



ARTIGO ORIGINAL

# Intrasphenoid septations inserted into the internal carotid arteries: a frequent and risky relationship in transsphenoidal surgeries<sup>☆</sup>



Clauder Oliveira Ramalho<sup>a,b,\*</sup>, Horacio Armando Marengo<sup>a,b</sup>,  
Francisco de Assis Vaz Guimarães Filho<sup>c</sup>, Marcos Devanir Silva da Costa<sup>a</sup>,  
Bruno Fernandes de Oliveira Santos<sup>a</sup>, Rodrigo de Paula Santos<sup>d</sup> e Samuel Tau Zymberg<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Departamento de Neurocirurgia, São Paulo, SP, Brazil

<sup>b</sup> Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Programa de Pós-graduação do Departamento de Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço, São Paulo, SP, Brazil

<sup>c</sup> Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), São Paulo, SP, Brazil

<sup>d</sup> Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Departamento de Otorrinolaringologia, São Paulo, SP, Brazil

Recebido em 7 de janeiro de 2016; aceito em 19 de fevereiro de 2016

Disponível na Internet em 20 de fevereiro de 2017

## KEYWORDS

Sphenoid sinus;  
Sphenoid septations;  
Skull base;  
Transsphenoidal  
surgery;  
Expanded endonasal  
approach

## Abstract

**Introduction:** When an expanded endonasal transsphenoidal surgical approach is performed, intrasphenoid septations must be completely resected. If these structures are close to the internal carotid artery (ICA), then their manipulation might cause vascular injury.

**Objective:** The objective of this study is to describe the frequency of intrasphenoid septations in the internal carotid artery protuberance (ICAp).

**Methods:** Computed tomography (CT) scans of 421 patients were analysed. Intrasphenoid septations (classified as intersphenoid or accessory) and their relationship to the ICAp were described. Additionally, a sphenoid sinus classification was performed based on their degree of pneumatization to determine whether a difference exists in the frequency of intrasphenoid septations inserted into ICAp with regard to sinus type.

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2016.02.007>

<sup>☆</sup> Como citar este artigo: Ramalho CO, Marengo HA, Guimarães Filho FA, da Costa MD, de Oliveira Santos BF, de Paula Santos R, et al. Intrasphenoid septations inserted into the internal carotid arteries: a frequent and risky relationship in transsphenoidal surgeries. Braz J Otorhinolaryngol. 2017;83:162–7.

\* Autor para correspondência.

E-mail: [clauderramalho@hotmail.com](mailto:clauderramalho@hotmail.com) (C.O. Ramalho).

A revisão por pares é da responsabilidade da Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial.

**Results:** The patient mean age was  $39 \pm 21.4$  years. Overall, 219 patients (52%) had septations in the ICAp; 359 patients (85.3%) had intersphenoid septations; of the latter, 135 (37.6%) had septations in the ICAp. This frequency was higher among patients with sphenoid sinus type 4 or 5 (44.7% and 43.5%, respectively). Accessory septations were found in 255 patients (60.6%); 140 of these septations (54.9%) were in the ICAp. Among 351 patients with types 3, 4 or 5 sphenoid sinuses (i.e., only well-pneumatized sphenoid sinuses), 219 (62.4%) had septations in the ICAp. These frequencies are higher than those reported in most previous studies.

**Conclusion:** The frequency of intrasphenoid septations in the ICAp found is considerable. It is higher among patients with more pneumatized sinuses. This finding justifies an appropriate pre-operative study, and careful attention must be paid during transsphenoidal surgery.

© 2016 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

## PALAVRAS-CHAVE

Seio esfenoidal;  
Septações  
esfenoidais;  
Base do crânio;  
Cirurgia  
transesfenoidal;  
Abordagem endonasal  
ampliada

## Septações intraesfenoidais inseridas nas artérias carótidas internas: uma relação frequente e arriscada nas cirurgias transesfenoidais

### Resumo

**Introdução:** Quando uma abordagem cirúrgica transesfenoidal endonasal ampliada é feita, septações intraesfenoidais devem ser completamente ressecadas. Se essas estruturas estiverem próximas à artéria carótida interna (ACI), a manipulação pode causar lesão vascular.

