



Brazilian Journal of OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org



ARTIGO ORIGINAL

The role of Onodi cells in sphenoiditis: results of multiplanar reconstruction of computed tomography scanning☆☆



Mehmet Senturk^a, Ibrahim Guler^{b,*}, Isa Azgin^a, Engin Umut Sakarya^a,
Gultekin Ovet^a, Necat Alatas^a, Ismet Tolu^c e Omer Erdur^d

^a Konya Education and Research Hospital, Department of Otolaryngology, Head, and Neck Surgery, Konya, Turquia

^b Medical Faculty, Selçuk University, Department of Radiology, Konya, Turquia

^c Konya Education and Research Hospital, Department of Radiology, Konya, Turkey

^d Medical Faculty, Selçuk University, Department of Otolaryngology, Head, and Neck Surgery, Konya, Turquia

Recebido em 26 de agosto de 2015; aceito em 25 de janeiro de 2016

Disponível na Internet em 27 de dezembro de 2016

KEYWORDS

Anatomic variation;
Computed
tomography;
Onodi cell;
Sphenoiditis

Abstract

Introduction: Onodi cells are the most posterior ethmoid air cells and extend superolateral to the sphenoid sinus. These cells are also intimately related with the sphenoid sinus, optic nerve, and carotid artery. Radiologic evaluation is mandatory to assess for anatomic variations before any treatment modalities related to the sphenoid sinus.

Objective: To evaluate the effect of Onodi cells on the frequency of sphenoiditis.

Methods: A retrospective analysis was performed in 618 adult patients who underwent high-resolution computed tomography between January 2013 and January 2015. The prevalence of Onodi cells and sphenoiditis was evaluated. Whether the presence of Onodi cells leads to an increase in the prevalence of sphenoiditis was investigated.

Results: Onodi cell positivity was observed in 326 of 618 patients and its prevalence was found to be 52.7%. In the study group, 60.3% ($n=73$) were ipsilaterally ($n=21$) or bilaterally ($n=52$) Onodi-positive, whereas 39.7% ($n=48$) were Onodi-negative ($n=35$) or only contralaterally

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2016.01.011>

☆ Como citar este artigo: Senturk M, Guler I, Azgin I, Sakarya EU, Ovet G, Alatas N, et al. The role of Onodi cells in sphenoiditis: results of multiplanar reconstruction of computed tomography scanning. Braz J Otorhinolaryngol. 2017;83:88–93.

☆☆ Este manuscrito foi apresentado oralmente no 11º Congresso Nacional de Rinologia da Turquia, Antalya, 16-19/abril/2015. O protocolo deste estudo foi aprovado pela comissão de revisão institucional da Faculdade de Medicina de Meram, Universidade de Necmettin Erbakan, Konya, Turquia.

* Autor para correspondência.

E-mail: dribrahimguler@gmail.com (I. Guler).

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

PALAVRAS-CHAVE

Variação anatômica;
Tomografia
computadorizada;
Célula de Onodi;
Esfenoidite

Onodi-positiva ($n = 13$). Of the control group, 48.3% ($n = 240$) were Onodi-positive and 51.7% ($n = 257$) were Onodi negative. The co-existence of Onodi cells ipsilaterally was observed to increase the identification of sphenoiditis 1.5-fold, and this finding was statistically significant ($p < 0.05$).

Conclusion: The prevalence of sphenoiditis appears to be higher in patients with Onodi cells. However, it is not possible to state that Onodi cells are the single factor that causes this disease. Further studies are needed to investigate contributing factors related to sphenoiditis.

© 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/>).

Papel das células de Onodi na esfenoidite: resultados da tomografia computadorizada com reconstrução multiplanar

Resumo

Introdução: As células de Onodi são as células etmoidais mais posteriores, que se prolongam superolateralmente ao seio esfenoidal. Essas células também se encontram em íntima relação com o seio esfenoidal, o nervo óptico e a artéria carótida. Para análise de variações anatômicas antes da implantação de qualquer modalidade terapêutica relacionada ao seio esfenoidal, a avaliação radiológica é obrigatória,

Objetivo: Nosso objetivo foi avaliar o papel das células de Onodi na frequência de esfenoidite.

