

La charge vocale

Dominique Morsomme, Angélique Remacle

Résumé

Ce chapitre est consacré à la charge vocale, définie comme une quantité d'utilisation de la voix par unité de temps. La durée, le niveau de pression sonore et la hauteur tonale sont les trois facteurs principaux qui l'influencent. Pour analyser son incidence sur la voix, nous devons également tenir compte de l'environnement dans lequel évolue le locuteur. Les effets de la charge vocale sur le plan laryngé sont fonction de la physiologie propre à chaque individu. Le dosimètre ou accumulateur vocal est l'outil qui vise à quantifier la charge vocale. Cette instrumentation permet d'observer les comportements vocaux des locuteurs sur de longues périodes en situation écologique. D'un point de vue clinique, la prise en compte de la charge vocale influence nos plans thérapeutiques. Outre les principes de rééducation connus, nous discutons entre autres de l'apport du micro amplificateur et de la nécessité du repos vocal.

Mots clés : charge vocale, professionnels de la voix, enseignants, dosimétrie vocale, amplification vocale.

Vocal loading

Abstract

This article is dedicated to vocal loading, defined as the amount of phonation over time, primarily determined by the duration, the sound pressure level and the pitch of vocalizations. The impact of vocal loading depends on the physiology of each individual, but also on environmental factors, such as background noise and acoustics. Particularly adapted tools for quantifying voice use in daily life are the voice dosimeters or voice accumulators. Such devices have been developed and tested over the last decades, and provide data on vocal behaviour over an entire day of normal activities. From a clinical point of view, we will discuss how to take into account vocal loading for voice treatment. Finally, we will present the benefits of voice amplification and vocal rest in order to reduce vocal load.

Key Words : vocal loading, occupational voice, teaching voice, voice dosimetry, voice amplification.

Dominique MORSOMME
PhD, chargée de cours à l'ULg
Angélique REMACLE
PhD en Sciences psychologiques,
Logopédie de la Voix
Adresse de correspondance :
Faculté de psychologie et des sciences de
l'éducation
Département de Psychologie : Cognition et
Comportement
Unité Logopédie de la Voix
Rue de l'Aunaie, 30
4000 - Sart Tilman (Liège)
Courriel : dominique.morsomme@ulg.ac.be

◆ Introduction

Définition

Depuis une quinzaine d'années, la littérature anglo-saxonne voit augmenter son nombre de recherches sur le concept de charge vocale, tandis que la littérature francophone reste encore pauvre sur le sujet. La charge vocale correspond à la quantité d'utilisation vocale par unité de temps. Elle est fonction de la durée de phonation, de la fréquence fondamentale et du niveau de pression sonore de la voix.

Lorsque la charge vocale est trop élevée, on parle de surcharge, de surmenage, ou encore d'abus vocal, voire d'hyper phonation. Conjointement ou à la suite de cette dose vocale trop importante, peut s'ensuivre le malmenage vocal. Ce dernier est caractérisé par une désorganisation du geste vocal requis pour une phonation aisée et plaisante.

Notions de surmenage et de malmenage

Afin de mieux comprendre l'impact d'une charge vocale sur les plis vocaux, revenons un instant sur les stress mécaniques qui leur sont appliqués lors de la vibration glottique. Dès la mise en vibration des plis vocaux, on observe différentes contraintes mécaniques associées à la vibration tissulaire, appelées « stress mécaniques » par Titze (1994). Celui-ci distingue 7 stress : le stress collisionnel dû à l'entrée en contact des plis vocaux lors de la vibration, le stress lié aux contractions des muscles intra laryngés, le stress aérodynamique lié à la pression sous glottique, le stress de contact entre les cartilages aryténoïdiens lors de l'adduction des plis vocaux, le stress de cisaillement lié à l'ondulation tissulaire, le stress inertiel lié à l'accélération et à la décélération des plis

vocaux et enfin le stress d'étirement longitudinal qui s'applique aux fibres longitudinales du ligament vocal sous l'action du muscle crico-thyroïdien. Selon Titze, le stress lié à l'étirement longitudinal est le plus contraignant et ce particulièrement pour les femmes (16 kPa chez les femmes pour seulement 5 Kpa chez les hommes). La résistance développée par l'individu à ces stress est variable en fonction de la constitution de chacun. Elle dépend des variations génétiques et des propriétés biomécaniques des plis vocaux (Gray & Thibeault, 2002).

Une exposition excessive à ces stress mécaniques peut mener au **surmenage vocal**. En effet, le surmenage vocal résulte d'une utilisation vocale supérieure aux capacités de récupération du système physiologique propre à chaque individu. Il traduit une utilisation vocale excessive en termes de durée de phonation, d'intensité et/ou de fréquence vocale. Il correspond à un fonctionnement vocal normal mais avec une absence de repos suffisant pour permettre une récupération normale de la voix. Le **malmenage vocal**, quant à lui, fait appel à la notion de forçage vocal. Il s'agit ici d'un fonctionnement anormal du geste vocal. Il en résulte une voix inefficace, fatigante et parfois même douloureuse. Le sujet peut désorganiser son geste sur plusieurs plans : mauvaise gestion de l'air, pression sous-glottique inadéquate, tonus glottique hyper ou hypo fonctionnel, incoordination pneumo-phonique, manque d'accord phono-résonantiel, etc. Autrement dit, le surmenage concerne la quantité de voix utilisée, tandis que le malmenage concerne plutôt la qualité du geste vocal mis en place.

◆ Paramètres acoustiques influençant la charge vocale

Svec, Popolo et Titze (2003) caractérisent 3 paramètres qui influencent la charge vocale, soit la durée de phonation, la fréquence fondamentale (F0) et le niveau d'intensité sonore (SPL).

La durée de phonation.

La durée de phonation correspond à la durée totale de vibration des plis vocaux sur une période déterminée. Il est important de distinguer la durée de phonation de la durée de parole. La parole comprend des segments voisés et non voisés. Nous nous intéressons ici uniquement au temps de voisement. En effet, c'est lors de la vibration que les stress mécaniques s'accumulent et peuvent potentiellement provoquer une surcharge vocale. D'ailleurs, s'octroyer des temps de pauses phonatoires permettrait la récupération des tissus traumatisés par trop de vibrations et prolongerait ainsi la durée de phonation sans risque (Titze, Svec, & Popolo, 2003; Yiu & Chan, 2003).

La fréquence fondamentale.

