

# Músculo tiroaritenóideo e som basal: uma revisão de literatura

## *Thyroarytenoid muscle and vocal fry: a literature review*

Carla Aparecida Cielo<sup>1</sup>, Vanessa Santos Elias<sup>2</sup>, Débora Meurer Brum<sup>1</sup>, Fernanda Vargas Ferreira<sup>3</sup>

### RESUMO

O trabalho do fonoaudiólogo utiliza-se de exercícios vocais como o som basal (SB), que se origina da grande atividade contrátil do músculo laríngeo intrínseco tiroaritenóideo (TA). O objetivo deste estudo foi revisar a literatura relacionada ao TA e ao SB. Realizou-se levantamento bibliográfico dos últimos 20 anos sobre o assunto nas bases de dados LILACS, SciELO, PubMed, *Web of Science* e *Google Scholar*. Verificou-se que o feixe interno do TA apresenta fibras de contração lenta, isotônicas, resistentes à fadiga; o feixe externo apresenta fibras de contração rápida, fatigáveis, isométricas. O SB caracteriza-se pela percepção dos pulsos de vibração glótica durante a emissão nas frequências mais graves da tessitura vocal (crepitação em graves ou *vocal fry*), principalmente pela ação do TA, especialmente sua porção interna, que se encurta de forma evidente, soltando a mucosa em grande volume ao longo da borda livre, aumentando a pressão subglótica e os níveis de *jitter*, *shimmer* e ruído, e reduzindo o fluxo aéreo. Com base na literatura, a exercitação isométrica do TA externo ocorreria com o SB sustentado na frequência mais grave possível ao sujeito (contração máxima), durante seis segundos, de cinco a dez vezes diárias, compatível com o predomínio de fibras de contração rápida. Na exercitação isotônica do TA interno, utilizar-se-iam sons agudos para estirá-lo, alternando emissões em SB (contração concêntrica) e em registro modal de cabeça ou em falsete (sons hiperagudos) (contração excêntrica), com várias séries diárias de oito a 12 repetições, compatível com o predomínio de fibras de contração lenta.

**Descritores:** Voz/fisiologia; Músculos laríngeos/fisiologia; Fonação/fisiologia; Reabilitação; Fonoterapia

### INTRODUÇÃO

A voz humana é resultado da complexa interação entre elementos musculares, conjuntivos, epiteliais, cartilagosos, ligamentosos, nervosos, e ósseos. A voz é produzida reflexa ou intencionalmente, desempenhando papel comunicativo ou artístico ao longo da evolução humana<sup>(1)</sup>. Deste complexo gerador de voz, destaca-se o músculo laríngeo intrínseco tiroaritenóideo (TA), componente primordial do oscilador que gera as ondas sonoras: as pregas vocais (PPVV), sendo também denominado de músculo vocal<sup>(1-5)</sup>.

A emissão natural da voz requer atividade muscular, incluindo o músculo TA que participa da adução glótica e da produção de sons de baixa frequência ou graves. Também

o trabalho executado por fonoaudiólogos utiliza exercícios vocais relacionados à atividade de músculos específicos, conforme os objetivos do tratamento, como no caso da técnica do som basal (SB), realizada pela grande contração do músculo TA<sup>(1,3-9)</sup>. Assim, é necessário que o fonoaudiólogo conheça as características neuroanatomofisiológicas do TA e seu papel na técnica vocal de SB, utilizada na clínica, para fundamentar os critérios de sua utilização e indicação.

De forma geral, pode-se afirmar que a literatura carece de pesquisas voltadas à fisiologia e à eficácia dos exercícios utilizados para os distúrbios de voz. O objetivo fisiológico da maioria dos exercícios vocais ainda é amplamente considerado em termos intuitivos<sup>(2)</sup>, sendo o presente trabalho uma sistematização de conhecimentos atuais para maior compreensão do TA e do SB. Na prática otorrinolaringológica, o TA adquire importância por ser um dos maiores responsáveis pela produção da voz, suportando a mucosa oscilatória que gera o sinal vocal. As condições neuroanatomofisiológicas do TA e as características de fala espontânea em SB permitem ao otorrinolaringologista a investigação de traumatismos crânio-encefálicos e doenças neurológicas graves que ocasionam disartrias e que podem apresentar suas primeiras manifestações no nível laríngeo/fonatório, requerendo os encaminhamentos específicos<sup>(1,10)</sup>.

Em função do exposto, o objetivo deste estudo foi realizar

Trabalho realizado no Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria (RS), Brasil.

(1) Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria (RS), Brasil.

(2) Curso de Fonoaudiologia, Universidade FEEVALE – Novo Hamburgo (RS), Brasil.

(3) Curso de Fisioterapia, Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA – Uruguaiana (RS), Brasil.

**Endereço para correspondência:** Carla Aparecida Cielo. R. Major Duarte, 705/203, Bairro Dores, Santa Maria (RS), Brasil, CEP: 97050-460. E-mail: cieloca@yahoo.com.br

**Recebido em:** 9/1/2010; **Aceito em:** 14/12/2010

uma revisão de literatura relacionada ao TA e ao SB. Para tanto, realizou-se um levantamento bibliográfico sobre o assunto nas bases de dados LILACS, SciELO, PubMed, *Web of Science* e *Google Scholar*, abrangendo os últimos 20 anos.

## REVISÃO DA LITERATURA

### Musculatura esquelética

Um músculo esquelético é aquele cuja unidade funcional é a fibra muscular, célula denominada de miócito, fina, longa, multinucleada, com diâmetro variando entre 10 e 100 µm. Cada fibra muscular é composta por milhares de miofibrilas ou elementos contráteis, filamentos cilíndricos que preenchem o interior da célula, cujos diâmetros variam de 1 a 2 µm. As miofibrilas, por sua vez, compõem-se de miofilamentos de proteínas (miosina, actina, tropomiosina e troponina) dispostas lado a lado, resultando no sarcômero, que é a unidade responsável pela contração muscular<sup>(11)</sup>. A capacidade de contrair-se é característica do tecido muscular, cuja ação ocorre pelo deslizamento dos miofilamentos, uns sobre os outros, gerando a contração<sup>(12)</sup>.

