

LES EXPLORATIONS FONCTIONNELLES RESPIRATOIRES (EFR) POUR LES NULS A L'USAGE DES RADIOLOGUES

Dr Nicole Beydon

Service de Physiologie-Explorations Fonctionnelles Respiratoires, Hôpital Armand Trousseau

La médecine idéale est celle qui, après une analyse sémiologique clinique précise et grâce à une vision claire de la physiopathologie du ou des organes atteints ou suspectés atteints, a éventuellement recours à des explorations complémentaires pour affiner le diagnostic et permettre l'action thérapeutique. Ces éléments non cliniques sont d'ordre biologique au sens large (biochimique, microbiologique..), physiologique (physiologie d'organe ou moléculaire), visuel direct (imagerie, endoscopie) et/ou anatomopathologique. C'est la compréhension des multiples facettes du dysfonctionnement des organes qui permet une meilleure approche diagnostique et un suivi thérapeutique adapté.

Cependant, étant souvent spécialisée voir « hyperspécialisée », la médecine actuelle très technique, a tendance à favoriser le travail compartimenté des différents médecins en charge d'un même patient. En l'absence de volonté forte de réunions communes et régulières pour échanger le savoir que l'on a des patients, l'isolement de chacun dans sa spécialité n'est pas le garant de la meilleure médecine pour le patient.

Dans le but de jeter des ponts entre médecins spécialisés, il s'agit dans ce texte de rappeler aux radiologues ce que l'étude de la fonction respiratoire (exploration fonctionnelle respiratoire, EFR) de l'enfant peut apporter comme types de renseignement.

1) Les EFR pour quoi faire ?

Par définition, il s'agit d'étudier la fonctionnalité du poumon avec des préoccupations légèrement différentes en milieu pédiatrique qu'en milieu de médecine d'adulte. Les EFR sont réalisées avec trois principaux objectifs 1) établir un diagnostic 2) suivre la croissance et l'évolution pulmonaire de l'enfant 3) évaluer l'impact des thérapeutiques. On peut regrouper les différents types d'exploration respiratoire en fonction des indices mesurés :

- Les volumes pulmonaires, intérêt pour suivre la croissance pulmonaire, son amputation lors de pathologies restrictives (nécessité absolue du suivi dans le temps car variabilité inter-individuelle importante des volumes), autre intérêt dans l'appréciation du rapport des volumes statiques entre eux (détection de la distension)
 - o indices utiles mesurés : lors de la spirométrie lente, Capacité Pulmonaire Totale (CPT), Capacité Vitale (CV), Capacité Résiduelle Fonctionnelle (CRF), Volume résiduel (VR), volumes de réserve inspiratoire et expiratoire (VRI et VRE), rapports CRF/CPT et VR/CPT
 - o anomalies typiques : diminution de la CPT = Syndrome restrictif qui s'accompagne souvent d'une diminution de la CV MAIS la mesure seule de la CV ne permet pas le diagnostic de syndrome restrictif sauf si $CV > 100\%$ ($CV > 100\%$ = pas de syndrome restrictif, $CV < 80\%$ en rapport avec un syndrome restrictif environ seulement une fois sur deux). Augmentation de la CRF = distension pulmonaire dynamique par obstruction bronchique (exple : asthme), augmentation de la Capacité Inspiratoire (VRI+ volume courant) = distension

pulmonaire statique par diminution de la compliance pulmonaire (exple : emphysème). Dans les deux cas augmentation du VR/CPT.

- Le calibre bronchique se mesure de base, après bronchodilatateur, lors d'un test de provocation, mais aussi en suivi thérapeutique après mise en route/arrêt ou modification d'un traitement
 - o indices utiles mesurés : lors de la spirométrie forcée, Capacité Vitale Forcée (CVF), Volume Expiré Maximal en 1s (VEMS), Débit Expiratoire de Pointe (DEP), débits instantanés à bas volumes pulmonaires (DE25-75...), lors des mesures de la résistance : résistances de voies aériennes (Raw) spécifiques (sRaw), résistance du système respiratoire (Rrs) avec différentes techniques (interruption du débit, oscillations forcées). Pour l'obstruction très distale la compliance dynamique et l'index de clearance pulmonaire (ICP) son le reflet des inégalités de ventilation qui peuvent être seules perturbées à une phase précoce de maladie obstructive
 - o anomalies typiques : diminution du VEMS/CVF = syndrome obstructif MAIS le VEMS peut rester dans les limites de la normale en pédiatrie, aspect concave de la courbe expiratoire surtout dans sa partie distale = obstruction bronchique distale. Augmentation des résistances = syndrome obstructif. Augmentation isolée de l'ICP = pathologie bronchique distale. Augmentation exagérée du VEMS (et/ou de la CVF) ou diminution exagérée de la résistance après bronchodilatateur = réversibilité bronchique, en pratique il s'agit d'un profil fonctionnel d'asthme. Diminution exagérée du VEMS ou augmentation exagérée de la résistance lors du test de provocation bronchique = hyperréactivité bronchique, à interpréter en fonction des signes cliniques mais l'absence d'hyperréactivité bronchique élimine quasiment une maladie asthmatique alors que sa présence ne l'affirme pas.
- L'efficacité du système neuro-musculo-squelettique et son suivi lors des pathologies évolutives
 - o indices utiles mesurés : pression maximale inspiratoire et expiratoire (P_{max_I} , P_{max_E}), et fatigabilité lors de la ventilation maximale minute (VMM)
 - o anomalies typiques : diminution de la P_{max_I} = atteinte diaphragmatique, diminution de la P_{max_E} = atteinte ceinture abdominale
- L'efficacité globale du système d'échange gazeux au repos, à l'effort, au sommeil
 - o Indices utiles mesurés : au repos, gaz du sang artériel/artérialisé, saturation percutanée en oxygène (SpO_2), capacité de transfert du CO (TLCO, aussi appelée diffusion du CO (DLCO)) rapportée à son volume d'échange (KCO), compliance statique. A l'effort, adaptation cardio-pulmonaire avec analyse de la fréquence cardiaque, de la ventilation minute, de la consommation d' O_2 et de la production de CO_2 , de la SpO_2 et des gaz du sang pour un niveau d'effort

