

Sinusoplastia por Balão: Revisão da Literatura

Balloon Sinuplasty: Literature Review

Waldir Carreirão Neto*, **Fábio de Rezende Pinna****, **Richard Louis Voegels*****.

* Otorrinolaringologista. Preceptor de Otorrinolaringologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, FMUSP, Brasil.

** Doutorado em Otorrinolaringologia. Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, FMUSP, Brasil. Otorrinolaringologista Colaborador do Grupo de Rinologia da Clínica de Otorrinolaringologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, FMUSP, Brasil.

*** Livre-docência. Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, FMUSP, Brasil. Professor Associado da Disciplina de Clínica Otorrinolaringológica da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, FMUSP, Brasil.

Instituição: Hospital das Clínicas da Faculdade e Medicina da Universidade de São Paulo.
São Paulo / SP – Brasil.

Endereço para correspondência: Waldir Carreirão Neto – Rua Athur de Azevedo, 142 - Apto. 31 – São Paulo / SP – Brasil – CEP: 05404-000 – Fax: (+55 11) 3069-6539
– E-mail: carreiraoneto@hotmail.com

Artigo recebido em 19 de Outubro de 2008. Artigo aprovado em 8 de Dezembro de 2008.

RESUMO

Introdução:

A cirurgia nasossinusal apresentou um rápido desenvolvimento nas duas últimas décadas, porém, estenoses cicatriciais secundárias à manipulação cirúrgica ainda ocorrem, mesmo nas mãos de cirurgiões experientes e, principalmente, em regiões estreitas como o recesso do frontal. A sinusoplastia por balão utiliza o princípio da dilatação dos óstios sinusais por balões guiados por cateter.

Objetivo:

Apresentar e discutir a técnica cirúrgica, indicações, custos e resultados da sinusoplastia por balão, através de artigos publicados até agora sobre o assunto.

Revisão da Literatura:

A sinusoplastia por balão é uma alternativa no tratamento da rinosinusite crônica. Não é substituto da cirurgia funcional dos seios paranasais. O uso do balão combinado à abordagem cirúrgica endoscópica pode minimizar complicações cirúrgicas como as estenoses cicatriciais, principalmente em regiões como o recesso do frontal. Pacientes de UTI que tem um risco anestésico maior e que apresentam doença esfenoidal isolada também podem beneficiar-se com o uso do balão. A possibilidade de realizar-se a dilatação com anestesia local é outra vantagem. Com relação aos riscos, estes parecem ser baixos, apesar de existir a possibilidade de lesão de estruturas nobres como a órbita e a base do crânio.

Comentários Finais:

A sinusoplastia por balão parece ser uma tecnologia viável, segura e eficiente em pacientes selecionados. Apresenta-se como uma terapia auxiliar e complementar à cirurgia funcional. Possui maiores perspectivas no tratamento da doença relacionada ao recesso do frontal, pacientes febris de UTI com foco sinusal e pacientes com alto risco anestésico e de sangramento.

Palavras-chave:

balão, sinusoplastia, rinosinusite, frontal.

SUMMARY

Introduction:

The nasosinusal surgery showed a rapid development over the past two decades; but cicatricial stenoses secondary to surgical manipulation still occur, even in the hands of experienced surgeons and, especially, in narrow regions such as the frontal recess. The balloon sinuplasty uses the principle of dilatation of the sinus ostia by balloons guided by catheter.

Objective:

To present and discuss the surgical technique, indications, costs and results of the balloon sinuplasty, through articles published so far on the subject.

Literature's Review:

The balloon sinuplasty is an alternative in the treatment of chronic rhinosinusitis. It is not substitute for the functional paranasal sinuses surgery. The use of balloon combined with endoscopic surgical approach may minimize surgical complications such as cicatricial stenosis, especially in regions such as the frontal recess. ICU Patients with a higher anesthetic risk and presenting isolated sphenoid disease may also benefit from the use of the balloon. The possibility of carrying out the dilation with local anesthesia is another advantage. As for the risks, they appear to be low, although there is a possibility of lesion to noble structures as the orbit and skull base.

