



Evaluation des troubles de la voix – une approche multiparamétrique



Rev Med Suisse 2010; 6: 1863-7

I. Leuchter

Dr Igor Leuchter
Service d'oto-rhino-laryngologie
et de chirurgie cervico-faciale
HUG, 1211 Genève 14
Igor.Leuchter@hcuge.ch

Evaluation of dysphonia – a multiparametric approach

Voice evaluation is based on perceptive analysis of voice quality and on instrumental assessments, which comprise acoustic and aerodynamic sound measures. Even though perceptive evaluation is considered the gold standard for voice evaluation, it is biased by its subjective nature. Despite the fact that instrumental analysis is considered objective, it has limited reliability. This is why the integration of these two methods into a multiparametric analysis allows a more broad range diagnostic approach for dysphonia.

L'évaluation de la voix est un élément central de la consultation phoniatrice. Elle est axée d'une part sur une évaluation perceptive, à l'oreille, de la qualité de la voix et, d'autre part, sur une analyse instrumentale basée sur des mesures acoustiques et aérodynamiques du son. L'évaluation perceptive, bien que considérée comme le gold standard, possède une certaine subjectivité; l'analyse instrumentale a pour avantage d'être objective mais possède également une fiabilité limitée. C'est pourquoi, une analyse multiparamétrique, intégrant les deux méthodes d'évaluation, permet d'évaluer la dysphonie selon plusieurs angles d'observation.

INTRODUCTION

La dysphonie est une altération de la voix qui résulte d'une dysfonction de production ou d'une lésion organique. On distingue une altération du timbre de la voix (raucité, souffle), une instabilité (voix bitonale, désonorisations), une diminution de

l'intensité, un essoufflement à la parole et une fatigue vocale. L'évaluation de la dysphonie doit être utile à la décision thérapeutique, à l'évaluation dans le temps du résultat des traitements et de l'évolution naturelle et à la transmission des données. Elle est, par conséquent, un élément central de la consultation phoniatrice. Elle comprend *une évaluation perceptive*, une évaluation à l'oreille du son laryngé et *une évaluation instrumentale* par la mesure de paramètres acoustiques et aérodynamiques de la voix.

ÉVALUATION PERCEPTIVE

L'évaluation perceptive repose sur le jugement humain et sur les capacités de l'auditeur à évaluer la qualité d'une voix. Sa fiabilité est souvent controversée. Kreiman et coll., sur 57 articles publiés entre 1951 et 1990, ont montré un niveau de reproductibilité entre 18 et 100%, avec des protocoles et méthodes d'analyses statistiques si différents que la comparaison des résultats est presque impossible.¹ Une méthodologie stricte et reproductible doit être mise en place pour améliorer la fiabilité de l'évaluation perceptive et pallier à son caractère subjectif. Elle passe par le choix des variables qualitatives, puis par la mise en place d'une échelle quantitative. Dans la pratique clinique, la nature d'une voix est décrite en termes d'impression auditive: érailement, raucité, souffle, craquements, etc.² Le choix de ces termes a été largement discuté et débattu et différents essais de standardisation des méthodes d'évaluation ont été rapportés dans la littérature.^{3,4} Bien qu'il n'existe actuellement pas de protocole internationalement reconnu et accepté, l'échelle GRBAS proposée par la «Japanese society of logopedics and phoniatrics» et développée par Hirano² est la plus largement utilisée au monde.^{5,6} Il s'agit d'une échelle à cinq paramètres où le G (*Grade*) définit le grade global de la dysphonie, le R (*Rough*), la raucité, le B (*Breathy*), le caractère soufflé, le A (*Asthenic*), l'asthénie et le S (*Strained*), le forçage. Ces paramètres sont évalués selon quatre niveaux (0=voix normale, 1=dysphonie légère, 2=dysphonie moyenne, 3=dysphonie sévère). Cette échelle, très compacte et simple d'utilisation, a été

conçue pour un usage clinique quotidien, d'où son succès immédiat.

