

Configuração das pregas vestibulares em laringes de pacientes com nódulo vocal

Vestibular folds configuration in vocal nodule

Juliane Tuma¹, Osiris Oliveira Camponês do Brasil², Paulo Augusto de Lima Pontes³, Reinaldo Kasuo Yasaki⁴

Palavras-chave: nódulo vocal, pregas vestibulares, laringe, voz.

Key words: vocal nodule, vestibular folds, larynx, voice.

Resumo / Summary

O nódulo vocal está entre as laringopatias mais comuns que resultam em alterações na função vocal. O mecanismo da produção da fala é complexo e exige interação de diversos sistemas do organismo humano. A importância das pregas vocais na fisiologia e na formação da fonte sonora glótica é evidente; contudo, quanto à participação das pregas vestibulares neste processo, ainda não existe consenso entre os estudiosos da área. **Objetivo:** Verificar se existe diferença na conformação das pregas vestibulares entre dois grupos de indivíduos do sexo feminino, sendo um composto por pacientes com diagnóstico de nódulo vocal e outro por pacientes sem alteração da voz e sem lesão em pregas vocais. **Forma de estudo:** clínico com coorte transversal. **Material e Método:** Foram analisadas 96 imagens de laringes, de indivíduos do sexo feminino, sendo 48 sem queixa vocal e 48 com diagnóstico de nódulo vocal. Foram medidos os ângulos formados nas pregas vestibulares durante a fonação, dos lados direito e esquerdo, bem como feita classificação das mesmas quanto à forma (côncava, linear ou convexa). **Resultados:** Das 96 pregas vestibulares analisadas em cada grupo, a forma côncava foi predominante, seguida da linear e da convexa. No grupo controle, apenas uma das pregas estudadas tinha a conformação convexa, 27 conformação linear e 68 eram côncavas, enquanto no grupo nódulo vocal os resultados foram 8 convexas, 15 lineares e 73 côncavas. Estas diferenças não apresentaram significância, bem como as diferenças nos ângulos, cujas médias foram bastante semelhantes. **Conclusão:** As pregas vestibulares no sexo feminino se comportam da mesma maneira tanto nas pacientes com nódulo vocal quanto nas mulheres sem queixa vocal.

Vocal nodules are among the most common laryngopathies that cause vocal functional disorders. The voice production mechanism is complex and demand interactions of diverse systems of the human body. The physiological role of the vocal folds as the glottic sound source is evident, however, there is no consensus regarding the vestibular folds' participation/influence in phonation. **Aim:** To verify if there is difference in the bidimensional configuration of the vestibular folds among two distinct groups of women, one with the diagnosis of vocal nodules and other without both vocal alterations and vocal fold lesions. **Study design:** clinical with transversal cohort. **Material and Method:** Ninety six laryngeal images were evaluated, 48 from individuals without vocal complaints and 48 from patients with the diagnosis of vocal nodules. Angles were obtained and bilaterally measured in single frames of the vestibular folds during sustained phonation and those structures were morphologically classified as concave, linear or convex. **Results:** Among the 96 vestibular folds evaluated in each group, there was predominance of the concave form, followed by the linear and the convex ones. In the control group, there was a single convex vestibular fold, 27 were linear and 68 were concave folds. In the group of vocal nodules, 8 were convex, 15 were linear and 73 were concave folds. However, the differences among groups were not statistically significant as well as those among the angles, whose average measures were proven quite similar. **Conclusion:** In the female gender, the vestibular folds presented similar behaviour regarding the morphology in both patients with vocal nodules and women without vocal complaints.

¹ Pós-Graduada do Programa de Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço da Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina - UNIFESP - EPM. Médica Otorrinolaringologista.

² Mestre e Doutor em Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço pela Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina, Professor Orientador do Departamento de ORL-CCP da UNIFESP-EPM.

³ Professor, Livre Docente da UNIFESP-EPM, Coordenador do Programa de Pós Graduação em Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço da UNIFESP-EPM.

⁴ Médico Residente em Otorrinolaringologia da UNIFESP-EPM.

Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina (UNIFESP - EPM) INLAR (Instituto da Laringe).

Endereço para correspondência: Juliane Tuma Avenida - Av. 9 de Julho 915 Bela Vista São Paulo SP 01313-000.

