

Larissa Thaís Donalson Siqueira¹
Kelly Cristina Alves Silverio²
Alcione Ghedini Brasolotto²
Rinaldo Roberto de Jesus Guirro³
Christiano Giácomo Carneiro⁴
Mara Behlau⁵

Efeitos da terapia manual laríngea e da estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) na diadococinesia laríngea em mulheres disfônicas: estudo clínico randomizado

Effects of laryngeal manual therapy (LMT) and transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) in vocal folds diadochokinesis of dysphonic women: a randomized clinical trial

Descritores

Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea
Disfonia
Massagem
Voz
Laríngea
Fonoaudiologia

Keywords

Transcutaneous Electric Nerve Stimulation
Dysphonia
Massage
Voice
Larynx
Speech, Language and Hearing Sciences

RESUMO

Objetivo: Verificar e comparar os efeitos da terapia manual laríngea (TML) e da estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) na diadococinesia laríngea de mulheres disfônicas. **Método:** Participaram 20 mulheres com nódulos vocais, divididas igualmente por sorteio em: Grupo TML–aplicação de TML; Grupo TENS–aplicação de TENS; ambos receberam 12 sessões de tratamento, duas vezes por semana, 20 minutos cada, pelo mesmo terapeuta. As mulheres foram avaliadas quanto à diadococinesia (DDC) laríngea em três momentos, diagnóstico, pré-tratamento e pós-tratamento, o que produziu três grupos de medidas. A gravação da DDC foi realizada por meio da repetição entrecortada das vogais: /a/ e /i/. A análise da DDC foi realizada pelo programa *Motor Speech Profile Advanced (MSP)-KayPentax*. Os parâmetros da DDC das três avaliações foram comparados entre si pelo teste t pareado ($p \leq 0,05$). **Resultados:** Parâmetros DDC se apresentaram semelhantes na fase sem tratamento, indicando que não houve variabilidade individual ao longo do tempo. Não houve modificação em relação à velocidade da DDC após intervenções, mas após TML, a DDC da vogal /i/ se apresentou mais estável em relação à duração do período e à intensidade das emissões. Estes resultados indicam que TML melhorou a coordenação de movimentos das pregas vocais à fonação. Não houve modificações dos parâmetros da DDC em relação à estabilidade das emissões após TENS. **Conclusão:** TML promove maior regularidade de movimentos diadococinéticos das pregas vocais em mulheres disfônicas, o que amplia o conhecimento sobre o efeito do reequilíbrio da musculatura laríngea na função fonatória, já TENS não proporciona efeitos na diadococinesia laríngea.

ABSTRACT

Purpose: To verify and compare the effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and laryngeal manual therapy (LMT) on laryngeal diadochokinesis (DDK) of dysphonic women. **Methods:** Twenty women with bilateral vocal nodules participated and were equally divided into: LMT Group – LMT application; TENS Group – TENS application; both groups received 12 sessions of treatment, twice a week, with a duration of 20 minutes each, applied by the same therapist. The women were evaluated as to laryngeal DDK at three moments: diagnostic, pre-treatment, and post-treatment, which produced three groups of measurements. The DDK recording was performed with intersected repetition of vowels /a/ and /i/. The analysis of vowels was performed by the program *Motor Speech Profile Advanced (MSP)-KayPentax*. The DDK parameters of the three evaluations were compared by means of the paired t-test ($p \leq 0.05$). **Results:** The measurements of laryngeal DDK parameters were similar in the phase without treatment, indicating no individual variability over time. There was no change with respect to the speed of DDK after intervention, but after LMT, DDK of the vowel /i/ was more stable in terms of the duration of the emissions and intensity of emissions repeated. These results show improved coordination of vocal folds movement during phonation. There were no changes in the DDK parameters following TENS. **Conclusion:** LMT provides greater regularity of movement during laryngeal diadochokinesis in dysphonic women, which extends knowledge on the effect of rebalancing the larynx muscles during phonation, although TENS does not impact laryngeal diadochokinesis.

Endereço para correspondência:

Larissa Thaís Donalson Siqueira
Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO
Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75,
Bauru (SP), Brasil, CEP: 17012-901.
E-mail: larisqueira@usp.br

Recebido em: Setembro 25, 2016

Aceito em: Janeiro 21, 2017

Trabalho realizado no Departamento de Fonoaudiologia, Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo – USP - Bauru (SP), Brasil.

¹ Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO - Irati (PR), Brasil.

² Universidade de São Paulo – USP - Bauru (SP), Brasil.

³ Universidade de São Paulo – USP - Ribeirão Preto (SP), Brasil.

⁴ Hospital de Reabilitação de Anomalias Cranofaciais – HRAC, Universidade de São Paulo – USP - Bauru (SP), Brasil.

⁵ Centro de Estudos da Voz – CEV - São Paulo (SP), Brasil.

Fonte de financiamento: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, processo 2010/19470-9.

Conflito de interesses: nada a declarar.

INTRODUÇÃO

As definições de conduta da reabilitação vocal dependem predominantemente do conhecimento a respeito das manifestações da disфония na qualidade vocal e na laringe do indivíduo. As disfonias comportamentais associadas à tensão muscular são tratadas tradicionalmente por terapia fonoaudiológica vocal, em que vários autores recomendam que o relaxamento laríngeo seja priorizado, utilizando técnicas de manipulação digital da laringe^(1,2), terapia manual circunlaríngea^(3,4) ou terapia manual laríngea⁽⁵⁾, além de técnicas de suavização da produção e estabilização da emissão, concomitante à estimulação da onda de mucosa, a fim de regredir lesões de massa nas pregas vocais, caso estejam presentes⁽⁶⁾.