La fréquence fondamentale est fonction du nombre de vibrations des plis vocaux par unité de temps. Ce nombre de vibrations augmente avec la hauteur tonale. Une fréquence élevée engendre donc un plus grand nombre de collisions glottiques. A ce nombre élevé de collisions s'ajoutent également une tension et un étirement longitudinal des plis vocaux, associés à une augmentation de la pression sous-glottique. Ces stress mécaniques augmentent le risque de micro-traumatismes des plis vocaux, pouvant être à l'origine de lésions telles que les nodules. Les femmes produisent une fréquence fondamentale de plus ou moins une octave supérieure à celle des hommes. A charge vocale égale, elles présenteraient donc davantage de risques de traumatismes vocaux que les hommes, deux fois plus selon certains auteurs (Roy, Merrill, Gray, & Smith, 2005). Précisons néanmoins que la fréquence fondamentale n'est qu'un facteur explicatif parmi d'autres concernant la prépondérance des troubles vocaux chez les femmes (Dejonckere, 2001; Hunter, Tanner, & Smith, 2011).

Le niveau de pression sonore.

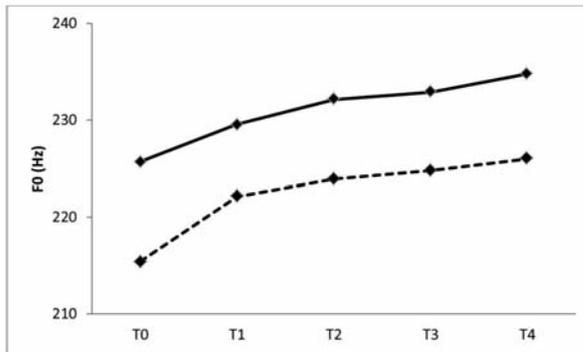
Le niveau de pression sonore dépend du niveau de pression sous-glottique et de l'amplitude vibratoire. En cas d'intensité plus élevée, l'accélération tissulaire et les forces de collision sont plus importantes et représentent un potentiel danger pour la couverture cordale.

La littérature actuelle n'est pas encore en mesure de déterminer si l'un de ces paramètres prévaut sur l'autre. En effet, il n'existe pas de profil de charge vocale en fonction, par exemple, des équations suivantes : un temps de phonation long à faible intensité équivaut-il à un temps de phonation court à intensité forte, de même un temps de phonation long émis à une fréquence grave équivaut-il à un temps de phonation court émis à une fréquence aiguë ?

Impact de la durée et du niveau de pression sonore de la charge vocale

Dans une étude réalisée en laboratoire, nous avons tenté de déterminer l'importance relative de la durée et de l'intensité de la charge vocale (Remacle, Finck, Roche, & Morsomme, 2012). Nous avons soumis 50 femmes normophoniques à une lecture prolongée dans 2 conditions d'intensité différentes. La première condition consistait en une lecture d'une durée de 2 heures à une intensité comprise entre 60 et 65dB(A) ; la seconde en une lecture de 2 heures à une intensité comprise, cette fois, entre 70 et 75 dB(A). Les 2 conditions de charge vocale étaient espacées d'au moins 5 jours. Les analyses acoustiques, les mesures perceptives et les échelles d'auto-évaluations montrent davantage de changements liés à la durée de la charge (2 heures) qu'à son niveau d'intensité

(60-65dB versus 70-75 dB). Un des principaux changements acoustiques engendrés par la durée est une augmentation progressive de la fréquence fondamentale de la voix au cours de la charge vocale (voir schéma 1). Néanmoins, l'intensité vocale affecte également la fréquence vocale puisque la voix des sujets est plus aiguë suite à 2 heures de lecture entre 70 et 75 dB que suite à celle comprise entre 60 et 65 dB (voir schéma 1). Ces résultats illustrent l'augmentation significative de la fréquence fondamentale liée à la durée et à l'intensité de la charge vocale, et par conséquent les contraintes mécaniques et les microtraumatismes appliqués aux plis vocaux. En d'autres termes, plus le temps de parole est long, plus la hauteur tonale augmente. De même, plus le sujet parle fort, plus sa fréquence vocale croît, comme l'illustre le schéma ci-dessous.



Légende : Evolution de la fréquence fondamentale mesurée sur un /a/ tenu au cours de 2 heures de charge vocale (T0, avant la charge vocale ; T1, après 30 minutes de charge ; T2, après 1 heure de charge ; T3, après 1 heure et 30 minutes de charge ; et T4, après 2 heures de charge). La ligne en pointillés correspond à la première condition de charge vocale (lecture à 60-65 dB) et la ligne en continu correspond à la deuxième condition de charge vocale (lecture à 70-75dB).

Par ailleurs, l'analyse perceptive réalisée par 10 juges experts sur les voix enregistrées avant et après la charge vocale montre une diminution de l'aspect soufflé des voix suite à 2 heures de lecture, quel que soit son niveau d'intensité. Nous interprétons ces résultats comme étant une amélioration de la qualité vocale, traduisant une possible adaptation du système laryngé suite à la charge. Cependant, aucune différence perceptive n'est détectée par les juges entre les deux niveaux d'intensité vocale (60-65 dB versus 70-75 dB). Concernant les auto-évaluations, les sujets se plaignent d'une augmentation des sensations de fatigue, d'effort et d'inconfort laryngé, ainsi que d'une diminution de la qualité vocale au cours de la tâche de lecture. Etonnamment, les plaintes ne diffèrent pas selon le niveau d'intensité de la charge vocale (60-65dB versus 70-75 dB).

◆ Facteurs environnementaux

Dans de nombreux cas, la charge vocale est fonction des besoins professionnels et sociaux de l'individu. Certaines professions à voix sont donc plus exposées que d'autres à une charge vocale élevée. C'est le cas par exemple des enseignants, des avocats, des maraîchers, des agents travaillant dans des centres d'appels téléphoniques (call center), des chanteurs, des prêtres, etc. Ils utilisent leur voix longtemps, à un niveau de pression sonore plus élevé que la voix conversationnelle et à une fréquence fondamentale augmentée. Les exigences vocales de chacune de ces professions à voix ne sont pas les seuls facteurs qui influencent la charge vocale. En effet les caractéristiques acoustiques du lieu de travail, le bruit ambiant, la qualité de l'air, l'ergonomie, ainsi que les aspects psychosociaux incluant les facteurs de stress liés au travail sont autant d'éléments supplémentaires à prendre en compte dans l'étude de la charge vocale. A cela, s'ajoutent aussi les facteurs intra-individuels comme le genre, l'endurance, l'état de santé général, les habitudes de vie, les capacités vocales individuelles, et les facteurs psycho-émotionnels.