As fibras musculares são reunidas em grupos para formarem fascículos que, agrupados dentro de uma camada de tecido conjuntivo, formam um músculo inteiro. As contrações do músculo esquelético são, na maioria, voluntárias, controladas pelo sistema nervoso e desencadeadas pelo estímulo que chega ao músculo por meio da sinapse entre um neurônio (motoneurônio) e as fibras musculares inervadas por ele. A este conjunto, chama-se unidade motora. Cada axônio inerva fibras musculares idênticas, em que o número de axônios varia em função do tamanho do músculo inervado<sup>(13)</sup>. A força e a velocidade de contração são determinadas pelo número de unidades motoras ativadas<sup>(11,13)</sup>. O controle da força muscular é essencial para a realização de qualquer movimento, incluindo a produção da voz.

Os músculos esqueléticos geralmente apresentam todos os tipos de fibras musculares, adaptadas a cada ato motor, com distribuição variável, mas havendo predomínio de algum tipo de fibra<sup>(13)</sup>.

As fibras musculares esqueléticas diferem quanto à resistência à fadiga e ao desenvolvimento de tensão, conforme sua capacidade oxidativa de transformar energia química em mecânica<sup>(11)</sup>, sendo conhecidos dois tipos: as fibras de contração lenta (CL), vermelhas, de tipo I, ou tônicas, e as de contração rápida (CR), brancas, de tipo II, ou fásicas<sup>(3-7)</sup>.

As fibras CL (Tipo I) são adaptadas para contrações musculares continuadas, com resistência à fadiga, não suportam sobrecarga e sim atividade repetitiva de baixa demanda, uma vez que sua contração máxima é mais baixa, sendo recrutadas mesmo em atividades anaeróbicas. Essas fibras carregam muitas mitocôndrias, são volumosas, e possuem altos níveis de mioglobina, substância responsável por sua coloração vermelha<sup>(11)</sup>.

As fibras CR (Tipo II) suportam sobrecarga, apresentam contrações rápidas e descontínuas, porém pouco repetitivas, e são mais suscetíveis à fadiga muscular. Elas podem ser classificadas em CR-A ou IIa, CR-B ou IIb, e CR-C ou IIc, de acordo com sua função motora<sup>(11,14)</sup>.

As CR-A ou IIa possuem características das fibras CR-B e das CL (mais resistentes), são maiores em diâmetro do que as CL, apresentando maior força de contração e maior rapidez contrátil, mantendo a contração durante maior período de tempo, com capacidade tanto aeróbia como anaeróbia, sendo consideradas intermediárias. As fibras CR-B ou IIb, chamadas de oxidativo-rápido-glicolítico, são rápidas, com maior potencial anaeróbio e pouca resistência à fadiga, sendo a verdadeira fibra de CR. As fibras musculares CR-C ou IIc são mais raras e podem participar da reinervação ou da transformação das unidades motoras<sup>(13,14)</sup>.

Em contração muscular voluntária, independentemente da intensidade do exercício, as fibras CL são ativadas primeiro, havendo recrutamento de fibras do tipo CR-A quando há necessidade de fornecimento rápido e potente de energia. As fibras CR-B são recrutadas apenas em níveis máximos ou quase máximos de atividade muscular<sup>(11,14)</sup>.

Em laringes caninas denervadas, verificou-se que as fibras CR atrofiaram mais e mais rapidamente do que as CL e reduziram seu diâmetro, enquanto as CL, mesmo em processo de atrofia, sofreram alargamento do diâmetro. Essas modificações ocorreram, de modo geral, dentro de três meses após a denervação<sup>(15)</sup>.

### Músculo tiroaritenóideo

O TA é um músculo estriado esquelético par que faz parte da musculatura intrínseca da laringe e cada um compõe uma prega vocal; recebe seu suporte motor e sensorial do nervo vago (X par craniano) por meio de uma de suas ramificações, o nervo laríngeo inferior ou recorrente (NLI); situa-se lateralmente à membrana elástica e aos ligamentos tiroaritenóideos<sup>(1,3-6,8,9,14,16-19)</sup>.

O TA possui dois feixes musculares principais: o tiromuscular ou externo (TA externo) que se insere anteriormente na face interna da cartilagem tireoide e vai até o processo muscular da cartilagem aritenóide, e o *vocalis*, tirovocal, interno (TA interno), ou músculo vocal, que se insere anteriormente na face interna da cartilagem tireoide e posteriormente no processo vocal da cartilagem aritenóide<sup>(1,3-6,8,16-19)</sup>. Há um terceiro feixe de fibras musculares que compõe o TA, chamado músculo ventricular ou TA vestibular, dirigindo-se superiormente às pregas vestibulares<sup>(1,3-6,8,16)</sup>. Além desses três feixes, o músculo tiroepiglótico deprime a epiglote pela contração das fibras do TA que se prolongam em direção às pregas ariepiglóticas<sup>(1,8)</sup>.

Quanto à inervação, o NLI emerge do nervo vago, contorna o tronco braquiocefálico à direita e a aorta à esquerda, passando pelo sulco tráqueo-esofágico com grande relação com o pólo inferior da glândula tireoide, até penetrar na laringe, sob a margem inferior do músculo constritor inferior da faringe, alcançando a face posterior da laringe. Divide-se em cinco ramos motores responsáveis por toda a musculatura intrínseca da laringe, exceto o cricotireoideo (CT), que é inervado pelo nervo laríngeo superior do vago, apresentando também um ramo aferente responsável pela sensibilidade da subglote<sup>(1,3-5,14,16,17)</sup>.

A musculatura intrínseca da laringe, incluindo-se o TA, realiza movimentos de precisão, com ajustes tensionais e pos-

turais das PPVV<sup>(1,3-5,10,16,18,19)</sup>, cooperando com a musculatura extrínseca<sup>(3-5,10,19-22)</sup>, sendo composta por fibras do tipo CL e CR<sup>(8,11,15,23)</sup>.

Os músculos intrínsecos mais rápidos, como os TA, cricoaritenóideos laterais e interaritenóideos, apresentam maior número de fibras CR-A, sendo mais fatigáveis, enquanto os lentos, como o CT e o CAP, são ricos em fibras CL, sendo mais resistentes<sup>(8,11,15,23-25)</sup>.