Método: Em nosso estudo, foi feita uma análise retrospectiva em 618 pacientes adultos que se submeteram à tomografia computadorizada de alta resolução entre janeiro de 2013 e janeiro de 2015. Avaliamos a prevalência de células de Onodi e de esfenoidite. Investigamos se a presença de células de Onodi leva a um aumento na prevalência de esfenoidite.

Resultados: A positividade para células de Onodi foi observada em 326 de 618 pacientes e sua prevalência foi de 52,7%. No grupo de estudo, 60,3% ($n = 73$) eram CO-positivas: ipsilateral ($n = 21$) ou bilateralmente ($n = 52$); e 39,7% ($n = 48$) eram CO-negativas ($n = 35$) ou apenas contralateralmente CO-positivas ($n = 13$). No grupo de controle, 48,3% ($n = 240$) eram CO-positivas; e 51,7% ($n = 257$) eram CO-negativas. Observamos que a coexistência de CO ipsilateralmente aumentava em 1,5 vez a associação com esfenoidite e esse achado foi estatisticamente significativo ($p < 0,05$).

Conclusão: A prevalência de esfenoidite parece ser maior em pacientes com células de Onodi, mas não é possível afirmar que elas são isoladamente o fator causador dessa doença. Novos estudos precisam ser feitos para uma investigação dos fatores contributivos relacionados à esfenoidite.

© 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 célula de Onodi (CO) é definida como a célula etmoidal mais posterior, pode se estender até o seio esfenoidal (SE) superior e lateralmente. A importância dessas células provém de sua íntima relação com o nervo óptico (NO), SE e fossa hipofisária.¹ Nomura et al.² afirmaram que COs deslocam inferiormente o SE, diminuem o seu volume e, portanto, podem estar associadas à esfenoidite. Ozturan et al.³ relataram que a coexistência da CO pode afetar as mudanças morfológicas no assoalho e/ou na parede lateral do SE. Além disso, foi mencionado que a má aeração e a drenagem ineficaz da CO acarretam estase das secreções, que poderia contribuir para o ocorrência de infecções recorrentes em mucocelos, neurite óptica ou neuropatias ópticas.⁴⁻⁶

A identificação da CO é possível por meio de tomografia computadorizada (CT). Para isso, é preciso que sejam examinadas, meticulosamente, todas as três dimensões (axial, coronal e sagital). A prevalência cuidadosamente definida de CO não é clara, uma vez que os estudos de TC para esse aspecto em adultos têm gerado resultados variados: de 7% até 65%.^{1,3,7-9} Embora tenham sido publicados estudos sobre a prevalência de CO em pacientes adultos, não foi possível localizar uma pesquisa sobre a relação entre essa variação anatômica e esfenoidite. O único estudo PubMed encontrado foi feito por Kim et al.¹⁰ com uma população pediátrica; esses autores informaram que a sinusite esfenoidal em crianças não está associada à presença de CO. Além disso, tendo em vista que o desenvolvimento de SE continua até o fim da infância,^{11,12} é provável que um estudo sobre a

relação entre a presença de CO e esfenoidite em pacientes adultos ofereça resultados confiáveis, em comparação com um estudo feito com crianças.

No presente estudo, nosso objetivo foi investigar se a presença de CO provoca um aumento na frequência de esfenoidite, mediante análise de um estudo de tomografia computadorizada de alta resolução (*High-Resolution Computed Tomography* [HRCT]) com reconstrução multiplanar (axial, coronal e sagital) *multislice* em pacientes adultos com CO, além dos perfis de gênero e idade.

