

6

Méthodes diagnostiques

Le diagnostic des troubles de la voix parlée ou dysphonie se fait lors du bilan de la phonation. Ce bilan clinique, réalisé par un médecin, ne pose le plus souvent aucun problème particulier pour arriver à un diagnostic étiologique. Seuls les moyens mis en œuvre pour mesurer les paramètres acoustiques de la voix sont discutés par de nombreux auteurs, la difficulté tenant à l'absence de consensus quant à la pertinence des indices mesurés, leur corrélation avec l'évaluation subjective perceptive et les constatations anatomiques laryngées.

Devant un trouble de la voix, il est de bonne pratique clinique de faire un bilan fonctionnel, des mesures acoustiques et aérodynamiques, une endoscopie laryngée afin de proposer, le diagnostic étant fait, une prise en charge médicale, rééducative ou chirurgicale.

Le bilan étiologique de la phonation prend du temps, au minimum trente minutes, nécessite des moyens en personnel et en matériel, et est fait par un médecin spécialiste, ORL ou phoniatre. Le bilan fonctionnel peut être réalisé par une orthophoniste entraînée et disposant de moyens de mesure.

Bilan fonctionnel

Le bilan fonctionnel comporte trois parties : l'interrogatoire du patient, l'analyse perceptive de la voix et l'analyse subjective par le patient de son handicap vocal.

Interrogatoire

L'interrogatoire du patient est sans doute la partie la plus longue car il est important de comprendre quelles sont ses plaintes et comment la voix est utilisée. L'interrogatoire permet dans le même temps de faire l'analyse perceptive de la voix.

Bien évidemment, on va s'enquérir de l'utilisation professionnelle de la voix parlée, mais aussi portée ou projetée (à forte intensité) et de la voix chantée,

du nombre d'heures par jour et par semaine, des conditions de travail (bruit ambiant, acoustique de la salle, sécheresse de l'air, milieu extérieur...).

Il faut répertorier les plaintes : la fatigue et le forçage vocal sont en général les premières manifestations, s'accompagnant d'un essoufflement à la phonation, d'une altération de la hauteur tonale (voix aggravée ou décalée dans l'aigu), de l'impossibilité de chanter ou de moduler, de modifier le timbre (raucité, voix criarde, nasillarde), de la perte du contrôle de l'intensité. Il faut connaître l'ancienneté des troubles, leur fréquence de survenue, la capacité de récupération (le lendemain, pendant le week-end, ou peu à peu, seulement pendant de petites vacances ou les grandes vacances pour un enseignant).

On recherchera les symptômes associés : inconfort, douleur, toux, hémmeage (tics de raclement de gorge), sensation de « boule dans la gorge ». Les facteurs « favorisant ou aggravant » communs à toute pathologie vocale seront également recherchés : le tabagisme actif ou passif, l'allergie respiratoire, certains traitements médicaux (hormonaux, à visée dermatologique), les antécédents médicaux, chirurgicaux, traumatiques tels un coup du lapin, des signes de reflux gastro-œsophagien, une diminution de l'audition, des douleurs cervicales (Hillman et coll., 1989 ; Bouchayer, 1995 ; Stemple et coll., 1995 ; Rantala et coll., 1998 ; Airo et coll., 2000 ; Szabo et coll., 2003).

Ce long entretien permet d'évaluer les plaintes du patient, d'apprécier ses contraintes professionnelles, d'évaluer son état psychologique et le retentissement éventuel des troubles vocaux, d'écouter la voix et d'en faire une analyse perceptive tout en appréciant le « geste vocal » (technique respiratoire, posture, détente notamment du cou et des mâchoires) et de demander au patient d'autoévaluer la qualité de sa voix.