O TA externo é rico em fibras CR, sendo altamente fatigável<sup>(1,3-7,14,23)</sup>, sua contração é isométrica, envolvendo resistência sem movimento e tensão sem estiramento<sup>(1,3-5,11,14)</sup>, sendo considerado predominantemente adutor, importante para a produção e manutenção da firmeza glótica com maior estabilidade do fechamento glótico frente a maiores níveis de intensidade vocal (pressão aérea subglótica)<sup>(1,3-7,26)</sup>.

Em cães, também se observou que as fibras CL praticamente não existem no TA externo e que, após a denervação, o TA sofre atrofia rapidamente, em função do predomínio de fibras CR<sup>(15)</sup>.

A contração do TA interno aumenta a força e a resistência glóticas, regulando a intensidade vocal<sup>(3-5,19,25)</sup>, aumenta a massa e diminui o comprimento das PPVV, diminuindo a distância entre as cartilagens tireóide e aritenóides, ocasionando o acúmulo da massa mucosa que reveste as PPVV<sup>(1,3-5,9)</sup>.

O aumento de massa das PPVV aumenta a sua inércia à passagem do ar, diminuindo a velocidade dos ciclos vibratórios, produzindo os sons de baixa frequência, considerando-se o TA interno o tensor para graves<sup>(1,3-9,19)</sup>.

Este músculo é rico em fibras CL contração de tipo isotônico<sup>(23,25)</sup> que, provavelmente, auxilia nos movimentos mais refinados das PPVV durante a fala, como a adução prolongada para propostas comunicativas<sup>(7)</sup>.

Considera-se que a musculatura intrínseca da laringe é relativamente resistente à fadiga<sup>(22,24)</sup> e alguns autores<sup>(3-7)</sup> atribuem ao TA interno maior resistência devido ao predomínio das fibras musculares CL do que ao TA externo.

O músculo CT, responsável pela produção dos sons de alta frequência, ou agudos, é considerado mais resistente do que o TA, recomendando-se a adoção de um padrão vocal mais agudo durante atividades vocais que requeiram maior demanda como uma forma de minimizar ou evitar a fadiga vocal<sup>(3-6)</sup>.

No entanto, a habilidade de um músculo em sustentar a contração durante um período prolongado de tempo está relacionada a vários fatores: distribuição do tipo de fibras, sua organização, ângulo de tração, comprimento do músculo, ângulo articular, velocidade de contração, e ativação da unidade motora<sup>(11,12,20)</sup>.

Além das características musculares, a fadiga vocal pode ser influenciada pelo aumento da viscosidade das PPVV, redução da circulação sanguínea e tensão dos tecidos não musculares<sup>(2,6,7,14,22)</sup>. A fadiga muscular pode ocorrer depois de prolongados períodos de fonação, independentemente de quão bem os músculos estejam desenvolvidos, como uma adaptação negativa que ocorre em consequência do uso prolongado da voz<sup>(7,14,20,22)</sup>.

Com base no exposto, verifica-se que a definição e as características da fadiga vocal são incertas, não havendo consenso sobre o assunto<sup>(2,6,7,14,22)</sup>.

Quanto ao feixe superior do TA humano (TA vestibular), sabe-se muito pouco, em virtude de que ocorre apenas em metade da população humana<sup>(1)</sup>, mas é possível que contribua com a constrição do vestíbulo laríngeo, favorecendo a aproximação medial das pregas vestibulares e a pressão sobre as glândulas mucosas do ventrículo laríngeo, liberando secreções lubrificantes<sup>(3,4,6,7,19)</sup>.

### Registro basal e som basal

O termo “registro vocal” ainda não possui consenso na literatura<sup>(1,18,19,27)</sup>, mas alguns autores o relacionam às diferentes formas de emissão de voz que abrangem toda a gama de sons da tessitura vocal do homem, do mais grave ao mais agudo, cujas frequências, em cada registro, apresentam um caráter uniforme de emissão, havendo variação relacionada a mudanças relativas na seção transversal das pregas vocais, produzidas por contração diferencial dos músculos intrínsecos, sendo os três principais registros da voz humana: basal, modal e registro elevado ou de falso<sup>(1,3,4,18,19,26,27)</sup>.

O Registro Basal (RB) ou pulsátil é caracterizado pela percepção dos pulsos de vibração glótica durante a emissão<sup>(1,19,27-30)</sup>, comparando-se tal emissão ao som de um “motor de barco”, “ranger de porta”, “comida fritando” ou ao “arrastar uma vara numa cerca de tela”<sup>(1,27)</sup>, podendo ser produzido tanto na expiração quanto na inspiração<sup>(29)</sup>.

Durante a emissão em RB, as pregas vestibulares medializam-se mais acentuadamente do que no registro modal; as PPVV encontram-se encurtadas, e o fechamento glótico é mais firme<sup>(1,3,4,6,7,9,18,19,21,30,31)</sup>. É provável que esse fechamento firme deva-se, principalmente, à forte compressão lateral das PPVV, proporcionada pela porção mais externa do TA<sup>(3,4,19)</sup>. Mesmo com o fechamento glótico firme, a mucosa apresenta-se solta e em grande volume ao longo da borda livre, devido ao encurtamento das PPVV<sup>(1,6,7,9,18,19,21,30,31)</sup>. O ar subglótico sobe em forma de bolhas entre as PPVV, aproximadamente na junção dos dois terços anteriores da glote<sup>(9,27,32,33)</sup>.

Os processos vocais das aritenóides parecem estar avançados anterior e medialmente, podendo diminuir a fenda glótica posterior<sup>(18)</sup>. O espessamento das PPVV, juntamente com a diminuição da rigidez do ligamento vocal durante o RB, podem ser os principais fatores contribuintes para reduzir a velocidade de vibração das PPVV, alterando as características do ciclo vibratório, em que as PPVV abrem e fecham de uma a três vezes em rápida sucessão (dependendo do autor) e, após, assumem a posição em fase fechada por um período mais longo, num padrão vibratório de pulsos que também caracteriza este registro<sup>(1,3,4,6,7,9,18,19,21,28,30-36)</sup>.

Neste registro, a laringe se encontra rebaixada no pescoço<sup>(3-5,19,28,37)</sup> e as pregas vestibulares contraem-se tanto ao ponto de entrarem em contato com as PPVV, diminuindo ou até eliminando o espaço ventricular, ocasionando a estrutura laríngea espessa e compacta desse registro, caracterizando o ajuste muscular do RB com espaço ventricular reduzido, quando comparado ao registro modal<sup>(19)</sup>.