A terapia manual laríngea (TML) preconiza o trabalho com os músculos esternocleidomastóideos, supra-hióideos e região da membrana tireo-hióidea⁽⁵⁾. Esta técnica tem como objetivo principal relaxar a musculatura excessivamente tensa que inibe a função fonatória equilibrada⁽⁵⁾, característica observada nas disfonias comportamentais. Outro recurso capaz de relaxar a musculatura cervical e perilaríngea é a estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) que pode ser aplicada nesse tipo de disфония. Além da analgesia, a TENS é capaz de promover melhora da vascularização na região aplicada⁽⁷⁾. Entretanto, a escolha da corrente quanto à sua frequência, intensidade e largura de pulso, bem como a colocação de eletrodos influenciam o tipo de estímulo que a musculatura da laringe pode receber. A TENS de baixa frequência e forte intensidade, com aplicação de eletrodos na região submandibular e fibras descendentes do músculo trapézio, promove fortes vibrações na laringe⁽⁸⁾. Este tipo de corrente tem levado à melhora da qualidade vocal de mulheres disfônicas, bem como diminuição da atividade elétrica dos músculos esternocleidomastóideos depois de 10 sessões⁽⁶⁾. Desta forma, a TENS pode ser coadjuvante no tratamento das disfonias comportamentais^(6,8).

Uma das formas de avaliar os efeitos da terapia vocal é a análise acústica. Dentre os diversos tipos de análise está a Diadococinesia (DDC), definida como a habilidade em realizar rápidas repetições de padrões relativamente simples, compostos por contrações oposicionais⁽⁹⁾, que pode sugerir informações a respeito da integração e maturação neuromotora dos indivíduos⁽⁹⁾. Esta avaliação acústica tem sido utilizada em diversos casos e populações como em crianças com distúrbios fonológicos⁽¹⁰⁾, com implantes cocleares⁽¹¹⁾ e com distúrbio da fluência⁽¹²⁾, em pacientes neurológicos⁽¹³⁻¹⁶⁾, idosos saudáveis⁽¹⁷⁾, jovens e crianças^(18,19), além de pacientes com disfonias comportamentais^(20,21). Considerando-se as avaliações da DDC na prática clínica fonoaudiológica, a DDC laríngea tem por finalidade investigar o controle neuromotor das pregas vocais⁽²²⁾, sendo utilizada principalmente nas avaliações dos distúrbios da voz^(13,15,17,18,20,22).

Uma vez que as mudanças na extensão e velocidade de movimentos das pregas vocais podem refletir em modificações na taxa de produção, nos padrões de duração e na velocidade de fluxo de ar transglótico durante a DDC⁽²³⁾, recomenda-se que esta avaliação esteja incluída nos procedimentos de reabilitação de pacientes com distúrbios da voz, mesmo na ausência de problemas neurológicos⁽²¹⁾.

Pode-se considerar que estratégias direcionadas ao relaxamento da musculatura perilaríngea excessivamente tensa, como a terapia manual laríngea e a TENS, possam melhorar a função glótica⁽⁵⁾ e, possivelmente, a velocidade, ritmo e controle neuromotor laríngeo em mulheres com nódulos vocais, uma vez que um desequilíbrio da musculatura extrínseca da laringe poderá influenciar a atividade da musculatura intrínseca, ocasionando, assim, modificações em tais parâmetros vocais após intervenções. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi verificar e comparar os efeitos da aplicação da terapia manual laríngea (TML) e da estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) na diadococinesia laríngea de mulheres disfônicas.

MÉTODOS

O presente trabalho faz parte de um estudo maior, o qual foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição (099/2011). Todos os indivíduos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Foram selecionadas, para este estudo, 20 mulheres na faixa etária de 18 a 45 anos de idade, média de 29,4 anos. O cálculo amostral realizado em estudo anterior⁽⁸⁾, ao qual pertencem os dados da diadococinesia deste trabalho, foi baseado no estudo de Lagorio et al.⁽²⁴⁾, que, considerando um valor de $p < 0,05$ ($\alpha = 5\%$) e uma força de teste de 90% ($\beta > 0,90$), indicou a necessidade de 6 indivíduos, sendo mantido para o atual estudo.

Para formar os grupos, buscaram-se mulheres inscritas para tratamento vocal no Setor de Voz da Clínica de Fonoaudiologia da instituição. Para participar do estudo, as voluntárias deveriam apresentar queixa de alteração vocal, voz alterada evidenciada por uma pré-avaliação perceptivo-auditiva fonoaudiológica, nódulos vocais bilaterais ou espessamento mucoso e fenda à fonação, evidenciados pela avaliação otorrinolaringológica.

Foram excluídas do estudo todas as voluntárias que: receberam tratamento prévio fonoaudiológico vocal ou cirúrgico na laringe; estavam no período de menopausa; com alterações da glândula tireoide ou alterações hormonais; problemas cardíacos ou vasculares; e com idade superior a 45 anos, com a finalidade de isolar variáveis como alterações resultantes do processo natural de envelhecimento ou mudanças da musculatura pela idade⁽²⁵⁾.

Desta forma, as voluntárias que atenderam aos critérios de inclusão foram divididas em: Grupo TML – submetidas à aplicação da TML, segundo a descrição da técnica da terapia manual laríngea (TML) proposta no estudo de Mathieson et al.⁽⁵⁾; Grupo TENS – submetidas à aplicação da TENS segundo Guirro et al.⁽⁶⁾. A distribuição das voluntárias em cada grupo foi realizada por sorteio manual: 20 pedaços de papel com mesma aparência e com os nomes de cada tratamento (dez pedaços de papel para TENS; dez pedaços de papel para TML) que foram colocados em uma caixa. A terapeuta pegou o papel sorteado para cada indivíduo e aplicou o tratamento. É importante ressaltar que a terapeuta era proficiente na execução de ambos os métodos realizados no presente estudo e não participou da análise dos resultados.

Depois de considerados os critérios de inclusão, participaram do estudo dez voluntárias sorteadas para o Grupo TENS (idade média de 28,7 anos) e dez voluntárias sorteadas para o Grupo TML (idade média de 30,1 anos). O Quadro 1 mostra a distribuição

Quadro 1. Distribuição das voluntárias do Grupo TENS e Grupo TML em relação à idade, profissão e atividades com o uso da voz, peso, altura e IMC