Conclusions:

The balloon sinuplasty appears to be a feasible, safe and effective procedure in selected patients. It presents itself as an ancillary therapy and complementary to FESS. It has greater prospects in the treatment of the disease related to the frontal recess, febrile patients in ICU with sinus focus and patients at high anesthetic and bleeding risk.

Keywords:

balloon, sinuplasty, rhinosinusitis, frontal.

INTRODUÇÃO

A cirurgia nasossinusal apresentou um rápido desenvolvimento nas duas últimas décadas, alavancada principalmente pela introdução dos endoscópios na sua prática. O conceito da cirurgia endoscópica sinusal funcional ("*functional endoscopic sinus surgery*" - FESS) (1), abordando as cavidades paranasais de maneira a proporcionar a máxima conservação da mucosa nasossinusal possível, é bem aceita, difundida e apresenta ótimos resultados. Porém, estenoses cicatriciais secundárias à manipulação cirúrgica ainda ocorrem, mesmo nas mãos de cirurgiões experientes e, principalmente, em regiões estreitas como o recesso do frontal (2, 3).

Recentemente, as técnicas baseadas em cateterismo e dilatação têm beneficiado muitos pacientes nas mais variadas áreas da medicina. Este método tem sido usado com sucesso nos campos da urologia, gastroenterologia, cirurgia vascular e cardiologia (3). Baseado nisso, em 2002, bioengenheiros da Califórnia iniciaram projetos com a finalidade de adaptar o sistema de dilatação por balão usado na cardiologia intervencionista para realizar a dilatação de óstios sinusais. Surge a sinusoplastia por balão, também denominada por alguns autores de dilatação endoscópica sinusal funcional ("*functional endoscopic dilatation of the sinuses*" - FEDS) (4,5). Sugere-se que este princípio de dilatação por balões guiados por cateter é menos traumático a tecidos delicados do que procedimentos cirúrgicos habituais. A dilatação por balão primariamente distende o tecido, enquanto na cirurgia corta-se e remove-se material. No que diz respeito à delicada mucosa nasossinusal, a dilatação pode evitar a lesão mucosa, reduzindo o dano tecidual e a formação de sinéquias.

Em 2005 esta nova tecnologia foi aprovada para uso nos Estados Unidos pelo FDA (*Food and Drug Administration*) como alternativa de tratamento minimamente invasivo da rinossinusite crônica. Desde então, alguns artigos vem mostrando sua viabilidade, segurança e capacidade de melhora da qualidade de vida dos pacientes.

O objetivo deste trabalho é apresentar e discutir a técnica cirúrgica, indicações, custos e resultados da sinusoplastia por balão, através de artigos publicados até agora sobre o assunto.

REVISÃO DA LITERATURA

Indicações

O paciente ideal seria aquele com história crônica ou

aguda recorrente de rinossinusite, sem melhora com o uso de antibióticos, corticosteróides tópicos e / ou manejo da alergia. Os pacientes estudados nos primeiros trabalhos apresentavam tomografia computadorizada alterada com um escore de Lund-Mckay (6) < 10 ou 12 (4,5).

Além de seu uso em pacientes com rinossinusite crônica, este sistema também pode ser uma boa opção naqueles pacientes de unidades de terapia intensiva onde há suspeita de um foco sinusal como responsável por um quadro febril (2,4). Como esses pacientes geralmente apresentam-se anticoagulados e num estado clínico crítico, uma abordagem minimamente invasiva, com baixo risco de sangramento e curto tempo de duração (pelo risco anestésico) seria uma ótima opção (3). Após a dilatação do óstio, é possível a coleta de material para cultura, biópsia e lavagem do seio (3,4). O óstio esfenoidal, por exemplo, pode ser facilmente dilatado a ponto de permitir acesso a um endoscópio de 4mm (4).

