

APPAREIL RESPIRATOIRE

Ronéo n° : 17

Intitulé du cours : Physiologie – Exploration fonctionnelle respiratoire

Chef Ronéo : JB André

Binôme : Audrey Charousset

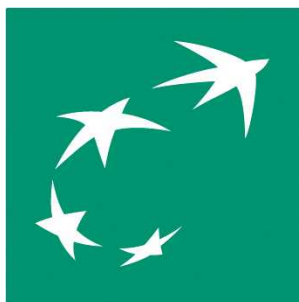
Hélène Hocq



**Corporation des Carabins
Niçois**

UFR Médecine
28, av. de Valombrese
06107 Nice Cedex 2
www.carabinsnicois.com
vproneo@gmail.com

Partenaires



BNP PARIBAS

Exploration fonctionnelle respiratoire

I- Introduction :

Il est nécessaire pour un clinicien de connaître les tests fonctionnels respiratoires : de connaître leurs portées, la façon de les réaliser, leurs limites, leurs indications, leurs contre-indications de façon à pouvoir s'en servir comme un outil au service de la clinique.

Les explorations fonctionnelles respiratoires :

On distingue 3 catégories d'explorations :

- Celles que l'on réalise au repos : Elles nécessitent toutes la coopération des patients sauf pour la gazométrie. La coopération du patient à une limite car les gens ne veulent pas ou ne peuvent pas toujours coopérer.
- Celles qui se réalisent lorsque le patient est à l'effort
- D'autres tests se réalisent durant le sommeil. On s'intéresse à la modification soit physiologique, soit pathologique de la respiration pendant le sommeil.

4 grandes indications pour ces différents tests :

- L'exploration d'un symptôme : le patient se plaint d'un symptôme, le symptôme le plus fréquent qui est apparent est la dyspnée. Au début, elle est présente à l'effort, puis elle peut être présente au repos.
- Mesure du déficit et de l'incapacité provoquée par une maladie connue :
En sachant que le patient a une maladie respiratoire de tout ordre (de la sarcoidose à l'ancienne tuberculose, les traumatismes thoraciques) on souhaite savoir si cette maladie provoque un déficit respiratoire. Ces déficits peuvent entraîner des incapacités et les incapacités peuvent entraîner des handicaps. Lors d'un problème respiratoire, la problématique est de mesurer les déficits, d'en déduire et de mesurer les incapacités et d'estimer les handicaps. Par exemple : quelqu'un qui a 20% de capacité respiratoire en moins, est un patient qui a un déficit respiratoire. La question est : est-ce que cela va provoquer une diminution des capacités d'exercice. Donc on essaie de mesurer son incapacité à l'exercice. L'autre question est : « Est-ce que cette incapacité entraîne un handicap ? Est-ce que ça l'empêche de travailler, de mener sa vie de façon normale ? ».
- Suivi d'une thérapeutique : on utilise les tests d'exploration fonctionnelle respiratoire pour suivre les patients et leur thérapeutique (en sachant qu'il y a des patients pour lesquels il n'y a pas de thérapeutiques).

II- Visualisation des vidéos :

Vidéos à visualiser sur le site du collège des enseignants en pneumologie.

1- Spirométrie :

Vidéos réalisée et commentée par un interne pour son travail de thèse.

a- Mesure des volumes :

La spirométrie est un examen qui permet de mesurer la quantité d'air contenue dans les poumons. Elle permet de mesurer en litres des volumes, et de mesurer la vitesse à laquelle cet air peut se mobiliser, c'est-à-dire des débits (on s'intéresse avant tout à l'expiration).

*« La spirométrie fait partie des explorations fonctionnelles respiratoires de pratique courante en pneumologie, elle permet l'exploration des volumes pulmonaires **mobilisables**. L'appareil utilisé est un spiromètre appelé également spirographe.*

Avant toute chose, il est important de voir la définition de subdivision du volume pulmonaire.