**Objetivo:** O objetivo deste estudo foi descrever a frequência de septações intraesfenoidais na protuberância da artéria carótida interna (pACI).

**Método:** Exames de tomografia computadorizada (TC) de 421 pacientes foram analisados. As septações intraesfenoidais (classificadas como interesfenoidais ou acessórias) e sua relação com a pACI foram descritas. Além disso, uma classificação do seio esfenoidal foi feita com base no seu grau de pneumatização para determinar se existe uma diferença na frequência de septações intraesfenoidais inseridas em pACI em relação ao tipo de seio.

**Resultados:** Pacientes com idade média de  $39 \pm 21,4$  anos foram incluídos. No geral, 219 pacientes (52%) apresentavam septações na pACI; 359 (85,3%) septações interesfenoidais; 135 (37,6%) septações na pACI. Essa frequência foi maior entre os pacientes com seio esfenoidal tipo 4 ou 5 (44,7 e 43,5%, respectivamente). As septações acessórias foram encontradas em 255 doentes (60,6%); 140 dessas septações (54,9%) estavam na pACI. Entre 351 pacientes com seios esfenoidais tipos 3, 4 ou 5 (isto é, apenas seios esfenoidais bem pneumatizados), 219 (62,4%) tinham septações na pACI. Essas frequências são superiores às relatadas na maioria dos estudos.

**Conclusão:** A frequência de septações intraesfenoidais na pACI encontrada é considerável, é maior entre pacientes com seios mais pneumatizados. Esse achado justifica um estudo pré-operatório adequado e uma atenção especial deve ser dada durante a cirurgia transesfenoidal.

© 2016 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

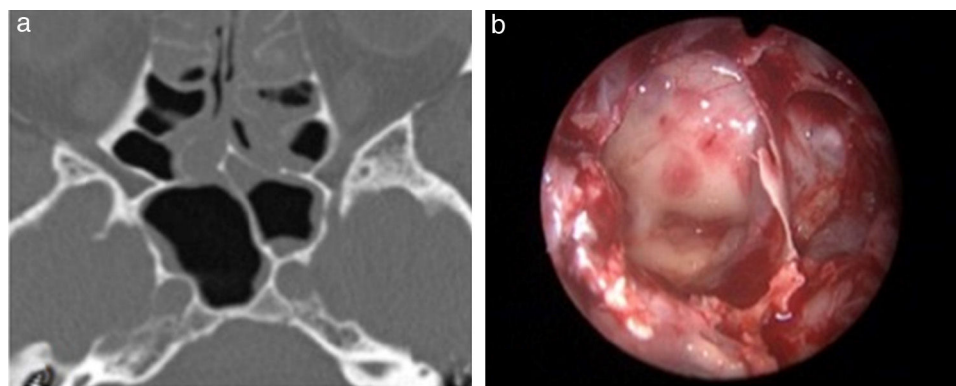
## Introdução

A cirurgia transnasal transesfenoidal desenvolveu-se significativamente nas últimas décadas. O trabalho colaborativo entre neurocirurgiões, otorrinolaringologistas e cirurgiões de cabeça e pescoço tem sido essencial para esse desenvolvimento. A introdução do endoscópio foi outro marco. Comparado com o microscópio, o endoscópio possibilitou a expansão adicional dessa técnica cirúrgica, aumentou assim a possibilidade de ressecção de lesões que habitualmente não seriam elegíveis para cirurgia transnasal transesfenoidal.<sup>1</sup> Com o surgimento da abordagem endonasal endoscópica expandida, áreas como o clívus, o osso pétéreo, a fossa craniana média e a fossa infratemporal

tornaram-se acessíveis.<sup>2</sup> Uma esfenoidotomia extensa com ressecção da septação é necessária para criar um corredor cirúrgico adequado.<sup>3</sup>

As septações intraesfenoidais são estruturas ósseas encontradas no seio esfenoidal com várias conformações anatômicas. Pelo fato de estar localizadas nas paredes do seio, frequentemente são adjacentes a estruturas circundantes, especialmente a artéria carótida interna (ACI), o que pode aumentar o risco de cirurgias transesfenoidais expandidas durante a ressecção da septação (fig. 1).

