



Manœuvres spirométriques supplémentaires : effet sur les valeurs des paramètres spirométriques et tolérance

Additional spirometric maneuvers: tolerance and spirometric parameters

Ngah Komo ME^{1,2}, Massongo Massongo^{1,2}, Ntyo'o-Nkoumou A^{1,3}, Endale M⁵, Amadou Dodo B⁶, Kuaban A^{1,2}, Nsoufon A^{1,4}, Poka - Mayap V², Pefura - Yone EW^{1,2}

Article original

¹Département de Médecine Interne et Spécialités, FMSB, Université de Yaoundé I, Cameroun

²Service de Pneumologie, Hôpital Jamot, Yaoundé, Cameroun.

Service de Pneumologie, Hôpital Militaire de Garoua, Cameroun.

³Service de Médecine Interne, Hôpital Central de Yaoundé, Cameroun

⁴Service de Pneumologie, Hôpital Laquintinie, Douala, Cameroun.

⁵Service de Pneumologie, Hôpital Régional de Garoua, Garoua, Cameroun.

Auteur correspondant :

Ngah Komo Marie Elisabeth, Département de Médecine Interne et Spécialités, FMSB, Université de Yaoundé I, Email : elisabeth.ngah@fmsb-uy1.cm

Mots clés : Manœuvres spirométriques, Supplémentaires, Valeurs des paramètres spirométriques

Keywords : Spirometric maneuvers, Additional spirometric maneuvers, Spirometric parameter values.

RESUME

Introduction : Le but de l'étude est de déterminer l'impact du nombre de manœuvres supplémentaires spirométriques sur les paramètres spirométriques.

Matériels et méthode : Il s'agissait d'un essai clinique mené à la clinique Polymère d'avril à mai 2021 à Yaoundé. L'échantillonnage était consécutif et exhaustif pour les patients avec indication de spirométrie et par convenance pour les sujets volontaires sains. L'intervention consistait en la réalisation de trois manœuvres supplémentaires de capacité vitale fonctionnelle (CVF) après les huit manœuvres standards. Le critère de jugement principal était une variation du volume expiratoire maximal à la première seconde (VEMS) ou de la CVF $\geq 5\%$. L'analyse statistique a été faite avec le logiciel R version 4.1.0.

Résultats : Au total 158 sujets inclus dans notre étude. Le sexe féminin représentait 51,26%. L'âge médian était de 26,5 ans (24-45,75ans). Les variations relatives moyennes (écart type) du VEMS et de la CVF était de -0,59% (3,52%) et -0,81% (4,32%) respectivement. Les variations absolues moyennes du VEMS et de la CVF étaient de -14 ml (95 ml) et -25,5ml (132ml) respectivement. Pas d'apparition de symptômes lors de la réalisation des manœuvres supplémentaires. Il existait une association indépendante entre la baisse significative du VEMS et /ou de la CVF et la présence d'asthénie au début de l'examen.

Conclusion : La réalisation de plus de 8 manœuvres spirométriques de CVF n'entraînait pas de baisse significative des valeurs du VEMS ou de la CVF, ni de mauvaise tolérance.

ABSTRACT

Introduction: The aim of this study was to determine the impact of the number of additional spirometric maneuvers on spirometric parameters.

Materials and methods: This clinical trial was conducted at the Polymère clinic in Yaoundé from April to May 2021. Sampling was consecutive and exhaustive for patients with indication for spirometry and by convenience for healthy volunteer subjects. The intervention consisted in performing 3 additional functional vital capacity (FVC) maneuvers after the 8 standard maneuvers. The primary endpoint was a mean deviation relative change in forced expiratory volume at first second or FVC $\geq 5\%$. Statistical analysis was performed with R software version 4.1.0.

Results: A total of 158 subjects were included in our study. Females accounted for 51.26%. The median age was 26.5 years (24-45.75 years). Mean relative changes (standard deviation) in FEV1 and FVC were -0.59% (3.52%) and -0.81% (4.32%) respectively. Mean absolute changes in FEV1 and FVC were -14ml (95ml) and -25.5ml (132ml) respectively. No symptoms appeared when the additional maneuvers were performed. There was an independent association between a significant fall in FEV1 and/or FVC and the presence of asthenia at the start of the examination.

