

Rappels sur les EFR

Le terme général « EFR » comprend [37] :

- la mesure des volumes pulmonaires et des débits ventilatoires forcés (incluant tests de réversibilité et tests de provocation) ;
- la mesure des résistances des voies aériennes ;
- la mesure des gaz du sang ;
- l'étude de la mécanique respiratoire, de la fonction des muscles respiratoires ;
- la mesure de la capacité de transfert du monoxyde de carbone (CO) ;
- les épreuves fonctionnelles d'exercice ;
- le cathétérisme cardiaque droit.

Définitions, recommandations techniques et significations [78]

Les données rappelées ci-dessous, sauf référence supplémentaire, sont issues des recommandations européennes pour les explorations fonctionnelles respiratoires [78] et des recommandations de l'ATS [286].

Le rétrécissement des voies aériennes est mis en évidence par la spirométrie dynamique. Les volumes et les débits dynamiques (ou forcés) se mesurent au cours de mouvements respiratoires complets rapides (cf. *fig. 5*). Les résultats des épreuves de spirométrie dynamique s'expriment le plus souvent par la relation entre le débit maximal et le volume d'air mobilisé, décrite par la courbe débit-volume (cf. *fig. 6*).

Les débits peuvent être rapportés aussi à des volumes mesurés lors de manœuvres complètes plus lentes (spirométrie statique). L'effort est alors maximal pendant le début et la fin de la manœuvre, au lieu d'être constant et maximal pendant toute la mesure comme en spirométrie dynamique.

La capacité vitale (CV)

La capacité vitale est la variation de volume enregistrée à la bouche entre les positions d'inspiration complète et d'expiration complète.

Elle peut être mesurée en spirométrie statique (capacité vitale lente CVL) ou dynamique (capacité vitale forcée CVF). Chez les sujets sains la différence entre la CVL et la CVF est minime. En cas de trouble ventilatoire obstructif, la CVF peut être inférieure à la CVL.

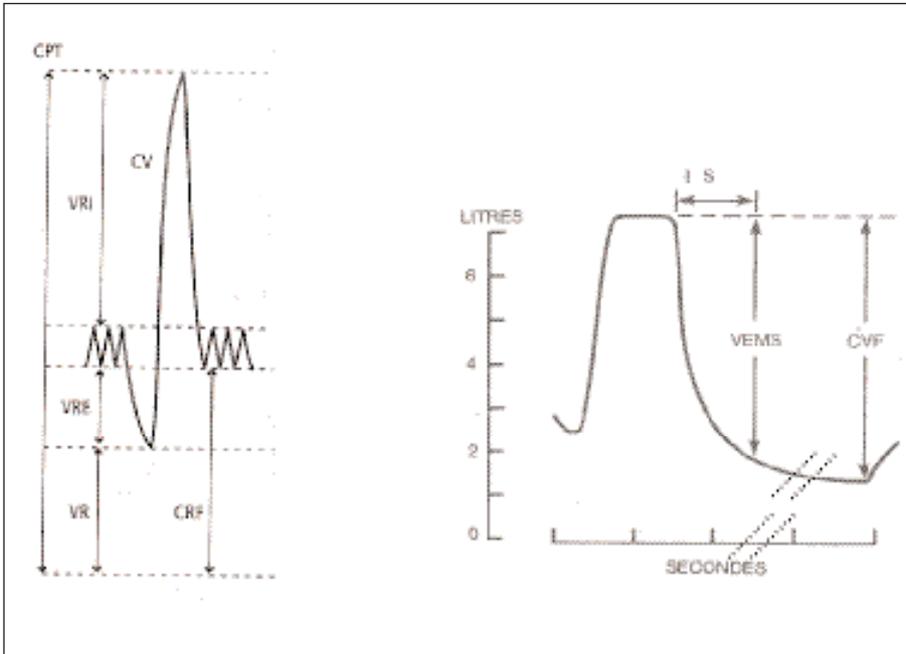


Fig. 5.

