ARTIGO ORIGINAL

Volumetric evaluation of pharyngeal segments in obstructive sleep apnea patients

Marcos Marques Rodrigues a,*, Valfrido Antonio Pereira Filho b, Mário Francisco Real Gabrielli b, Talles Fernando Medeiros de Oliveira c, Júlio Américo Pereira Batatinha d e Luis Augusto Passeri e

a Universidade de Araraquara, Faculdade de Medicina de Araraquara, Divisão de Otorrinolaringologia, Araraquara, SP, Brasil
b Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Faculdade de Odontologia de Araraquara, Departamento de Diagnóstico e Cirurgia, Programa de Cirurgia Oral e Maxilofacial, Araraquara, SP, Brasil
c Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Faculdade de Odontologia de Araraquara, Departamento de Ortodontia, Araraquara, SP, Brasil
d Universidade de São Paulo (USP), Faculdade de Medicina, São Paulo, SP, Brasil
e Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Faculdade de Medicina e Ciências, Departamento de Cirurgia, Cirurgia Oral e Maxilofacial, Campinas, SP, Brasil

Received on 23rd of October 2015; accepted on 10th of December 2016
Available on Internet on 25th of July 2017

KEYWORDS
Upper airway;
Obstructive sleep apnea;
Cone beam CT

Abstract
Introduction: Obstructive sleep apnea occurs by recurrent collapse of the upper airway during sleep, resulting in total (apnea) or partial (hypopnea) reduction of the airflow and has intimate relation with changes in the upper airway. Cone Beam CT allows the analysis of the upper airway and its volume by three-dimensional reconstruction.
Objective: To evaluate a possible correlation between the volume of the upper airway and the severity of the obstructive sleep apnea.
Methods: A retrospective study was performed reviewing polysomnographic data and Cone Beam CT records of 29 patients (13 males and 16 females). The correlation between the volume of the nasopharynx, the oropharynx and the total superior pharynx with the AHI was assessed by Pearson’s rank correlation coefficient.

DOI se refere ao artigo: http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2016.12.001
* Como citar este artigo: Rodrigues MM, Pereira Filho VA, Gabrielli MF, Oliveira TF, Batatinha JA, Passeri LA. Volumetric evaluation of pharyngeal segments in obstructive sleep apnea patients. Braz J Otorhinolaryngol. 2018;84:89-94.
** Instituição: Divisão de Cirurgia Oral e Maxilofacial da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP e Clinica de Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina da Universidade de Araraquara - UNIARA, Araraquara, SP, Brasil.
* Autor para correspondência.
E-mail: mmrodrigues@uniara.com.br (M.M. Rodrigues).
A revisão por pares é da responsabilidade da Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial.

2530-0539/© 2017 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. Este é um
artigo Open Access sob uma licença CC BY (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).
Introdução

A apneia obstrutiva do sono (AOS) é o principal distúrbio respiratório do sono.¹ A AOS é definida como um colapso recorrente da via aérea superior durante o sono, resultando em diminuição total (apneia) ou parcial (hipopneia) do fluxo de ar.² Os achados clínicos incluem aumento da circunferência do pescoço, obstrução nasal, hiperтроfia de conchas, desvio do septo nasal, flacidez do palato, hiperтроfia das tonsilas faringeas, macroglossia e obstrução orofaringea.³ Os fatores de risco associados à apneia incluem sexo masculino, índice de massa corporal (IMC) > 25 kg/m², baixo nível socioeconômico, idade avançada e menopausa.⁴ A patência das vias aéreas também é relatada como um fator determinante da AOS. Obesidade, edema e fatores genéticos contribuem para seu desenvolvimento, uma vez que tais situações podem promover variações no volume das vias aéreas.⁵ Em populações de adultos ocidentais estima-se que a prevalência da AOS seja em torno de 1% a 5%.⁶

O estudo das vias aéreas em pacientes com AOS têm apresentado um avanço importante devido ao uso da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) em associação com software de reconstrução 3D. Isso permite a avaliação tridimensional das vias aéreas, a determinação de seu volume e a detecção de locais de constric和平máxima.⁷ Esses parâmetros são muito importantes na avaliação da AOS. Trata-se
de uma doença que afeta principalmente a via aérea superior e induz alterações cardiovasculares e metabólicas. A avaliação da via aérea em 3D nos possibilita determinar os diferentes locais de obstrução e programar um tratamento correto da redução da patência das vias aéreas. A avaliação em 2D permite medição em apenas um plano e pode levar a interpretações errôneas das estruturas das vias aéreas superiores.³