Conclusion: Performing more than 8 FVC spirometry maneuvers did not result in a significant drop in FEV1 or FVC values, or in poor tolerance.

Introduction

La spirométrie est l'un des tests les plus utilisés en pratique clinique pour l'évaluation de la fonction ventilatoire [1]. Elle mesure les volumes d'air mobilisables par un individu et permet de diagnostiquer des troubles ventilatoires obstructifs ou des patterns restrictifs et leur sévérité [2].

Pour décider de la bonne qualité d'une spirométrie et de son caractère interprétable ; les sociétés savantes américaine et européenne préconisent la réalisation d'au moins trois manœuvres respectant des critères d'acceptabilité (bon début de test, absence de toux, présence d'au moins un critère de fin, absence de fermeture de la glotte) et de répétabilité (différence entre les valeurs extrêmes de VEMS et de CVF $\leq 0,100L$ ou 10% avant l'âge de 6 ans, et $\leq 0,150l$ chez les sujets âgés de plus de 6 ans [3]. Les recommandations limitent le nombre de manœuvres de CVF à 08 chez l'adulte, les supposant moins rentables au-delà de ce chiffre, du fait de la fatigue et de la baisse des volumes mobilisables [3-4].

Cependant très peu d'études ont évalué l'effet de la réalisation de plus de 08 manœuvres de CVF sur les valeurs du VEMS et de la CVF.

Notre hypothèse était que les manœuvres supplémentaires n'entraîneraient pas de diminution significative des paramètres spirométriques, ni d'effets secondaires significatifs.

Matériels et Méthode

Nous avons réalisé d'Avril à Mai 2021 un essai clinique à un bras dans la ville de Yaoundé, au sein du laboratoire d'épreuves fonctionnelles respiratoires (EFR) de la clinique polymère. La population source était constituée de patients qui venaient réaliser des spirométries après prescription médicale d'une part, et de toute personne volontaire sans prescription médicale de spirométrie.

Etaient inclus, les sujets de plus de 18 ans ayant accepté de participer, présentant un test de dépistage

de COVID-19 négatif datant de moins d'une semaine et ne présentant aucun symptôme d'infection au SARS-Cov2 le jour de l'examen. Les critères d'exclusion étaient : contre-indication à la spirométrie (infection respiratoire en cours ou guérie depuis moins d'un mois, chirurgie cérébrale, thoracique ou abdominale datant de trois semaines ou moins, cardiopathie instable, douleurs thoraciques ou abdominales), impossibilité de réaliser une spirométrie (mutité, surdité, problème psychiatrique), spirométrie non interprétable, manœuvres standard insuffisantes (moins de 3 correctes sur 8) et données incomplètes.

Une clairance éthique a été obtenue auprès du comité d'éthique de la Faculté de Médecine et des Sciences Biomédicales de l'Université de Yaoundé 1. Après signature du consentement éclairé de chaque participant, nous procédions au recueil de données lors d'un entretien en face à face, à l'aide d'un formulaire électronique.

L'interrogatoire permettait d'obtenir les données socio-démographiques, les antécédents personnels (maladies respiratoires, hypertension artérielle, diabète sucré, maladie cardiovasculaire, néoplasie, infection à VIH, tabagisme, etc), l'indication éventuelle de la spirométrie et les symptômes présents avant l'examen. Un examen physique sommaire donnait accès à la taille à l'aide d'une toise en bois graduée en centimètres et au poids grâce à pèse personne électronique de marque CAMRY (Camry Electronics Ltd, Zhaoqing, Chine). La spirométrie était réalisée à l'aide d'un spiromètre de type pneumotacographe à turbine de marque CAREFUSION (Vyaire medical, Chicago, USA), associée à un pince-nez et des filtres anti infectieux de marque VITALOGRAPH (Gort road business park, Ennis, Co, Clare V95HFT, Ireland). Nous faisons réaliser au sujet une série des 8 manœuvres standard séparées d'une minute d'intervalle. Les paramètres spirométriques (VEMS et CVF) des 3 meilleures courbes enregistrées, ont été retenus en ayant tenu compte des critères d'acceptabilité et de répétabilité de l'ATS/ERS. A la fin des 8 manœuvres, nos sujets ont été interrogés sur la survenue éventuelle d'un

