

Score de sintomas, *peak flow* nasal e rinometria acústica na rinite alérgica

Symptoms score, nasal peak flow and acoustic rhinomanometry in allergic rhinitis

Gisela Calado • Graça Loureiro • Carmelita Ribeiro • Daniel Machado • Carla Gapo • António Segorbe Luís • António Diogo Paiva

RESUMO

Objectivos: Comparar o score de sintomas, peak flow nasal inspiratório (PFNI) e rinometria acústica (RAC) na monitorização terapêutica da rinite alérgica (RA) e avaliar a existência de correlação entre eles.

Material e Métodos: 11 doentes com RA foram avaliados por score de sintomas, PFNI e RAC antes e após 1 mês de tratamento com corticóide intranasal. As avaliações foram realizadas antes e após descongestão nasal nos dois tempos. Calculou-se o Factor de Congestão (FC) e foi feita a análise estatística dos resultados.

Resultados: Dos 11 doentes ($26,5 \pm 4,6$ anos, 63,6% do sexo feminino), 90,9% apresentavam alterações anatómicas à rinoscopia anterior e 63,6% estavam polisensibilizados. Apesar de se ter observado uma correlação inversa entre o score de sintomas e a RAC (ASTm e volume) e entre o score de sintomas e o PFNI, bem como uma correlação directa entre a RAC e o PFNI, estas não tiveram significado

estatístico. Observou-se correlação linear entre o FC-ASTm e o FC-volume em T0 ($p=0,038$) e T1 ($p=0,005$), ausente quando avaliados de forma estática.

Conclusões: A ausência de correlação significativa entre os métodos poderá dever-se à complexidade da percepção subjectiva da obstrução nasal e à avaliação de diferentes parâmetros da obstrução. Na prática clínica o score de sintomas é um bom método de avaliação da RA. O tamanho e as características da amostra poderão ter condicionado os resultados.

Palavras-chave: correlação, factor de congestão, peak flow nasal inspiratório, rinometria acústica, score de sintomas

Gisela Calado

Interna do Internato Complementar de Imunoalergologia - Serviço de Imunoalergologia dos Hospitais da Universidade de Coimbra

Graça Loureiro

Assistente Hospitalar de Imunoalergologia - Serviço de Imunoalergologia dos Hospitais da Universidade de Coimbra

Carmelita Ribeiro

Interna do Internato Complementar de Imunoalergologia - Serviço de Imunoalergologia dos Hospitais da Universidade de Coimbra

Daniel Machado

Assistente Hospitalar Eventual de Imunoalergologia - Serviço de Imunoalergologia dos Hospitais da Universidade de Coimbra

Carla Gapo

Assistente Hospitalar de Otorrinolaringologia - Serviço de Otorrinolaringologia dos Hospitais da Universidade de Coimbra

António Segorbe Luís

Director de Serviço de Imunoalergologia - Serviço de Imunoalergologia dos Hospitais da Universidade de Coimbra

António Diogo Paiva

Director de Serviço de Otorrinolaringologia - Serviço de Otorrinolaringologia dos Hospitais da Universidade de Coimbra

Correspondência:

Gisela Soares Calado da Fonseca
e-mail: gicalado@sapo.pt
Telemóvel: 964077472
Morada: Hospitais da Universidade de Coimbra
Praceta Professor Mota Pinto
3000-075 Coimbra - Portugal

Este trabalho não foi alvo de qualquer suporte financeiro ou bolsa.
Este trabalho foi apresentado como comunicação oral na XXXII Reunião Anual da Sociedade Portuguesa de Alergologia e Imunologia Clínica (SPAIC).

ABSTRACT

Objective: To compare symptoms score, nasal inspiratory peak flow (NIPF) and acoustic rhinometry (RAC) in monitoring treatment of allergic rhinitis (AR) and to evaluate the existence of a correlation between them.

Material and methods: 11 patients with AR were evaluated by symptoms score, NIPF and RAC before and after 1 month of treatment with intranasal steroids. Both evaluations were performed before and after nasal decongestion. We calculated the Congestion Factor (CF) and performed the statistical analysis of the results.

Results: From the 11 patients (26.5 ± 4.6 years, 63.6% female), 90.9% showed anatomical changes to anterior rhinoscopy and 63.6% were polysensitized. Although there was an inverse correlation between the symptoms score and RAC (ASTm and volume) and between symptoms score and NIPF, as well as a direct correlation between RAC and NIPF, these were not statistically significant. We observed a linear correlation between FC-ASTm and FC-volume at T0 ($p=0.038$) and T1 ($p=0.005$), absent when evaluated statically.

