

UE 12 Pneumologie
Pr A. Denjean
Le 13/02/17 à 13h30
Ronéotypeur : DE MONTALEMBERT Philippine
Ronéolecteur : EICHEL Raphaëlle

Cours 10

Explorations des muscles ventilatoires

Selon le prof, il y a beaucoup de choses dans le cours de l'ordre de la culture générale dans le cours. Les deux points importants sont de bien comprendre que les explorations vont de la plus simple à la plus sophistiquée et que les mesures de pression dépendent de la bonne volonté du sujet. Il n'a pas donné de questions tombables, il faut juste bien comprendre les deux points précédents.

SOMMAIRE

I – Introduction

II – Explorations indirectes des muscles ventilatoires

- a. Symptômes
- b. Examen clinique
- c. Spirométrie
- d. Gazométrie

III – Explorations directes des muscles ventilatoires

- a. Pi max
- b. PE max
- c. SNIP test
- d. Interprétation

IV- Explorations spécialisées du diaphragme

- a. Stimulation du nerf phrénique
- b. Stimulation magnétique cervicale

Introduction

Les muscles ventilatoires sont la base du mouvement de la respiration.

Ils peuvent être explorés de différentes façons, en partant des méthodes les plus simples jusqu'à des méthodes plus sophistiquées.

On utilise le terme de muscle ventilatoire plutôt que respiratoire. C'est un terme plus précis : les muscles ventilatoires sont responsables des mouvements de la cage thoracique et donc des poumons permettant ainsi la ventilation. La respiration correspond à l'aboutissement des échanges gazeux au niveau des tissus (respiration cellulaire).

Indications principales :

Certaines situations peuvent nous conduire à poser la question de l'intégrité des muscles ventilatoires. Une exploration est réalisée dans les situations suivantes :

- ❖ Une **dyspnée inexplicée** (ni par une origine cardiaque ni par une pathologie pulmonaire connue)
- ❖ Un **syndrome restrictif** avec une diminution (restriction) des volumes pulmonaires.
- ❖ Une **limitation à l'effort en raison d'une pathologie restrictive ou obstructive** (ex : BPCO pré-réhabilitation, mucoviscidose)
En effet, la première symptomatologie de la dyspnée est une dyspnée à l'effort puis ensuite au repos lors de l'aggravation.
- ❖ **Atteinte iatrogène** (=provoqué par un traitement)
Ex : ascension de la coupole diaphragmatique causée par une **chirurgie** thoracique (pouvant également causée une lésion du nerf phrénique)
Ex 2 : une **corticothérapie** prolongée ou une **réanimation** prolongée diminue l'efficacité des muscles (fonte des muscles périphériques et respiratoires)
- ❖ **Difficulté de sevrage de ventilation assistée** (VA)
- ❖ **Maladie neuromusculaire** diminuant l'efficacité des muscles ventilatoires
Ex : myopathie de Duchenne, sclérose latérale amyotrophique (SLA)
- ❖ Atteinte respiratoire inaugurale « isolée » : SLA, cytopathie mitochondriale, déficit en maltase

I – Exploration indirectes des muscles ventilatoires

a. Symptômes cliniques

La plupart du temps, on observe une **dyspnée** :

- **Dyspnée d'effort** : difficile à évaluer chez un patient souffrant d'une maladie neuromusculaire (et donc pouvant difficilement réaliser des efforts)
- **Orthopnée** : difficulté à respirer en position assise (évaluée par la score de Borg)

On peut également observer :

- Encombrement bronchique
- Fausses routes alimentaires
- Dyssomnies (retentissement sur le sommeil) : réveil avec sensation d'étouffement, sueurs, agitation, polyurie, cauchemars
- Céphalées matinales
- Somnolence diurne

b. Examen clinique

Il est réalisé en position assise et en décubitus dorsal. Il permet de repérer :

- une **déformation thoracique**
- une **tachypnée** : augmentation de la fréquence respiratoire (FR) avec un petit volume courant
- un **paradoxe abdominal** (observé en décubitus)

- le **recrutement des muscles accessoires** lors de la respiration au repos révélant un trouble des muscles ventilatoires (le diaphragme). On peut avoir une **hypertrophie des scalènes et du sterno-cléido-mastoïdien** (notamment en cas de sclérose latérale amyotrophique).
- **l'efficacité de la toux** (inefficace en cas d'encombrement bronchique par exemple)
La toux est expiration brutale et violente une mise en jeu rapide et puissante des muscles respiratoires expiratoires (les abdominaux). L'efficacité de la toux est mesurée à la palpation abdominale et thoracique et à l'auscultation.

c. La spirométrie

C'est un 1^{er} examen de débrouillage indispensable qui mesure les volumes pulmonaires.