symptôme (asthénie, douleur thoracique, dyspnée, toux, céphalées, vertiges) pendant l'examen. Le patient réalisait ensuite les 3 manœuvres supplémentaires dans les mêmes conditions. Les valeurs des deux meilleures courbes ont été notées. Le patient a été à nouveau interrogé sur la survenue ou l'aggravation d'un symptôme pendant cette seconde phase. Le test était arrêté à la fin de la 11^{ème} manœuvre, ou avant, à la demande insistante du sujet (pour épuisement, malaise, ou chute de 20% au moins du VEMS) pendant les manœuvres supplémentaires (par rapport au VEMS de la meilleure courbe des manœuvres standard).

Les données ont été analysées à l'aide du logiciel R version 4.1.0 (GNU GPLv2, R core team). Les variables qualitatives ont été présentées sous forme d'effectifs et proportions. Les variables quantitatives ont été présentées sous forme de moyennes (écart-type) lorsqu'elles présentaient une distribution normale ou de médianes (1^{er}, 3^e quartiles) lorsque la distribution n'était pas normale. Les variables d'intérêt étaient : la moyenne arithmétique du VEMS et de la CVF ayant produit les 3 meilleures courbes en manœuvres standard et les 2 meilleures courbes en manœuvres supplémentaires, et tout symptôme apparaissant ou s'aggravant pendant les manœuvres supplémentaires. Le critère de jugement principal était la moyenne \pm écart-type de la variation relative (moyenne manœuvres supplémentaires – moyenne manœuvres standard/moyenne manœuvres standard) du VEMS ou de la CVF, significative si $\leq -5\%$. Le critère de jugement secondaire était la moyenne \pm écart-type de la variation absolue du VEMS ou de la CVF, significative si ≤ -150 ml, et la prévalence de symptômes apparus ou aggravés pendant les manœuvres supplémentaires, significative si $\geq 10\%$. Pour la comparaison appariée entre les manœuvres standards et les manœuvres supplémentaires, nous avons utilisé les tests de χ^2 ou le test de Fisher d'appariement pour les variables qualitatives, et les tests de Student ou de Mann-Whitney pour échantillons appariés, pour les variables quantitatives. La recherche des facteurs associés à la baisse significative du VEMS et/ou de la CVF a été réalisée par régression logistique. En

analyse bivariée, les associations étaient considérées statistiquement significatives pour une valeur $p < 0,20$. Toutes les autres valeurs étaient considérées comme statistiquement significatives pour un seuil de $p < 0,05$.

Résultats

Nous avons invité 198 participants pour l'étude. Au total, 18 participants ont désisté et 22 ont été exclus dans l'enrôlement. Nous avons retenu 158 participants pour l'étude. (**Figure 1**).