G TENS	Profissão	Atividades com uso da voz	Idade	Peso (kg)	Altura (m)	IMC
1	Gastrônoma	não	21	70	1,75	22,9
2	Professora	aula	30	72	1,68	25,2
3	Professora	dá aulas e canta no coral	36	85	1,70	29,1
4	Professora	Aula	29	54	1,50	24,0
5	Auxiliar de creche	fala durante todo o dia e canta	30	75	1,65	27,5
6	Estudante	não	22	65	1,56	27,4
7	Auxiliar de departamento pessoal	canto e atendimento ao telefone	22	64	1,67	22,9
8	Professora	aula	31	70	1,67	25,1
9	Professora de educação física	aula	24	58	1,62	22,1
10	Funcionária pública	atendente	42	77	1,65	28,3
G TML						
1	Professora	aula	30	64	1,61	24,7
2	Educadora física	aula	27	70	1,73	23,4
3	Fisioterapeuta	fala muito quando atende	22	46	1,63	17,3
4	Dentista	aula	29	48	1,56	19,7
5	Dentista	não	29	64	1,69	22,4
6	Estudante	não	25	72	1,64	26,8
7	Repórter	reportagem e canto	27	74	1,68	26,2
8	Operadora de telemarketing	sim	32	64	1,65	23,5
9	Professora	aula	47	70	1,65	25,7
10	Agente de atendimento	trabalho	35	70	1,70	24,2
Valor de p			0,607	0,108	0,745	0,110

Teste t de Student (p<0,05)

Legenda: IMC=Índice de massa corpórea

das voluntárias em relação à idade, profissão e atividades com uso da voz, peso e altura para o Grupo TENS e Grupo TML. Não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os dois grupos quanto a estas variáveis, revelando que os grupos eram homogêneos.

Procedimentos

O estudo foi composto de duas fases: a primeira fase foi constituída de avaliação inicial e após seis semanas sem tratamento ou qualquer orientação fonoaudiológica; a segunda fase foi constituída de intervenção fonoaudiológica composta de 12 sessões de TENS ou TML.

A gravação da DDC laríngea foi realizada em três momentos, referentes às fases do estudo:

- Primeira gravação: realizada na fase inicial do estudo - ocorreu após diagnóstico otorrinolaringológico e definição dos grupos;
- Segunda gravação: realizada após seis semanas sem tratamento, ainda na primeira fase do estudo;
- Terceira gravação: realizada após 12 sessões de aplicação de TENS ou de TML, na segunda fase do estudo.

Diadococinesia

A gravação da voz foi realizada em ambiente silencioso, acusticamente tratado, utilizando-se um sistema computadorizado formado por: computador *Intel Pentium* (R) 4, CPU 2.040 GHz e 256 MB de RAM, monitor *LG Flatron E7015 17"* e placa de

som modelo *Audigy II*, marca *Creative*. As gravações foram realizadas por um *software* de edição de áudio profissional – *Sound Forge 10.0*, em taxa de amostragem de 44.100Hz, canal Mono em 16Bit e microfone AKG modelo C 444 PP.

Para a avaliação do controle motor laríngea, foi realizada a gravação da Diadococinesia (DDC) laríngea por meio da repetição entrecortada de cada uma das vogais separadamente: /a/ e /i/. As voluntárias foram instruídas a “manter a produção tão rápida quanto possível”, durante o tempo determinado. Cada emissão foi gravada por oito segundos, sendo excluídos os dois primeiros e os dois últimos segundos da amostra para posterior análise.

A análise das vogais foi realizada por meio do programa computadorizado *Motor Speech Profile Advanced* (MSP), modelo 5141, versão 252 da *KayPentax*. No ajuste de captura, foram utilizadas taxas de amostragem de 11025 Hz. O programa MSP apresenta um registro gráfico das emissões, apresentando um eixo na horizontal (tempo em segundos) e um eixo vertical (energia em dB). Para realizar as contagens da DDC, o programa traça uma linha no ponto central da escala de energia em dB do eixo vertical. O valor utilizado para delimitar o ponto foi o valor da intensidade média da amostra da DDC (DDKava) fornecido pelo próprio programa MSP durante a análise em cada emissão⁽¹⁸⁾ – Figura 1. Foi padronizado que a linha de análise deveria ser rebaixada ou elevada a fim de não computar subpicos devido a possíveis instabilidades nos contornos de energia produzidos pelo gráfico^(18,20). Os parâmetros da DDC são fornecidos automaticamente pelo programa MSP. Foram analisados os parâmetros: média da taxa da DDC (DDCavR), taxa de repetição (DDCavP), desvio padrão do período da DDC

(DDCdpP), coeficiente de variação do período da DDC (DDCcvp), perturbações do período da DDC (DDCjitP) e coeficiente de variação do pico da intensidade da DDC (DDCcvI). As definições de cada parâmetro estão descritas no Quadro 2.

Intervenção fonoaudiológica

Aplicação da Terapia Manual Laringea (TML)

A TML foi aplicada por 20 minutos, com a voluntária sentada confortavelmente em uma cadeira. A terapeuta permaneceu atrás da voluntária e iniciou a massagem nos músculos

esternocleidomastóideos, supra-hióideos e laringe, bilateralmente, com movimentos descendentes circulares, amassamento e alongamento em cada grupo muscular, além de deslocamento da laringe⁽⁵⁾. Os toques aplicados nas voluntárias foram realizados superficialmente, de modo delicado, com pressão diferente em cada uma das mãos, e trabalhando mais detalhadamente as áreas de maior resistência muscular, sensação de maior tonicidade ou presença de nódulos. Durante o procedimento, foi solicitado à participante que permanecesse em silêncio, sem nenhuma emissão vocal, respirasse tranquilamente e que procurasse relaxar os ombros e a mandíbula, sem realizar contato dentário.