Le bruit ambiant, par exemple, invite le sujet à augmenter son volume sonore pour être entendu au-dessus du brouhaha. Parallèlement, la fréquence fondamentale augmente (Gramming, Sundberg, Ternström, Leanderson, & Perkins, 1988). On parle alors de l'effet Lombard. Titze (1999) et Vilkmán (1996) ont démontré que parler dans un environnement bruyant participait au développement de troubles vocaux et constituait un facteur de risque. Le nombre d'auditeurs dans la pièce, la distance entre le locuteur et les auditeurs, et le degré d'hygrométrie influencent également l'adaptation de la voix.

En pratique, le niveau de pression sonore d'un son diminue de 6 dB lorsque la distance est doublée. Pour produire un même effet sur l'auditeur, le locuteur doit donc augmenter son intensité vocale de 6 dB à chaque fois que la distance est doublée (Titze, 2000). Cette distance est donc à prendre en considération. De même, l'acoustique des salles influence le comportement vocal du locuteur. En effet, le bruit présent dans une salle inclut le glissement des chaises et des tables sur le sol, les bavardages et chuchotements des individus, le bruit de l'air conditionné, des tubes néon, du chauffage, de la ventilation, des couloirs et des salles adjacentes. Tous ces bruits se réfléchissent contre les murs intérieurs de la salle (Epstein, Remacle, & Morsomme, 2011). Cette réflexion s'appelle la réverbération. Le temps de réverbération est, quant à lui, le temps nécessaire pour que le son disparaisse. En France, le décret du 25 avril 2003 limite ce facteur de temps de réverbération entre 0,6 et 1,2 secondes pour un volume de 250 m³. Plus le temps de réverbération est long, plus le niveau du volume

sonore de la pièce sera élevé. Un autre facteur impacte la réflexion du son dans la pièce : il s'agit du facteur d'absorption. Il est dépendant de la nature des matériaux constituant le bâtiment. Chaque matériau utilisé a un facteur d'absorption, du carrelage aux conduites d'eau, en passant par les gaines électriques. De la qualité du matériel utilisé dépend le facteur d'absorption. Les sociétés de construction connaissent la réglementation en la matière et peuvent conseiller judicieusement leurs clients. Isoler adéquatement durant la mise en œuvre ajoute un surcoût de 0,5 à 4 % du coût total du bâtiment. Par contre, aménager la construction aux normes requises après la construction augmente le coût de 20% (Coalition préoccupée par les salles de classe, 2009). En 2003, Kob a mesuré l'impact de l'aménagement des salles de classe sur la qualité vocale de 25 enseignants. Avant l'aménagement, le temps de réverbération était supérieur à 1 seconde. Après l'aménagement, le temps de réverbération a été ramené à 0,5 secondes. Cela a augmenté significativement l'intelligibilité des enseignants et a diminué leurs efforts vocaux. Les élèves, quant à eux, se sont révélés plus concentrés (Inserm, 2006).

◆ Effets de la charge vocale

Les effets de la charge vocale sont étudiés de diverses manières (en laboratoire ou sur le terrain), parmi différents groupes de professionnels (enseignants, chanteurs, instructeurs à l'armée, ...). Les enseignants restent le groupe d'étude privilégié, étant donné les caractéristiques et les exigences de leur profession qui les amènent rapidement à une charge vocale conséquente. De plus, ils constituent un des groupes de professionnels de la voix les plus importants en nombre. Les études se penchent sur les effets de la charge vocale à long ou à court terme et analysent l'impact à la fois sur le plan subjectif et objectif. Sur le plan subjectif, un jury évalue la qualité vocale avant et après la charge vocale à l'aide d'échelles perceptives. Les sujets, eux-mêmes, apprécient également via des questionnaires leur ressenti vocal après la charge. Sur le plan objectif, les scientifiques mesurent son impact sur des paramètres acoustiques tels que la fréquence et ses paramètres de variabilité comme le jitter, le niveau de pression sonore et ses paramètres de variabilité comme le shimmer, ou encore le rapport harmonique / bruit. En général, les études se focalisent sur la durée comme principal facteur de charge vocale. La majorité des études s'accordent pour dire que les symptômes vocaux augmentent après une journée de travail ou une tâche de charge vocale en laboratoire, ainsi que les paramètres de fréquence fondamentale et de niveau de pression sonore (Laukkanen, Ilomaki, Leppanen, & Vilkman, 2008; Laukkanen et al., 2004). Certains auteurs interprètent l'augmentation de la fréquence fondamentale comme une adaptation du

système phonatoire à la charge (Jonsdottir, Laukkanen, & Vilkmán, 2002 ; Laukkanen et al., 2008 ; Rantala, Vilkmán, & Bloigu, 2002). Par contre, les scores obtenus aux paramètres de variabilité de la fréquence et de l'intensité, soit le jitter et le shimmer, varient d'une étude à l'autre. Plusieurs auteurs observent un comportement vocal plus hypertonique après la charge vocale (Laukkanen et al., 2008). Certaines études ont observé l'impact de la charge directement sur les plis vocaux à l'aide de la vidéolaryngostroboscopie (VLS) ou encore de la cinématographie ultra-rapide et plus spécifiquement du phonovibrogramme. La VLS montre généralement des changements laryngés post charge vocale, de type œdème, érythème des plis vocaux, modification du comportement vibratoire (De Bodt, Wuyts, Van de Heyning, Lambrechts, & Vanden Abeele, 1998 ; Mann et al., 1999). La cinématographie ultra-rapide, quant à elle, permet d'observer des changements dans le comportement vibratoire, tels qu'une modification des mouvements d'ouverture et de fermeture des cordes ainsi qu'une asymétrie vibratoire entre les 2 plis vocaux post charge vocale (Doellinger, Lohscheller, McWhorter, & Kunduk, 2009 ; Lohscheller, Doellinger, McWhorter, & Kunduk, 2008). Il est à noter qu'il existe peu d'informations à l'heure actuelle sur le rôle joué par le niveau d'intensité de la charge, et encore moins par sa fréquence moyenne.