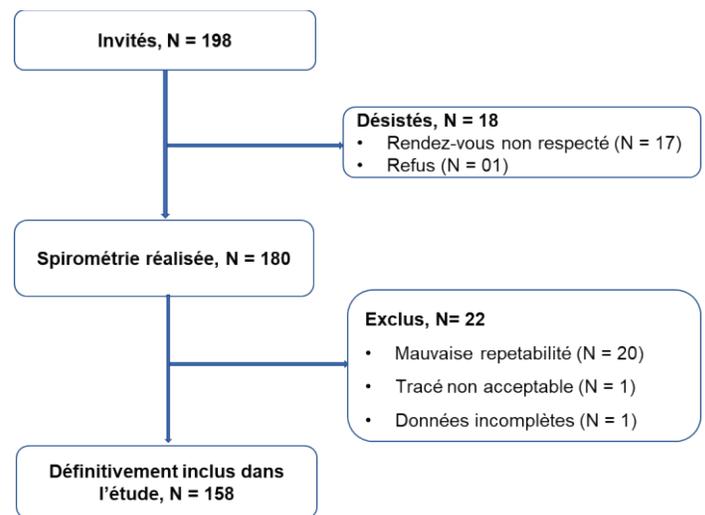


Figure 1 : diagramme de flux

L'âge de ces 158 sujets variait de 19 à 77 ans avec une médiane (25^e-75^e percentiles) de 26,5 ans (24,0 – 45,7 ans). Les femmes étaient légèrement majoritaires (51,3%). Le niveau d'éducation universitaire était le plus représenté avec une proportion de 79,1%, loin devant le secondaire et le primaire. Près de 10% de ces sujets ont déclaré leur tabagisme ou l'usage d'autres substances nocives. L'infection à Covid-19 (13,3%) représentait l'antécédent médical le plus fréquent dans notre population, suivi de la tuberculose (7,6%) pulmonaire et de l'asthme (6,3%). L'indice de masse corporelle variait de 17,3 à 41,3 kg/m² avec une médiane (25^e-75^e percentile) de 25,5 (22,9 -29,0) kg/m². Ces données sont détaillées et complétées sur le **tableau I**. La variation relative moyenne du VEMS était supérieure au seuil de -5% fixé, y compris en appliquant l'écart-type par valeur supérieure et inférieure. Celle de la CVF était également supérieure

à ce seuil, même si la soustraction de l'écart-type la faisait passer en dessous. Le critère de jugement principal n'était pas de ce fait atteint. En variation absolue, l'ensemble des valeurs était supérieur au seuil de 150 ml, sauf la moyenne – écart-type de la CVF. Le premier critère de jugement secondaire n'était ainsi pas atteint (**tableau II**).

Tableau I : profil clinique des participants à l'étude « manœuvres supplémentaires de spirométrie à Yaoundé », N = 158.

Sections	VARIABLES	Valeurs*
Données socio-demographiques	Âge (années)	26 (24,0-45,7)
	Sexe	
	Feminin	81 (51,3)
	Masculin	77 (48,7)
Tabagisme	Niveau d'éducation	
	Supérieur	125 (79,1)
	Secondaire	23 (14,6)
	Primaire	10 (6,3)
Antécédents médicaux	Tabac	10 (6,3)
	Autres	6 (3,8)
	Infection COVID 19	21 (13,3)
	Tuberculose pulmonaire	12 (7,6)
Comorbidités	Asthme	10 (6,3)
	Pneumonie	3 (1,9)
	Pneumopathie interstitielle	1 (0,6)
	HTA***	10 (6,3)
Examen physique	VIH**	2 (1,3)
	Diabète sucré	2 (1,3)
	Indice de Masse Corporelle (Kg/m ²)	30,4 (7,5)
	Indice de Masse Corporelle	25,5 (22,9-29,0)
Examen physique	Catégorie de poids	
	Normal	71 (44,9)
	Surpoids	57 (36,1)
	Obèse	30 (18,9)

* données catégorielles exprimées en fréquence (%) et données continues en médiane (1^{er} -3^e percentiles) **VIH: virus de l'immunodéficience humaine, *** HTA: hypertension artérielle

En analyse multivariée, seule l'asthénie était significativement associée à une diminution significative, après ajustement au niveau d'études et à l'antécédent de tuberculose pulmonaire (**tableau III**). Soixante-dix-neuf pour cent des sujets ont présenté au moins un symptôme pendant les manœuvres standard, le plus fréquent étant la douleur thoracique. La plupart de ces symptômes étaient jugés légers par les participants (**tableau IV**).

Tableau II : présentation des variations relatives et absolues moyennes du VEMS et de la CVF

Paramètre	Variable	Moyenne (écart-type)	Moyenne-écart type	Moyenne + écart type
VEMS	Variation relative (%)	-0,59 (3,52)	-4,11	2,93
	Variation absolue (ml)	-14 (95)	-109	81
CVF	Variation relative (%)	-0,81 (4,3)	-5,11	3,49
	Variation absolue (ml)	-25,49 (132)	-157,49	106,51

Tableau III : déterminants de la variation significative du VEMS et/ou de la CVF

Variable explicative	Rapport de cotes	P valeur
Asthénie	3,74	0,048
Secondaire	1,87	0,328
Tuberculose	4,46	0,067

Tableau IV : symptômes signalés pendant les 8 manœuvres standard

Symptômes	N (%)
Douleur thoracique légère	15 (26,8)
Céphalées légères	6 (10,7)
Toux légère	3 (5,3)
Vertiges légers	5 (8,9)
Asthénie	9 (16,1)
Dyspnée légère	5 (8,9)
Otalgies	1 (1,8)

