

# Qualidade vocal após cordectomia transoral com laser CO<sub>2</sub>

## Artigo Original

### Autores

**Luís Rio Rodrigues**

Hospital Beatriz Ângelo, Portugal

**Alberto Santos**

Hospital Beatriz Ângelo, Portugal

**Sandra Hespanhol**

Hospital Beatriz Ângelo, Portugal

**Constança Oom**

Hospital Beatriz Ângelo, Portugal

**Filipa Rua Morgado**

Hospital Beatriz Ângelo, Portugal

**António Trigueiros Cunha**

Hospital Beatriz Ângelo, Portugal

**Carlos Macor**

Hospital Beatriz Ângelo, Portugal

### Resumo

**Objetivos:** O presente estudo pretende avaliar a qualidade vocal em doentes submetidos a microcirurgia da laringe transoral com laser CO<sub>2</sub> (MTL), de acordo o tipo de cordectomia.

**Desenho de estudo:** Observacional transversal. **Material e Métodos:** Doentes submetidos a MTL por carcinoma pavimentoso celular (CPC) glótico, divididos em dois grupos: grupo A (cordectomia tipo III) e grupo B (tipos IV-V). Foram avaliados os seguintes parâmetros: frequência fundamental (FO), *jitter*, *shimmer*, tempo máximo fonatório (TMF), escala GRBAS e *Voice Handicap Index-10* (VHI-10).

**Resultados:** Foram recrutados 16 doentes, 8 no grupo A e 8 no grupo B. Doentes do grupo B apresentaram um VHI-10 maior em relação aos doentes do grupo A. Os valores de G (grau), R (aspereza) e S (tensão) e ainda os parâmetros acústicos foram tendencialmente piores no grupo B.

**Conclusão:** O tipo de MTL influencia, a longo prazo, a qualidade vocal, com um grande impacto na qualidade de vida.

**Palavras-chave:** microcirurgia da laringe; cordectomia; avaliação vocal.

### Introdução

Os tumores malignos do andar glótico são dos mais comuns da cabeça e pescoço, sendo o mais frequente o carcinoma pavimentoso celular (CPC)<sup>1</sup>. As neoplasias glóticas de estadios precoces (NGEP) podem ser detetadas devido à manifestação precoce dos sintomas e têm um bom fator de prognóstico oncológico<sup>2</sup>. O tratamento destas neoplasias pode passar pela microcirurgia transoral com laser CO<sub>2</sub> (MTL) ou radioterapia local (RT)<sup>3</sup>. A Sociedade Europeia de Laringologia (SEL) classifica a MTL em 6 tipos de cordectomias: Tipo I subepitelial; Tipo II subligamentar; Tipo III transmucular; Tipo IV total; Tipo V estendida e Tipo VI comissuroectomia anterior<sup>4,5</sup>. A MTL é uma modalidade de tratamento com grande eficácia e segurança

**Correspondência:**

Luís Rio Rodrigues  
luisriorodrigues@gmail.com

Artigo recebido a 13 de Julho de 2022.

Aceite para publicação a 13 de Agosto de 2023.

para doentes com NGEP e com taxas de sobrevivência semelhantes à RT<sup>1-3,6-9</sup>.

Os tratamentos diferem principalmente nos efeitos secundários e resultados funcionais. Geralmente a MTL é a modalidade escolhida, por apresentar um menor custo e menos efeitos adversos pós-tratamento.

A voz para além de estar comprometida pela doença, também é muitas vezes alterada pelo tratamento, com implicações importantes na comunicação, interação social e na própria qualidade de vida do doente. Tendo em consideração o bom prognóstico, a qualidade da voz é um dos pontos fundamentais na decisão e aconselhamento dos doentes para o tratamento. Na literatura existem três métodos principais para avaliar os resultados relacionados com a voz: análise acústica, avaliação perceptual e escalas autoperceptivas<sup>10</sup>. Os estudos sobre resultados do tratamento na qualidade da voz apresentam muitas vezes tempos de seguimentos curtos, ou baseiam-se em dados observacionais transversais com poucos doentes. São necessários mais estudos sobre este tema, de forma a melhorar o aconselhamento sobre as várias modalidades de tratamento ao doente com NGEP. Este estudo tem como objetivo avaliar a qualidade vocal, a longo prazo, de doentes da nossa instituição, de acordo o tipo de cordectomia.