Le volume courant ou VIT est le volume de gaz inspiré ou expiré pendant un cycle ventilatoire normal. La capacité vitale ou CV correspond au volume de gaz mobilisé entre l'inspiration complète et une expiration complète. Elle est la somme du volume courant, du volume de réserve inspiratoire ou VRI et du volume de réserve expiratoire ou VRE »

Obtention du spirogramme :

Avant d'avoir des programmes informatiques performants : on faisait respirer les gens dans un embout qui était relié à une cloche qui flottait dans l'eau, et en fonction des respirations du patient la cloche montait et descendait en se remplissant ou se vidant d'air. Quand le patient inspire, la cloche se vidait et descendait et l'inverse pour l'expiration.

Pour obtenir le graphe, cette cloche était reliée à un fil, à un stylet qui dessinait sur un papier qui tourne, type sismographe.

Le tracé n'est pas toujours stable, mais quand on est au repos le tracé est stable et régulier.

On appelle ces volumes représentés sur le spirogramme des **volumes courants**.

Quand on utilise ces volumes courants, on n'utilise pas toute la capacité du poumon. La différence entre une inspiration **maximale** et une expiration **maximale** est la **capacité vitale**.

Cette capacité vitale est donc constituée du **volume courant** + les **volumes de réserve (inspiratoire VRI et expiratoire VRE)**.

Attention à bien différencier volume et capacité :

- Le volume est quelque chose d'individuel ;
- Une capacité est constituée d'au moins un volume. La capacité vitale est constituée de 3 volumes.

« Quand j'ai expiré, forcé au maximum pour vider mon poumon, il n'est pas complètement vidé, il reste de l'air, un certain volume que l'on appelle **volume résiduel VR** ». Sur le graphe, le volume 0 ne peut être atteint que si le poumon est sorti du thorax.

Ce volume est *remplacé* → respiration aspirative des mammifères.

« On prend une seringue remplie à moitié par du sérum physiologique. On aspire ensuite de la bétadine, les deux fluides vont se mélanger. Les aspirations et expirations d'air successives c'est la même chose, les volumes d'air se mélangent à chaque fois par convection ».

Donc ce volume d'air résiduel n'est pas un volume d'air « pollué », il est toujours remplacé.

- ➔ Le volume **résiduel non mobilisable**, ne peut être mesuré directement. On peut quand même le connaître via la **capacité résiduelle fonctionnelle (CRF)**.

La capacité résiduelle fonctionnelle est également appelée **volume de relaxation pulmonaire** : quand on respire de façon relaxée, on inspire / expire des volumes courants et on retombe toujours sur la capacité résiduelle fonctionnelle.

La CRF est un volume de gaz contenu dans le poumon que l'on peut mesurer par une technique que l'on appelle la plétismographie.

Récapitulatif sur les volumes :

- Les volumes qui composent la capacité vitale sont des volumes mobilisables. Ils sont mesurables par spirométrie.
- Le volume non mobilisable est le volume résiduel, mesurable par la pléthysmographie.

Reprise de la vidéo :

« Le VRI est le volume de gaz maximum pouvant être inspiré après une inspiration courante au repos. Inversement le VRE est représenté par le volume de gaz maximum pouvant être expulsé par une expiration forte après la fin d'une expiration normale au repos »

« La capacité pulmonaire totale ou CPT est définie comme le volume de gaz présent dans les poumons après une aspiration maximale. Elle est la somme de tous les compartiments volumiques qu'ils soient mobilisables (VT, VRI ou VRE) ou non mobilisable (VR).

La capacité vitale peut être mesurée lors de manœuvres dites lentes, on parle alors de capacité vitale lente ou CVL.

