



Brazilian Journal of OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org



ARTIGO ORIGINAL

Ophthalmic complications of endoscopic sinus surgery[☆]



Malgorzata Seredyka-Burduk^{a,b}, Pawel Krzysztof Burduk^{c,*},
Malgorzata Wierzchowska^c, Bartlomiej Kaluzny^{a,b} e Grazyna Malukiewicz^b

^a Nicolaus Copernicus University in Toruń, Faculty of Medicine, Department of Optometry Collegium Medicum, Toruń, Polônia

^b Nicolaus Copernicus University in Toruń, Faculty of Medicine, Department of Ophthalmology Collegium Medicum, Toruń, Polônia

^c Nicolaus Copernicus University in Toruń, Faculty of Medicine, Department of Otolaryngology and Laryngological Oncology Collegium Medicum, Toruń, Polônia

Recebido em 7 de março de 2016; aceito em 8 de abril de 2016

Disponível na Internet em 25 de março de 2017

KEYWORDS

Endoscopic sinus surgery;
Orbital/ocular;
Chronic rhinosinusitis

Abstract

Introduction: The proximity of the paranasal sinuses to the orbit and its contents allows the occurrence of injuries in both primary or revision surgery. The majority of orbital complications are minor. The major complications are seen in 0.01–2.25% and some of them can be serious, leading to permanent dysfunction.

Objective: The aim of this study was to determine the risk and type of ophthalmic complications among patients operated due to a chronic rhinosinusitis.

Methods: This is a retrospective study of 1658 patients who underwent endoscopic sinus surgery for chronic rhinosinusitis with or without polyps or mucocoele. Surgeries were performed under general anesthesia in all cases and consisted of polyps' removal, followed by middle metal antrostomy, partial or complete ethmoidectomy, frontal recess surgery and sphenoid surgery if necessary. The ophthalmic complications were classified according to type, frequency and clinical findings.

Results: In our material 32.68% of the patients required revision surgery and only 10.1% had been previously operated in our Department. Overall complications occurred in 11 patients (0.66%). Minor complications were observed in 5 patients (0.3%) with the most frequent being periorbital ecchymosis with or without emphysema. Major complications were observed in one patient (0.06%) and were related to a lacrimal duct injury. Severe complications occurred in 5 cases (0.3%), with 2 cases and referred to a retroorbital hematoma, optic nerve injury (2 cases) and one case of extraocular muscle injury.

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjorl.2016.04.006>

[☆] Como citar este artigo: Seredyka-Burduk M, Burduk PK, Wierzchowska M, Kaluzny B, Malukiewicz G. Ophthalmic complications of endoscopic sinus surgery. Braz J Otorhinolaryngol. 2017;83:318–23.

* Autor para correspondência.

E-mail: pburduk@wp.l (P.K. Burduk).

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

PALAVRAS CHAVE

Cirurgia endoscópica
do seio nasal;
Orbital/ocular;
Rinossinusite crônica

Conclusions: Orbital complications of endoscopic nasal surgery are rare. The incidence of serious complications, causing permanent disabilities is less than 0.3%. The most important parameters responsible for complications are extension of the disease, previous endoscopic surgery and coexisting anticoagulant treatment.

© 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/>).

Complicações oftálmicas da cirurgia endoscópica dos seios nasais**Resumo**

Introdução: A proximidade dos seios paranasais à órbita e seu conteúdo tornam possível a ocorrência de lesões tanto na cirurgia primária como na de revisão. A maioria das complicações orbitais são menores. As maiores são observadas em 0,01%-2,25% e algumas delas podem ser graves levando a disfunção permanente.

Objetivo: O objetivo deste estudo foi identificar o risco e o tipo de complicações oftalmológicas em pacientes operados devido a rinossinusite crônica.

Método: Foi realizado um estudo retrospectivo com 1.658 pacientes submetidos a cirurgia endoscópica sinusal devido a rinossinusite crônica com ou sem pólipos ou mucocoele. As cirurgias foram realizadas sob anestesia geral em todos os casos e consistiram de remoção de pólipos, seguida de antrostomia meatal média ou etmoidectomia parcial ou completa, cirurgia de recesso frontal e cirurgia de esfenóide se necessário. As complicações oftalmológicas foram classificadas de acordo com o tipo, frequência e achados clínicos.

