

MUSCULATURA EXTRÍNSECA DA LARINGE E SUA PARTICIPAÇÃO NA PRODUÇÃO VOCAL*

THE EXTRINSIC MUSCULATURE OF THE LARYNX AND ITS PARTICIPATION IN THE VOCAL PRODUCTION

Gabriela Sóstenes Peter¹
 Sílvia Maria Rebelo Pinho²
 Vicente José Assencio-Ferreira³

RESUMO

Objetivo: este trabalho busca determinar a atuação da musculatura extrínseca da laringe durante a produção vocal. **Métodos:** por meio de extenso levantamento bibliográfico. **Resultados:** verificou-se que os músculos laríngeos extrínsecos participam da produção vocal ajudando a musculatura intrínseca da laringe a desempenhar suas funções, alterando a forma e a tensão das pregas vocais, a frequência, a pressão subglótica, a intensidade, a ressonância e o registro. Foi discutida a influência da contração isoladamente e em conjunto desses músculos na fonação, no canto e na inspiração. Os músculos infra-hióideos, quando estão em ação conjunta, abaixam a laringe, abrindo a glote e alterando a forma das cavidades de ressonância. O músculo esternotireóideo tensiona as pregas vocais, mostrando maior participação nas frequências baixas. No canto, age como um fixador da laringe, prevenindo sua elevação. Esse músculo também atua na inspiração e no bocejo. O músculo esternoióideo mostra participação na fonação regulando o volume da voz em qualquer frequência vocal. O músculo tireoióideo mostra atividade maior nas frequências altas. Os músculos supra-hióideos, quando estão em ação conjunta, causam um alongamento das pregas vocais e alteram as cavidades de ressonância; participam nas frequências altas e nos movimentos articulatorios orais da fala. Os músculos constritores faríngeos, cricofaríngeo e tirofaríngeo contribuem na produção vocal. O cricofaríngeo participa das frequências baixas e o tirofaríngeo tensiona as pregas vocais. Para que haja produção efetiva da voz, é necessária a atividade dos músculos laríngeos extrínsecos em coordenação com os intrínsecos. **Conclusão:** os músculos laríngeos extrínsecos têm uma influência permanente na fonação.

Descritores: voz; laringe/anatomia e histologia; laringe/fisiologia; músculos laríngeos; cordas vocais; fonação.

■ INTRODUÇÃO

“A ação da musculatura extrínseca é sempre um acompanhamento da vocalização. (...) A posição da laringe varia com toda nota”.

(Jonh Willie, 1886)

Este trabalho propõe estudar a musculatura extrínseca da laringe durante a fonação, tendo em vista a constatação de que a maior parte das pesquisas existentes tem se dedicado mais às funções de mastigação e deglutição; em razão do pequeno espaço concedido aos músculos extrínsecos na literatura, a musculatura intrínseca da laringe tem sido mais estudada para se entender o mecanismo de produção da voz. Com o conhecimento mais profundo da anatomia e da fisiologia dos músculos extrínsecos, poderemos dirimir muitas dúvidas que ainda existem nessa área; além disso, esta pesquisa pode servir de subsídio para a criação de novas técnicas voltadas para melhor equilíbrio funcional dessa musculatura.

*Trabalho realizado no CEFAC – Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica de Recife.

¹Fonoaudióloga, Especialista em Voz – CEFAC – Recife/PE, Professora do Curso de Fonoaudiologia da Fundação Universitária das Ciências da Saúde de Alagoas Governador Lamenha Filho – UNCISAL – Maceió/AL, Professora do Curso de Fonoaudiologia da Fundação de Ensino Superior de Olinda – União das Escolas Superiores da FUNESO-UNESF – Olinda/PE e Fonoaudióloga Clínica do Hope Otorrino – Hospital Esperança – Recife/PE.

²Fonoaudióloga, Especialista em Voz, Mestre e Doutora em Distúrbios da Comunicação Humana – UNIFESP/EPM, Chefe do Departamento de Voz do CEFAC (Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica) e Diretora do INVOZ (Instituto da Voz).

³Doutor em Medicina (Neurologia) pela Universidade de São Paulo (USP)

A musculatura extrínseca da laringe possui inserção na laringe e em algumas estruturas externas. Divide-se em músculos supra-hióideos e infra-hióideos por estarem de alguma forma relacionados com o osso hióide.⁽¹⁻¹⁰⁾ O osso hióide não se articula com nenhum outro osso, possuindo somente inserções musculares e ligamentares. Toda essa musculatura serve, entre outras funções, para fixar, elevar, abaixar e tracionar ântero-posteriormente a laringe como um todo. A inervação desse conjunto de músculos é basicamente dada pelo plexo cervical.

Os músculos supra-hióideos, que elevam e tracionam anteriormente a laringe, são: genioidéio, miloióide e ventre anterior do digástrico. Os elevadores de tração posterior são os músculos estiloíóide e ventre posterior do digástrico. A laringe será elevada sem tracionamento se todos os músculos supra-hióideos estiverem em ação.⁽¹⁾

Os músculos infra-hióideos são os esternotireóide, esternoíóide e omoióide, cuja função é de abaixamento da laringe. O omoióide, além de abaixar, traciona a laringe para trás. O tireoióide é um músculo que apresenta duas funções: de elevação e abaixamento.^(6,8,9,11) Os músculos esternotireóide, esternoíóide e tireoióide são chamados de músculos-alça por apresentarem forma plana, em tiras.

Do ponto de vista fisiológico, os músculos constritores faríngeos, cricofaríngeo e tirofaríngeo também fazem parte da musculatura extrínseca porque a ação deles pode influenciar a laringe, e, conseqüentemente, participam da produção vocal.

Na atualidade, porém, existem muitas controvérsias e muitos questionamentos sobre a função exata de cada músculo extrínseco durante a produção vocal. Qual a ação principal deles? Que ações são antagônicas? Quais os músculos mais envolvidos na função fonatória e qual a influência da ação conjunta desses músculos na produção vocal? Estas foram algumas das questões trabalhadas nesta pesquisa.