Dans la mise en place d'un protocole d'évaluation perceptive, le choix du jury est également essentiel. Sa qualité est évaluée en termes de fiabilité qui correspond à la reproductibilité du jugement entre les auditeurs (agrément interauditeur) et par l'auditeur lui-même, lors de plusieurs sessions d'écoute (agrément intra-auditeur). De nombreux auteurs soulignent l'importance du niveau d'expérience des auditeurs et du recrutement de plusieurs membres afin d'obtenir un groupe homogène.^{1,3} Afin d'améliorer la fiabilité de l'évaluation, plusieurs sessions d'écoute sont organisées pendant lesquelles les voix, un texte lu standardisé, sont passées «à l'aveugle» dans un ordre aléatoire.^{3,7} L'effet de contexte est un facteur d'influence du jury:⁸ une voix moyennement dysphonique paraît plus altérée si elle est présentée après une voix normale qu'après une dysphonie sévère.

L'analyse perceptive est la seule capable de rendre les caractéristiques perceptives de la voix et est donc irremplaçable. De plus, elle est facile à mettre en œuvre, accessible à tout clinicien et peu coûteuse. Par contre, elle est chargée de plusieurs biais intrinsèques qui la rendent imparfaite et insuffisante: de nombreux facteurs influençant le jugement perceptif ne peuvent être contrôlés, tels que l'état émotionnel de l'auditeur au moment de l'évaluation, ses valeurs esthétiques, sa langue maternelle, la manière dont il conçoit l'échelle de mesure, etc.⁵ C'est pourquoi, plusieurs équipes dirigent leurs travaux dans le but de développer une évaluation instrumentale objective des dysphonies permettant de comparer les résultats vocaux de façon fiable et reproductible.

ANALYSE INSTRUMENTALE

L'analyse instrumentale est conçue pour qualifier et surtout quantifier les dysphonies à partir de mesures physiques du son,⁹ acoustiques et aérodynamiques. Elles sont réalisées sur une voyelle tenue, en général le /a/, à l'aide de différents capteurs. Il est nécessaire de combiner différentes mesures complémentaires afin de tenir compte de l'aspect multidimensionnel de la production vocale.^{10,11}

MESURES ACOUSTIQUES

Elles sont effectuées à l'aide d'un microphone et révèlent les caractéristiques audibles de la dysphonie. Il s'agit principalement des mesures de la fréquence et de l'intensité, de leur stabilité, ainsi que de l'analyse du spectre du son.

La *fréquence fondamentale* (F0) correspond au nombre de vibrations par seconde de la masse vibrante des cordes vocales, exprimée en Hertz (Hz). Elle donne la hauteur tonale de la voix. La F0 dépend de la masse vibrante, de la tension des cordes vocales et de la pression d'air sous-glottique (PSG). Elle est donc un témoin direct des propriétés biomécaniques des cordes vocales, de la configuration laryngée, des forces musculaires et des pressions phonatoires mises en jeu. Pour l'homme, elle se situe aux alentours de 131 Hz (± 19 Hz), chez la femme de 223 Hz (± 27 Hz) et chez l'enfant 264 Hz (± 35 Hz).¹² Elle varie avec

l'âge, augmente chez l'homme et diminue chez la femme.

L'*intensité* est dépendante de la PSG et de la résistance glottique au flux d'air. Sa mesure est donc un reflet de la biomécanique laryngée, des forces musculaires laryngées et respiratoires. Une intensité excessive peut contribuer à l'apparition de lésions des cordes vocales (nodules, polypes).