Resultados: Em nosso material 32,68% dos pacientes necessitaram de cirurgia de revisão e apenas 10,1% haviam sido anteriormente operados em nosso departamento. As complicações gerais ocorreram em 11 pacientes (0,66%). Complicações menores foram observadas em 5 pacientes (0,3%), sendo que a mais frequente foi equimose periorbital com ou sem enfisema. Complicações maiores foram observadas em um paciente (0,06%) e atribuída à lesão do ducto lacrimal. Complicações graves ocorreram em 5 casos (0,3%) e foram referidas como hematoma retrorbital (2 casos), lesão do nervo óptico (2 casos) e um caso de lesão muscular extraocular.

Conclusões: As complicações orbitais da cirurgia endoscópica nasal são raras. A incidência de complicações graves que causam incapacidade permanente é de menos de 0,3%. Os parâmetros mais importantes responsáveis por complicações são extensão da doença, cirurgia endoscópica anterior e tratamento anticoagulante coexistente.

© 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 endoscópica funcional dos seios paranasais (FESS) é o procedimento cirúrgico mais indicado para o tratamento das doenças sinusais. Na última década, o procedimento tornou-se relativamente seguro.¹⁻⁴ A incidência global de complicação *minor* e *major* após FESS varia de 0,4 a 30%.^{1,2,5,6} A proximidade anatômica dos seios paranasais e das órbitas os expõe a risco de trauma.^{2,6} A maioria das complicações orbitais é do tipo *minor* (3,9% a 20,24%). As complicações *major* são observadas em 0,01% a 2,25%, mas algumas delas podem ser graves e levar a disfunções permanentes.^{1,2,5-8}

As complicações oftalmológicas podem ser classificadas em: *minor* (grau I), que incluem lesão da lâmina papirícea;

major (grau II) do ducto lacrimal; e, finalmente, graves (grau III) como hemorragia retrorbital, lesão do nervo óptico ou qualquer redução da visão ou cegueira e lesões do músculo orbital.^{1,6,9,10} Enquanto as complicações oftalmológicas *minor* e *major* normalmente não apresentam quaisquer incapacidades permanentes, as graves são potencialmente incapacitantes.^{1,2,5,6}

Para reduzir ou eliminar a incidência de complicações oftalmológicas, o uso de tomografia computadorizada (TC), ressonância magnética (RM), índice de Lund-MacKay e de técnicas de ponta é recomendado. Ainda mais importante é o treinamento e o conhecimento das curvas de aprendizado para a cirurgia de FESS.^{1,2,11,12}

Foram avaliados 1.658 pacientes submetidos a cirurgia endoscópica por doença inflamatória dos seios paranasais

Tabela 1 Taxa de complicações oftalmológicas na FESS total

Tipo de complicação	Não	%
<i>Minor</i>		
Lesão da lâmina papirácea e equimose periorbital e enfisema	5	0,3
<i>Major</i>		
Lesão do ducto lacrimal	1	0,06
<i>Grave</i>		
Hematoma retrorbital	2	0,12
Lesão do nervo óptico	2	0,12
Lesão do músculo orbital	1	0,06

entre 2005 a 2013 em nosso departamento. As complicações oftalmológicas foram distribuídas de acordo com tipo, frequência e achados clínicos.

Método

Este é um estudo retrospectivo de 1.658 pacientes submetidos a FESS para tratamento de rinossinusite crônica (RSC) entre 2005 a 2013, no Departamento de Otorrinolaringologia. O protocolo do estudo foi revisado e aprovado pelo comitê de ética (decisão número 366/2015). Todos os pacientes com RSC com ou sem pólipos e pacientes com mucocoele foram incluídos. Os pacientes com tumores benignos e malignos foram excluídos. O diagnóstico da RSC foi feito de acordo com a anamnese e achados objetivos. Os casos foram classificados de acordo com o escore de Lund MacKay e Lund Kennedy.^{11,12} Idade, sexo, escore de Lund MacKay, sintomas e tipo de cirurgia foram correlacionados com frequência de complicações oftalmológicas *minor*, *major* e graves. As cirurgias foram realizadas por dois cirurgiões seniores. A experiência cirúrgica foi classificada como iniciantes (0 a 5 anos) e experientes (mais de 5 anos). As complicações oftalmológicas são mostradas na [tabela 1](#).

