**Affections respiratoires**

**anatomie**

**du Système RESPIRATOIRE**

Le but de l'appareil respiratoire est d'apporter aux cellules, avec l'aide du système cardio-vasculaire, l'oxygène dont elles ont besoin.

Le métabolisme ainsi déclenché entraîne la libération d'oxyde de carbone qui doit être éliminé.

L'appareil cardio-vasculaire transporte les gaz dissous par l'intermédiaire du sang.

**I - LES VOIES RESPIRATOIRES**

**A - LA TRACHéE**

L'air emprunte les voies respiratoires et arrive dans la trachée.

Conduit fibro-cartilagineux de 12 cm de long qui s'étend du larynx à la 5ème vertèbre dorsale, à la hauteur de laquelle il se divise en bronches souches droite et gauche.

Cylindre aplati constitué de 15 à 16 anneaux cartilagineux, unis par un tissu fibro-élastique.

Chaque anneau a une forme de "c", fermé par un muscle lisse appelé membraneuse trachéale.

La trachée se trouve devant l'œsophage.

Elle est située derrière la thyroïde au niveau du cou et la crosse aortique au niveau du thorax.

Elle est tapissée d'une muqueuse épitéliale stratifiée qui contient deux types de cellules :

 cellules à mucus dont les sécrétions agglomèrent les impuretés de l'air

 cellules vibratiles qui repoussent les poussières vers le haut.

Rôle de conduction de l'air et de protection.

**B - LES BRONCHES**

La trachée se termine à l'angle sternal par l'éperon trachéal où se fait la bifurcation entre bronche souche droite et bronche souche gauche. Cette séparation s'appelle le hile.

A partir de là, les bronches vont pénétrer dans les poumons en formant le pédicule pulmonaire avec les veines et les artères pulmonaires et les vaisseaux lymphatiques.

Les bronches souches se divisent d'abord en bronches lobaires:

 Trois à droite

 Deux à gauche

Puis elles se séparent encore pour donner des bronches segmentaires.

Enfin elles se ramifient en bronchioles terminales.

La structure des bronches est la même que celle de la trachée.

Elle sont constituées d'anneaux de cartilage reliés par du tissu fibro-élastique.

Les anneaux disparaissent au niveau des bronchioles où il n'y a plus que du muscle lisse.

**II - LES POUMONS**

**A - GéNéRALITéS**

Ils s'étendent de la coupole diaphragmatique qui forme leur base, à l'apex situé au sommet, environ 3 cm au dessus de la clavicule.

La face costale, arrondie, épouse les côtes de la cage thoracique.

La face médiane délimite le médiastin. C’est là que se trouvent le hile et le pédicule pulmonaire.

Le poumon droit est divisé en trois lobes.

Il est plus lourd (700 g) et plus épais que le poumon gauche.

Il présente deux scissures ou sillons interlobaires.

Le poumon gauche est plus léger (600 g) et ne comporte que 2 lobes et une seuls scissure interlobaire.

Il est embrevé à sa base par l'incision cardiaque.

Chaque poumon est entouré de deux couches de membranes séreuses indépendantes qui les protègent et que l'on appelle les plèvres.

 Couche externe contre la cage thoracique : plèvre pariétale (feuillet pariétal de la plèvre).

 Couche interne, qui touche le poumon : plèvre viscérale (feuillet viscéral).

Entre les deux se trouve une cavité qui contient le liquide pleural, lubrifiant sécrété par les membranes et qui va permettre le mouvement respiratoire et éviter les frictions.

L'inflammation de ces feuillets provoque la pleurésie.

La cavité pleurale peut être le siège d’un épanchement pleural :

* Liquidien : hémothorax
* Gazeux : pneumothorax

**B - STRUCTURE**

Chaque poumon est formé par la juxtaposition de plusieurs lobules pulmonaires.