A lesão da ACI é uma das complicações intraoperatórias mais importantes. Essa lesão pode levar a um cenário cirúrgico desafiador, com perda rápida de sangue, o que pode resultar em exanguinações.<sup>4</sup> Para evitar essa complicação



**Figura 1** a, Incidência axial de TC de uma septação interesfenoidal na pACI esquerda; b, Incidência intraoperatória (endoscópio 0°) que mostra a mesma septação na pACI esquerda.

é necessário avaliar radiologicamente de forma adequada o seio esfenoidal e seus septos no período pré-operatório.

Os artigos anteriores descreveram a frequência de septações intraesfenoidais na protuberância da ACI (pACI).<sup>1-5</sup> A maioria desses artigos encontrou menos septações intraesfenoidais do que os nossos achados cirúrgicos e pré-operatórios. O presente artigo descreve a frequência de septações intraesfenoidais na pACI entre uma amostra de 421 pacientes analisados com o uso de tomografia computadorizada (TC) e compara esses achados com os de estudos anteriores.

## Método

### Amostra e critérios de seleção

Procuramos o banco de dados do departamento de radiologia de uma instituição hospitalar, de janeiro de 2010 a abril de 2013, para pacientes submetidos a tomografias de base do crânio. Foram excluídos os indivíduos com história prévia de doença dos seios paranasais ou cirurgia endonasal. Foram selecionados 421 pacientes. Consentimento informado foi obtido de todos os participantes individuais incluídos no estudo.

Todos os pacientes foram submetidos a TC com cortes na base do crânio que usam o sistema *Brilliance*

*CT 64* (Philips, 2004). O exame foi feito com colimação de  $20 \times 0,625$ , um *pitch* de 0,348, uma matriz de 512; 200 mm de campo de visão. A espessura de corte variou de 0,6 a 1 mm. Os dados obtidos foram transferidos para o *Extended Brilliance Workspace* (Philips Medical System), onde as imagens foram reconstruídas nos planos axiais, coronais e sagitais.

### Definição do tipo de septação e sua relação com pACI

As septações intraesfenoidais foram classificadas como interesfenoidais quando (1) eram longitudinais e em uma localização mediana ou paramediana e (2) separavam a cavidade em dois compartimentos não comunicantes a partir da parede sinusal anterior até a posterior. A septação foi definida como acessória quando não seguia todos os padrões do seio interesfenoidal (fig. 2).