Le *jitter* et le *shimmer* sont des mesures de la stabilité du signal acoustique, en fréquence pour le premier et en intensité pour le second. Une limitation importante de ces mesures est l'impossibilité de calculer un *jitter* ou un *shimmer* fiable à partir d'un signal vocal trop instable, en cas de dysphonie sévère.¹³

L'*analyse spectrale* est une méthode instrumentale reposant sur le théorème de Fourier qui stipule que tout son complexe peut être décomposé en une série de sons sinusoïdaux (les harmoniques) dont la fréquence est un multiple de la F0. L'analyse du rapport signal/bruit permet de quantifier le bruit présent dans le spectre et indique ainsi le degré de sévérité de la dysphonie.⁶

MESURES AÉRODYNAMIQUES

Sans être à proprement parler des mesures de la voix, les mesures aérodynamiques permettent de mesurer les caractéristiques biomécaniques du système pneumo-phonatoire.

Le *débit d'air buccal* (DAB) est une mesure du débit aérien lors de la phonation et permet ainsi de quantifier une éventuelle fuite d'air glottique pathologique. Elle est particulièrement utile dans les pathologies laryngées qui entraînent un défaut d'accolement des cordes vocales, une paralysie laryngée et des nodules.⁷

La *pression sous-glottique* (PSG) est la pression d'air qui arrive au contact des cordes vocales et permet ainsi leur vibration et la production du son. Elle augmente avec l'intensité et la hauteur tonale de la voix. En cas de forçage vocal, elle est augmentée et sa mesure est donc un reflet direct des tensions aérodynamiques et musculaires du sujet.^{7,10}

AUTRES MESURES PHYSIOLOGIQUES

L'*étendue vocale* (EV) est l'écart fréquentiel entre la note la plus aiguë et la plus grave que le sujet peut émettre. Malgré une large variabilité individuelle, l'EV est un bon indicateur de la fonction vocale.¹⁴ Si on associe la mesure de l'intensité à celle de la hauteur tonale, on obtient un phonétogramme. Il permet de déterminer l'ensemble des possibilités vocales.

Le *temps maximum de phonation*, du /a/ en général, après une inspiration profonde, à intensité et hauteur confortables, est le reflet de la qualité de la fermeture des cordes vocales. Il est un bon indicateur de la fonction vocale,¹⁵ et sa mesure est très simple.

Aucune mesure seule ne permet de poser un diagnostic à une dysphonie. L'analyse instrumentale est néanmoins utile et irremplaçable dans le contexte du suivi longitudinal d'une dysphonie, du jugement de l'efficacité d'un traitement (chirurgical ou logopédique) et de la transmission de résultats.



Tableau 1. Travaux portant sur la concordance entre jugement perceptif et mesures instrumentales

Publication	Patients	Paramètres retenus	Concordance jury/mesures
Wolfe et coll. (1995) ¹⁶	60 H/F divers 20 témoins	F0 moy, shimmer, jitter, SR	56%
Wuyts et coll. (2000) ¹¹	319 H/F divers 68 témoins	F0 max, jitter, Int min, TMP	56%
Piccirillo et coll. (1998) ¹⁵	97 H/F divers 35 H/F témoins	PSG, DAB, TMP, EV	Non spécifié
Giovanni et coll. (1995) ¹⁷	247 H/F/E divers	Jitter, fuite glottique	63%
Giovanni et coll. (1996) ⁷	245 H/F/E divers	Jitter, fuite glottique, émergence harmonique, durée de l'attaque	66%
Giovanni et coll. (1996) ¹⁸	34 H Tucker 23 H témoins	Jitter, shimmer, coeff. var. F0, coeff. var. Int, DAB, fuite glottique	85%
Yu et coll. (2001) ¹⁹	84 H divers	F0, jitter, Int, shimmer, SR, Lya, DAB, PSG, EV, TMP	86%
Yu et coll. (2002) ²⁰	74 F divers	Idem	64% 88%
Yu et coll. (2007) ²¹	449 H/F divers	Idem	82%
Leuchter et coll. (2010)	146 H/F PLU 54 H/F témoins	Idem	77%

(H: hommes; F: femmes; E: enfants; F0: fréquence fondamentale; Int: intensité; TMP: temps maximum de phonation; DAB: débit d'air buccal; EV: étendue vocale; PSG: pression sous-glottique; Coeff. Var: coefficient de variabilité; SR: rapport signal-bruit; Lya: coefficient de Lyapunov); PLU: paralysie laryngée unilatérale.

