

Pourquoi et quand les patients atteints de BPCO doivent être évalués (dépistés) et traités pour une limitation du débit expiratoire (EFL)

Auteur: Dr Michael Polkey MD, PhD, pneumologue consultant, Royal Brompton & Harefield Hospital, Londres, Royaume-Uni

Résumé

La limitation du débit expiratoire (EFL) est une caractéristique de la broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO), qui peut entraîner une rétention d'air et un essoufflement. Chez les patients ventilés (VNI), c'est la titration du niveau d'EPAP appliquée qui permet le mieux de vaincre l'EFL, soulageant ainsi la rétention de l'air. L'EFL peut être aggravée la nuit par les effets de la posture et, à moyen terme, par la progression de la maladie ou l'inflammation intercurrente ou l'exacerbation. Les ventilateurs de nouvelle génération peuvent mesurer l'EFL à chaque cycle respiratoire et titrer l'EPAP pour la compenser.

Introduction

L'EFL est l'anomalie physiologique cardinale de la BPCO¹ et survient lorsque la pression à l'extérieur des voies aériennes dépasse les forces de recul maintenant les voies aériennes ouvertes (Figure 1).

Les processus physiopathologiques intrinsèques de l'inflammation peuvent rendre cela plus probable en rétrécissant les voies respiratoires. La perte de la force de recul se produit dans la BPCO parce que la destruction pulmonaire (c.-à-d. l'emphysème) affaiblit les structures maintenant les voies aériennes ouvertes. Le point de collapsus est appelé point d'égale pression (Figure 2).

Bien que d'autres techniques soient disponibles dans un environnement de recherche (par exemple : pression expiratoire négative), la méthode la plus pratique sur le plan clinique pour identifier l'EFL consiste à utiliser la technique des oscillations forcées (FOT). En utilisant la technique des oscillations forcées (FOT), la limitation du débit peut être mesurée de manière non invasive en comparant la différence entre la réactance inspiratoire et expiratoire ; le principe sous-jacent est que, lorsque les voies aériennes sont fermées, la réactance change considérablement parce que les FOT évaluent alors seulement les voies aériennes jusqu'au point d'égale pression plutôt que l'ensemble du système respiratoire.²

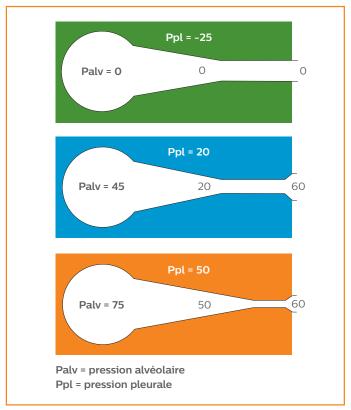


Figure 1

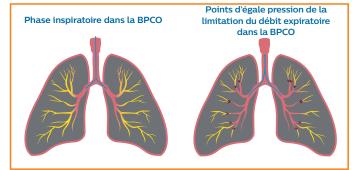


Figure 2

Quand devez-vous suspecter une EFL?

Chez les patients atteints de BPCO, comme on peut s'y attendre d'après la physiologie, l'EFL est plus répandue chez les patients atteints d'une forme plus sévère ou présentant un emphysème plus étendu. L'EFL conduit à la rétention d'air chaque fois que le volume minute est augmenté. Ceci a souvent été étudié pendant l'exercice et est appelé l'hyperinflation dynamique (Figure 3).

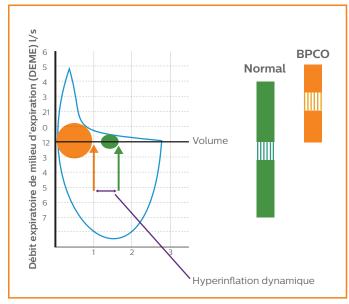


Figure 3

L'hyperinflation dynamique est associée à l'essoufflement dans la BPCO car l'augmentation du contrôle neural est nécessaire parce que le système respiratoire fonctionne plus près de la capacité pulmonaire totale où la courbe pression-volume est plus plate. Cela est dû au fait que les muscles inspiratoires fonctionnent en condition mécanique défavorable. La rétention d'air pendant le sommeil peut se manifester par une sensation d'hyperinflation, d'essoufflement ou de difficulté à expirer. L'évaluation de l'EFL à l'aide des FOT est plus flexible que la spirométrie, car elle permet d'évaluer l'obstruction des voies aériennes en continu et est donc adaptée à une utilisation pendant l'exercice et le sommeil.