Chaque lobule fonctionne comme un poumon miniature recevant une bronchiole, une artériole pulmonaire, donnant naissance à une veinule. Elle reçoit également des nerfs et des vaisseaux lymphatiques.

Chaque bronchiole terminale va se terminer par une ramification de sacs appelés acinus dont la paroi très mince est bosselée. Chaque bosse constitue une alvéole pulmonaire.

 300 millions d'alvéoles environ

 70 m2 de surface d'échange gazeux.

La paroi des alvéoles est constituée par une seule couche de cellules.

La face interne de ces cellules est en contact avec l'air amené par les bronchioles.

Cette paroi interne est revêtue d'un film liquidien mince, sécrété par les cellules alvéolaires, constitué de surfactant : composé phospholipido-protéïque (problèmes chez les nouveau-nés quand il n’existe pas).

La face externe est tapissée par les capillaires pulmonaires.

Le sang est séparé de l'air par la paroi alvéolaire, le film liquidien et la paroi des vaisseaux capillaires.

C'est là que se produit la diffusion de l'oxygène et du gaz carbonique entre l’air et le sang, à travers ces membranes.

**C - VASCULARISATION**

a) Fonctionnelle

Circulation vasculaire par laquelle va s'effectuer l'oxygénation.

* Artères pulmonaires et leurs ramifications qui véhiculent le sang désoxygéné.
* Veines pulmonaires (deux dans chaque poumon) drainant le sang oxygéné.

C'est la petite circulation.

b) Nutritive

Vascularisation propre du poumon, constituée par l'ensemble des vaisseaux bronchiques :

 Artères bronchiques (une à droite et une à gauche), qui partent de la crosse de l'aorte.

 Veines bronchiques qui suivent le même trajet et aboutissent dans la veine cave supérieure.

C'est une partie de la grande circulation.

**III - LA RESPIRATION**

C'est un phénomène mécanique.

L'air que l'on respire est constitué de 21% d'oxygène et 79% d’azote.

**A - LE MOUVEMENT RESPIRATOIRE**

L'air expiré contient environ :

 16% d'oxygène

 79% d'azote

 5% de CO2

L'inspiration c'est le temps actif nécessitant la contraction de la cage thoracique et du diaphragme (2 s).

L'expiration est un temps passif ne nécessitant que le relâchement des muscles.

Temps double de celui de l'inspiration (3 à 4 secondes)

La respiration normale s'appelle eupnée.

La respiration trop rapide : tachypnée

La respiration trop lente : bradypnée

**B - ORGANES DE LA MéCANIQUE RESPIRATOIRE**

**1) LA CAGE THORACIQUE**

La cage thoracique a la propriété de se déformer grâce à l’élasticité des cartilages costaux et aux mouvements des articulations ; ce qui permet le mouvement respiratoire.

Les côtes et le sternum se déplacent à chaque mouvement.

2) LES MUSCLES INSPIRATOIRES

Le plus important est le diaphragme.

Couche de muscles squelettiques qui constituent le plancher de la cage thoracique.

Il s’aplatit et son dôme s'abaisse.

En s'abaissant il va élargir le diamètre de la cage thoracique et pousser tous les viscères.

Cela déplace 2/3 de l'air qui pénètre dans les poumons.

Dans l'inspiration rentrent également en ligne de compte les muscles intercostaux externes qui renforcent le mouvement de soulèvement des côtes et du sternum.

Les muscles sterno-cléïdo-mastoïdiens n'ont un rôle que dans l'inspiration forcée; de même que les muscles scalènes.

3) LES MUSCLES EXPIRATOIRES

L'expiration est passive.

Elle se fait par relâchement des muscles inspiratoires pour retourner à une capacité minima de la cage thoracique.

Dans l'expiration forcée interviennent les muscles intercostaux internes et les abdominaux.

4) LES PLèVRES

Les plèvres accompagnent le mouvement respiratoire.