O objetivo foi determinar a atuação da musculatura extrínseca da laringe durante a produção vocal.

■ MÉTODOS

Amplo estudo bibliográfico.

■ LITERATURA

A atividade em conjunto dos músculos laríngeos intrínsecos e extrínsecos da laringe é necessária para a fonação. A musculatura extrínseca determina os movimentos das cartilagens laríngeas e a musculatura intrínseca, os ajustes mais finos das pregas vocais.⁽¹²⁾

Os movimentos da cartilagem tireóide são influenciados pela musculatura extrínseca da laringe, que influenciara a forma das pregas vocais, alterando o *pitch* e possível-

mente a qualidade vocal. O autor enfatizou ainda que uma das funções da musculatura extrínseca é estabilizar a laringe.⁽¹³⁾

Em pesquisa sobre a ação da musculatura extrínseca laríngea durante a respiração em três indivíduos normais, por meio da eletromiografia (EMG) e raios X (RX), foi observada durante a inspiração grande atividade do músculo esternotireóide, cuja ação foi puxar a laringe, causando estiramento da prega ariepiglótica. O músculo tireoióide mostrou importante papel na expiração.⁽¹⁴⁾

Uma pesquisa em adultos normais, por meio da EMG e RX, mostra que, durante a fonação em diferentes *pitch*s, o músculo esternotireóide está em atividade durante produção em *pitch* baixo e no bocejo. Os músculos miloióide e tireoióide mostraram aumento de atividade em *pitch* alto.⁽¹⁵⁾

O músculo tirofaríngeo pode aduzir as alas da cartilagem tireóide dos indivíduos jovens, auxiliando na adução e na tensão das pregas vocais. Ao contrário, o músculo cricofaríngeo participa do encurtamento das pregas vocais. O autor relatou que o sinergismo entre os músculos extrínsecos e intrínsecos é mais observado nos extremos graves e agudos da tessitura vocal.⁽¹⁶⁾

A ação do músculo esternoíóide foi estudada em indivíduos com treinamento de canto. Foi observado que a atividade desse músculo aumenta com a elevação do volume da voz em qualquer frequência vocal.⁽¹⁷⁾

Foi pesquisada a função da musculatura extrínseca no controle do *pitch* da voz humana. Concluiu-se que, para os mais altos e baixos tons, a ajuda da musculatura extrínseca é solicitada. Relatou-se também que o músculo cricofaríngeo ajuda no encurtamento das pregas vocais.⁽¹⁸⁾

Outro trabalho analisou, em 42 gatos, os efeitos e as respostas reflexas dos músculos extrínsecos da laringe no fechamento protetor da glote; quase todos os músculos extrínsecos responderam reflexivamente à estimulação do ramo interno do nervo laríngeo superior. Na desnervação de alguns músculos extrínsecos, a distância da articulação cricotireóide foi reflexivamente mais alargada e as pregas vocais menos firmemente fechadas.⁽¹⁹⁾

Os músculos extrínsecos laríngeos e seus nervos motores foram estudados em seis cachorros. A contração do músculo esternoíóide causou redução do *pitch* e aumento da intensidade vocal e pressão subglótica. O músculo esternotireóide mostrou ação em *pitch* baixo e fixou a laringe para os outros músculos laríngeos serem mais efetivos na produção de *pitch* alto e som forte. A estimulação dos músculos cricofaríngeo e tirofaríngeo causou diminuição do *pitch* vocal e a dos músculos supra-hióideos causou um aumento do *pitch* vocal.⁽²⁰⁾

Por meio da emissão da voz do registro basal até o falsete em seis indivíduos, adultos saudáveis, não-cantores,

estudou-se o posicionamento laríngeo. Concluiu-se que o posicionamento vertical da laringe é influenciado pelos músculos esternotireóideo e tireoióideo. O esternotireóideo é ativo nos sons graves e o tireoióideo, nos sons agudos.⁽²¹⁾

Outro estudo analisou o posicionamento da laringe em cantores e não-cantores. Os resultados mostraram que os não-cantores, geralmente, posicionaram suas laringes para cima, com aumento da frequência da voz, e os cantores mantiveram posição de laringe baixa em todas as escalas de frequência vocal.⁽²²⁾

O músculo esternotireóideo foi descrito como tensor das pregas vocais, porque causa efeito de bácia na cartilagem tireóide, alongando as pregas vocais.⁽²³⁾

As vocalizações de três macacos foram avaliadas por meio da EMG. O músculo genioióideo, quando estimulado junto do músculo cricótireóideo, produziu aumento da frequência fundamental. O músculo esternotireóideo causou elevação da frequência fundamental⁽²⁴⁾ e promoveu o basculamento da cartilagem tireóide sobre a cricóide.⁽¹⁾

Estudou-se a disфонia por tensão muscular. Observou-se que esta se manifesta pelo excesso de tensão nos músculos supra-hióideos, ocasionando elevação laríngea, podendo gerar fenda glótica posterior e alteração da mucosa das pregas vocais.⁽²⁵⁾

Descreveu-se que indivíduos portadores de disфонia por tensão muscular apresentam postura laríngea elevada. O autor sugere que exercícios de mastigação, relaxamento e *biofeedback* auxiliem nesses casos.⁽²⁾

Relatou-se que o músculo cricofaríngeo participa na produção dos sons graves.⁽³⁾

Avaliou-se que os músculos infra-hióideos contêm fibras do tipo II B de contração rápida.⁽²⁶⁾ Descreveu-se que a principal função do músculo esquelético é a contração, que resulta em movimento. Todas as unidades motoras contêm fibras musculares que podem atuar sob condições aeróbicas ou anaeróbicas. As fibras aeróbicas (tipo I) são de contração lenta, mais utilizadas em exercícios de fraca intensidade. As fibras anaeróbicas (tipos II A e II B) são de contração rápida. As fibras tipo II A são usadas em exercícios de intensidade mais forte ou mais prolongados. As fibras tipo II B são usadas para a produção de força máxima ou quando as outras fibras exibem fadiga. As fibras de contração rápida são mais afetadas pelo processo de envelhecimento, mostrando maior grau de atrofia na velhice.⁽²⁷⁾