Analyse perceptive

L'analyse perceptive de la voix est effectuée à l'aide de l'échelle GRBAS, décrite par Hirano (1981), très largement utilisée dans le monde, dont la validité et la fiabilité ont été démontrées par de nombreuses études. Cette échelle comporte les items suivants : *grade* (impression globale de la qualité de la voix ou degré d'altération), *roughness* (raucité), *breathiness* (souffle audible), *asthenicity* (voix hypotonique, faible, peu intense), *strained* (voix hyperkinétique, serrée, forcée), auquel on peut ajouter un item I pour instabilité (Crevier-Buchman et coll., 1993 ; Millet et Dejonckere, 1998). Chacun des items de l'échelle est coté de 0 (normal ou absent) à 3 (très altéré).

Analyse subjective ou autoévaluation

L'analyse subjective par le patient de son handicap vocal peut être faite à l'aide de différents questionnaires dont le plus complet (exploration des domaines physique, fonctionnel, émotionnel) et le plus long est le *Voice*

Handicap Index (VHI) (Jacobson et coll., 1997). Le VHI comporte 30 propositions et le patient doit indiquer la fréquence de sa gêne (annexe 2). Le questionnaire *Voice-related quality of life* (Rosen et coll., 2004) est plus court ; il contient 10 propositions, qui s'appliquent au patient, cotées de « pas du tout » à « énormément » (annexe 3 ; rapport de la Société d'Oto-rhino-laryngologie, 2004).

Au terme de ce bilan fonctionnel, il convient de faire des mesures objectives des paramètres acoustiques de la voix. Schématiquement, la raucité est corrélée avec la stabilité du vibrateur laryngien, le souffle avec le rapport signal/bruit (timbre), l'asthénie avec l'intensité, et le forçage avec une fréquence fondamentale plus haute.

Mesures acoustiques

Tous les paramètres acoustiques de la voix peuvent être altérés : la hauteur (ou fréquence ou tonalité), l'intensité, le timbre qui donne toute la couleur à la voix, mais aussi le débit ou l'articulation.

Les mesures acoustiques sont non invasives (innocuité totale). Elles donnent des résultats quantitatifs objectifs d'un échantillon de voix et sont maintenant informatisées.

Différents problèmes méritent d'être soulevés car il n'existe pas vraiment, à l'heure actuelle, de consensus même si la Société européenne de laryngologie a formulé des recommandations. Cela tient à la complexité physio-acoustique de la phonation et à l'instabilité du signal vocal.

Les difficultés sont liées aux différentes façons de recueillir le signal acoustique, à l'échantillon de voix qui est analysé. Elles sont fonction du matériel disponible et des habitudes de chacun et suscitent toujours des débats entre les experts. Les différentes publications reflètent bien cette absence de procédure standard ou de normalisation ; qu'il s'agisse de l'étude des voix normales ou pathologiques, de la comparaison des chanteurs et des non-chanteurs, des analyses sur des voyelles tenues, de la parole spontanée ou sur un texte de lecture, du recueil du signal microphonique (quel micro, à quelle distance ?), du signal électrolaryngographique (basé sur la mesure de la variation de l'impédance électrique des tissus du cou, représentant l'alternance des phases de contact et d'ouverture des cordes vocales), de l'évaluation globale comme le phonétogramme ou la mesure d'indices particuliers à partir des paramètres acoustiques, dont 250 ont été répertoriés. Enfin, si les systèmes d'analyse sont informatisés, il existe des programmes dédiés des plus simples aux plus sophistiqués, des plus classiques aux plus récents tels les systèmes MP3.

Classiquement, on analyse la fréquence vocale, l'intensité et le timbre.

Fréquence fondamentale

La fréquence fondamentale ou F0, exprimée en Hertz ou en notation musicale, est appelée aussi *fundamental usuel* (tonalité la plus souvent utilisée par un sujet donné). Elle peut être visualisée sous la forme d'une courbe mélodique si l'analyse est continue, ou moyennée (histogrammes). Ses micro-perturbations (fluctuations à court terme), responsables d'irrégularités dans la voix, sont exprimées par un coefficient appelé *jitter*.

Intensité

L'intensité, exprimée en décibels (dB), est calculée sur une moyenne ou sur des intensités sonores minimale et maximale. Les micro-perturbations de l'amplitude d'un cycle à l'autre sont exprimées par le *schimmer*.