Na avaliação aerodinâmica da emissão em RB, observa-se pressão subglótica aumentada e fluxo aéreo reduzido<sup>(1,18,19,26,29,32-35)</sup>.

Quanto às características acústicas, há diferentes opiniões entre os autores quanto à faixa de frequência que pode ser englobada pelo RB, variando de 2 a 90 Hz, mas todos concordam que se trata das frequências mais graves que a voz humana pode produzir<sup>(1,3,4,6,7,9,18,19,21,27,29,30,32-34,38)</sup>. Encontrou-se o desvio padrão da frequência fundamental maior durante a fonação em RB do que em registro modal<sup>(34,35)</sup>.

Os índices de perturbação de frequência (*jitter*) durante as produções em RB também são significativamente maiores do que os observados no registro modal, tanto em vozes normais quanto em vozes patológicas, ocorrendo o mesmo com as medidas de perturbação de intensidade (*shimmer*) e com a presença de ruído<sup>(1,18,19,32-35)</sup>.

Na avaliação perceptivo-auditiva, há diferenças claras entre emissões em RB e vozes normais ou até mesmo disfônicas. A voz produzida em RB apresenta tensão, pouca modulação e fraca intensidade<sup>(1,19,29)</sup>, sendo chamada também de voz crepitante<sup>(1,3,4,10,19,27)</sup>.

A voz crepitante, no inglês americano, pode ser denominada de *vocal fry* ou *glottal fry*<sup>(1,27-29)</sup> e, no inglês britânico, de *creaky voice*<sup>(1,27-29)</sup>, confundindo-se com as emissões em RB. Porém, não há necessariamente uma equivalência entre ambos, ou seja, o RB caracteriza-se por uma frequência fundamental bastante grave, com característica crepitante<sup>(28,29,34,35)</sup>. No entanto, a crepitação pode se apresentar em qualquer frequência da extensão vocal, e não somente no RB<sup>(1,29)</sup>. Assim, “o uso do termo *vocal fry* refere-se exclusivamente à crepitação no RB, enquanto o termo *creaky voice* indica a crepitação introduzida em qualquer tipo de emissão”<sup>(1)</sup>.

Quanto ao gênero, são comuns a homens e mulheres duas características do RB: a ocorrência das múltiplas fases de abertura e fechamento a cada ciclo vibratório (pulsos glóticos)<sup>(1,3,4,6,7,9,18,19,21,27,28,30-36)</sup> e a mesma faixa de frequências graves em sua produção<sup>(1,3,4,6,7,9,18,19,21,29,30,32-35,38)</sup>. Além disso, homens e mulheres apresentaram valores significativamente altos de quociente de contato entre as PPVV à eletroglotografia no RB, quando comparados ao registro modal<sup>(30)</sup>.

No entanto, verificou-se que as mulheres apresentaram valores significativamente mais altos de quociente de contato entre as PPVV no RB, quando comparados aos valores dos homens, indicando maior assimetria entre a duração das fases fechada e aberta dos ciclos glóticos nas mulheres e confirmando que diferenças entre os gêneros não existem apenas no registro modal, mas também no RB<sup>(30)</sup>.

A emissão contínua em RB ou pulsátil (considerando-se as características anteriormente mencionadas do RB), na fala, em sílabas ou em vogais, utilizada em fonoterapia, configura a técnica terapêutica tradicional de SB<sup>(1,3-5,9,16,18,19,21,27-30)</sup>.

Na literatura pesquisada, há apenas uma proposta nacional, publicada em forma de monografia e em dois capítulos de livro<sup>(3,4,19)</sup>, por meio da qual se descrevem duas formas de execução do SB, denominadas tenso e relaxado, cujas características fisiológicas diferem entre si.

A produção do SB relaxado caracterizar-se-ia por uma posição mais baixa da laringe, ação predominante do músculo TA, principalmente seu feixe interno, menor participação das pregas vestibulares, bordas das PPVV mais soltas, com estrutura laríngea mais relaxada, pulsos glóticos simples e

intensidade fraca. O SB tenso caracterizar-se-ia por elevação da laringe, com consequente aumento da adução glótica, ação dos músculos cricoaritenóideo lateral (CAL) e TA externo, maior participação das pregas vestibulares, bordas das PPVV rígidas, estrutura laríngea mais tensa, pulsos glóticos duplos ou até triplos e intensidade discreta ou discretamente maior do que no SB relaxado, podendo-se, ainda, denominá-lo de *fry* de pulsos escassos<sup>(3,4,19)</sup>.

Quanto à atividade muscular utilizada para a produção do SB, refere-se haver predomínio dos músculos CAL e TA<sup>(3,4,19)</sup>, mas isso estaria relacionado à produção do SB tenso<sup>(3)</sup>. Alguns autores consideram que a nomenclatura que caracteriza os dois tipos de SB, *tenso* e *relaxado*, mostra-se adequada e didática<sup>(7,19,31)</sup>. Porém, há a necessidade de pesquisas de campo que documentem a fisiologia e as características acústicas desses dois tipos de SB propostos de forma teórica, uma vez que não foram encontradas na literatura.

A maioria dos autores concorda que o SB é produzido pela ação predominante do músculo TA que compõe o corpo das PPVV e é considerado tensor para graves, promovendo as frequências baixas da voz humana<sup>(1,3-9,18,19,29,34,35)</sup>. Porém, não menciona diferenças fisiológicas de execução do SB.

Como o *jitter* é relacionado à aspereza vocal<sup>(1)</sup> e as emissões em RB apresentam *jitter* aumentado<sup>(1,18,34,35)</sup>, supondo-se que isto pode estar relacionado à concepção teórica do SB tenso, o que geraria a característica vocal de aspereza devido à rigidez do sistema muscular<sup>(3,4,19)</sup>, mas também não foram encontrados trabalhos de pesquisa que investigassem esta relação.

No entanto, alguns autores afirmam que a produção do SB tenso é incorreta<sup>(1,29)</sup>, salientando que o SB deve ser produzido em emissão prolongada e sem esforço em RB, após a expiração quase completa, ou na inspiração, em frequências muito graves<sup>(1,29)</sup>, configurando o *vocal fry*, como descrito anteriormente, e não a *creaky voice*, que pode ocorrer em qualquer faixa de frequência, uma vez que o SB emitido com excesso de tensão muscular apresenta frequência fundamental mais aguda<sup>(1,29)</sup>.