DISCUSSION

Une des raisons principales de la limitation de l'analyse instrumentale est sa systématique relativisation face à l'évaluation perceptive. En effet, des mesures instrumentales pathologiques d'une voix normale «à l'oreille» seront jugées caduques. La voix est un phénomène perceptif tant du point de vue de celui qui l'émet (le patient) que de celui qui l'évalue (le clinicien). L'évaluation perceptive est donc, par nature, le standard par rapport aux méthodes d'évaluation instrumentale. Pour optimiser l'évaluation clinique de la voix, il est donc nécessaire d'intégrer l'analyse multiparamétrique instrumentale à l'évaluation perceptive. Le **tableau 1** répertorie les différents travaux qui ont utilisé cette double évaluation et qui ont comparé les résultats en termes de concordance.¹⁰ Quelles conclusions tirer de ces études? Premièrement, on observe une amélioration du taux de concordance entre le jury d'écoute et les mesures instrumentales dans les études récentes par l'apport de mesures aérodynamiques, absentes dans les deux premiers travaux, et par des méthodes statistiques plus performantes, permettant de choisir les mesures les plus significatives.^{7,10} Deuxièmement, on observe un certain plafonnement des performances de l'analyse multiparamétrique aux alentours de 80% de prédiction du degré de dysphonie. Les causes sont multiples et pas totalement élucidées. D'une part, l'analyse perceptive est intrinsèquement sujette à une certaine variabilité inter et intra-individuelle, et ce malgré le développement de méthodologies d'analyse perceptive. D'autre part, les techniques d'analyses instrumentales sont limitées par le choix du matériau d'analyse (voyelle tenue, consignes de production) et par l'importante variabilité des mesures obtenues. Mais la raison principale est que les deux modes d'évaluation, perceptive et instrumentale, n'analysent pas la même chose.

L'évaluation instrumentale est clairement tournée vers une détermination des caractéristiques mécaniques du système phonatoire alors que le jugement perceptif se situe plus sur le plan de l'utilisation de l'instrument phonatoire, avec comme support la parole. Il est ainsi possible d'envisager des situations où des perturbations du fonctionnement du système phonatoire ne se traduisent pas par une altération audible de la voix: par exemple, une augmentation de la PSG traduisant un forçage vocal qui n'aurait pas de répercussion au niveau acoustique.¹⁰ Ceci illustre parfaitement bien l'intérêt des mesures instrumentales qui possèdent une signification propre et une reproductibilité avérée.

CONCLUSION

En conclusion, la phonation est un phénomène complexe, dont les mécanismes biomécaniques sont encore incomplètement cernés. Une altération de la voix peut entraîner d'importantes perturbations dans la communication, mais aussi dans l'identité et la représentation sociales du patient. Son évaluation clinique est l'axe central autour duquel s'organise la prise en charge phoniatrique et logopédique et comprend une évaluation perceptive et une analyse instrumentale. Ces deux méthodes sont complémentaires et irremplaçables et permettent d'évaluer la dysphonie selon plusieurs angles d'observation. ■



Implications pratiques

- > L'évaluation de la qualité de la voix comprend une *évaluation perceptive*, à l'oreille, et une *évaluation instrumentale* par la mesure de paramètres acoustiques et aérodynamiques
- > L'échelle perceptive de Hirano, qui évalue le timbre de la voix sur une échelle à quatre niveaux, est la plus largement utilisée en clinique
- > L'analyse instrumentale mesure les paramètres acoustiques et aérodynamiques de la voix