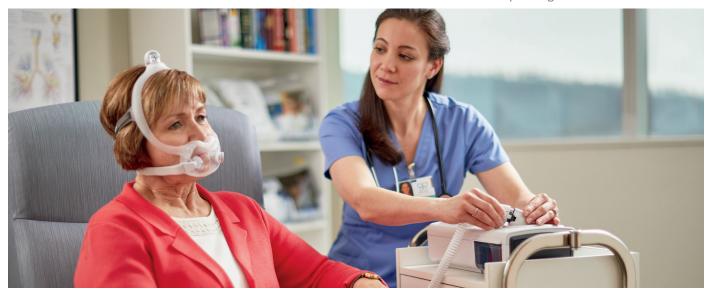
Sur le plan clinique, la probabilité de présence d'une EFL chez un patient en position verticale est augmentée chez les patients présentant un VEMS inférieur à 50 %, un score de dyspnée mMRC (échelle de recherche médicale modifiée) ≥ 2 et un rapport CI/CPT < 0,5. Les données suggèrent que les patients atteints de EFL sont plus susceptibles de bénéficier d'interventions qui réduisent les volumes pulmonaires statiques ou dynamiques. Il s'agit de bronchodilatateurs, des gaz qui réduisent le volume minute (par exemple, oxygène à haut débit ou gaz à faible densité) ou des altérations de la mécanique respiratoire du patient. Bien qu'il n'existe pas de données actuellement, de telles interventions pourraient également inclure la réduction du volume pulmonaire (par chirurgie ou bronchoscopie) et l'utilisation d'une EPAP ambulatoire.

EFL, IMC et posture

Chez les patients atteints de BPCO, la limitation du débit est indépendamment associée à l'augmentation de l'indice de masse corporelle.³ L'EFL est également observée chez les patients atteints d'obésité seule, bien que l'effet soit plus marqué lorsque l'IMC dépasse 50 kg/m². L'EFL est aggravée en décubitus dorsal car, l'effet de gravité de l'abolition de la CRF étant plus faible, elle réduit à son tour les débits expiratoires. Des études menées chez des patients obèses et des patients atteints de BPCO suggèrent que la prévalence de l'EFL augmente en position de décubitus dorsal. ^{4,5} Davantage de données sont nécessaires pour comprendre la prévalence et/ou l'impact des utilisateurs de VNI à domicile (VEMS < 50 %) pour lesquels la limitation du débit augmente en position de décubitus dorsal.

EFL et progression de la maladie

L'exacerbation aiguë de la BPCO entraîne une inflammation des voies respiratoires, ce qui augmente la résistance des voies respiratoires et rend donc l'EFL plus fréquente. Cela entraînerait la nécessité d'utiliser des niveaux d'EPAP supérieurs chez les patients ventilés et, en principe, pourrait être utilisé comme moyen de détecter une exacerbation (Figure 4). Cependant, cette proposition devrait être testée en pratique puisque les données observationnelles suggèrent une variation importante au jour le jour ³ et, en réalité, un programme de surveillance à domicile, qui comprenait la mesure des FOT à domicile, n'a pas été démontré comme bénéfique dans une étude sur les utilisateurs sans ventilateurs.⁶ Puisque la BPCO, en raison de l'emphysème progressif, s'aggrave avec le temps, la prévalence tend à augmenter dans une cohorte de BPCO au fil du temps. En outre, il est bien établi que certains patients ont un phénotype d'exacerbation fréquent et on pourrait s'attendre à ce que ces derniers aient une variation plus large dans les mesures de l'EFL.