O uso do SB pode ser observado em finais de emissão ou de frases em falantes sem alterações vocais<sup>(1,27)</sup>, aparecendo na fonação de alguns indivíduos nas inflexões decrescentes de tristeza, tédio, conforme o humor, nível de fadiga ou uso incorreto do sistema laríngeo<sup>(1,27,28,38)</sup>, como recurso de oratória em radiodifusão ou ainda como modelo vocal relacionado ao estereótipo de “sedução barata”<sup>(1)</sup>.

É uma qualidade vocal que frequentemente aparece em vozes relaxadas, indicando baixa tensão, ou em vozes mais tensas, indicando expressões de surpresa, admiração ou sofrimento<sup>(27)</sup>.

Contudo, inúmeros autores afirmam que o uso persistente do SB na fala habitual é considerado prejudicial e deve ser desativado, pois representa comportamento hiperfuncional que pode levar à desordem vocal<sup>(1,21,28)</sup>, uma vez que a comunicação diária exige maior volume e projeção, impraticáveis nesse tipo de emissão<sup>(1,3,4)</sup>.

Indivíduos que usam o SB na fala habitual tendem a realizar muita tensão vocal na tentativa de elevar a intensidade, que normalmente se encontra reduzida nesse tipo de emissão<sup>(1,3,4)</sup>. Para desativação do uso persistente do SB na fala habitual, sugere-se a alteração direta da frequência vocal na fonação do paciente<sup>(1,3,4)</sup>.



O uso constante do SB na fala pode se apresentar como um tipo clínico de disfonia psicogênica, definido como disfonia por fixação em RB. Mesmo não sendo frequente, esse tipo de alteração vocal pode ser observado no gênero masculino, em adultos jovens que necessitam de auto-afirmação ou com características agressivas acentuadas<sup>(1)</sup>.

Verificou-se que pacientes com granuloma laríngeo de contato que apresentavam comportamento abusivo da voz mostraram *pitch* agravado, voz monótona e uso excessivo do SB durante a fala habitual<sup>(39)</sup>.

Além disso, a voz crepitante pode representar uma das formas de instabilidade fonatória de longo termo presente em certos distúrbios neurológicos<sup>(10)</sup>.

### Som basal como técnica fonoterapêutica

O SB, apesar de estudado como emissão em RB, foi introduzido com finalidade terapêutica<sup>(40)</sup> há mais de vinte anos, sendo indicado no tratamento de diversas alterações vocais<sup>(19,29,31)</sup>: quadros psicogênicos (falsete de conversão, muda vocal incompleta, falsete mutacional, muda vocal prolongada, muda vocal retardada); disfonia por tensão muscular (isometria laríngea, fadiga vocal, fonação desconfortável, fenda triangular médio-posterior); disfonia orgânico-funcional (nódulos, pólipos, cistos, edemas e espessamento das PPVV); hipernasalidade, fissura lábiopalatina, insuficiência ou incompetência velofaríngea; disfonia espasmódica, fonação ventricular; laringectomia parcial vertical; palatomia; presbilinge; paralisias de laringe; casos em que se observam *pitch* vocal agudo e tensão no aparelho fonador; ou no monitoramento do equilíbrio laríngeo, quando o indivíduo consegue entrar facilmente no SB; e até em casos de disfagia<sup>(1,3-6,9,16,19,21,29-33,37)</sup>.

Mesmo sem haver, ainda, comprovação científica publicada da fisiologia e das características acústicas das duas formas de execução do SB propostas, os autores desta concepção teórica sugerem o uso do SB relaxado nos casos de disfonia hiperkinética com dificuldade no controle do fluxo aéreo, afonias ou disfonias de conversão e atrasos funcionais da muda vocal; e o uso do SB tenso nos casos de insuficiência glótica por paralisia laríngea unilateral, sulco vocal, e disfonia espasmódica de abdução, visando o melhor fechamento glótico e a estabilidade vocal<sup>(3,4,16,19)</sup>.

No entanto, outros autores afirmam que, quando praticado de forma tensa e com frequência mais aguda, o SB deve ser imediatamente corrigido, não sendo indicada a insistência na entrada em SB em casos de disfonias hiperkinéticas para evitar o aumento da tensão<sup>(1,29)</sup>. Para facilitar sua produção, poder-se-ia utilizar sons graves, bocejos e exercícios cervicais<sup>(29)</sup>.

Ainda, sugere-se utilizar o SB no tratamento de nódulos de PPVV no início do tratamento apenas como som facilitador, pois, além de propiciar limitada excursão da mucosa, solicita ativamente a contração do músculo TA que é altamente fatigável<sup>(3,4,19)</sup>.

Conforme a literatura, o SB provoca grande contração do músculo TA, encurtando-o; relaxamento do CT e dos CAP; maior coaptação glótica; constrição ântero-posterior do véstíbulo laríngeo; constrição da nasofaringe, elevação do véu palatino, evidenciação da Prega de Passavant; mobilização

e relaxamento da mucosa, aumentando sua massa; melhor coaptação glótica; redução da tensão fonatória com fonação confortável após o exercício; aumento do componente oral da ressonância; diminuição da hipernasalidade; melhora da *loudness*; melhora da rouquidão; direcionamento do fluxo aéreo para a cavidade oral; aumento do cociente de contato entre as PPVV; decréscimo da frequência fundamental; melhora da relação ruído-harmônico; maior número de harmônicos; maior uniformidade e distribuição de frequências no espectrograma; aumento da energia do espectro vocal; sinal de áudio mais regular; aumento do tempo máximo de fonação<sup>(1,3,9,19,21,26,28,29,32-34,37,38)</sup>.

Em pesquisa recente, verificou-se que, em caso de fendas, apesar da melhora do fechamento glótico com o SB, pode ocorrer aumento de medidas de ruído, de *jitter* e piora da qualidade vocal<sup>(21)</sup>.

Afirma-se que a prática dos exercícios com sons mais graves, o que ocorre com o SB, estimula a produção de secreção das glândulas mucosas do Ventrículo de Morgagni, permitindo maior lubrificação do epitélio das PPVV<sup>(3,4,19)</sup>.