connu. Au sommeil, enregistrement continu de la PO₂ et de la PCO₂ transcutanées, du CO₂ expiré, de la SpO₂

- Anomalies typiques : hypoxémie-hypocapnie = anomalie des rapports ventilation-perfusion (exple crise d'asthme, atelectasie récente et importante), hypoxémie-normacapnie = anomalie de la membrane alvéolo-capillaire (exple fibrose interstitielle), hypoxémie-hypercapnie = hypoventilation alvéolaire (exple maladie neuro-musculaire), altération des échange gazeux nocturnes sans anomalies diurnes = mécanismes multiples, mais plutôt, altérations neuro-musculo-squelettiques ou du poumon profond et insuffisance respiratoire chronique évoluée
- Les troubles respiratoires survenant durant le sommeil et leur contrôle par le traitement
 - Indices utiles mesurés : analyse combinée des mouvements et des bruits respiratoires, du débit aérien et des éventuelles interruptions du débit (apnées), avec ou sans mouvements respiratoire concomitants (apnées obstructives ou centrales respectivement) ou diminutions du débit (hypopnées) accompagnées d'événements tels que désaturations, microéveils (tracé EEG, EOG et EMG) et rapportées à leur taux horaire dans un Index d'Apnée Hypopnée (IAH)
 - Anomalies typiques : augmentation de l'IAH = Syndrome d'apnée obstructive du sommeil (exple Syndrome de Pierre Robin)
- Les perturbations cellulaires et moléculaires du poumon profond
 - Indices utiles mesurés : fraction expirée du NO est la seule réalisable en pratique courante, autres indices d'inflammation (type cellulaire, molécules volatiles ou non) sur exsudat bronchique ou biopsie sont réservés à la recherche
 - Anomalies typiques : augmentation du NO expiré (bronchique) = inflammation respiratoire allergique, diminution du NO nasal = mucoviscidose (diminution modérée), dyskinésie ciliaire (diminution franche)

2) A qui faire des EFR ?

On distingue 3 tranches d'âge pour lesquelles la mise en place et/ou les techniques utilisées sont très différentes mais les indices mesurés sont assez similaires.

- Les nourrissons de 0 à 2-2^{1/2} ans sont explorés endormis (biberon < 2 mois, sirop de Chloral > 2 mois) avec un masque naso-buccal
 - Indices possibles à recueillir : spirométrie lente partielle (CRF, ICP) et forcée complète, résistance, compliance, étude complète de l'hématose et du sommeil
- Les préscolaires de 2-2^{1/2} à 6 ans sont explorés éveillés avec un embout buccal et un pince-nez en place. Ils sont encouragés pour ne pas s'opposer voire participer activement aux manœuvres

- Indices possibles à recueillir : spirométrie lente partielle (CRF, ICP), résistance, étude complète de l'hématose et du sommeil, parfois spirométrie forcée, compliance, étude complète de l'hématose et du sommeil
- Les scolaires et adolescents sont censés faire comme les adultes
 - Toutes les mesures sont théoriquement réalisables avec cependant des variations inter-individuelles très larges dans la réalisation correcte des consignes avant l'âge de 10 ans, de plus l'épreuve d'effort maximal et l'étude des Pmax sont difficiles à obtenir avant 8 ans

En pratique, l'exploration du nourrisson est du domaine du laboratoire d'EFR très spécialisé et ne s'adresse qu'à un nombre restreint d'enfants atteints de pathologies sévères (dysplasie broncho-pulmonaire ou asthme sévère, mucoviscidose...). A l'âge préscolaire, l'EFR est relativement simple à réaliser avec les techniques adaptées mais elle nécessite un laboratoire habitué à recevoir des enfants (meublé adapté, jeux, coloriages etc...) pour gagner la confiance de l'enfant et un personnel entraîné à travailler avec ces jeunes enfants c'est-à-dire patient et disposant du temps nécessaire. Pour les enfants plus grands, le maintien d'une grande vigilance sur la qualité des examens est nécessaire jusqu'à 10 ans car, en fonction des enfants, les capacités de concentration seront encore bien différentes.