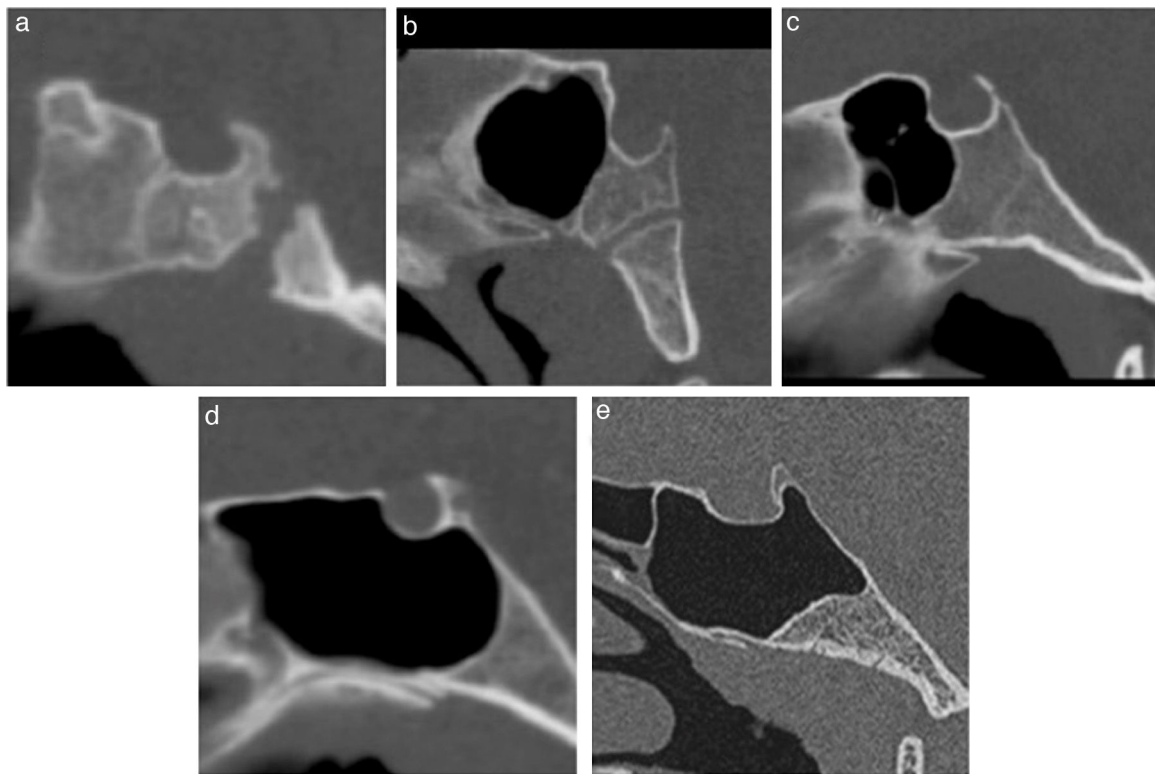
Para considerar a verdadeira relação entre a septação e a pACI, um corte de CT teria de mostrar claramente uma septação nessa estrutura (fig. 2).

### Classificação do seio

Os seios esfenoidais foram classificados de acordo com seu grau de pneumatização, o que foi estabelecido pela relação



**Figura 2** Definição de tipo de septação e sua relação com pACI. Imagens axiais reformatadas obtidas de dados de TC. a, Septação interesfenoidal na pACI esquerda; b, Septação interesfenoidal na pACI esquerda e uma septação acessória na parede sinusal esquerda; c, Septação interesfenoidal na pACI direita e uma septação acessória na pACI esquerda.



**Figura 3** Classificação do seio. Imagens sagitais médias obtidas das imagens de TC. a-e, Seios esfenoides tipos 1 a 5, respectivamente.

espacial da parede posterior do seio e as paredes anterior e posterior da sela túrcica. Os seios foram classificados da seguinte maneira: aqueles com ausência de aeração ou aeração mínima foram classificados como tipo 1; aqueles com a parede posterior em uma posição rostral à parede anterior da sela foram classificados como tipo 2; aqueles com a parede posterior entre as paredes anterior e posterior da sela foram classificados como tipo 3; aqueles com a parede posterior que alcançava a parede posterior da sela foram classificados como tipo 4; e aqueles com aeração clinóidea posterior foram classificados como tipo 5. O objetivo dessa análise foi avaliar se a frequência de septação na pACI diferiu entre os pacientes com os diferentes tipos de seios (fig. 3).

### Análise estatística

As variáveis categóricas foram descritas por números de casos e percentuais. Os grupos foram comparados com o teste z para proporções e o teste do qui-quadrado ou o exato de Fisher, conforme apropriado. As variáveis contínuas foram caracterizadas como a média  $\pm$  desvio padrão ou a mediana e a variação interquartil, dependeu da normalidade; comparações entre grupos foram feitas com o teste t de Student ou de Kruskal-Wallis, respectivamente. Um resultado foi considerado significativo quando  $p < 0,05$ . As análises estatísticas foram feitas com o programa SPSS 17 (Chicago, IL, EUA).