A posição do osso hióide modifica-se de acordo com os movimentos da língua. O músculo genioióideo suplementa a atividade do músculo cricótireóideo na elevação da frequência fundamental, puxando o osso hióide para frente. O músculo cricofaríngeo mostrou atividade nos finais de frase.⁽²⁸⁾ Por meio da EMG, estudou-se a atividade do músculo esternotireóideo e cricótireóideo em dois cantores teno-

res profissionais. O esternotireóideo mostra maior ação em frequência fundamental alta, porque este estabiliza a laringe em posição mais baixa para prevenir a elevação (manobra utilizada por cantores profissionais).⁽²⁹⁾

Relatou-se que os músculos supra-hióideos participam na produção de notas agudas no canto e os infra-hióideos, das notas graves. Descreveu-se também que o cricofaríngeo ajuda o cricótireóideo a alongar as pregas vocais.⁽⁴⁾

Avaliou-se a atividade EMG dos músculos extrínsecos laríngeos de macacos em diferentes tipos de emissão vocal. O tireoióideo mostrou atividade maior em *pitch* agudo. O esternotireóideo mostrou maior ação em *pitch* grave. O esternoióideo mostrou maior atividade em emissões com maior intensidade e duração mais longa. O miloióideo mostrou maior ação nas emissões que estavam associadas a abertura de mandíbula; isso sugeriu que esse músculo tem mais função articulatória.⁽³⁰⁾

O efeito da musculatura extrínseca na posição de uma prega vocal paralisada foi estudado em 13 adultos humanos. Concluiu-se que a musculatura extrínseca pode ter significativos efeitos na configuração glótica. A elevação laríngea resultou em maior medialização das pregas vocais. Os autores mostraram que essa musculatura pode ajudar no fechamento glótico de uma paralisia de prega vocal por meio de inclinação, rotação e elevação.⁽³¹⁾

Os músculos genioióideo, ventre anterior do digástrico e miloióideo estão ativos na produção de vogais anteriores ou consoantes que requerem posição de língua elevada. Os infra-hióideos participam no abaixamento da laringe, alongando o trato vocal e afetando as frequências dos formantes. O tireoióideo altera o comprimento, a massa e a tensão das pregas vocais, pois puxa a tireóide para cima.⁽⁶⁾

Os músculos laríngeos extrínsecos agem diretamente na cartilagem tireóide e, conseqüentemente, nas pregas vocais. Neste trabalho relata-se ainda que, em pessoas jovens, as cartilagens da laringe são tão elásticas que acontece o deslize da articulação cricótireóidea e a dobra inferior do corno da cartilagem tireóide pode contribuir para prolongar as pregas vocais.⁽³²⁾

A posição elevada de laringe está associada a hábitos fonatórios hiperfuncionais, porque induzem a uma exagerada adução das pregas vocais. Constatou-se que exercícios com a consoante /b/ tendem a abaixar a laringe, sendo úteis para a hiperfunção vocal e na educação dos cantores.⁽³³⁾

Estudou-se em dois cantores amadores a atividade dos músculos cricótireóideo, tireoióideo, esternotireóideo e esternoióideo, por meio da EMG, utilizando glissandos descendentes e ascendentes. Os músculos-alça mostraram maior atividade e sinergismo em altas e baixas frequências do que nas médias.⁽³⁴⁾

Analisou-se em 11 pacientes com disфонia hiperfuncional e 5 indivíduos sem problemas de voz, por meio da EMG,

a atividade dos músculos supralaríngeos e da área perioral, antes e durante a fonação. Concluiu-se que há aumento da atividade desses músculos antes e depois da fonação.⁽³⁵⁾

Os músculos supra-hióideos têm participação na mastigação, elevando o osso hióide e a laringe durante a deglutição e deprimindo a mandíbula (ação do ventre anterior do digástrico, miloióideo e genioióideo).⁽⁹⁾

A elevação e o abaixamento da laringe normalmente ocorrem durante as inflexões da voz falada ou durante o canto popular. A laringe deve permanecer em repouso nas emissões vocais, fora de situações de inflexões vocais; a elevação constante da laringe durante a emissão pode ser devida a um mecanismo inconsciente do organismo de compensar a adução glótica, deficiente em alguns casos, como diante de fendas fusiformes, por exemplo. As autoras acreditam que a musculatura extrínseca interfira na produção de diferentes registros. À medida que se eleva o *pitch* no registro de peito, há maior tendência à elevação da laringe que no registro de cabeça, comparando-se a posição da laringe na mesma frequência.⁽⁸⁾

A musculatura extrínseca é operante nas mudanças de altura da laringe e em outras configurações de ajustes vocais, interferindo nos registros vocais.⁽³⁶⁾

O uso excessivo do músculo digástrico na compensação de insuficiência ou incompetência velofaríngea pode gerar assimetria glótica.⁽³⁷⁾

Em casos de paralisia unilateral de prega vocal, a movimentação da prega vestibular homolateral à paralisia pode ser devida à participação da musculatura extrínseca da laringe, em especial o músculo tireoióideo, pois, em ação, comprimiria o colchão de gordura, localizado atrás dele, causando medialização das pregas ventriculares.⁽³⁸⁾

Os músculos extrínsecos são primariamente responsáveis pela sustentação e fixação da laringe. O músculo esternotireóideo é responsável pelo abaixamento da cartilagem tireóide, ampliando a faringe, levando-a para baixo e para frente. O músculo tireóideo encurta a distância entre a cartilagem tireóide e o osso hióide. Com a cartilagem tireóide fixa, deprime o osso hióide, e, com o osso hióide fixo, eleva a cartilagem tireóide. Quando se aproximam hióide e tireóide, há arredondamento do corpo adiposo pré-epiglótico e deslocamento do tubérculo epiglótico posteriormente, ocorrendo aproximação da prega mucosa interaritenóidea.

