Cours 5

###### LA PHYSIOLOGIE DU SYSTEME RESPIRATOIRE (I)

## Données morphofonctionnelles sur l'appareil respiratoire

* Les voies respiratoires: données d'anatomie fonctionnelle, rôles.
* Le poumon: les caractéristiques morpho-fonctionnelles de l'alvéole pulmonaire

## L'étape pulmonaire de la respiration

* La phase mécanique:
* L'inspiration et l'expiration
* Le vide pleural
* La phase chimique (l'hématose pulmonaire): les facteurs de l'échange des gaz au niveau pulmonaire

Etape sanguine (de transport) de la respiration:

* La fixation, le transport et la dissociation de l'oxygène
* La fixation, le transport et la dissociation du bioxyde de carbone

**Les voies aériennes**

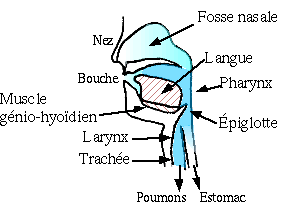
Les voies aériennes sont des canalisations permettent le passage de l'air depuis le nez et la bouche vers les poumons et les alvéoles pulmonaires au cours de la ventilation

Elles sont classées en voies intra thoraciques, extra thoraciques, intra pulmonaires, et extra pulmonaires. On parle aussi de voies respiratoires supérieures pour désigner la région ORL, soit la partie des voies respiratoire située au-dessus du larynx.

Les voies aériennes se composent des organes suivants :

1. **Voies aériennes supérieures (extrathoraciques) -VRS**

* nez et fosses nasales
* bouche
* pharynx (carrefour aérodigestif)
* larynx (gorge)



*Voies aériennes supérieures : vue en coupe de profil de la tête et du cou*

1. Voies aériennes intrathoraciques ou voies respiratoires inférieures (VRI)

1. Zone de conduction et transition :

\* extrapulmonaires : trachée

\* intrapulmonaires

- bronches

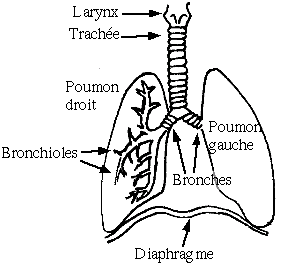
+ bronches souches

+ bronches lobaires

+ bronchioles

2. Zone respiratoire :

- conduits et sacs alvéolaires-alvéoles pulmonaires



*Voies aériennes intrathoraciques : vue en coupe de face du cou et du thorax*

*Fonction des voies respiratoires*

Les fonctions des voies respiratoires ne sont pas exclusivement dédiées à la respiration :

\* Fonctions respiratoires (VRS et VRI)

- Ventilation pulmonaire (conduction de l'air et résistance au passage de l'air etc.)

- Défense (facteurs mécaniques, flore normale etc.)

- Conditionnement de l'air inspiré.

\* Fonctions non respiratoires des VRS

- Défense

* Déglutition
* Phonation
* Olfaction, goût

\* Fonctions non respiratoires des VRI

- Défense

L'intérieur des voies aériennes est recouvert d'une muqueuse. Les cellules de celle-ci produisent un mucus qui est repoussé vers le haut en permanence par des microcils (comme un tapis roulant).

Le tabagisme altère la fonction de ces cils, ce qui explique la toux chronique des fumeurs qui n'ont que ce moyen pour "nettoyer" leurs bronches.

Les muscles lisses entourant les voies aériennes intra-thoraciques sont contrôlés par le système nerveux autonome (sympatique et parasympatique).

La ventilation pulmonaire

La ventilation pulmonaire est l'action des poumons qui aspirent l'air ambiant (inspiration) et soufflent de l'air « vicié » (expiration). C'est ce que l'on appelle la « respiration » dans le vocabulaire courant, mais en médecine et en biologie, le terme « respiration » désigne un proces plus complèxe qui a les etapes suivantes:

a)pulmonaire avec la ventilation pulmonaire et les échanges des gas: le dioxygène (O2) passe au travers des parois des alvéoles et se fixe sur les hématies (globules rouges), tandis que le dioxyde de carbone (CO2) dissous dans le plasma sanguin passe lui dans l'air pulmonaire, et est expulsé à l'expiration.

b)sanguine:

Le sang oxygéné est transporté par les artères grâce à l'action du cœur (circulation sanguine) et est acheminé vers les différents organes.

