

Interprétation des EFR préopératoires de l'adulte

Roger Marthan

*Service d'Exploration Fonctionnelle Respiratoire – CHU de Bordeaux
Centre de Recherche Cardio-Thoracique de Bordeaux – Inserm U 1045 –
Université de Bordeaux*

L'exploration fonctionnelle respiratoire (EFR) préopératoire concerne un champ très vaste lié à la diversité des interventions réalisées et du contexte de chaque patient. L'objectif général de l'EFR préopératoire est d'identifier les patients à risque de complications respiratoires postopératoires. Globalement, l'incidence de ces complications respiratoires postopératoires, toutes chirurgies confondues, est de l'ordre de 7 % [1], mais ce chiffre dépend très fortement du type de chirurgie et du terrain. Si les indications des EFR ont globalement diminué ces dernières années [2], elles restent plus larges pour les pneumologues [3] que pour les anesthésistes [4].

L'EFR peut comporter la mesure :

- Des volumes pulmonaires et des débits bronchiques (au mieux par pléthysmographie corporelle totale)
- Des gaz du sang
- De la capacité de transfert du CO et/ou
- De la consommation maximale d'oxygène ($VO_2\text{max}$)

les autres mesures (échographie [5], gaz exhalés [6], condensat...) restant du domaine de la recherche clinique dans ce contexte.

L'EFR permet de diagnostiquer le syndrome restrictif ou obstructif et d'en préciser les caractéristiques et le traitement, de diagnostiquer et d'analyser une anomalie des échanges gazeux. Le but des tests d'exercice est de simuler le stress chirurgical afin d'apprécier la capacité d'adaptation du patient. Dans le cas particulier de la chirurgie d'exérèse pulmonaire, l'autre but des tests d'exercice est de prévoir la capacité fonctionnelle postopératoire et donc d'estimer les possibilités d'autonomie future du patient.

La réalisation d'une EFR est recommandée pour les chirurgies suivantes : exérèse pulmonaire, chirurgie cardiaque réalisée par sternotomie classique (plus discutable en cas de mini-sternotomie) et chirurgie abdominale haute et ce, quel que soit le type d'anesthésie, générale, rachidienne ou bloc périphérique. La réalisation d'une EFR est également recommandée chez les patients souffrant des affections suivantes : asthme, bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO), obésité, syndrome d'apnée obstructive de sommeil (SAOS).

Enfin, au delà de ces recommandations, il est important de rappeler que l'EFR, pour être interprétable, nécessite le respect de critères de qualité [7] et une bonne coopération du patient.

1. Exploration et interprétation des anomalies de la mécanique ventilatoire et des échanges gazeux

Le transfert des gaz de l'atmosphère à l'alvéole est lié à la génération de différences de pressions par les muscles respiratoires. La différence de pression (ΔP) entraîne le déplacement du système thoraco-pulmonaire, c'est-à-dire des variations de volume (ΔV) et une vitesse avec laquelle se produit la variation de volume soit $\Delta V/t$ ou V' (débit).

Les caractéristiques mécaniques du système thorax-parenchyme pulmonaire conditionnent la relation entre la force développée par les muscles respiratoires et les volumes pulmonaires. La compliance thoraco-pulmonaire et ses composantes, compliance thoracique (C_{th}) et compliance pulmonaire (C_L) conditionnent donc la relation pression/volume. Pour une contraction musculaire produisant une différence de pression constante, une augmentation de compliance (par exemple l'emphysème pulmonaire qui augmente C_L) augmente les volumes pulmonaires et notamment du volume d'équilibre thoraco-pulmonaire : la capacité résiduelle fonctionnelle ou CRF.

Les caractéristiques mécaniques des voies aériennes conditionnent, elles, la relation entre la force développée par les muscles respiratoires et le débit gazeux. Sur un cycle entier, lorsque ΔV est nul, la relation entre pression et débit est simple de la forme $\Delta P = RV'$.

A la position d'équilibre, c'est-à-dire à la CRF, la pression alvéolaire P_A est égale à la pression barométrique P_B qui règne au niveau de la bouche, et il n'y a pas de transfert gazeux entre bouche et alvéole. A l'inspiration, la pression pleurale, P_{pl} et donc P_A diminuent, permettant l'inhalation de gaz. A l'expiration P_{pl} et P_A augmentent au-dessus de P_B . L'augmentation conjointe de P_{pl} et P_A , notamment au cours de l'expiration forcée, est responsable du phénomène de compression dynamique des bronches.