### Protocolo de pesquisa

O comitê de ética aprovou o protocolo de pesquisa (número do documento 186.717).

### Resultados

Foram identificados 189 pacientes do sexo masculino e 232 do feminino (idade média de  $39 \pm 21,4$  anos). O tipo mais frequente de seio foi o 4 (61% dos casos) (tabela 1).

Apresentaram septações interesfenoidais 359 pacientes (85,3%). Dessas, 135 (37,6%) foram encontradas na pACI. Os totais de 44,7 e 43,5% dos pacientes com seios tipos 4 e 5 tinham septações interesfenoidais da pACI, respectivamente; apenas 14,1% dos pacientes com seios tipo 3 tinham essas septações em pACI. Os pacientes com os seios tipos 1 ou 2 não tinham septos adjacentes à pACI.

As septações acessórias foram encontradas em 255 pacientes (60,6%). Essas septações estavam presentes em apenas 25% dos pacientes com seios tipo 2, enquanto a maioria daqueles com seios tipos 3, 4 ou 5 tinha septações. As septações foram localizadas na pACI de 140 pacientes (54,9% dos que apresentavam septações acessórias; 25,4, 42,8 e 52,2% para os tipos 3, 4 e 5, respectivamente). Os números máximos encontrados foram 2, 3, 5 e 4 para os tipos 2, 3, 4 e 5, respectivamente; enquanto os números máximos encontrados na pACI foram 2, 3 e 3 para os tipos 3, 4 e 5, respectivamente.

O número de pacientes com septação na pACI, independentemente do tipo, foi de 219 (52%). Esses pacientes

**Tabela 1** Septações interesfenoidais e acessórias de acordo com o tipo de seio

	Tipo de seio				
	1	2	3	4	5
Total (%)	26 (6,2)	44(10,5)	71(16,9)	257 (61)	23 (5,5)
Idade média (variação interquartil)	4 (8) <sup>a</sup>	35 (51)	43 (34)	42 (30)	46 (28)
Homens	14 (53,8)	24 (54,5)	33 (46,5)	104 (40,5)	14 (60,9)
Septação interesfenóide	-	37 (84,1)	66 (93)	237 (92,2)	19 (82,6)
Septação interesfenóide em pACI	-	-	10 (14,1)	115 (44,7)	10 (43,5)
Septação acessória	-	11 (25)	45 (63,4)	181 (70,4)	18 (78,3)
Septação acessória nas pACI	-	-	18 (25,4)	110 (42,8)	12 (52,2)

<sup>a</sup> Mediana difere significativamente dos outros ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 2** Septação esfenoideal no PACI de acordo com o tipo de seio

	Total	%	
Tipo 1	-	-	
Tipo 2	-	-	
Tipo 3	23	32,4%	a
Tipo 4	179	69,6%	b
Tipo 5	17	73,9%	b

Proporções identificadas com letras diferentes são significativamente diferentes, de acordo com o teste z para proporções ( $p < 0,05$ ).

eram mais velhos do que aqueles sem septações ( $43 \pm 18$  vs.  $34 \pm 23$ ;  $p < 0,0001$ ); não foi observada diferença significativa em relação ao sexo (sexo feminino abrangeu 55% de todos os casos em ambos os grupos,  $p = 0,963$ ). Os pacientes com seios esfenoideais tipos 4 e 5 eram mais comuns do que aqueles com tipo 3 (tabela 2).

Dos 351 pacientes com seios esfenoideais tipos 3, 4 ou 5, 219 (62,4%) tinham septações na pACI; 322 pacientes (91,7%) tiveram septações interesfenoidais; desses, 135 (41,9%) tinham septações na pACI. Dos 244 pacientes com pelo menos uma septação acessória, 140 (57,4%) tinham uma septação na pACI.