* Plèvre pariétale solidaire de la cage thoracique ;
* Plèvre viscérale solidaire des poumons.

**C - LOI DE BOYLE**

Pour que l'air puisse entrer dans les poumons, la pression des poumons doit être inférieure à la pression atmosphérique : 760 mmHg.

Pour l'expiration, la pression intra-pulmonaire doit être supérieure à la pression atmosphérique.

**IV - LA RéGULATION DU MOUVEMENT RESPIRATOIRE**

**A - LES CENTRES RESPIRATOIRES**

Mouvement automatique indépendant de notre volonté.

Les centres nerveux qui commandent ce mouvement sont situés au niveau du tronc cérébral.

 Centre de rythmicité qui commande le rythme des mouvements

 Centre pneumotaxique qui coordonne les mouvements

 Centre apneustique qui a un rôle de coordination et de sécurité du mouvement en cas de défaillance du pneumotaxique.

**B - CONTRôLE DES CENTRES RESPIRATOIRES**

Les centres qui se trouvent au niveau du cortex cérébral peuvent modifier volontairement la respiration.

Action de tout ce qui est stimuli réflexe.

Le poumon possède des structures sensibles qui lui permettent de réagir (mécanorécepteurs).

Réflexe de Breuer-Hering.

Les changements de métabolisme (fièvres, exercice musculaire) sont des stimuli qui vont commander des changements de rythme.

Existence de chémorécepteurs qui renseignent sur la composition chimique du sang :

* Sa teneur en gaz carbonique
* Sa teneur en oxygène
* Son taux d’acidité

Ils vont entraîner une réaction ventilatoire compensatrice :

* Hyperventilation
* Hypoventilation.

**affections respiratoires**

**la physiologie respiratoire**

Nos cellules ne sont pas en contact direct avec l’air.

L'oxygène est quasiment insoluble dans l'eau.

C’est donc le système respiratoire, par le biais de la circulation sanguine qui va apporter aux cellules le comburant dont elles ont besoin (l’oxygène), et éliminer le gaz carbonique.

i - Le système respiratoire comporte 4 étapes

1) la Ventilation (convection)

Renouvellement du gaz alvéolaire par de l’air frais grâce à un transfert de volumes gazeux à travers les voies aériennes.

C’est un système de convection.

2) l’étape alvéolaire (diffusion)

Une fois dans les poumons, l’oxygène est diffusée vers le sang à travers une paroi très fine : la paroi alvéolaire et la paroi du capillaire.

Les gaz se déplacent par différence de concentration.

L'oxygène passe des alvéoles dans le sang et le gaz carbonique du sang dans les alvéoles pulmonaires.

3) l’étape sanguine (convection)

Nouvelle étape de convection : transport des gaz par le sang.

Les gaz sont transportés par le sang.

L'oxygène va des poumons vers les tissus.

Le gaz carbonique des tissus vers les poumons.

4) l’étape tissulaire (Diffusion)

L’échange se fait également par différence de concentration.

O2 du sang vers la mitochondrie.

CO2 de la mitochondrie vers le sang.

ii - la ventilation

Mécanisme d’absorption et de rejet de l'air entre le milieu ambiant et les alvéoles par les voies respiratoires.

a - rappel anatomique

Les échanges gazeux se font au niveau des alvéoles pulmonaires qui sont entourées d'un réseau de capillaires. Ils appauvrissent le gaz alvéolaire en oxygène et l’enrichissent en gaz carbonique.

Ils nécessitent un système de conduction complexe : le réseau bronchique.

Un individu possède en moyenne 300 millions d'alvéoles pulmonaires.

Il n’y a pas d’échange gazeux au niveau des bronches.

Elles sont spécialisées dans la conduction, sauf au niveau des bronchioles respiratoires.

b - mécanisme de la ventilation

Voir schéma.

Mobilisation de la cage thoracique par la contraction des muscles respiratoires.