La CVL peut être obtenue de 2 manières :

- *Soit par un CVL expiratoire.*
- *Soit par un CVL inspiratoire.*

La CVL expiratoire ou CVE correspond au volume d'air maximal expiré en partant d'une inspiration maximale. On commence par expliquer au patient comment effectuer la manœuvre en lui montrant la technique appropriée. Le patient respire par l'orifice buccal et porte un pince nez. La manœuvre n'est pas forcée et effectuée de manière détendue. Pour la capacité vitale expiratoire, le patient expire normalement jusqu'à la CRF puis inspire jusqu'à la CPT, et enfin expire profondément jusqu'au volume résiduel. On réalise en général 3 manœuvres et la différence entre les 2 meilleures valeurs doit être inférieure à 150 mL, dans le cas inverse, une 4^{ème} manœuvre est réalisée. La meilleure valeur sera finalement retenue. Le nombre maximum de manœuvres effectuées est en général de 4. Enfin pour terminer il est conseillé d'effectuer des manœuvres de CDL avant des manœuvres de capacité vitale forcées.

Voilà une des façons de mesurer la capacité vitale et ses volumes mobilisables que certains appellent « souffler dans la turlutte ».

b- Mesure des débits :

Méthode pour mesurer la vitesse à laquelle le patient peut souffler ce nombre de litres d'air. Pour mesurer la vitesse, on demande au patient d'effectuer les manœuvres rapidement, on lui demande donc de forcer.

Grossièrement c'est la même chose que précédemment, et on mesure jusqu'au volume résiduel.

Cette manœuvre particulière permet d'obtenir une courbe que l'on utilise énormément qui est la courbe débit / volume. La courbe **débit / volume** n'est pas la même représentation schématique des volumes pulmonaires qui était des courbes volume/ temps.

Cela nous donne une courbe dont l'aspect à lui seul nous permet de dire si elle est normale ou anormale sans même regarder les valeurs.

On obtient la capacité vitale forcée et des débits. Dans les débits un nous intéresse +++ : quantité d'air qu'un patient est capable d'expirer au cours de la première seconde de cette expiration maximale = VEMS. On appelle ça non pas un débit mais un volume : c'est une quantité d'air expiré au cours de cette seconde qui nous intéresse.

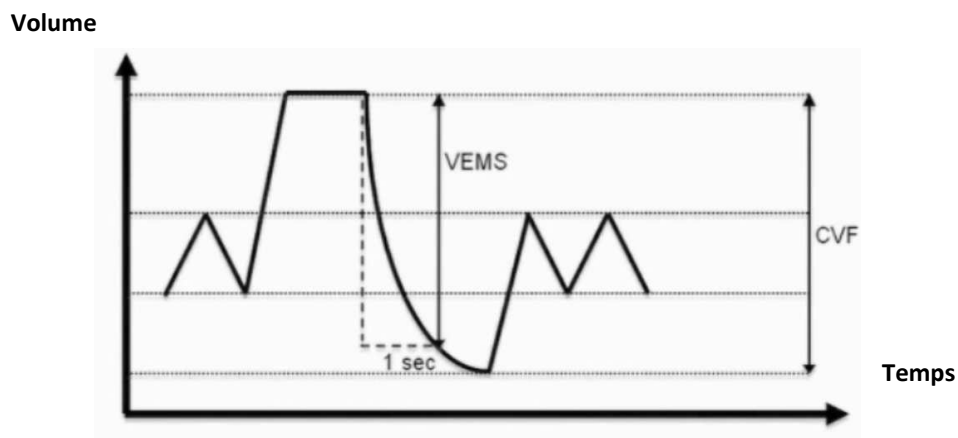
Obtention de cette valeur :

« La capacité vitale forcée ou CVF correspond au volume maximal d'air expiré au cours d'un effort maximum effectué à partir d'une inspiration maximale. Voilà maintenant un circuit fermé, placer le patient correctement tête droite mettez en place le pince nez, demander ensuite au patient de prendre l'enbout buccal en bouche en refermant les lèvres dessus puis demander ensuite au patient d'inhaler à fond et rapidement avec une pose à CPT inférieure à une seconde. Enfin demandez au patient d'expirer à fond jusqu'à qu'il n'ait plus d'air tout en gardant le tronc vertical .Pendant la manœuvre encouragez le patient à fournir une expiration maximale.