Angélique Remacle et collaborateurs (2013 ; 2012) ont tenté d'étudier les effets à court terme de la charge vocale chez des enseignantes, en différenciant des sujets normophoniques des sujets dysphoniques. Dans un premier temps, les auteurs ont cherché à mesurer l'impact de la charge vocale via des questionnaires d'auto-évaluation remplis par les sujets de l'étude ainsi que via des mesures acoustiques et aérodynamiques. Dans un deuxième temps, c'est via des jugements perceptifs par des experts que les voix des sujets ont été évaluées avant et après la charge vocale selon la technique des jugements par paire. Ainsi, 16 enseignantes normophoniques et 16 autres porteuses de nodules des plis vocaux ont réalisé une lecture prolongée durant deux heures, à un niveau de pression sonore compris entre 70 et 75 dB. Les auteurs ont cherché à savoir quels étaient les effets d'une charge vocale de 2 heures de lecture et se sont demandés si la charge imposée affectait différemment les deux groupes d'enseignantes. Sur le plan subjectif, aux questionnaires d'auto-évaluation, l'ensemble des participantes se plaint de fatigue vocale, d'un effort vocal plus important, d'inconfort laryngé et d'une dégradation de leur qualité vocale au cours de la charge vocale. Aux mesures acoustiques, les principaux résultats montrent une augmentation de la fréquence fondamentale durant la charge vocale dans les deux groupes d'enseignantes, ainsi qu'une diminution du shimmer. Aux mesures aérodynamiques, le temps maximum phonatoire décroît après 30

minutes, tandis que le niveau de pression sonore et la pression sous-glottique estimée augmentent au cours de la première heure de charge. Ensuite, la pression sous-glottique estimée décroît. Ceci est un signe possible d'une adaptation du système phonatoire à la charge vocale. Lorsque les auteurs comparent les deux groupes d'enseignantes, les sujets dysphoniques manifestent plus de plaintes que les normophoniques, aussi bien avant qu'après la charge vocale. Par contre et étonnamment, les auteurs rapportent peu de différences aux mesures objectives entre les deux groupes : les enseignantes normophoniques présentent une pression sous-glottique moins élevée, une meilleure capacité à atteindre les fréquences aiguës au phonétogramme, ainsi qu'une plus grande étendue fréquentielle que les enseignantes dysphoniques, aussi bien avant qu'après la charge vocale.

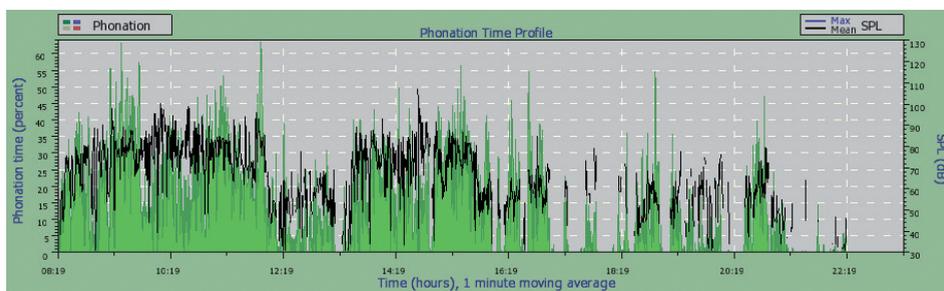
◆ Quantification de la charge vocale

Lorsque nous évaluons la voix d'un patient, nous relevons des paramètres objectifs et subjectifs. Nous entendons par objectifs une série de mesures telles que les mesures acoustiques et aérodynamiques issues de programmes d'analyse vocale spécifiques. Les mesures subjectives, quant à elles, recensent les avis des cliniciens et des patients via des questionnaires d'évaluation perceptive de la voix ou encore des questionnaires de qualité de vie. Ces relevés sont réalisés à un moment donné du temps et nous savons combien la voix est variable, fonction du moment de la journée, de nos activités, de nos émotions ou encore de notre forme physique quotidienne. Les indices que nous mesurons sont en somme des relevés « fugaces ». Ces mêmes mesures analysées une heure, un jour ou une semaine plus tard peuvent montrer des résultats parfois bien différents. Aussi, pouvoir observer la voix au fil d'une journée, d'une semaine et quantifier à plusieurs moments du temps son état devient pour le clinicien une source d'informations appréciable pour l'élaboration d'un plan thérapeutique efficace.

Dans cet objectif, différents laboratoires de recherche ont mis au point des dispositifs ambulatoires permettant d'enregistrer l'évolution des paramètres vocaux au cours d'une période prolongée. La diffusion de ces outils a vu le jour en 2006, grâce à la commercialisation de « l' Ambulatory Phonation Monitor » Model 3200 de Kay Elemetrics (Montvale, NJ, US), suivie par l'arrivée sur le marché du système « VoxLog » de Sonvox (Suède) en 2009. D'autres dosimètres sont propres à des laboratoires de recherche et ne font pas l'objet d'une commercialisation, c'est le cas du « NCVS Voice Dosimeter » mis au point par le National Center for Voice and Speech (US).

Ces dispositifs de dosimétrie ou d'accumulation vocale sont des systèmes permettant d'objectiver le comportement vocal en situation écologique. Il s'agit d'appareils portables qui mesurent la durée de phonation, l'intensité vocale et la fréquence fondamentale moyenne. Concernant l'Ambulatory Phonation Monitor, ces différentes données sont extraites plusieurs fois par seconde à l'aide d'un accéléromètre fixé sur le larynx, et relié à un microprocesseur stockant les données recueillies tout au long de la journée. Les données sont ensuite téléchargées sur un ordinateur et analysées à l'aide d'un logiciel prévu à cet effet. Certains dosimètres, comme le « VoxLog », possèdent un microphone mesurant l'intensité du bruit ambiant. Dans des conditions naturelles d'utilisation vocale, la dosimétrie est très utile pour la quantification de la charge vocale. Plusieurs études ont tenté d'objectiver les exigences vocales propres à différents groupes de professionnels de la voix, en termes de durée, d'intensité et de fréquence phonatoire (Carroll et al., 2006 ; Morrow & Connor, 2011). Grâce à ce type d'étude, nous comprenons mieux l'impact de la charge vocale en tant que facteur de risque dans l'apparition des pathologies vocales chez ces professionnels. Jusqu'à présent, aucune norme n'établit la dose de vibration à ne pas dépasser pour éviter l'abus vocal, d'autant plus que la résistance à la charge vocale est propre à chaque individu.