Le paramètre principal est la **diminution de la capacité vitale (CV)**. On a la capacité vitale forcée (CVF) et la capacité vitale lente (CVL).

La spirométrie va permettre de **suivre l'évolution de pathologies** touchant les muscles ventilatoires, comme les **pathologies neuromusculaires** dont elle permet de faire le pronostic.

Par exemple, la myopathie de Duchenne touche l'ensemble des muscles. Au fur et à mesure de l'évolution de la maladie, elle atteint les muscles respiratoires, en particulier le diaphragme. L'évolution de la diminution de la capacité vitale informe sur l'évolution de la maladie et sur la probabilité de la mise en jeu d'une ventilation assistée.

Sur la courbe débit volume, on peut observer une baisse des débits inspiratoires (VIMS = volume inspiré maximal par seconde) en cas de faiblesse inspiratoire sévère.

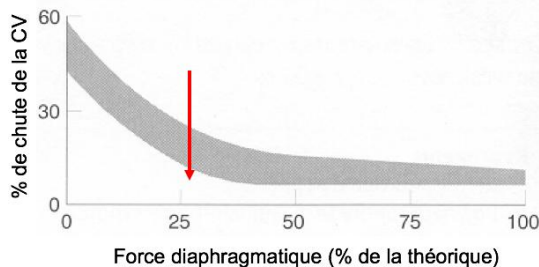
En cas de dysfonction glottique, la courbe prend un aspect en dent de scie. (*pas développé en cours*)

Mesure de CV en décubitus :

Il y a une différence de ventilation en position assise et en position couchée.

On mesure le **rapport CV décubitus/ CV assis** :

- > 90% : normal
- chute de plus de 20% : évocateur de faiblesse diaphragmatique



Ce schéma montre le rapport entre la force diaphragmatique et le pourcentage de diminution de la CV. On voit ainsi qu'une diminution significative de la CV est observé pour une force diaphragmatique inférieure à 30% (donc lorsque la pathologie est déjà à un stade avancé). Ce n'est donc pas un examen idéal pour poser le diagnostic.

C'est un examen simple mais il est **peu sensible**, peu spécifique (de nombreuses raisons peuvent expliquer une diminution de la CV) et la reproductibilité est difficile.

d. La gazométrie

C'est un examen n'ayant aucune spécificité vis à vis de la faiblesse des muscles respiratoires mais qui met en évidence les conséquences sur les échanges gazeux (**hypercapnie**, hypoxémie).

On réalise une polysomnographie permettant une **évaluation nocturne de l'oxymétrie** entre autres.

Physiologiquement, la ventilation est un peu diminuée pendant le sommeil avec notamment une diminution de l'oxymétrie. L'oxymétrie correspond à la mesure de la saturation en oxygène qui se situe normalement entre 95% et 100%. On a une **chute de la saturation au cours du sommeil**

révélant une diminution des échanges gazeux. Ce phénomène est **amplifié en cas d'atteinte des muscles respiratoires** et peut conduire à une hypoventilation nocturne. L'hypoventilation nocturne peut être suivie d'une hypercapnie diurne (peu probable si la capacité vitale est supérieure à 50-60% et la pression inspiratoire maximale supérieure à 40-50%)

Cet examen a une grande sensibilité mais n'a **aucune spécificité** : une désaturation pendant la nuit ne signifie pas forcément que les muscles respiratoires inefficaces.

Pour un diagnostic plus précoce, on réalise des tests spécifiques.