Artigo recebido em 13 de maio de 2005. Artigo aceito em 28 de julho de 2005.

INTRODUÇÃO

A laringe humana é um órgão músculo cartilágneo com funções específicas. Anatomicamente, as cartilagens laríngeas são unidas entre si por articulações e ligamentos, proporcionando movimentos ântero-posteriores, laterais e basculantes. A musculatura intrínseca realiza movimentos de precisão, com ajustes tensionais e posturais das pregas vocais. Tais músculos proporcionam os movimentos de abdução, adução e tensão. Filogeneticamente, a função primordial da laringe é a condução do ar na respiração, seguida da função de proteção das vias aéreas inferiores, na deglutição, eliminação de secreções e corpos estranhos e de apoio nos mecanismos de esforços, como defecação e parto.¹ Ainda como função laríngea e de importância indispensável aos seres humanos está a produção de sons na fonação, ou seja, na voz. A voz humana resulta da interação de fatores genéticos, anatômicos, características pessoais, como a personalidade, além de fatores sociais, econômicos e culturais, e ainda de aspectos emocionais únicos, próprios de cada indivíduo. No entanto, a função fonatória da laringe é uma função adaptada. Conseqüentemente, o conceito de voz normal é indefinido e dependente de inúmeras variáveis, e o termo voz adaptada é preferencialmente utilizado.²

O mecanismo de produção vocal é complexo e exige interação de diversos sistemas do organismo, desde o trato respiratório até o sistema nervoso central. A compreensão do mecanismo da vibração das pregas vocais exige conhecimento anatômico específico. As pregas vocais são estruturas multilaminadas, com propriedades mecânicas distintas em cada camada, composta por músculo e mucosa. O músculo vocal corresponde ao corpo da prega vocal e a mucosa pode ser dividida em epitélio (do tipo escamoso estratificado) e lâmina própria (subdividida em camadas superficial, intermediária e profunda).³ O mecanismo vibratório das pregas vocais origina-se de ondulações combinadas nos sentidos horizontal, longitudinal e vertical, advindas de forças aerodinâmicas e mioelásticas (teoria mioelástica-aerodinâmica da fonação), determinando o “ciclo glótico” com suas fases aberta e fechada. No controle da frequência, ocorre variação no comprimento das pregas vocais, e no da intensidade a variação se dá principalmente devido ao aumento da pressão subglótica. Já no controle da qualidade vocal, há modificação de todo o trato vocal, com aspectos ressonantes envolvidos. Com a introdução das fibras ópticas na prática clínica otorrinolaringológica esta função ficou mais facilmente analisável.

O nódulo vocal está entre as laringopatias mais comuns que resultam em alterações na função vocal.^{4,5} A definição do nódulo vocal é ainda contraditória, podendo ser considerado um espessamento benigno na mucosa da margem livre da prega vocal geralmente localizado na junção do terço anterior com o terço médio, uni ou bilateral, tendo

como etiologia principal o abuso vocal. Entretanto, consideraremos a definição da entidade nódulo vocal como sendo: lesão bilateral, simétrica em localização, podendo ser assimétrica em tamanho, com presença de fenda triangular médio posterior, diretamente relacionada ao mau uso ou ao uso excessivo da voz, e laringe com padrão feminino ou infantil.⁶ Na laringe feminina ou infantil, a proporção glótica (PG), que é o índice que expressa a relação entre as partes intercartilágnea e intermembranácea da glote, está ao redor de 1,0 ou abaixo em mulheres e nos homens este valor está ao redor de 1,3. Isto explica a tendência à formação de nódulos nas populações feminina e pediátrica e a formação de granulomas na população masculina.^{7,8} Nos achados estroboscópicos, geralmente é evidenciada coaptação glótica incompleta e os achados histopatológicos e imunohistoquímicos são de espessamento da membrana basal, porém sem apresentarem alterações vasculares da mucosa das pregas vocais.⁹⁻¹² Assim, fica evidente a importância das pregas vocais na fisiologia e na formação da fonte sonora glótica; contudo, quanto à participação das pregas vestibulares, ainda não existe um consenso entre os autores. As pregas vestibulares são formadas por tecidos muscular, conectivo, adiposo e glândulas. Estas últimas desempenham a função de lubrificação do epitélio laríngeo, sendo mais numerosas na camada subepitelial. Estudo anatômico com laringes excisadas de dissecação pós-morte evidenciou a presença de três grupos musculares distintos: camada pósterio-lateral, com suas fibras estendendo-se em direção sagital; camada ântero-lateral, anexa à cartilagem tireóidea e camada ântero-medial, constituída por grupo de fibras espalhadas, situadas medial e dorsalmente ao ventrículo laríngeo.¹³ Durante o mecanismo de fonação, as cartilagens aritenóideas são tracionadas fortemente pelas pregas vestibulares e, ao mesmo tempo, as pregas ariepiglóticas são deslocadas superiormente, aumentando além da largura do ventrículo laríngeo, o espaço glótico, resultando em uma maior amplitude de vibração das pregas vocais.¹⁴

