

Alícia Graziela Noronha Silva Salgueiro¹
 Andressa Sharllene Carneiro da Silva¹
 Bruna Mara Adorno Marmontel Araújo¹
 Renata Paciello Yamashita¹
 Inge Elly Kiemle Trindade^{1,2}

Descritores

Fala
 Fissura Palatina
 Insuficiência Velofaríngea
 Rinometria Acústica
 Rinomanometria

Keywords

Speech
 Cleft Palate
 Velopharyngeal Insufficiency
 Acoustic Rhinometry
 Rhinomanometry

Endereço para correspondência:

Inge Elly Kiemle Trindade
 Alameda Doutor Octávio Pinheiro
 Brisola, 9-75, Vila Universitária, Bauru
 (SP), Brasil, CEP: 17012-901.
 E-mail: ingetrin@usp.br

Recebido em: 19/01/2015

Aceito em: 12/03/2015

CoDAS 2015;27(5):464-71

Análise comparativa da atividade velofaríngea aferida por rinometria acústica e rinomanometria

Comparative analysis of velopharyngeal activity assessed by acoustic rhinometry and rhinomanometry

RESUMO

Objetivo: Analisar a atividade velofaríngea (VF) de indivíduos com disfunção velofaríngea (DVF) aferida por rinometria acústica, comparativamente à rinomanometria. **Métodos:** Estudo clínico prospectivo em 41 adultos, de ambos os gêneros, com fissura de palato±lábio previamente operada e DVF residual ao exame clínico, sem articulação compensatória nas plosivas surdas [p], [t] e [k]. Variáveis analisadas: (1) variação volumétrica da nasofaringe (ΔV) na produção das três plosivas, relativamente ao repouso, por rinometria acústica (reduções $<3 \text{ cm}^3$ foram consideradas como ausência de atividade velofaríngea); (2) área do orifício velofaríngeo (área VF), por rinomanometria anterior modificada; áreas $\geq 0,05 \text{ cm}^2$ foram consideradas como fechamento inadequado. Na comparação das técnicas foi utilizada a plosiva [p] (n=24). **Resultados:** Observou-se: (1) ΔV médio de 18% no [k], significativamente menor ($p<0,05$) que a redução relatada para normais (30%); valores de ΔV sugestivos de DVF constatados em 59% dos casos. Resultados similares foram obtidos no [p] e [t], mostrando-se mais apropriados para o exame rinométrico, por não envolverem a participação da língua no fechamento velofaríngeo, diferentemente da plosiva velar [k]; (2) fechamento VF inadequado em 85% dos casos. Não houve correlação significativa entre o ΔV e a área do orifício velofaríngeo. A concordância de diagnóstico entre os métodos ocorreu em 51% dos casos. **Conclusão:** A rinometria acústica não apresentou boa acurácia como método de diagnóstico da DVF frente ao método padrão. Demonstrou, contudo, potencial como método de acompanhamento dos resultados de intervenções clínico-cirúrgicas que levem à maior atividade velar e faríngea.

ABSTRACT

Purpose: To analyze the velopharyngeal (VP) activity of subjects with velopharyngeal dysfunction (VPD) by acoustic rhinometry, as compared to rhinomanometry. **Methods:** This was a prospective clinical study conducted in 41 adults, both genders, with repaired cleft palate, with or without a previously repaired cleft lip, and residual VPD on clinical assessment, without compensatory articulations for [p], [t], and [k]. The outcome measures were as follows: (1) on acoustic rhinometry, nasopharyngeal volumetric change (ΔV) during [p], [t], and [k], relatively to rest condition (decreases by $<3 \text{ cm}^3$ considered as absence of VP activity); (2) on modified anterior rhinomanometry, VP orifice area (areas $\geq 0.05 \text{ cm}^2$ considered as inadequate closure). The plosive [p] was used when comparing the techniques (n=24). **Results:** (1) A mean ΔV decrease of 18% was observed during [k], which was significantly lower ($p<0.05$) than the decrease reported for individuals without VPD (30%). ΔV values suggesting VPD were observed in 59% subjects. Similar results were obtained for [p] and [t], which shall be used as stimulus, given that they do not involve the use of the tongue to lift the velum during VP closure, differently from the velar plosive [k]. (2) Inadequate closure was seen in 85% subjects. No correlation was observed between ΔV and VP orifice area. Agreement between techniques was observed in 51% cases. **Conclusion:** Acoustic rhinometry had accuracy not as good as that of a diagnostic method of VPD when compared to the gold standard method. Nevertheless, the technique shows potential as a method for monitoring the outcomes of clinical and surgical treatment of VPD aimed at increasing velar and pharyngeal activity.

Estudo realizado no Laboratório de Fisiologia do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais, Universidade de São Paulo – USP – Bauru (SP), Brasil.

(1) Laboratório de Fisiologia, Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais, Universidade de São Paulo – USP – Bauru (SP), Brasil.

(2) Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo – USP – Bauru (SP), Brasil.

Fonte de financiamento: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP.

Conflito de interesses: nada a declarar.

INTRODUÇÃO

A falha no fechamento velofaríngeo na produção de sons orais é designada genericamente como disfunção velofaríngea (DVF), a qual tem efeito significativo sobre a ressonância e outros aspectos da fala, podendo levar a hipernasalidade, emissão de ar nasal, fraca pressão intraoral e articulações compensatórias⁽¹⁻²⁾.

A avaliação perceptivo-auditiva é a primeira abordagem para se avaliar sinais e sintomas da DVF⁽²⁻⁴⁾. O uso escalas de classificação⁽⁴⁻⁶⁾ e a gravação de amostras de fala, em áudio e vídeo, com avaliação por juízes, têm sido estratégias bem sucedidas para minimizar a subjetividade inerente a esse tipo de avaliação⁽⁷⁻⁸⁾. Contudo, é consenso que a avaliação subjetiva da DVF deve ser complementada com métodos instrumentais, como a nasofaringoscopia, videofluoroscopia, nasometria e rinomanometria. Esta última, também conhecida como técnica fluxo-pressão, afere os aspectos aerodinâmicos da atividade velofaríngea, ou seja, o estado funcional do mecanismo velofaríngeo, fornecendo dados quantitativos que contribuem para a avaliação dos resultados terapêuticos⁽⁹⁻¹¹⁾.