Os estudos que correlacionam a AOS com o volume da via aérea superior e anormalidades tomográficas são raros e conflitantes. A TCFC é uma poderosa ferramenta para o entendimento da AOS e deve ser explorada para facilitar o planejamento terapêutico de pacientes com AOS.³

O objetivo deste estudo foi buscar uma correlação entre o volume da faringe, avaliado pela TCFC, e a gravidade da AOS.

Método

Estudo retrospectivo de revisão dos prontuários de 33 pacientes. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (registro nº 13185113.9.0000).

Os critérios de inclusão foram idade mínima de 18 anos, indivíduos com avaliação clínica de distúrbios respiratórios do sono associados a sinais e sintomas, tais como ronco, sonolência diurna, apneia testemunhada e sensação de sufocamento durante o sono. Pacientes com obesidade mórbida (IMC > 40), anormalidades craniofaciais, obstrução nasal por polipose, tumores craniofaciais ou de vias aéreas; paralisia da laringe ou faringe e cirurgia prévia maxilofacial ou das vias aéreas superiores foram excluídos. O estudo foi limitado a pacientes com dados suficientes em relação a dados demográficos, IMC, polissonografia basal e TCFC adequada.

O tamanho da amostra foi calculado com o erro de amostra em 7%, nível de confiança de 90% e uma diferença de volume da via aérea de 6% entre os grupos de gravidade da AOS. A amostra consistiu em 1920 pacientes, o que representa a capacidade do serviço ambulatorial durante o período de análise desse estudo. O tamanho da amostra foi calculado em 29 indivíduos.

Para obtenção das imagens tomográficas os pacientes ficavam sentados, a posição principal do exame físico, com a cabeça em posição natural, e foram instruídos a não engolir durante o exame. As imagens foram obtidas em um scanner CBCT (I-Cat, KaVo - Brasil) configurado a 120kVp, 36 mA, voxel 0,25 mm e FOV de 16 × 22 cm, desde o vértice do crânio até o nível C3. Todas as imagens foram armazenadas em um DVD para análise com software específico. As imagens Dicom (Digital Imaging and Communications in Medicine) foram importadas e reconstruídas com o software Dolphin (Dolphin Imaging Management Solutions, Chatsworth, Califórnia, EUA). A orientação de cada conjunto de dados foi padronizada de acordo com o plano horizontal de Frankfurt e plano médio-sagital, com renderização de volume e cortes multiplanares, como descrito por Guijarro-Martinez e Swennen.⁴ A análise volumétrica das sub-regiões tridimensionais da faringe foi feita com esse mesmo software e a soma dos volumes em milímetros cúbicos.

Para a medição dos volumes, foram selecionados os cortes sagitais e os planos foram formados com recurso às referências anatômicas, definindo-se dessa forma seus limites superiores e inferiores. A faringe foi segmentada em nasofaringe e orofaringe. Os limites de cada porção foram determinados conforme o estudo de validação de Guijarro-Martinez e Swennen.⁵ Os limites da nasofaringe foram: anteriormente, um plano perpendicular ao plano horizontal de Frankfurt (FHP) que passa através da espinha nasal posterior (PNS) e inferiormente um plano paralelo ao FHP passa pelo PNS e estende-se até a parede posterior da faringe. A orofaringe se iniciava nesse último plano e seu limite inferior era um plano paralelo ao FHP que passava pelo ponto mais anteroinferior do corpo de C3. O volume total da faringe superior foi obtido pela soma dos volumes da nasofaringe e orofaringe.