Os músculos constritores faríngeos são ativos durante a deglutição e formam uma cavidade de ressonância para a produção vocal. O músculo esternoióideo deprime o osso hióide, fixando-o quando a mandíbula é aberta. O músculo omoióideo é um depressor da laringe. Quando contraídos, tensionam a fáscia cervical, para impedir que a região do pescoço entre em colapso durante os esforços inspiratórios profundos, e impedem também que os grandes vasos do

pescoço e da ápice dos pulmões sejam comprimidos durante a inspiração. Os músculos digástricos (anterior e posterior) e o miloióideo elevam o osso hióide ou, quando este se encontra em posição fixa, ajudam a deprimir a mandíbula. São importantes também nos estágios iniciais da deglutição. O músculo miloióideo eleva o osso hióide, o soalho da boca e a língua. O músculo genioióideo puxa o osso hióide para cima e para frente, quando a mandíbula está em posição fixa.⁽³⁹⁾

■ DISCUSSÃO

A musculatura extrínseca pode influenciar a forma da glote e a tensão das pregas vocais.^(16,17) Pode exercer influência no *pitch*, na pressão subglótica, na intensidade e na ressonância.⁽²⁰⁾

Existe a ligação da musculatura extrínseca com a traquéia, a laringe, a faringe, o osso hióide, a mandíbula e a língua, observando-se que todos os movimentos articulares orais da fala afetam o osso hióide para cima ou para baixo ou ântero-posteriormente, alterando a relação das cartilagens cricóide e tireóide.^(12,13) Acreditamos que determinados fonemas possam interferir nessa integração; além disso, os músculos extrínsecos deslocam a laringe nos sentidos vertical e horizontal.⁽²⁸⁾ Os movimentos verticais da laringe influenciam a adução e a vibração das pregas vocais.⁽²¹⁾ A descida da laringe abre a glote,⁽¹⁴⁾ enquanto que o efeito dos elevadores laríngeos inverte esse processo, causando medialização das pregas ventriculares para dentro e para trás em direção às aritenóides.⁽¹⁶⁾

Em achados laringoscópicos e experimentos com modelos laríngeos, observou-se também que a elevação da laringe resulta na maior medialização das pregas vocais.⁽³¹⁾ Baseando-nos nesses achados, podemos concluir que exercícios promovendo o abaixamento da laringe são benéficos nas disfonias hipercinéticas. Ao contrário, estimulando-se sua elevação, favoreceremos a adução glótica nos casos de deficiência adutora por falta de tecido ou distúrbios de inervação.

Nas emissões vocais fora de situações de inflexões, a laringe deve permanecer em situação de repouso.⁽⁸⁾ A postura elevada de laringe durante a fonação é encontrada em indivíduos com disфонia hipercinética, que pode ser causada por tensão excessiva da musculatura extrínseca.⁽⁶⁾

Os pacientes com disфонia por tensão muscular apresentam aumento da atividade dos músculos supra-hióideos antes e durante a fonação.⁽³⁵⁾ Estudou-se a disфонia por tensão muscular e observou-se que esse excesso de tensão nos músculos supra-hióideos pode gerar tanto uma fenda glótica posterior e conseqüentemente mudanças nas condições da mucosa das pregas vocais, como nódulos vocais.⁽²⁵⁾

Sugeriram-se técnicas de mastigação, relaxamento e *biofeedback* para a melhora da disфония por tensão muscular.⁽²⁾ Os exercícios de mastigação sonorizada e relaxamento mandibular são, em nossa opinião, os ideais para o abaixamento laríngeo, por causarem ativação do músculo esternotireóideo responsável pelo abaixamento e pela fixação da laringe.

Observou-se a maneira e a extensão do posicionamento laríngeo dos cantores. Verificou-se que os não-cantores, geralmente, posicionam suas laringes para cima, com o aumento da frequência vocal, e os cantores posicionam-na abaixo do nível de repouso;⁽²²⁾ isso denota a situação hiper-cinética de cantores não-treinados. Por isso, na terapia de voz e nas aulas de canto manter uma baixa posição de laringe tem sido tradicionalmente considerado favorável para boa qualidade vocal, sugerindo que a base fisiológica desse conceito não só está relacionada à ressonância, mas, provavelmente, evita funcionamento com tensão sobre as pregas vocais.⁽³²⁾

O exercício do /b/ prolongado tende a abaixar a laringe, servindo para reduzir a hiperfunção vocal e para a educação dos cantores.⁽³³⁾

A musculatura extrínseca atua também nos diferentes registros.⁽⁸⁾ Comparativamente, no registro de cabeça, a laringe assume posição mais baixa que no registro de peito, em notas mais agudas. Enfatizou-se também a importância dessa musculatura para determinar a posição da laringe nos diferentes registros no canto.⁽³⁶⁾

Estudando a configuração glótica em pacientes com paralisia de prega vocal unilateral, observou-se que os músculos extrínsecos podem ter significativos efeitos na configuração glótica. A musculatura elevadora juntamente com os músculos tireoióideo, esternotireóideo, cricofaríngeo e com os músculos intrínsecos contribuíram significativamente para o fechamento glótico.⁽³¹⁾

Estimulou-se o ramo interno do nervo laríngeo superior e observou-se contração em quase todos os músculos extrínsecos que contribuíram para aumentar a tensão e o fechamento glótico. Verificou-se, também, que a denervação de alguns desses músculos dificultou a adução glótica.⁽¹⁹⁾

Em pacientes que apresentam paralisia unilateral de prega vocal por muito tempo, por volta dos 50 anos, a voz começa a falhar. Isso é sinal que as estruturas laríngeas começaram a ossificar e a compensação dos músculos extrínsecos não pode mais acontecer como acontecia quando a estrutura laríngea era flexível.⁽¹⁸⁾ As cartilagens laríngeas em pessoas jovens são tão elásticas que não apenas acontecerá o deslizamento da articulação cricotireóidea, mas também a dobra inferior no corno da cartilagem tireóide contribuirá para adução das pregas vocais. Os componentes horizontais das forças musculares produzidas pelos músculos esternotireóideo, tireoióideo e CT podem causar desloca-

mento anterior da cartilagem tireóide e posterior na cricóide. Este processo de ossificação, que começa na terceira década de vida do ser humano, tem efeito endurecedor da cartilagem tireóide. Por causa desse processo, a possibilidade de dobrar a cartilagem diminui com o avançar da idade.⁽³²⁾ Com relação ao processo de envelhecimento,⁽²⁷⁾ relatou-se que as fibras CR (contração rápida) são mais afetadas pelo passar do tempo, mostrando maior grau de atrofia na velhice. Ambos os casos contribuem para o aparecimento de disfonias.