Conclusions: The lack of significant correlation between the methods may be due to the complexity of subjective perception of nasal obstruction and the evaluation of different parameters of the obstruction. In clinical practice, symptoms score is a good method for AR evaluation. The size and characteristics of the sample may have conditioned the results.

Key-words: correlation, congestion factor, nasal inspiratory peak flow, acoustic rhinometry, symptoms score

INTRODUÇÃO

A resposta terapêutica na rinite alérgica (RA) pode ser monitorizada tendo em conta diversos parâmetros e métodos. A monitorização clínica dos sinais e sintomas é o método habitualmente usado na prática clínica, nomeadamente por score de sintomas. A avaliação objectiva da obstrução nasal realiza-se, entre outros métodos, por *peak flow* nasal inspiratório (PFNI) e por rinometria acústica (RAC), métodos validados de forma independente por comparação com outras formas de avaliação funcional e anatómica, respectivamente¹⁻⁴. Ambos são de rápida execução e não invasivos. O PFNI é um método simples, económico e portátil que permite avaliar a função nasal através da quantificação do fluxo aéreo nasal, embora seja dependente do esforço e possa ser influenciado pela função pulmonar⁵. A RAC, apesar de tecnicamente mais exigente, tem a vantagem de ser menos dependente da colaboração do doente, avaliando a geometria nasal pelo cálculo de áreas de secção transversal e volumes em função da distância à narina, através da reflexão das ondas sonoras emitidas pelo tubo de rinometria^{5,6}.

A percepção de obstrução nasal pelos doentes é muito variável e nem sempre se correlaciona com a avaliação objectiva da mesma⁷. Por outro lado, a correlação entre os diferentes métodos de avaliação objectiva da obstrução nasal é controversa.

O objectivo deste estudo foi comparar e avaliar a existência de correlação significativa entre os resultados obtidos por score de sintomas, PFNI e RAC na monitorização da resposta ao tratamento da RA com corticóide tópico nasal.

MATERIAL E MÉTODOS

Doentes

Incluíram-se 11 doentes voluntários observados na Consulta de Imunoalergologia durante os meses de Abril e Maio de 2010 com RA persistente e/ou moderada a grave segundo os critérios do *Allergic Rhinitis and its impact on Asthma* (ARIA)⁸. O estudo decorreu entre Abril e Junho de 2010. Excluíram-se os doentes com idade inferior a 18 ou superior a 40 anos, RA intermitente ligeira, tratamento prévio com imunoterapia específica ou infecção respiratória nas 2 semanas anteriores. Foi solicitado aos doentes que descontinuassem o uso de corticóide tópico nasal, anti-histamínico oral e vasoconstritor tópico nasal durante um período mínimo de 15 dias, 1 semana e 1 dia antes do início do estudo, respectivamente. Nenhum doente estava medicado com outros tópicos nasais, corticoterapia oral ou antagonistas dos receptores dos leucotrienos. Após caracterização clínica dos doentes (sexo, idade à data do estudo, idade de início da RA e classificação da mesma segundo os critérios do ARIA⁸, sensibilização a aeroalergénios, dados da rinoscopia anterior e comorbilidades), procedeu-se à sua avaliação por score de sintomas, PFNI e RAC em T0 (basal) e T1 (após 1 mês de

tratamento contínuo e isolado com corticóide tópico nasal, 1 *puff*/narina 2 vezes por dia), sempre na mesma altura do dia (de manhã). Em T0 e T1 foram realizadas duas avaliações com cada um dos três métodos usados: antes e 10 minutos após a aplicação de 0,1 ml de cloridrato de fenilefrina a 5 mg/ml em cada narina.

Testes cutâneos de alergia (TCA)

Os TCA por picada foram realizados com uma bateria de aeroalergénios comuns de acordo com procedimentos padronizados⁹. O resultado foi considerado positivo na presença de uma pápula com diâmetro superior ao controlo negativo em pelo menos 3 mm.