## Discussão

A abordagem endonasal transesfenoidal expandida marcou um avanço na cirurgia de base do crânio. Com o seu desenvolvimento, lesões anteriormente inacessíveis que usavam a via endonasal convencional (p.ex., lesões do seio cavernoso, plano esfenoideal, fossa craniana média, caverna de Meckel, região suprasselar e clívis) puderam ser acessadas.<sup>2</sup> Para obter a exposição adequada e acomodar os instrumentos endoscópicos cirúrgicos, uma abertura de seio esfenoideal ampla é necessária, inclusive a ressecção de septação intraesfenoidal.<sup>3</sup>

As septações intraesfenoidais são estruturas ósseas de ocorrência natural dentro do seio esfenoideal que o dividem em compartimentos. Elas são divididas em septações interesfenoidais e acessórias. A associação com linhas de fusão entre centros de ossificação (sincondrose) e as posições de septação podem explicar a sua origem.<sup>6,7</sup> De um modo geral,

uma ou mais septações interesfenoidais estão presentes. Elas mostram grande variabilidade; portanto, tipicamente criam dois compartimentos assimétricos: direito e esquerdo. As septações acessórias ocorrem em posições diferentes e também são comuns. Ambas podem ser encontradas em estruturas adjacentes ao seio esfenoideal, o que aumenta o risco de danos neurovasculares durante a cirurgia, especialmente quando eles estão localizados na pACI. Cope descreveu essa complicação em 1917.<sup>6</sup>

Em nosso estudo, os exames de TC revelaram que 219 pacientes (52%) tinham septações na pACI. Entre os pacientes com seios tipo 3, 4 ou 5 (ou seja, seios esfenoideais bem pneumatizados), essa prevalência foi ainda maior (62,4%).

Nossos dados contrastam com os de trabalhos anteriores, que mostram uma prevalência menor.<sup>5,8-12</sup> No entanto, Fernandez-Miranda et al. mostraram prevalência radiológica de 85% entre os pacientes com pelo menos uma septação no pACI.<sup>3</sup>

Renn e Rhoton encontraram septações interesfenoidais próximas do canal da ACI em 32% dos cadáveres.<sup>5</sup> Sethi descreveu septações interesfenoidais na pACI em 40% dos 30 cadáveres avaliados em um estudo endoscópico, em 1995.<sup>8</sup> Unal et al. e Abdullah et al. relataram 30 e 31% das septações do seio esfenoideal ligadas à parede da ACI, respectivamente, com o uso de TC.<sup>10,12</sup>

Em um estudo endoscópico com 93 cadáveres, Elwany constatou que 12,9% dos pacientes apresentaram septações no osso que circunda a pACI.<sup>9</sup> Hamid mostrou frequências de 4,7 e 6,75% para septações interesfenoidais e acessórias na pACI, respectivamente.<sup>11</sup> Ambos os estudos apresentam as frequências mais baixas na literatura.

Os achados atuais dão apoio à necessidade de um estudo pré-operatório em septações intraesfenoidais. O conhecimento adequado sobre a sua posição e relação com estruturas circundantes pode diminuir significativamente o risco de catástrofes na cirurgia devido a lesões vasculares.

Os exames de TC pré-operatórios são a avaliação radiológica de escolha, uma vez que eles visualizam adequadamente as estruturas ósseas. A análise dos planos axial, coronal e sagital, bem como a sua capacidade de reconstrução tridimensional, possibilita que os radiologistas determinem com precisão se a septação está próxima das estruturas ao redor do seio esfenoideal (por exemplo, a ICA).<sup>3,13-16</sup>

No que diz respeito à classificação, pacientes com seios tipo 4 ou 5 eram mais propensos a ter septações na pACI

do que pacientes com seios tipo 3. O processo de aeração pelo qual passa o corpo do esfenóide explica esse resultado. Quando a ACI é pronunciada, ela pode sobressair substancialmente no seio pneumatizado, aumenta assim a área sensível a uma inserção de septação.<sup>13</sup>

O fato de que os seios são mais pneumatizados em pessoas mais velhas pode explicar a maior média de idade dos pacientes que apresentaram uma relação entre septos e a pACI.<sup>17</sup>

O presente estudo descreveu os achados anatômicos de uma população grande e multiétnica. Até onde sabemos, é a maior série que aborda essa questão.