L'air va rentrer et sortir des poumons par un phénomène de différence de pression.

La dilatation de la cage thoracique crée dans les poumons une dépression qui va attirer l'air vers l'intérieur.

A l'inverse, la diminution du volume thoracique à l'expiration crée une surpression qui chasse l'air vers l'extérieur.

La ventilation artificielle fonctionne à l'inverse.

Plusieurs résistances vont devoir être vaincues :

a) L'élasticité des poumons

Propriété de distensibilité ou de compliance.

Certaines pathologies rigidifient les poumons

b) Résistance des voies aériennes

Le passage de l’air dans les voies respiratoires occasionne une résistance physique.

C - Physiologie de la respiration

1) les muscles

Partons de la position d'équilibre.

La pression alvéolaire est nulle : elle correspond à la pression barométrique (pression atmosphérique).

La dilatation de la cage thoracique, au moment de l'inspiration, crée une dépression dans les poumons.

Pression différentielle de 1 à 2 cm d'eau.

L'air rentre dans les poumons.

Les muscles expirateurs compriment la cage thoracique lors de l'expiration forcée.

Création d'une surpression.

L'air est expulsé des poumons.

Muscles qui interviennent :

a) Le diaphragme

Il a la forme d'une coupole.

Ses bords descendent parallèlement à la cage thoracique.

Au moment de l'inspiration, le muscle se contracte :

* Il s'abaisse
* Il élargit les diamètres (antéro-postérieur et latéral) de la cage thoracique en repoussant les côtes vers l'extérieur.

Muscle extrêmement puissant.

Le moins fatigable de l'organisme.

Muscle fondamental de l’inspiration : il assure à lui tout seul 90% de la respiration.

Le problème est que l'abdomen, ne contenant pas de gaz, n'est pas compressible.

Il faut donc que les abdominaux se relâchent, se laissent distendre pour abaisser les organes de l'abdomen afin que le diaphragme puisse s'abaisser lui-même.

b) Les muscles intercostaux

Muscles qui rendent les côtes solidaires.

Ils servent surtout à rigidifier la cage thoracique, à éviter sa déformation quand le diaphragme se contracte.

Leur rôle ventilatoire est très annexe.

Il en existe de deux sortes selon leur forme et leur orientation.

L'expiration de repos est passive.

La respiration déforme la cage thoracique en la distendant.

Quand on relâche le muscle, on arrête de vaincre l'élasticité de la cage.

Elle reprend sa forme spontanément.

Le diaphragme est même amené à freiner son relâchement pour que la rétraction des poumons ne soit pas trop brusque, ce qui serait désagréable et pourrait provoquer le hoquet.

c) Les abdominaux

Ils n’interviennent que pour l'expiration forcée.

2) Lutte contre la résistance des voies aériennes

Problème de plomberie.

Les conduits opposent une résistance au passage des fluides :

* Proportionnelle à leur longueur
* Inversement proportionnelle à leur diamètre

Les volumes gazeux sont symbolisés par un V.

Un V surmonté d’un point symbolise un débit.

(voir schéma)

Débit = P (différence de pression) / R (résistance)

a) Résistance intrathoracique

La longueur des bronches étant faible, la résistance l’est aussi :

1 à 2 cm d'eau de pression suffisent pour permettre à l'air de pénétrer dans les poumons.

Multiplié par 10 chez les fumeurs.

Les résistances bronchiques ne sont pas en série mais en parallèle.

A chaque génération bronchique, le diamètre global de passage augmente dans des proportions importantes, si bien que la résistance des voies distales est très faible (voir diagramme).

Les maladies obstructives localisées dans les petites voies aériennes sont très discrètes du fait que leur résistance est beaucoup plus faible, leur diamètre cumulé étant beaucoup plus grand.

b) Résistance des voies aériennes extrathoraciques.

Elle représente à elle seule plus de la moitié de la résistance globale.