Répétez la manœuvre au moins 3 fois. Si la répétabilité des tests n'est pas satisfaisante, effectuez des manœuvres supplémentaires. Il faut obtenir 3 manœuvres de capacité vitale forcée acceptables, la valeur la plus élevée est la valeur retenue, cependant la différence entre la 1^{ère} et la 2^{ème} meilleure valeur doit être inférieure ou égale à 150 ml. Un maximum de 8 manœuvres est recommandé. »

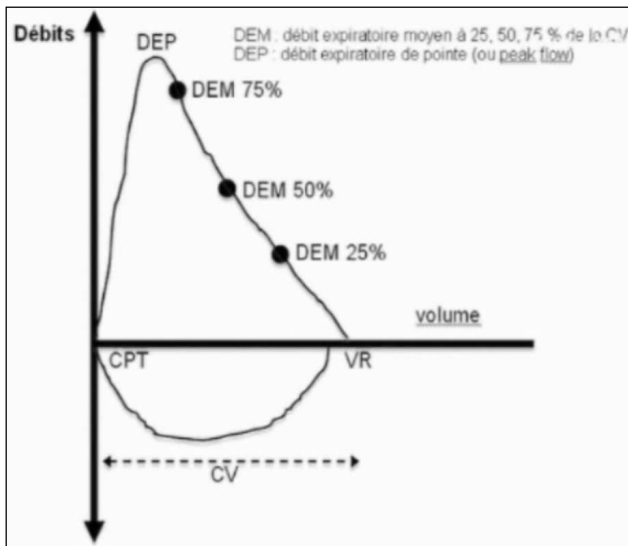
Le volume expiré maximal pendant la première seconde (VEMS):

" Le volume expiré maximal pendant la première seconde (VEMS) correspond au volume maximum d'air expiré au cours de la première seconde d'une expiration **forcée** à partir d'une inspiration **maximale**. Le VEMS s'exprime en L/s."



La courbe débit-volume:

" Pour la mesure d'une courbe **débit-volume forcée**, le patient doit pouvoir réaliser une boucle expiratoire et inspiratoire complète en une seule manœuvre. "



- DEP = débit expiratoire de pointe
- CPT = capacité pulmonaire totale
- VR = volume résiduel
- DEM 75% = valeur du débit lorsqu'on a expiré 25% de la capacité vitale
- DEM 50 % = valeur du débit lorsqu'on a expiré 50% de la capacité vitale
- DEM 25% = valeur du débit lorsqu'on a expiré 75% de la capacité vitale

C'est grâce à l'ordinateur que l'on peut obtenir des courbes volume-temps, débit-temps ...

On doit être capable de reconnaître immédiatement une courbe débit-volume qui a été mesurée de la façon dont on vient de voir (forcée).

Pour se repérer sur cette courbe, il faut regarder l'axe des volumes: à gauche, on est à l'inspiration maximale → c'est de là que part la courbe.

Ensuite, on souffle très fort → les débits vont monter de façon très importante et plus on a expiré du volume, plus les débits vont descendre. Rien qu'à l'oreille, on peut entendre que les débits sont très importants au début, donc ils sont très hauts et puis plus je vais dans mon volume, moins j'ai de volume et les débits vont baisser et un moment donné ils vont devenir nuls → on a expiré au maximum → on est au volume résiduel (VR).

- ✗ Au dessus de la courbe, c'est l'expiration.
- ✗ En dessous de la courbe c'est l'inspiration (attention, la courbe est décalée).