As cirurgias foram feitas sob anestesia geral em todos os casos e consistiram na remoção de pólipos com microdebridador, seguida por antrostomia meatal média,

etmoidectomia parcial ou completa, cirurgia de recesso frontal e cirurgia de seio esfenóide, se necessário. Ao final do procedimento foi colocado curativo com gaze no meato médio e removido após sete dias.

A análise estatística foi feita com *software* Stat Soft Inc. (2011) Statistica versão 10. O teste U de Mann-Whitney e o teste χ^2 foram usados para avaliar diferenças entre as possibilidades positivas ou negativas de complicação. Análises uni e multivariadas foram feitas com regressão logística, para obter fatores de risco para complicações oftalmológicas da FESS. O nível de significância foi definido como $p < 0,05$.

Resultados

A idade variou de 17 a 69 anos (média de 45,6). Os achados e sintomas são mostrados na [tabela 2](#). Os tipos de cirurgia são apresentados na [tabela 3](#). No nosso material, em 32,68% dos pacientes os procedimentos constituíram-se de cirurgias revisionais, com 10,1% previamente feitas em nosso departamento. Os procedimentos cirúrgicos foram feitos por dois cirurgiões com nível dependente da experiência ([tabela 4](#)). Todos os pacientes que apresentaram complicações oftalmológicas foram diagnosticados, tratados e acompanhados por um oftalmologista sênior. Complicações gerais ocorreram em 11 pacientes (0,66%). Complicação *minor* foi observada em cinco pacientes (0,3%), equimose periorbital com ou sem enfisema foi a mais frequente. Lesão *major* foi observada em um paciente (0,06%) e relatada como lesão do ducto lacrimal, reparada na mesma cirurgia. Ocorreram complicações graves em cinco casos (0,3%), descritas como hematoma retrorbital (dois casos), lesão do nervo óptico (dois casos) e lesão muscular extraocular (um caso). Entre o grupo de complicações graves, nos dois casos de hematoma retrorbital foi feita descompressão orbitária imediata, com bons resultados e recuperação completa. No paciente com lesão muscular extraocular (músculo reto medial) após a correção cirúrgica oftalmológica e reabilitação não alcançamos a recuperação completa e o paciente ainda apresentava diplopia. Em ambos os casos de lesão do nervo óptico a descompressão foi feita, mas em apenas um deles a acuidade visual melhorou para 0,1 na tabela de Snellen. A acuidade visual do segundo paciente ficou restrita a detecção de movimentos com a mão. Esses dois casos foram qualificados como complicações oftalmológicas permanentes (0,12% de todas as cirurgias).

Tabela 2 Achados fisiopatológicos e taxa de complicações

	n	Complicações positivas (n = 11)	Complicações negativas (n = 1.647)	Valor-p
Idade (anos)	45,6 ± 13,8	45,1 ± 12,3	47 ± 10,8	ns
Sexo (masculino/feminino)	987/671	6/5	981/666	ns
Escore de Lund-MacKay	12,4 ± 7,3	14,7 ± 8,9	9,4 ± 5,4	< 0,028
Escore de pólipo	2,6 ± 1,4	3,1 ± 1,5	1,7 ± 1,1	< 0,05
Cirurgia prévia do seio nasal	542	9 ± 5,3	2 ± 1,1	< 0,05
Tratamento com anticoagulantes	331	7 ± 3,8	4 ± 2,9	< 0,05
RSC	675	3 ± 1,1	672 ± 15,6	ns
RSC com pólipos	973	8 ± 3,4	965 ± 16,7	< 0,05
Mucocoele	10	0	10 ± 2,8	ns

ns, não significativo.

Tabela 3 Tipo e extensão da cirurgia no grupo analisado de pacientes

Cirurgia	n	%	Complicações (n)	Valor-p
Infundibulotomia	5	0,3	1	ns
Etmoidectomia parcial anterior	118	7,12	0	–
Etmoidectomia completa	187	11,29	6	< 0,05
Esfenoetmoidectomia	68	4,1	2	ns
Frontoetmoidectomia anterior	296	17,85	0	–
Frontoetmoidectomia completa	886	53,44	2	ns
Frontoesfenoetmoidectomia	98	5,9	0	–
Total	1658	100	11	ns

ns, não significativo.