Além desses métodos instrumentais de referência, outro proposto na literatura para avaliar a atividade velofaríngea é a rinometria acústica^(12,13). A técnica foi introduzida por Sondhi e Gopinath⁽¹⁴⁾ como método de avaliação da geometria nasal. Permite medições consecutivas da área seccional e do volume de diferentes segmentos da cavidade nasal, desde as narinas até a nasofaringe e, desse modo, a identificação exata do local das constrições que contribuem para a resistência nasal, de forma rápida, não invasiva e sem a necessidade da participação ativa do paciente⁽¹⁵⁾.

Em estudo desenvolvido no Laboratório de Fisiologia do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais, Bauru, São Paulo (HRAC/USP)⁽⁶⁾ foi comprovado, pela análise da variação volumétrica da nasofaringe na produção da plosiva surda [k], que a rinometria acústica foi capaz de identificar o déficit do movimento velar que caracteriza DVF na maioria dos pacientes com função velofaríngea inadequada, diagnosticada clinicamente. Contudo, foi identificada uma parcela de pacientes que apresentaram resultados sugestivos de boa mobilidade velar ao exame rinométrico, apesar da DVF.

Assim sendo, como parte de uma série de estudos que vêm sendo desenvolvidos junto ao Laboratório de Fisiologia do HRAC/USP para estudar a eficiência e as aplicações da rinometria acústica na caracterização das disfunções do mecanismo velofaríngeo, foi entendido como relevante, no presente estudo, comparar os achados da rinometria acústica com o de outro método instrumental já consagrado na literatura — a rinomanometria⁽¹⁶⁾. Uma modificação na técnica convencional permite estimar a área de secção transversa do orifício velofaríngeo durante a fala e, assim, classificar o grau de fechamento velofaríngeo, com base no princípio hidrocínético de que a área de um orifício pode ser medida, conhecendo-se a diferença de pressão existente entre os lados do orifício e o fluxo aéreo que o atravessa^(9,17-20).

MÉTODO

O estudo recebeu aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do HRAC/USP (CAAE 16540513.5.0000.5441),

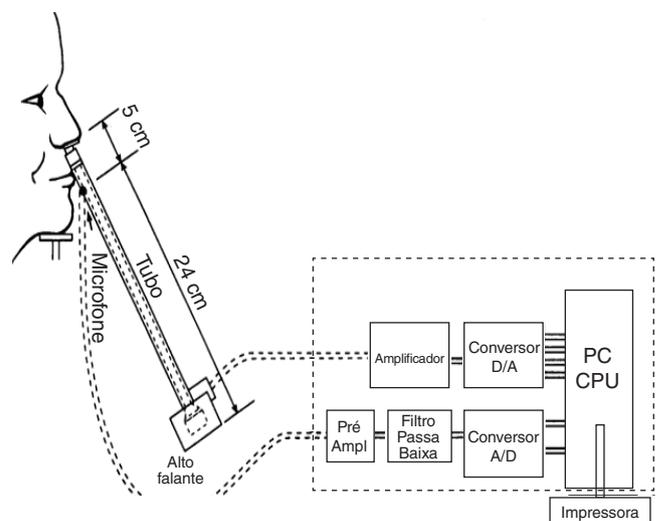
sendo os exames realizados após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos participantes ou seus responsáveis.

O estudo foi conduzido, de forma prospectiva, junto ao Laboratório de Fisiologia do HRAC/USP. Foram avaliados 41 indivíduos com fissura de palato, associada ou não à fissura de lábio, previamente reparada(s), sendo 21 do gênero masculino e 20 do feminino, com idade entre 12 e 39 anos (22 ± 8 anos, em média).

Para a seleção dos pacientes foram analisados os resultados da avaliação perceptivo-auditiva da fala, realizada de rotina no Laboratório de Fisiologia por fonoaudiólogos experientes^(1,4,20). Os achados não foram utilizados para outros fins, que não a identificação de pacientes aptos a participar do estudo.

Foram excluídos da amostra, pacientes que apresentavam articulação compensatória na produção do fone [p] e na produção dos fones [p], [t] e [k], simultaneamente, e, também, indivíduos com fístulas residuais no palato e/ou retalho faríngeo, com síndromes óbvias e com sinais ou sintomas de obstrução nasal, deficiência auditiva ou incapacidade física/mental, que pudessem comprometer a realização dos exames.

O exame rinométrico foi realizado em todos os 41 participantes utilizando um sistema *Eccovision Acoustic Rhinometer* (HOOD Laboratories) e a metodologia empregada por Trindade et al.⁽⁶⁾. A técnica se baseia na medida de ondas sonoras refletidas (ecos) que emergem da cavidade nasal em resposta a uma onda sonora incidente, sendo realizada da seguinte forma: a porção proximal de um tubo, recoberta por uma peça de silicone (*nosepiece*) é encostada em uma das narinas; uma onda sonora gerada por um alto-falante se propaga pelo tubo, passa pelo microfone, inativo nesse momento, e entra na cavidade nasal. Variações da área de secção transversa, ou seja, quaisquer constrições que diminuem a luz da cavidade, causam a reflexão da onda sonora de volta para o tubo do rinômetro. Os sinais de pressão sensibilizam o microfone, agora ativo, são amplificados e digitalizados. Um microcomputador com software específico é utilizado para análise dos sinais (Figura 1, adaptada de Roithmann et al.⁽²¹⁾). A área de secção transversa dos



Fonte: adaptado de Roithmann et al.⁽²¹⁾

Figura 1. Rinômetro acústico: instrumentação para a medida das dimensões volumétricas da nasofaringe

diferentes segmentos nasais, desde a narina até a nasofaringe, é calculada a partir da intensidade do eco. A distância dos segmentos, relativamente à narina, é calculada a partir da velocidade da onda e do tempo de chegada do eco. Os dados são convertidos em função área-distância e apresentados na tela do computador na forma de um gráfico, o rinograma, no qual a área (em cm²) é mostrada em escala semilogarítmica no eixo y e a distância (em cm) no eixo x. O sistema faz, a cada teste, medições em rápida sucessão (10 pulsos sonoros são gerados, aproximadamente, a cada 0,5 segundos) e o software calcula a média das áreas seccionais e volumes das 10 repetições.