Analyse du timbre

L'analyse du timbre est plus complexe. L'analyse spectrale des harmoniques qui portent une certaine quantité d'énergie apparaît sous forme de raies. Elle est surtout utilisée dans l'analyse de la parole et de la voix chantée. Elle renseigne sur la quantité de souffle sur la voix (considéré comme un bruit) et sur le degré d'instabilité du signal. La mesure la plus classique est celle du rapport énergie des harmoniques/énergie du bruit ou HNR, exprimé en dB. Différentes analyses sont possibles selon que l'on veut étudier les harmoniques (spectre à bande étroite ou à bandes larges) pour les formants des voyelles ou des consonnes sonores dans l'articulation. Le HNR diminue avec l'âge alors que l'instabilité vocale augmente. L'analyse spectrale moyennée de longue durée ou LTAS (*Long Time Average Spectrum*) montre une augmentation de l'énergie dans les hautes fréquences en cas de fatigue vocale (Dejonckere, 1986 ; Gramming, 1991 ; Crevier-Buchman et coll., 1993 ; Eustace et coll., 1996 ; Gelfer et coll., 1996 ; Rantala et coll., 1997 ; Harris et coll., 2000 ; Ferrand, 2002 ; Orr et coll., 2002 ; Gonzalez et coll., 2003 ; Guerrier et coll., 2004).

Phonétogramme

Le phonétogramme, souvent réalisé par les phoniatries et les orthophonistes, étudie la dynamique vocale qui représente de façon quantitative et qualitative le « champ de liberté de la voix ». C'est une évaluation globale de deux des paramètres de la voix : fréquence et intensité. Sa réalisation est simple, lorsqu'elle est faite par un examinateur entraîné, et son protocole est standardisé par l'Union des phoniatries européens. Le phonétogramme étudie la possibilité d'émettre une voyelle à l'intensité la plus forte possible et à

l'intensité la plus faible possible sur toute l'étendue de la voix. Il a fait l'objet de nombreuses études, comparant des sujets chanteurs et non chanteurs. Il est intéressant de faire un phonétogramme par registre laryngé. Les deux principaux registres sont désignés de la façon suivante : « *chest* ou modal » ou mécanisme I ou lourd pour la voix de poitrine ou médium ; « falsetto pour l'homme, *head* pour la femme » ou mécanisme II ou léger pour la voix aiguë ou de tête. Les deux phonétogrammes sont superposés et renseignent aussi bien sur la technique vocale que sur les capacités acoustiques du vibrateur laryngé. On a proposé aussi un phonétogramme en trois dimensions, en y associant une mesure aérodynamique celle du temps de phonation (Gramming, 1991 ; Dejonckere, 1996 ; Neuschaefer-Rube et coll., 1997 ; Harris et coll., 2000 ; Roubeau et coll., 2004).

Mesures aérodynamiques

Les mesures aérodynamiques apprécient la qualité du souffle, qui va conditionner la qualité de l'émission vocale. Certaines sont simples, non invasives et nécessitent seulement un chronomètre.

Temps maximum de phonation

Le temps maximum de phonation (TMP) consiste à mesurer la durée de la tenue d'une voyelle à une intensité et une fréquence données (valeur usuelle en général). On considère qu'il est significatif du rendement de la source vocale. Il est diminué en cas de fatigue vocale.

Le test S/Z mesure la durée de l'émission des 2 consonnes, l'une voisée ou sonore, l'autre non voisée ou sourde, et en fait le rapport.

Parmi les quatre paramètres aérodynamiques, pressions sous-glottique et intra-orale et débits d'air nasal et oral, seuls la pression intra-orale et le débit d'air oral sont mesurés en pratique clinique pour évaluer une dysphonie. Ils sont riches d'enseignement, mais peu utilisés en raison du manque de matériel adéquat et de leur coût (Lee et coll., 1999 ; Jiang et coll., 2004).