Détection et suppression de la limitation du débit expiratoire chez les patients atteints de BPCO hypercapnique

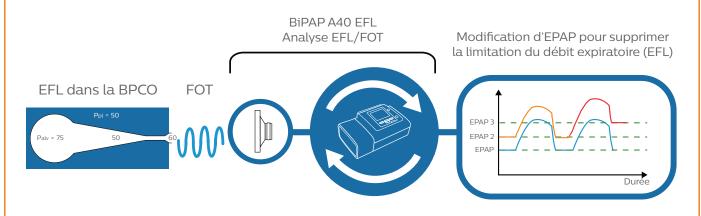


Figure 4

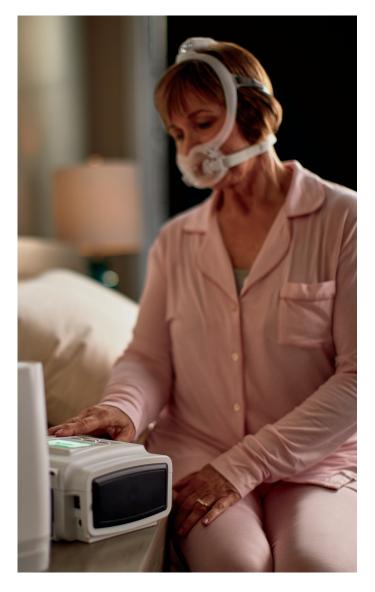
EFL et patient avec BPCO qui utilise la VNI

Un certain nombre de circonstances pourraient théoriquement modifier la prévalence ou la gravité de l'EFL chez un patient souffrant de BPCO qui utilise un ventilateur la nuit. Tout d'abord, les données ci-dessus suggèrent que la probabilité de EFL augmente en décubitus dorsal. Deuxièmement, l'effet des médicaments utilisés pour traiter la bronchoconstriction pourrait s'atténuer pendant la nuit. Troisièmement, le mouvement des sécrétions pourrait modifier la dynamique des voies aériennes et, quatrièmement, en présence d'une rétention de liquide co-existante, le déplacement du liquide crânien pourrait modifier la dynamique des voies aériennes. Ainsi, un dispositif, comme la BiPAP A40 EFL, qui peut ajuster l'EPAP à différents niveaux de EFL, peut avoir des avantages, bien que cela devra être confirmé avec des essais cliniques.

Pourquoi et quand évaluer l'EFL chez les patients atteints de RPCO

L'EFL est rarement évaluée dans la pratique, bien que ses conséquences en aval, comme l'hyperinflation dynamique, le soient parfois. Les cliniciens ont tendance à être axés sur les résultats. Par conséquent, les indications possibles pour chercher la présence de l'EFL peuvent inclure :

- Intolérance à la PPC ou à la VNI lorsque l'on soupçonne que l'EFL liée à la posture est la cause de l'incapacité du clinicien à trouver l'EPAP optimale. La FOT peut être intégrée à la conception du ventilateur et détecter l'EFL.⁴ Si le ventilateur règle ensuite l'EPAP pour correspondre à la PEP intrinsèque qui résulte de l'EFL, le travail respiratoire est réduit.
- 2. Variation de la maladie ; les patients présentant une maladie évolutive rapide ou ceux présentant une variation fréquente due à une exacerbation peuvent développer une EFL épisodique.
- 3. Lorsque l'on souhaite une aide inspiratoire ambulatoire (ou PPC en cas de fermeture dynamique excessive des voies aériennes) pour améliorer la performance à l'exercice ou comme complément à la réadaptation pulmonaire.
- 4. Lors de la sélection des patients pour les interventions de réduction de volume pulmonaire



Études liées à l'EFL dans la BPCO

X5 Réactance mesurée avec FOT et BPCO

Référence bibliographique	Méthode	Nombre étudié	Principaux résultats
Crim 2011 ⁷	FOT	N=2 054	Augmentation progressive de X5 avec le stade GOLD, réduite avec les bronchodilatateurs. Mauvaise relation avec l'étendue de l'emphysème confirmée par TDM.