Score de sintomas

Foi solicitado aos doentes que classificassem, numa escala de 0 a 3 pontos (0 = ausência de sintomas; 1 = sintomas ligeiros, não incomodativos; 2 = sintomas moderados, incomodativos mas que não interferem na actividade diária; 3 = sintomas graves, incomodativos e que interferem com a actividade diária ou com o sono), cada um dos seguintes sintomas e sinais: obstrução nasal, rinorreia, esternutos, prurido nasal, prurido orofaríngeo, prurido auricular, prurido ocular, lacrimejo e hiperémia ocular. O *score* de sintomas resultou da soma da pontuação atribuída a cada um dos parâmetros avaliados (0 a 27 pontos), sendo uma adaptação de um *score* descrito previamente¹⁰.

Rinometria acústica (RAC)

A RAC foi realizada com rinómetro acústico (*Eccovision*[®]) após eliminação de eventuais secreções nasais e depois de um período mínimo de 15 minutos de repouso e adaptação à sala. O exame foi realizado com os doentes sentados, durante uma breve pausa na respiração, através da adaptação do tubo de rinometria a uma peça nasal e desta última a cada narina, mantendo o tubo paralelo ao pavimento da cavidade nasal, de acordo com as recomendações¹¹. A avaliação foi realizada em T0 e T1, antes e após descongestão nasal, obtendo-se a área de secção transversal mínima (ASTm), a distância a partir da valva nasal a que se verificou a ASTm (DASTm) e o volume de cada narina. Para diminuir a interferência do ciclo nasal nesta avaliação calculou-se a média dos resultados das duas cavidades nasais¹².

Peak flow nasal inspiratório (PFNI)

O PFNI foi avaliado usando um *peak-flow* meter portátil (*mini-Wright flow meter*[®]) acoplado a uma máscara facial. Após uma primeira fase de ensino, foi registado o melhor valor de três medições com variação inferior a 10%, antes e após descongestão nasal¹². O PFNI foi realizado cerca de 15 minutos após a RAC.

Factor de congestão (FC)

Calculou-se a reversibilidade da obstrução após descongestão nasal (FC), avaliada pelo score de obstrução (FC-score obstrução), pelo PFNI (FC-PFNI), pela ASTm (FC-ASTm) e pelo volume (FC-volume), usando as seguintes fórmulas^{6,13}:

$$FC\text{-score obstrução} = (\text{score obstrução pós-vasoconstritor} - \text{score obstrução pré-vasoconstritor}) / \text{score obstrução pré-vasoconstritor}$$

$$FC\text{-ASTm} = (\text{ASTm pós-vasoconstritor} - \text{ASTm pré-vasoconstritor}) / \text{ASTm pré-vasoconstritor}$$

$$FC\text{-volume} = (\text{Volume pós-vasoconstritor} - \text{Volume pré-vasoconstritor}) / \text{Volume pré-vasoconstritor}$$

$$FC\text{-PFNI} = (\text{PFNI pós-vasoconstritor} - \text{PFNI pré-vasoconstritor}) / \text{PFNI pré-vasoconstritor}$$

Estudo estatístico

O estudo estatístico foi realizado no programa SPSS 17.0®. Compararam-se as avaliações realizadas por score de sintomas, por PFNI e por RAC entre T0 e T1, antes e após descongestão nasal. Analisou-se a existência de correlação significativa entre os diferentes métodos, bem como entre o score de obstrução e o FC do AST e do volume. Foram usados o teste t de student, o teste de Wilcoxon, o coeficiente de Pearson e de Spearman. Considerou-se diferença estatisticamente significativa para $p < 0,05$.

RESULTADOS

Os 11 doentes incluídos, de raça caucasiana, apresentavam uma idade média de 26,5 + 4,6 anos, sendo 63,6% do sexo feminino. Na Tabela 1 encontra-se a caracterização clínica dos doentes.

Os valores médios do score de sintomas, PFNI e RAC em T0 e T1, antes ("pré") e após ("pós") vasoconstritor nasal, bem

como a existência de diferenças estatisticamente significativas entre as diferentes avaliações apresentam-se na Tabela 2. Os extremos dos diferentes parâmetros avaliados neste estudo foram: score de sintomas 0-11 (obstrução 0-3), PFNI 60-190 L/min, ASTm 0,39-0,79 cm², DASTm 0,18-2,7 cm e volume 8,47-18,03 cm³.