O exame foi realizado em duas etapas, a primeira reproduzindo uma situação de relaxamento do véu do palato (repouso) e a segunda, em atividade velofaríngea máxima (fala): Etapa 1 (repouso), uma vez posicionado o tubo do rinômetro, e após alguns ciclos respiratórios de repouso, o paciente era solicitado a suspender voluntariamente a respiração ao final de uma expiração e o sistema era acionado para a aquisição dos dados. Três repetições foram feitas em cada cavidade nasal, sendo escolhido, para a análise do volume nasofaríngeo, o lado de melhor permeabilidade, ou seja, aquele com maior média da área seccional da válvula nasal medida na segunda deflexão do rinograma. Etapa 2 (atividade), a seguir, o paciente era solicitado a produzir a sílaba /ka/, mantendo a pressão intraoral do fone [k] por cerca de 5 segundos, até o término da aquisição dos dados. O mesmo foi feito para as sílabas /pa/ e /ta/. A calibração do equipamento foi feita a cada período do dia e cuidados foram tomados para minimizar possíveis erros nas medidas⁽²²⁾.

O volume nasofaríngeo no repouso (V_r) e na atividade de fala (V_k ou V_p ou V_t) foi determinado pela integração da curva área-distância, desde o ponto de divergência entre a curva do repouso e a curva da fala, correspondente à região das coanas (ou borda posterior do palato duro), até 5 cm a partir desse ponto. Nos casos em que o ponto de divergência não foi observado entre as curvas com nitidez suficiente, em função da falta de mobilidade velar, foi adotado como ponto inicial a distância média observada em indivíduos normais, que correspondeu a 7,7 cm a partir das narinas, analisando em ambos os casos um segmento de 5 cm a partir das coanas, correspondente à nasofaringe.

A variação volumétrica da faringe (ΔV) foi determinada calculando o módulo da diferença entre o volume nasofaríngeo durante a produção da plosiva surda [k] (V_k) e o volume nasofaríngeo no repouso velar (V_r), ou seja, |V_k - V_r|, que corresponde à diferença absoluta (ΔVA). Foi calculada, também, a razão entre |V_k - V_r| / V_r, que corresponde à diferença relativa (ΔVR). O mesmo foi feito para as plosivas surdas [p] e [t]. A análise da diferença entre duas medidas volumétricas feitas sucessivamente, no mesmo indivíduo, elimina fatores que possam interferir com as medidas realizadas na porção posterior da cavidade nasal.

Todos os participantes foram também submetidos à rinomanometria anterior modificada (técnica fluxo-pressão), utilizando um sistema computadorizado PERCI-SARS (versão 4.01, Microtronics Corp.). Os dados colhidos foram comparados com os resultados da rinometria acústica. A técnica permite a mensuração da área do orifício velofaríngeo, pela medida

simultânea da pressão diferencial entre os dois lados da constrição e do fluxo aéreo que a atravessa durante a produção de fone que exige atividade velofaríngea máxima, usualmente uma plosiva. Para tanto, posiciona-se um cateter no interior da cavidade oral e outro na narina de menor fluxo nasal, o qual é mantido em posição por um obturador (oliva); ambos medem pressões aéreas estáticas, que são transmitidas a transdutores de pressão. O fluxo aéreo nasal é medido por meio de um tubo plástico adaptado à narina de maior fluxo, o qual é conectado a um pneumotacógrafo aquecido e também ligado a um transdutor de pressão. Os sinais dos três transdutores (pressão nasal, pressão oral e fluxo nasal) são enviados ao sistema PERCI para análise por software específico (Figura 2). A calibração do sistema foi feita uma vez por semana com sinais conhecidos de fluxo (250 mL/s) e pressão (6 cm H₂O), utilizando, respectivamente, um rotâmetro e um manômetro de água.

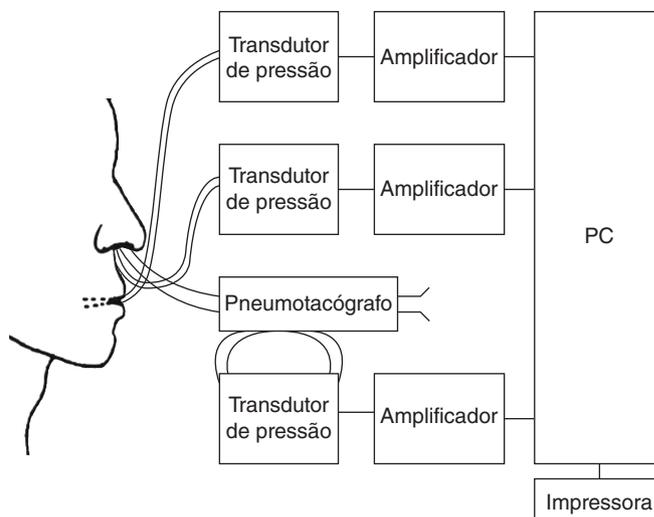


Figura 2. Rinomanometria anterior modificada: instrumentação utilizada para a medida da área do orifício velofaríngeo⁽⁹⁾

Para os fins do presente estudo, foi analisada a área do orifício velofaríngeo durante a produção da plosiva surda [p] inserida no vocábulo “rampa”, sendo avaliadas 4 a 6 emissões sucessivas de cada produção por indivíduo. A área considerada para análise representa a média dessas produções múltiplas e é calculada pelo próprio programa a partir da equação: $A = F/k(2 \Delta P/d)^{1/2}$, onde A = área do orifício em cm²; F = fluxo nasal em ml/s; k = 0,65; ΔP = diferença entre pressão oral e pressão nasal em cm H₂O; d = densidade do ar em g/cm³. Como já mencionado, os pacientes com articulação compensatória na produção do fone [p] não foram incluídos no estudo.

O fechamento velofaríngeo foi graduado de acordo com a área velofaríngea observada. Para tanto foi utilizada a classificação de Warren⁽²³⁾ modificada; áreas <0,05 cm² = fechamento adequado; 0,05 a 0,19 cm² = fechamento marginal; e, $\geq 0,20$ cm² = fechamento inadequado. Para a análise da acurácia da rinometria, áreas $\geq 0,05$ cm² foram consideradas como indicativas de fechamento inadequado.

Análise dos dados

Com relação à rinometria acústica, considerando que a variável volume segue distribuição normal, com apenas discreto desvio à esquerda⁽²⁴⁾, os resultados relativos aos volumes nasofaríngeos no repouso e na fala foram expressos como média±desvio-padrão. Para os fins do presente estudo, foi utilizado como limite de normalidade um $\Delta V=3$ cm³, ou seja, valores menores do que esse limite ($\Delta V<3$ cm³) foram interpretados como indicativos de atividade velofaríngea inadequada⁽⁶⁾.