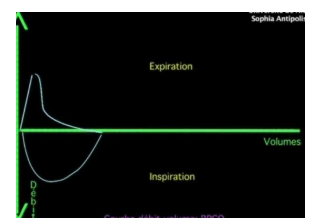
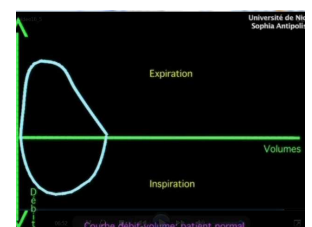
On étudie surtout l'expiration au quotidien.

" On demande au patient de faire une inspiration **rapide** et complète jusqu'à la capacité pulmonaire totale (CPT) par la bouche en air ambiant. Le patient prend ensuite l'embout buccal en bouche et, sans attendre, fait une expiration **forcée** avec un effort maximum jusqu'à que plus d'air ne puisse sortir de ses poumons. Enfin, le patient réalise une inspiration maximale et rapide.

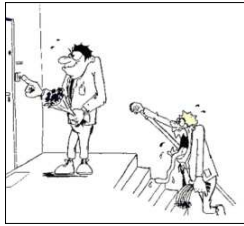
Voici quelques exemples de courbes débits volumes:

✗ La première courbe est celle d'un sujet normal. Comme nous l'avons dit, le patient commence par une expiration maximale avant d'opérer une inspiration profonde.

✗ Le deuxième exemple est une courbe de patient atteint de BPCO. Remarquez la diminution de la valeur des débits expiratoires, et la chute brutale de ces débits après avoir atteint le DEP."

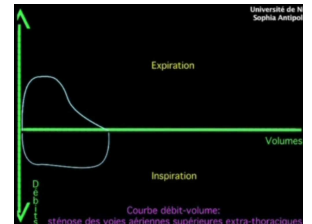


La BPCO, c'est ce qui attend un fumeur sur 5, voire même sur 3. C'est une maladie très grave qui est provoquée par le tabagisme et qui consiste tout simplement à voir s'effondrer sa capacité à expirer l'air de façon rapide:



La respiration au repos est de 14 cycles/min. Lorsque l'on monte un escalier, on va monter à une fréquence respiratoire de 40 cycles/min → c'est là que la différence entre une personne saine et une personne atteinte de BPCO va se faire, c'est-à-dire que ceux qui n'arrivent pas à respirer de façon rapide (BPCO) seront obligés de faire des efforts respiratoires plus grands, ils vont être essouffés et ne vont pas pouvoir monter 3 étages. Il est donc essentiel de pouvoir préserver son volume et surtout son débit.

" ✕ Enfin, voici la courbe d'un patient présentant une obstruction (sténose à cause d'une tumeur,...) des voies aériennes supérieures. Observez la **diminution** de la valeur des débits inspiratoires et l'aspect de plateau aux deux temps de la respiration. Les débits vont être bas. "



2- Pléthysmographie :

" La pléthysmographie explore les volumes pulmonaires non mobilisables ou statiques. "

C'est la façon de mesurer le volume de gaz **contenu dans le thorax** ou encore le volume de relaxation. Pour ça, nous avons besoin d'une espèce de cabine téléphonique étanche dans laquelle nous allons asseoir le patient (**attention aux claustrophobes**).

On va lui demander de faire des manœuvres qui permettent par exploitation de lois physiques de calculer des volumes en se servant de pressions et de débits.

" Dans cet exemple, nous avons mesuré la capacité résiduelle fonctionnelle par pléthysmographie corporelle. Une fois le patient assis confortablement, on lui explique la procédure en détail, sans oublier de préciser que la porte de la cabine de pléthysmographie sera fermée pendant les mesures. "

Une fois la porte fermée, on attend quelques instants de manière à ce que les échanges thermiques se stabilisent et que le patient se détend. "

On mesure des gaz → le volume de gaz dépend de la pression et de la température. Quand on fait de l'exploration respiratoire, il faut avoir un minimum de notions physiques.