II – Explorations directes des muscles respiratoires

On mesure des pressions maximales soit à l'inspiration soit à l'expiration :

- PI max = pression inspiratoire maximale : mesure de l'efficacité des muscles inspiratoires (diaphragme)
- PE max = pression expiratoire maximale : mesure de l'efficacité des muscles expiratoires
- SNIP = pression obtenue au cours d'un sniff test

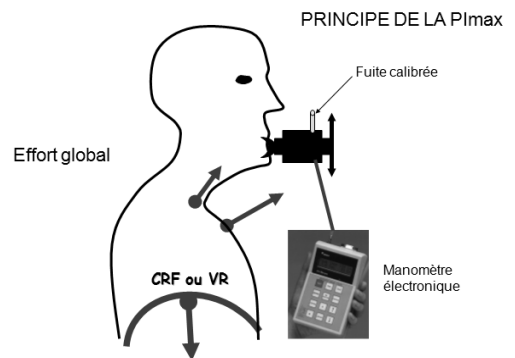
Ce sont des techniques spécifiques de première intention qui doivent être **standardisées**. Le matériel est encore hétérogène. Ces techniques nécessitent des règles d'interprétation claires.

a. Pression inspiratoire maximale

La mesure nécessite :

- Un **embout buccal** équipé d'un robinet que l'on peut ouvrir ou fermer
- Un **capteur de pression** entre la bouche et l'embout buccal
- Un pince-nez

Principe : Le sujet met un pince-nez et un embout buccal avec un robinet fermé. On lui demande d'inspirer très fort contre le robinet fermé. On enregistre ainsi la PImax.



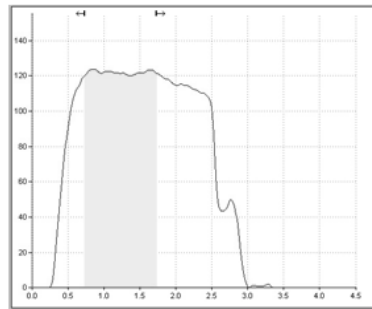
Il existe des discussions « *dans lesquelles on ne va pas entrer* » sur la standardisation :

- Mesure de la PI max au volume résiduelle (VR) ou à la capacité respiratoire fonctionnelle (CRF) ?
- Mesure de la PI max au niveau du pic ou du plateau 1 seconde ?

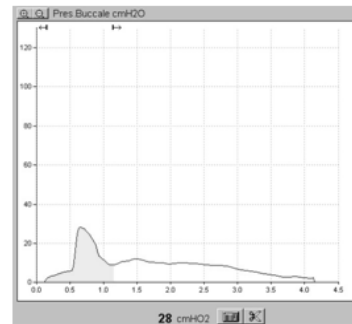
Je vous mets ici le tableau comparatif à titre indicatif mais le prof a bien dit que ce n'était pas important :

VR	CRF
<ul style="list-style-type: none"> • Valeur maximale • Plus stimulante ? • Théoriques les plus nombreuses • Manœuvre difficile (BPCO) • Pression élastique jusqu'à 30 cm H2O 	<ul style="list-style-type: none"> • Valeur plus basse • Moins stimulante ? • Théoriques moins nombreuses • Contrôle facile • Pression musculaire seule

Ce qui est important, c'est de s'assurer d'avoir obtenu après quelques essais une valeur de pression maximale relativement reproductible.



Normale



Faiblesse inspiratoire sévère

Chez un sujet normal, la P_{imax} est autour de 120cm d'H₂O : c'est une pression importante montrant l'efficacité et la puissance des muscles respiratoires.

Chez un sujet ayant une pathologie relativement sévère, la P_{imax} est de 20cm d'H₂O environ ce qui explique l'installation de la dyspnée et de la fatigue des muscles inspiratoires.

b. Pression expiratoire maximale

Principe : Le sujet gonfle ses poumons. Puis on place un embout buccal avec un robinet fermé et on demande au sujet de souffler le plus fort possible. La pression augmente au niveau du capteur, on enregistre la PE max.

Elle est essentiellement utilisée en cas de **pathologie neuromusculaire** ou pour évaluer l'**efficacité de la toux** en cas d'encombrement bronchique. Elle teste essentiellement les **muscles abdominaux**, il y a une cependant une contribution de la cage thoracique jusqu'à 40cm d'H₂O.

a. Le SNIP (pression mesurée au cours d'un sniff test)