Método

Retrospectivamente, foram incluídos no estudo 618 pacientes adultos que tinham recebido tratamento clínico para sintomas sinonasais (rinorreia, cefaleia, tosse ou obstrução nasal) de longa duração (> 3 meses), com achados clínicos (achados inflamatórios foram observados e confirmados pelo exame endoscópico) de doença sinusal crônica (não para rinite alérgica ou sinusite aguda recorrente) e que tinham sido submetidos à tomografia computadorizada (HRCT) dos seios paranasais no Hospital Escola e de Pesquisas Konya entre janeiro de 2013 e janeiro de 2015. Além disso, na revisão dos prontuários dos pacientes, foram excluídos do estudo aqueles que apresentavam qualquer história de trauma, pólipos nasais, fibrose cística, asma, doença imunossupressiva, lesões malignas, opacificação com aspecto radiográfico de massa ou história de cirurgia endoscópica sinusal prévia, além de malformações congênitas. O protocolo do estudo foi aprovado pelo comitê de revisão institucional da Faculdade de Medicina de Meram, Universidade Necmettin Erbakan, Konya, Turquia.

Na clínica radiológica, as etapas para o procedimento rotineiro de TC foram feitas com um tomógrafo *multislice* de 128 canais (Ingenuity CT, Philips Healthcare, Andover, MA). Os parâmetros para a obtenção de imagens foram: Kv = 120; mA = 160; tempo de rotação = 0,5s; colimação = $64 \times 0,625$; FOV = 220 mm. Foi empregada a técnica de reconstrução iterativa com o objetivo de reduzir a dose de radiação durante os exames. As imagens axiais foram gravadas enquanto o paciente se encontrava na posição supina, com a cabeça em posição neutra. As imagens abrangiam a área desde o ápice dos seios frontais até o processo maxilar nasal, paralelamente ao palato duro. As imagens de TC axial foram obtidas com espessura de seção = 0,625 e esses dados básicos foram empregados na obtenção de imagens coronais e sagitais de espessura de seção = 0,9 mm. As imagens foram analisadas em um sistema Workstation (IntelliSpace Portal, Philips Healthcare, Andover, MA). Nenhum paciente passou por um novo exame de TC para este estudo. A análise retrospectiva foi feita com o recurso de imagens de TC registradas no arquivo digital da clínica radiológica.

Nos pacientes examinados por HRCT, CO foi definida como a célula etmoidal situada mais posteriormente, com extensão superolateral até o seio esfenoidal. Em seguida à aplicação de critérios radiológicos extras por dois observadores independentes (um radiologista e um otorrinolaringologista), como, por exemplo, qualidade e adequação técnica do estudo tomográfico, foram examinados 663 resultados tomográficos. As COs foram identificadas por estudos de HRCT multiplanar nos planos axial, coronal

e sagital. As COs foram divididas da seguinte maneira: i) achados negativos para CO; ii) achados de CO no lado direito; iii) achados de CO no lado esquerdo; e iv) achados de CO bilaterais. Usamos a definição de esfenoidite como a presença de um espessamento de mucosa superior a 2 mm, conforme descrição por Gliklich e Metson.¹³ A esfenoidite identificada nos estudos de TC foi classificada como se segue: a) negativo para esfenoidite; b) esfenoidite no lado direito; c) esfenoidite no lado esquerdo; e d) esfenoidite bilateral. O grupo de estudo consistia de pacientes positivos para esfenoidite, enquanto o grupo de controle contava com pacientes negativos para essa doença. No grupo de estudo, os pacientes positivos para célula de Onodi eram indivíduos positivos para esfenoidite *mais* indivíduos positivos para CO ipsilateral ou bilateral. Não se espera que a presença de célula de Onodi unilateral venha a afetar anatomicamente o seio esfenoidal contralateral; assim, nossa suposição foi a de que a presença de célula de Onodi unilateral não prenunciava uma associação com sinusite esfenoidal contralateral. Portanto, os pacientes com esfenoidite *mais* somente positividade para célula de Onodi contralateral também foram incluídos no subgrupo de pacientes CO-negativos no grupo de estudo. As frequências de células de Onodi em pacientes CO-positivos e CO-negativos foram calculadas levando em consideração o gênero e a idade dos indivíduos.