Tabela 4 Percentagem de cirurgias feitas por iniciantes (0 a 5 anos) e cirurgiões experientes (> 5 anos) com ocorrência de complicações oftalmológicas

	0 a 5 anos		> 5 anos	
	Cirurgião 1	Cirurgião 2	Cirurgião 1	Cirurgião 2
Número de casos	402	280	378	598
Complicação (N) e tipo	3	2	3	3
Minor	0	1	2	2
Major	0	0	0	1
Grave	3	1	1	0
Valor-p	ns	ns	ns	ns

ns, não significativo.

Discussão

Apesar de a incidência de complicações oculares durante FESS ser bastante baixa, elas podem ser graves e levar à disfunção permanente. A incidência global de complicações de FESS é relatada em várias metanálises, que indicam sua ocorrência entre 4,2 a 23% ou 0,9 a 3,1%.^{1,3,5} Há apenas algumas poucas análises das complicações orbitais durante FESS.^{13,14} A incidência desse tipo de complicações varia de 0,5 a 5%.¹³ Em nosso estudo, procurou-se avaliar a frequência e os tipos de complicações oftalmológicas como *minor*, *major* e grave, a partir do novo sistema de classificação proposto por Siedek.¹ A incidência exata de lesão orbital durante FESS não é clara, mas é ainda inferior a 1%.^{1,3,5,13} Esse resultado foi também obtido em nosso estudo e a taxa de todas as complicações oftalmológicas foi de 0,66%. A órbita e seu conteúdo ficam em risco durante FESS porque a lâmina papirácea é muito fina ou pode estar incompleta.^{5,6,15,16} Esse local é a área de risco de maior potencial, especialmente quando não temos uma boa qualidade de visão ou usamos instrumentação motorizada.^{1,3,5,6,17} As complicações *minor* frequentemente relatadas incluem a lesão da lâmina papirácea, principalmente durante antrostomia do maxilar ou etmoidectomia. Essas complicações são observadas principalmente quando o seio maxilar é hipoplásico ou na síndrome do seio silencioso (SSS).^{4,5,11,13,18,19} Nessas variantes anatômicas, o processo uncinado geralmente se encontra muito firmemente conectado à lâmina papirácea e deve ser ressecado com grande cuidado.^{5,11,13} Em nosso material, tivemos uma SSS e dois casos de seio maxilar hipoplásico complicados

com lesão da lâmina papirácea que levou a equimose peri-orbital e enfisema em um dos casos. Os outros dois casos de complicações *minor* ocorreram durante a etmoidectomia por ruptura da lâmina papirácea. Todos os cinco casos (0,3%) não exigiram qualquer intervenção, exceto tratamento pós-operatório padrão e controle. As complicações *major*, como lesão do ducto lacrimal, também estão relacionadas com uncinectomia, quando feita muito anteriormente.^{5,13} Se o ducto nasolacrimal ainda apresentar drenagem após a lesão, o melhor é deixar como está.^{2,5,13} Em nosso caso (0,06%), durante a inspeção do ducto lacrimal lesionado, não tínhamos certeza absoluta se ele estava aberto, então fizemos dacriocistorinostomia com intubação com tubo de silicone. As complicações orbitais mais significativas, como hematoma orbital, lesão do nervo óptico ou ruptura do músculo ocular externo, podem ocorrer durante etmoidectomia, esfenoetmoidectomia ou frontoetmoidectomia.^{2,5,13} Hematoma orbital pode se desenvolver-se com uma lesão arterial (artéria etmoide anterior ou posterior) ou por uma hemorragia venosa resultante de uma penetração orbitária através da lâmina papirácea.^{1,3,5,9,13} A incidência dessa complicação grave é de cerca de 0,12%, como também foi observado em nosso estudo.^{5,9} A hemorragia pode resultar em perda de visão decorrente de isquemia do nervo óptico ou da retina. Essa situação exige identificação muito rápida e tratamento urgente. Quando o risco é baixo (baixa pressão ocular e visão não prejudicada), o tratamento clínico apenas pode ser adequado. Na pressão ocular elevada e disfunção visual, recomenda-se intervenção cirúrgica imediata, inclusive cantotomia lateral, cantólise e descompressão orbital.^{2,3,5,13} Na maioria dos casos, como em nossos dois pacientes (0,12%),