EFL et sévérité de la BPCO

Référence bibliographique	Méthode	Nombre étudié	EFL en position verticale	EFL en décubitu dorsal	S Principaux résultats
Mikamo 2014 ⁸	FOT	74	37/74	Non effectué	La LD s'associe au score d'emphysème, au DEM ₂₅₋₇₅ ; à la CRF et à la respiration entière X5.¹
Aarli 2015³	FOT	425	78/4259	Non effectué	La LD est en soi non-analysée mais ∆Xrs est plus grand avec VEMS, CI, TDM6 en baisse et SGRQ, VR et IMC en hausse
Dean 2017 ¹⁰	FOT	147	55/147	Non effectué	EFL chez des fumeurs actifs, VEMS plus faible, VR, CRF plus élevés, SGRQ et scores de symptômes plus élevés, TM6 plus faible
					Remarque : parmi ceux qui ont fait l'objet d'un suivi à 2 ans, 6/20 n'ont pas retenu l'EFL
Aarli 2017 ⁹	FOT	425	78/425	Non effectué	Les patients atteints de EFL ont présenté la plus forte baisse du TDM6, davantage d'exacerbations (1,6 an contre 0,7 si SLD), un délai plus court pour réaliser des exacerbations aiguës liées à la BPCO
Timmins 2012 ¹¹	FOT	26	Non précisé	Non effectué	Indice de EFL lié à l'emphysème confirmé par TDM et au VEMS
Vargas 2009 ¹²	PEN	35	25/35	Non effectué	Les patients avaient été récemment extubés
Boni 2002 ¹³	PEN	20	11/35	Non effectué	Aucune différence (petite taille d'échantillon)

EFL et l'intervention en cas de BPCO (posture)

Référence bibliographique	Méthode	Nombre étudié	VEMS(% pred)	EFL en position verticale	EFL en décubitu dorsal	^S Principaux résultats
Baydur 2004 ¹⁴	PEN	21	39	4/721	3/21	Aucun changement lié à la posture dans d'autres conditions
Chiari 2014 ⁵	FOT	40		13/40	27/40	VEMS, rapport VEMS/CVF, DEM ₂₅₋₇₅ liés à l'EFL en position verticale et DLCO, KCO, mMRC liées à l'EFL en décubitus dorsal
Dellaca 2009 ⁴	FOT	7	38	43 % de respirations	78 % de respirations	Analysé à chaque respiration

EFL et l'intervention en cas de BPCO (exercice)

Référence bibliographique	Méthode	Nombre étudié	VEMS moyen (% pred)	Intervention	Principaux résultats
Theodorakopoulou 2017 ¹⁵	PEN	42 (16 LD, 26 SLD)	50	PR	6 LD au repos et pendant l'exercice 26 SLD au repos et pendant l'exercice 10 LD uniquement pendant l'exercice

EFL et l'intervention en cas de BPCO (autre)

Référence bibliographique	Méthode	Nombre étudié (patients/témoins)	VEMS ₁ moyen (% pred)	Intervention	Principaux résultats
Chen 2014 ¹⁶	PEN	15/13	41	Exercice d'endurance	Aucun changement
Vargas 2009 ¹²	PEN	25/aucun	?	Ventilation à percussion intrapulmonaire (VPI)	L'ampleur de l'EFL a diminué chez 24 patients sur 25. 3/25 n'ont plus de EFL
Ogino 2015 ¹⁷	Boucle DV surimposée	16/16	51	Soutien des bras	Réduction importante chez les patients atteints de BPCO, pas de EFL chez les témoins
Theodorakopoulou 2017 ¹⁵	PEN	42 (16 LD, 26 SLD)	50	PR	Après la rééducation, seulement 1/16 avec LD et seulement lors de l'effort soutenu. Amélioration liée au changement de schéma respiratoire
Dellaca 2009 ¹⁸	FOT	42, pas de témoin	42	Salbutamol 5 mg nebulisé	8 sur 20 n'étaient pas en LD après salbutamol
Alvisi 2003 ¹⁹	?	10 (8 LD, 2 SLD)	?	Oxygène 30 %	2/8 plus de LD
Boni 2002 ¹³	NET	11 LD, 9 SLD	44	Salbutamol 400 µg	Diminution de la dyspnée et augmentation de la CI, mais aucun effet chez les patients SLD
Tantucci 1998 ²⁰	NET	11 LD, 7 SLD	54 SLD, 40 LD	Salbutamol 400 µg	Aucun patient en LD n'a changé d'état, mais seul ce sous-groupe a augmenté la CI
D'Angelo 2009 ²¹	NET	13 LD, 13 SLD	49 LD, 64 SLD	Héliox	Aucun bénéfice clair pour Heliox chez les patients en LD, mais petite étude