Bibliographie

- 1 * Kreiman J, Gerratt BR, Kempster GB, Erman A, Berke GS. Perceptual evaluation of voice quality: Review, tutorial, and a framework for future research. *J Speech Hear Res* 1993;36:21-40.
- 2 * Hirano M. Clinical examination of voice. New York: 1981.
- 3 De Bodt MS, Van de Heyning PH, Wuyts FL, Lambrechts L. The perceptual evaluation of voice disorders. *Acta Otorhinolaryngol Belg* 1996;50:283-91.
- 4 Hammarberg B, Fritzell B, Gauffin J, Sundberg J, Wedin L. Perceptual and acoustic correlates of abnormal voice qualities. *Acta Otolaryngol* 1980;90:441-51.
- 5 Revis J, Giovanni A, Wuyts F, Triglia J. Comparison of different voice samples for perceptual analysis. *Folia Phoniatr Logop* 1999;51:108-16.
- 6 Wolfe V, Fitch J, Cornell R. Acoustic prediction of severity in commonly occurring voice problems. *J Speech Hear Res* 1995;38:273-9.
- 7 * Giovanni A, Robert D, Estublier N, et al. Objective evaluation of dysphonia: Preliminary results of a device allowing simultaneous acoustic and aerodynamic measurements. *Folia Phoniatr Logop* 1996;48:175-85.
- 8 Goldstone RL. Perceptual learning. *Annu Rev Psychol* 1998;49:585-612.
- 9 * Baken RJ. Clinical measurement of speech and voice. London: Taylor and Francis, 1987.
- 10 Ghio A, Pouchoulin G, Giovanni A, et al. Approches complémentaires pour l'évaluation des dysphonies: bilan méthodologique et perspectives. *Travaux interdisciplinaires du Laboratoire parole et langage* 2007;26:33-74.
- 11 Wuyts FL, De Bodt MS, Molenberghs G, et al. The dysphonia severity index: An objective measure of vocal quality based on a multiparameter approach. *J Speech Lang Hear Res* 2000;43:796-809.
- 12 McGlone R, Hollien H. Vocal pitch characteristics of aged women. *J Speech Hear Res* 1963;6:164-70.
- 13 ** Dejonckere PH, Bradley P, Clemente P, et al. A basic protocol for functional assessment of voice pathology, especially for investigating the efficacy of (phonosurgical) treatments and evaluating new assessment techniques. Guideline elaborated by the Committee on phoniatrics of the European laryngological society (ELS). *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2001;258:77-82.
- 14 Giovanni A. Contribution à l'élaboration d'un protocole multimétrique d'évaluation objective des dysphonies. Marseille: Université de la Méditerranée, 1998.
- 15 Piccirillo JF, Painter C, Fuller D, Haiduk A, Fredrickson JM. Assessment of two objective voice function indices. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1998;107(5 Pt 1):396-400.
- 16 Wolfe V, Fitch J, Cornell R. Acoustic prediction of severity in commonly occurring voice problems. *J Speech Hear Res* 1995;38:273-9.
- 17 Giovanni A, Estublier N, Robert D, et al. Objective vocal evaluation of dysphonia by simultaneous measurement of acoustic and aerodynamic parameters with the EVA device. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 1995;112:85-90.
- 18 Giovanni A, Robert D, Teston B, Guarella MD, Zanaret M. Preliminary study of acoustic and aerodynamic parameters after Tucker frontal anterior laryngectomy. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 1996;113:277-84.
- 19 Yu T. Méthodes instrumentales d'analyse de la dysphonie: corrélation avec l'analyse perceptive. Marseille: Université de la Méditerranée, 2001.
- 20 Yu P, Revis J, Wuyts FL, Zanaret M, Giovanni A. Correlation of instrumental voice evaluation with perceptual voice analysis using a modified visual analog scale. *Folia Phoniatr Logop* 2002;54:271-81.
- 21 Yu P, Garrel R, Nicollas R, Ouaknine M, Giovanni A. Objective voice analysis in dysphonic patients: New data including nonlinear measurements. *Folia Phoniatr Logop* 2007;59:20-30.

* à lire

** à lire absolument