglotte et les vraies cordes vocales.
- chorion : C'est un tissu conjonctif lâche riche en fibres élastiques.

**Les particularités régionales** :

**L'épiglotte** : C'est une expansion laryngée du carrefour aérodigestif empêchant le passage des aliments lors de la déglutition (fausses routes).

L'épiglotte est une lame cartilagineuse élastique recouverte par un épithélium malpighien non kératinisé sur la face lingual.

Un épithélium pseudo-stratifié cilié sur la face laryngée.

Les cordes vocales : Deux replis de la muqueuse se forment :

**La paire supérieure** : constitue les fausses cordes vocales, ce sont des saillies conjonctives qui s'étendent du cartilage thyroïde à la face antérieure du cartilage aryténoïde correspondant, elles sont recouvertes par une muqueuse de type respiratoire renfermant des glandes sero-muqueuse.

**La paire inférieure** : constituent les vraies cordes vocales, elles sont formées intérieurement de faisceaux de fibres élastiques (Ligaments vocaux) qui s'étendent du cartilage thyroïde à l'apophyse interne du cartilage aryténoïde correspondant.

Ces ligaments vocaux sont recouverts par une muqueuse de type buccal. De part et d'autres de ces ligaments s'étendent des faisceaux de cellules musculaires striées.

Entre les 2 paires de replis existe une dilatation de la lumière laryngée (ventricule de Morgani) dont le chorion renferme des follicules lymphoïdes. Les cordes vraies vocales avec les cartilages aryténoïdes constituent l'organe de phonation et délimitent une fente à direction antéro-postérieure (orifice de la glotte).

## B- Voies aériennes inférieurs :

### 1) Voie aérienne extra pulmonaire :

- a. **La trachée** : C'est un conduit hémicylindrique aplati dans sa partie postérieure permettant la mobilité de l'oesophage, il se termine par une bifurcation en deux bronches souches.

Son diamètre est de 2 à 3 cm de large est de 12cm de long, muni d'un squelette cartilagineux formé de 16 à 20 anneaux incomplets en forme de fer à cheval ouvert à l'arrière

La paroi trachéale est organisée en 3 plans :

❖ La muqueuse :

Epithélium : il est de type respiratoire reposant sur une membrane basale épaisse 6 à 7 micron.  
Chorion : mince riche en fibre élastique, il contient des vaisseaux abondants et les nerfs, un infiltrât lymphoïdes et quelques glandes.

❖ La sous muqueuse : épaisse, organisée en 2 plans :

Un plan conjonctif épais, il renferme les glandes mixtes plus nombreuses au niveau de la face postérieure et dans les espaces inter cartilagineux.

Un plan fibro cartilagineux, il renferme des anneaux incomplets de cartilage hyalin réunis par le muscle trachéal (=muscle lisse), un tissu conjonctif dense riche en fibres élastiques.

- ❖ L'adventice : C'est un tissu conjonctif lâche qui se continue avec l'adventice de l'oesophage en arrière.

**b. Les bronches souches :**

Elles naissent par bifurcation de la trachée, leur calibre est de 15 mm

Leur structure est la même que celle de la trachée sauf que :

- Le calibre se réduit.
- Les cellules caliciformes tendent à régresser.
- L'anneau cartilagineux est complet.
- L'absence de glandes au niveau de la muqueuse.
- La présence de glandes réparties sur tout le pourtour de la sous muqueuse
- L'absence du muscle lisse.
- Lumière béante.

**2) Voies aériennes intra pulmonaire :**

**a. Voie aérienne extra lobulaire :**

**\* Grosse bronche :**

Le diamètre est de 10 à 15 mm.

La lumière est irrégulière.

La paroi est faite de trois couches :

- ❖ La muqueuse :

L'épithélium : est de type respiratoire, la lame basale est sinueuse.

Le chorion : est un tissu conjonctif mince bien vascularisé, dépourvu de glande, il renferme un plexus nerveux et un infiltrat lymphoïde.

- ❖ La sous muqueuse : elle est faite de 3 plans :

- le plan musculaire interne : le muscle de REISSESEN ( disposé en faisceaux) apparaît au niveau des bronches, il contrôle le diamètre de la lumière bronchique.

- le plan conjonctif moyen : renferme les glandes bronchiques séreuses et mixtes qui sont moins nombreuses

- le plan fibro cartilagineux externe : formé de pièces (fragments) cartilagineuses reliées par les faisceaux de fibres élastiques.

- ❖ La péri bronche (=adventice) :est un tissu fibro-adipeux, il contient des vaisseaux sanguins, lymphatiques et un plexus nerveux.

**\* Bronche moyenne :**

Le diamètre est entre 5 et 10 mm.

La lumière est festonnée.

L'épaisseur de la paroi diminue.

La paroi est faite de trois couches

❖ La muqueuse :

L'épithélium s'appauvrit en cellules caliciformes.

Le chorion s'amincit.

❖ La sous muqueuse :

Le plan musculaire de la sous muqueuse augmente en épaisseur.