Tabela 5 Fatores de risco para complicações oftalmológicas durante cirurgia endoscópica de seios nasais

Análise univariada	OR bruta	IC 95%	Valor-p
Escore de Lund-MacKay	1.057	1,012-1,118	< 0,021
Escore de pólipos	1.521	1,161-1,910	< 0,016
Cirurgia anterior	2.031	1,576-2,114	< 0,024
Anticoagulantes	1.594	1,478-1,810	< 0,022
Análise multivariada	OR ajustada	IC 95%	Valor-p
Escore de Lund-MacKay	1015	1,001-1,062	< 0,562
Escore de pólipos	1201	1,044-1,583	< 0,030
Cirurgia anterior	1902	1,246-1,671	< 0,041
Anticoagulantes	967	0,901-1,057	< 0,638

os resultados após o tratamento oftalmológico e cirúrgico são bons, há recuperação completa.

A lesão direta do nervo óptico é muito rara e ocorreu em dois dos nossos pacientes (0,12%).^{1,3,5,13} O nervo é comumente deiscente no seio esfenoidal ou etmoide posterior. A lesão pode ser indireta (vascular) ou direta (mecânica).^{1,3,5,13,20} Em nossos pacientes, a lesão foi causada por hematoma e compressão do nervo no etmoide posterior. Apesar dos corticosteroides intravenosos intensos e da descompressão do nervo óptico, os resultados em geral não são satisfatórios.^{1,3,5} Foi obtida melhoria visual em um caso e nenhum desfecho positivo no segundo. Além disso, a lesão do músculo orbital é uma das complicações mais devastadoras, frequentemente leva à disfunção permanente.^{1,5,6,13} A transecção muscular direta é observada principalmente em cirurgias feitas com instrumentos motorizados. O dispositivo extrai o tecido muito rapidamente, com baixo *feedback* tátil ao cirurgião sobre o material removido.^{1,2,14} Em nosso estudo, observamos um paciente (0,06%) com lesões diretas do músculo reto após o uso de microdebridador. Apesar da cirurgia oftalmológica e da reabilitação, o paciente ainda apresenta diplopia.

Os fatores de risco para complicação de FESS dependem da extensão da doença e da cirurgia, do escore de Lund-MacKay, da cirurgia motorizada, de comorbidades coexistentes, da cirurgia primária ou revisional e da experiência dos cirurgiões.^{3,5,6,13,21} Asaka et al. relataram que o risco depende do escore de pólipos e asma, enquanto o escore de Lund-MacKay não.³ Em nosso estudo, a análise univariada encontrou correlação significativa entre escore para polipose, escore de Lund-MacKay, cirurgia prévia e também tratamento anticoagulante, com complicações oftalmológicas. Temos de destacar que os pacientes tratados com anticoagulantes apresentam muito pior qualidade do campo operatório devido ao sangramento mais intenso. Além disso, sangram mais pelo fato de a pressão arterial não poder ser reduzida de forma adequada durante a cirurgia.¹ A análise multivariada mostrou que apenas o escore de polipose e cirurgia prévia apresentaram correlação significativa com a ocorrência de complicações, enquanto o escore de Lund-MacKay e anticoagulantes não (tabela 5). Da mesma forma que a extensão da lesão da mucosa influencia negativamente a clara visão das referências anatômicas cirúrgicas, também a cicatrização deixada por cirurgias prévias pode alterá-la ainda mais.^{3,21} O nível de experiência dos cirurgiões

não influenciou a taxa de complicações, como foi mostrado em outros estudos.^{1,3,5,6} Nossa expectativa é que os cirurgiões mais experientes sejam capazes de cuidar de casos mais difíceis e sintam-se mais seguros diante de variações anatômicas ou de dispositivos motorizados. Isso não ocorreu no nosso estudo, pois o mesmo nível de complicações foi observado entre os iniciantes e os mais experientes. Além disso, a taxa de complicações não apresentou relação com o número de cirurgias feitas por cada cirurgião. Por outro lado, quando operamos doenças extensas, especialmente pólipos nasais, em geral houve necessidade não apenas de etmoidectomias totais, mas também de esfenoidectomia e frontoetmoidectomia, mais previsíveis de complicações inesperadas. O tratamento desses pacientes, cujas doenças se encontram mais próximas da órbita, poderia estar associado a complicações mais graves, que levam a uma disfunção permanente. Comprovou-se que a extensão da cirurgia também influenciou a taxa de complicações, observadas especialmente em etmoidectomias completas ($p < 0,05$).