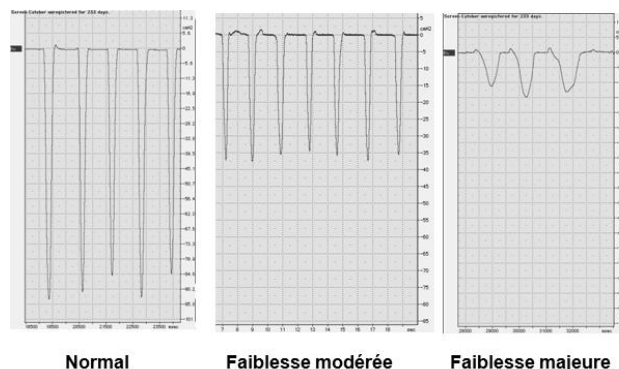
Principe du « sniff test » : On place un capteur de pression au niveau de la narine et on demande au sujet d'inspirer par le nez : un **renflement maximal bref** de moins de 500ms. Il faut tester les deux narines.

On réalise 10 à 20 mesures en acquisition continue. C'est une mesure moins fatigante que la P_{imax}.

Cela permet de mesurer l'**efficacité des muscles inspiratoires**.



La courbe de pression est régulière. La valeur obtenue chez un sujet normal est autour de 100cm d'H₂O, elle est semblable à celle obtenue avec la P_{imax}. Des normes sont établies dans la population en fonction de l'âge et du sexe.



b. Interprétation

Ces mesures donnent un degré de sévérité d'atteinte des muscles respiratoires plus ou moins important.

L'interprétation est délicate chez les sujets âgés. Il y a une variation importante des théoriques avec des écarts-types importants. Il existe ainsi une marge dans laquelle on ne sait pas si c'est la variabilité de la mesure ou une pathologie.

De plus, ces mesures sont des manœuvres volontaires et demandent une **coopération parfaite du sujet**. (*important++*)

S'il n'y a pas de coopération du sujet, on ne sait plus si les valeurs obtenues sont dues à son absence de coopération ou à l'atteinte de ses muscles respiratoires.

Enfin, la **pression inspiratoire** est le reflet de **l'ensemble des muscles inspiratoires** et pas seulement du diaphragme. Ainsi, on n'a pas de diagnostic précis portant sur le diaphragme

Il est important de tenir compte du **contexte clinique** et au moindre doute, il faut demander un **complément de bilan**.

Exemple : on obtient une PI max et un SNIP à 60% de la théorique

- *En cas de BPCO très distendu, on soupçonne un désavantage mécanique.*
- *En cas de pathologie neuromusculaire, on s'oriente vers un début d'atteinte musculaire respiratoire (surveillance selon la pathologie).*
- *En cas de restriction inexplicée avec une ascension de la coupole, on poursuit le bilan.*

Il a donc fallu développer d'autres techniques plus précises.

IV – Explorations spécialisées du diaphragme

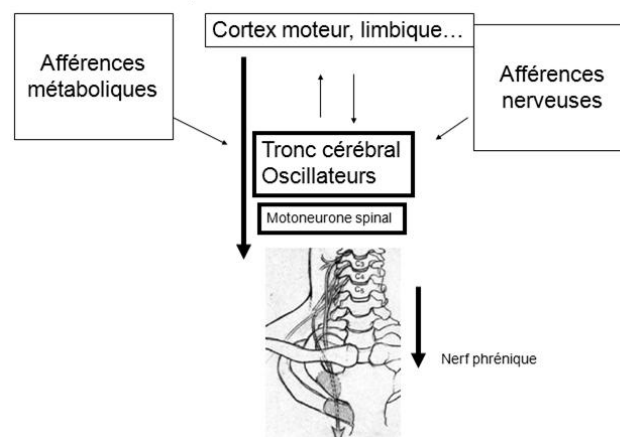
- ❖ Explorations actives : imagerie
- ❖ Explorations passives : stimulation (*ici, on s'intéresse à la stimulation*)

On peut faire une stimulation :

- Soit au niveau du crâne, en trans crânien
- Soit au niveau cervical, au niveau de l'émergence du nerf phrénique

Cela permet d'explorer l'ensemble des voies motrices, du cortex au rachis et du rachis aux muscles périphériques (donc jusqu'au diaphragme)

Ces examens demandent sont plus sophistiqués et demandent plus de matériel mais permettent une mesure précise de la conduction de la voie nerveuse du phrénique et de l'efficacité motrice du diaphragme