Le plan conjonctif : le nombre de glandes augmente.

Le plan fibro-cartilagineux est formé de plaques cartilagineuses.

❖ La péri bronche : est un tissu conjonctif fibro-adipeux

**\* La petite bronche :**

Diamètre est de 1,5- 5 mm.

Lumière très festonnée.

La muqueuse : l'épithélium est de type respiratoire où le nombre de cellules caliciformes diminue encore.

Le chorion : est réduit à une lame élastique. (+Diminution de glandes et augmentation du muscle de REISSESEN).

**b. Voie aérienne intra lobulaire :**

**\* Bronchioles proprement dites :  $\varnothing = 1\text{mm}$**

→ L'épithélium : Il est de type prismatique simple caractérisé par :

- Les cellules caliciformes sont rares voir absentes.
- L'apparition des cellules en dôme (cellules de Clara) : Ce sont des cellules à noyau basal dont le pôle apical arrondi est pourvu de microvillosités, il contient les grains de sécrétion (produit tensioactif semblable au surfactant).

→ Le chorion : Il est mince, riche en fibres élastiques.

- Il est dépourvu de glandes et de formations cartilagineuses.
- Il contient des vaisseaux, fibres nerveuses, points ou follicules lymphoïde. Le muscle de Reissessen est réduit et discontinu.

\* **Les bronchioles terminales** : Leur diamètre est de 0,5mm.

L'épithélium: Il est cubique simple.

Il est caractérisé par :

- L'absence de cellules caliciformes
- La réduction du nombre des cellules ciliées.
- La présence des cellules de Clara.
- Le muscle lisse de Reissessen est réduit en quelques faisceaux.

\* **La bronchiole respiratoire** : La bronchiole terminale se continue par la bronchiole respiratoire dont la paroi est interrompue par les orifices alvéolaires.

- La paroi est faite d'un épithélium cubique simple reposant sur une membrane basale épaisse.
- Le chorion contient des cellules musculaires lisses dispersées.
- Les cellules de Clara sont rares.
- Le muscle se réduit.

\* **Le parenchyme pulmonaire ou Acinus** : = Sacs alvéolaires+canaux alvéolaires.

- ❖ **Sac alvéolaire** : Les bronchioles respiratoires s'ouvrent dans les sacs alvéolaires par le canal alvéolaire à travers l'atrium.

Chaque sac alvéolaire est constitué d'alvéoles juxtaposés séparés par des cloisons au sommet desquelles existent des reliquats de la paroi bronchiolaire sous forme de bourrelet alvéolaire (ped d'insertion).

Le bourrelet est tapissé de cellules cubiques avec quelques fibres élastiques et quelques cellules musculaires lisses

- ❖ **Les alvéoles** : Ce sont de petits sacs arrondis de 0,2-0,3 mm de diamètre, séparés par des cloisons

Ils sont faits :

- D'un épithélium
- D'une cloison inter alvéolaire.

L'épithélium : Il est de type pavimenteux simple reposant sur une lame basale continue, il est fait de deux types cellulaires :

- ★ **Le pneumocyte I** (petite cellule alvéolaire=pneumocyte membraneux) :

La surface totale de la cellule est de  $2300 \mu\text{m}^2$ .

Il comporte : une partie épaisse de 1-3  $\mu\text{m}$  où sont groupés le noyau et les organites cytoplasmiques (pour les échanges gazeux).

Un fin voile cytoplasmique étalé de 0,2  $\mu\text{m}$  d'épaisseur contenant de nombreuses vésicules de pinocytose.

- ★ Le pneumocyte II : C'est une cellule volumineuse arrondie ou pyramidale recouverte partiellement par les voiles cytoplasmiques du pneumocyte I, seule la portion apicale est libre dans la lumière alvéolaire.

Le pôle apical est hérissé de microvillosités courtes et incurvés.

Le cytoplasme contient un appareil de Golgi péri nucléaire très développés, de nombreuses vésicules, mitochondries, peroxysomes, réticulum endoplasmique et des corps lamellaires osmiophiles (grains de sécrétion du surfactant).

Les pneumocytotes II sont reliés aux pneumocytes I par des jonctions serrées.

- ❖ Cloisons inter alvéolaires : Ce sont des espaces conjonctifs qui séparent les alvéoles voisins, constituant un interstitium pulmonaire commun à travers lequel les cellules interstitielles et le liquide interstitiel (lymphe) se déplacent.