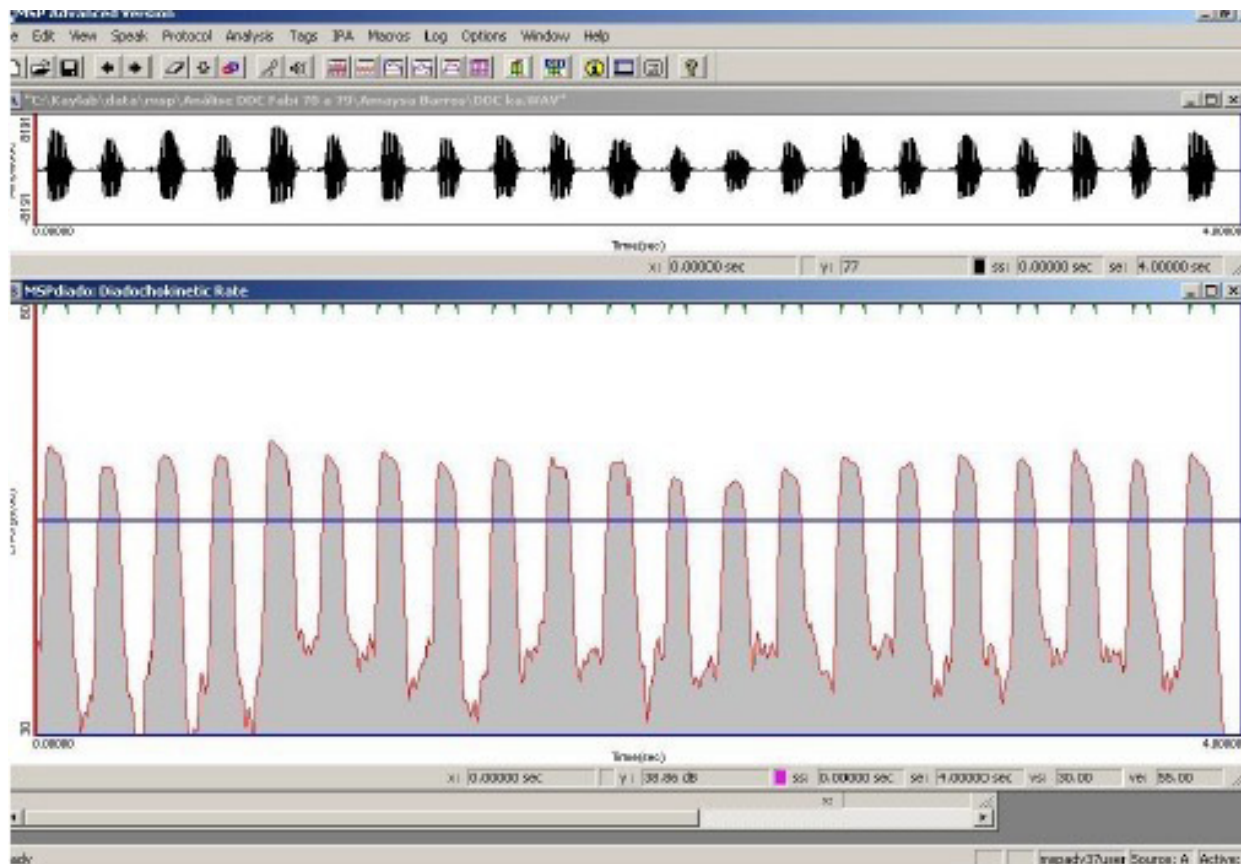


Figura 1. Gráfico do programa Motor Speech Profile Advanced modelo 5141, versão 252 da KayPentax no qual se observa o tempo (segundos) no eixo horizontal e a energia (dB) no eixo vertical a linha horizontal de análise da DDC

Quadro 2. Parâmetros analisados na diadococinesia laringea

Parâmetros	Unidade	Observações	
DDCavR	Média da taxa da DDC	/s	Número de vocalizações por segundo, que representa a velocidade de DDC
DDCavP	Taxa de repetição	/s	Número de emissões repetidas por segundo, que representa a velocidade
DDCdpP	Desvio padrão do período da DDC	Ms	
DDCcvp	Coeficiente de variação do período da DDC	%	Mede o grau de variação da taxa do período, indicando a habilidade em manter uma taxa de vocalização constante
DDCjitP	Perturbações do período da DDC	%	Mede o grau de variação ciclo a ciclo no período, indicando a habilidade em manter uma taxa de vocalização constante
DDCcvI	Coeficiente de variação do pico da intensidade da DDC	%	Mede o grau de variação da intensidade no pico de cada vocalização, indicando a habilidade em manter constante a intensidade da vocalização

Os seguintes passos foram realizados durante a TML, de forma adaptada⁽⁵⁾, a fim de acompanhar o mesmo tempo de aplicação de TENS (20 minutos):

- ✓ Cinco minutos de massagem, com movimentos circunlaríngeos no músculo Esternocleidomastóideo (ECM) por completo;
- ✓ Cinco minutos de massagem, com movimentos de deslizamento em toda região supralaríngea;
- ✓ Repetição de dois minutos de massagem no músculo ECM;
- ✓ Repetição de dois minutos de massagem na região supralaríngea;
- ✓ Um minuto de movimentos de deslizamentos, abaixando a laringe na região laríngea;
- ✓ Dois minutos com movimentos de deslocamento da cartilagem tireoide;
- ✓ Repetição de mais um minuto de movimentos de deslizamento, abaixando a laringe;
- ✓ Repetição de mais dois minutos de movimentos de deslocamento da cartilagem tireoide.

Foram realizadas 12 sessões de aplicação da TML, por 20 minutos cada, duas vezes por semana. Depois de cada sessão foi realizada a gravação da voz, bem como a investigação das sensações propiciadas pela técnica para posterior controle.

Aplicação da TENS

A aplicação da TENS foi realizada com a voluntária em repouso na posição decúbito dorsal, em uma maca, por 20 minutos. Durante o procedimento foi solicitado que a voluntária permanecesse em silêncio, sem nenhuma emissão vocal, respirasse tranquilamente e que procurasse relaxar os ombros e a mandíbula. O equipamento

utilizado para a aplicação da TENS foi o *Dualpex 961* - dois canais da marca *Quark*. Os parâmetros utilizados foram os da TENS de baixa frequência, com pulso quadrático bifásico simétrico, fase de 200 μ s, frequência de 10 Hz e intensidade no limiar motor. Os eletrodos (3,0 cm x 4,0 cm) foram posicionados na região do músculo trapézio (fibras descendentes) e na região submandibular, bilateralmente, totalizando o número de quatro⁽⁷⁾. Os eletrodos foram fixados à pele com fita adesiva antialérgica após terem sido untados com gel eletrocondutor.

Foram realizadas 12 sessões de aplicação com TENS, de 20 minutos cada, duas vezes por semana. Depois de cada sessão foi realizada a gravação da voz, bem como a investigação das sensações propiciadas pela técnica para posterior controle.

Análise dos dados

Os parâmetros da DDC laríngea das três avaliações foram comparados entre si por meio do teste t pareado, adotando-se o nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). Utilizou-se o programa Statistics 7.0 para análise dos dados.