Le schéma 2 ci-dessous provient de l'Ambulatory Phonation Monitor. Il illustre le profil d'utilisation vocale d'une enseignante maternelle sur une journée comprise entre 8h19 et 22h19. L'axe horizontal représente le temps. L'axe vertical de gauche représente la quantité de phonation par unité de temps, c'est-à-dire le pourcentage de phonation. L'axe vertical de droite représente l'intensité vocale. Sur le graphique, les vocalisations de l'enseignante sont représentées en vert, tandis que la courbe noire indique le niveau d'intensité vocale. Nous observons que l'enseignante parle plus et à intensité plus élevée lorsqu'elle est au travail (de 8h29 à 15h30) qu'après le travail (entre 15h30 et 22h19).



Légende : Profil d'utilisation vocale chez une enseignante maternelle.

Le tableau ci-dessous détaille les valeurs moyennes des différents paramètres accumulés par l' Ambulatory Phonation Monitor au cours de la journée complète.

Durée de l'enregistrement	14:00:13
Temps de phonation	01:51:28 (13.27%)
F0 (mode)	248 Hz
F0 (moyenne)	305.81 Hz
Niveau de pression sonore (moyenne)	71.76 dB
Nombre de cycles vibratoires accomplis (dose de cycles)	2 033 965
Distance parcourue par les plis vocaux (dose de distance)	5 084 mètres

Même si l'usage d'accumulateurs vocaux en pratique clinique s'avère intéressant pour affiner la rééducation du patient, ils restent l'apanage des laboratoires tant ils sont coûteux. Les solutions pour quantifier l'usage vocal journalier restent artisanales. Il s'agit de la mise au point de questionnaires que le patient remplit régulièrement et qui évaluent son usage vocal en fonction de sa tâche, de son environnement, de son état physique et émotionnel et d'événements particuliers qui arrivent inopinément et qui vont également influencer sur sa voix. Ces questionnaires sont évidemment contraignants et chronophages. Leur usage peut également influencer sur la spontanéité vocale et ne pas représenter totalement la réalité vocale. De plus, certains auteurs (Ohlsson, Brink, & Lofqvist, 1989 ; Watanabe, Shin, Oda, Fukaura, & Komiyama, 1987) ont comparé les questionnaires de quantification vocale et les mesures récoltées via des accumulateurs vocaux. Ils notent que tantôt les sujets surestiment leur quantité de voix tantôt la sous estiment. Autrement dit, aucune corrélation n'est mise en évidence entre les résultats aux dosimètres et les résultats aux questionnaires. Une autre option serait d'évaluer le comportement vocal des patients sur leur lieu de travail. Par exemple, l'orthophoniste peut se rendre dans la classe de sa patiente enseignante et ainsi l'observer, l'enregistrer, la filmer. Encore une fois, ce type d'analyse est terriblement coûteux en temps (déplacement, observation sur place, décryptage des données et analyses). En Belgique, la sécurité sociale ne prévoit aucun remboursement pour ce type de travail. Néanmoins, lorsque le patient accepte, la mise en commun des observations réalisées avec celui-ci s'avère généralement fructueuse. Elle permet la mise en place de stratégies d'adaptation visant à faire face à ses exigences vocales.

◆ Impact sur la thérapie vocale

Nous présentons ici quelques principes généraux pouvant guider le programme thérapeutique chez les professionnels de la voix, et en particulier les enseignants. Comme pour tout autre patient, la rééducation vocale s'effectuera

suite à la prescription d'un oto-rhino-laryngologue spécialisé en voix ou encore d'un phoniatre. Ce dernier explicitera son diagnostic. Sur base d'un bilan vocal complet reprenant des mesures subjectives et objectives réalisées par l'orthophoniste, une discussion quant au plan thérapeutique aura lieu entre les partenaires du traitement.

Le plan thérapeutique, fonction de la pathologie et de l'évaluation vocale, visera à optimaliser le potentiel vocal de l'enseignant. La plupart des locuteurs professionnels pensent qu'ils sont compétents dans leur usage vocal. L'orthophoniste sera sensible à cet aspect afin de ne pas stigmatiser l'enseignant dans sa technique vocale parfois erronée. La plupart d'entre eux n'ont pas reçu de formation vocale spécifique à leur profession durant leurs études. De notre point de vue, il s'agit là d'une lacune des programmes de l'enseignement supérieur. L'orthophoniste se souviendra aussi que la voix est produite par un être humain (Heuer et al., 2005). Il tiendra donc compte de ses facteurs personnels, de son stress, de son milieu de travail, de ses relations sociales, de ses activités professionnelles et non professionnelles, de la gestion de ses émotions, autant de marqueurs susceptibles d'intervenir dans la production vocale de l'individu. La thérapie vocale se centre sur les trois grands aspects de la voix à savoir : la respiration, la phonation, la résonance. Différentes approches thérapeutiques, décrites dans divers ouvrages (Amy de la Bretèque, 1997 ; Estienne & Morsomme, 2008 ; Heuer et al., 2005 ; Le Huche & Allali, 2010 ; Piron, 2007 ; Sarfati, 2007), constituent les outils thérapeutiques des orthophonistes. Toutes proposent différentes étapes dans l'acquisition du geste vocal requis. Les thérapeutes sensibilisent les patients au respect d'une bonne hygiène vocale. Ils accompagnent le patient dans le soutien et le contrôle de la respiration pour obtenir un ajustement adéquat de la pression sous-glottique. Ils peuvent déconditionner un geste erroné pour en reprogrammer un autre plus judicieux. Ils travaillent la coordination pneumo-phonique et l'accord phono-résonantiel. En production, ils veillent à ce que le patient produise des attaques souples. La somme des exercices proposés est généralement sous-tendue par la prise de conscience des gestes vocaux inadéquats et requis. Ils éveillent les patients à la proprioception. Le patient reprend alors progressivement le contrôle de son geste vocal.

En cas de surcharge vocale

Dans la prise en charge plus spécifique des enseignants, les orthophonistes doivent être particulièrement attentifs à la quantité de voix utilisée. Leur rôle est d'aider le patient à repérer les situations de surcharge vocale. Et étonnamment, ce n'est pas toujours lorsque l'enseignant professe qu'il sollicite le

plus sa voix. Les garderies, les excursions, les surveillances des récréations et des repas scolaires sont autant de situations vocalement fatigantes. L'identification des périodes de surcharge conduira à mettre en place des stratégies pour diminuer les efforts vocaux.