Métodos estatísticos

Foram feitas análises de regressão logística univariada e multivariada com análise de regressão logística à frente, com o objetivo de identificar os fatores ligados à CO e à esfenoidite. Célula de Onodi, sinusite esfenoidal, gênero e idade foram escolhidos como variáveis preditivas. Os dados categorizados foram avaliados pela análise com o teste do qui-quadrado. Empregamos o teste *t* para amostras pareadas para a comparação dos mesmos parâmetros com distribuição normal. Valores de $p \leq 0,05$ indicam uma diferença estatisticamente significativa. As análises foram feitas com o programa SPSS Statistics v.21 (IBM®, Nova York, EUA).

Resultados

Foram incluídos 618 pacientes que atendiam aos critérios do presente estudo: 353 homens (57,1%) e 265 mulheres (42,9%). A média de idade foi de 36,4 anos (18-87 anos; mediana = 34 anos). A média de idade das mulheres foi de 37,8 anos; quanto aos homens, a média foi de 35,4 anos.

Positividade para célula de Onodi foi observada em 326 dos 618 pacientes, com prevalência de 52,7%. Dos 326 pacientes CO-positivos, 28,8% ($n = 94$) apresentavam célula de Onodi no lado direito, 23,9% ($n = 78$) no lado esquerdo e 47,3% ($n = 154$) exibiam CO bilateral (fig. 1).

O grupo de estudo foi composto por 121 pacientes (19,6%) com esfenoidite e o grupo de controle por 497 pacientes (80,4%) sem esfenoidite. No grupo de estudo, 60,3% ($n = 73$) pertenciam ao gênero masculino e 39,7% ($n = 48$) eram mulheres. A esfenoidite ocorreu com frequência significativamente maior em homens vs. mulheres ($p < 0,05$). Esfenoidite no lado direito foi identificada em 38% ($n = 46$) dos pacientes, esfenoidite no lado esquerdo em 31,4%



Figura 1 Tomografia computadorizada coronal dos seios paranasais. Observa-se (a) imagem sagital de uma célula de Onodi; (b) imagem coronal de uma célula de Onodi esquerda; (c) imagem coronal de uma célula de Onodi direita; e (d) imagem coronal de células de Onodi bilaterais (setas, células de Onodi; estrelas, seios esfenoidais).

Tabela 1 Tabulação cruzada de esfenoidite e célula de Onodi

Presença de célula de Onodi (n)	Presença de esfenoidite (n)			
	Esfenoidite direita (n = 46)	Esfenoidite esquerda (n = 38)	Esfenoidite bilateral (n = 37)	Negativo para esfenoidite (n = 497)
Célula de Onodi direita (n = 94)	12	5	8	69
Célula de Onodi esquerda (n = 78)	8	9	5	56
Célula de Onodi bilateral (n = 153)	14	10	14	115
Negativo para célula de Onodi (n = 293)	12	14	10	257

(n = 38) e esfenoidite bilateral em 30,6% (n = 37) (fig. 2). No grupo de estudo, 13 pacientes apresentavam apenas positividade contralateral para CO, foram considerados como CO-negativos. Ainda no grupo de estudo, 60,3% (n = 73) eram CO-positivos ipsilaterais (n = 21) ou bilaterais (n = 52) e 39,7%

(n = 48) eram CO-negativos (n = 35) ou apenas CO-positivos no lado contralateral (n = 13) (tabela 1). Observamos que a coexistência de CO ipsilateral aumentava em 1,5 vez a identificação de esfenoidite e esse achado foi estatisticamente significativo ($p < 0,05$) (fig. 3).



Figura 2 Tomografia computadorizada dos seios paranasais revela esfenoidite bilateral (setas).