" On demande au patient de placer sa bouche sur l'embout buccal et de respirer calmement jusqu'à la stabilisation du niveau du débit respiratoire (généralement entre 3 et 10 respirations). "

En faisant des petites manœuvres de respiration rapide, ce patient va faire des petites variations de volume pulmonaire. Ces variations de volume pulmonaire vont entraîner des variations de pression dans la cabine qui est fermée hermétiquement. En même temps on mesure les variations de pression dans la bouche: le mec a le truc dans la bouche pour que l'on puisse prendre ces variations. C'est en faisant ces différentes mesures (et grâce aux lois physiques) qu'on va pouvoir en déduire le volume pulmonaire qui reste dans son thorax.

Ce volume pulmonaire, on peut le mesurer n'importe où mais par convention tout le monde le mesure à la capacité résiduelle fonctionnelle (CPT) (à chaque fois qu'il a expiré **normalement**).

Les mains sur les joues sont là pour ne pas gonfler les joues et ainsi ne pas fausser les variations de pression et de volume. Les mesures se font lors d'occlusion du système. Lorsqu'il va à nouveau inspirer, il va tirer, ce qui va engendrer une certaine pression. Et après on va libérer le système. On referme et ainsi de suite.

C'est assez hard à comprendre parce qu'il y a plusieurs lois physiques qui interviennent donc le prof nous souhaite bien du plaisir.

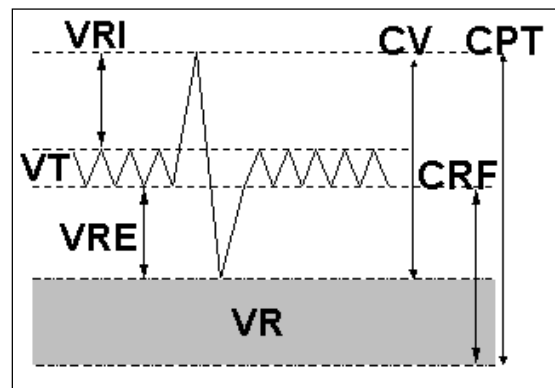
" Enregistrez une série de 3 à 5 manœuvres de halètement techniquement satisfaisantes et enfin, ouvrir l'obturateur avant que le patient n'effectue une manœuvre de VRE suivie d'une manœuvre de CVI lente"

→ Besoin ++ de la coopération des patients. Tout le monde n'y arrive pas et on ne peut pas prédire ceux qui arriveront et ceux qui n'y arriveront pas.

Retour sur la spirométrie:

Après avoir mesuré le volume gazeux thoracique à la CRF (fin d'une expiration normale), on fait faire au patient une manœuvre d'inspiration/expiration maximale: on obtient ainsi le VRE.

Contrairement à ce que beaucoup de gens disent, on ne mesure pas directement le VR en pléthysmographie.



On l'obtient en calculant la différence entre le CRF et le VRE:

- on obtient la CRF à la fin d'une expiration normale. Le patient est dans la cabine, il respire normalement et **un peu vite**. Si à la fin de l'expiration, je ferme la "turlute" et que je fais une mesure, je connais le volume des gaz qui est compris dans le poumon lorsque le patient a fait l'expiration.
- si ensuite je demande au patient de faire une inspiration et une expiration **maximales**, je connais le **VRE**. En soustrayant le CRF par le VRE, on obtient le VR (volume du poumon restant une fois que l'on a expiré au maximum).

La pléthysmographie corporelle permet de mesurer (ou de calculer) n'importe quel volume de gaz contenu dans le thorax.

Petit exemple:

Soit un ballon de foot complètement vide (collabé) qu'on gonfle avec une grosse seringue dont on connaît le contenu (20 litres). Là, on connaît le volume présent dans le ballon alors qu'avec le poumon, on ne sait pas combien on a mis dedans à partir du 0. C'est comme si on gonflait le ballon et qu'on le donnait à quelqu'un qui ne sait pas combien on a mit. Il va donc le mesurer grâce à une machine (pléthysmographie corporelle) qui est capable de lui dire qu'il y a 20 litres dedans.