Une manière de réduire la charge vocale de l'enseignant est l'utilisation d'un système d'amplification, soit sous la forme d'un micro casque ou encore d'un micro cravate. Le micro casque a pour avantage de réduire l'amplification des bruits parasites, de par sa position plus proche de la bouche que le micro cravate. Cependant, les enseignants gênés par l'aspect inesthétique du micro casque préféreront le micro cravate, plus discret. Ces systèmes d'amplification réduisent drastiquement les efforts vocaux de l'enseignant.

Plusieurs auteurs ont démontré l'utilité de l'amplification vocale (Gaskill, O'Brien, & Tinter, 2012 ; Jonsdottir, 2002 ; Jonsdottir, Rantala, Laukkanen, & Vilkmán, 2001 ; McCormick & Roy, 2002 ; Morrow & Connor, 2011). Dans le cadre d'une simulation de cours, McCormick et Roy (2002) ont observé que l'utilisation d'un système d'amplification réduit l'intensité vocale mesurée à la bouche, tandis qu'il augmente le niveau d'intensité vocale mesuré au fond de la classe. Morrow et Connor (2011) ont accumulé les productions vocales de 7 professeurs de musique avec « l'Ambulatory Phonation Monitor » pendant une semaine de travail sans amplification vocale et pendant une semaine avec amplification. Les résultats ont montré que l'amplification vocale réduit significativement l'intensité, la fréquence vocale et la durée de phonation. Toujours à l'aide de « l'Ambulatory Phonation Monitor », Gaskill et collaborateurs (2012) ont accumulé l'utilisation vocale de deux enseignantes du primaire (une avec plaintes vocales et l'autre sans) pendant 3 semaines de travail : une première semaine sans amplification vocale, une deuxième semaine avec amplification, et une troisième semaine sans amplification. L'amplification a permis de réduire l'intensité vocale chez les deux enseignantes, ainsi que la distance parcourue par les cordes vocales de l'enseignante avec plaintes vocales. Via l'utilisation d'un enregistreur DAT et d'un microphone, Jonsdottir et collaborateurs (2001) ont enregistré les productions vocales de 5 enseignants durant la première et la dernière leçon d'une journée de travail sans amplification. Une semaine plus tard, les mêmes leçons ont été enregistrées alors que la voix des enseignants était amplifiée. Les résultats ont montré des valeurs de fréquence et d'intensité vocale moins élevées en situation d'amplification vocale. Enfin, Jonsdottir (2002) a récolté l'avis de 33 enseignants et de 791 élèves sur un système d'amplification vocale sans fil utilisé en classe par les enseignants. Les résultats ont montré que 97% des enseignants ont une production vocale facilitée et que 82% d'entre eux rapportent une meilleure endurance vocale grâce à l'amplification.

Enfin, 84% des étudiants rapportent une meilleure qualité d'écoute, et 63% estiment que leur concentration était améliorée en situation d'amplification vocale.

Ces études encouragent l'utilisation des systèmes d'amplification vocale dans le but de réduire la charge vocale, soit comme mesure de prévention chez les individus ayant une utilisation vocale intensive, soit de manière ponctuelle en cas de circonstances particulières (infections de la sphère ORL, fatigue générale ou vocale). L'amplification peut également être employée pendant une période prolongée comme outil thérapeutique chez des individus souffrant de pathologies vocales, pour éviter de fatiguer la voix et d'engendrer un forçage. Lorsque l'amplification peut s'avérer utile, l'orthophoniste doit encourager son patient à tenter l'expérience, ne fut-ce qu'une semaine. En effet, les enseignants sont parfois réticents au port du micro. Ils invoquent la distance que cela peut créer entre l'élève et le professeur, ou encore le fait d'être bridé dans leurs mouvements, et ce particulièrement pour les enseignants du maternel qui prennent des enfants dans leurs bras tout en continuant à raconter une histoire ou à animer un atelier. Certains craignent de voir amplifier leur raucité vocale. Notre expérience clinique nous montre le contraire. Lorsque l'enseignant accepte de jouer le jeu, généralement il adopte le système d'amplification et parle alors de confort vocal et de plaisir de pouvoir enseigner toute la journée voire toute la semaine en conservant sa qualité vocale. Le port du micro se suffit parfois à lui seul, notamment lorsque c'est la surcharge vocale qui a mis l'enseignant en difficulté et non un geste erroné. Si malgré l'amplification et un geste vocal requis, l'enseignant éprouve toujours des difficultés, il est possible que celui-ci n'ait pas les ressources physiologiques nécessaires pour répondre aux exigences vocales de sa profession. La constitution de ses plis vocaux exigerait qu'il respecte un temps de récupération plus long que ce qu'il lui est permis de faire dans sa charge d'enseignement. Le micro peut également lui venir en aide.

En cas de malmenage vocal

Le surmenage vocal peut conduire au malmenage vocal. En cherchant à résoudre consciemment ou inconsciemment ses difficultés vocales, l'enseignant peut progressivement modifier son geste vocal. Il peut alors adopter des stratégies efficaces parfois à court terme, mais potentiellement nocives sur le long terme. Par exemple, il peut modifier sa posture, projeter son larynx vers l'avant, étirer son cou pour passer en voix de tête, ou serrer les muscles péri-laryngés pour compenser un délai dans la mise en vibration cordale, ou encore perdre sa coordination pneumophonique. Il utilise ces nouvelles stratégies toujours un peu plus et un peu plus longtemps, il entre alors dans le cercle vicieux du forçage vocal décrit par Le Huche (2010). Plus sa voix est dysphonique, plus il pousse

sur sa voix pour obtenir un son, et plus sa voix s'enroue. L'orthophonie s'avère alors indispensable pour déconditionner les gestes inadéquats.