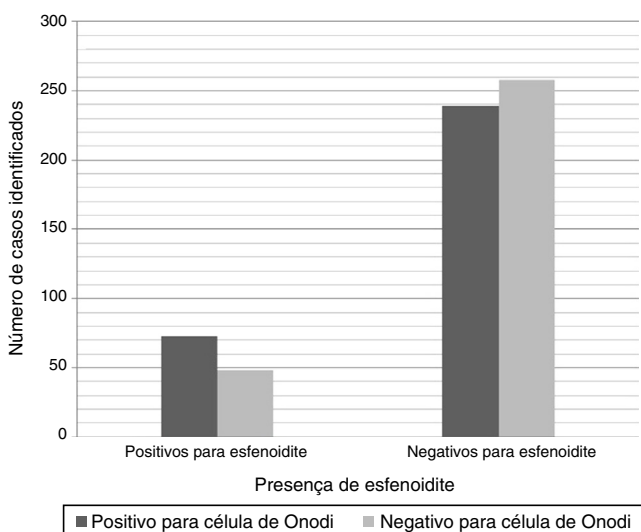


Figura 3 O gráfico mostra que a positividade para célula de Onodi causa aumento de 1,5 vez no número de casos com esfenoidite ($p=0,018$).

No grupo de controle, foram qualificados 280 (56,3%) pacientes do gênero masculino e 217 (43,7%) do feminino. No grupo de controle, 48,3% ($n=240$) eram CO-positivos e 51,7% ($n=257$) CO-negativos. Dos 240 pacientes CO-positivos no grupo de controle, CO no lado direito foi identificada em 13,9% ($n=69$), CO no lado esquerdo em 11,3% ($n=56$) e CO bilateral em 23,1% ($n=115$).

Discussão

A doença sinusal crônica pode comprometer a qualidade de vida e o SE, como todos os seios, poderá ficar afetado pelos processos patológicos da sinusite crônica. Atualmente,

a cirurgia endoscópica de seio endonasal é a modalidade terapêutica adotada para sinusite crônica, nos casos em que o tratamento clínico se revelou insuficiente.^{14,15} Ademais, podem estar presentes pequenas variações anatômicas na região dos seios paranasais. A célula de Onodi (CO) é uma célula esfenoidomaxilar, é uma das variações celulares nos arredores do SE. Săndulescu et al.¹⁶ sugeriram a possível ocorrência de variações importantes na junção esfenoidomaxilar e que a maioria dessas variações está relacionada à presença da CO e de protrusões intranasais do NO. Ozturan et al.³ afirmaram que a pneumatização da CO pode alcançar e mesmo circundar, em graus variáveis, o NO.

Com o uso de HRCT, é possível fazer uma avaliação precisa dessas estruturas. Um estudo de HRCT pode demonstrar com clareza a relação existente entre a CO e o seio esfenoidal. Recentemente, a técnica de reconstrução multiplanar foi desenvolvida como um novo meio imagiológico no campo da TC.¹⁷ Estudos publicados, relacionados à prevalência de CO, demonstram grande variação e tomografias computadorizadas (TC) sugerem que a prevalência se situe entre 7 e 65%.^{1,3,7-9,18} Em estudos com cadáveres, Tanaviritanich et al.¹⁹ observaram uma prevalência de 60% e Tan e Ong²⁰ de 15%. Em nosso estudo, recorremos a tomogramas com a técnica HRCT com reconstrução multiplanar (axial, coronal, sagital) *multislice* e constatamos a ocorrência de 52,7% de CO nos pacientes. Esse achado concorda com a literatura pertinente.

Numerosos estudos atestaram o significado clínico de CO, por várias razões. Com o uso da endoscopia, CO pode facilmente ser confundida com o SE. Nomura et al.² relataram que CO desloca inferiormente o SE e diminui o seu volume; assim, a presença de CO pode ser associada à ocorrência de esfenoidite. Em um estudo de TC¹ sobre a relação entre CO e óstio esfenoidal (OE), os autores observaram que a CO fazia com que os ângulos verticais e as distâncias desde OE até CO aumentassem e que isso poderia ser um resultado do deslocamento mais inferior do OE no grupo positivo para célula de Onodi, de tal forma que sua localização ficaria mais distante da posição superolateral do NO. Ozturan et al.³ afirmaram que a coexistência de CO pode afetar as mudanças morfológicas no assoalho e/ou na parede lateral do SE. Por outro lado, Chee et al.⁴ afirmaram que a má aeração/drenagem das células pneumáticas de Onodi leva à estase das secreções e faz com que o paciente apresente tendência a infecções recorrentes. A presença de CO pode estar associada a mucocelos e neurite óptica, em decorrência dessas possíveis variações anatômicas.^{5,6}