Bilan étiologique

L'examen clinique est fait par un médecin spécialiste, ORL ou phoniatre. Après une palpation soigneuse du cou, les cavités de résonance sont inspectées : nez, bouche, état dentaire, articulation temporo-mandibulaire. Deux organes sont essentiels dans l'articulation et la fabrication du timbre

de la voix : la langue (mobilité et position de repos, qui ne doit pas être trop reculée ou trop ascensionnée, idéalement la pointe contre les dents du bas) et le voile du palais (longueur, mobilité).

Endoscopie laryngée

L'endoscopie laryngée est l'étape capitale du diagnostic. Réalisée avec un système optique, fibre souple introduite par le nez (nasofibroscope) ou endoscope rigide dans la bouche, elle seule permet d'apprécier la morphologie du larynx, la dynamique laryngée et de visualiser la vibration des cordes vocales par la stroboscopie. L'étude du comportement laryngé se fait en phonation sur une voyelle tenue /é/ ou /i/ à différentes hauteurs tonales (mécanisme I et II) et à intensité confortable et forte. Sont étudiés la forme des cordes vocales, la couleur, la longueur, la mobilité en respiration et en phonation, la régularité de la face supérieure et du bord libre (existence de lésions uni- ou bilatérales), la qualité de la fermeture ou d'accolement, la symétrie, la position et l'aspect des cartilages aryénoïdes, les commissures antérieure et postérieure, les bandes ventriculaires. Lorsque l'on dispose d'une lumière stroboscopique (que tous les spécialistes n'ont pas en raison de son coût), une analyse plus fine du comportement vibratoire peut être faite : régularité, amplitude, symétrie de phase et d'amplitude de la vibration (le critère le plus difficile à évaluer étant l'asymétrie), les phases de fermeture et d'ouverture et leur durée relative, la présence et la liberté de l'ondulation muqueuse, le comportement vibratoire de la lésion s'il en existe. Cet examen peut être filmé et enregistré (document médical) (Bouchayer, 1995 ; Dejonckere, 1998 ; Millet et Dejonckere, 1998 ; Kelly et Fischer, 1999 ; Harris, 2000). Il existe un protocole d'examen standardisé proposé par la Société européenne de laryngologie (Dejonckere et coll., 2003).

Au terme de ce bilan vocal, qui doit comprendre au moins un bilan fonctionnel, des mesures acoustiques (fréquence fondamentale, intensité), un TMP et une endoscopie laryngée, le diagnostic de la dysphonie est le plus souvent établi : dysphonie purement dysfonctionnelle avec cordes vocales anatomiquement normales, ou lésion des cordes vocales dans un cadre souvent dysfonctionnel. Les lésions bénignes les plus souvent rencontrées, notamment chez les enseignants, sont les nodules bilatéraux, le polype unilatéral, l'œdème des cordes vocales.

Le pronostic est apprécié et un traitement est proposé : médical simple (laryngite, reflux gastro-œsophagien par exemple), rééducation orthophonique ou phoniatrique pour redonner un bon « geste vocal » dans le cadre dysfonctionnel, traitement chirurgical encadré ou suivi de rééducation, car fréquemment c'est la dysfonction qui, à la longue, a créé la lésion ou la lésion qui engendre la dysfonction (Bouchayer, 1995).

Il peut parfois être nécessaire d'avoir recours à d'autres examens pour préciser un diagnostic ou proposer une prise en charge particulière.

Autres examens

Ils seront demandés en fonction de la pathologie rencontrée ou soupçonnée :

- épreuves fonctionnelles respiratoires, en cas de problème ventilatoire ou d'asthme ;
- imagerie médicale : radiographie du rachis cervical (traumatisme, raideur, inversion de courbure), scanner du larynx avec ou sans injection en cas de tumeur, de traumatisme, de trouble de la mobilité (paralysie récurrentielle, atteinte de l'articulation crico-aryténoïdienne), IRM, électromyographie laryngée qui est un examen invasif nécessitant une équipe entraînée avec ORL-phonniateur et neurophysiologiste. L'électromyographie laryngée sera demandée devant un trouble de la mobilité et surtout pour faire le diagnostic et le traitement d'une dystonie laryngée (dysphonie spasmodique) par injection de toxine botulique (Marion et coll., 1992 ; *American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 2003 ; Sataloff et coll., 2003) ;
- bilan de l'audition : il est effectué en cas de gêne auditive avérée ou de gêne dans le bruit, ce qui est une plainte fréquente. L'audiométrie classique (tonale en conduction aérienne et osseuse avec tympanométrie et recherche du réflexe stapédien) peut être complétée par un test de résistance de l'intelligibilité vocale dans le bruit (Elbaz et coll., 1992 ; Garin et Galle, 2002).