## Conclusão

A alta frequência de septações intraesfenoidais na pACI requer um estudo pré-operatório adequado. Além disso, é necessário especial atenção durante a cirurgia transesfenoidal, para reduzir lesões vasculares potencialmente graves.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Referências

1. Felisati G, Lenzi R, Pipolo C, Maccari A, Messina F, Revay M, et al. Endoscopic expanded endonasal approach – preliminary experience with the new 3D endoscope. *Acta Otorhinolaryngol Ital.* 2013;33:102–6.
2. Kassam AB, Gardner P, Snyderman C, Mintz A, Carrau R. Expanded endonasal approach fully endoscopic, completely transnasal approach to the middle third of the clivus, petrous bone, middle cranial fossa, and infratemporal fossa. *Neurosurg Focus.* 2005;19:E6.
3. Fernandez-Miranda JC, Prevedello DM, Madhok R, Morera V, Barges-Coll J, Reinman K, et al. Sphenoid septations and their relationship with internal carotid arteries: anatomical and radiological study. *Laryngoscope.* 2009;119:1893–6.
4. Valentine R, Wormald PJ. Controlling the surgical field during a large endoscopic vascular injury. *Laryngoscope.* 2011;121:562–6.
5. Renn W, Rhoton AL Jr. Microsurgical anatomy of the sellar region. *J Neurosurg.* 1975;43:288–98.
6. Cope VZ. The internal structure of the sphenoidal sinus. *J Anat.* 1917;51:127–36.
7. Haetinger RG, Navarro JA, Liberti EA. Basilar expansion of the human sphenoidal sinus: an integrated anatomical and computerized tomography study. *Eur Radiol.* 2006;16:2092–9.
8. Sethi DS, Stanley RE, Pillay PK. Endoscopic anatomy of the sphenoid sinus and sella turcica. *J Laryngol Otol.* 1995;109:951–5.
9. Elwany S, Elsaied I, Thabet H. Endoscopic anatomy of the sphenoid sinus. *J Laryngol Otol.* 1999;113:122–6.
10. Unal B, Bademci G, Bilgili YK, Batay F, Avci E. Risky anatomic variations of sphenoid sinus for surgery. *Surg Radiol Anat.* 2006;28:195–201.
11. Hamid O, El Fiky L, Hassan O, Kotb A, El Fiky S. Anatomic variations of the sphenoid sinus and their impact on trans-sphenoid pituitary surgery. *Skull Base.* 2008;18:9–15.
12. Abdullah BJ, Arasaratnam S, Kumar G, Gopala K. The sphenoid sinuses: computed tomographic assessment of septation, relationship to the internal carotid arteries, and sidewall thickness in the Malaysian population. *Hong Kong J Radiol.* 2001;4:185–8.
13. Guldner C, Pistorius SM, Diogo I, Bien S, Sesterhenn A, Werner JA. Analysis of pneumatization and neurovascular structures of the sphenoid sinus using cone-beam tomography (CBT). *Acta Radiol.* 2012;253:214–9.
14. Hewaidi G, Omami G. Anatomic variation of sphenoid sinus and related structures in Libyan population: CT scan study. *Libyan J Med.* 2008;3:128–33.
15. Meloni F, Mini R, Rovasio S, Stomeo F, Teatini GP. Anatomic variations of surgical importance in ethmoid labyrinth and sphenoid sinus. A study of radiological anatomy. *Surg Radiol Anat.* 1992;14:65–70.
16. Davoodi M, Saki N, Saki G, Rahim F. Anatomical variations of neurovascular structures adjacent sphenoid sinus by using CT scan. *Pak J Biol Sci.* 2009;12:522–5.
17. Yonetsu K, Watanabe M, Nakamura T. Age-related expansion and reduction in aeration of the sphenoid sinus: volume assessment by helical CT scanning. *Am J Neuroradiol.* 2000;21:179–82.