On pourrait mesurer le volume de gaz contenu dans le poumon lorsque les patients ont expiré au maximum et on obtiendrait directement le VR. Malheureusement, ceci est impossible à réaliser en pratique clinique en restant stable au volume résiduel (crampes dans les intercostaux,...), donc par

convention on mesure la CRF parce qu'on est capable de tous le faire (beaucoup de patient n'y arrivent pourtant pas). Le 0 on n'a pas besoin de la connaître de toute façon.

Que faudrait-il faire pour connaître le 0?

→ Chez quelqu'un qui vient de mourir, qui va donc se relâcher jusqu'au volume résiduel. D'ailleurs une personne décédée a le diaphragme positionné très haut dans le thorax. A ce moment il faudrait mettre un bouchon (pour éviter que le poumon se dégonfle), sortir le poumon du thorax, le brancher sur une machine et le ratatiner complètement. Là on connaîtrait le volume résiduel (le prof remarque que peu de gens souhaiteraient réaliser ce test de leur vivant).

Pourquoi le poumon n'est pas tout à fait à 0 dans le thorax?

En physiologie respiratoire, le poumon est élastique et il est donc capable, comme un ballon de baudruche, de revenir au 0. Cependant, le poumon n'est pas à 0 dans le thorax car il est collé à ce dernier qui lui, s'il n'y avait pas de poumon dedans, serait beaucoup plus grand. Le **volume de relaxation** est donc un état d'équilibre entre des forces qui tendent à agrandir le thorax et des forces élastiques qui tendent à collaber le poumon.

On n'arrive donc pas au 0 à l'état du vivant sauf dans une pathologie: le **pneumothorax** (poumon se décolle de la paroi thoracique et il est alors susceptible de complètement se ratatiner). Quand on est jeune, il suffit d'un poumon pour respirer mais avoir un poumon complètement ratatiné, ce n'est pas très pratique quand même → on va aspirer l'air pour que le poumon se recolle à la paroi.

3- Gazométrie artérielle:

C'est un autre test réalisé de façon courante en pneumologie. Il consiste à mesurer si les échanges gazeux (but de la respiration) se font bien.

L'organisme est un "moteur à gaz" qui a besoin d'être alimenté (O_2) et épuré (CO_2). Un déficit à ce niveau là peut entraîner des troubles qui peuvent être très graves (non-oxygénation d'un tissu, hypercapnie...).

Le seul moyen pour mesurer ces gaz est de faire un prélèvement qui est réalisé directement dans une **artère** (sang oxygéné obligatoire). Plein d'artères sont accessibles: fémorale, carotide... Mais on évite les grosses artères (risque d'hémorragie, d'hématome). On pique donc dans l'artère radiale → prélèvement de sang artériel par ponction de l'artère radiale.

On le fait en général au repos et en air ambiant, mais on peut aussi le faire sous n'importe quelle condition (sous oxygène, ...).

On veut donc surtout voir le résultat de la respiration.

Vidéo:

" La gazométrie artérielle est un examen simple permettant d'évaluer les échanges gazeux, et l'équilibre acido-basique. Le matériel nécessaire pour sa réalisation est composé:

- *de compresses stériles*
- *d'une solution antiseptique type polyvidone iodée et alcoolisée*
- *d'une seringue à gazométrie permettant le recueil du sang artériel*

Ce dernier se fera dans la grande majorité des cas au niveau de l'artère radiale, après avoir vérifié la perméabilité de l'arcade palmaire par le test d'Allen. Le point de ponction se fera environ 2 cm au dessus de la styloïde radiale et sera guidé par la pulsatilité artérielle.

A noter qu'en général une tension artérielle systolique inférieure à 80 mmHg rend difficile la perception du pouls radial. Dans ce cas, le médecin pourra utiliser un site plus facilement accessible comme l'artère fémorale.