Ressalta-se a importância da aplicação e execução correta do SB, de acordo com cada patologia, pois a duração ou forma inadequada de sua execução pode levar ao decréscimo da frequência fundamental habitualmente utilizada pelo paciente em conversa espontânea e sobrecarregar o TA, gerando fadiga<sup>(3,4,7,19)</sup>.

Afirma-se, ainda, que executar exercícios em SB ou em frequências muito graves, que exigem intenso trabalho do TA, pode não ser uma condição ideal para a musculatura se não houver um alongamento prévio do mesmo, possível por meio da realização de falsete suave<sup>(4,19)</sup>.

Quando o exercício é realizado com excesso de esforço, muito rápido ou a carga é muito alta, o ácido láctico (toxina com função de reforço muscular) acumula-se no músculo, limitando o seu desempenho<sup>(20)</sup>.

Com base na teoria até aqui exposta, sugere-se não utilizar o SB como o último exercício da sequência de aquecimento vocal para profissionais da voz ou como o último exercício da sessão de pacientes com quadros em que a redução da frequência fundamental não é o objetivo, em função do ajuste de frequência fundamental baixa, que pode se manter na fala em registro modal, gerando fadiga<sup>(3,4,7,19)</sup>. Tampouco, utilizá-lo como o primeiro exercício nessas situações, devido à necessidade de alongamento prévio do TA antes da realização do SB<sup>(4)</sup>.

O alongamento aumenta a resistência e a elasticidade musculares, quando praticado com regularidade. As respostas motoras ao alongamento equilibram as tensões musculares; melhoram a elasticidade e o comprimento dos músculos; organizam a postura; e melhoram a elaboração do gesto motor e a propriocepção<sup>(20)</sup>.

Quanto ao tempo de execução do SB, observou-se efeito positivo sobre a qualidade vocal de sujeitos adultos, portadores de fissura lábiopalatina pós-forame reparada cirurgicamente, após a realização de três minutos da técnica do SB<sup>(33)</sup>.

Em estudo com pacientes submetidos à laringectomia parcial vertical, o SB realizado durante dois minutos possibilitou maior vibração e aproximação das estruturas remanescentes supraglóticas, com melhora vocal perceptivo-auditiva<sup>(31)</sup>.

No entanto, outros autores verificaram efeito negativo após três minutos de execução do SB por adultos sem alterações no aparato fonador, provavelmente pela sobrecarga muscular, havendo melhores resultados com um minuto de execução<sup>(38)</sup>.

Mulheres adultas com fenda em ampulheta<sup>(21)</sup> e mulheres adultas com laringe normal<sup>(32)</sup> realizaram o SB em três séries de 15 repetições em tempo máximo de fonação, com 30 segundos de repouso passivo ou silêncio total entre as séries<sup>(14)</sup>, apresentando resultados positivos sobre a laringe e a voz.

Ainda, considerando-se que o SB é produzido pelo predomínio da ação dos músculos TA, a exercitação isométrica do TA externo<sup>(1,3-5,11,14)</sup>, por meio do SB, pode ser realizada mantendo-se a contração máxima durante seis segundos, com repetição diária de cinco a dez vezes<sup>(11,14)</sup>. Desta forma, para a contração isométrica, exercitando-se principalmente o TA externo, o SB deveria ser mantido na frequência mais grave possível para o sujeito (contração muscular máxima), sustentando esta emissão conforme descrito anteriormente, o que seria compatível com o seu predomínio de fibras CR<sup>(1,3-7,14,18,19,20,23)</sup>.

A contração isotônica, compatível com o predomínio de fibras CL do TA interno<sup>(3-5,18,24)</sup>, envolve resistência com movimento, ocorrendo tensão na musculatura durante o movimento, encurtando (contração concêntrica) e estirando (contração excêntrica) o músculo<sup>(1,3-5,9)</sup>, sugerindo-se a exercitação com oito a 12 repetições do movimento em várias séries ao dia<sup>(11,14)</sup>. Neste caso, para o estiramento do TA, seria necessário o uso de sons agudos<sup>(4)</sup>, ou seja, para a ativação isotônica com exercitação do TA interno, dever-se-ia utilizar emissões em SB, alternadas com emissões em registro modal de cabeça ou em registro de falsete (sons hiperagudos)<sup>(4,19)</sup>, com maior número de repetições, conforme a literatura, compatível com o predomínio de fibras CL resistentes à fadiga<sup>(3-5,12,18, 24)</sup>.

De qualquer forma, com o aumento da carga, da velocidade e ou da frequência do exercício, o resultado é o aumento de resistência muscular, denominado *endurance*, devido ao condicionamento da musculatura envolvida<sup>(12,20)</sup>.

## DISCUSSÃO

Conforme a maioria dos autores<sup>(1,3-11,14-19,23,25,26,29,34,35)</sup>, o músculo TA compõe o corpo das PPVV e divide-se, funcionalmente, em dois feixes, um externo e outro interno. O TA externo é rico em fibras CR, sendo altamente fatigável<sup>(1,3-7,14,23)</sup>, sua contração é isométrica<sup>(1,3-5,11,14)</sup>, é predominantemente adutor e relacionado à estabilidade do fechamento glótico frente a maiores níveis de intensidade vocal<sup>(1,3-7,26)</sup>.

A contração do TA interno aumenta a força e a resistência glótica, regulando a intensidade vocal<sup>(3-5,19,25)</sup>, aumenta a massa das PPVV, diminuindo seu comprimento e ocasionando o acúmulo da massa mucosa que as reveste<sup>(1,3-5,9)</sup>, produzindo os sons de baixa frequência, considerando-se o TA interno o tensor para graves<sup>(1,3-9,19)</sup>. Este músculo é rico em fibras CL contração de tipo isotônico, sendo mais resistente do que o TA externo<sup>(23,25)</sup>.