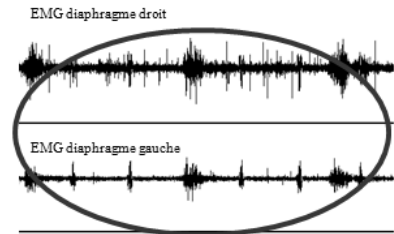
a. Stimulation électrique cervicale

On stimule le nerf phrénique au niveau cervical, et on obtient :

- Une mesure de l'activité électrique avec un électromyogramme (EMG)
- Une mesure de la pression trans-diaphragmatique avec un cathéter relié à des capteurs de pression

EMG

L'**électromyogramme** (EMG) permet de recueillir un tracé électrique correspondant à la contraction du muscle. Pour être certain de recueillir uniquement l'EMG diaphragmatique, on pique une aiguille dans le diaphragme pour mesurer son activité électrique.



Mesure de la pression trans-diaphragmatique

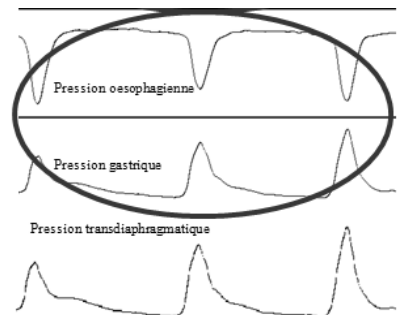
L'efficacité du travail du diaphragme peut également être évaluée en mesurant la **pression motrice du diaphragme**.

On fait passer un cathéter dans l'œsophage relié à deux capteurs de pression :

- Un situé dans l'œsophage au dessus du diaphragme
- Un autre dans l'estomac (en dessous du diaphragme)

Lors de la contraction du diaphragme, on observe baisse de la pression dans l'œsophage (qui devient négative) et une pression positive dans l'estomac

La **pression trans-diaphragmatique** (résultant du travail du diaphragme) correspond à la somme algébrique de ces deux pressions



Ces examens donnent réellement l'efficacité du diaphragme.

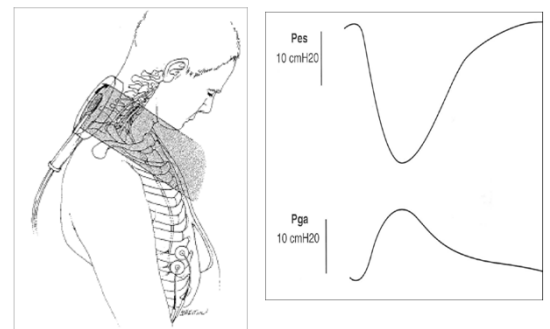
Cependant, une stimulation électrique cervicale est un examen douloureux pour le patient. On utilise plutôt la stimulation magnétique.

b. Stimulation magnétique cervicale

La stimulation magnétique consiste à provoquer un champ magnétique intense sur une durée très brève entraînant une dépolarisation des structures nerveuses en dessous.

Au niveau cervical, la dépolarisation des structures nerveuses entraîne notamment la dépolarisation du nerf phrénique, on peut ainsi évaluer l'efficacité du diaphragme.

De même, on peut mesurer la pression trans-diaphragmatique avec un cathéter relié à deux capteurs de pression.



L'étude neuromusculaire du diaphragme permet d'étudier la **conduction cervico-phrénique**, la **conduction cortico-phrénique** et la **pression trans-diaphragmatique** en réponse à une stimulation cervicale. On peut ainsi rechercher une atteinte neurogène en précisant si elle est périphérique ou centrale ou une atteinte myogène.

La partie sur la stimulation magnétique transcrânienne n'a pas été traitée en cours.

CONCLUSION

Dans ce cours, on part des examens les plus simples pour arriver à des examens plus sophistiqués.

Ainsi, l'examen clinique, la spirométrie et la gazométrie sont des examens **simples et peu sensibles**. La mesure des pressions inspiratoires et expiratoires maximales et de la SNIP sont **simples, standardisées et plus sensibles**.

L'interprétation des mesures de pressions se fait en fonction de valeurs prédites adaptées, il y a une correction en cas de distension. Il est important de prendre en compte le contexte clinique.

Il existe deux limites principales :

- Nécessité d'une coopération du sujet
- Mesures non spécifiques du diaphragme

Il existe également d'autres examens plus spécialisés qui permettent d'aboutir à un diagnostic plus précis, sur le diaphragme par exemple.