La gazométrie radiale sera effectuée sans ou avec anesthésie locale. Dans ce dernier cas, on utilisera préférentiellement une pommade anesthésique type Emla que l'on appliquera sur une peau saine au minimum une heure avant le début du geste. Puis on recouvrira du pansement adhésif hermétique. Après avoir soigneusement retiré l'Emla avec une compresse, on pratique une aseptie large sur la zone à ponctionner, avec l'aide de compresses stériles et de la solution antiseptique.

L'étape suivante consiste à dégripper la seringue en retirant le piston de quelques millimètres. Tout en repérant le pouls radial, on ponctionne l'artère, biseau de l'aiguille vers le haut, la seringue étant positionnée à 45° dans le sens opposé au flux sanguin artériel.

A noter que notamment chez les sujets obèses, que l'artère radiale n'est pas perceptible au premier essai. Dans cette situation, reculer l'aiguille de quelques millimètres, sans la retirer de la peau puis ponctionner de nouveau en changeant l'orientation de l'aiguille.

Une fois l'artère ponctionnée, attendez sans bouger que la seringue soit complètement purgée de son air, puis retirer l'aiguille en appliquant des compresses stériles sur le point de ponction. Comprimer enfin l'artère pendant 5 minutes, puis recouvrez le point de ponction d'un pansement. "

NB: sur la vidéo ils n'ont pas triché, ils ont pris une ponction difficile (personne obèse).

4- Tests réalisés à l'effort et tests nocturnes:

Pour voir si ces déficits que l'on vient de mesurer donnent des incapacités, on fait deux tests à l'effort:

✕ Il y en a qui n'est pas spécifiquement pneumologique qui est le test de marche de 6 minutes: ça consiste à mesurer la distance que le patient peut effectuer en marchant pendant 6 minutes au pas **maximal**.

On mesure en même temps sa fréquence cardiaque et sa saturation. Le patient est accompagné par un kiné et une infirmière. Il fait donc des allers retour dans un couloir dont on connaît la distance.

C'est un test simple mais robuste qui nous permet de voir si le traitement est efficace: plus le patient marche loin, plus on est content.

✕ Il y a un test un peu plus compliqué que l'on utilise aussi en médecine du sport et en cardiologie qui consiste à faire pédaler les gens sur un vélo. Normalement c'est un test d'effort cardiaque où on s'intéresse qu'à la fonction cardiaque (pression artérielle et ECG d'effort).

En pneumologie, on s'intéresse en plus à la respiration du patient pendant l'effort. C'est pour ça qu'on lui met soit un embout buccal, soit un masque sur le visage auquel on branche un spiromètre (ce qui permet de mesurer le volume courant à l'effort). En plus, on peut mesurer la quantité d'oxygène consommée par les muscles pendant l'effort et la quantité de CO₂ rejetée par la bouche: c'est ce que l'on appelle la VO₂ et la VCO₂.

NB: Lance Armstrong était capable d'aller au-delà de 80 mL/kg/minute (le prof étant à environ 40). Quand on est au dessous de **14**, on devient incapable de réaliser les efforts de la vie quotidienne. Les cardiologues utilisent cette mesure pour poser la question d'une transplantation cardiaque (→ test avec un intérêt très important).

La polygraphie ventilatoire:

C'est un test pour mesurer l'évolution de la respiration nocturne.

Le patient a des capteurs devant le nez, il a une sangle élastique sur la poitrine et une autre sur le ventre, et il y a un capteur au doigt qui s'appelle un oxymètre. On va pouvoir mesurer le flux nasal, les mouvements thoraco-abdominaux et l'oxygénation du sang pendant la nuit.

Ce test est utile pour surveiller les gens qui font des apnées du sommeil par exemple.

Par manque de temps, le prof est passé très vite sur les tests d'effort et nocturnes mais il faut aller voir les vidéos correspondantes (ainsi que celles des précédents tests) sur le site du collège des enseignants.

Le prof invite également à aller voir d'autres vidéos sur le site comme la fibroscopie bronchique par exemple.