As polissonografias foram feitas após a obtenção da TCFC. O sono foi avaliado durante um período médio de seis horas. As variáveis eletrofisiológicas avaliadas durante o sono foram: eletroencefalograma (EEG), eletro-oculograma (EOG), eletromiograma (EMG), eletrocardiograma (ECG), fluxo aéreo (oral e nasal), esforço respiratório (torácico e abdominal), outros movimentos corporais (medidos pelo EMG), gasometria arterial (saturação de oxigênio) e temperatura corporal. Os exames foram avaliados pelos critérios do Manual AASM de 2012.⁷ Um especialista em distúrbios do sono (MMR) obteve o índice de apneia/hipopneia ao somar os eventos de apneia e hipopneia divididos pelas horas de sono. De acordo com os resultados, a AOS foi classificada como ausente (AHI < 5 eventos/h), leve (5 ≤ AHI < 15 eventos/h), moderada (15 ≤ AHI < 30 eventos/h) ou grave (AHI ≥ 30 eventos/h).

As medidas das imagens tomográficas em 3D foram obtidas por um examinador experiente, cego para qualquer outro dado do estudo, tais como elementos antropométricos, exame físico e polissonografia. Foram obtidas duas determinações de volume separadas por um intervalo de 30 dias, foi usada a média dessas medidas. A reprodutibilidade foi avaliada pela fórmula de Dahlberg e o coeficiente de correlação intraclass (ICC). Os dados foram analisados por meio de testes estatísticos descritivos e a frequência dos resultados. Usou-se o coeficiente de correlação de Pearson para a correlação do volume das sub-regiões da faringe e do AHI. Para a análise com nível de significância de 5% (α = 0,05), usou-se o sistema SAS System for Windows (software Statistical Analysis System), versão 9.3 (SAS Institute Inc, 2002-2008, Cary, NY, EUA).

Resultados

Foram avaliados 33 pacientes entre junho de 2012 e dezembro de 2013. Quatro foram excluídos. Dois deles apresentavam exames tomográficos inadequados e dois tinham registros incompletos. Portanto, 29 foram incluídos, 16 do sexo feminino (55%) e 13 do masculino (45%).

Os dados descritivos das variáveis antropométricas em cada grupo de gravidade da AOS podem ser encontrados na tabela 1. O teste H de Kruskal-Wallis foi usado para avaliar a igualdade desses grupos, considerando que a idade e o sexo dos grupos eram semelhantes. Os grupos de gravidade da AOS diferiram apenas no IMC. A tabela 2 demonstra que as variáveis apresentaram distribuição normal pelo teste de Kolgomorov-Smirnov. Um teste de homogeneidade marginal pareada foi usado para avaliar a força da medida do volume
da via aérea. Os resultados da análise de reprodutibilidade estão resumidos na tabela 3.

O IAH foi estatisticamente avaliado como uma variável contínua e o coeficiente de correlação de Spearman foi escolhido. Os resultados desta análise aparecem nas tabelas 4 e 5. Na tabela 5, a correlação da graduação de Spearman foi controlada pelo IMC, pela idade e pelo sexo. Houve correlação estaticamente significativa entre o IAH e o IMC. Houve uma correlação moderada entre o IAH e a nasofaringe. A relação entre as medidas de volume da orofaringe e faringe superior total com o IAH foi baixa, não mostrou significância estatística. A correlação entre o volume de sub-regiões da faringe e o IAH também foi baixa, sem significância estatística quando controlada por IMC, idade e sexo.

Discussão

A AOS é uma doença dinâmica, que se desenvolve com a obstrução total ou parcial da via aérea superior durante o sono. Os pacientes podem apresentar um ou mais locais de obstrução localizados na cavidade nasal, orofaringe, base da língua e hipofaringe. A avaliação completa das vias aéreas é fundamental para o diagnóstico da AOS. A eficácia do tratamento cirúrgico baseia-se na determinação e no tratamento de todos os múltiplos sítios obstrutivos da via aérea superior.

A distribuição dos pacientes avaliados de acordo com a gravidade da AOS pode ser observada na tabela 1. A maior incidência de pacientes graves foi considerada normal, uma vez que os pacientes vieram de um centro de referência de AOS. Os dados antropométricos obtidos, como o IMC médio compatível com obesidade e idade prevalente entre 40 e 50 anos, permitem concluir que a AOS predominou em indivíduos obesos de meia-idade neste estudo. A obesidade é uma variável importante na avaliação da AOS. Nesta amostra os grupos com diferentes níveis de gravidade da AOS foram estaticamente semelhantes em idade e sexo, mas diferentes no IMC (tabela 4).