Os músculos-alça (esternotireóideo, esternoioídeo e tireoióideo) são aqueles que parecem exercer maior influência nas pregas vocais. Para alguns autores,^(2-4;6-10) esses músculos abaixam todo o aparato laríngeo, sendo que apenas o tireoióideo, além de abaixar o osso hióide, eleva a laringe.^(3,6,8,9,11)

Um resumo da atividade dos músculos laríngeos extrínsecos conforme a literatura está relacionado abaixo:

- *Músculo esternotireóideo*: tem efeito tensor das pregas vocais, basculando a cartilagem tireóide no mesmo sentido da atividade do músculo CT, que está coberto por ele.⁽²³⁾ Observou-se que a estimulação do esternotireóideo causa elevação na frequência fundamental.⁽²⁴⁾ Por outro lado, ambos autores afirmam que o músculo esternotireóideo puxa a laringe, a língua e o aparato hióideo caudalmente, fazendo com que as pregas vocais relaxem e alarguem as cavidades de ressonância; essas mudanças estariam então relacionadas aos sons graves e mais fracos.⁽²⁰⁾ Esses autores enfatizaram também a importância desse músculo em apoiar ou fixar a laringe para os outros músculos extrínsecos, em cooperação com o CT, serem mais efetivos na produção de sons agudos e mais fortes.

Verificou-se que o esternotireóideo mostrou maior atividade durante a depressão máxima da laringe e atividade moderada na elevação máxima.⁽²¹⁾ Notou-se também que esse músculo mostrou maior atividade em extremos de frequências baixas e altas, com sinergismo com os outros músculos-alça.⁽³⁴⁾ Além disso, o músculo esternotireóideo mostrou atividade no bocejo.⁽¹⁵⁾ Encontrou-se atividade desse músculo na abertura da mandíbula e também atividade nas vogais.⁽²⁹⁾ Foi observada maior atividade na vogal /a/. Observou-se a contração desse músculo na inspiração, cuja ação é puxar a laringe para longe do hióide, causando um estiramento da prega ariepiglótica e separando as cartilagens aritenóides. Os autores consideram o esternotireóideo o maior responsável pela abertura da glote e da laringe durante a inspiração.⁽¹⁴⁾

No canto, o esternotireóideo mostrou maior ação na frequência alta do que na baixa. Essa ação na frequência

alta pode ser uma manobra utilizada por cantores quando se faz necessário estabilizar a laringe em uma posição mais baixa para prevenir sua elevação; além disso, bascula a tireóide em direção à cricóide, tensionando as pregas vocais.⁽²⁹⁾ Afirmou-se que tal atividade do esternotireóideo resulta em alongamento do trato vocal e exerce um efeito de ressonância, abaixando as frequências dos formantes.⁽⁶⁾ Descreveu-se que a principal ação desse músculo é ampliar a faringe, levando a tireóide para baixo e fixando a laringe no pescoço. As fibras desse músculo seguem em direção ao músculo tireoióideo e para o músculo cricofaríngeo.⁽³⁹⁾

Exercícios de inspirações e bocejos são eficazes para o fortalecimento desse músculo, sendo muito importante no trabalho com cantores.