Pacientes com coagulopatia também podem se beneficiar devido ao menor risco de sangramento (2,3).

O uso do balão possui outras indicações de grande interesse. Pode ser uma alternativa para a Síndrome do Seio Silencioso, onde a uncinectomia, num processo uncinado fino e lateralizado representa um risco de lesão de conteúdo orbitário (2).

Outra possível indicação seria seu uso em combinação à cirurgia funcional, particularmente naqueles casos difíceis de revisão. A canulação guiada por fluoroscopia e transluminação pode ser muito útil nas cirurgias revisionais do frontal (4). HUEMAN et al, 2008 cita o uso do balão para redução de fraturas da tábua anterior do seio frontal. Nesse caso, o balão foi inflado dentro do seio e posteriormente na região do recesso do frontal. Após 7 meses de seguimento, houve recuperação da função fisiológica do seio frontal sem nenhuma seqüela cosmética (7).

A Tabela 1 mostra as principais indicações e contra indicações ao uso do balão (2-4,8).

Técnica Cirúrgica

O procedimento é realizado sob visualização endoscópica parcial, podendo ser feito com anestesia local ou geral. Endoscópios rígidos de 0°, 30° e 45° são utilizados no procedimento. Além dos cateteres com balões (Figura 1), existem cateteres guia com várias angulações (Figura 2), necessária para conduzir os cateteres com balão às margens da região a ser dilatada. No conjunto constam também cateteres para lavagem do seio e um dispositivo acoplado a um manômetro (Figura 3) usado para inflar os

Tabela 1. Principais indicações e contra indicações da sinusoplastia por balão balão (2-4,8).

Indicações	Contra-indicações
Rinossinusite crônica sem melhora com tratamento clínico	Doença etmoidal significativa
Rinossinusite aguda recorrente	Presença de pólipos
Pacientes febris de UTI com foco sinusal	Mucocele
Tratamento do recesso do seio frontal	Rinossinusite fúngica alérgica
Pacientes com alto risco anestésico	Sinais de neoformação óssea
Pacientes com risco de sangramento	Fibrose cística
Disfunção ciliar	
Tumor nasossinusal	



Figura 1. Cateteres com os balões para dilatação sinusal de diferentes tamanhos (Cortesia de Acclarent Inc., Menlo Park, CA).



Figura 2. Cateteres guia semiflexíveis de várias angulações (Cortesia de Acclarent Inc., Menlo Park, CA).

balões. Os balões são inflados com uma solução de contraste iodado diluído em água ou salina estéril, numa concentração aproximada de 150-180mg/ml. O contraste é usado para possibilitar a localização do balão inflado através da fluoroscopia. Geralmente 6 a 8 ml de contraste são necessários para atingirem-se as pressões desejadas. O balão normal tem 5 mm, mas também existem de 3 e 7 mm. Geralmente pressões de 8 a 12/atm são suficientes para a dilatação, sendo que a pressão máxima recomendada é de 16atm. Pressões acima disso aumentam os riscos, por exemplo, de fratura da célula do Agger Nasi e do recesso terminal nos casos de dilatação do recesso do frontal (4). Recentemente tem-se usado também um sistema de fibra ótica para localização do seio através de transiluminação.

Sob visibilização endoscópica, coloca-se o cateter guia próximo ao óstio sinusal. Um fio guia é passado através do cateter guia, por fluoroscopia, até o seio. O cateter balão é então passado sobre o fio guia até a região do óstio sinusal. Após a correta locação do balão no óstio sinusal através da fluoroscopia, a pressão dentro do balão é aumentada gradativamente pela infusão de contraste iodado. Após a dilatação, o balão é gradativamente desinflado e o cateter é retirado (Figura 4).



Figura 3. Dispositivo para inflar os balões (Cortesia de Acclarent Inc., Menlo Park, CA).