TABELA 1

Caracterização clínica dos doentes (n=11)

	n (%)
Classificação da RA	
Intermitente moderada/grave	3 (27,3%)
Persistente ligeira	2 (18,2%)
Persistente moderada/grave	6 (54,5%)
Idade início da RA (anos)	15,4 ± 8,9
Sensibilização a aeroalergénios	
Ácaros	10 (90,9%)
Pólenes (gramíneas/parietária/oliveira)	6 (4/1/3) (54,5%)
Epitélios	4 (36,4%)
Fungos	3 (27,3%)
Monosensibilizados* (a ácaros)	4 (36,4%)
Polisensibilizados*	7 (63,6%)
Rinoscopia anterior	
HC sem DS	5 (45,4%)
DS e HC	3 (27,3%)
DS sem HC	2 (18,2%)
Normal	1 (9,1%)
Comorbilidades	
Conjuntivite	9 (81,8%)
Asma	4 (36,4%)
Sinusite	4 (36,4%)

Legenda: HC – hipertrofia dos cornetos; DS – desvio do septo

* Definiu-se como monosensibilizado ou polisensibilizado a presença de testes cutâneos por picada positivos a 1 ou mais do que 1 grupo de aeroalergénios, respectivamente; foram definidos 4 grupos de aeroalergénios: ácaros, pólenes, epitélios e fungos.

TABELA 2

Valores médios do score de sintomas, PFNI e RAC e significado estatístico dos resultados

	T0 pré	T0 pós	<i>p</i> T0 (pós-pré)	T1 pré	T1 pós	<i>p</i> T1 (pós-pré)	<i>p</i> T1-T0 (pré)	<i>p</i> T1-T0 (pós)
Score total (obstrução)	4,5±3,09 (1,68±1,06)	2,09±2,16 (0,54±0,68)	0,01* 0,007*	2,14±2,02 (0,41±0,66)	1,32±1,82 (0,32±0,64)	ns ns	0,049* 0,017*	ns ns
RAC								
ASTm (cm ²)	0,53±0,12	0,54±0,08	ns	0,55±0,06	0,6±0,08	ns	ns	0,002*
DASTm (cm)	1,41±0,57	1,0±0,66	ns	1,32±0,84	1,08±0,71	ns	ns	ns
Volume (cm ³)	10,26±2,54	11,62±2,52	ns	11,33±2,21	12,64±2,32	0,037*	ns	ns
PFNI (L/min)	100,45±33,12	120±40,92	0,016*	112,73±29,78	126,73±36,82	0,033*	ns	ns

Legenda: ASTm – área de secção transversal mínima; DASTm – distância a partir da valva nasal a que se verificou a ASTm; ns - sem diferença estatisticamente significativa; * Aplicado teste t de student; * Aplicado teste de Wilcoxon

Como esperado, observou-se uma correlação inversa entre o score de sintomas e a RAC (ASTm e volume) e entre o score de sintomas e o PFNI, bem como uma correlação directa entre a RAC e o PFNI. Contudo a correlação entre os métodos não foi estatisticamente significativa.

Na Tabela 3 apresenta-se o FC avaliado pelos diferentes métodos.

TABELA 3

Factor de congestão (FC) de cada um dos métodos

FC	T0	T1	p
Score de obstrução	29,4%	0%	ns
ASTm	1,9%	9,1%	ns
Volume	12,6%	11,5%	ns
PFNI	19,5%	12,4%	ns

Legenda: ASTm – área de secção transversal mínima; PFNI – *peak flow* nasal inspiratório; ns - sem diferença estatisticamente significativa

Observou-se uma correlação linear entre o FC-ASTm e o FC-volume em T0 ($p=0,038$) e T1 ($p=0,005$), inexistente quando avaliados de forma estática.

DISCUSSÃO

A percepção subjectiva de obstrução nasal é um processo complexo e dependente de vários factores, nomeadamente da dimensão da cavidade nasal, do fluxo aéreo, da dilatação venosa, da secreção glandular, dos receptores de pressão, temperatura e dor, da permeabilidade da unidade ostiomeatal e do limiar de sensibilidade de cada doente, altamente dependente da sua experiência de vida e da duração da obstrução^{1,6}.