A : spirogramme représentant les volumes pulmonaires lors d'une manœuvre de capacité vitale (CV) lente. CPT = capacité pulmonaire totale, VRI = volume de réserve inspiratoire, VRE = volume de réserve expiratoire, VR = volume résiduel, CRF = capacité résiduelle fonctionnelle. D'après Weitzenblum E. L'exploration fonctionnelle respiratoire en pneumologie. Paris : Margaux Orange ; 2004 [291].

B : manœuvre de capacité vitale forcée (CVF) avec mesure du volume expiré maximal à la première seconde (VEMS). D'après West J ; trad. Seigneur F. Physiopathologie respiratoire. Paris : Éd. Pradel ; 1989 [292].

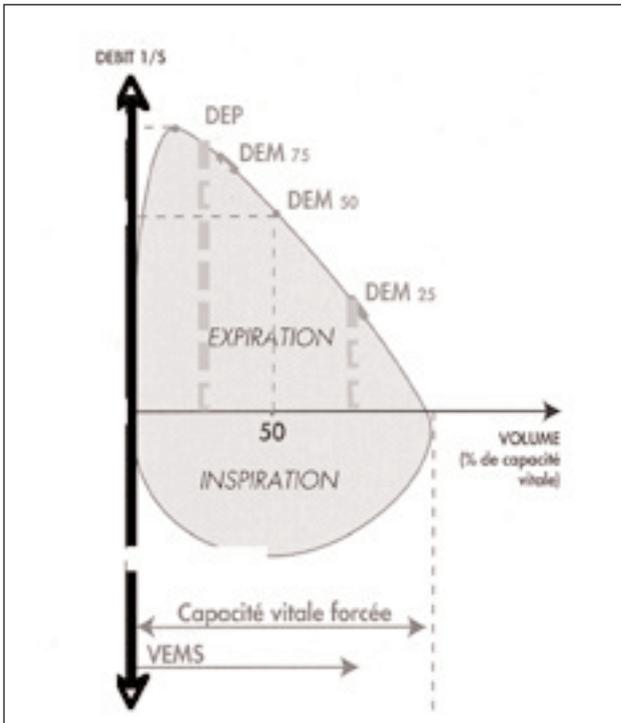


Fig. 6.

Courbe débit-volume enregistrée pendant une manœuvre de CVF. Avec reprise inspiratoire maximale. Arbitrairement les débits expiratoires sont positifs et les débits inspiratoires négatifs. DEP = débit expiratoire de pointe, DEMx débit expiratoire maximal à x % de la CVF. D'après Pourquoi, quand, comment prescrire des EFR ? Barbier R. Paris : Laboratoire Bohringer Ingelheim ; 1998 [294].

Le volume expiratoire maximal à la première seconde (VEMS)

Le VEMS est le volume recueilli à la bouche pendant la première seconde d'une expiration effectuée aussi fort et aussi complètement que possible en partant de la position d'inspiration complète.

C'est un paramètre reproductible. L'écart-type de mesures répétées chez des sujets sains varie de 60 ml à 270 ml, la moyenne pondérée s'établissant à 183 ml.

Le VEMS peut être normalisé en fonction de la capacité vitale. En utilisant la CVL (rapport de Tiffeneau), on obtient un index plus sensible de l'obstruction qu'avec la CVF.

Le VEMS est influencé par de nombreux facteurs qu'il est difficile de contrôler comme l'intervalle par rapport au dernier traitement bronchodilatateur, l'heure de la journée ou une exposition allergénique environnementale. Certains auteurs [293] mettent en avant le VEMS post-bronchodilatateur qui minimise l'action de ces facteurs. Il reflète la mesure de la meilleure fonction respiratoire obtenue sous bronchodilatateur le jour de la consultation ou le concept de niveau d'obstruction bronchique post-bronchodilatateur.

Le débit expiratoire maximal médian (DEMM ou DEM25-75)

Le DEM25-75 est le débit moyen réalisé sur la moitié médiane de la CVF (de 25 à 75 %) pendant une manœuvre d'expiration forcée.