Les cloisons renferment :

- Les fibres de collagènes et des fibres de réticulines.
- Cellules septales à propriétés contractiles (filaments d'actine et myosine) et ont un rôle dans la production des fibres collagènes
- Les mastocytes
- Les granulocytes
- Les cellules à poussières (d'origine monocyttaire)
- Les plaquettes
- Les capillaires : Ce sont des capillaires de type continu, faits de cellules endothéliales réunies par des jonctions serrées, elles reposent sur la lame basale qui forment avec la lame basale de la paroi alvéolaire la barrière air sang

La barrière air-sang est faite par :

- un endothélium capillaire
- la membrane basale commune
- le cytoplasme du pneumocyte I

#### **IV- PLÈVRES :**

Chaque poumon est entouré par 2 séreuses ,la plèvre viscérale et la plèvre pariétale,entre ces deux feuillets existe une cavité péricardique virtuelle contenant un liquide pleural

Chaque feuillet est constitué de 3 couches :

- Le mésothélium : appelé ainsi en raison de son origine mésoblastique. C'est un épithélium pavimenteux simple,il formé d'une seule assise de cellules aplaties, polygonales avec un noyau rond ou ovalaire et centrale.
- La couche conjonctive sous mésothéliale : Elle est fine pauvre en cellules,dépourvue de vaisseaux et contient des fibres conjonctives.
- La lame fibro-élastiques: Il s'agit de la limitante élastique d'ARGRAND pour la plèvre viscérale et la couche de Bizzozero pour la plèvre pariétale.

## V- HISTOPHYSIOLOGIE DE L'APPAREIL RESPIRATOIRE :

La fonction essentielle est la respiration, mais l'appareil respiratoire a également un rôle de défense et un rôle métabolique.

### 1/ Le conditionnement et le transport de l'air :

Dans les voies respiratoires, principalement dans leur partie initiale (fosses nasales), l'air est réchauffé et humidifié grâce à l'abondant réseau vasculaire sous-épithéliale.

### 2/ Les fonctions d'épuration :

L'air respiré renferme des poussières et parfois des organismes pathogènes. Les particules les plus grosses sont arrêtées par les poils présents à l'entrée au niveau des fosses nasales. Les autres particules seront éliminées grâce au tapis muco-ciliaire qui fonctionne comme un tapis roulant.

### 3/ La fonction de défense :

Elle est assurée par les immunoglobulines de type A excrétées dans le mucus, et par les éléments lymphoïdes de la muqueuse. Le tissu lymphoïde associé aux voies respiratoires, ou B.A.L.T. "Bronchial Associated Lymphoid Tissue", est abondant.

De plus, participant à la défense, il existe de nombreux ganglions lymphatiques sur le trajet des vaisseaux lymphatiques, le long des bronches et, surtout, au niveau du hile pulmonaire.

### 4/ Les fonctions du parenchyme pulmonaire " L'HEMTOSE " :

C'est la fonction essentielle du parenchyme. Elle s'effectue dans les alvéoles par diffusion passive des gaz à travers la paroi alvéolo-capillaire, en fonction des différences de pression partielle de part et d'autre.

La pression partielle de  $O_2$  est de 40 mmHg dans le sang veineux et de 104 dans l'alvéole, soit un gradient de 64 mmHg. L'équilibre est atteint en 0,25 seconde.

La pression partielle de  $CO_2$  est de 45 mmHg dans le sang veineux et de 40 dans l'alvéole, soit un gradient de 5 mmHg. Bien que le gradient soit faible, l'équilibre est atteint aussi rapidement, car le  $CO_2$  est 20 fois plus soluble que l' $O_2$ .

### 5/ Les fonctions d'élimination :

L'élimination d'eau par voie respiratoire avoisine 800 ml par 24 h.

Les substances volatiles toxiques sont également éliminées par voie respiratoire: anesthésiques volatiles, éther, alcool et autres solvants organiques.

Pour la plupart de ces corps volatils, la quantité dans l'air expiré est proportionnelle à la concentration sanguine.

## **6/ Les fonctions métaboliques :**

Les poumons sont le principal lieu de conversion de l'angiotensine I en angiotensine II par les cellules endothéliales.

C'est le lieu de destruction de la sérotonine circulante et de la bradykinine circulante.

Les macrophages pulmonaires, très actifs, libèrent de nombreuses substances :

Des facteurs de croissance (POP), des protéases (élastase, collagénase), des substances vaso-actives (prostaglandines, activateur du plasminogène).

## **7/ Les fonctions endocrines :**

Les poumons libèrent dans le sang de nombreux médiateurs : histamine, prostaglandines, S.R.S.A. (Slow Réactive Substance of Anaphylaxis), ainsi que d'autres produits de sécrétion : Sérotonine et bombésine (qui agissent sur la circulation pulmonaire et la contraction bronchique), calcitonine, encéphalines, etc...

## **8/ Le contrôle de l'équilibre liquidien :**

La paroi alvéolaire est extrêmement fine et l'eau diffuse facilement.

A l'état normal, l'excès de liquide interstitiel du parenchyme est drainé par les espaces septaux.

De même, le revêtement pleural contrôle le volume du liquide pleural et en résorbe l'excédent.

Cela permet la résorption des épanchements pleuraux (et aussi des pneumo-thorax, puisque les gaz sont également résorbés). En pathologie, par exemple lors de l'insuffisance cardiaque, il y a rupture de l'équilibre liquidien avec formation d'oedème. Dans un premier temps apparaît un oedème interstitiel, puis alvéolaire, puis enfin pulmonaire.