A literatura caracteriza o RB pela percepção dos pulsos de vibração glótica<sup>(1,19,27-30)</sup> durante a emissão nas frequências mais graves de toda a tessitura vocal (crepitação em graves, também chamado de *vocal fry*)<sup>(1,27-29)</sup>, em função de que

o TA se encurta de forma muito evidente e o fechamento glótico é mais firme, sendo que a mucosa apresenta-se solta e em grande volume ao longo da borda livre, havendo diminuição do espaço ventricular devido à aproximação das pregas ventriculares<sup>(1,3,4,6,7,9,18,19,21,30,31)</sup>. Desta forma, a pressão subglótica é aumentada e o fluxo aéreo reduzido<sup>(1,18,19,26,29,32-35)</sup>. As emissões neste registro apresentam altos níveis de *jitter*, *shimmer* e ruído, quando comparadas ao registro modal habitualmente utilizado em fala espontânea<sup>(1,18,19,32-35)</sup>. No entanto, não há consenso na literatura sobre a definição de “registro vocal”<sup>(1,3,4,18,19,26,27)</sup>, sobre o exato intervalo de frequências produzidas no RB<sup>(1,3,4,6,7,9,18,19,21,27,29,30,32-35,38)</sup>, nem sobre a quantidade de pulsos glóticos que ocorre por ciclo vibratório neste registro<sup>(1,3,4,6,7,9,18,19,21,27,28,30-36)</sup>.

O SB, técnica fonoterapêutica que consiste na emissão contínua em RB, na fala, em sílabas ou em vogais<sup>(1,3-5,9,16,18,19,21,27-30)</sup>, é produzido principalmente pela ação do TA<sup>(1,3-9,18,19,29,34,35)</sup>, com indicações terapêuticas que vão desde o controle ao nível respiratório, passando pelo fechamento glótico, mobilização mucosa, até o fechamento do esfíncter velofaríngeo, com melhora da qualidade vocal e de afecções laríngeas como os nódulos vocais<sup>(1,3-6,9,16,19,21,26,28-34,37,38)</sup>.

Apesar das várias indicações de uso e dos efeitos relatados, não há consenso sobre o tempo de execução do SB<sup>(11,14,21,31-33,38)</sup>. Porém, considerando-se que o SB é produzido pelo predomínio da ação dos músculos TA<sup>(1,3-9,18,19,29,34,35)</sup> e devido às características anatomofisiológicas deste músculo descritas na literatura<sup>(1,3-11,14-19,23,25,26,29,34,35)</sup>, acredita-se que, para a exercitação isométrica do TA externo, o SB deveria ser mantido na frequência mais grave possível ao sujeito (contração muscular máxima), sustentando-a durante seis segundos, de cinco a dez vezes diárias, compatível com as características das fibras CR<sup>(1,3-7,11,14,18,19,20,23)</sup>.

Ainda, de acordo com a literatura, acredita-se que, para a exercitação isotônica do TA interno, seria necessário o uso de sons agudos para estirá-lo, ou seja, dever-se-ia utilizar emissões em SB (contração concêntrica) alternadas com emissões em registro modal de cabeça ou em registro de falsete (sons hiperagudos) (contração excêntrica), com oito a 12 repetições em várias séries diárias, compatível com as características das fibras CL<sup>(1,3-5,9,11,12,14,18,19,24)</sup>.

Devido à pouca quantidade de estudos sobre as variáveis: forma de realização do SB; características anatomofisiológicas e acústicas da produção em SB; tempo de realização; características das populações; características anatomofisiológicas do TA; bem como sobre a relação entre essas variáveis, considera-se de suma importância a continuidade dos estudos nesta área para viabilizar a aplicação clínica do SB com evidências cada vez mais fortes.

## COMENTÁRIOS FINAIS

O feixe interno do TA apresenta fibras de contração lenta, isotônicas, resistentes à fadiga; o feixe externo apresenta fibras de contração rápida, fatigáveis, isométricas. O SB se caracteriza pela percepção dos pulsos de vibração glótica durante a emissão nas frequências mais graves da tessitura vocal (crepitação em graves ou *vocal fry*), principalmente pela

ação do TA, especialmente sua porção interna, que se encurta de forma evidente, soltando a mucosa em grande volume ao longo da borda livre, aumentando a pressão subglótica e os níveis de *jitter*, *shimmer* e ruído, e reduzindo o fluxo aéreo.

A exercitação isométrica do TA externo ocorreria com o SB sustentado na frequência mais grave possível ao sujeito

(contração máxima), durante seis segundos, de cinco a dez vezes diárias. Na exercitação isotônica do TA interno, utilizar-se-iam sons agudos para estirá-lo, alternando emissões em SB (contração concêntrica) e em registro modal de cabeça ou em falsete (sons hiperagudos) (contração excêntrica), com várias séries diárias de oito a 12 repetições.

## ABSTRACT

The work of speech-language pathologists uses exercises such as the vocal fry (VF), which originates from the great contractile activity of the intrinsic laryngeal thyroarytenoid muscle (TA). The aim of this study was to review the literature related to TA and VF. A literature review of the last 20 years on the subject was performed in the databases LILACS, SciELO, PUBMED, Web of Science and Google Scholar. It was found that the internal beam of the TA has slow twitch fibers, isotonic, resistant to fatigue; the external beam provides fast twitch, fatigable and isometric fibers. The VF is characterized by the perception of the vibration of the glottal pulses during the emission of the lowest frequencies in the vocal range (crackling in bass or vocal fry), mainly by the action of the TA, especially its inner portion, which shows evident shortening, dropping the mucosa in great volume along the free edge, increasing subglottic pressure and jitter, shimmer and noise levels, and reducing the airflow. Based on the literature, the isometric exercise with the external TA happens with VF sustained in the lowest possible frequency to the subject (maximum contraction), for six seconds, five to ten times daily, consistent with its predominance of fast twitch fibers. In the isotonic exercise with the internal TA, high sounds must be to stretch the muscle, alternating emissions by VF (concentric contraction) and in modal register and falsetto head (high-pitched sounds) (eccentric contraction) with several daily series of eight to 12 repetitions, consistent with the predominance of slow twitch fibers.