Conclusões

As complicações orbitais da cirurgia endoscópica nasal são raras e podem ser potencialmente incapacitantes. A incidência de complicações graves, que causam incapacidade permanente, é inferior a 0,3%, mas devemos trabalhar para minimizá-las. Os parâmetros mais importantes, responsáveis por complicações, são a extensão da doença, a cirurgia endoscópica prévia e o tratamento anticoagulante coexistente. Entretanto, a continuidade da leitura e o estudo prévio da TC, assim como novos dispositivos e treinamento constantes, parecem ser a melhor garantia de uma cirurgia segura.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. Siedek V, Pilzweiger E, Betz C, Berghaus A, Leunig A. Complications in endonasal sinus surgery: a 5-year retrospective study of 2,596 patients. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2013;270:141–8.
2. Stankiewicz JA, Lal D, Connor M, Welch K. Complications in endoscopic sinus surgery for chronic rhinosinusitis: a 25-year experience. *Laryngoscope*. 2011;121:2684–701.
3. Asaka D, Nakayama T, Hama T, Tetsushi Okushi T, Matsuaki Y, Yoshikawa M, et al. Risk factors for complications of endoscopic sinus surgery for chronic rhinosinusitis. *Am J Rhinol Allergy*. 2012;26:61–4.
4. McMains KC. Safety in endoscopic sinus surgery. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2008;16:247–51.
5. Bhatti MT, Stankiewicz JA. Ophthalmic complications of endoscopic sinus surgery. *Surv Ophthalmol*. 2003;48:389–402.
6. Rene C, Rose GE, Lenthall R, Moseley I. Major orbital complications of endoscopic sinus surgery. *Br J Ophthalmol*. 2001;85:598–603.
7. Maharshak I, Hoang JK, Bhatti MT. Complications of vision loss and ophthalmoplegia during endoscopic sinus surgery. *Clin Ophthalmol*. 2013;7:573–80.

8. Vasquez LM, Gonzalez-Candial M. Permanent blindness after endoscopic sinus surgery. *Orbit*. 2011;30:108–10.
9. Stankiewicz JA, Chow JM. Two faces of orbital hematoma in intranasal (endoscopic) sinus surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1999;120:841–7.
10. Lee JC, Chuo PI, Hsiung MW. Ischemic optic neuropathy after endoscopic sinus surgery: a case report. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2003;260:429–31.
11. Lund VJ, Mackay I. Staging in rhinosinusitis. *Rhinology*. 1993;107:183–4.
12. Lund VJ, Kennedy DW. Quantification for staging sinusitis. The Staging and Therapy Group. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl*. 1995;167:17–21.
13. Han JK, Higgins TS. Management of orbital complications in endoscopic sinus surgery. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2010;18:32–6.
14. Neuhaus RW. Orbital complications secondary to endoscopic sinus surgery. *Ophthalmology*. 1990;97:1512–8.
15. Buus DR, Tse DT, Farris BK. Ophthalmic complications of sinus surgery. *Ophthalmology*. 1990;97:612–9.
16. Corey JP, Bumsted R, Panje W, Namon A. Orbital complications in functional endoscopic sinus surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1993;109:814–20.
17. Graham SM, Nerad JA. Orbital complications in endoscopic sinus surgery using powered instrumentation. *Laryngoscope*. 2003;113:874–8.
18. Rubinstein A, Riddell CE, Akram I, Ahmado A, Benjamin L. Orbital emphysema leading to blindness following routine functional endoscopic sinus surgery. *Arch Ophthalmol*. 2005;123:1452.
19. Rodriguez MJ, Dave SP, Astor FC. Periorbital emphysema as a complication of functional endoscopic sinus surgery. *Ear Nose Throat J*. 2009;88:888–9.
20. Bhatti MT. Neuro-ophthalmic complications of endoscopic sinus surgery. *Curr Opin Ophthalmol*. 2007;18:450–8.
21. Krings JG, Kallogjeri D, Wineland A, Nepple KG, Piccirillo JF, Getz AE. Complications of primary and revision functional endoscopic sinus surgery for chronic rhinosinusitis. *Laryngoscope*. 2014;124:838–45.