Le repos vocal

Nous discutons ici de l'intérêt de proposer à l'enseignant un repos vocal. En effet, en cas de surcharge vocale, le sujet peut se trouver en situation de détresse vocale. Une vidéo-laryngo-stroboscopie pourra montrer un plan glottique enflammé voire oedématié. La sonorisation s'avérera périlleuse. Dans ce cas, poursuivre l'exercice de sa profession est difficile. Il en va de même pour la poursuite des séances d'orthophonie qui ne ferait qu'ajouter une charge vocale supplémentaire à un locuteur déjà aux prises avec une quantité de voix trop élevée. Aussi, la question du repos vocal s'impose. Cependant, celui-ci s'avère-t-il efficace et salvateur ? La littérature sur le sujet est pauvre et controversée. De plus, elle concerne principalement le repos vocal post-chirurgical. Si les chirurgiens ORL ne peuvent s'appuyer sur une réponse claire et précise concernant le type et la durée de repos vocal à prescrire à leurs patients, ils observent généralement un principe de précaution en demandant de respecter un repos vocal strict variant de 8 à 15 jours maximum après une chirurgie des plis vocaux. Tous évitent également de prodiguer un repos vocal trop long. Celui-ci pourrait être néfaste et conduire à une atrophie cordale ou encore cristalliser le comportement du patient silencieux dans un geste de retenue et compliquer grandement la reprise de la sonorisation. Ceci étant dit, la recherche n'a pas encore démontré le rôle d'un repos vocal prolongé dans la récupération fonctionnelle de la vibration cordale. Comme le soulignent Ishikawa & Thibeault (2010), des études prospectives, randomisées et en double aveugle doivent être menées pour apporter plus d'informations sur les résultats fonctionnels qu'apporteraient ou non un repos vocal.

Etant donné que nous manquons de données scientifiques sur l'intérêt ou non du repos vocal dans la récupération tissulaire post charge, nous basons nos décisions thérapeutiques sur notre expérience clinique. Il est assez courant d'observer que la qualité vocale des enseignants s'améliore après le week-end ou encore après une période de vacances scolaires. Lorsque nous les interrogeons, ceux chez qui ce temps hors travail est salvateur rapportent qu'ils observent des périodes de silence lorsqu'ils vaquent à leurs occupations domestiques ou autres, et que par la même occasion « ils récupèrent ». Suivant cette logique basée sur le bon sens, il nous arrive donc de conseiller le repos vocal. La durée de ce dernier est variable en fonction du sujet lui-même et de son aptitude à respecter la consigne. Lorsque nous revoyons le sujet, nous pourrions apprécier l'éventuel changement de qualité en comparant des extraits préalablement enre-

gistrés avant le repos. Nous pensons que c'est à ce moment précis qu'il est utile de mesurer en combien de temps le patient récupère une qualité vocale satisfaisante après un effort. En somme, les compteurs sont remis à zéro grâce au repos vocal et nous pourrions mieux apprécier l'évolution de la voix après, par exemple, une matinée de cours. Si le patient observe une dégradation de sa qualité vocale, nous lui demandons de repérer après combien de temps sa qualité vocale initiale sera selon lui retrouvée. Nous suggérons de vérifier celle-ci toutes les 30 minutes. Apprendre au patient à identifier en combien de temps il récupère est tout aussi important que de lui apprendre à détecter les signaux d'alerte d'une perte de sa qualité vocale. Il reprendra ainsi le contrôle de sa voix et activera dans son quotidien les conseils et stratégies prodigués durant les séances d'orthophonie.

◆ Pour conclure

La charge vocale est un concept encore peu pris en compte dans l'évaluation et le traitement des patients dysphoniques. Or, nous pensons que la notion de surmenage est tout aussi importante que la notion de malmenage vocal. En thérapie vocale, beaucoup d'exercices sont dédiés au malmenage. Pourtant, dans certains cas, le patient a beau adopter le geste vocal requis, il n'en reste pas moins qu'il ne progresse pas ou pas suffisamment. Dans ce cas, nous pouvons supposer que le patient a dépassé son quota d'utilisation vocale et qu'il ne peut plus y faire face. En situation de surmenage, le risque de développer une pathologie cordale augmente. Dans ce cas, des stratégies visant à réduire la charge vocale peuvent être proposées, telles que le port d'un système d'amplification ou encore l'inclusion de périodes de repos vocal adaptées en fonction de chaque individu.

REFERENCES

- AMY de la BRETÈQUE, B. (1997). *L'équilibre et le rayonnement de la voix*. Marseille, France : Solal.
- CARROLL, T., NIX, J., HUNTER, E. J., EMERICH, K., TITZE, I. R., & ABAZA, M. (2006). Objective measurement of vocal fatigue in classical singers : A vocal dosimetry pilot study. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, 135(4), 595-602.
- Coalition préoccupée par les salles de classe. (2009). Absence de normes d'acoustique dans les salles de classe à travers le Canada. Retrieved from <http://www.caslpa.ca/PDF/noise%20in%20classroom/french/frbackgrounder.pdf>
- De BODT, M. S., WUYTS, F. L., Van de HEYNING, P. H., LAMBRECHTS, L., & Vanden ABEELE, D. (1998). Predicting vocal outcome by means of a vocal endurance test : A 5-year follow-up study in female teachers. *Laryngoscope*, 108(9), 1363-1367.