Le dioxyde de carbone (CO2) est transporté par les veines vers les poumons pour être est expulsé à l'expiration.

c) cellulaire: le dioxygène est utilisé pour une réaction d'oxydo-réduction qui dégage de l'énergie, énergie stockée sous forme d'adénosine triphosphate pour être utilisée par la cellule; cette réaction produit du dioxyde de carbone (CO2) qui se dissout dans le plasma et est acheminé vers les poumons via les veines.

Le mouvement ventilatoire spontané se fait par des muscles qui soulèvent la cage thoracique, l'augmentation de volume des poumons provoque une dépression qui aspire l'air (on parle de ventilation en pression négative) ; lors de l'inspiration, le diaphragme s'abaisse et pousse les viscères pour permettre aux poumons de se développer vers les pieds (d'ailleurs, lorsqu'une personne dort, on voit son ventre se lever et se baisser). L'expiration est passive, c'est l'élasticité naturelle de la cage thoracique et le poids des viscères qui fait diminuer le volume des poumons.

La ventilation s'effectue dans la cavité thoracique grâce aux unités fonctionnelles respiratoires, aux voies aériennes, ainsi qu'aux plèvres.

LA PLÈVRE

La plèvre est une membrane séreuse à 2 feuillets enveloppant chacun des poumons. Les plèvres, droite et gauche, sont indépendantes l’une de l’autre.

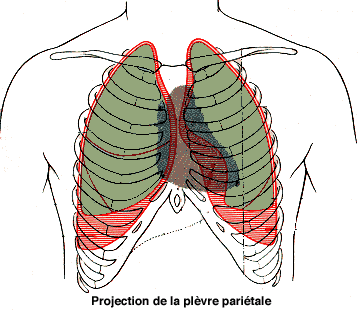
Chaque plèvre est constituée de 2 feuillets :

• un feuillet viscéral entourant le poumon et s’insinuant dans les scissures inter lobaires

• un feuillet pariétal qui tapisse la face profonde de la cavité thoracique.

Le feuillet pariétal et viscéral se continue l’un avec l’autre sans interruption au niveau du hile pulmonaire en formant une ligne de réflexion.

Ces 2 feuillets délimitent entre eux une cavité virtuelle : la cavité pleurale. Cette cavité n’apparaît réellement que s’il y a présence d’air (Pneumothorax) ou de liquide (Hémothorax, Pyothorax) d’où possibilité de ponction pleurale .



En raison de la forme de la cage thoracique, on distingue 3 parties à la plèvre pariétale :

• La plèvre costale

• La plèvre diaphragmatique

• La plèvre médiastinale

Ces 3 parties se poursuivent sans discontinuité en formant des récessus ou culs-de-sac pleuraux

Plusieurs acini reliés par les canaux alvéolaires forment le lobule pulmonaire, les échanges de gaz entre l'air et le sang se font dans les bronchioles lobulaires.

La ventilation au repos chez l'adulte en bonne santé est de 12 à 20 mouvements par minute, elle peut varier en fonction de plusieurs facteurs comme l'activité physique ou les émotions. Les troubles de la ventilation sont appelés dyspnée, la ventilation peut être par exemple plus rapide (tachypnée) ou plus lente (bradypnée) que la « normale » (la normalité dépendant des individus). Lorsque la ventilation descend en dessous de 6 mouvements par minute ou bien s'arrête (apnée), on estime qu'elle est inefficace et doit être supplée par une ventilation artificielle.

La maladie d'Ondine est un syndrome qui se manifeste par l'absence totale de respiration spontanée (aucun réflexe ventilatoire). Le patient doit « penser » à respirer ; la nuit, il doit être placé sous ventilateur.