A correlação entre o volume dos segmentos da faringe e a AOS (tabela 5), avaliada pelo IAH, foi moderada e negativa em relação à nasofaringe (−0,437, p = 0,018), mas essa relação não foi mantida quando controlada por IMC, idade e sexo (tabela 6). Não houve correlação entre o volume da orofaringe e o volume total de faringe superior e o AHI (tabela 5), e o IMC não influenciou essa relação (tabela 6). Esses dados vão contra o senso comum, em que se acreditava que o alargamento cirúrgico da faringe seja a intervenção primária das vias aéreas no tratamento de pacientes com AOS.

### Tabela 1 Distribuição dos pacientes de acordo com a gravidade da AOS, segundo o IAH

| Gravidade da AOS | Frequência | Percentual | IMC médio | Idade média | Homens Percentual |
|-----------------|------------|------------|-----------|-------------|--------------------|
| Normal          | 6          | 20,7%      | 25,85     | 50,50       | 50%                |
| Leve            | 6          | 20,7%      | 30,01     | 51,00       | 0%                 |
| Moderada        | 7          | 24,1%      | 30,72     | 46,85       | 57%                |
| Grave           | 10         | 34,5%      | 31,77     | 40,00       | 60%                |
| Teste H de Kruskal-Wallis | 29 | 100%       | 0,014 (s) | 0,188 (ns) | 0,108 (ns) |

IAH, índice apneia-hipopneia; IMC, índice de massa corporal.

### Tabela 2 Descrição e teste de normalidade das variáveis contínuas

| Variável                  | Média | Teste de Kolgomorov-Smirnov |
|---------------------------|-------|----------------------------|
| IMC (kg/m²)               | 29,72 | 0,957                      |
| Idade (anos)              | 46,10 | 0,870                      |
| IAH (ev/hora)             | 27,27 | 0,216                      |
| Volume da nasofaringe (mm³)| 5467,67 | 0,958                      |
| Volume da orofaringe (mm³)| 9953,71 | 0,854                      |
| Volume total da faringe superior (mm³) | 15421,39 | 0,921 |

### Tabela 3 Teste de homogeneidade marginal, erro de Dahlberg e coeficiente de correlação intraclasse (CCI) para as duas determinações de volume em mm³

| Variável                  | Média | p     | Erro de Dahlberg | CCI  |
|---------------------------|-------|-------|------------------|------|
| Volume de nasofaringe     | 5443,12 | 0,281 | 173,47           | 0,988|
| Volume de nasofaringe³    | 5492,23 |       |                   |      |
| Volume de orofaringe³     | 9985,96 | 0,125 | 160,29           | 0,997|
| Volume de orofaringe³     | 9921,45 |       |                   |      |
| Volume total da faringe superior³ | 15429,08 | 0,654 | 132,14           | 0,999|
| Volume total da faringe superior³ | 15413,69 |       |                   |      |

³ Segunda determinação de volume.
Tabela 4 Coeficiente de correlação de Spearman entre as variáveis antropométricas do IAH

|                  | IAH | IMC   | Idade | Sexo |
|------------------|-----|-------|-------|------|
| Correlação de Pearson | 1   | 0,570<sup>a</sup> | −0,355 | −0,182 |
| Sig. (bicaudal)   | 0,002 | 0,059 | 0,344 |
| N                | 29  | 29    | 29    | 29   |

<sup>a</sup> A correlação é significativa no nível de 0,01 (bicaudal).

Tabela 5 Coeficiente de correlação de Spearman entre os índices IAH e volume ou segmentos da faringe

|                  | IAH     | Volume da nasofaringe | Volume da orofaringe | Volume total da faringe superior |
|------------------|---------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Correlação de Pearson | 1      | −0,415<sup>a</sup>    | −0,186               | −0,329                           |
| Sig. (bicaudal)   | 0,025  | 0,344                 | 0,089                |                                  |
| N                | 29     | 29                    | 29                   |                                  |

<sup>a</sup> A correlação é significativa no nível de 0,05 (bicaudal).