RESULTADOS

Foram realizados neste estudo 58 exames laringológicos. Depois do diagnóstico otorrinolaringológico, 24 voluntárias iniciaram o tratamento vocal, porém quatro voluntárias foram excluídas por apresentarem alterações da glândula tireoide. Dessa forma, completaram o tratamento até o final 20 voluntárias (tratamento e avaliações finais), sendo 10 do Grupo TENS e 10 do Grupo TML. A representação da amostra encontra-se na Figura 2.

A Tabela 1 apresenta as comparações entre os registros da DDC laríngea: gravações 1 e 2 (sem tratamento), gravações 2 e 3 (após intervenção TML). Não foi verificada variação individual

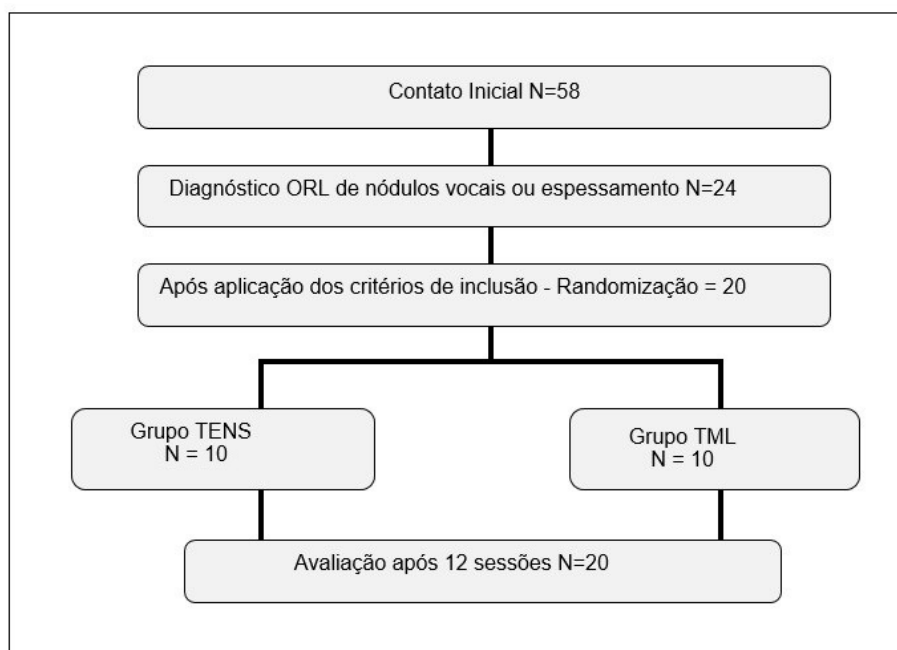


Figura 2. Fluxograma referente às etapas da pesquisa em relação à amostra do estudo

ao longo do tempo em relação à fase sem tratamento. Observa-se também que houve diminuição do desvio padrão do período (DDC dpP), do coeficiente de variação do período (DDCcvP) e redução do coeficiente da variação do pico da intensidade (DDCcvI) após o tratamento, o que indica melhora da estabilidade da emissão da vogal /i/ após TML.

A Tabela 2 apresenta as comparações entre as gravações da DDC laringea: gravações 1 e 2 (sem tratamento), gravações 2 e 3 (após intervenção TENS). Foi verificada diferença estatisticamente significativa entre a primeira e a segunda gravação da DDC apenas para a variação do parâmetro DDCcvI, o que mostra variabilidade do indivíduo em relação a este parâmetro ao longo do tempo. Observou-se que após a TENS não houve modificação dos parâmetros diadococinéticos laringeos.

DISCUSSÃO

A avaliação da diadococinesia (DDC) laringea identifica a velocidade dos movimentos de abertura e fechamento das pregas vocais, bem como a regularidade destes movimentos. Além de condições neuromotoras íntegras e controle do sistema nervoso central, esta habilidade depende de aspectos morfológicos e comportamentais, como o equilíbrio de forças musculares, aspecto este trabalhado na terapia vocal das disfonias comportamentais.

Por este motivo, o teste de DDC pode contribuir para a compreensão dos efeitos de tratamentos nestes casos, uma vez que desequilíbrios na musculatura extrínseca da laringe afeta diretamente a funcionalidade da musculatura intrínseca, o que pode levar a alterações nas habilidades diadococinéticas das

Tabela 1. Valores da DDC laringea no grupo TML referentes às fases do estudo: fase 1 – sem tratamento (1ª e 2ª gravações), fase 2 – com tratamento (2ª e 3ª gravações)

Parâmetros DDC	TML					
	1ª gravação Média (dp)	2ª gravação Média (dp)	p	2ª gravação Média (dp)	3ª gravação Média (dp)	p
DDC /a/						
DDCavR	206,99(33,25)	195,48(23,72)	0,320	195,48(23,72)	201,38(46,50)	0,743
DDCavP	4,95(0,81)	5,18(0,61)	0,419	5,18(0,61)	5,15(0,91)	0,938
DDCdpP	38,02(16,74)	40,06(22,12)	0,735	40,06(22,12)	47,26(24,12)	0,580
DDCcvP	19,47(10,51)	20,66(11,37)	0,708	20,66(11,37)	23,91(11,96)	0,617
DDCjiitP	4,18(2,14)	4,63(2,32)	0,461	4,63(2,32)	5,68(3,60)	0,471
DDCcvI	2,94(0,73)	3,43(1,60)	0,346	3,43(1,60)	3,16(2,18)	0,768
DDC /i/						
DDCavR	213,36(27,97)	210,02(29,43)	0,553	210,02(29,43)	231,25(59,86)	0,335
DDCavP	4,76(0,58)	4,84(0,61)	0,523	4,84(0,61)	4,55(1,00)	0,449
DDCdpP	44,62(33,71)	53,26(32,50)	0,557	53,26(32,50)	37,41(20,10)	0,041*
DDCcvP	20,64(14,54)	24,63(12,61)	0,494	24,63(12,61)	16,93(9,87)	0,040*
DDCjiitP	5,35(4,46)	6,58(3,82)	0,353	6,58(3,82)	4,41(2,55)	0,060
DDCcvI	2,86(1,10)	3,11(1,13)	0,649	3,11(1,13)	2,05(0,70)	0,032*

*Teste t pareado ($p \leq 0,05$)

Tabela 2. Valores da DDC laringea no grupo TENS referentes às fases do estudo: fase 1 – sem tratamento (1ª e 2ª gravações), fase 2 – com tratamento (2ª e 3ª gravações)