A análise da relação entre variações anatômicas nos seios paranasais e rinossinusite em estudos tomográficos de 113 crianças constatou que não havia uma correlação significativa entre COs e sinusite esfenoidal.¹⁰ Contudo, nesse estudo, a população pediátrica apresentava entre 5 e 16 anos; portanto, o desenvolvimento da pneumatização do seio esfenoidal não tinha se completado em todos os pacientes e apenas em 11 deles os autores observaram a presença de CO. Aliás, as características da sinusite em crianças podem ser muito diferentes das características dessa doença em adultos. Ainda não foram publicados estudos que investigassem a relação entre CO e esfenoidite em adultos. Com relação a pacientes com esfenoidite, 60,3% ($n=73$) eram indivíduos ipsilateral ou bilateralmente positivos para CO e 39,7% ($n=48$) eram CO-negativos ou apenas positivos

para célula de Onodi contralateral. Observamos que a coexistência de CO aumentou em 1,5 vez a identificação de esfenoidite e esse achado teve significado estatístico.

O presente estudo tem algumas limitações: ao considerar a ocorrência de sinusite em geral, não é possível afirmar que CO seja o único fator causador da doença. Dentro dessa perspectiva, e tendo em vista que este é um estudo transversal, mesmo se observássemos que a presença de esfenoidite era mais prevalente em pacientes com CO, não seria possível atribuir uma causalidade entre esse fator em estudo e o seu desfecho. Em pacientes com sinusite esfenoidal, pode ser necessário recorrer a outras características topográficas e dimensionais das células de Onodi, para que se possam explorar aspectos dessa íntima relação, como, por exemplo, o grau de pneumatização, e se as vias de drenagem dos seios esfenoidais estão ou não corrompidas. Além disso, o diagnóstico definitivo de sinusite pode ser estabelecido por culturas de material da cavidade sinusal.²¹ Contudo, no caso da esfenoidite, é tarefa muito difícil obter uma amostra para cultura, pois é praticamente impossível alcançar anatomicamente a cavidade sinusal no ambulatório, exceto em condições de intervenção. Com o objetivo de proporcionar condições ideais de diagnóstico da sinusite, observamos e confirmamos, com exame endoscópico nasal, o fluxo de uma secreção purulenta proveniente dos seios paranasais. Com certeza, novos estudos ajudarão a estabelecer a natureza exata da doença esfenoidal nos casos de coexistência de CO e esfenoidite, por meio da coleta de material para cultura da cavidade do seio esfenoidal durante a intervenção.

Conclusão

Embora, em nosso estudo, a esfenoidite tenha sido mais frequentemente observada em pacientes com CO, não é possível afirmar que ela seja, isoladamente, o fator causador dessa doença. Este estudo oferece uma nova perspectiva, com respeito à relação entre CO e esfenoidite, com o uso de imagens de HRCT *multislice* de secção fina. Contudo, são necessários novos estudos que investiguem os fatores contributivos relacionados à esfenoidite.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Agradecimentos

Ao professor-associado Dr. Lütfi Saltuk Demir por sua contribuição nas análises estatísticas no Departamento de Saúde Pública, Faculdade de Medicina Meram, Universidade Necmettin Erbakan, Konya, Turquia.