## Material e Métodos

Foi realizado um estudo observacional transversal com avaliação dos doentes que foram submetidos a MTL devido a CPC glótico nos estadios Tis, T1 ou T2, de fevereiro de 2012 a fevereiro de 2022. Todos os doentes foram avaliados em consulta da otorrinolaringologia, realizada em conjunto com terapeuta da fala. Os doentes foram divididos, de acordo com o tipo de procedimento realizado em: grupo A (cordectomia tipo III) e grupo B (cordectomia tipo IV-V). Os parâmetros acústicos e aerodinâmicos foram avaliados, nomeadamente a frequência fundamental (F0), *jitter*, *shimmer* e tempo máximo fonatório (TMF). A análise computacional foi feita com base na fonação

isolada de três vogais sustentadas, /a/, /u/ e /i/. Foram ainda recolhidos os dados perceptuais, de acordo a escala GRBAS (*grade, roughness, breathiness, asthenia, strain*), em que cada um destes valores tem uma pontuação de 0 a 3 (0=normal e 3=alteração grave)<sup>11</sup>. A análise vocal foi realizada sempre pela mesma equipa de otorrinolaringologista e terapeuta da fala. As cordectomias, contudo, foram realizadas por cirurgiões diferentes. Foi determinado como tempo mínimo de seguimento 12 meses após cordectomia. Foi realizada uma avaliação subjetiva da voz através do autopreenchimento do questionário *Voice Handicap Index-10* ou Índice de desvantagem vocal (VHI-10). O VHI-10, validado para a língua portuguesa, é uma ferramenta que quantifica as consequências de uma perturbação vocal, como percecionadas pelo falante<sup>12</sup>. Este questionário usa uma escala Likert com 5 valores (0 = nunca; 5 = sempre). O valor obtido pode ir de 0 a 50 e quanto maior o valor, maior é o impacto negativo subjetivo da qualidade vocal. Os dados referentes aos doentes e ao tumor foram obtidos retrospectivamente através dos registos clínicos. As variáveis estudadas foram a idade, sexo, tratamento realizado e hábitos tabágicos em unidades maço-ano (UMA). Foram excluídos doentes submetidos a radioterapia adjuvante ou outras cirurgias como laringectomia, por recidiva. O programa Excel, com a extensão XLSTAT, foi utilizado para realizar a análise estatística através do teste U de Mann-Whitney para comparar os resultados entre os dois grupos. O nível de significância foi 0,05.

## Resultados

Foram recrutados 16 doentes, com uma idade média de 71 anos, a maioria do sexo masculino (93,75%, n=15). De acordo o tipo de cordectomia, estes doentes foram divididos em dois grupos: grupo A (cordectomia tipo III) com 8 doentes; grupo B (cordectomia tipo IV-V) com 8 doentes. Os doentes foram observados em média 61,8 meses após a cirurgia (DP 28,42). No nosso estudo, o grupo A teve principalmente doentes com CPC glótico

**Tabela 1**  
Dados demográficos

Doentes incluídos	n=16
Sexo Masculino	n=15 (93,75%)
Sexo Feminino	n=1 (6,26%)
Idade média	71 anos (± 8,9)
Tempo desde cirurgia	61,8 meses (±28,42)
Estadio Tumoral	
Carcinoma in situ (Tis)	n=2
T1	n=11
T2	n=3

em estadio T1 (n=7), com apenas 1 doente com carcinoma *in situ* (Cis). O grupo B apresentou 3 doentes com estadio T2, 4 doentes com T1 e um com Tis. A tabela 2 resume todos os resultados da avaliação vocal. Em relação à avaliação autoperceptiva da voz, o VHI-10 médio foi 7,13 (DP 5,83) no grupo A e 14,88 (DP 4,99) no grupo B (valor p=0,011). O tempo médio desde a cirurgia foi semelhante entre os dois grupos. O grupo A apresenta um valor médio de unidades maço-ano superior ao do grupo B (56,25), contudo todos os doentes cessaram o consumo de tabaco após a cirurgia.