Tabela 6 Coeficiente de correlação de Spearman entre volume e IAH, controlado por IMC, idade e sexo

|                  | Volume da nasofaringe | Volume da orofaringe | Volume total da faringe superior | IAH |
|------------------|-----------------------|----------------------|----------------------------------|-----|
| Correlação       | −0,206                | −0,155               | −0,242                           | 1,000 |
| Sig (bicaudal)   | 0,304                 | 0,439                | 0,284                            |      |

Existem poucos estudos sobre a relação entre nasofaringe e AOS em adultos. Cal et al. (2010)<sup>10</sup> constataram que o estreitamento da via aérea superior em pacientes com AOS pode ser atribuído principalmente à nasofaringe, mas consideraram a influência do comprimento do palato duro nessa relação. É provável que o IMC seja mais importante na avaliação da AOS do que a nasofaringe como variável isolada, pois o volume dessa sub-região não permaneceu estatisticamente significante quando se considerou o IMC.

Abramson et al. (2010)<sup>15</sup> mostraram que a análise linear do volume da via aérea e da AIH não foi positiva. A AOS também está relacionada com o comprimento da via aérea. Quanto maior o comprimento, maior a chance de ocorrência de colapso. Uma vez que a via aérea é um ducto simples, a resistência ao fluxo de ar apresenta uma combinação seriada, resulta num aumento da resistência total.<sup>16</sup> A análise de volume com controle do IMC e da idade também não mostrou interação com a AOS.

Resultados semelhantes foram encontrados em um estudo sul-coreano, no qual os pacientes foram divididos em dois grupos com IAH maior ou menor do que 30 eventos/hora, mas não houve diferença entre o volume das vias aéreas dos dois grupos.<sup>11</sup> Outro estudo que comparou as anormalidades tomográficas das vias aéreas em pacientes com AOS com boca aberta ou fechada encontrou uma redução significativa do comprimento da via aérea superior quando a boca estava aberta. Na avaliação do volume das vias aéreas não houve diferença entre os dois grupos. Portanto, o volume da via aérea não flutuou significativamente em pacientes com diferentes graus de AOS ou devido à abertura bucal.<sup>12</sup>

Esses estudos avaliaram a relação entre a AOS e o volume total da via aérea. Em nossa amostra, a faringe foi estudada por suas sub-regiões, avaliaram-se separadamente a correspondência entre a AOS e os segmentos da faringe (nasofaringe e orofaringe).

O volume da faringe, como avaliado neste estudo, não prevê a gravidade da AOS. A doença é multifatorial e a avaliação de um setor localizado da via aérea pode conduzir a uma interpretação errônea e falha do tratamento, pois não avalia todos os níveis da via aérea e não avalia os fatores de compressão extrínseca da faringe.<sup>13,14</sup> É importante considerar que o volume da faringe não é uma medida estática, mas dinâmica. Ele é afetado pela deglutição, respiração e posicionamento. Neste estudo, o volume da faringe foi avaliado por imagens fixas. O volume da faringe pode variar no mesmo indivíduo, embora todos os pacientes tenham recebido as mesmas instruções no momento da aquisição da imagem.

A Academia Americana de Medicina do Sonho (American Academy of Sleep Medicine – AASM) publicou em 2010 uma metanálise sobre procedimentos cirúrgicos da via aérea superior. Esse estudo concluiu que os procedimentos em uma região isolada das vias aéreas não mostraram consistência na redução do IAH, resultaram em AOS residual após o procedimento. Os melhores resultados foram obtidos com a abordagem cirúrgica multinível.<sup>14</sup> Conclui-se que uma das causas desses achados é a falta de correlação entre o volume da via aérea e o IAH.

A AOS é uma doença relacionada a alterações intrínsecas e extrínsecas de toda a via aérea. Apesar de a faringe desempenhar um papel central no desenvolvimento da doença, não houve correlação entre o volume desse setor isolado da via aérea e a gravidade da AOS. A TCFC é um método rápido e de baixo risco para o exame do paciente, com pequena emissão de radiação. Ela atinge até três vezes a velocidade das usadas na TC convencional, enquanto emite 10 vezes menos radiação para os pacientes. O ciclo não dura mais do que
40 segundos e o feixe emitido é pulsátil, reduz a quantidade de radiação empregada.