Referências

- Hwang SH, Joo YH, Seo JH, Cho JH, Kang JM. Analysis of sphenoid sinus in the operative plane of endoscopic transsphenoidal surgery using computed tomography. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2014;271:2219–25.
- Nomura K, Nakayama T, Asaka D, Okushi T, Hama T, Kobayashi T, et al. Laterally attached superior turbinate is associated with opacification of the sphenoid sinus. *Auris Nasus Larynx*. 2013;40:194–8.
- Ozturan O, Yenigun A, Degirmenci N, Aksoy F, Veyseller B. Co-existence of the Onodi cell with the variation of perisphenoidal structures. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2013;270:2057–63.
- Chee E, Looi A. Onodi sinusitis presenting with orbital apex syndrome. *Orbit*. 2009;28:422–4.
- Deshmukh S, DeMonte F. Anterior clinoidal mucocele causing optic neuropathy: resolution with nonsurgical therapy. *Case report. J Neurosurg*. 2007;106:1091–3.
- Klink T, Pahnke J, Hoppe F, Lieb W. Acute visual loss by an Onodi cell. *Br J Ophthalmol*. 2000;84:801–2.
- Shin JH, Kim SW, Hong YK, Jeun SS, Kang SG, Kim SW, et al. The Onodi cell: an obstacle to sellar lesions with a transsphenoidal approach. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2011;145:1040–2.
- Tomovic S, Esmaeili A, Chan NJ, Choudhry OJ, Shukla PA, Liu JK, et al. High-resolution computed tomography analysis of the prevalence of Onodi cells. *Laryngoscope*. 2012;122:1470–3.
- Akdemir G, Tekdemir I, Altin L. Transethmoidal approach to the optic canal: surgical and radiological microanatomy. *Surg Neurol*. 2004;62:268–74.
- Kim HJ, Jung Cho M, Lee JW, Tae Kim Y, Kahng H, Sung Kim H, et al. The relationship between anatomic variations of paranasal sinuses and chronic sinusitis in children. *Acta Otolaryngol*. 2006;126:1067–72.
- Kozak FD, Ospina JC. Characteristics of normal and abnormal postnatal craniofacial growth and development. In: Flint PW, Haughey BH, Lund VJ, Niparko JK, Richardson MA, Robbins KT, et al., editors. *Cummings otolaryngology head, and neck surgery*. Philadelphia, PA: Mosby & Elsevier; 2010. p. 2613–37.
- Stammberger H, Lund VJ. Anatomy of the nose and paranasal sinuses. In: Gleeson M, Browning GG, Burton MJ, Clarke J, Hibbert J, Jones NS, et al., editors. *Scott-Brown's otolaryngology, head, and neck surgery*. London: Hodder Arnold; 2004. p. 1315–43.
- Gliklich RE, Metson R. A comparison of sinus computed tomography (CT) staging systems for outcomes research. *Am J Rhinol*. 1994;8:291–7.
- Wormald PJ. The agger nasi cell: the key to understanding the anatomy of the frontal recess. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2003;129:497–507.
- Hwang SH, Park CS, Cho JH, Kim SW, Kim BG, Kang JM. Anatomical analysis of intraorbital structures regarding sinus surgery using multiplanar reconstruction of computed tomography scans. *Clin Exp Otorhinolaryngol*. 2013;6:23–9.
- Săndulescu M, Rusu MC, Ciobanu IC, Ilie A, Jianu AM. More actors, different play: sphenothmoid cell intimately related to the maxillary nerve canal and cavernous sinus apex. *Rom J Morphol Embryol*. 2011;52:931–5.
- Sapçı T, Derin E, Almac S, Cumali R, Saydam B, Karavuş M. The relationship between the sphenoid and the posterior ethmoid sinuses and the optic nerves in Turkish patients. *Rhinology*. 2004;42:30–4.
- Hart CK, Theodosopoulos PV, Zimmer LA. Anatomy of the optic canal: a computed tomography study of endoscopic nerve decompression. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2009;118:839–44.
- Thanaviratananich S, Chaisiwamongkol K, Kraitrakul S, Tangsawad W. The prevalence of an Onodi cell in adult Thai cadavers. *Ear Nose Throat J*. 2003;82:200–4.
- Tan HK, Ong YK. Sphenoid sinus: an anatomic and endoscopic study in Asian cadavers. *Clin Anat*. 2007;20:745–50.
- Benninger MS, Payne SC, Ferguson BJ, Hadley JA, Ahmad N. Endoscopically directed middle meatal cultures versus maxillary sinus taps in acute bacterial maxillary rhinosinusitis: a meta-analysis. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2006;134:3–9.