**Tabela 2**  
Resultados da Avaliação Vocal

GRUPO	A (Cordectomia tipo III)	B (Cordectomia tipo IV-V)	Valor p
n=16	n=8	n=8	
Idade média	73,25	68,75	
UMA	56,25	38,63	
Tempo desde cirurgia (meses)	63,25	60,5	
Escala GRBAS			
G - grau	2,25	2,50	0,765
R - aspereza	2,25	2,38	1,000
B - soproidade	0,88	0,75	0,984
A - astenia	1,25	1,12	0,779
S - tensão	1,62	2,37	0,124
Parâmetros acústicos			
F0 /a/ (Hz)	200,25	230,13	0,645
F0 /u/ (Hz)	207,75	194,25	0,859
F0 /i/ (Hz)	237,50	215,25	0,700
TMF /a/ (s)	5,18	8,15	0,505
TMF /u/ (s)	5,76	8,43	0,505
TMF /i/ (s)	6,95	8,40	0,980
Jit /a/ (%)	1,19	1,89	0,592
Jit /u/ (%)	1,05	1,24	0,645
Jit /i/ (%)	1,13	1,74	0,555
Shi /a/ (%)	3,85	4,08	0,523
Shi /u/ (%)	2,80	2,26	0,505
Shi /i/ (%)	2,63	3,42	0,528
/s/ (s)	7,19	10,99	0,342
/z/ (s)	6,31	8,29	0,665
Avaliação autoperceptiva			
VHI-10	7,13	14,88	<b>0,011</b>

UMA – unidades maço-ano; F0 – frequência fundamental; TMF – tempo máximo fonatório; Jit – jitter; Shi – shimmer; VHI-10 – voice handicap index 10

Na escala GRBAS, a maior diferença registou-se no parâmetro “S” que representa a tensão na voz, contudo não houve diferença estatisticamente significativa ( $p=0,124$ ). Os resultados da avaliação acústica, que se encontram na tabela 2, também não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos. Na avaliação videolaringoestroboscópica, 4 doentes apresentavam *web* na comissura anterior. Dois doentes no grupo A e outros 2 no grupo B. De notar que os doentes que desenvolveram esta *web*, apresentavam um VHI médio de 12, semelhante à média de 11 de todos os doentes. Na escala GRBAS, estes doentes apresentaram um valor de “R” (aspereza) maior em relação à média de todos os doentes (2,75 vs 2,31).

## Discussão

Na microcirurgia da laringe, em casos de NGEF, tem de existir prioridade pela irradicação do tumor e o sucesso do tratamento é medido pelas taxas de controlo da doença e sobrevivência<sup>13,14</sup>. Contudo, é importante ter em conta o impacto da cirurgia na função das cordas vocais, que se pode traduzir em alterações significativas na qualidade de vida dos doentes.

A maioria dos trabalhos sobre a qualidade da voz em doentes com NGEF focam-se na comparação entre a cirurgia, nomeadamente a MTL, e a RT. Nesse aspeto, os resultados são díspares, com alguns estudos a mostrar melhores resultados vocais após cirurgia<sup>15,16</sup> e outros após RT<sup>17,18</sup>.

Numa revisão sistemática recente realizada por Colizza *et al.*, que abrangeu 24 estudos e um total de 1027 doentes, verificou-se que doentes que foram submetidos a cordectomias tipo I ou II têm melhor qualidade vocal em termos de parâmetros perceptuais, parâmetros acústicos e no VHI, comparando com as cordectomias tipo III, IV e V<sup>19</sup>. Estes resultados são expectáveis, uma vez que excisões que abrangem o ligamento vocal levam a fibrose, afetando a mobilidade da mucosa da corda vocal. De facto, cordectomias mais extensas (III-V) acabam por adicionar ainda maior

distúrbio orgânico, através da diminuição do volume da corda vocal, devido à excisão de partes do músculo tiro-aritnoideu. Apesar deste músculo não participar, por si, no mecanismo vibratório da produção de voz, este permite a aproximação das cordas vocais e encerramento da glote, facilitando o mecanismo aerodinâmico.