A significância das diferenças entre os volumes nasofaríngeos observados nas duas condições estudadas (repouso e atividade velofaríngea) foi analisada pelo teste *t* de Student para amostras relacionadas e a observada entre os grupos pelo teste *t* de Student para amostras independentes. A significância da diferença entre mais de dois grupos ($\Delta V<3$ cm³, $\Delta V\geq 3$ cm³ e controle) foi investigada por análise de variância (ANOVA) e, quando constatada significância, o teste Tukey foi utilizado. A comparação entre a variação volumétrica da nasofaringe (ΔV) e a área de secção transversa do orifício velofaríngeo foi feita por análise de variância e, quando constatada significância, o teste Tukey foi utilizado. Em todos os testes foi adotado como nível de significância um $p<0,05$.

RESULTADOS

Todos os pacientes incluídos no estudo apresentaram DVF ao diagnóstico clínico, sendo que 59% (24/41) foram considerados como tendo função velofaríngea marginal e os demais 41% (17/41), função velofaríngea inadequada. Nenhum deles apresentou articulação compensatória na plosiva surda [p], sendo que 27 do total de 41 não apresentaram articulação compensatória no [k] e 33, no [t]. Articulação adequada das três plosivas, simultaneamente, foi observada em 24 dos pacientes estudados.

Rinometria acústica

Análise dos valores médios do volume nasofaríngeo

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios do volume nasofaríngeo no repouso e na produção do [k] obtidos nos 27 indivíduos com DVF que apresentaram articulação adequada para a plosiva. Foi observado, no repouso, um volume médio de 20,1 cm³, valor que não diferiu significativamente ($p=0,116$) do relatado por Trindade et al.⁽⁶⁾ em indivíduos normais (sem DVF), indicando dimensões nasofaríngeas equivalentes. No grupo com DVF, o volume médio diminuiu para 17,4 cm³ durante a fala, correspondendo a uma redução média de 3,9 cm³, em valores absolutos e de 18%, em valores relativos. Os valores obtidos no repouso e na fala, embora próximos, diferiram significativamente entre si ($p=0,005$), assim como havia sido demonstrado para indivíduos controles por Trindade et al.⁽⁶⁾, mas a redução se mostrou significativamente menor no grupo com DVF, aqui estudado, indicando menor atividade velofaríngea.

Tabela 1. Volumes nasofaríngeos médios obtidos no repouso e durante atividade de fala em indivíduos com disfunção velofaríngea, comparativamente aos observados por Trindade et al.⁽⁶⁾ em indivíduos sem disfunção velofaríngea, com idade equivalente. São mostrados valores médios (±DP), valores mínimos e máximos e variação absoluta e relativa, expressas como módulo

	Volumes (cm ³) na produção do [k]			
	Grupo com DVF (n=27)		Grupo sem DVF (n=18)	
	Média±DP	Mín-Máx	Média±DP	Mín-Máx
Repouso (Vr)	20,1±6,4	10,7–32,5	23,2±6,4	14,6–35,1
Fala (Vk)	17,4±6,4**	10,1–36,1	15,9±3,8**	9,4–21,7
Variação absoluta ΔVAI	3,9±3,5	0,2–10,8	7,3±4,2*	3,1–18,9
Variação relativa $\Delta VR\%$	18±14%	1,6–44,1	30±10%*	14,2–3,8

* $p<0,05$ diferença estatisticamente significativa (DVF versus Sem DVF) – teste *t*; ** $p<0,05$ diferença estatisticamente significativa (repouso versus fala) – teste *t* pareado

Legenda: Vr = volume no repouso; Vk = volume durante a produção do fone [k]; $\Delta VAI = Vk - Vr$; $\Delta VR\% = (Vk - Vr) / Vr$; DP = desvio padrão; Min = mínimo; Max = máximo; DVF = disfunção velofaríngea

Na Tabela 2 são rerepresentados os resultados obtidos na produção do [k] recalculados para os 24 pacientes que não apresentaram articulação compensatória no [p] e [t], simultaneamente, e acrescidos, para fins de comparação, os resultados obtidos na produção dessas duas outras plosivas. Os resultados obtidos não diferiram estatisticamente entre si, tanto com relação aos valores médios do volume nasofaríngeo no repouso e na fala, quanto com relação à variação volumétrica absoluta e relativa, validando a técnica de medida e o uso alternativo das plosivas surdas [p] e [t].

Análise dos valores individuais do volume nasofaríngeo

Considerando a obtenção de resultados similares entre as três plosivas investigadas e a subsequente comparação dos resultados da rinometria acústica com os da rinomanometria, que faz uso da plosiva surda [p], a análise que se segue é feita na produção dessa plosiva.

A Tabela 3 mostra que na produção do fone [p], 23 dos 41 (56%) dos pacientes com DVF analisados não apresentaram redução significativa do volume nasofaríngeo durante a atividade de fala ($\Delta V<3$), sugerindo atividade velofaríngea ausente ou inadequada. Em média, foi observado nesse subgrupo, redução de 1,2 cm³ (7%). Por outro lado, nos demais 18 pacientes (44%), foi observado um decréscimo significativo do volume nasofaríngeo ($\Delta V\geq 3$), sugerindo a presença de atividade velofaríngea, apesar do diagnóstico de DVF. Nesse caso, a redução foi de 6,9 cm³ (31%). Os valores dos dois subgrupos diferiram significativamente entre si no repouso ($p=0,004$), na variação absoluta ($p<0,001$) e na variação relativa ($p<0,001$). Esses dados confirmam observações anteriores de Trindade et al.⁽⁶⁾. Ressalte-se que o número de pacientes adequadamente identificados como tendo atividade velofaríngea inadequada foi similar para as duas outras plosivas surdas [k] e [t] (59% e 67%).

Rinomanometria anterior modificada

Análise do fechamento velofaríngeo

Todos os 41 pacientes que realizaram a rinometria acústica foram também submetidos à rinomanometria anterior modificada para a medida da área do orifício velofaríngeo. Foram observadas áreas que variaram de 0,001 cm² — denotando fechamento velofaríngeo total, ou seja, ausência de gap — a valores iguais ou superiores a 0,20 cm², indicando ausência de fechamento velofaríngeo, ao menos na produção da plosiva surda avaliada [p].

A proporção de casos em cada categoria de fechamento (adequado, marginal e inadequado) é apresentada na Tabela 4, na qual se observa que a maioria dos pacientes 73% (30/41) apresentou fechamento inadequado (área ≥0,20 cm²), resultado condizente com o diagnóstico clínico. Se somados a esses casos os 5 com área correspondente à categoria marginal, a proporção sobe para 85% (35/41). Os demais 15% (6/41) da amostra foram categorizados como adequados, apesar do diagnóstico clínico de DVF. Foi possível observar que as áreas velofaríngeas médias diferiram entre as três categorias consideradas (p<0,001), reforçando o valor diagnóstico da rinomanometria.