- DEJONCKERE, P. H. (2001). Gender differences in the prevalence of occupational voice disorders. In P. H. Dejonckere (Ed.), *Occupational voice : Care and cure* (pp. 11-20). The Hague, The Netherlands : Kugler.
- DOELLINGER, M., LOHSCHELLER, J., MCWHORTER, A., & KUNDUK, M. (2009). Variability of normal vocal fold dynamics for different vocal loading in one healthy subject investigated by phonovibrograms. *Journal of Voice*, 23(2), 175-181.
- EPSTEIN, R., REMACLE, A., & MORSOMME, D. (2011). From reactive intervention to proactive prevention : The evolution of occupational dysphonia. *Perspectives on Voice and Voice Disorders*, 21(2), 48-55. Doi : 10.1044/vvd21.2.48.
- ESTIENNE, F., & MORSOMME, D. (2008). *372 exercices pour articuler, gérer son bégaiement et sa voix*. Marseille, France : Solal.
- GASKILL, C. S., O'BRIEN, S. G., & TINTER, S. R. (2012). The effect of voice amplification on occupational vocal dose in elementary school teachers. *Journal of Voice*, 26(5), 667.e619-667.e627. doi : 10.1016/j.jvoice.2011.10.010.
- GRAMMING, P., SUNDBERG, J., TERNSTRÖM, S., LEANDERSON, R., & PERKINS, W. (1988). Relationship between changes in voice pitch and loudness. *Journal of Voice*, 2(2), 118-126.
- GRAY, S. D., & THIBEAULT, S. L. (2002). Diversity in voice characteristics—interaction between genes and environment, use of microarray analysis. *Journal of Communication Disorders*, 35(4), 347-354. Doi : [http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9924\(02\)00089-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0021-9924(02)00089-8).
- HEUER, R. J., RULNICK, R. K., HORMAN, M., PEREZ, K. S., EMERICH, K. A., & SATALOFF, R. T. (2005). Voice therapy. In R. T. Sataloff (Ed.), *Professional voice : The science and art of clinical care* (3e ed., Vol. 2, pp. 961-985). San Diego, CA : Plural Publishing.
- HUNTER, E. J., TANNER, K., & SMITH, M. E. (2011). Gender differences affecting vocal health of women in vocally demanding careers. *Logopedics, Phoniatrics, Vocology*, 36(3), 128-136.
- INSERM. (2006). *La voix : Ses troubles chez les enseignants*. Paris, France : Inserm.
- ISHIKAWA, K., & THIBEAULT, S. (2010). Voice rest versus exercise : A review of the literature. *Journal of Voice*, 24(4), 379-387. Doi : 10.1016/j.jvoice.2008.10.011.
- JONSDOTTIR, V. (2002). Cordless amplifying system in classrooms: A descriptive study of teachers' and students' opinions. *Logopedics, Phoniatrics, Vocology*, 27(1), 29-36.
- JONSDOTTIR, V., LAUKKANEN, A.-M., & VILKMAN, E. (2002). Changes in teachers' speech during a working day with and without electric sound amplification. *Folia Phoniatrica et Logopedica*, 54(6), 282-287.
- JONSDOTTIR, V., RANTALA, L., LAUKKANEN, A. M., & VILKMAN, E. (2001). Effects of sound amplification on teachers' speech while teaching. *Logopedics, Phoniatrics, Vocology*, 26(3), 118-123.
- LAUKKANEN, A.-M., ILOMAKI, I., LEPPANEN, K., & VILKMAN, E. (2008). Acoustic measures and self-reports of vocal fatigue by female teachers. *Journal of Voice*, 22(3), 283-289.
- LAUKKANEN, A.-M., JARVINEN, K., ARTKOSKI, M., WAARAMAA-MAKI-KULMALA, T., KANKARE, E., SIPPOLA, S., SALO, A. (2004). Changes in voice and subjective sensations during a 45-min vocal loading test in female subjects with vocal training. *Folia Phoniatrica et Logopedica*, 56(6), 335-346.
- Le HUCHE, F., & ALLALI, A. (2010). *La voix : Anatomie et physiologie des organes de la voix et de la parole* (4e ed. Vol. 1). Issy-les-Moulineaux, France : Elsevier Masson.
- LOHSCHELLER, J., DOELLINGER, M., MCWHORTER, A. J., & KUNDUK, M. (2008). Preliminary study on the quantitative analysis of vocal loading effects on vocal fold dynamics using phonovibrograms. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, 117(7), 484-493.
- MANN, E. A., McCLEAN, M. D., GUREVICH-UVENA, J., BARKMEIER, J., McKENZIE-GARNER, P., PAFFRATH, J., & PATOW, C. (1999). The effects of excessive vocalization on acoustic and videostroboscopic measures of vocal fold condition. *Journal of Voice*, 13(2), 294-302.
- MCCORMICK, C. A., & ROY, N. (2002). The ChatterVox portable voice amplifier : A means to vibration dose reduction ? *Journal of Voice*, 16(4), 502-508.
- MORROW, S. L., & CONNOR, N. P. (2011). Voice amplification as a means of reducing vocal load for elementary music teachers. *Journal of voice*, 25(4), 441-446.

- OHLSSON, A. C., BRINK, O., & LOFQVIST, A. (1989). A voice accumulation : Validation and application. *Journal of Speech and Hearing Research*, 32(2), 451-457.
- PIRON, A. (2007). *Techniques ostéopathiques appliquées à la phoniatrie*. Lyon, France : Symétrie.
- RANTALA, L., VILKMAN, E., & BLOIGU, R. (2002). Voice changes during work : Subjective complaints and objective measurements for female primary and secondary schoolteachers. *Journal of Voice*, 16(3), 344-355.
- REMACLE, A. (2013). *La charge vocale : De sa quantification à l'étude de son impact sur la fonction phonatoire et sur la qualité vocale*. (Thèse de Doctorat en sciences psychologiques non publiée), Université de Liège, Liège, Belgique.
- REMACLE, A., FINCK, C., ROCHE, A., & MORSOMME, D. (2012). Vocal impact of a prolonged reading task at two intensity levels : Objective measurements and subjective self-ratings. *Journal of Voice*, 26(4), 177-186. Doi : 10.1016/j.jvoice.2011.07.016.
- REMACLE, A., MORSOMME, D., BERRUÉ, E., & FINCK, C. (2012). Vocal impact of a prolonged reading task in dysphonic versus normophonic female teachers. *Journal of voice*, 26(6), 820. Doi : 10.1016/j.jvoice.2012.06.002
- ROY, N., MERRILL, R. M., GRAY, S. D., & SMITH, E. M. (2005). Voice disorders in the general population: Prevalence, risk factors, and occupational impact. *Laryngoscope*, 115(11), 1988-1995.
- SARFATI, J. (2007). *Soigner la voix*. Marseille, France : Solal.
- SVEC, J. G., POPOLO, P. S., & TITZE, I. R. (2003). Measurement of vocal doses in speech : Experimental procedure and signal processing. *Logopedics, Phoniatrics, Vocology*, 28(4), 181-192.
- TITZE, I. R. (1994). Mechanical stress in phonation. *Journal of Voice*, 8(2), 99-105.
- TITZE, I. R. (1999). Toward occupational safety criteria for vocalization. *Logopedics, Phoniatrics, Vocology*, 24(2), 49-54.
- TITZE, I. R. (2000). *Principles of Voice Production* (2nd ed.). Iowa City, IA : National Center for Voice and Speech.
- TITZE, I. R., SVEC, J. G., & POPOLO, P. S. (2003). Vocal dose measures : Quantifying accumulated vibration exposure in vocal fold tissues. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 46(4), 919-932.
- VILKMAN, E. (1996). Occupational risk factors and voice disorders. *Log Phon Vocol*, 21, 137-141.
- WATANABE, H., SHIN, T., ODA, M., FUKAURA, J., & KOMIYAMA, S. (1987). Measurement of total actual speaking time in a patient with spastic dysphonia. *Folia Phoniatica et Logopedica*, 39(2), 65-70.
- YIU, E. M., & CHAN, R. M. (2003). Effect of hydration and vocal rest on the vocal fatigue in amateur karaoke singers. *Journal of Voice*, 17(2), 216-227.