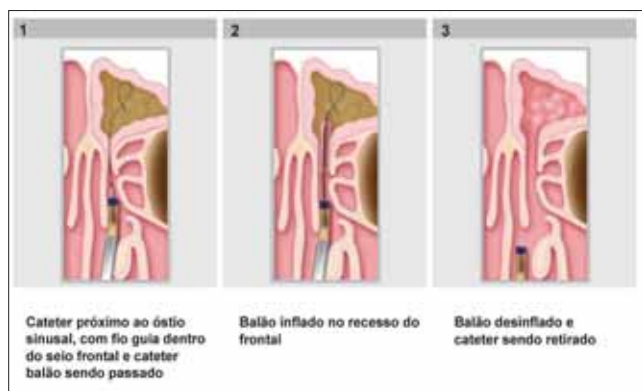


Figura 4. Técnica da sinusoplastia por balão (Cortesia de Acclarent Inc., Menlo Park, CA).

Análise da Viabilidade e Segurança

Os primeiros trabalhos publicados procuravam avaliar a viabilidade do uso do balão na prática e também sua segurança. No primeiro estudo a usar cadáveres, BOLGER WE (3) et al utilizaram 6 cabeças humanas, onde foram dilatados 31 óstios. Isto incluía 11 frontais, 11 esfenóides, e 9 maxilares. Realizou-se tomografia computadorizada com cortes finos de 1,25mm, antes e depois das dilatações. Além da confirmação do sucesso da dilatação na endoscopia, atenção especial era dada para possíveis sinais de lesão inadvertida da base do crânio e da lâmina papirácea. Os cadáveres também eram dissecados à procura de possíveis lesões da lamela lateral e da lâmina cribiforme. Os cateteres com balão dilataram com sucesso todos os óstios. As disseções não demonstraram lesão de nenhuma estrutura nobre adjacente aos óstios. Observando-se os óstios após a dilatação, notou-se que a dilatação do óstio do seio esfenoidal foi mais significativa em sua porção lateral, sendo que o procedimento também foi responsável pela lateralização da porção posterior e inferior da concha superior. No recesso do frontal, a dilatação predominou medialmente, sendo que a célula do Agger Nasi foi moldada principalmente em sua porção medial e posterior, sendo deslocado lateralmente, anteriormente e inferiormente. O processo uncinado, quando inserido na lâmina papirácea, teve sua porção superior lateralizada. No óstio do seio maxilar, a dilatação provocou uma anteriorização do terço inferior do processo uncinado.

BROWN CL et al (2), após realizarem a dilatação por balão em 10 pacientes, em um total de 18 seios, consideraram que: o seio mais fácil de canular foi o esfenóide, seguido pelo frontal; sendo o maxilar o mais difícil, devido à grande angulação do cateter guia necessário para transpor-se a extremidade posterior do processo uncinado em direção ao infundíbulo etmoidal e seu óstio natural. Esse estudo não registrou nenhuma complicação maior como fistula liquórica. Demonstrou um alto grau de preservação

de mucosa e um baixo grau de sangramento, concluindo que este método é relativamente seguro e viável.

Durante a fluoroscopia, paciente e cirurgião são expostos a radiação ionizante. Sabendo-se que esta radiação traz riscos inerentes principalmente a tecidos como a pele, tireóide e olhos, com a preocupação de saber se o grau de exposição à radiação é nocivo tanto para pacientes como cirurgiões, CHURCH CA (9) et al utilizaram dosímetros termo luminescentes para dosagem desta radiação. Os resultados mostraram que ambos são expostos a doses muito abaixo daquelas permitidas, pensando-se na prevenção de doenças ocupacionais.