Comparação com a rinometria acústica

A Tabela 4 mostra, ainda, que não houve relação entre os achados da rinometria e da rinomanometria. Isso porque não foram demonstradas diferenças significativas entre as variações volumétricas médias observadas nos subgrupos com fechamento velofaríngeo adequado, marginal e inadequado (p=0,800). E mais, a análise estatística confirmou a ausência de correlação entre os dados individuais obtidos em ambos os métodos (r=0,14), como ilustra a Figura 3.

A Tabela 5 mostra a análise da acurácia diagnóstica da rinometria acústica frente aos dados da rinomanometria (método padrão), utilizando tabela 2x2. Na rinometria, foi considerado resultado positivo um |ΔVAI|<3 (atividade velofaríngea inadequada) e como resultado negativo um |ΔVAI|≥3 (atividade velofaríngea adequada). Na rinomanometria, foi considerado resultado positivo a observação de fechamento marginal ou inadequado e como resultado negativo, a observação de fechamento velofaríngeo adequado. Assim procedendo, foi possível verificar que houve concordância no diagnóstico em 21 pacientes, o que corresponde a 51% dos casos.

Tabela 2. Volumes nasofaríngeos médios obtidos no repouso e em diferentes atividade de fala ([k], [p] e [t]) em indivíduos com disfunção velofaríngea. São mostrados valores médios (±DP), valores mínimos, máximos e variação absoluta e relativa, expressas como módulo

	Volumes (cm ³)					
	Amostra [p]		Amostra [t]		Amostra [k]	
	Média±DP	Mín-Máx	Média±DP	Mín-Máx	Média±DP	Mín-Máx
Repouso (Vr)	20,9±6,2	12,1–32,5	20,9±6,1	12,1–32,5	20,9±5,9	12,1–32,2
Fala (V)	18,1±6,4*	11,3–36,2	18,1±5,7*	10,7–31,7	18,4±5,6*	10,4–31,5
Variação absoluta ΔVAI	4,2±3,6	0,2–10,8	3,6±2,8	0,2–9,2	3,1±2,9	0,3–10,3
Variação relativa ΔVR%	18±14%	1,6–44,1	16±12%	1,6–40,9	14±12%	2,1–41,9

*p<0,05 diferença estatisticamente significante (repouso versus fala) – teste t pareado

Legenda: Vr = volume no repouso; V = volume durante a atividade de fala; |ΔVAI| = V - Vr; |ΔVR%| = V - Vr / Vr; DP = desvio padrão; Min = mínimo; Max = máximo

Tabela 3. Volumes nasofaríngeos médios obtidos no repouso e durante a atividade de fala em indivíduos com disfunção velofaríngea, distribuídos em dois subgrupos de acordo com variação volumétrica observada (<3 cm³ e ≥3 cm³). São mostrados valores médios (±DP), valores mínimos e máximos e variação absoluta e relativa, expressas como módulo

	Volumes (cm ³) na produção do [p]			
	ΔVAI <3 cm ³		ΔVAI ≥3 cm ³	
	Média±DP	Mín-Máx	Média±DP	Mín-Máx
n (%)	23 (56)		18 (44)	
Repouso (Vr)	17,8±5,8	11,6–32,3	24,9±7,12*	14,8–43,5
Fala (Vp)	17,1±5,7**	11,1–31,7	18,7±5,9**	9,9–28,8
Variação absoluta ΔVAI	1,2±0,9	0,0–2,9	6,9±3,2*	3,2–14,6
Variação relativa ΔVR%	7±5%	0,3–18,4	28±9*	12,4–40,9

*p<0,05 diferença estatisticamente significante (|ΔVAI|<3cm³ versus |ΔVAI|≥3cm³) – ANOVA/Tukey; **p<0,05 diferença estatisticamente significante (repouso versus fala) – teste t pareado

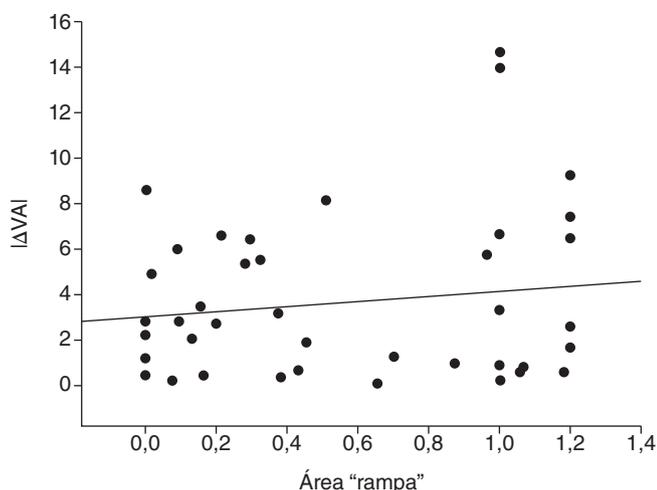
Legenda: Vr = volume no repouso; Vp = volume durante a produção do fone [p]; |ΔVAI| = Vp - Vr; |ΔVR%| = Vp - Vr / Vr; DP = desvio padrão; Min = mínimo; Max = máximo

Tabela 4. Variação absoluta e relativa do volume nasofaríngeo na produção do fone [p], em indivíduos com disfunção velofaríngea, expressa como módulo, segundo o grau de fechamento velofaríngeo, aferido na produção do fone [p], inserido no vocábulo “rampa”, classificado como adequado, marginal e inadequado ao exame rinomanométrico

Fechamento velofaríngeo	n (%)	Rinomanometria		
		Área Velofaríngea (cm ²)	Rinometria	
			Variação volumétrica [p]	
		Média±DP	Média±DP	Média±DP
Adequado (A)	6 (15)	0,01±0,1	3,3±3,0	18,2±14,3%
Marginal (M)	5 (12)	0,11±0,03	2,8±2,1	13,2±10%
Inadequado (I)	30 (73)	0,77±0,37**	3,9±4,0	16±13,3%

*p<0,05 diferença estatisticamente significante (área velofaríngea I versus A) – ANOVA/Tukey; **p<0,05 diferença estatisticamente significante (área velofaríngea I versus M) – ANOVA/Tukey

Legenda: DP = desvio padrão



$r=0,14$; $p>0,050$

Figura 3. Relação entre variação volumétrica da nasofaringe (ΔVAI) aferida por rinometria acústica e área do orifício velofaríngeo ("rampa") aferida por rinomanometria anterior modificada