Neste estudo, a ausência de correlação entre o score de obstrução e os métodos objectivos usados vai ao encontro do descrito por alguns autores^{5,6,14-16}. Contudo, esta correlação tem sido largamente estudada e alvo de grande controvérsia. Relativamente ao *peak flow* nasal, enquanto alguns autores descrevem uma correlação significativa com a gravidade da obstrução nasal reportada¹⁷⁻²², esta correlação não foi encontrada por outros¹⁴. No que respeita à RAC, alguns autores encontraram correlação significativa com as queixas dos doentes²¹ enquanto outros não confirmaram qualquer correlação entre os dois métodos^{15,16}. Também controversa é a existência de correlação entre os métodos objectivos de avaliação da obstrução nasal. A ausência de correlação entre o PFNI e a RAC nos nossos doentes com RA corrobora o estudo de Lam DJ *et al*⁴, reforçando a complexidade da relação entre a anatomia e a função nasal. Contudo, alguns autores demonstraram uma forte correlação entre estes dois métodos²³. Não podemos excluir que esta ausência de correlação tenha sido influenciada pelo pequeno tamanho da

amostra ou pela sua heterogeneidade, nomeadamente devido à presença de alterações anatómicas em 90,9% dos doentes e aos diferentes perfis de sensibilização. Apesar de todos os doentes terem sido avaliados numa fase sintomática e de elevada exposição a aeroalergénios aos quais demonstraram sensibilização (ex: ácaros, gramíneas, parietária), a exposição a diferentes níveis e/ou a diferentes fontes (nos doentes polisensibilizados) poderão ter contribuído para uma menor resposta ao tratamento dos mais expostos. A presença de asma em 36,4% dos doentes poderá também ter condicionado um valor inferior do PFNI nesses doentes, dada a sua dependência da função pulmonar.

Um FC elevado sugere uma reversibilidade importante, sendo a favor de edema da mucosa, enquanto um FC baixo sugere a presença de obstrução fixa^{16,23}. Hilberg O *et al* reportaram um FC de 14% em doentes alérgicos avaliados por RAC²⁴. No nosso estudo, o FC avaliado pelos diferentes métodos foi variável mas, à excepção do ASTm, verificou-se uma reversibilidade importante da obstrução nasal após descongestão nasal, a qual diminuiu de forma não significativa após um mês de tratamento com corticóide tópico nasal. O FC-ASTm e o FC-volume não se correlacionaram com o FC do score de obstrução, o que reforça a complexidade da percepção subjectiva da obstrução nasal. Consistente em T0 e T1 foi a correlação linear entre o FC-ASTm e o FC-volume, o que traduz uma importante interdependência do FC destes dois parâmetros da RAC. É curioso que dois parâmetros previamente sem correlação significativa (ASTm e volume) passem a ter correlação linear quando avaliados de forma dinâmica através da sua reversibilidade (FC).

De acordo com o grau de hipertrofia dos cornetos (HC), a ASTm pode localizar-se na valva nasal (DASTm = 0,5-1 cm; padrão normal), no corneto inferior (DASTm = 2-4 cm; rinite alérgica ou vasomotora) ou no corneto médio (DASTm = 4-6 cm)⁶. Nos nossos doentes com RA e em que 72,7% dos doentes apresentavam HC inferiores à rinoscopia anterior, seria espectável uma DASTm entre os 2-4 cm. A localização na valva nasal poderá dever-se a um enviesamento pelo facto de 45,5% dos doentes apresentarem desvio do septo.

O *score* de sintomas, pela facilidade e rapidez de aplicação e por reflectir todo o espectro de manifestações clínicas da RA continua a ser o método de eleição para a monitorização da resposta ao tratamento na prática clínica. Contudo, os nossos dados sugerem que a partir de certo grau de melhoria as diferenças deixam de ser perceptíveis pelos doentes, sendo captadas apenas pelos métodos objectivos, pelo que estes devem ser preferidos para fins de investigação.

CONCLUSÃO

A ausência de correlação significativa entre os métodos usados poderá ser explicada pela complexidade da percepção subjectiva da obstrução nasal e pela avaliação de diferentes

parâmetros da obstrução (avaliação subjetiva, funcional e anatômica), fornecendo informação complementar. Neste grupo de doentes, o score de sintomas revelou-se um bom método de monitorização da resposta ao tratamento da RA, superior ao PFNI e à RAC. O tamanho e as características clínicas da amostra poderão ter condicionado os resultados.

AGRADECIMENTOS

Agradece ao Serviço de Otorrinolaringologia toda a colaboração, nomeadamente a disponibilidade da sala do rinómetro acústico e todo o apoio dos Técnicos no ensino da execução da RAC, sem os quais não teria sido possível realizar este estudo.