Parâmetros DDC	TENS					
	1ª gravação Média (dp)	2ª gravação Média (dp)	p	2ª gravação Média (dp)	3ª gravação Média (dp)	p
DDC /a/						
DDCavR	208,34(39,37)	204,28(33,71)	0,745	204,28(33,71)	190,96(22,28)	0,203
DDCavP	4,95(0,92)	5,01(0,81)	0,835	5,01(0,81)	5,29(0,57)	0,225
DDCdpP	39,63(19,23)	37,08(20,45)	0,781	37,08(20,45)	30,25(17,37)	0,478
DDCcvp	19,07(9,79)	18,10(9,96)	0,827	18,10(9,96)	15,47(8,11)	0,572
DDCjiitP	4,86(2,30)	4,38(2,70)	0,642	4,38(2,70)	3,42(1,69)	0,398
DDCcvI	2,90(1,09)	2,75(1,68)	0,816	2,75(1,68)	2,62(1,27)	0,859
DDC /i/						
DDavR	222,73(55,40)	214,11(28,66)	0,587	214,11(28,66)	200,35(18,97)	0,156
DDCavP	7,72(1,06)	4,75(0,70)	0,880	4,75(0,70)	5,03(0,44)	0,221
DDCdpP	51,27(21,55)	40,82(9,56)	0,375	40,82(9,56)	36,21(25,61)	0,765
DDCcvP	23,52(9,74)	19,45(14,03)	0,509	19,45(14,03)	18,27(13,06)	0,875
DDCjiitP	4,87(1,94)	4,46(2,87)	0,740	4,46(2,87)	3,45(2,13)	0,458
DDCcvI	3,30(1,62)	2,08(0,62)	0,048*	2,08(0,62)	1,99(1,09)	0,768

*Teste t pareado ($p \leq 0,05$)

pregas vocais. Além disso, autores⁽²²⁾ comprovaram em estudo com mulheres sem alterações neurológicas e com alterações vocais que a intensidade vocal pode influenciar a velocidade da DDC. Outros estudos em diferentes populações^(22,26-28) revelam que, quando há alterações morfológicas e/ou funcionais nas estruturas participantes da fala, incluindo laringe, observa-se prejuízo na velocidade e precisão dos seus movimentos diadococinéticos. Desta forma, decidiu-se verificar os efeitos da aplicação de duas técnicas, a terapia manual laringea (TML) e a estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS), na diadococinesia laringea de mulheres disfônicas, pois estas técnicas terapêuticas têm sido utilizadas no tratamento vocal de pacientes com dissonia comportamental com o objetivo de relaxar a musculatura da região laringea e perilaringea^(5,6,8), as quais podem maximizar a habilidade de DDC.

O presente estudo foi composto por três gravações da DDC laringea. As duas primeiras gravações correspondem à fase sem tratamento e foram realizadas com o objetivo de observar variações inerentes aos indivíduos, sendo considerados como controle da amostra. A fase sem tratamento teve a mesma duração – seis semanas – que a fase com tratamento. As medidas dos parâmetros da DDC laringea se apresentaram semelhantes nos dois primeiros momentos – fase sem tratamento (Tabelas 1 e 2), o que indica que não houve variabilidade individual significativa ao longo do tempo, permitindo melhor observar os efeitos do tratamento com TML e TENS. Apenas o coeficiente de variação do pico da intensidade (DDCvI) do grupo TENS apresentou diferença significativa na fase sem tratamento, o que pode indicar variabilidade individual, já que uma das participantes do grupo TENS apresentou taxa mais alta deste parâmetro na segunda execução da DDC do que as demais voluntárias.

A repetição das vogais /a/ e /i/ avaliam o mesmo comportamento de abertura e fechamento das pregas vocais, mas autores relatam que a avaliação da DDC laringea por meio das duas vogais traz resultados diferentes⁽¹⁸⁾, como foi encontrado no presente estudo. Porém, não existe nada na literatura que revele o porquê dessas diferenças, apenas que utilizam essas vogais para tal avaliação. Apenas a DDC laringea da vogal /i/ promoveu diferença significativa após intervenção com TML (Tabela 1), ressaltando a importância de se utilizar ambas as vogais na avaliação da diadococinesia laringea, pois, segundo Ludlow et al.⁽²⁹⁾, existem diferenças no uso da musculatura laringea entre os indivíduos durante a produção do som, que levariam a modificações nas estruturas supraglóticas que ocasionam mudanças na tensão, abertura e pressão subglótica das pregas vocais. Além disso, supõe-se possível diferença no uso das musculaturas supra-hióidea e articulatória durante a produção das vogais, o que levaria a achados diadococinéticos distintos para cada vogal.

Os resultados da DDC laringea de ambas as intervenções permitiu observar que não houve modificação com relação à velocidade da DDC após TML e TENS (Tabelas 1 e 2), já que não houve variação significativa dos valores da média da taxa de repetição (DDCavR) e média da duração do período das emissões (DDCavP), em ambas as vogais. Porém, foi verificado que apenas a DDC laringea da vogal /i/ se apresentou mais estável com relação à duração do período das emissões, observada pela diminuição do desvio padrão do período (DDC dpP) e

do coeficiente de variação do período (DDCcvP) - Tabela 1. Além disso, a DDC da vogal /i/ se apresentou mais estável com relação à intensidade das emissões repetidas, detectada pela redução do coeficiente da variação do pico da intensidade (DDCcvI) após o tratamento (Tabela 1).

A TML é um tipo de massagem que se inicia nos músculos esternocleidomastóideos, avançando-se com movimentos de deslizamentos na musculatura supra-hióidea, seguindo-se com abaixamento e deslocamentos laterais na laringe⁽⁶⁾. Há, portanto, uma intensa atuação na musculatura extrínseca que tem forte relação com a musculatura intrínseca e a configuração do trato vocal⁽⁵⁾. Autores^(2,5) observaram, após intervenção com algum tipo de terapia manual, que houve melhora da função fonatória, o que pode ser observado no presente estudo já que o possível relaxamento da musculatura extrínseca proporcionado pela TML levou à melhor regularidade nos movimentos de abertura e fechamento das pregas vocais, com melhora dos parâmetros desvio padrão do período (DDCdpP) e coeficiente de variação do período (DDCcvP). Da mesma forma, ajustes mais relaxados na musculatura laringea são capazes de influenciar mudanças na pressão sub e supraglótica⁽³⁰⁾, o que também leva à melhora de valores da DDC relacionados à regularidade da intensidade da emissão. O relaxamento muscular proporcionado pela TML pode ter levado ao melhor equilíbrio entre forças aerodinâmicas e mioelásticas da laringe, com melhora do fluxo aéreo, diminuindo os valores do coeficiente de variação do pico da intensidade da DDC. Portanto, os resultados demonstram que a TML é capaz de melhorar a coordenação de movimentos de pregas vocais durante a fonação.