A proximidade das pregas vestibulares com as pregas vocais, sua conformação e tamanho poderiam influenciar o fluxo aéreo através da laringe, alterando a vibração das pregas vocais e afetando a acústica da voz. Através de medidas lineares utilizadas para definir o tamanho e a forma das pregas vestibulares, constatou-se que se encontravam mais distantes das pregas vocais nos pacientes do sexo masculino quando comparadas aos do sexo feminino. Já nas medidas angulares não há diferença estatisticamente significativa entre os sexos.¹⁵ A atividade supraglótica se refere ao posicionamento e localização de estruturas imediatamente acima das pregas vocais. Durante o mecanismo de produção da voz essa atividade pode ser dividida em dois tipos: ântero-posterior e látero-medial. A visibilização das pregas vocais fica parcial ou totalmente prejudicada quando há presença de atividade supraglótica: compressão ântero-posterior se dá com a aproximação das cartilagens aritenóideas ao

pecíolo da epiglote e a compressão látero-medial acontece quando da adução das pregas vestibulares. No entanto, a atividade estática ou mesmo a dinâmica da supraglote é considerada comportamento normal da função articulatória ao nível da laringe, fazendo parte do sistema lingüístico/fonético sem evidenciar qualquer disfunção laríngea. Tanto a compressão ântero-posterior, quanto a compressão das pregas vestibulares podem estar presentes em indivíduos normais ou com diagnóstico de nódulo vocal, numa porcentagem média similar. Assim se constata que a hipótese clínica de que a hiperatividade supraglótica está associada ao aumento da tensão laríngea, o que conseqüentemente poderia contribuir para o desenvolvimento dos nódulos vocais, não pode ser comprovada. Essa atividade seria um componente normal do comportamento laríngeo. Dessa maneira, a aplicabilidade prática dos resultados dos valores das medidas relativas das compressões ântero-posterior e mediana pode ser questionada.¹⁶⁻¹⁸

Recentemente, as pregas vestibulares foram classificadas de acordo com sua forma: côncava, convexa ou linear, dependendo de sua conformação nos indivíduos estudados, apresentando diferenças significantes entre os grupos analisados (eufonia e disfonia), e tal diferença foi também observada quando se comparou os pacientes do sexo masculino com o feminino.¹⁹

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é verificar se existe diferença na conformação das pregas vestibulares durante fonação entre dois grupos de indivíduos do sexo feminino sendo um de pacientes com diagnóstico de nódulo vocal e outro de indivíduos sem queixa de alteração de voz e sem lesões nas pregas vocais.

MATERIAL E MÉTODO

O material deste estudo é procedente de gravações de imagens de laringes obtidas por meio de videolaringoscopia realizadas no Instituto da Laringe (Inlar), no período de março de 2003 a janeiro de 2005. Foram avaliadas 96 imagens de laringes de indivíduos do sexo feminino com idades entre 15 e 70 anos. Foram selecionadas 48 imagens de indivíduos sem queixa vocal e sem lesões em pregas vocais e 48 de indivíduos com diagnóstico de nódulo vocal. Por se tratar de imagens de arquivo, nenhum procedimento foi realizado com os indivíduos para este estudo.