Referências bibliográficas:

1. Corey JP, Gungor A, Nelson R, Fredberg J, et al. A comparison of the nasal cross-sectional areas and volumes obtained with acoustic rhinometry and magnetic resonance imaging. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1997;117:349-54.
2. Min YG, Jan YJ. Measurements of cross-sectional area of the nasal cavity by acoustic rhinometry and CT scanning. *Laryngoscope.* 1995;105:757-9.
3. Corey JP, Nalbone VP, Ng BA. Anatomic correlates of acoustic rhinometry as measured by rigid nasal endoscopy. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1999;121:572-6.
4. Lam DJ, James KT, Weaver EM. Comparison of anatomic, physiological and subjective measures of the nasal airway. *Am J Rhinol.* 2006;20(5):463-70.
5. Fairley JW, Durham LH, Ell SR. Correlation of subjective sensation of nasal patency with nasal inspiratory peak flow rate. *Clin Otolaryngol.* 1993;18:19-22.
6. Gomes Dde L, Camargos PA, Ibiapina Cda C, de Andrade CR. Nasal peak inspiratory flow and clinical score in children and adolescents with allergic rhinitis. *Rhinology.* 2008 Dec;46(4):276-80.
7. Nathan RA, Eccles R, Howarth PH, Steinsvag SK, et al. Objective monitoring of nasal patency and nasal physiology in rhinitis. *J Allergy Clin Immunol.* 2005;115:S442-59.
8. Bousquet J, Khaltaev N, Cruz AA, Denburg J, et al. Allergic Rhinitis and its Impact on Asthma (ARIA) 2008 update (in collaboration with the World Health Organization, GA(2)LEN and AllerGen). *Allergy.* 2008; 63(suppl 86):8-160.
9. Dreborg S, Frew A. Position Paper: allergen standardization and skin tests. *The European Academy of Allergology and Clinical Immunology.* 1993; 48(Suppl 14):49-54.
10. Linder A. Symptom scores as measures of the severity of rhinitis. *Clin Allergy.* 1988; 18: 29-37.
11. Clement PA, Gordts F. Consensus report on acoustic rhinometry and rhinomanometry. *Rhinology.* 2005;43:169-79.
12. Wilson AM, Sims EJ, Orr LC, Coutie WJ, et al. Effects of topical corticosteroid and combined mediator blockade on domiciliary and laboratory measurements of nasal function in seasonal allergic rhinitis. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2001;87:344-9.
13. Wihl JA, Malm L. Rhinomanometry and nasal peak expiratory and inspiratory flow rate. *Ann Allergy.* 1998; 61:50-5.
14. Kesavanathan J, Swift DL, Fitzgerald TK, Permutt T, et al. Evaluation of acoustic rhinometry and posterior rhinomanometry as tools for inhalation challenge studies. *J Toxicol Environ Health.* 1996;48:295-307.
15. Uzzaman A, Metcalfe D, Komarow HD. Acoustic rhinometry in the practice of allergy. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2006;97:745-52.
16. Kjaergaard T, Cvancarova M, Steinsvag SK. Does nasal obstruction mean that the nose is obstructed? *Laryngoscope.* 2008;118(8):1476-81.
17. Marais J, Murray JA, Marshall I, Douglas N, et al. Minimal cross-sectional areas, nasal peak flow and patients satisfaction in septoplasty and inferior turbinectomy. *Rhinology.* 1994;32:145-7.
18. Ahmann M. Nasal peak flow rate records in work related nasal blockage. *Acta Otolaryngol.* 1992;112:839-44.
19. Morrissey MS, Alun-Jones T, Hill J. The relationship of peak inspiratory airflow to subjective airflow in the nose. *Clin Otolaryngol.* 1990;15:447-51.
20. Hilberg O, Grymer LF, Pedersen OF. Spontaneous variations in congestion of the nasal mucosa. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 1995;74:516-21.
21. Kjaergaard T, Cvancarova M, Steinsvag SK. Relation of nasal air flow to nasal cavity dimensions. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2009;135(6):565-70.
22. Kjaergaard T, Cvancarova M, Steinsvag SK. Nasal congestion index: A measure for nasal obstruction. *Laryngoscope.* 2009;119(8):1628-32.
23. Baraniuk JN. Subjective nasal fullness and objective congestion. *Proc Am Thorac Soc.* 2011;8(1):62-9.
24. Roithmann R, Cole P, Chapnik J, Barreto SM, et al. Acoustic rhinometry, rhinomanometry, and the sensation of nasal patency: a correlative study. *J Otolaryngol.* 1994;23:454-8.