**Keywords:** Voice/physiology; Laryngeal muscles/physiology; Phonation/physiology; Rehabilitation; Speech therapy

## REFERÊNCIAS

- Behlau MS. Voz: o livro do especialista. v. 1. Rio de Janeiro: Revinter; 2005.
- Elliot N, Sundberg J, Gramming P. Physiological aspects of a vocal exercise. *J Voice*. 1997;11(2):171-7.
- Pinho SM. Tópicos em voz. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.
- Pinho SM. Fundamentos em fonoaudiologia: tratando os distúrbios da voz. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003.
- Pinho SM, Tsuji DH, Bohadana SC. Fundamentos em laringologia e voz. Rio de Janeiro: Revinter; 2006.
- Denk DM, Swoboda H, Steiner E. [Physiology of the larynx]. *Radiologe*. 1998;38(2):63-70. German.
- Camargo Z. Da fonação à articulação: princípios fisiológicos e acústicos. *Fonoaudiol Bras*. 1999;2(2):14-9.
- Monfared A, Gorti G, Kim D. Microsurgical anatomy of the laryngeal nerves as related to thyroid surgery. *Laryngoscope*. 2002;112(2):386-92.
- Carrara-Angelis E, Behlau MS, Pontes PA, Tosi O. Comparative analysis of laryngeal configuration, perceptual auditive and spectrographic acoustic of vocal quality before and after emission in vocal fry. *Folia Phoniatr Logop*. 1992;44(1):1-16.
- Gazi FR, Felix GB, Brasolotto AG. Características vocais de indivíduos pós-traumatismo crânio-encefálico. *Distúrb Comun*. 2004;16(3):323-31.
- Ferrao ML, Fernandes Filho J, Fortes MS, Viana MV, Dantas EE. Efeito da predominância de tipo de fibra muscular sobre o emagrecimento e condicionamento aeróbico. *Fit Perform J*. 2004;3(4):231-5.
- Carter SL, Rennie CD, Hamilton SJ, Tarnopolsky A. Changes in skeletal muscle in males and females following endurance training. *Can J Physiol Pharmacol*. 2001;79(5):386-92.
- Barroso R, Tricoli V, Ugrinowitsch C. Adaptações neurais e morfológicas ao treinamento de força com ações excêntricas. *Rev Bras Ciênc Mov*. 2005;13(2):111-22.
- Saxon K, Schneider CM. Vocal exercise physiology. San Diego: Singular Publishing; 1995.
- Shindo ML, Herzon GD, Hanson DG, Cain DJ, Sahgal V. Effects of denervation on laryngeal muscles: A canine model. *Laryngoscope*. 1992;102(6):663-9.
- Mangilli LD, Amoroso MR, Nishimoto IN, Barros AP, Carrara-de-Angelis E. Voz, deglutição e qualidade de vida de pacientes com alteração de mobilidade de prega vocal unilateral pré e pós-fonoterapia. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2008;13(2):103-12.
- Sennes LU, Tsuji D, Bodahana S, Bento RF, Ribas GC. O uso de imagens tridimensionais no ensino da anatomia da laringe. *Arq Int Otorrinolaringol*. 2000;4(3):92-100.
- Blomgren M, Chen Y, Ng ML, Gilbert HR. Acoustic, aerodynamic, physiologic, and perceptual properties of modal and vocal fry registers. *J Acoust Soc Am*. 1998;103(5 Pt 1):2649-58.
- Cronemberger FF. Considerações teóricas sobre o vocal fry [monografia]. Salvador: CEFAC; 1999.
- Mello EL, Andrada e Silva MA. O corpo do cantor: alongar, relaxar ou aquecer? *Rev CEFAC*. 2008;10(4):548-56.
- Bolzan GP, Cielo CA, Brum DM. Efeitos do som basal em fendas glóticas. *Rev CEFAC*. 2008;10(2):218-25.
- Lovetri J, Lesh S, Woo P. Preliminary study on the ability of trained singers to control the intrinsic and extrinsic laryngeal musculature. *J Voice*. 1999;13(2):219-26.
- Hoh JF. Laryngeal muscle fibre types. *Acta Physiol Scand*. 2005;183(2):133-49.
- Dailey SH, Kobler JB, Zeitels SM. A laryngeal dissection station: educational paradigms in phonosurgery. *Laryngoscope*. 2004;114(5):878-82.
- Guida HL, Zorzetto NL. Morphometric and histochemical study of the human vocal muscle. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2000;109(1):67-71.
- Björkner E, Sundberg J, Cleveland T, Stone E. Voice source differences between registers in female musical theater singers. *J Voice*. 2006;20(2):187-97.

27. Ishi CT, Sakakibara KI, Ishiguro H, Hagita N. A method for automatic detection of vocal fry. *IEEE Trans Audio Speech Lang Processing*. 2008;16(1):47-56.
28. Machado LP. Análise comparativa da constrição da parede nasal da faringe em registro modal e basal [monografia]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 1996.
29. Behlau M, Madazio G, Feijó D, Azevedo R, Gielow I, Rehder MI. Aperfeiçoamento vocal e tratamento fonoaudiológico das disfonias. In: Behlau M. *Voz : o livro do especialista*. v.2. Rio de Janeiro: Revinter; 2005. p.409-564.
30. Chen Y, Robb MP, Gilbert HR. Electroglottographic evaluation of gender and vowel effects during modal and vocal fry phonation. *J Speech Lang Hear Res*. 2002;45(5):821-9.
31. Serrano DM, Suehara AB, Fouquet ML, Gonçalves AJ. Uso do som crepitante grave, modelo vocal fry nas laringectomias parciais verticais. *Distúrb Comun*. 2005;17(1):19-25.
32. Brum DM. Modificações vocais e laríngeas ocasionadas pelo som basal [dissertação]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2006.
33. Elias VS. Eficácia do som basal no fechamento do esfíncter velofaríngeo [dissertação]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2005.
34. Conterno G, Cielo CA, Elias VS. Características vocais acústicas do som basal em homens com fissura pós-forame reparada. *Rev CEFAC*. 2011;13(1):171-81.
35. Slifka J. Some physiological correlates to regular and irregular phonation at the end of an utterance. *J Voice*. 2006;20(2):171-86.
36. Conterno G, Cielo CA, Elias VS. Fissura palatina reparada: fechamento velofaríngeo antes e durante o som basal. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2010;76(2):185-92.
37. Childers DG, Ahn C. Modeling the glottal volume-velocity waveform for three voice types. *J Acoust Soc Am*. 1995;97(1):505-19.
38. Sarkovas C, Behlau MS. Avaliação perceptivo-auditiva e eletroglotográfica de efeitos dos exercícios: som basal e sopro som agudo, em fonoaudiólogas. In: 13º Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia; 2005 Set; Santos, SP.
39. Ylitalo R, Hammarberg B. Voice characteristics, effects of voice therapy, and long-term follow-up of contact granuloma patients. *J Voice*. 2000;14(4):557-66.
40. Boone DR, McFarlane SC. *The voice and voice therapy*. 4th ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall; 1988.