Análise de Resultados

FRIEDMAN et al (5) comparou um grupo de pacientes tratados com sinusoplastia por balão com um grupo submetido à FESS. Um total de 70 pacientes adultos foram avaliados. Todos os pacientes foram submetidos ao teste SNOT 20 (11) antes e depois do procedimento. Os resultados mostraram melhora significativa no SNOT 20 em ambos os procedimentos. A respeito da satisfação dos pacientes com as intervenções; 91,4% responderam “sim, realizariam novamente o procedimento” para sinusoplastia, contra e 48,6% dos pacientes submetidos à FESS. A quantidade de dias que os pacientes usaram medicação analgésica também foi significativamente menor nos pacientes submetidos à sinusoplastia ($0,80 \pm 0,72$ dias) contra os pacientes de FESS ($1,34 \pm 0,99$ dias; $p = 0,011$). Os gastos com a sinusoplastia foram de aproximadamente US\$ 12,656.57 \pm 3,184.08 contra US\$ 14,471.14 \pm 2,743.68 para FESS, sendo esta diferença significativa ($p = 0,013$). O autor comenta que a sinusoplastia e FESS foram semelhantes na melhora dos sintomas pós operatório, porém, a sinusoplastia obteve melhor desempenho na satisfação dos pacientes e na dor pós operatória.

BOLGER et al (8), realizaram um estudo multicêntrico prospectivo para avaliação da sinusoplastia por balão em pacientes com rinosinusite sem resposta a tratamento clínico e com indicação cirúrgica. Um total de 115 pacientes foram avaliados, sendo que 21 deles já haviam sido submetidos à cirurgia endoscópica sinusal. Não houve eventos adversos graves como lesão de tecido orbitário, base do crânio ou sangramento. Em 12 das 358 aplicações, os aparelhos apresentaram mau funcionamento (ruptura do balão em 7 casos, obstrução do cateter por tecido em 4 casos e em 1 caso o balão demorou a desinflar). Após 24 semanas de seguimento, os óstios permaneciam patentes em 80,5% dos seios, não patente em 1,6% e indeterminado devido à impossibilidade de visualização endoscópica em 17,9%. Considerando-se apenas os óstios que puderam ser visualizados, 98% estavam patentes e 2% estavam obstruídos.

Tratamento revisional foi necessário em 3 seios de 3 pacientes diferentes. O questionário SNOT-20 demonstrou uma melhora significativa dos sintomas no pós-operatório.

LEVINE HL et al (12) realizaram um estudo retrospectivo de pacientes submetidos à cirurgia endoscópica nasossinusal com uso da dilatação por balão em 27 centros americanos de dezembro de 2005 a maio de 2007, incluindo um total de 1,036 pacientes. Desses, 855 (82,5%) nunca haviam sido submetidos à cirurgia sinusal, e 181 (17,5%) eram revisionais. Um total de 3,276 seios foram tratados com a dilatação por balão. Estes foram seguidos em média por 40,2 semanas após o procedimento. Nenhum evento adverso maior relacionado ao procedimento foi reportado. O sangramento médio foi de 77,5ml, sendo de 27,7ml nos casos onde apenas o balão foi usado e 101,6ml nos casos combinados com FESS. Um total de 2,4% dos pacientes necessitou de revisão devido a recidiva da doença. Eles representavam 1,3% dos seios tratados pela dilatação com balão. Com relação aos sintomas, 95,5% dos pacientes tiveram melhora dos sintomas. Concluíram que a dilatação com balão é segura, efetiva e melhora a qualidade de vida de pacientes que não obtiveram resposta a tratamento clínico.

DISCUSSÃO

Sempre que nos deparamos com um novo instrumental cirúrgico, é necessário avaliar sua segurança, viabilidade, habilidade em eliminar doença e sua capacidade em melhorar a qualidade de vida dos pacientes. A sinusoplastia por balão é uma alternativa no tratamento minimamente invasivo dos pacientes com rinossinusite crônica refratária ao tratamento clínico exclusivo. Não parece ser um substituto para a cirurgia funcional dos seios paranasais, mas uma opção para pacientes selecionados. O uso combinado das técnicas de sinusoplastia por balão e FESS pode ser boa opção em alguns casos (2-5,8). A abordagem inicial pode ser cirúrgica com manipulação das células etmoidais anteriores e do complexo osteomeatal, ficando os balões como alternativa para uso na região do recesso do frontal e do seio esfenoidal por exemplo.