Enseignants

Des études réalisées sur des groupes d'enseignants, tentent de dégager quelques notions « clés » évidemment connues depuis longtemps : un des problèmes auxquels l'enseignant est confronté est de garder une voix en bonne santé (Orr et coll., 2002), et de nombreux troubles vocaux sont liés à une surcharge vocale pouvant être évaluée sur deux critères qui sont le temps de parole et le niveau sonore pendant le travail (Airo et coll., 2000).

Le bruit ambiant est un fléau car il affecte l'intelligibilité du langage, donc du message que transmet l'enseignant, compromettant ainsi l'apprentissage de ses élèves. Il est responsable aussi d'altération de l'audition. L'OMS recommande de ne pas dépasser un seuil de 75 dB pendant 8 heures pour éviter une perte auditive, seuil qui nous semble déjà élevé.

Rappelons qu'en France, il existe le décret n° 2001-1016 du 5 novembre 2001 portant création d'un document relatif à l'évaluation des risques pour

la santé et la sécurité des travailleurs, prévue par l'article L.230-2 du code du travail et modifiant le code du travail (J.O n°258 du 7 novembre 2001 page 17523).

Bruit ambiant

Le bruit ambiant a été mesuré dans un jardin d'enfant en Suède par deux études. La première étude rapporte des seuils allant de 72 à 88 dBA, avec des pics de 117 à 120 dBA (Szabo et coll., 2003). Ces résultats sont corroborés par l'étude de Södersten et coll. (2002), avec un bruit ambiant moyen de 76,1 dBA, ce qui dépasse de 20 dB la valeur recommandée pour que l'intelligibilité soit conservée (50 à 55 dBA). À 50 dBA, l'intelligibilité est maintenue à 99 %.

Les enseignants les plus touchés par les problèmes vocaux sont ceux du primaire (fatigue vocale et nodules), les professeurs d'éducation physique et sportive et les professeurs de musique et de chant.

Selon une étude finlandaise (Simberg et coll., 2001), 20 % des étudiants-enseignants ont un problème de voix car, d'une manière générale, ils parlent plus fort et plus longtemps que les autres.

Le temps moyen de phonation pour des enseignants de maternelle représente 16,9 à 20 % du temps total analysé sur une journée de travail, alors qu'il est en moyenne de 5 % pour le personnel médical ou administratif et de 7 % pour un phoniatre (Södersten et coll., 2002 ; Szabo et coll., 2003). Les enseignants de maternelle ont une intensité moyenne plus forte de 9,1 dB et utilisent une voix plus aiguë, avec une moyenne de 247 Hz pour les femmes qui se sont prêtées à cette étude, alors que leur fréquence moyenne usuelle est de 202 Hz.

Une étude américaine (Wolfé et coll., 2002) a révélé que 44 % des professeurs d'aérobic, qui utilisent une voix projetée (à forte intensité) en même temps qu'ils font un exercice physique, avec un temps de phonation long, se plaignent d'une perte partielle ou totale de leur voix pendant ou après leur cours, d'un enrouement et utilisent une fréquence fondamentale de voix plus aiguë.

Les plaintes les plus fréquentes sont un enrouement le matin (28 %), un hémmeage (20 %), avec une prévalence de 32 à 72 % pour un enrouement et une fatigue vocale (Simberg et coll., 2001 ; Södersten et coll., 2002).

Les facteurs prédictifs d'une dysphonie, dans un but de dépistage et de prévention, pourraient être déterminés à l'aide d'un questionnaire qui serait complété par une analyse perceptive faite par le personnel de santé. En cas de positivité, les auteurs proposent un examen clinique ou un bilan ortho-

phonique (Simberg et coll., 2001). Les groupes « à risque » ont une diminution du TMP, des capacités intonatives et de l'intensité maximum possible.