Bien plus si on respire par le nez ; mais on ne sait pas les mesurer.

3) caractéristiques pulmonaires

La résultante de toutes ces propriétés mécaniques pulmonaires va pouvoir être mesurée :

* Volume pulmonaire
* Débit pulmonaire

a) Le volume pulmonaire

Mesuré par spirométrie.

Volume d'air qui rentre et qui sort des poumons d'un patient.

On mesure la respiration spontanée à chaque cycle respiratoire.

* C'est le volume courant (VT)  
  Tidal volume : volume de la marée.  
  C'est le volume différentiel de la respiration normale au repos.
* Volume de réserve inspiratoire (VRI)  
  volume d’air inspiré au-delà de l’inspiration normale lors d’une inspiration forcée.
* Volume de réserve expiratoire (VRE)  
  Volume d'air inspiré au-delà de l’expiration normale lors de l'expiration forcée.
* Volume résiduel (VR)  
  Mais il reste toujours de l'air dans les poumons  
  En moyenne 1 l.
* Capacité pulmonaire totale (CPT)  
  Volume maximal d'air que les poumons peuvent contenir.
* La capacité vitale (CV)  
  C'est le volume mobilisable  
  Différence entre la capacité pulmonaire totale et le volume résiduel.  
  Capacité vitale moyenne normale : 5 l.
* Capacité pulmonaire totale : 6 l.
* 500 ml de volume courant : respiration normale au repos.
* 2,5 l de réserve inspiratoire.
* 2 l de réserve expiratoire.
* 1 l de volume résiduel
* Capacité résiduelle fonctionnelle  
  C'est le volume d'air qui reste dans les poumons à la fin d'une expiration normale.  
  C'est le volume d'équilibre physique.  
  C'est aussi le stock permanent de gaz thoracique.  
  En moyenne un minimum de 3 l.

b) Le débit pulmonaire

Le renouvellement de l'air s'exprime à travers le débit.

Le débit ventilé peut être mesuré indifféremment à l’inspiration ou à l’expiration.

* V surmonté d'un point et accompagné d'un "E" : débit expiré.

VE = VT X FR = O.5 X 12 = 6 l/min.

Pour une fréquence respiratoire de 12 inspirations à la minute.

Un volume courant de 500 ml.

Le débit ventilé est de 6 l /min.

* Volume expiré maximum en une seconde (VEMS)  
  C’est un débit moyen.  
  On fait expirer le patient brutalement et on mesure la quantité d'air expiré dans la première seconde.  
  Il dépend évidemment de la capacité vitale de chacun.  
  On prend comme critère le rapport entre VEMS et la CV : rapport de Tiffeneau.

Le débit n'est pas constant au cours de l’expiration.

Il est représenté par une courbe débit/volume (voir graphique).

Cette courbe débit/volume est très importante en physiopathologie.

c) Notion d'espace mort

VD : dead volume.

Une partie de l'air inspiré ne sert pas aux échanges alvéolaires car elle reste dans les voies aériennes.

Environ 150 ml qui restent dans les bronches et qui ne servent pas aux échanges gazeux : environ 1/3 du volume courant (VT).

Il diminue le rendement de la ventilation.

d) Composition du gaz alvéolaire.

Le sang prélève par diffusion l'oxygène dans les alvéoles.

Soit le renouvellement se fait au même débit que la consommation.

Alors, la pression partielle reste constante.

Pression d'oxygène dans l'air est de 150 mmHg.

La pression d'O2 normale dans les alvéoles chez un sujet sain est de 100 mmHg 🡺 PaO2 = 100 mmHg.

La pression normale de CO2 est de 40 mmHg 🡺 PACO2 = 40 mmHg

Si on ventile trop par rapport à la consommation, la pression de O2 va augmenter et celle de CO2 diminuer.

Et inversement si la ventilation est insuffisante, la PaO2 va diminuer et la PaCO2 va augmenter.