Discussion

Les recommandations sur le nombre de manœuvres de la CVF pendant la spirométrie ont été éditées par l'*American Thoracic Society* (ATS) et l'*European Respiratory Society* (ERS). Elles fixent le nombre de manœuvres de CVF maximal à 8 du fait de la fatigue ressentie et la baisse des volumes d'air au-delà [3-6]. Dans notre étude nous avons retrouvé une absence de baisse significative globale en termes de variations relatives et absolues du VEMS et /ou de la CVF. Cette différence entre nos résultats peut s'expliquer par le fait que toutes les manœuvres que nous avons réalisées étaient suivies d'une pause de récupération d'une minute pendant laquelle le technicien revoyait avec le patient la procédure de réalisation de la

prochaine manœuvre, au cas où la précédente aurait présenté des erreurs d'exécution. Une telle précaution permettait au patient de produire à chaque manœuvre, un effort maximal suffisant pouvant créer une variation significative entre les valeurs des différents paramètres obtenus.

Nos résultats sur les symptômes ressentis pendant la spirométrie sont différents de ceux de l'ATS/ERS [7-8]. En effet dans leurs études, le symptôme retrouvé au-delà de 08 manœuvres était l'asthénie [3] tandis que dans la nôtre, la douleur thoracique était la plus représentée. Cette différence peut être expliquée, soit par le fait que notre population était majoritairement constituée de sujets jeunes sans comorbidités donc plus résistants à l'effort, soit par le fait de la pause d'une minute que nous avons observée entre les manœuvres. Cette pause permettait à chaque patient de récupérer entre les manœuvres et de minimiser les signes de fatigue.

L'apparition de la douleur thoracique comme symptôme majoritaire trouverait son explication sur le caractère répété des manœuvres de capacité vitale forcée, qui entraînent des contractions rapides et puissantes de tous les muscles respiratoires y compris les accessoires de l'inspiration et de l'expiration ; Ces derniers étant peu utilisés lors de la respiration normale [9-10]. La contraction brutale et répétée de ces muscles pourrait expliquer les douleurs thoraciques ressenties par les participants pendant la spirométrie. Des céphalées ont été observées comme un symptôme récurrent. Elles trouveraient leur explication dans l'augmentation de la pression intracrânienne qui a lieu lors des manœuvres de CVF.

En analyse bivariée nous avons observé une association significative entre la tuberculose et la baisse significative du VEMS et ou de la CVF. Cette association bien significative en analyse multivariée peut s'expliquer par le fait que les patients ayant des antécédents de tuberculose pulmonaire pourraient présenter une altération de la fonction ventilatoire. Par contre, les sujets sans antécédents de tuberculose pulmonaire et indemnes de toute comorbidité respiratoire ne pouvaient présenter de baisse significative du VEMS et/ou de la CVF. Bemba et al décrivent une altération des paramètres spirométriques chez les patients anciens tuberculeux [11]. Bien que la fatigue ne fût pas le symptôme le plus représenté il était la deuxième plainte retrouvée dans notre population. En analyse multivariée nous avons observé une association significative entre la

présence d'asthénie et la baisse significative du VEMS et/ou de la CVF. Ce résultat est conforme aux recommandations de l'ATS et de l'ERS sur l'apport moindre dû à la fatigue, observé au-delà de 8 manœuvres de CVF.

Conclusion

La réalisation de plus de 8 manœuvres spirométriques n'entraîne pas de baisse significative des valeurs du VEMS et /ou de la CVF. Il existe une association indépendante entre l'asthénie et la baisse significative des valeurs du VEMS et/ou de la CVF. Les manœuvres supplémentaires n'entraînent pas une augmentation des effets secondaires de la spirométrie.