Pacientes de UTI que tem um risco anestésico maior e que apresentam doença esfenoidal isolada podem beneficiar-se com o uso do balão, uma vez que este proporciona um tratamento rápido e com baixo risco de sangramento (2-4). A possibilidade de realizar-se a dilatação com anestesia local também é vantajosa na abordagem de pacientes com risco anestésico elevado (5). Com relação à região do recesso do frontal, VAUGHAN WC (13) relata que a cirurgia desta área pode levar a complicações sérias relacionadas à base do crânio, artéria etmoidal anterior, mucosa olfatória e tecido periorbitário. Na experiência do autor, esta é a região

que mais requer revisões devido estenose cicatricial. A remoção exagerada de mucosa, edema, infecção e cirurgia incompleta levam também à recidiva da doença. Cita que um dos principais atrativos relacionados ao uso do balão é seu potencial para tratamento minimamente invasivo do recesso do frontal. O uso do balão combinado à abordagem cirúrgica endoscópica pode minimizar as complicações cirúrgicas relacionadas ao recesso do frontal. REHL et al (14) revisaram uma série de pacientes onde 136 recessos frontais foram tratados com dilatação por balão. Dos 95 recessos que puderam ser reavaliados, 99% estavam patentes. PAYNE SC et al (15) reportaram a dilatação do recesso frontal de 20 pacientes com rinossinusite crônica. Mostraram num seguimento de 5 meses a ausência de complicações e a melhora tomográfica significativa no escore de Lund-Mackay.

Com relação aos riscos, estes parecem ser baixos, apesar de existir a possibilidade de lesão de estruturas nobres como a órbita e a base do crânio. Para evitar isso, BOLGER et al (3) relatam que se deve avaliar cuidadosamente estruturas como a base do crânio a procura deiscências e também a variações anatômicas do teto do etmóide como a classificação de KEROS (16) tipo III por exemplo. BROWN CL et al (2) também citam o cuidado que se deve ter em pacientes com Keros tipo III. Recomendam ainda precauções em pacientes com sinais de neoformação óssea, pois uma tentativa de dilatação pode não ser eficaz e há o risco de no caso de se usar-se uma pressão exagerada, esta ser transmitida para estruturas adjacentes como a base do crânio e a órbita. Deve-se também tomar cuidado durante o procedimento, para evitar complicações pós operatórias como a lateralização da concha média e sinéquia da mesma com o processo uncinado (4,5). Para evitar-se esta complicação os autores sugerem o uso de gel absorvível no meato médio após o procedimento. LEVINE et al (12) relataram 3 casos de fístula líquórica em pacientes submetidos a dilatação por balão. Porém relacionaram estes eventos à cirurgia endoscópica que foi realizada simultaneamente à dilatação.

CHURCH et al CA (9) e CHANDRA RK (10) demonstraram que as doses de radiação as quais cirurgião e paciente são expostos durante a fluoroscopia são muito baixas. Porém cuidados devem sempre ser tomados para minimizar ao máximo esta exposição. CHANDRA RK (10) aconselha que cirurgiões que praticam muitos procedimentos com o uso de fluoroscopia devem ser encorajados a usar roupas, óculos e protetores cervicais especiais contra radiação. Cita ainda que o olho esquerdo do paciente é mais exposto a radiação, pois a fonte de radiação comumente localiza-se à sua esquerda na incidência lateral.

Não existem estudos randomizados que comparem o uso do balão associado à FESS com o uso isolado de FESS. Um estudo nesses moldes seria de extrema valia, já que o

uso do balão parece ser mais uma ferramenta a ser utilizada concomitantemente à FESS, e não uma terapia substitutiva deste.

Com relação aos custos, FRIEDMAN et al (5) demonstraram que os gastos são semelhantes quando comparadas a sinusoplastia com balão e FESS. Porém nos gastos relacionados ao FESS, foi se levado em conta o uso rotineiro da navegação. Na realidade brasileira sabemos que a navegação é usada eventualmente, e mesmo assim geralmente apenas em casos de tumores e casos revisionais complicados. Sendo assim, os custos com FESS aqui no Brasil provavelmente seriam mais baixos que os citados no estudo. Além disso, devido à tributação brasileira, provavelmente o preço dos produtos necessários para realização da sinusoplastia por balão seriam mais elevados.