Au cours de l'expiration forcée, deux types de débits peuvent être calculés. Le VEMS et le DEMM₂₅₋₇₅ sont des débits moyens, c'est-à-dire des débits calculés sur une base de temps relativement importante (de l'ordre de la s). Les débits instantanés sont, eux, repérés en pourcentage de la capacité vitale sur la boucle débit-volume. De façon schématique, les bronches distales sont d'autant plus sollicitées que l'expiration forcée concerne la fin de la capacité vitale (bas volume pulmonaire). De plus, alors que les débits en début d'expiration forcée dépendent de la force musculaire développée au cours de l'expiration, ceux de fin d'expiration forcée sont relativement indépendants de cette force. En effet, à bas volume pulmonaire, l'augmentation de P_A , qui tend à augmenter les débits expiratoires, est limitée par l'augmentation de compression dynamique des bronches liée à l'augmentation de P_{pl} (cf. ci-dessus).

L'analyse des résultats d'une exploration fonctionnelle de la mécanique ventilatoire respiratoire permet d'identifier le syndrome obstructif (diminution des débits, potentiellement compliquée d'une distension pulmonaire), le syndrome restrictif (diminution des volumes pulmonaire avec diminution proportionnelle des débits) et le syndrome mixte (restrictif et obstructif).

Les échanges gazeux, qui conditionnent (en partie) les valeurs des gaz du sang, mettent en jeu le processus de diffusion gazeuse exploré par la mesure de la capacité de transfert du CO ou, pour faire la part entre la composante membranaire et vasculaire, la mesure du double transfert NO - CO. Ils dépendent également de l'adéquation de la ventilation alvéolaire (V'_A) à la perfusion capillaire (Q'), donc du rapport ventilation/perfusion (V'_A/Q') et, plus précisément, de la distribution intrapulmonaire des rapports V'_A/Q' . L'hypercapnie signe l'hypoventilation alvéolaire, alors que l'hypoxémie isolée peut relever d'un trouble de diffusion ou d'une hétérogénéité de distribution des rapports V'_A/Q' , dont l'une des formes, particulièrement hypoxémiante, est le shunt vrai. L'exercice (cf. infra) entraîne, schématiquement, un effet différent selon le mécanisme impliqué. Il majore l'hypoxémie par trouble de diffusion en diminuant le temps de transit du sang dans les capillaires pulmonaires du fait de l'augmentation du débit cardiaque. Au contraire, il diminue l'hypoxémie par hétérogénéité de distribution des rapports V'_A/Q' (hors shunt vrai) en réduisant cette hétérogénéité par augmentation de la ventilation et modification de sa distribution.

Parmi les tests d'exercice, il faut préférer l'épreuve d'exercice cardiorespiratoire intégrée ou exploration fonctionnelle à l'exercice (EFX), dont la méthodologie, bien standardisée, a fait l'objet de recommandations [8], aux tests plus simples comme le test de marche de 6 min ou le test de la navette [9]. L'interprétation de l'EFX est souvent résumée à la valeur de la $V'O_2$ max, plus rarement à celle de la $V'O_2$ seuil.

2. EFR en fonction de l'acte chirurgical

Une intervention thoracique entraîne une répercussion fonctionnelle dès la thoracotomie, même en l'absence de résection parenchymateuse. En postopératoire immédiat, une réduction de l'ensemble des paramètres ventilatoires survient de façon brutale, uniquement due à la voie d'abord. La résection parenchymateuse entraîne une perte de fonction respiratoire variable : en cas de segmentectomie, la perte fonctionnelle est inférieure à 15 % à un an ; en cas de lobectomie, la perte fonctionnelle est de l'ordre de 15 % à 20 %, alors qu'en cas de pneumonectomie, elle est de l'ordre de 30 à 40 %. La perte fonctionnelle est d'environ 10 % plus importante en cas de pneumonectomie

droite par rapport à la pneumonectomie gauche. Enfin, elle dépend de l'état bronchique : en cas de bronchopneumopathie chronique obstructive, la perte est souvent moins importante que celle observée chez les sujets avec des EFR normales.