No entanto, é um teste estático, feito com o paciente sentado. A medida do IAH, que define a gravidade da AOS, é obtida com o paciente deitado em sono natural. A diferença de posição e a análise estática da faringe podem levar a resultados diferentes entre IAH e volume. É importante notar que na prática atual os pacientes são examinados em estado de vigília e em posição sentada. As decisões cirúrgicas tomadas nessa posição podem levar a uma má interpretação dos espaços da faringe, uma vez que em nossa amostra as dimensões da orofaringe não se correlacionaram com a gravidade da AOS.

Conclusão

Na população estudada, considerando o índice de massa corporal, o volume das sub-regiões da faringe não apresenta relação linear com a gravidade da AOS, conforme o índice de apneia-hipopneia. O volume da nasofaringe apresentou relação negativa e significativa com a gravidade da apneia obstrutiva do sono, mas essa relação não foi sustentada quando se consideraram o IMC, a idade e o sexo.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. Partinen M, Telakivi T. Epidemiology of obstructive sleep apnea syndrome. Sleep. 1992;15:51-4.
2. Sleep-related breathing disorders in adults: recommendations for syndrome definition and measurement techniques in clinical research. The Report of an American Academy of Sleep Medicine Task Force. Sleep. 1999;22:667-89.
3. Epstein LJ, Kristo D, Strollo PJ Jr, Friedman N, Malhotra A, Patil SP, et al. Clinical guideline for the evaluation, management and long-term care of obstructive sleep apnea in adults. Sleep Med. 2009;5:263-76.
4. Tufik S, Santos-Silva R, Taddei JA, Bittencourt LRA. Obstructive sleep apnea syndrome in the Sao Paulo Epidemiologic Sleep Study. Sleep Med. 2010;11:441-6.
5. Guijarro-Martínez R, Swennen GRJ. Cone-beam computerized tomography imaging and analysis of the upper airway: a systematic review of the literature. Int J Oral Maxillofac Surg. 2011;40:1227-37.
6. Guijarro-Martínez R, Swennen GRJ. Three-dimensional cone beam computed tomography definition of the anatomical subregions of the upper airway: a validation study. Int J Oral Maxillofac Surg. 2013;42:1140-9.
7. Berry RB, Budhiraja R, Gottlieb DJ, Gozal D, Iber C, Kapur VK, et al. Rules for scoring respiratory events in sleep: update of the 2007 AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events. Deliberations of the Sleep Apnea Definitions Task Force of the American Academy of Sleep Medicine. J Clin Sleep. 2012;8:597-619.
8. Friedman M, Soans R, Joseph N, Kakodkar S, Friedman J. The effect of multilevel upper airway surgery on continuous positive airway pressure therapy in obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome. Laryngoscope. 2009;119:193-6.
9. Zhang L, Li S, Cai C. Compare of CT scan of the nasopharynx in patients with obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome and health. Lin Chuang Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi. 2010;24:746-9.
10. Abramson Z, Susarla S, August M, Troulis M, Kaban L. Three-dimensional computed tomographic analysis of airway anatomy in patients with obstructive sleep apnea. J Oral Maxillofac Surg. 2010;68:354-62.
11. Kim EJ, Choi JH, Kim YS, Kim TH, Lee SH, Lee HM, et al. Upper airway changes in severe obstructive sleep apnea: upper airway length and volumetric analyses using 3D MDCT. Acta Otolar-yn. 2011;131:527-32.
12. Kim EJ, Choi JH, Kim KW, Kim TH, Lee SH, Lee HM, et al. The impacts of open-mouth breathing on upper airway space in obstructive sleep apnea: 3-D MDCT analysis. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2011;268:533-9.
13. Goh YH, Mark I, Fee WE. Quality of life 17 to 20 years after uvulopalatopharyngoplasty. Laryngoscope. 2007;117:503-6.
14. Caples SM, Rowley JA, Prinsell JR, Pallanch JF, Elamin MB, Katz SG, et al. Surgical modifications of the upper airway for obstructive sleep apnea in adults: a systematic review and meta-analysis. Sleep. 2010;33:1396-407.