Na nossa amostra, os doentes foram submetidos pelo menos a cordectomias tipo III, uma vez que o principal objetivo da cirurgia foi o controlo eficaz da doença, com maiores margens. Assim, tal como noutros estudos<sup>20,21</sup>, foram separadas as cordectomias tipo III dos outros tipos mais agressivos, em que a corda vocal é excisada por completo (tipo IV) ou em que a excisão é alargada a outras estruturas como a corda vocal contralateral, ventrículo e a subglote (tipo V). No nosso estudo, verificou-se que as cordectomias tipo III foram aplicadas a tumores mais pequenos, estadio Tis e T1. As cordectomias tipo IV-V foram realizadas em tumores maiores, apresentando o grupo B três doentes com CPC estadio T2.

O principal achado significativo entre os dois grupos foi na alteração autoperceptiva da voz, em que o VHI-10 teve um valor estatístico significativamente maior no grupo B (14,88 vs 7,13,  $p=0,011$ ). Estes resultados revelam que uma ressecção completa ou alargada da corda vocal pode implicar, a longo prazo, um maior défice da qualidade vocal, uma vez que o VHI é uma das ferramentas que mais consistentemente avalia as mudanças da voz em termos de impacto na qualidade de vida<sup>20</sup>. Em relação aos outros parâmetros avaliados, não existiu diferença estatisticamente significativa. Olhando para avaliação perceptual da voz de acordo a escala GRBAS, os valores para o “G”, “R” e “S” foram maiores para o grupo B. O valor “S”, que avalia a tensão na voz, foi aquele que se aproximou mais da diferença estatística significativa ( $p=0,124$ ). Esta alteração é concordante com a disфонia de tensão muscular (DTM) secundária, com hipercompensação muscular devido à insuficiência glótica. Doentes com DTM têm geralmente maiores valores de alteração no

“G”, “R” e, principalmente, no “S”<sup>22,23</sup>. Apesar da DTM não ser uma entidade estritamente definida, é de esperar que procedimentos que removam maior volume de corda vocal provoquem maior compensação através de aumento de tensão nos músculos laríngeos e paralaríngeos<sup>24</sup>. Este deve ser um dos focos de intervenção no tratamento destes doentes por parte da terapia da fala e que pode ajudar a melhorar a qualidade vocal.

Na análise dos parâmetros acústicos, não se encontrou variações estatisticamente significativas. O menor tempo máximo fonatório (TMF) no grupo A pode ser explicado pelo facto destes doentes apresentarem hábitos tabágicos maiores. O tabagismo tem um papel principal na etiologia crónica obstrutiva e restritiva do pulmão e o TMF reflete não só a capacidade de encerramento da glote, mas também a própria função pulmonar<sup>25</sup>. Os parâmetros objetivos de análise vocal, como o *shimmer* e o *jitter*, apresentaram tendencialmente piores valores no grupo B (exceto o *shimmer* para a vogal /u/). Esta tendência é verificada nos vários estudos que comparam cordectomias e é explicada pelo maior comprometimento do processo vibratório, devido a uma ressecção maior<sup>13,20</sup>.

Este estudo apresenta algumas limitações, nomeadamente o facto de não comparar as alterações pré-operatórias às pós-operatórias. Também se verifica limitação no facto de agrupar vários tipos de cordectomia, realizadas por cirurgiões, em dois grupos apenas, uma vez que cirurgias diferentes vão ter implicações anatómicas diferentes. O tempo desde a cirurgia até à avaliação também não foi padronizado, apesar de todas as cordectomias terem sido realizadas há pelo menos 1 ano. Por fim, este estudo apresentou uma amostra inferior ao desejado, o que pode ter impedido de chegar a resultados estatisticamente significativos em algumas das comparações. Dada a relevância do impacto da cirurgia laríngea na qualidade da voz, e consequentemente, na qualidade de vida, são necessários mais estudos que avaliem o efeito de cada tipo de cordectomia,

de forma a poderem ser feitas melhores recomendações.

## Conclusão

O tipo de cordectomia, caracterizado pela extensão de ressecção da corda vocal, é determinante para a qualidade da voz a longo prazo. Doentes submetidos a cordectomia tipo III apresentaram uma melhor avaliação autoperceptiva da qualidade vocal, com implicações importantes na qualidade de vida, em relação a doentes que realizaram cordectomias tipo IV-V. Apesar da irradiação da doença ser o objetivo mais importante, a qualidade vocal não deve ser esquecida na decisão do tipo de cirurgia ou tratamento a realizar.