Obésité et EFL

Référence bibliographique	IMC (kg/m2)	Méthode	Principaux résultats
Spyratos 2007 ²²	n/a²	PEN	14/21 LD avant thoracocentèse, 7/21 après
Baydur 2004 ¹⁴	42	PEN	Pas de EFL chez 9/9
Ferretti 2001 ²³	51	PEN	EFL 10/46 en position verticale, 27/46 en décubitus dorsal
Pankow 1998 ²⁴	44	PEN	EFL 2/8 en position verticale, 7/8 en décubitus dorsal

EFL pendant l'exacerbation

Référence bibliographique	Tests	Patients/témoins	VEMS ₁ moyen (% pred)	Scénario	Principaux résultats
Jetmanali 2015 ²⁵	FOT	29/non étudiés	31	Récupération d'exacerbations aiguës liées à la BPCO	Diminution pendant l'admission chez ceux avec LD, aucun changement chez ceux sans EFL

Références

- Potter WA, Olafsson S, Hyatt RE. Ventilatory mechanics and expiratory flow limitation during exercise in patients with obstructive lung disease. *J clin Invest*. 1971;50:910–919.
- Dellaca RL, Santus P, Aliverti A et al. Detection of expiratory flow limitation in COPD using the forced oscillation technique. The European respiratory journal. Feb 2004;23(2):232-240.
- Aarli BB, Calverley PM, Jensen RL, Eagan TM, Bakke PS, Hardie JA. Variability of within-breath reactance in COPD patients and its association with dyspnoea. *The European respiratory journal*. Mar 2015;45(3):625-634.
- Dellaca RL, Rotger M, Aliverti A, Navajas D, Pedotti A, Farre R. Noninvasive detection of expiratory flow limitation in COPD patients during nasal CPAP. Eur Respir J. May 2006;27(5):983–991.
- Chiari S, Bassini S, Braghini A, Corda L, Boni E, Tantucci C. Tidal expiratory flow limitation at rest as a functional marker of pulmonary emphysema in moderate-to-severe COPD. COPD. Feb 2014;11(1):33-38.
- Walker PP, Pompilio PP, Zanaboni P, et al. Telemonitoring in COPD: The CHROMED Study, a Randomized Clinical Trial. American journal of respiratory and critical care medicine. Mar 20 2018.
- CRIM C, Celli B, Edwards LD et al. Respiratory system impedance with impulse oscillometry in healthy and COPD subjects: ECLIPSE baseline results. Respiratory medicine. Jul 2011;105(7):1069-1078.
- Mikamo M, Shirai T, Mori K et al. Predictors of expiratory flow limitation measured by forced oscillation technique in COPD. BMC pulmonary medicine. Feb 19 2014;14:23.
- Aarli BB, Calverley PM, Jensen RL, et al. The association of tidal EFL with exercise performance, exacerbations, and death in COPD. International journal of chronic obstructive pulmonary disease. 2017:12:2179-2188.
- Dean J, Kolsum U, Hitchen P, Gupta V, Singh D. Clinical characteristics of COPD patients with tidal expiratory flow limitation. *International journal of chronic obstructive pulmonary* disease. 2017;12:1503-1506.
- Timmins SC, Diba C, Farrow CE, et al. The relationship between airflow obstruction, emphysema extent, and small airways function in COPD. Chest. Aug 2012;142(2):312-319.
- Vargas F, Boyer A, Bui HN, Guenard H, Gruson D, Hilbert G. Effect of intrapulmonary percussive ventilation on expiratory flow limitation in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Journal of critical care*. Jun 2009;24(2):212–219.
- Boni E, Corda L, Franchini D, et al. Volume effect and exertional dyspnoea after bronchodilator in patients with COPD with and without expiratory flow limitation at rest. *Thorax*. Jun 2002;57(6):528-532.