Échanges gazeux

Lors de l'inspiration, l'air ambiant pénètre dans les poumons, et le dioxygène (O2, gaz qui compose 21 % de l'air) passe dans le sang et se fixe aux globules rouges. Le dioxyde de carbone (CO2) dissous dans le plasma sanguin passe lui dans l'air contenu dans les poumons. C'est cet air appauvri en dioxygène et enrichi en dioxyde de carbone qui est expiré.

Capacité pulmonaire

La capacité pulmonaire est le volume d'air pouvant être inspiré. Elle se mesure avec un spiromètre. En général, on mesure trois types de respiration :

\* la respiration « normale », calme, qui donne le volume utilisé au repos d'environ 0.5 litre ;

\* la respiration forcée, qui donne la capacité maximale (capacité vitale) environ 5 litres ;

\* une expiration brutale, qui donne des renseignements sur les bronchioles, notamment dans le cadre d'une recherche d'asthme.

Même lorsque l'on expire complètement, il reste de l'air dans les poumons (volume résiduel) environ 1.5 litres(l’air résiduel)



La courbe volume-temps expliquée

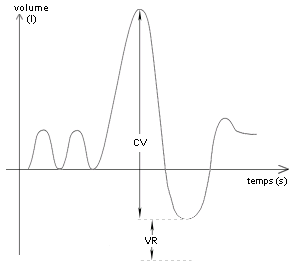
courbe volume temps

Pendant la première seconde du manoeuvre un patient sain expire environ 80% de sa CVF. On parle du VEMS (Volume Expiratoire Maximal par Seconde), un paramètre très important dans la spirométrie.

L'indice de Tiffeneau vous offre le rapport VEMS/CV (Capacité Vitale) en pourcentage. Chez un patient obstructif l'indice de Tiffeneau est en dessous de 70%.

Au moment que le VEMS et la CVF ont diminués et l'indice Tiffeneau est resté stable ou est même augmenté, ceci pourrait être suggestif pour une restriction du volume pulmonaire.

Après 6 secondes le paramètre VEM6 est atteint. Parfois on utilise le VEM6 au lieu de la CVF et le rapport VEMS/VEM6 au lieu du Tiffeneau.



Le patient inspire d'abord à fond et expire après lentement tout l'air de ses poumons (Capacité Vitale Expiratoire) ou à l'inverse: il expire tout l'air de ses poumons et inspire lentement à fond (Capacité Vitale Inspiratoire).

Une différence entre la CV et la CVF peut indiquer un collapsus des petites voies aériennes pendant le test de spirométrie CVF.

Après un test de spirométrie il y a toujours de l'air restant dans les poumons, même si le sujet n'arrive plus à souffler d'air. Il s'agit du volume résiduel (VR). La Capacité Pulmonaire Totale (CPT) consiste donc de la (C)VF + du VR. C'est impossible de mesurer ce volume avec un spiromètre. Pour mesurer le VR des tests plus sophistiqués sont nécessaires, comme la méthode de dilution à l'hélium ou la pléthysmographie.

La Ventilation Maximale par Minute

Ce test de spirométrie consiste d'inspirations et d'expirations profondes d'au moins 12 secondes.

Le test est peu pratiqué, c'est un test de spirométrie très fatiguant, même dangereux pour certains patients. Les médecins de sport utilisent ce test de temps en temps chez leurs athlètes.

Patologie

Selon l'origine du dysfonctionnement, on distingue trois grandes catégories d'insuffisance respiratoire :

- les syndromes obstructifs (bronchite chronique, asthme, mucoviscidose...) : anomalies du diffuseur gazeux qui se traduisent par une difficulté d'écoulement de l'air dans les voies aériennes et de diffusion de l'oxygène dans le sang :

- les syndromes restrictifs (affection neuromusculaires, cyphoscolioses...) : anomalies de la pompe respiratoire qui entraînent une réduction des volumes d'air mobilisés, donc une difficulté d'évacuation du gaz carbonique;

- les syndromes mixtes : combinaisons de troubles obstructifs et restrictifs (exemple : encombrement bronchique dans les maladies neuromusculaires).