- *Músculo esternoióideo*: em um experimento,⁽²⁰⁾ a contração do esternoióideo causou abaixamento do *pitch* em sons de voz produzidos artificialmente pela estimulação apenas do nervo laríngeo inferior; essa contração causou aumento da intensidade vocal e da pressão subglótica durante a fonação. Observou-se que a parte anterior da laringe moveu-se caudalmente e as pregas vocais foram estiradas dorsoventralmente, auxiliando na adução glótica e alterando a forma das cavidades de ressonância da região laríngea.
- Concluiu-se que o esternoióideo pode representar um papel suplementar na regulação do volume, participando no ajuste da resistência glótica e controle de fluxo de ar, e também pode alterar a forma das cavidades de ressonância.⁽¹⁷⁾ Observou-se a atividade maior desse músculo nas emissões de macacos que tinham duração mais longa e maior altura. Parece que a intensidade representa o papel principal na ativação desse músculo.⁽³⁰⁾
- *Músculo tireoióideo*: sua atividade é marcada nas frequências altas, sendo mínima nas frequências baixas.⁽²¹⁾ Esse músculo desempenha um importante papel no estreitamento da glote durante a expiração.⁽¹⁴⁾ Existe também a maior atividade desse músculo nos sons agudos e pouca atividade nos sons graves.⁽¹⁵⁾ A ação do tireoióideo é a que mais se aproxima do CT.⁽³⁰⁾ A ação mais importante seria rolar a cartilagem tireóidea para cima afetando, assim, o comprimento, a massa e a tensão das pregas vocais.⁽⁶⁾
- A atividade extrínseca da laringe poderia ajudar na medialização das pregas ventriculares em casos de paralisia unilateral de prega vocal, pois o músculo tireoióideo, quando em ação, comprime o colchão de gordura, localizado atrás dele, causando a medialização das duas pregas ventriculares, auxiliando a adução.⁽³⁸⁾ A ação desse músculo encurta a distância entre a cartilagem tireóide e osso hióide.⁽³⁹⁾ Com a tireóide fixa, ele abaixa o osso hióide e, com o osso hióide fixo, ele eleva a tireóide. Quando se aproximam, o osso hióide e a cartilagem tireóide provocam arredondamento do corpo adiposo pré-epiglótico posteriormente, causando fechamento contra a prega mucosa interaritenóidea.
- Os músculos-alça, em frequências baixas e alta, são ativos, mostrando sinergismo na produção de glissandos.⁽³⁴⁾ Esses músculos parecem controlar o aspecto dinâmico da produção, ou seja, o CT controla a frequência, enquanto os músculos-alça controlam a evolução da frequência. Em relação às fibras desses músculos-alça, estas são do tipo II B de contração rápida.⁽²⁶⁾ Essas fibras são recrutadas para a produção de força máxima, preferencialmente para a realização de trabalho curto e de forte intensidade; ou quando as outras fibras exibem fadiga.⁽²⁷⁾
- *Músculo omoióideo*: participa no abaixamento da laringe,^(2,4,6-10) e sua função é deixar a fáscia cervical tensa, impedindo que a região do pescoço entre em colapso durante a inspiração profunda, e que os vasos do pescoço e ápice dos pulmões sejam comprimidos durante a inspiração.⁽³⁹⁾
- Os músculos supra-hióideos causam estiramento das pregas vocais, aumento da pressão subglótica e alteração das cavidades de ressonância. Sugere-se a contração desses músculos para a produção de agudos e som forte.⁽²⁰⁾
- Os músculos digástricos anterior, genioióideo e miloióideo, quando contraídos, puxam o osso hióide para cima e para frente e os músculos digástrico anterior e estilióideo puxam o osso hióide para cima e para trás.^(6,8) Existem relatos sobre a importância do digástrico anterior, do genioióideo e do miloióideo na depressão da mandíbula.^(9,10,30) Observou-se que esses últimos músculos participam na produção de vogais anteriores ou consoantes que requerem posição de língua elevada.⁽⁶⁾ Eles determinam a relação do osso hióide com a mandíbula e a língua.⁽¹³⁾
- *Músculo genioióideo*: a estimulação desse músculo causou aumento da frequência fundamental. A explicação dos autores para esta correlação positiva é que a contração do genioióideo mostra força direta no osso hióide e uma força indireta na cartilagem tireóide. Observaram que, estimulando esse músculo junto com o músculo CT em nível mais alto de intensidade, foi produzido maior aumento da frequência fundamental do que aquela produzida estimulando-se o músculo CT ou genioióideo sozinhos.⁽²⁴⁾ Notou-se também que o genioióideo se torna ativo nas fonações que envolvem frequências altas e que empurra o osso hióide para frente, causando a rotação da cartilagem tireóide, participando no estiramento das pregas vocais.⁽²⁸⁾ Há relatos de que esse músculo, quando está com a mandíbula

- la em posição fixa, puxa o osso hióide para cima e para frente.⁽³⁹⁾
- *Músculo miloióideo*: foi relatada a atividade desse músculo em agudos.⁽¹⁵⁾ O miloióideo tem mais função articulatória que de estabilização do hióide.⁽³⁰⁾ Relatou-se que o músculo miloióideo levanta o osso hióide, o soa-lho da boca e a língua, participando também nos está-gios iniciais da deglutição.⁽³⁹⁾
 - *Músculos digástricos anterior e posterior*: a ação desses músculos é elevar a laringe.⁽²²⁾ Os músculos digástricos elevam o osso hióide, e, quando este osso está fixo pode ajudar a deprimir a mandíbula.⁽³⁹⁾ O ventre anterior apresenta atividade na deglutição, tosse e fona-ção. Na fonação, o ventre anterior do digástrico está ativo na produção de vogais anteriores ou consoantes que requerem uma posição de língua elevada.⁽⁶⁾
 - *Músculo cricofaríngeo*: a atividade do cricofaríngeo está relacionada com o abaixamento da frequência funda-mental, que tipicamente acontece em posições de fi-nais de frase.⁽²⁸⁾ O cricofaríngeo está envolvido no en-curtamento das pregas vocais.⁽¹⁶⁾ Esse músculo é um antagonista do CT, auxiliando no encurtamento das pregas vocais.⁽²⁰⁾ O cricofaríngeo puxa a cricóide para frente, encurtando as pregas vocais em antagonismo com o músculo CT.⁽³⁾ O cricofaríngeo, junto com o CT, pode desempenhar papel ativo no alongamento das pregas vocais, empurrando a cricóide levemente para trás, acrescentando o alongamento das pregas vo-cais.⁽⁴⁾ Os constritores faríngeos são ativos na degluti-ção e formam uma cavidade de ressonância principal do mecanismo vocal.⁽³⁹⁾
 - *Músculo tirofaríngeo*: observou-se que a forma da glote pode ser influenciada pelo músculo tirofaríngeo.⁽¹⁶⁾ Ele pode aduzir as alas da tireóide do indivíduo jovem, onde a calcificação das cartilagens é insignificante, tensionando as pregas vocais dos lados.
- os movimentos verticais e horizontais da laringe são influenciados pela musculatura extrínseca laríngea, que poderá interferir no fechamento glótico. Laringe elevada tende a aumentar a adução glótica, contribu-indo com o mecanismo esfíntérico,⁽¹⁴⁾ e laringe abai-xada contribui para o relaxamento desse esfíncter.⁽¹⁶⁾ Diante de quadros hipercinéticos, o enfoque terapêu-tico deve visar à normotonia da musculatura extrínse-ca da laringe. Já em quadros em que a ineficiência gló-tica ocorre, como diante das paralisias laríngeas, fen-das fusiformes por iatrogenias, sulco vocal etc., o de-senvolvimento da musculatura extrínseca elevadora pode auxiliar na adução glótica efetiva. Acreditamos que distúrbios da musculatura extrínseca devidos a deficiências de sua inervação possam prejudicar o mecanismo de atividade predominantemente intrín-seca da laringe, ou seja, abdução, adução e tensão das pregas vocais;
 - os músculos infra-hióideos (esternotireóideo, ester-noiídeo, tireoiídeo e omoiídeo), quando estão em ação conjunta, abaixam toda a estrutura laríngea, am-pliando a região glótica e alterando a forma das cavi-dades de ressonância. Além disso, auxiliam na produção de sons graves;
 - o músculo esternotireóideo é o extrínseco de maior atuação na expansão da região glótica, sendo ainda considerado um tensor das pregas vocais, demons-trando maior atividade nas frequências graves. No can-to, age como fixador da laringe prevenindo sua eleva-ção;
 - o músculo esternoiídeo parece exercer maior ativida-de no aumento da intensidade, independente da fre-qüência;
 - o músculo tireoiídeo participa das frequências altas e mostra sinergismo com o músculo CT, ajudando tam-bém a medializar as pregas ventriculares;
 - os músculos supra-hióideos (miloíideo, genioíideo, estiloíideo e digástricos), quando estão em ação con-junta, elevam toda a estrutura laríngea, fecham a glote, alteram a forma das cavidades de ressonância parti-cipando dos sons agudos, da depressão da mandíbula e dos movimentos articulatários orais da fala. Hipercine-sia dessa musculatura pode gerar disфонia por tensão muscular;
 - o músculo miloiídeo e o genioíideo participam das frequências altas, revelando sinergismo com o mús-culo CT, denotando, também, grande participação na função articulatória;
 - o músculo cricofaríngeo parece contribuir no encurta-mento das pregas vocais, sendo considerado para al-