Na rotina do atendimento clínico, o exame de videolaringoscopia é realizado sob anestesia tópica com Lidocaína 10% spray com o paciente sentado e de boca aberta, com a língua protraída e envolvida em gaze mantida por pinçamento digital. Cada paciente avaliado durante o exame é orientado a respirar pela boca, sem esforço, e a emitir a vogal // sustentada, em intensidade próxima a

uma emissão natural. Nos casos estudados havia sido utilizado telescópio Machida® de 70 graus e sistema de vídeo convencional com microcâmera Panasonic® KS 152. Um computador AMD ATLON® XP 1600 1.6, com sistema operacional Windows® 2000 foi utilizado para transferência das imagens. Após a digitalização das imagens, realizada através do programa de captura ADOBE PREMIERE® com placa de vídeo PINACLE® DC 1000, foi escolhido somente um quadro durante a fonação. O início e o final da emissão foram desconsiderados. Utilizamos como critérios de exclusão:

- Presença de constrição ântero-posterior, que impedia a localização das inserções das pregas vestibulares;
- Realização do exame em vigência de reflexo nauseoso;
- Permanência de secreção na região glótica impedindo a definição dos limites anatômicos indispensáveis para a localização precisa das estruturas;
- Qualidade da imagem inadequada para a definição dos pontos.

As imagens foram analisadas no computador e as linhas e pontos de referência definidos:

PONTO ANTERIOR (A): correspondente à extremidade anterior da borda livre da prega vestibular na região anterior;

PONTO POSTERIOR (B): local onde termina a borda livre da prega vestibular na região posterior;

LINHA AB: união dos pontos A e B;

PONTO DE DESLOCAMENTO (C): ponto correspondente ao maior deslocamento da borda livre da prega vestibular em relação à linha AB.

LINHAS AC e BC: formadas pela união dos pontos A e B com C;

Quando a borda livre da prega vestibular coincide em toda a extensão ou está muito próxima à linha AB, o ponto C é considerado como pertencente à linha AB;

α = ângulo formado pela intersecção das linhas AC e BC na prega vestibular direita;

β = ângulo formado pela intersecção das linhas AC e BC na prega vestibular esquerda. (Figura 1)

Foram realizadas as medidas dos ângulos, em graus, considerando-se sempre o ângulo voltado para a luz laríngea. Para estas medidas foi utilizada a ferramenta "angle" do programa IMAGE TOOL 3.0. Dois tipos de parâmetros foram utilizados:

- a) Quantitativo: valor numérico dos ângulos;
- b) Qualitativo: classificação das pregas vestibulares quanto à forma:
 - Côncava: ponto C lateral a AB;
 - Linear: ponto C coincidente ou muito próximo a AB;
 - Convexa: ponto C medial a AB.

Para a análise estatística adotou-se:

Teste T de Student para dados pareados, contralados pelo teste de Levene para igualdade de variâncias e teste de Qui quadrado transformado pela estatística de Fischer.

RESULTADOS

Os resultados são apresentados em forma de tabelas.

DISCUSSÃO

O nódulo vocal traz intrínseco ao seu conceito a presença de um esforço à fonação.²⁰⁻²³ A razão deste estudo foi

a de verificarmos se as pregas vestibulares poderiam nos indicar a presença deste esforço na região supraglótica, modificando suas conformações.

A análise estatística dos nossos resultados indicou não haver diferença significativa desta conformação entre o grupo de mulheres sem queixa de alteração da voz e o grupo de portadores de nódulo vocal.

Diante deste achado temos que considerar duas hipóteses: a primeira, de que o esforço envolve a supraglote sem modificar as pregas vestibulares e a segunda, em que o esforço não envolve a supraglote. Nemetz et al. estudou comparativamente mediante uma análise qualitativa grupos de indivíduos sem queixa de alteração de voz e grupos com

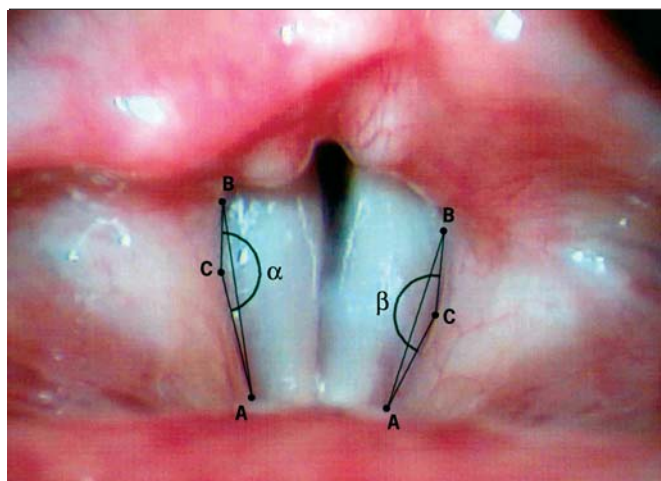


Figura 1. Pontos de referência A, B e C, linhas AB, AC e BC e ângulos α e β .