Tabela 5. Distribuição dos indivíduos com disfunção velofaríngea de acordo com a atividade velofaríngea aferida por rinometria acústica (variação volumétrica da faringe) e, por rinomanometria (fechamento velofaríngeo), na produção do fone [p]

Rinometria (Variação volumétrica)	Atividade velofaríngea		
	Marginal ou Inadequado	Adequado	Total
$ \Delta VAI < 3 \text{ cm}^3$ inadequada	19	4	23
$ \Delta VAI \geq 3 \text{ cm}^3$ adequada	16	2	18
Total	35	6	41

Legenda: A = adequado; ΔVA = variação volumétrica

DISCUSSÃO

A presente investigação é parte de uma série de estudos que vem sendo desenvolvida junto ao Laboratório de Fisiologia do HRAC/USP para analisar as aplicações da rinometria acústica como método de avaliação da atividade das estruturas velofaríngeas e sua validade⁽⁶⁾.

Nesta etapa, procedeu-se à comparação dos achados da rinometria acústica com dados da rinomanometria anterior modificada. No que refere à técnica rinométrica em si, os achados foram consistentes com estudo prévio realizado. Reforçando proposta original de Dalston⁽¹²⁾, foi comprovado, uma vez mais, que a técnica pode ser utilizada para identificar deficiências do movimento velofaríngeo durante a fala. Enquanto a redução média do volume nasofaríngeo foi de 18% nos pacientes com DVF presentemente estudados, a variação relatada por Trindade et al.⁽⁶⁾ em indivíduos normais havia sido consideravelmente maior (30%). Em valores absolutos, a variação nas dimensões da nasofaringe na fala desses indivíduos normais correspondeu a 7,3 cm³. À primeira vista esse valor

pode parecer pequeno, mas é preciso lembrar que se trata de uma dimensão cúbica (cm³) e não quadrática (cm²), representando, portanto, uma mudança tridimensional significativa.

Em segundo lugar, foi constatado, como no estudo anterior, que a rinometria acústica não foi capaz de confirmar o diagnóstico clínico de comprometimento da atividade velofaríngea em todos os indivíduos analisados, confirmando a inconsistência entre o diagnóstico clínico e rinométrico. Validar a técnica frente a avaliações instrumentais já consagradas na literatura se tornou, portanto, necessário.

Até então, nenhum estudo comparou os achados da rinometria acústica com os da rinomanometria, e em um único estudo foi feita a comparação com a videofluoroscopia⁽¹³⁾. Esses autores estudaram a mudança no posicionamento velar durante a produção do fone /f/ produzido de "forma prolongada e silenciosa" (ou seja, com o orifício velofaríngeo fechado), relativamente ao repouso (ou seja, com o orifício velofaríngeo aberto), investigando se as variações no volume da nasofaringe sugeridas pela rinometria eram compatíveis com as imagens visualizadas na videofluoroscopia. O estudo foi conduzido em dois falantes normais (os próprios autores), sendo determinada, na videofluoroscopia, a distância linear das narinas até o ponto mais anterior no qual se notava a elevação do véu acima do plano palatino e o ponto mais superior da superfície nasal do véu durante o fechamento velofaríngeo. Na rinometria, a distância do ponto de divergência dos rinogramas obtidos no repouso e na produção da mesma amostra em relação a um mesmo referencial (5cm). Observaram excelente correspondência entre as duas medidas, que divergiram entre si em menos de 1 cm.

No presente estudo, foi utilizada metodologia similar à empregada no estudo anterior, exceto por uma diferença importante: as amostras de fala utilizadas para análise — os fones ([p], [t] e [k]), classificados como plosivos, desvozeados e que se diferenciam pelo modo de articulação: bilabial, alveolar e velar, respectivamente. Foi evitado o uso isolado do [k] porque foi preciso considerar que essa plosiva apresenta como articuladores não só véu palatino, como também a língua, uma variável não controlada anteriormente. O volume nasofaríngeo foi medido na fase de imposição da pressão intraoral, mantida pelo paciente por alguns segundos. Dados preliminares de um estudo realizado pelos autores usando a videofluoroscopia têm mostrado a ausência da participação da língua no fechamento velofaríngeo em todos os pacientes estudados, até o momento, o que diminui a probabilidade desse tipo de articulação ter sido utilizada ao exame rinométrico. Independente desse achado, no delineamento do estudo optou-se por utilizar também o [t], de modo a excluir a interferência da língua na variação volumétrica observada. Foi utilizado, ainda, o [p], para fins de comparação com os dados da rinomanometria, que tem esse fone como amostra padrão. De início, foi considerada a possibilidade de incluir, também, o fone /f/, produzido de forma prolongada e silenciosa, como proposto por Dalston⁽¹²⁾, mas confirmando observações preliminares, seu uso se mostrou inviável em função da instabilidade observada nas curvas registradas durante emissão prolongada do [f]. Esse "ruído" no traçado foi atribuído

à contaminação sonora provocada pela fricção do ar expiratório em sua passagem pelo trato vocal oral, própria do som fricativo, e mais acentuada em pacientes com DVF. Dessa forma, as avaliações feitas durante a produção da fricativa [f] foram desconsideradas.

A análise estatística mostrou que os volumes médios assim como a variação volumétrica absoluta e relativa na produção do [p] e [t] não diferiram dos observados para o [k]. Vale ressaltar que o número de pacientes adequadamente identificados como tendo atividade velofaríngea inadequada também foi similar para as três plosivas. No conjunto, essas observações validam a técnica de medida e o uso combinado ou mesmo isolado dessas amostras de fala para a análise da atividade velofaríngea, o que, em pacientes com DVF, se mostra muito útil, em função das desordens articatórias que costumam afetar as plosivas.

Por outro lado, foi observado, também, elevada proporção de casos que apresentaram, ao exame rinométrico, resultado não compatível com DVF, ou seja, variação volumétrica indicativa de boa “mobilidade velar e faríngea”, na presença de DVF diagnosticada clinicamente. Essa observação, em princípio, limita o valor da rinometria acústica como método de diagnóstico da DVF. Contudo, Fukushiro et al.⁽²⁵⁾ demonstraram diferenças no fechamento velofaríngeo na produção de sílabas comparativamente à de frases em pacientes com DVF. Os autores verificaram que maior número de pacientes com fissura labiopalatina reparada e DVF conseguiam fechamento velofaríngeo adequado na emissão de sílabas do que na produção de frases. Ao menos em parte, essa pode ser a explicação para os resultados aqui obtidos, uma vez que a execução do exame rinomanométrico se baseia na produção de sílabas isoladas. Soma-se a isso o fato de, entre os 41 indivíduos incluídos no estudo, 59% foram classificados como tendo função velofaríngea marginal, utilizando o protocolo proposto por Trindade et al.^(4,6). Em casos marginais, o fechamento velofaríngeo pode ser conseguido em emissões curtas, como as sílabas, a partir de estratégias aerodinâmicas como o aumento do esforço respiratório e, conseqüentemente, da pressão intraoral⁽²⁶⁾, o que pode ter ocorrido ao exame rinométrico.