Quanto à TENS, verificou-se que não houve mudanças nos parâmetros diadococinéticos (Tabela 2). A TENS utilizada no presente estudo é uma corrente de baixa frequência e forte intensidade, o que provoca fortes contrações na musculatura. A configuração selecionada em cada canal do aparelho gerador de corrente define como a musculatura será estimulada. Neste estudo, dois eletrodos pertencentes ao mesmo canal foram distribuídos: um na região submandibular e outro nas fibras descendentes do músculo trapézio, formando um campo de eletroestimulação de forma que toda a musculatura submandibular, músculo esternocleidomastóideo e trapézio - fibras descendentes, assim como a laringe, fossem estimulados. A configuração da corrente elétrica, portanto, gerada pelos dois canais, levou à eletroestimulação bilateral deste grupo muscular, proporcionando forte vibração mecânica passiva da laringe e do músculo trapézio, além de relaxamento do grupo muscular citado anteriormente. Embora haja relatos de pacientes que sentiram grande conforto laringeo após a aplicação da TENS^(6,8), no presente estudo, este tipo de eletroestimulação não foi capaz de alterar parâmetros diadococinéticos. Ou seja, a TENS não influenciou o comportamento de controle de movimentos de abertura e fechamento das pregas vocais.

A partir destes dados e os achados da literatura^(5,6,8), é possível inferir que a TML e a TENS, embora proporcionem relaxamento muscular, atuam de forma diferente e apresentam efeitos diferenciados, podendo ser utilizadas separadamente ou em combinações para o tratamento vocal de pacientes disfônicos.

É importante ressaltar que há escassez de estudos que tenham investigado o comportamento de abertura e fechamento das pregas vocais de indivíduos com disfonia comportamental. A maioria dos trabalhos com DDC laríngea foi realizada em pacientes neurológicos^(13,15), idosos⁽¹⁷⁾ ou em crianças⁽¹⁸⁾. Apenas dois trabalhos avaliaram a DDC oral e laríngea em indivíduos com disfonia comportamental, com vários tipos de afecções vocais, comparando os parâmetros diadococinéticos entre disfônicos e não disfônicos⁽²⁰⁾ e investigaram o comportamento das pregas vocais por faixas etárias de homens e mulheres com alterações vocais⁽²¹⁾. Assim, é necessário que mais estudos sejam realizados a fim de averiguar e caracterizar o comportamento neuromotor das pregas vocais nas diferentes lesões de massas, assim como o efeito de diferentes tipos de exercícios e técnicas terapêuticas. Além disso, é preciso que sejam realizados estudos que verifiquem os efeitos que a terapia vocal, a longo prazo, proporciona no comportamento laríngeo.