Conflits d'intérêt : Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt

Contributions des auteurs :

Acquisition des données, interprétation des données : Massongo Massongo, Ngha Komo, **Rédaction de l'article analyse :** Ngha Komo, Massongo Massongo, **Approbation finale de la version à corriger :** Amadou Dodo, Ntyo'o-Nkoumou, Kuaban, Endale, Nsounfon, Poka, Pefura-Yone EW

Références

1. Quanjer PH, Brazzale DJ, Boros PW, Pretto JJ. Implications of adopting the Global Lungs Initiative 2012 all-age reference equations for spirometry. *Eur Respir J* 2013;42(4):1046–54.
2. Bokov P, Delclaux C. Interprétation et utilisation des explorations fonctionnelles respiratoires de routine de l'adulte: Spirométrie, volumes non mobilisables, diffusion, hématose, test de provocation bronchique à la métacholine et test de marche . Vol. 37, *Revue de Medecine Interne* 2016;37:100-10.
3. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. Vol. 26, *European Respiratory Journal* 2005;26:319-38.
4. Graham BL, Steenbruggen I, Barjaktarevic IZ, Cooper BG, Hall GL, Hallstrand TS, et al. Standardization of spirometry 2019 update an official American Thoracic Society and European Respiratory Society technical statement. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 2019;200:E70-88.
5. Quanjer PH, Stanojevic S, Cole TJ, Baur X, Hall GL, Culver BH, et al. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95-yr age range: The global lung function 2012 equations. *Eur Respir J* 2012;40(6):1324–43.
6. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry *European Respiratory Journal* 2005;26:319–38.
7. Brusaco V, Crapo R, Viegi G, et al. Series «ATS/ERS Task Force: Standardisation of lung function testing». Standardisation of spirometry. *Eur Respir J* 2005; 26:319-38.
8. Brusasco R, Crapo R, Viegi G, et al. Series «ATS/ERS Task Force: Standardisation of lung function testing». General consideration for lung function testing. *Eur Respir J* 2005; 26:153-61.

9. Levy ML, Quanjer PH, Booker R, Cooper BG, Holmes S, Small IR. Diagnostic spirometry in primary care: Proposed standards for general practice compliant with American Thoracic Society and European Respiratory Society recommendations. *Primary Care Respiratory Journal* 2009;18:130-47.
10. Koegeleberg CFN, Swart F, Irusen EM. Guideline for office spirometry in adults, 2012. *South African Med J*. 2013;103(1):52-61.
11. E.L.P. Bemba, R. Moyikoua, A.R. Ouedraogo, R.G. Bopaka, P.P. Koumeka, K.B. Ossale Abacka, J. Mboussa. Profil spirométrique et radiographique des patients anciens tuberculeux pulmonaires traités et guéris au service de pneumologie du CHU de Brazzaville. *Revue de Pneumologie Clinique* 2017;73(5):217-24.
12. Nilakash Das, Kenneth Verstraete, Sanja Stanojevic. Deep learning algorithm helps to standardize ATS/ERS spirometric acceptability and usability criteria. *Eur Respir J* 2020;1-40.
13. Jan Vandervorde, Sylvia Verbank, Daniel Schuermans. FEV1/FEV6 and FEV6 as an alternative for FEV1/FVC and FVC in the spirometric detection of airway obstruction and restriction. *Chest* 2005;127:1560-1564.
14. E. Derom, C. Van Weel, G. Listro. Primary care spirometry. *Eur Respir J* 2008;31:197-203.
15. Stephanie Davis. Spirometry. *Paediatric Respiratory Reviews* 2006;7(S):S11-S13.
16. Amir Houshang, Masoud R. Comparison of FEV3, FEV6, FEV1/FEV3 and FEV1/FEV6 with usual spirometric indices. *Respirology* 2012;17:541-546.
17. John L, Hankinson, Robert O, Crapo. Spirometric reference values for the 6-s FVC maneuver. *Chest* 2003;124:1805-1811.
18. S.P. Kuster, D. Kuster, C. Schinder. Reference equations for lung function screening of healthy never-smoking adults aged 18-80 yrs. *Eur Respir J* 2008;31:860-868.
19. Padmaja Subbarao, Patrick Lebecque, Mary Corey and Qllan L. Coates. Comparison of spirometric reference values. *Pediatr Pulmonol* 2004;37:515-522.
20. Sanja Stanojevic, Angie Wade, Janet Stocks, John Hankinson, Allan L. Coates, Huiqi Pan, Mark Rosenthal, Mary Corey, Patrick Lebecque, and Tim J. Cole. Reference Ranges for Spirometry Across All Ages. *Am J Respir Crit Care Med* 2008;177:253-260.