En chirurgie non-thoracique, le risque décroît quand l'incision s'éloigne du diaphragme. Le taux de complications respiratoires est de 20 à 30 % pour la chirurgie abdominale haute, de 5 % pour la chirurgie abdominale basse et de 1 % en-dehors d'une intervention sur le thorax ou la cavité abdominale [10]. La chirurgie abdominale haute entraîne une réduction maximale des volumes pulmonaires de 30 à 40 % dès le premier jour postopératoire, qui persiste généralement deux semaines. Les chirurgies périphériques et orthopédiques sont considérées à faible risque de développer des complications respiratoires postopératoires.

3. EFR en fonction de l'anesthésie

Le passage de la position verticale au décubitus dorsal diminue la CRF du sujet normal de 800 à 1000 ml. Cette diminution de CRF favorise la formation d'atélectasies et diminue le rapport ventilation/perfusion. Des atélectasies se développent chez environ 90 % des patients anesthésiés et représente 5 à 20 % de la CPT [11]. La CRF peut diminuer au-dessous du volume de fermeture (VF), ce qui entraîne alors un collapsus pulmonaire dans les parties déclives avec diminution du rapport V'_A/Q' cause d'hypoxémie (cf. supra). Ce phénomène est majoré si la CRF du sujet est initialement diminuée (obèse, cf. infra), ou que le volume de fermeture est élevé (sujet âgé, sujet tabagique, présence d'un bronchospasme).

4. EFR en fonction du patient

Parmi les facteurs liés au patient pouvant retentir sur l'EFR, le tabagisme supérieur à 20 paquets par année multiplie par deux le risque de complications. L'âge, supérieur à 60 ans, est également un facteur de risque : au-dessus de 80 ans, une ventilation assistée au-delà de 24 heures est retrouvée dans 24 % des cas lors de chirurgie abdominale haute et 57 % des cas lors de chirurgie thoracique.

Le problème de l'anesthésie du sujet asthmatique est le risque de survenue d'un bronchospasme périopératoire dont la fréquence est de 1 à 4 % des cas, favorisé par l'existence d'une exacerbation récente et, plus globalement, par le mauvais contrôle de la maladie asthmatique sur les trois derniers mois dont la traduction fonctionnelle est une valeur de VEMS et DEP < 85 % de la meilleure valeur personnelle avec une variabilité nyctémérale du DEP > 15 %.

La BPCO représente également un facteur de risque relatif indépendant de complications respiratoires en chirurgie non thoracique. Ce risque est majoré en chirurgie thoracique et abdominale haute jusqu'au aux environs de 5 %.

Les conséquences fonctionnelles respiratoires de l'obésité se manifestent par une diminution du VRE, de la CRF qui se rapproche alors du VR et peut devenir inférieure au volume de fermeture (cf. supra). Les échanges gazeux sont également modifiés avec une diminution du rapport ventilation/perfusion responsable d'une hypoxémie (corrigée par la ventilation ample, facile à réaliser en préopératoire) qui se majore en position couchée.

Le SAOS, dans le contexte chirurgical, peut correspondre à 2 situations :

- Si le SAOS est connu, il faut s'assurer que le traitement est effectif et le reprendre au plus tôt après la chirurgie
- S'il n'est pas connu, il faut le rechercher au cours de la consultation pré-anesthésique par l'interrogatoire et l'examen clinique.

Les problèmes posés sont ceux de la difficulté de l'intubation et des comorbidités : obésité (cf. supra), maladies cardiovasculaires et association au syndrome métabolique.

Conclusions – Recommandations

De manière générale, les données d'EFR qui indiquent un facteur de risque élevé de complication respiratoire postopératoire en chirurgie non thoracique ou abdominale haute sont : une CV < 50 % ou 2 L, un VEMS < 30 % ou 1 L, et une PaCO₂ > 50 mmHg.

Il est recommandé de réaliser une EFR en cas de chirurgie thoracique avec ou sans exérèse pulmonaire, et abdominale haute. L'EFR est également recommandée chez les patients présentant des antécédents respiratoires : asthme, BPCO, SAOS et obésité.

Selon la gravité du terrain et le type de chirurgie, l'EFR comprendra une mesure des volumes pulmonaires et des débits bronchiques pour diagnostiquer l'obstruction ou la restriction, souvent complétée par la mesure des gaz du sang.