En conclusion, nous rappellerons les recommandations du Comité de phoniatry de la Société européenne de laryngologie sur le bilan vocal, qui doit comporter : un enregistrement audio-digital de la voix pathologique, une analyse perceptive de la voix avec l'échelle GRBAS, une vidéolaryngostroboscopie, des mesures aérodynamiques (TMP, capacité vitale, quotient de phonation), des mesures acoustiques (*jitter*, *shimmer*, phonétogramme) et une évaluation subjective (qualité, répercussion quotidienne, professionnelle).

BIBLIOGRAPHIE

AIRO E, OLKINUORA P, SALA E. A method to measure speaking time and speech sound pressure level. *Folia Phoniatr Logop* 2000, **52** : 275-288

AMERICAN ASSOCIATION OF ELECTRODIAGNOSTIC MEDICINE. Laryngeal Electromyography: an evidence based review. AAEM Practice Topic. *Muscle & nerve* 2003

BOUCHAYER M. Dysphonia. Diagnostic orientation. *Rev Prat* 1995, **45** : 1291-1297

CREVIER-BUCHMAN L, MONFRAIS-PFAUWADEL MC, BEGUE D, LAUGA-HOUDOYER L, LACCOURREYE O, BRASNU D. Acoustic evaluation and use of computers. *Rev Laryngol Otol Rhinol (bord)* 1993, **114** : 311-314

DEJONCKERE PH. Acoustic analysis of voice production. Production trial from a clinical perspective. *Acta Otorhinolaryngol Belg* 1986, **40** : 377-385

DEJONCKERE PH, REMACLE M, FRESNEL-ELBAZ E, WOISARD V, CREVIER-BUCHMAN L, MILLET B. Differentiated perceptual evaluation of pathological voice quality: reliability and correlations with acoustic measurements. *Rev Laryngol Otol Rhinol (bord)* 1996, **117** : 219-224

DEJONCKERE PH, CREVIER L, ELBAZ E, MARRACO M, MILLET B, et coll. Quantitative rating of video-laryngostroboscopy: a reliability study. *Rev Laryngol Otol Rhinol (bord)* 1998, **119** : 259-260

DEJONCKERE PH, CREVIER-BUCHMAN L, MARIE JP, MOERMAN M, REMACLE M, WOISARD V, EUROPEAN RESEARCH GROUP ON THE LARYNX. Implementation of the European Laryngological Society (ELS) basic protocol for assessing voice treatment effect. *Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord)* 2003, **124** : 279-283

ELBAZ P, LECA F, ELBAZ EF, MILLER P. Vocals in silence and noise. A simple test of resistance of intelligibility in noisy environment. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 1992, **109** : 373-385

EUSTACE CS, STEMPLE JC, LEE L. Objective measures of voice production in patients complaining of laryngeal fatigue. *J Voice* 1996, **10** : 146-154

FERRAND CT. Harmonics-to-noise ratio: an index of vocal aging. *J Voice* 2002, **16** : 480-487

GARIN P, GALLE C. A simple audiometry test of speech intelligibility in background noise. *Rev Laryngol Otol Rhinol (bord)* 2002, **123** : 219-224

GELFER MP, ANDREWS ML, SCHMIDT CP. Documenting laryngeal change following prolonged loud reading. A videostroboscopic study. *J Voice* 1996, **10** : 368-377

GONZALEZ J, CERVERA T, LLAU MJ. Acoustic analysis of pathological voices compressed with MPEG system. *J Voice* 2003, **17** : 126-139

GRAMMING P. Vocal loudness and frequency capabilities of the voice. *J Voice* 1991, **5** : 144-157

GUERRIER B, GIOVANNI A, REMACLE M. Pathologie de la corde vocale. Éditions de la Société Française d'ORL et Chirurgie Cervico-faciale, 2004

HARRIS SARA, HARRIS TOM, LIEBERMAN J, HARRIS D. The multidisciplinary voice clinic. In : Voice disorders and their management. FREEMAN M, FAWCUS M (eds). Whurr Publishers, 2000