COMENTÁRIOS FINAIS

A sinusoplastia por balão parece ser uma tecnologia viável, segura e eficiente em pacientes selecionados. Apresenta-se como uma terapia auxiliar e complementar à FESS, principalmente na doença relacionada ao recesso do frontal. Possui também ótima perspectiva em pacientes febris de UTI com foco sinusal e pacientes com alto risco anestésico e de sangramento. Estudos que demonstrem seu custo aqui no Brasil ainda são necessários para avaliarmos sua viabilidade econômica na realidade brasileira, assim como estudos randomizados com níveis de evidência elevados que comparem seu uso associado à FESS com o uso da FESS isolado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Stammberger H. Functional endoscopic sinus surgery: the Messerklinger technique. Philadelphia: Decker, 1991:283.
2. Brown CL, Bolger WE. Safety and feasibility of balloon catheter dilation of paranasal sinus ostia: a preliminary investigation. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2006, 115(4):293-299.
3. Bolger WE, Vaughan WC. Catheter-based dilation of the sinus ostia: initial safety and feasibility analysis in cadaver model. *Am J Rhinol.* 2006, 20:290-294.
4. Friedman M, Schalch P. Functional endoscopic dilatation of the sinuses. Patient selection and surgical technique. *Operat Tech Otol.* 2006, 17:126-134.
5. Friedman M, Schalch P, Lin HC, Mazloom N, Neidich M, Joseph NJ. Functional endoscopic dilatation of the sinuses: Patient Satisfaction, postoperative pain, and cost. *Am J Rhinol.* 2008, 22(2):204-9.
6. Lund V, Mackay IS. Staging in rhinosinusitis. *Rhinology.* 1993, 31(4):183-4.
7. Hueman K, Eller R. Reduction of anterior frontal sinus fracture involving the frontal outflow tract using sinuplasty. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2008, 139:170-171.
8. Bolger WE, et al. Safety and outcomes of balloon catheter sinusotomy: A multicenter 24-week analysis in 115 patients. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2007, 137:10-20.
9. Church CA, Kuhn FA, Mikhail J, Vaughan WC, Weiss RL. Patient and surgeon radiation exposure in balloon catheter sinus ostia dilation. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2008, 138:187-191.
10. Chandra RK. Estimate of radiation dose to the lens in balloon sinoplasty. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2007, 137:953-955.
11. Piccirillo JF, Merritt MG, Richards ML. Psychometric and clinimetric validity of the 20-item sino-nasal outcome test (SNOT-20). *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2002, 126:41-47.
12. Levine HL, Sertich II AP, Hoisington DR, Weiss RL, Pritikin J. Multicenter Registry of Balloon Catheter Sinusotomy Outcomes for 1,036 Patients. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 2008, 117(4):263-270.
13. Vaughan WC. Review of balloon sinuplasty. *Curr Opin Head Neck Surg.* 2008, 16:2-9.
14. Rehl RM, Vaughan WC. Initial use of balloon dilation in the frontal recess. Proceedings at the Triologic Society Annual Meeting. 2006. Available at <http://www.triologic.org/pdf/2007COSMProgramSort.pdf>.
15. Payne SC, Catalano PJ. Balloon dilation of the frontal recess in patient with chronic frontal sinusitis. Presented at the American Rhinologic Annual Meeting. 2007. Available at <http://app.american-rhinologic.org/controller.jsp>.
16. Keros P. Über die praktische Bedeutung der Niveau-Unterschiede der lamina cribrosa des Ethmoides. In *Head and Neck Surgery, Face and Facial Skull, Vol 1.* Naumann HH. Philadelphia PA: WB Saunders, 392, 1980.