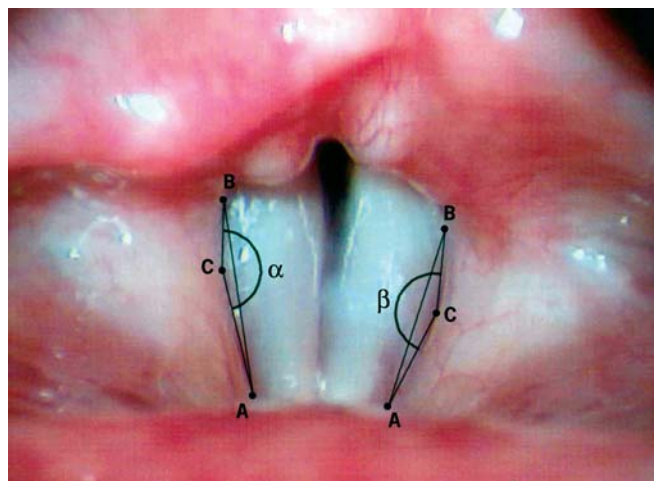


Figura 2. Pregas vestibulares de conformação côncava com pontos de referência e linhas para definição dos ângulos alfa e beta.

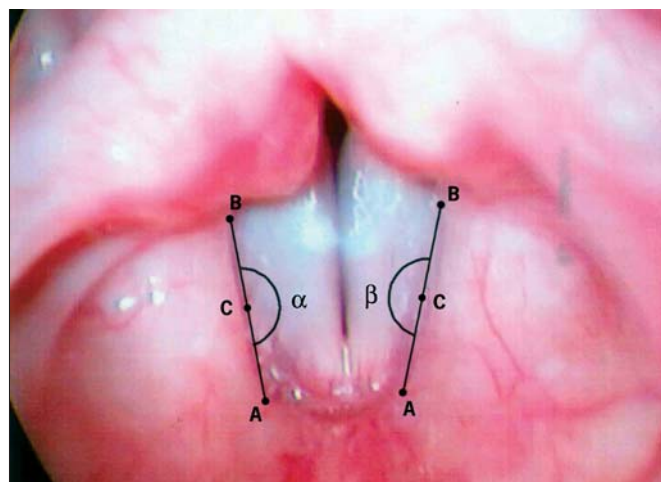


Figura 3. Pregas vestibulares de conformação linear com pontos de referência e linhas para definição dos ângulos alfa e beta.

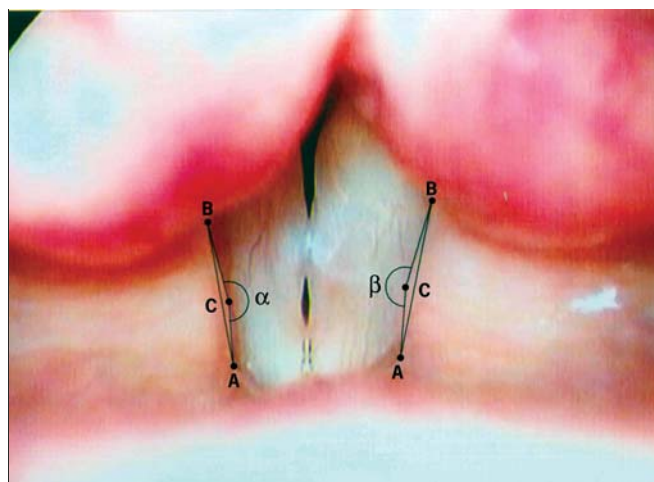


Figura 4. Pregas vestibulares de conformação convexa com pontos de referência e linhas para definição dos ângulos alfa e beta.

Tabela 1. Médias e desvios padrões dos ângulos direito e esquerdo (alfa e beta, respectivamente) dos 48 indivíduos sem queixa vocal.