Le DEM25-75 a une bonne sensibilité pour détecter l'obstruction des petites voies aériennes. Toutefois les références

chez le sujet sain ont une variabilité importante et la reproductibilité de la mesure est très dépendante de la qualité d'exécution (CVF complète, temps expiratoire suffisant d'au moins 6 secondes). Ces aspects rendent le DEM25-75 précieux mais d'interprétation difficile.

Trouble ventilatoire obstructif

Le trouble ventilatoire obstructif se définit par une diminution du VEMS proportionnellement plus importante que la baisse éventuelle de la capacité vitale, c'est-à-dire une diminution du rapport du VEMS/CV.

Il est admis de définir un trouble ventilatoire en dessous du 95^e percentile, c'est-à-dire pour une chute de plus de 11,8 % chez l'homme et plus de 10,7 % chez la femme d'après les références européennes établies sur une population âgée de 18 à 70 ans. Le groupe de travail souligne toutefois le caractère très relatif des « normes » et l'interprétation précautionneuse en cas de sujet de petite ou grande taille ou de sujet âgé ou d'origine ethnique autre qu'euro-péenne. Aussi plutôt que de définir un sujet comme obstructif lorsque les valeurs de VEMS sont voisines des limites, le médecin s'attachera à suivre l'évolution des valeurs dans le temps, d'autant que dans une pathologie comme la maladie asthmatique, les valeurs de débits sont intrinsèquement variables.

La notion de trouble ventilatoire obstructif réversible ou fixé (comparaison du VEMS avant et après administration de bronchodilatateurs) est également importante.

La mesure des résistances des voies aériennes est une méthode possible pour évaluer l'obstruction bronchique. Elle nécessite un appareillage plus complexe et est plutôt réservée à l'enfant chez qui la participation active est délicate.

Réversibilité sous bronchodilatateurs

En cas de trouble ventilatoire obstructif on complète classiquement la spirométrie de base par un ou des tests bronchodilatateurs afin de juger de la part réversible de l'obstruction bronchique et d'orienter le traitement.

Ces tests consistent en l'administration d'agents pharmacologiques bronchodilatateurs : bêta-2 mimétiques le plus souvent (classiquement 200 à 400 µg de salbutamol en aérosol-doseur administré si possible en chambre d'inhalation) mais aussi anticholinergiques (bromure d'ipratropium) voire association des deux.

Classiquement le patient doit avoir arrêté l'agent administré ou de même classe au minimum 6 à 12 heures avant selon la durée d'action du médicament sauf si son état clinique l'en empêche.

Le traitement par corticoïdes inhalés est à poursuivre. Les avis divergent sur l'arrêt des bronchodilatateurs de longue durée d'action avant l'examen. En effet une réversibilité sous bronchodilatateurs de longue durée d'action peut renseigner

sur l'observance thérapeutique, l'inefficacité du traitement et sur le niveau de VEMS post-bronchodilatation maximale.

Après avoir attendu le temps d'action maximale (minimum 15 minutes pour les bêta-2 mimétiques d'action rapide et de courte durée), une spirométrie dynamique et une mesure de la CVL voire de la CRF sont réalisées.

Le trouble ventilatoire obstructif est dit réversible si l'augmentation de VEMS après inhalation de bronchodilatateurs est de plus de 12 % par rapport à la valeur théorique et dépasse 200 ml. Typiquement, dans la maladie asthmatique, un trouble ventilatoire obstructif est réversible, toutefois chez des patients porteurs d'un asthme ancien sévère mal contrôlé, il peut devenir fixé.

Bien que ne définissant pas par elles-mêmes la réversibilité, l'évolution du DEM25-75 et la comparaison de l'aspect des courbes débit-volume avant et après bronchodilatateur sont à prendre en compte surtout en cas de bonne exécution des manœuvres, de stabilité de la CVF et d'amélioration importante (élévation d'au moins 30 à 50 % du DEM25-75).

La capacité inspiratoire(CI)

C'est le volume maximal qu'il est possible d'inspirer à partir de la CRF.

Les volumes de réserve expiratoire (VRE) et inspiratoire (VRI)

Ce sont les volumes maximaux qu'il est possible d'expirer (pour le VRE) ou d'inspirer (pour le VRI) en partant de la CRF (pour le VRE) ou du niveau d'une inspiration moyenne (pour le VRI).