A acurácia diagnóstica de um teste, como a rinometria acústica, na identificação de uma “doença”, como a DVF, exige o estudo da relação entre o resultado do teste e a ocorrência da doença que ele procura identificar, diagnosticada por outro teste considerado como padrão-ouro. No presente estudo foi utilizada a rinomanometria anterior modificada, já consagrada na literatura como método de medida da área de secção transversa do orifício velofaríngeo⁽¹⁹⁾. A técnica apresenta como vantagem o fato de avaliar o mecanismo velofaríngeo em seu aspecto funcional e de não ser invasiva. A área é usualmente determinada durante a produção da plosiva bilabial surda [p] inserida na palavra “rampa”, adaptada da palavra *hamper*, do inglês. A sequência /mp/ permite testar o funcionamento velofaríngeo na fala contínua, uma vez que exige ajustes rápidos das estruturas velofaríngeas, que passam do repouso no /m/ para atividade máxima no [p]⁽⁹⁾. O exame mostrou que a maioria dos pacientes da amostra (73%) foram classificados como tendo função velofaríngea inadequada, revelando melhor desempenho na identificação da DVF do que a rinometria acústica, que em seu

melhor desempenho foi capaz de identificar a DVF em 67% dos casos (fone [t]). Foi constatado, ainda, que as variações volumétricas correspondentes às três categorias diagnosticadas pela rinomanometria não diferiram entre si (adequada = redução de 18%; marginal = redução de 13%; inadequada = redução de 16%), e que não houve correlação significativa entre os resultados individuais obtidos pelos dois métodos, sugerindo melhor acurácia da rinomanometria como método diagnóstico.

Considerando que acurácia de um teste corresponde à proporção de testes verdadeiramente positivos e verdadeiramente negativos, em relação à totalidade dos resultados⁽²⁷⁾, para possibilitar melhor análise do desempenho da rinometria acústica, optou-se por ajustar a classificação da DVF na rinomanometria a um modelo dicotômico, ou seja, DVF presente ou ausente. Para tanto, o fechamento “marginal” foi incluído na classificação de “inadequado”. Considerando, na rinometria acústica, como resultado positivo (presença de DVF) a observação de um $|\Delta VA| < 3$ (atividade velofaríngea inadequada) e como resultado negativo, um $|\Delta VA| \geq 3$ (atividade velofaríngea adequada), e, na rinomanometria, como resultado positivo, a observação de fechamento velofaríngeo marginal e inadequado, e como resultado negativo, o fechamento adequado, foi constatada baixa concordância entre os métodos, da ordem de 50%, demonstrando, definitivamente, baixa acurácia da rinometria em identificar a DVF. A baixa concordância entre as duas técnicas pode ser explicada por fatores relacionados à sustentação do som testado, pré-requisito na rinometria acústica:

1. a sustentação do fone [p], que não exige tanta habilidade do mecanismo velofaríngeo quanto a sequência /mp/ utilizada na rinomanometria;
2. a perda da capacidade de selamento por deficiência na força de contato entre a superfície nasal do véu palatino e a parede posterior da faringe ou por fadiga muscular, que, aliás, explica o fechamento inconsistente por vezes observado⁽²⁸⁾; e/ou
3. retardo no fechamento⁽²⁹⁾.

Outra limitação, a explicar, eventualmente, o percentual de discordância verificada entre as técnicas diz respeito ao fato das avaliações não terem sido feitas simultaneamente. Isso significa que defeitos inconsistentes podem ter influenciado diferentemente as medidas, nas diferentes ocasiões. Poder-se-ia questionar, também, o tipo de amostra de fala empregada, uma vez que plosivas em contexto silábico não reproduzem a fala espontânea. Porém, essa limitação não é exclusiva da rinometria acústica, também se aplica à rinomanometria. O que se restringe à rinometria é a necessidade de prolongar o gesto articatório do som que dá início à sílaba, no caso as plosivas, o que leva a uma produção de certa forma artificial, que pode não representar o funcionamento do mecanismo velofaríngeo em condições habituais. Quanto a outras possíveis limitações, já amplamente discutidas em outras publicações do Laboratório de Fisiologia do HRAC/USP^(6,22,30), todas foram levadas em consideração, no contexto de um projeto que visa contribuir para a análise da viabilidade do uso de uma técnica como método complementar de avaliação da função velofaríngea.

Tendo presente que a ação esfíntérica da velofaringe compreende o movimento superior e posterior do véu do palato, o movimento medial das paredes laterais e o movimento anterior da parede posterior da faringe, com variações individuais da parcela de participação desses componentes no fechamento do orifício velofaríngeo, entende-se como relevante comparar os resultados rinométricos, também com imagens das estruturas velofaríngeas em atividade, geradas, por exemplo, pela nasofaringoscopia e videofluoroscopia, uma vez que falhas da atividade velar e/ou das paredes faríngeas poderiam explicar as observações até então feitas. Estudos em andamento têm explorado essas abordagens.

CONCLUSÃO

Dos resultados obtidos, pode-se constatar, uma vez mais, a capacidade da rinometria acústica em identificar indivíduos com DVF. No entanto, a comparação com a rinomanometria mostrou que sua acurácia como método diagnóstico é uma questão que permanece a esclarecer. Em estudos futuros, há que se comparar a técnica com métodos diretos de avaliação do fechamento velofaríngeo e testar suas aplicações no acompanhamento de intervenções terapêuticas, cirúrgicas, protéticas ou fonoaudiológicas, nas quais o paciente é controle de si mesmo. Ao que parece, é nesse contexto que a rinometria acústica pode trazer maiores contribuições para a área da Fonoaudiologia.