Ângulo	n	Média	Desvio Padrão	Significância (p)
Alfa	48	169,66	9,722	0,886
Beta	48	169,48	8,721	

Tabela 2. Médias e desvios padrões dos ângulos direito e esquerdo (alfa e beta, respectivamente) dos 48 indivíduos com nódulo vocal.

Ângulo	n	Média	Desvio Padrão	Significância (p)
alfa	48	169,63	10,392	0,237
beta	48	168,06	10,350	

Tabela 3. Médias e desvios padrões dos ângulos direito e esquerdo (alfa e beta, respectivamente) dos 96 indivíduos estudados; 48 sem queixa vocal (SQ) e 48 com nódulo vocal (NV).

Ângulo	Diagnóstico	n	Média	Desvio Padrão	Significância (p)
alfa	SQ	48	169,68	9,722	0,990
	NV	48	169,63	10,392	
beta	SQ	48	169,48	8,721	0,470
	NV	48	168,07	10,35	

Tabela 4. Número de pregas vestibulares de acordo com sua conformação nos dois grupos estudados: sem queixa (SQ) e nódulo vocal (NV).

Formas	SQ			NV			Total	Significância (p)
	dir	esq	Total	dir	esq	Total		
Côncava	33	34	67	37	36	73	140	0,699
Linear	14	14	28	7	8	15	43	0,683
Convexa	1	0	1	4	4	8	9	0,330
Total	48	48	96	48	48	96	192	

diversas alterações laríngeas em que alguns envolviam esforço fonatório, como nas paralisias unilaterais das pregas vocais e encontrou diferenças significantes na conformação das pregas vestibulares. Diante desta informação podemos então supor que em nosso grupo de nódulo vocal, não havendo participação das pregas vestibulares, não existiu esforço em nível supraglótico. Este nosso achado coincide com os observados pelo grupo da Universidade de Washington em dois artigos distintos^{16,17} que chegou a essa conclusão semelhante à nossa quanto à constrição lateral utilizando método diferente com medidas laríngeas em “pixels”; por outro lado, estes autores observaram a existência de constrição supraglótica ântero-posterior, isto é, aproximação entre a cartilagem epiglote e as aritenóideas. Em nosso estudo, esse aspecto não foi considerado, visto que pelo nosso método, necessitávamos de condições para identificarmos as extremidades anterior e posterior das pregas vestibulares, o que não foi possível quando este outro tipo de constrição supraglótica ocorria. Diante desta eventualidade,

para a realização de medidas quantitativas, há necessidade de se desenvolver outra técnica de aferição do ângulo formado pelo deslocamento das pregas vestibulares¹⁹ sem que seja necessário identificarmos os pontos extremos. Ressaltamos que utilizamos o ângulo formado pela borda livre da prega vestibular para ser possível o estudo comparativo, visto que a medida do ângulo independe da distância em relação ao telescópio, o que não acontece com as medidas lineares em pixels. O estudo comparativo com estas últimas fica prejudicado, uma vez que as diferentes alturas laríngeas de indivíduo para indivíduo em relação ao laringoscópio, resulta em valores diferentes para uma mesma dimensão. Esta técnica de avaliação da conformação das pregas vestibulares não se encontra descrita nos artigos consultados. Assim, a configuração das pregas vestibulares não indicou a presença de esforço fonatório envolvendo essas estruturas na supraglote, diferentemente do que ocorre na região glótica. Nesta região a tensão pode ser evidenciada clinicamente pela ação do músculo cricoaritenóideo posterior, que