## Conflito de Interesses

Os autores declaram que não têm qualquer conflito de interesse relativo a este artigo.

## Confidencialidade dos dados

Os autores declaram que seguiram os protocolos do seu trabalho na publicação dos dados de pacientes.

## Proteção de pessoas e animais

Os autores declaram que os procedimentos seguidos estão de acordo com os regulamentos estabelecidos pelos diretores da Comissão para Investigação Clínica e Ética e de acordo com a Declaração de Helsínquia da Associação Médica Mundial.

## Política de privacidade, consentimento informado e Autorização do Comité de Ética

Os autores confirmam que o estudo foi aprovado pela comissão de ética da sua instituição e todos os doentes providenciaram consentimento informado incluindo no processo do doente.

## Financiamento

Este trabalho não recebeu qualquer contribuição, financiamento ou bolsa de estudos.

## Disponibilidade dos Dados científicos

Não existem conjuntos de dados disponíveis publicamente relacionados com este trabalho.

### Referências Bibliográficas

- Warner L, Chudasama J, Kelly CG, Loughran S, McKenzie K, Wight R. et al. Radiotherapy versus open surgery versus endolaryngeal surgery (with or without laser) for early laryngeal squamous cell cancer. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014 Dec 12;2014(12):CD002027. doi: 10.1002/14651858.CD002027.pub2.
- De Seta D, Campo F, D'Aguanno V, Ralli M, Greco A, Russo FY. et al. Transoral laser microsurgery for Tis, T1, and T2 glottic carcinoma: 5-year follow-up. *Lasers Med Sci*. 2021 Apr;36(3):507-512. doi: 10.1007/s10103-020-03049-4.
- Hendriksma M, Heijnen BJ, Sjögren EV. Oncologic and functional outcomes of patients treated with transoral CO 2 laser microsurgery or radiotherapy for T2 glottic carcinoma: A systematic review of the literature. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2018 Apr;26(2):84-93. doi: 10.1097/MOO.0000000000000438.
- Remacle M, Van Haverbeke C, Eckel H, Bradley P, Chevalier D, Djukic V. et al. Proposal for revision of the European Laryngological Society classification of endoscopic cordectomies. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2007 May;264(5):499-504. doi: 10.1007/s00405-007-0279-z.
- Remacle M, Eckel HE, Antonelli A, Brasnu D, Chevalier D, Friedrich G. et al. Endoscopic cordectomy. A proposal for a classification by the Working Committee, European Laryngological Society. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2000;257(4):227-31. doi: 10.1007/s004050050228.
- Peretti G, Piazza C, Cantarella G, Balzanelli C, Nicolai P. Vocal Outcome after Endoscopic Cordectomies for Tis and T1 Glottic Carcinomas. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2003 Feb;112(2):174-9. doi: 10.1177/000348940311200212.
- Bahannan AA, Slavíček A, Černý L, Vokřal J, Valenta Z, Lohynska R. et al. Effectiveness of transoral laser microsurgery for precancerous lesions and early glottic cancer guided by analysis of voice quality. *Head Neck*. 2014 Jun;36(6):763-7. doi: 10.1002/hed.23368.
- Galletti B, Freni F, Cammaroto G, Catalano N, Gangemi G, Galletti F. Vocal outcome after CO2 laser cordectomy performed on patients affected by early glottic carcinoma. *J Voice*. 2012 Nov;26(6):801-5. doi: 10.1016/j.jvoice.2012.01.003.
- Lechien JR, Crevier-Buchman L, Cîrciu MP, De Mones E, de Pemille GV, Julien-Laferriere A. et al. Voice Quality outcomes after transoral CO2 laser cordectomy: a longitudinal prospective study. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2023 Mar;168(3):422-428. doi: 10.1177/01945998221114762.
- Reghunathan S, Bryson PC. Components of voice evaluation. *Otolaryngol Clin North Am*. 2019 Aug;52(4):589-595. doi: 10.1016/j.otc.2019.03.002.