**AGNSS participou da idealização do estudo, coleta, análise e interpretação dos dados e redação do artigo; ASCS, BMAMA e RPY participaram da coleta dos dados; IEKT participou, na condição de orientadora, da idealização do estudo, análise, interpretação dos dados e redação do artigo.*

REFERÊNCIAS

- Genaro KF, Yamashita RP, Trindade IEK. Avaliação clínica e instrumental da fala na fissura labiopalatina. In: Fernandes FDM, Mendes BCA, Navas ALPGP, editores. Tratado de fonoaudiologia. São Paulo: Roca; 2010. p. 488-503.
- Kummer AW, Clark SL, Redle EE, Thomsen LL, Billmire DA. Current practice in assessing and reporting speech outcomes of cleft palate and velopharyngeal surgery: a survey of cleft palate/craniofacial professionals. *Cleft Palate Craniofac J*. 2012;49(2):146-52.
- Kummer AW, Briggs M, Lee L. The relationship between the characteristics of speech and velopharyngeal gap size. *Cleft Palate Craniofac J*. 2003;40(6):590-6.
- Trindade IEK, Genaro KF, Yamashita RP, Miguel HC, Fukushiro AP. Proposta de classificação da função velofaríngea na avaliação perceptivo-auditiva da fala. *Pro-Fono R Atual Cient*. 2005;17(2):259-62.
- Abdel-Aziz M. Speech outcome after early repair of cleft soft palate using Furlow technique. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2013;77(1):85-8.
- Trindade IE, Araújo BM, Teixeira AC, Silva AS, Trindade-Suedam IK. Velar activity in individuals with velopharyngeal insufficiency assessed by acoustic rhinometry. *J Appl Oral Sci*. 2014;22(4):323-30.
- Lohmander A, Willandsen E, Persson C, Henningsson G, Bowden M, Hutter B. Methodology for speech assessment in the Scandicleft Project: an international randomized clinical trial in palatal surgery experiences from a pilot study. *Cleft Palate Craniofac J*. 2009;46(4):347-62.
- Sweeney T. Nasality: assessment and intervention. In: Howard S, Lohmander A. *Cleft palate speech: assessment and intervention*. Malden: Wiley-Blackwell; 2011. p. 199-220.
- Trindade IEK, Yamashita RP, Gonçalves CGAB. Diagnóstico instrumental da disfunção velofaríngea. In: Trindade IEK, Silva Filho OG, organizadores. *Fissuras labiopalatinas: uma abordagem interdisciplinar*. São Paulo: Santos; 2007. p. 123-43.
- Hopper RA, Tse R, Smartt J, Swanson J, Kinter S. Cleft palate repair and velopharyngeal dysfunction. *Plast Reconstr Surg*. 2014;133(6):852e-64e.
- Kummer AW. Speech evaluation for patients with cleft palate. *Clin Plast Surg*. 2014;41(2):241-51.
- Dalston RM. Acoustic assessment of the nasal airway. *Cleft Palate Craniofac J*. 1992;29(6):520-6.
- Seaver EJ, Karnell MP, Gasparaitis A, Corey J. Acoustic rhinometric measurements of changes in velar positioning. *Cleft Palate Craniofac J*. 1995;32(1):49-54.
- Sondhi MM, Gopinath B. Determination of vocal-tract shape from impulse response at the lips. *J Acoust Soc Am*. 1971;49(6):1867-73.
- Hilberg O, Pedersen OF. Acoustic rhinometry: recommendations for technical specifications and standard operating procedures. *Rhinol Suppl*. 2000;16:3-17.
- Bressmann T, Sell D. Plus ça change: selected papers on speech research from the 1964 issue of the *Cleft Palate Journal*. *Cleft Palate Craniofac J*. 2014;51(2):124-8.
- Warren DW, Dubois AB. A pressure-flow technique for measuring velopharyngeal orifice area during continuous speech. *Cleft palate J*. 1964;16:52-71.
- Warren DW. Aerodynamics assessment of velopharyngeal performance. In: Bzoch KR, editor. *Communicative disorders related to cleft lip and palate*. 3th ed. Austin: Little-Brown; 1989. p. 230-45.
- Zajac DJ. Speech aerodynamics of cleft palate. In: Kummer AW, editor. *Cleft palate and craniofacial anomalies: the effects on speech and resonance*. San Diego: Singular Thomson Learning; 2001. p. 377-98.
- Yamashita RP, Trindade IEK. Exames instrumentais aplicados às funções orofaciais. In: Marchesan IQ, Silva IJ, Tomé MC, editores. *Tratado das especialidades em fonoaudiologia*. São Paulo: Roca; 2014. p. 488-503.
- Roithmann R, Cole P, Chapnik J, Shpirer I, Hoffstein V, Zamel N. Acoustic rhinometry in the evaluation of nasal obstruction. *Laryngoscope*. 1995; 105(3 Pt 1):275-81.
- Gomes AOC, Sampaio-Teixeira ACM, Trindade SHK, Trindade IEK. Nasal cavity geometry of healthy adults assessed using acoustic rhinometry. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2008;74(5):746-54.
- Warren DW. Aerodynamics assessment and procedures to determine extent of velopharyngeal inadequacy. In: Bzoch KR, editor. *Communicative disorders related to cleft lip and palate*. 4th ed. Austin: Pro-Ed; 1997. p. 411-37.
- Corey JP, Gungor A, Nelson R, Liu X, Fredberg J. Normative standards for nasal cross-sectional areas by race as measured by acoustic rhinometry. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1998;119(4):389-93.
- Fukushiro AP, Yamashita RP, Sampaio AC, Trindade IE. Velopharyngeal closure following pharyngeal flap surgery assessed by pressure-flow technique. In: 10th International Congress on Cleft Palate and Related Craniofacial Anomalies; 2005. Set 04-08. Durban, South Africa. Final programme & book of abstracts. p. 202-3.
- Warren DW. Compensatory speech behaviors in individuals with cleft palate: a regulation/control phenomenon? *Cleft Palate J*. 1986;23(4):251-60.
- Flores RE. A Medicina baseada em evidências e o diagnóstico laboratorial. *NewsLab*. 2005;73:92-103.
- Nohara K, Tachimura T, Wada T. Levator veli alatine muscle fatigue during phonation in speakers with cleft palate with borderline velopharyngeal incompetence. *Cleft Palate Craniofac J*. 2006;43(1):103-7.
- Kummer AW. *Cleft palate and craniofacial anomalies: the effects on speech and resonance*. San Diego: Singular; 2001. 481 p.
- Vidotti BA, Trindade IEK. Os efeitos da expansão rápida da maxila sobre a permeabilidade nasal avaliados por rinomanometria e rinometria acústica. *Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial*. 2008;13(6):59-65.