CONCLUSÃO

A maior regularidade de movimentos diadococinéticos das pregas vocais após intervenção com TML em mulheres disfônicas amplia o conhecimento sobre o efeito do reequilíbrio da musculatura da laringe na função fonatória. O mesmo não foi encontrado após aplicação de TENS, a qual não modificou nenhum parâmetro da DDC laríngea.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP (processo n. 2010/19470-9) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- Roy N, Leeper HA. Effects of the manual laryngeal musculoskeletal tension reduction technique as a treatment for functional voice disorders: perceptual and acoustic measures. *J Voice*. 1993;7(3):242-9. PMID:8353642. [http://dx.doi.org/10.1016/S0892-1997\(05\)80333-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0892-1997(05)80333-9).
- Van Lierde KM, De Ley S, Clement G, De Bodt M, Van Cauwenberge P. Outcome of laryngeal manual therapy in four Dutch adults with persistent moderate-to-severe vocal hyperfunction: a pilot study. *J Voice*. 2004;18(4):467-74. PMID:15567048. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2004.02.003>.
- Roy N, Nissen SL, Dromey C, Sapir S. Articulatory changes in muscle tension dysphonia: evidence of vowel space expansion following manual circumlaryngeal therapy. *J Commun Disord*. 2009;42(2):124-35. PMID:19054525. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcomdis.2008.10.001>.
- Van Lierde KM, Bodt MD, Dhaeseleer E, Wuyts F, Claeys S. The treatment of muscle tension dysphonia: a comparison of two treatment techniques by means of an objective multiparameter approach. *J Voice*. 2010;24(3):294-301. PMID:19497709. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2008.09.003>.
- Mathieson L, Hirani SP, Epstein R, Baken RJ, Wood G, Rubin JS. Laryngeal manual therapy: a preliminary study to examine its treatment effects in the management of muscle tension dysphonia. *J Voice*. 2009;23(3):353-66. PMID:18036777. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2007.10.002>.
- Guirro RRJ, Bigaton DR, Silvério KCA, Berni KCS, Distéfano G, Santos FL, et al. Transcutaneous electrical nerve stimulation in dysphonic women. *Pró-Fono R. Atual. Cient*. 2008;20(3):189-94.
- Sluka KA, Walsh DM. Transcutaneous electrical nerve stimulation: basic science mechanisms and clinical effectiveness. *J Pain*. 2003;4(3):109-21. PMID:14622708. <http://dx.doi.org/10.1054/jpai.2003.434>.
- Silverio KCA, Brasolotto AG, Siqueira LTD, Carneiro CG, Fukushiro AP, Guirro RRJ. Effect of application of transcutaneous electrical nerve stimulation and laryngeal manual therapy in dysphonic women. *Clin Trials*. 2015;29(2):200-8. PMID:25439510.
- Baken RJ, Orlikoff RF. *Clinical measurement of speech and voice*. 2. ed. San Diego: Singular; 2000. *Speech movements: diadochokinesis*; p. 511-74.
- Wertzner HF, Pagan-Neves LO, Alves RR, Barrozo TF. Implications of diadochokinesia in children with speech sound disorder. *CoDAS*. 2013;25(1):52-8. PMID:24408171. <http://dx.doi.org/10.1590/S2317-17822013000100010>.
- Eskander A, Gordon KA, Tirado Y, Hopyan T, Russell L, Allegro J, et al. Normal-like motor speech parameters measured in children with long-term cochlear implant experience using a novel objective analytic technique. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. 2014;140(10):967-74. PMID:25170778. <http://dx.doi.org/10.1001/jamaoto.2014.1730>.
- Andrade CRF, Queiróz DP, Sassi FC. Electromyography and diadochokinesis: a study with fluent and stuttering children. *Pró-Fono R. Atual. Cient*. 2010;22(2):77-82.
- Pereira AC, Brasolotto AG, Berretin-Felix G, Padovani CR. Diadochocinesia oral e laríngea em pacientes pós-acidente vascular encefálico. *Pró-Fono R. Atual. Cient*. 2004;16(3):283-92.
- Wang Y, Kent R, Duffy JR, Thomas JE. Analysis of diadochokinesis in ataxic dysarthria using the motor speech profile program. *Folia Phoniatr Logop*. 2008;61(1):1-11. PMID:19088478. <http://dx.doi.org/10.1159/000184539>.
- Godoy JF, Brasolotto AG, Berretin-Félix G, Fernandes AY. Neuroradiology and voice findings in stroke. *CoDAS*. 2014;26(2):168-74. PMID:24918512. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1782/20145311N>.
- Brendel B, Synofzik M, Ackermann H, Lindig T, Schölderle T, Schöls L, et al. Comparing speech characteristics in spinocerebellar ataxias type 3 and type 6 with Friedreich ataxia. *J Neurol*. 2015;262(1):21-6. PMID:25267338. <http://dx.doi.org/10.1007/s00415-014-7511-8>.
- Padovani M, Gielow I, Behlau M. Phonarticulatory diadochokinesis in young and elderly individuals. *Arq Neuropsiquiatr*. 2009;67(1):58-61. PMID:19330213. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-282X2009000100015>.
- Modolo DJ, Berretin-Felix G, Genaro KF, Brasolotto AG. Oral and vocal fold diadochokinesis in children. *Folia Phoniatr Logop*. 2011;63(1):1-8. PMID:20689303. <http://dx.doi.org/10.1159/000319728>.
- Icht M, Ben-David BM. Oral-diadochokinetic rates for Hebrew-speaking school-age children: real words vs. non-words repetition. *Clin Linguist Phon*. 2015;29(2):102-14. PMID:25259403. <http://dx.doi.org/10.3109/02699206.2014.961650>.
- Louzada T, Beraldinelle R, Berretin-Felix G, Brasolotto AG. Oral and vocal fold diadochokinesis in dysphonic. *J Appl Oral Sci*. 2011;19(6):567-72. PMID:22230989. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-77572011000600005>.
- Oliveira DN, Brasolotto AG, Silverio KCA. Controle dos movimentos de pregas vocais em disfônicos de diversas faixas etárias. In: XX Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia [Internet]; 2012; Brasília. Proceedings. São Paulo: SBFA; 2012. p. 3106 [citado em 2016 Set 25]. Disponível em: http://www.sbfa.org.br/portal/anais2012/trabalhos_select.php?id_artigo=3106&tt=SESS%C3O%20DE%20CONCORRENTES%20A%20PR%CAMIO
- Leeper HA, Jones E. Frequency and intensity effects upon temporal and aerodynamic aspects of vocal fold diadochokinesis. *Percept Mot Skills*. 1991;73(3):880-2. PMID:1792136. <http://dx.doi.org/10.2466/pms.1991.73.3.880>.
- Leeper HA, Heeneman H, Reynolds C. Vocal function following vertical hemilaryngectomy: a preliminary investigation. *J Otolaryngol*. 1990;19(1):62-7. PMID:2313787.
- Lagorio LA, Carnaby-Mann GD, Crary MA. Treatment of vocal fold bowing using neuromuscular electrical stimulation. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2010;136(4):398-403. PMID:20403858. <http://dx.doi.org/10.1001/archoto.2010.33>.
- Satalloff RT, Linville SE. The effects of age on the voice. In: Satalloff RT. *Professional voice: the science and art of clinical care*. New York: Raven Press; 1991. p. 497-511.

26. Dworkin JP. Characteristics of frontal lisps clustered according to severity. *J Speech Hear Disord.* 1980;45(1):37-44. PMID:7354629. <http://dx.doi.org/10.1044/jshd.4501.37>.
27. Fletcher SG, Meldrum JR. Lingual function and relative length the lingual frenulum. *J Speech Hear Res.* 1968;11(2):382-90. PMID:5664266. <http://dx.doi.org/10.1044/jshr.1102.382>.
28. Hale ST, Kellum GD, Richardson JF, Messer SC, Gross AM, Sisakun S. Oral motor control, posturing, and myofunctional variables in 8-year-olds. *J Speech Hear Res.* 1992;35(6):1203-8. PMID:1494265. <http://dx.doi.org/10.1044/jshr.3506.1203>.
29. Ludlow CL. Central nervous system control of the laryngeal muscles in humans. *Respir Physiol Neurobiol.* 2005;147(2-3):205-22. PMID:15927543. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resp.2005.04.015>.
30. Ludlow CL, Sedory SE, Fujita M. Neurophysiological control of vocal fold adduction and abduction for phonation onset and offset during speech. In: Gauffin J, Hammarberg B, editores. *Vocal fold physiology*. New York: Ravens Press. p. 197-205.

Contribuição dos autores

LTDS participou da execução das avaliações, interpretação dos dados e elaboração do manuscrito; KCAS participou do delineamento e desenho do estudo, execução das avaliações, da interpretação dos dados e elaboração do manuscrito; AGB participou do delineamento e desenho do estudo, interpretação dos dados e revisão crítica do estudo; RRJG participou da revisão crítica do estudo; CGC participou da execução das avaliações otorrinolaringológicas e da revisão crítica do estudo; MB participou da interpretação dos dados e revisão crítica do estudo. Todos os autores leram e aprovaram o manuscrito final.