- Baydur A, Wilkinson L, Mehdian R, Bains B, Milic-Emili J. Extrathoracic expiratory flow limitation in obesity and obstructive and restrictive disorders: effects of increasing negative expiratory pressure. Chest. Jan 2004;125(1):98-105.
- **15.** Theodorakopoulou EP, Gennimata SA, Harikiopoulou M, et al. Effect of pulmonary rehabilitation on tidal expiratory flow limitation at rest and during exercise in COPD patients. *Respiratory physiology & neurobiology*. Apr 2017;238:47–54.
- **16.** Chen R, Chen R, Chen X, Chen L. Effect of endurance training on expiratory flow limitation and dynamic hyperinflation in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *Internal medicine journal*. Aug 2014;44(8):791–800.
- Ogino T, Mase K, Nozoe M, et al. Effects of Arm Bracing on Expiratory Flow Limitation and Lung Volume in Elderly COPD Subjects. Respiratory care. Sep 2015;60(9):1282-1287.
- Dellaca RL, Pompilio PP, Walker PP, Duffy N, Pedotti A, Calverley PM. Effect of bronchodilation on expiratory flow limitation and resting lung mechanics in COPD. The European respiratory journal. Jun 2009;33(6):1329-1337.
- 19. 1Alvisi V, Mirkovic T, Nesme P, Guerin C, Milic-Emili J. Acute effects of hyperoxia on dyspnea in hypoxemia patients with chronic airway obstruction at rest. Chest. Apr 2003;123(4):1038-1046.
- **20.** Tantucci C, Duguet A, Similowski T, Zelter M, Derenne JP, Milic-Emili J. Effect of salbutamol on dynamic hyperinflation in chronic obstructive pulmonary disease patients. *The European respiratory journal*. Oct 1998;12(4):799–804.
- D'Angelo E, Santus P, Civitillo MF, Centanni S, Pecchiari M. Expiratory flow-limitation and heliox breathing in resting and exercising COPD patients. Respiratory physiology & neurobiology. Dec 31 2009;169(3): 291-296.
- Spyratos D, Sichletidis L, Manika K, Kontakiotis T, Chloros D, Patakas D. Expiratory flow limitation in patients with pleural effusion. Respiration; international review of thoracic diseases. 2007;74(5):572–578.
- **23.** Ferretti A, Giampiccolo P, Cavalli A, Milic-Emili J, Tantucci C. Expiratory flow limitation and orthopnea in massively obese subjects. *Chest*. May 2001;119(5): 1401–1408.
- Pankow W, Podszus T, Gutheil T, Penzel T, Peter J, Von Wichert P. Expiratory flow limitation and intrinsic positive end-expiratory pressure in obesity. *Journal of applied physiology*. Oct 1998;85(4):1236-1243.
- **25.** Jetmalani K, Timmins S, Brown NJ, et al. Expiratory flow limitation relates to symptoms during COPD exacerbations requiring hospital admission. *International journal of chronic obstructive pulmonary disease*. 2015:10:939–945.

La BiPAP A40 EFL est un ventilateur fabriqué par Philips et destiné à fournir une assistance ventilatoire non invasive pour traiter des patients pesant plus de 10 kg atteints d'apnée obstructive du sommeil (AOS) ou d'insuffisance respiratoire. Le test de dépistage des EFL et la fonction de traitement des EFL sont destinés aux patients pesant plus de 30 kg atteints d'apnée obstructive du sommeil (AOS) ou d'insuffisance respiratoire dont la cause principale est une maladie pulmonaire obstructive chronique (MPOC), afin de détecter la présence et la suppression d'une limitation du débit expiratoire. L'appareil est conçu pour une utilisation à domicile, en milieu institutionnel/hospitalier et en laboratoire de diagnostic. Il n'est pas destiné à fournir une assistance aux fonctions vitales. Ce DM fait l'objet d'un remboursement par les organismes d'assurance maladie dans certaines situations : consulter la LPPR. Ce DM de classe IIb est un produit de santé réglementé, qui porte, au titre de cette Réglementation, le marquage CE, dont l'évaluation de conformité a été réalisée par TÜV SÜD Product Service GmbH (0123). Lire attentivement le manuel de l'utilisateur fourni avec le dispositif, pour une utilisation en toute sécurité.