pela teoria de Pontes et al.^{6,8} seria o responsável pela presença da fenda triangular médio posterior que é utilizada como critério para o diagnóstico da entidade nódulo vocal.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram que as pregas vestibulares se comportam quanto à configuração da mesma maneira, tanto nos pacientes com o diagnóstico de nódulo vocal quanto nos pacientes sem queixa vocal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Imamura R, Tsuji DH, Sennes LU. Fisiologia da laringe. In: Campos CAH, Costa HO. Tratado de Otorrinolaringologia. São Paulo: Rocca; 2002. p. 743-50.
2. Behlau M, Azevedo R, Pontes PAL, Brasil, OOC. Disfonias funcionais. In: Behlau M. Voz: O livro do especialista. São Paulo: Revinter; 2001. p.248-70.
3. Gray SD. Basement membrane zone injury in vocal nodules. In: Gauffin, J, Hammarberg B. Vocal Fold Physiology. Stockholm, Sweden: Singular; 1991. p. 21-7.
4. Ford CN, Bless DM, Campos G, Leddy M. Anterior commissure microwebs associated with vocal nodules: detection, prevalence and significance. Laryngoscope 1994; 104: 1369-75.
5. Johns MM. Update on the etiology, diagnosis and treatment of vocal fold nodules, polyps and cysts. Curr Opin Otolaryngol Head and Neck Surg 2003; 11: 456-61.
6. Pontes PAL, Behlau M, Kyrillos L. Configuration et rapport glottique: un essai pour comprendre la fente glottique postérieure. Revue de Laryngologie 1994; 115: 261- 6.
7. Pontes PAL, De Biase N, Kyrillos L, Pontes AAL. Importance of glottic configuration in the development of posterior laryngeal granuloma. Ann Otol Rhinol Laryngol 2001; 110: 765-9.
8. Pontes PAL, Kyrillos L, Behlau M, De Biase N, Pontes AAL. Vocal nodules and laryngeal morphology. J Voice 2002; 16 (3): 408-14.
9. Colton RH, Woo P, Brewer DW, Griffin B, Casper J. Stroboscopic signs associated with benign lesions of the vocal folds. J Voice 1995; 9 (3): 312-25.
10. Dikkers FG, Nikkels PG. Benign lesions of the vocal folds: histopathology and phonotrauma. Ann Otol Rhinol Laryngol 1995; 104: 698-703.
11. Courey MS, Shohet JA, Scott MA, Ossof RH. Immunohistochemical characterization of benign laryngeal lesions. Ann Otol Rhinol Laryngol 1996; 105: 525-31.
12. Pontes PAL, De Biase N, Behlau M. Vascular characteristics of the vocal fold cover in control larynges and larynges with benign lesions. Phonoscope 1999; 2 (3): 129-35.
13. Reidenbach MM. The muscular tissue of the vestibular folds of the larynx. Eur Arch Otorhinolaryngol 1998; 225: 365-7.
14. Von Doersten PGET. Ventricular dysphonia: a profile of 40 cases. Laryngoscope 1992; 102: 1296-301.
15. Agarwal M, Scherer RC, Hollien H. The false vocal folds: shape and size in frontal view during phonation based on laminagraphic tracings. J Voice 2003; 17(2): 97-113.
16. Stager SV, Bielamovicz S, Gupta A, Marullo S, Regnell JR, Barkmeier MJ. Supraglottic Activity: Evidence of vocal Hyperfunction or Laryngeal Articulation? J Speech Lang Hear Res 2000; 43: 229-38.
17. Stager SV, Bielamovicz S, Regnell JR, Gupta A, Barkmeier MJ. Quantification of static and dynamic supraglottic activity. J Speech Lang Hear Res 2001; 44 (6): 1245-56.
18. Behrman A, Dahl LD, Abramson AL, Schutte HK. Anterior-posterior and medial compression of the supraglottis: signs of nonorganic dysphonia or normal postures? J Voice 2003; 17 (3): 403-10.
19. Nemetz MA, Pontes PAL, Vieira VP, Yasaki RK. Configuração das pregas vestibulares à fonação em adultos com e sem disфонia. Rev Bras Otorrinolaringol 2005; 71(1): 6-12.
20. Koufman JA, Blalock PD. Classification and approach to patients with functional voice disorders. Ann Otol Rhinol Laryngol 1982; 91: 372-7.
21. Morrison MD, Rammage LA, Belisle GM, Pullan CB, Nichol H. Muscular tension dysphonia. J Otolaryngol 1983; 12: 302-6.
22. Hilman RE, Holmberg EB, Perkell JS, Walsh M, Vaughan C. Phonatory function associated with hyperfunctionally related vocal fold lesions. J Voice 1990; 4: 52-63.
23. Jiang JJ, Diaz CE, Hanson DG. Finite element modeling of vocal fold vibration in normal phonation and hyperfunctional dysphonia: implications for the pathogenesis of vocal nodules. Ann Otol Rhinol Laryngol 1998; 107: 603-10.