Il n'existe pas d'altération spécifique de ces volumes dans les pathologies bronchiques.

La capacité résiduelle fonctionnelle (CRF)

C'est le volume gazeux présent dans les voies aériennes à la fin d'une expiration spontanée en respiration calme. La CRF peut être évaluée par la technique de dilution gazeuse (dilution de l'hélium ou rinçage de l'azote), par la pléthysmographie corporelle ou par radiographie. En cas de syndrome obstructif sévère, la dilution gazeuse sous-estime le volume pulmonaire réel du fait de l'existence de zones pulmonaires mal ventilées [295].

Le volume résiduel (VR)

Le volume résiduel est le volume gazeux restant dans le poumon à la fin d'une expiration forcée. C'est une valeur calculée : $VR = CRF - VRE$.

La capacité pulmonaire totale (CPT)

La CPT est le volume gazeux présent dans le poumon à la fin d'une inspiration complète. C'est une valeur calculée en

utilisant la formule $CPT = VR + CVL$ ou plus couramment $CPT = CRF + CI$.

Les trois derniers volumes CRF, VR et CPT peuvent se trouver augmentés en cas de pathologie bronchique chronique, plus ou moins en association avec un trouble ventilatoire obstructif (diminution du rapport VEMS/CVL). L'augmentation de la CPT et/ou l'augmentation du VR dans ce contexte s'accompagnent généralement d'une diminution de la CVL, on parle de distension et de piégeage aérien (augmentation du rapport VR/CPT).

Mesure de l'hyperréactivité bronchique non spécifique

Technique et expression des résultats [3]

L'hyperréactivité bronchique est mesurée en utilisant des agents agonistes comme la métacholine, l'acétylcholine, le carbachol ou l'histamine. Trois méthodes standardisées sont possibles pour les tests pharmacologiques (ventilation spontanée, dosimètre, méthode de Yan).

D'autres méthodes sont possibles pour évaluer l'hyper-réactivité bronchique comme l'exercice, l'hyperventilation isocapnique à l'air froid et sec, l'inhalation de solution hypo- ou hypertonique. Le VEMS est le meilleur paramètre ventilatoire pour le suivi des épreuves de provocation. Une chute de 20 % du VEMS est considérée comme la réponse seuil.

Les concentrations de métacholine sont exprimées sur une échelle logarithmique. La pente de la courbe définit la réactivité bronchique, la dose seuil (PD20) est la plus petite

dose qui entraîne une chute du VEMS de 20 %. Le plateau est la dose où l'inhalation de concentrations croissantes n'induit pas de modification du VEMS. Les résultats sont le plus souvent exprimés en fonction de la concentration inhalée (PC en mg/ml) ou en dose délivrée (PD en μM).

L'hyperréactivité bronchique est présente chez la quasi-totalité des asthmatiques symptomatiques, la PC20 (métacholine) est inférieure à 8 mg/ml [296].

Parmi les traitements de l'asthme, les corticoïdes (oraux et inhalés), les cromones et les bêta-2 mimétiques influencent l'hyperréactivité bronchique. Il est important de noter le délai entre la dernière prise de tels médicaments et l'heure de réalisation du test. Lors de la recherche d'une hyperréactivité bronchique on doit aussi tenir compte d'autres médications, notamment les bêta-bloquants, les barbituriques et les benzodiazépines. Il est conseillé d'arrêter si possible ces médicaments 48 heures avant la réalisation du test.

Les contre-indications absolues [78] sont :

- existence d'un syndrome obstructif sévère (VEMS < 1,2 litre) ;
- un infarctus du myocarde récent (< 3 mois) ;
- un accident vasculaire cérébral récent (< 3 mois) ;
- un anévrisme artériel connu ;
- une incapacité à comprendre les manœuvres.

La place de la recherche d'une hyperréactivité bronchique n'est pas abordée dans le suivi (elle est mentionnée comme aide au diagnostic uniquement) dans les recommandations du GINA [6], de la BTS [7] et les recommandations canadiennes [9].