Dans le cadre des handicaps moteurs, l'insuffisance respiratoire est de type restrictif (ou mixte en cas de complication).

Spirométrie

La spirométrie consiste en une série d'examens des fonctions respiratoires, selon des paramètres et dans des conditions précises, afin de déterminer les différentes capacités pulmonaires, les volumes pulmonaires et les débits d'air (inspiration, expiration) d'un patient. L'examen se fait avec un spiromètre et permet de diagnostiquer différentes pathologies respiratoires (asthmes, BPCO entre autres). Les résultats sont présentés sous forme de graphique représentant le volume en fonction du temps et débit en fonction du volume. Il existe deux principaux types de spirométrie : simple, en rêpos et forcée, à l’éffort.

La réalisation de test de spirométrie est relativement simple et apporte des informations très précises concernant les maladies respiratoires, et spécialement les maladies dites obstructive (Broncho-pneumopathie chronique obstructive BPCO) et restrictives (mucoviscidose). Le patient, relaxé, est installé confortablement près de l'appareil, se met à l'aise pour respirer aisément et place le transducteur spiromètrique dans la bouche. Le patient effectue quelques cycles de respiration normale avant de commencer l'examen réel. Le patient doit ensuite inspirer aisément et place le transducteur spiromètrique dans la bouche. Le patient effectue quelques cycles de respiration normale avant de commencer l'examen réel. Le patient doit ensuite inspirer profondément et lentement et enchainer par une expiration forcée et rapide, afin d'expulser l'air le plus possible des poumons. L'examen consiste en trois expirations forcées de ce type. Il est préférable que le patient ne mange pas « trop lourd » et ni ne fume les 5h précédant l'examen.

Volumes et capacités pulmonaires

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Volume | Abréviation | Définition |
| Volume courant | CV | Volume mobilisé à chaque cycle respiratoire pendant une respiration normale. Valeur : 0,5 l d'air (500 ml) |
| Volume de réserve inspiratoire | VRI | Volume maximum pouvant être inspiré en plus du VC à l'occasion d'une inspiration profonde. Valeurs moyennes : chez l'homme, 3,1 l et chez la femme, 2 l |
| Volume de réserve expiratoire | VRE | Volume maximum pouvant être rejeté en plus du volume courant à l'occasion d'une expiration profonde. Valeur moyenne : 1,2 l |
| Volume résiduel | VR | Volume d'air se trouvant dans les poumons à la fin d'expiration forcée. Autrement dit qu'il est impossible d'expirer. Il est impossible de mesurer ce volume avec des tests de spirométrie. Pour mesurer le VR, des tests plus sophistiqués, comme la méthode dilution à l’hélium ou la pléthysmographie, sont nécessaires |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Capacité | Abréviation | Définition |
| Capacité vitale | CV | VRI + VC + VRE |
| Capacité inspiratoire | CI | VC + VRI |
| Capacité résiduelle fonctionnelle | CRF | VRE + VR |
| Capacité pulmonaire totale | CPT | CV + VR |

Volume expiratoire maximal par seconde (VEMS) : Le volume expiratoire maximal par seconde (VEMS) correspond au volume expiré pendant la première seconde d'une expiration forcée. Autrement dit, un sujet normal expire 80% de sa capacité vitale dans la première seconde d'une expiration forcée. Chez un patient obstructif cette valeur est diminuée = insuffisances respiratoires obstructives. Quand le VEMS et la CVF ont diminué et l'indice Tiffeneau est resté stable ou a même augmenté, ceci pourrait être suggestif pour une restriction du volume pulmonaire = insuffisances respiratoires restrictives. Mais pour affirmer le caractère restrictif il faut toutefois obligatoirement la mesure de la CPT (capacité pulmonaire totale)car en effet une augmentation du VR chez un obstructif par phénomène de trappage peut donner sur une simple boucle débit volume un faux aspect restrictif.