■ CONCLUSÕES

A importância do estudo da musculatura extrínseca laríngea reside no fato de esta exercer um papel entre os sistemas respiratório, digestivo, fonatório e articulatório, permitindo-nos concluir que qualquer movimento das estruturas interligadas com essa musculatura afetará, con-seqüentemente, a forma das pregas vocais.

Com base nos dados encontrados, podemos deduzir que: para produção efetiva da voz, são necessárias contra-ções, em conjunto, dos músculos laríngeos intrínsecos e extrínsecos. A atividade isolada e em conjunto desses mús-culos laríngeos extrínsecos nos permite concluir que:

guns autores, um antagonista do músculo CT, enquanto o tirofaringeo tensiona e aduz as pregas vocais.

Inferimos, portanto, que muitos estudos e experimentos ainda precisam ser realizados para esclarecer melhor a função exata de cada músculo extrínseco na produção da voz, os efeitos de suas contrações combinadas e as possibi-

lidades de produção de voz por meio da sua contração individual.

Compreender a atividade da musculatura extrínseca da laringe poderá ser de grande valia no desenvolvimento de exercícios vocais específicos visando ao maior rendimento vocal e laríngeo.

ABSTRACT

Purpose: the objective was determining the performance of the extrinsic musculature of the larynx during the vocal production. **Methods:** for this work it was made a bibliographical research. **Results:** it was verified that the extrinsic laryngeal muscles participate of the vocal production helping the intrinsic musculature of the larynx to carry out its functions, altering the form and the tension of the vocal folds, the frequency, the pressure sub-glottic, the intensity, the resonance and the registration. The influence of the collective and the individual contraction of these muscles were discussed in the phonation, in the song and in the inspiration. When the infrahyoid muscles act together they lower the larynx, opening the glottis and altering the form of the resonance cavities. The sternothyroid muscle tenses the vocal folds, showing larger participation in the low frequencies. In the song, this muscle acts as a fixer of the larynx preventing its elevation. This muscle also acts in the inspiration and in the yawn. The sternohyoid muscle shows participation in the phonation regulating the volume of the voice in any vocal frequency. The thyrohyoid muscle shows larger activity in the high frequencies. When the suprahyoid muscles act together they cause a prolongation of the vocal folds and they alter the resonance cavities; participating in the high frequencies and in the oral articulatory movements of the speech. The constrictor pharyngeal muscles, cricopharyngeal and thyropharyngeal contribute in the vocal production. The cricopharyngeal participates of the low frequencies and the thyropharyngeal tenses the vocal folds. For an effective production of the voice it is necessary the activity of the laryngeal extrinsic muscles in coordination with the intrinsic ones. **Conclusion:** it was observed that the laryngeal extrinsic muscles have a permanent influence in the phonation.

Keywords: voice; larynx/anatomy & histology; larynx/physiology; laryngeal muscles; vocal cords; phonation.

REFERÊNCIAS

- Louzada P. Estudo anatômico e funcional dos principais órgãos fonatórios periféricos: relações importantes. In: Louzada P. As bases da educação vocal. Rio de Janeiro: Livro México; 1982. p. 23-37.
- Aronson A E. Clinical voice disorders: an interdisciplinary approach. 2.ed. New York: Thieme Verlag, 1985. 417p.
- Greene MCL. Laringe e fonação. In: Greene MCL, editor. Distúrbios da voz. 4.ed. São Paulo: Manole; 1989. p. 34-5.
- Boone DR, Mcfarlane SC. A voz normal. In: Boone DR, Mcfarlane SC. A voz e a terapia vocal. Porto Alegre: Artes Médicas; 1994. p. 24-60.
- Sataloff RT. Clinical anatomy and physiology of the voice. Professional voice: the science and art of clinical care. New York: Raven Press; 1991. p. 11-4.
- Colton RH, Casper JK. Anatomia do mecanismo vocal. In: Colton RH, Casper JK. Compreendendo os problemas de voz: uma perspectiva fisiológica ao diagnóstico e ao tratamento. Porto Alegre: Artes Médicas; 1996. p. 300-14.
- Kent RD. The respiratory and laryngeal systems. In: Kent RD. The speech sciences. San Diego: Singular; 1997. p. 114-7.
- Pinho SMR. Avaliação e tratamento da voz. In: Pinho SMR. Fundamentos em fonoaudiologia. Tratando os distúrbios da voz. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998. p. 3-37.
- Fehrenbach MJ, Herring SW. Músculos. In: Fehrenbach MJ, Herring SW. Anatomia ilustrada da cabeça e do pescoço. São Paulo: Manole; 1998. p. 122-31.
- Huche FL, Allali A. A anatomia e fisiologia da laringe. In: Huche FL, Allali A. A voz. Anatomia e fisiologia dos órgãos da voz e da fala. 2. ed. Porto Alegre: Artmed; 1999. p. 131-5.
- Perelló J. Anatomia de la laringe. In.: Perelló J. Morfología fonoaudiológica. 2. ed. Barcelona: Científico Médico; 1978. p. 171-227. (Audiofoniatría y Logopedia, II).
- Kenyon E. Significance of the extrinsic musculature of the larynx. J Am Med Assoc 1922;79:428-31.
- Kenyon E. Relation of oral articulative movements of speech and extrinsic laryngeal musculature in general to function of vocal cord. Arch Otolaryngology 1927;5: 481-501.
- Fink RB, Basek M, Epanchin V. The mechanism of opening of the human larynx. Laryngoscopy 1956;66: 410-25.
- Faaborg-Andersen K, Sonninen A. The function of the extrinsic laryngeal muscles at different *pitch*. Acta Otolaryngol 1960;51:89-93.
- Zenker W. Questions regarding the function of external laryngeal muscles. In: Brewer DW, ed. Research