- Hirano M. Psycho-acoustic evaluation of voice. In: Wyke BD. Editor. *Disorders of Human Communication*. Switzerland: Springer; 1981. p. 81-84.
- Azevedo SR, Santos M, Sousa F, Freitas S, Coutinho MB, Sousa CAE. et al. Validation of the Portuguese Version of the Voice Handicap Index-10. *J Voice*. 2023 Jan;37(1):140.e7-140.e11. doi: 10.1016/j.jvoice.2020.10.019.
- Staníková L, Zeleník K, Formánek M, Seko J, Walderová R, Kántor P. et al. Evolution of voice after transoral laser cordectomy for precancerous lesions and early glottic cancer. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2021 Aug;278(8):2899-2906. doi: 10.1007/s00405-021-06751-3.
- Brandenburg JH. Laser cordotomy versus radiotherapy: an objective cost analysis. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2001 Apr;110(4):312-8. doi: 10.1177/000348940111000404.
- Gandhi S, Gupta S, Rajopadhye G. A comparison of phonatory outcome between trans-oral CO2 Laser cordectomy and radiotherapy in T1 glottic cancer. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2018 Nov;275(11):2783-2786. doi: 10.1007/s00405-018-5152-8.
- Loughran S, Calder N, MacGregor FB, Carding P, MacKenzie K. Quality of life and voice following endoscopic resection or radiotherapy for early glottic cancer. *Clin Otolaryngol*. 2005 Feb;30(1):42-7. doi: 10.1111/j.1365-2273.2004.00919.x.
- Taylor SM, Kerr P, Fung K, Aneeshkumar MK, Wilke D, Jiang Y. et al. Treatment of T1b glottic SCC: laser vs. radiation--a Canadian multicenter study. *J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2013 Mar 19;42(1):22. doi: 10.1186/1916-0216-42-22.
- Aaltonen LM, Rautiainen N, Sellman J, Saarihahti K, Mäkitie A, Rihkanen H. et al. Voice quality after treatment of early vocal cord cancer: a randomized trial comparing laser surgery with radiation therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2014 Oct 1;90(2):255-60. doi: 10.1016/j.ijrobp.2014.06.032.
- Colizza A, Ralli M, D'Elia C, Greco A, de Vincentiis M. Voice quality after transoral CO2 laser microsurgery (TOLMS): systematic review of literature. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2022 Sep;279(9):4247-4255. doi: 10.1007/s00405-022-07418-3.
- Lechien JR, Crevier-Buchman L, Cîrciu MP, De Mones E, de Pemille GV, Julien-Laferriere A. et al. Voice quality outcomes after transoral CO2 laser cordectomy: a longitudinal prospective study. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2023 Mar;168(3):422-428. doi: 10.1177/01945998221114762.
- Bahannan AA, Slavíček A, Černý L, Vokřal J, Valenta Z, Lohynska R. et al. Effectiveness of transoral laser microsurgery for precancerous lesions and early glottic cancer guided by analysis of voice quality. *Head Neck*. 2014 Jun;36(6):763-7. doi: 10.1002/hed.23368.
- Jafari N, Salehi A, Izadi F, Talebian Moghadam S, Ebadi A, Dabirmoghadam P. et al. Vocal function exercises for muscle tension dysphonia: auditory-perceptual evaluation and self-assessment rating. *J Voice*. 2017 Jul;31(4):506.e25-506.e31. doi: 10.1016/j.jvoice.2016.10.009.
- Martinez CC, Lemos IO, Madazio G, Behlau M, Cassol M. Vocal parameters, muscle palpation, self-perception of voice symptoms, pain, and vocal fatigue in women with muscle tension dysphonia. *Codas*. 2021 Aug 2;33(4):e20200035. doi: 10.1590/2317-1782/20202020035.
- Van Houtte E, Van Lierde K, Claeys S. Pathophysiology and treatment of muscle tension dysphonia: a review of the current knowledge. *J Voice*. 2011 Mar;25(2):202-7. doi: 10.1016/j.jvoice.2009.10.009.
- Maslan J, Leng X, Rees C, Blalock D, Butler SG. Maximum phonation time in healthy older adults. *J Voice*. 2011 Nov;25(6):709-13. doi: 10.1016/j.jvoice.2010.10.002.