La mesure de capacité de transfert du CO et/ou de la consommation maximale d'oxygène (V'O₂max) sera réservée à la chirurgie d'exérèse pulmonaire ou aux patients atteints d'affections respiratoires sévères.

- Une VO₂max supérieure à 75 % de la valeur prédite ou supérieure à 20 ml/min/kg s'accompagne d'un faible risque de complications
- Entre 15 et 20 ml/min/kg, une chirurgie de résection est envisageable
- < 10 ml/min/kg, le risque de mortalité périopératoire est élevé.

Le paramètre le plus utilisé reste le VEMS. Un VEMS > 80 % de la théorique permet une pneumonectomie. En-dessous de ce seuil, le VEMS prédit postopératoire (VEMSppo) doit être calculé en fonction de la résection envisagée : un VEMSppo < 30 % est un seuil de fort risque de mortalité et complications postopératoires. De même, une DLCO < 60 % de la normale s'accompagne d'un risque accru de mortalité. La DLCO prédictive postopératoire peut aussi être calculée (DLCOppo) : une valeur < 40 % est un seuil d'identification des patients à haut risque.

Enfin, en chirurgie réglée, l'EFR peut participer à la stratégie de prise en charge préopératoire et conduire à proposer :

- Un sevrage tabagique dont la durée doit être d'au-moins 6 à 8 semaines pour être efficace sur le risque opératoire
- Une kinésithérapie préopératoire d'au-moins 3 ou 4 semaines
- Un réentraînement à l'exercice guidé par les données de l'EFX ou
- Une adaptation du traitement de l'affection respiratoire, en particulier bronchodilatateur.

Références

1. Qaseem A, Snow V, Fitterman N, Hornbake ER, Lawrence VA, Smetana GW, Weiss K, Owens DK, Aronson M, Barry P, Casey DE Jr, Cross JT Jr, Fitterman N, Sherif KD, Weiss KB for the Clinical Efficacy Assessment Subcommittee of the American College of Physicians. Risk assessment for and strategies to reduce perioperative pulmonary complications for patients undergoing noncardiothoracic surgery: a guideline from the American College of Physicians. *Ann Intern Med* 2006; 144: 575-80.
2. Sun LY, Gershon AS, Ko DT, Thilen SR, Yun L, Beattie WS, Wijeyesundera DN. Trends in Pulmonary Function Testing Before Noncardiothoracic Surgery. *JAMA Intern Med* 2015; 175: 1410-2.
3. Société de Pneumologie de Langue Française. Recommandations pour la pratique clinique concernant les explorations fonctionnelles respiratoires 2008-2010. *Rev Mal Respir* 2011; 28: 1183-92.
4. Zraier S, Haouache H, Dhonneur G. Which preoperative respiratory evaluation? *Ann Fr Anesth Reanim* 2014; 33: 453-6.
5. Carrié C, Bonnardel E, Vally R, Revel P, Marthan R, Biais M. Vital Capacity Impairment due to Neuromuscular Disease and its Correlation with Diaphragmatic Ultrasound: A Preliminary Study. *Ultrasound Med Biol* 2016; 42: 143-9.
6. Ozier A, Girodet PO, Bara I, Tunon de Lara JM, Marthan R, Berger P. Control maintenance can be predicted by exhaled NO monitoring in asthmatic patients. *Respir Med* 2011; 105: 989-96.
7. Brusasco V, Crapo R, Viegi G; American Thoracic Society; European Respiratory Society. Coming together: the ATS/ERS consensus on clinical pulmonary function testing. *Eur Respir J* 2005; 26: 1-2.
8. Aguilaniu B, Richard R, Costes F, Bart F, Martinat Y, Stach B, Denjean A. Méthodologie et pratique de l'épreuve fonctionnelle à l'exercice (EFX). *Rev Mal Respir* 2007; 24: 2S111-60.
9. Marthan R. Epreuves d'exercice en pneumologie. *Rev Mal Respir* 2003; 20: 665-7.
10. Brooks-Brunn JA. Predictors of postoperative pulmonary complications following abdominal surgery. *Chest* 1997; 111: 564-71.
11. Hedenstierna G, Edmark L. The effects of anesthesia and muscle paralysis on the respiratory system. *Intensive Care Med* 2005; 31: 1327-35.