HILLMAN RE, HOLMBERG EB, PERKELL JS, WALSH M, VAUGHAN C. Objective assessment of vocal hyperfunction: an experimental framework and initial results. *J Speech Hear Res* 1989, **32** : 373-392

HIRANO M. Clinical examination of voice. Springer, New York, 1981

JACOBSON BH, JOHNSON A, GRYWALSKI C, SILBERGLEIT A, JACOBSON G, et coll. The voice handicap index (VHI): development and validation. *Am J of speech language pathology* 1997, **6** : 66-70

JIANG J, STERN J, CHEN HJ, SOLOMON NP. Vocal efficiency measurements in subjects with vocal polyps and nodules: a preliminary report. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2004, **113** : 277-282

KELLY CL, FISHER KV. Stroboscopic and acoustic measures of inspiratory phonation. *J Voice* 1999, **13** : 389-402

LEE L, STEMPLE JC, KIZER M. Consistency of acoustic and aerodynamic measures of voice production over 28 days under various testing conditions. *J Voice* 1999, **13** : 477-483

MARION MH, KLAP P, PERRIN A, ELBAZ E. Spasmodic dysphonia. Investigation and therapeutic methods. *Rev Neurol (Paris)* 1992, **148** : 180-183

MILLET B, DEJONCKERE PH. What determines the differences in perceptual rating of dysphonia between experienced raters? *Folia Phoniatr Logop* 1998, **50** : 305-310

NEUSCHAEFER-RUBE C, SRAM F, KLAJMAN S. Three-dimensional phonetographic assessment of voice performance in professional and non-professional speakers. *Folia Phoniatr Logop* 1997, **49** : 96-104

ORR R, DE JONG F, CRANEN B. Some objective measures indicative of perceived voice robustness in student teachers. *Logoped Phoniatr Vocol* 2002, **27** : 106-117

- RANTALA L, PAAVOLA L, KORRKO P, VILKMAN E. Working-day effects on the spectral characteristics of teaching voice. *Folia Phoniatr Logop* 1998, **50** : 205-211
- RANTALA L, MAATTA T, VILKMAN E. Measuring voice under teachers' working circumstances: F0 and perturbation features in maximally sustained phonation. *Folia Phoniatr Logop* 1997, **49** : 281-291
- ROSEN CA, LEE AS, OSBORNE J, ZULLO T, MURRY T. Development and validation of the voice handicap index-10. *Laryngoscope* 2004, **114** : 1549-1556
- ROUBEAU B, CASTELLENGO M, BODIN P, RAGOT M. Registers as shown in the voice range profile. *Folia Phoniatr Logop* 2004, **56** : 321-333
- SATALOFF RT, MANDEL S, MANN EA, LUDLOW CL, AAEM LARYNGEAL TASK FORCE. Laryngeal electromyography: an evidence-based review. *Muscle Nerve* 2003, **28** : 767-772
- SIMBERG S, SALA E, LAINE A, RONNEMAA AM. A fast and easy screening method for voice disorders among teacher students. *Logoped Phoniatr Vocol* 2001, **26** : 10-16
- SODERSTEN M, GRANQVIST S, HAMMARBERG B, SZABO A. Vocal behavior and vocal loading factors for preschool teachers at work studied with binaural DAT recordings. *J Voice* 2002, **16** : 356-371
- STEMPLE JC, STANLEY J, LEE L. Objective measures of voice production in normal subjects following prolonged voice use. *J Voice* 1995, **9** : 127-133
- SZABO A, HAMMARBERG B, GRANQVIST S, SODERSTEN M. Methods to study preschool teachers' voice at work: simultaneous recordings with a voice accumulator and a DAT recorder. *Logoped Phoniatr Vocol* 2003, **28** : 29-39
- WOLFE V, LONG J, YOUNGBLOOD HC, WILLIFORD H, OLSON MS. Vocal parameters of aerobic instructors with and without voice problems. *J Voice* 2002, **16** : 52-60