- Potentials in Voice Physiology: State Univ. OF New York, 1964. p. 20-40.
17. Hirano M, Koike Y, Von Leden H. The sternohyoid muscle during phonation: electromyographic studies. *Acta Otolaryngol* 1967;64:500-7.
 18. Sonninen A. The external frame function in the control of *pitch* in the human voice. In: Bouhuys A, editor. *Sound production in man*. Ann New York Acad Sci 1968;155:68-90.
 19. Murakami Y, Kirchner JA. Reflex tensor mechanism of the larynx by external muscles. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1971;80:46-60.
 20. Ueda N, Ohya M, Harvey J, Ogura J. Influence of certain extrinsic laryngeal muscles on: artificial voice production. *Laryngoscope* 1972;82:468-82.
 21. Shipp T. Vertical laryngeal position during continuous discrete vocal frequency change. *J Speech Hear Res* 1975;18:707-18.
 22. Shipp T, Izdebski K. Vocal frequency and vertical larynx positioning by singers and nonsingers. *J Acoust Soc Am* 1975;58:1104-6.
 23. Perelló J, Serra JE. Fisiologia de la laringe. In: Perelló J, Serra JE. *Fisiologia de la comunicació oral*. 2. ed. Barcelona: Científico Médico; 1977. p. 237-302. (Audiofoniatría y logopedia, III).
 24. Sapir S, Camphell C, Larson C. Effect of geniohyoid, cricothyroid and sternothyroid muscle stimulation on voice fundamental frequency of electrically elicited phonation in phesus macaque. *Laryngoscope* 1981;91: 468-57.
 25. Morrison MD, Rammage LA, Belisle GM. Muscular tension dysphonia. *J Otolaryngol* 1983;12:302-6.
 26. Hisa Y, Malmgren LT. Muscle fiber types in the human sternothyroid muscle: a correlated histochemical and ultrastructural morphometric study. In.: Baer T, Sasaki, C, Harris K. editors. *Laryngeal function in phonation and respiration.: vocal fold physiology*. San Diego: Singular; 1991. p. 29- 44.
 27. Fox EL, Bowers RW, Foss ML. *Bases fisiológicas da educação física e dos desportos*. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1991. 518p.
 28. Honda K, Fujimura O. Intrinsic vowel f_0 and phrase-final f_0 lowering: Phonological vs. Biological explanations. In.: Gauffin J, Hammarberg B. editors. *Vocal fold physiology: acoustic, perceptual, and physiological aspects of voice mechanisms*. San Diego: Singular; 1991. p. 149-57.
 29. Niimi S, Horiguchi S, Kobayashi N. F0 raising role of the sternothyroid muscle - an electromyographic study of two tenors. In.: In.: Gauffin J, Hammarberg B. editors. *Vocal fold physiology: acoustic, perceptual, and physiological aspects of voice mechanisms*. San Diego: Singular; 1991. p. 182-8.
 30. Kirzinger A, Jürggens U. Role of extralaryngeal muscles in phonation of subhuman primates. *J Comp Physiol [A]* 1994;175:215-22.
 31. Riad AM, Kotby MN. Mechanism of glottic closure in model of unilateral vocal palsy. *Acta Otolaryngol* 1995;115:311-3.
 32. Vilkman E, Sonninen A, Hurme P, Kurkku P. External laryngeal frame function in voice production. Revisited: a review. *J Voice* 1996;10:78-92.
 33. Elliot N, Sundberg J, Gramming P. Physiological aspects of a vocal exercise. *J Voice* 1997;11:171-7.
 34. Roubeau B, Chevrie-Muller C, Lacau Saint Guily J. Electromyographic activity of strap and cricothyroid muscles in *pitch* change. *Acta Otolaryngol* 1997;117:459-64.
 35. Hocevar-Boltezar I, Janko M, Zargi M. Role of surface EMG in diagnostics and treatment of muscle tension dysphonia. *Acta Otolaryngol* 1998;118:739-43.
 36. 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;13:219-26.
 37. Costa HO, Duprat AC, Eckley CA. *Fisiologia fonatória. Laringologia pediátrica*. São Paulo: Roca; 1999. p. 13.
 38. Pinho SMR, Pontes PAL, Gadelha MEC, Biase NG. Vestibular vocal fold behavior during phonation in unilateral vocal fold paralysis. *J Voice* 1999;13:36-42.
 39. Zemlim WR. *Fonação*. In. Zemlim WR. *Princípios de anatomia e fisiologia em fonoaudiologia*. 4 ed., Porto Alegre: Artes Médicas Sul; 2000. p. 119-204.

Recebido para publicação em: 23/01/2001

Aceito em: 13/04/2001

Endereço para correspondência

Nome: Gabriela Sóstenes

Endereço: Rua das Pernambucanas, 377/401 – Graças – CEP: 52011-010, Recife – PE

e-mail: vgsostenes@aol.com