



KLİNİK ÇALIŞMA

SAĞLIKLI BİREYLERDE NAZAL HAVA YOLU FONKSİYONEL KAPASİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE AKUSTİK RİNOMETRİ VE NAZAL SPIROMETRİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. Filiz DATLI¹, Dr. Mustafa KAZKAYASI¹, Dr. Emel BULCUN², Dr. Rahmi KILIÇ¹, Dr. Aydanur EKİCİ², Dr. Mehmet EKİCİ²

¹Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, KBB -BBC Anabilim Dalı, Kırıkkale, Türkiye, ²Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, Kırıkkale, Türkiye

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı sağlıklı bireylerde nazal hava yolunun fonksiyonel yönden objektif olarak değerlendirilmesinde akustik rinometri (AR) ve nazal spirometri (NS)'nin uygulanabilirliğinin karşılaştırılması, birbirleriyle uyumluluklarının incelenmesidir.

Yöntem ve Gereçler: Bu çalışmaya, 15 kadın, 10 erkekten oluşan yaşları ortalama 28,41 olan 25 sağlıklı birey dahil edildi. Çalışmaya başlamadan önce anterior rinoskopi ve transnazal endoskopi ile burun ve sinüs patolojisi ekarte edilen olgular AR, NS ve oral spirometri (OS) ile incelendi.

Bulgular: Sağ ve sol nazal kavite akustik rinometri ve nazal spirometri parametreleri açısından karşılaştırıldığında her iki taraf test ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$), bununla birlikte her iki taraf değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon tespit edildi ($p<0,05$). Sağ nazal kavite AR ve NS parametreleri karşılaştırıldığında pulmoner fonksiyon parametreleri açısından ön minimal kesit alanı (MKA) ve ön volümün, arka MKA'dan daha fazla sayıda anlamlı korelasyon içinde olduğu bulundu. Sol nazal kavite AR ve NS parametreleri karşılaştırıldığında ön MKA ve ön volümün, arka MKA ve arka volümden pulmoner fonksiyon parametreleri açısından daha fazla sayıda anlamlı korelasyon içinde olduğu gözlemlendi. NS ve OS test sonuçları karşılaştırıldığında tüm değerler arasında istatistiksel olarak önemli korelasyon tespit edildi ($p<0,05$).

Sonuç: Akustik rinometri nazal kavite ön bölümünü ve özellikle nazal valvi değerlendirmek için kullanılırken, nazal spirometri tüm nazal kaviteyi fonksiyonel yönden objektif olarak değerlendirebilmektedir. Bunun yanında pulmoner fonksiyonları da oral spirometri ile aynı duyarlılıkta test edebildiği gözlenmiştir. Bu test nazal pasaj açıklığının incelenmesinde objektif, kolay uygulanabilir ve non-invazif bir yöntem olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Nazal hava yolu, Akustik rinometri, Nazal spirometri

THE COMPARISON OF ACOUSTIC RHINOMETRY AND NASAL SPIROMETRY IN EVALUATING THE FUNCTIONAL CAPACITY OF THE NASAL AIRWAY IN HEALTHY SUBJECTS

SUMMARY

Aim: The aim of this study is to compare the usefulness of acoustic rinometry and nasal spirometry in objective evaluation of functional capacity of the nasal airway and to evaluate the compatibility of the methods with each other in healthy subjects.

Materials and methods: Twenty-five healthy subjects of whom 15 were women and 10 were men with a mean age of 28.41 included in this study. Before beginning of the study, subjects whom their nasal and sinus pathologies were eliminated with anterior rinoscopy and transnasal endoscopy were examined with acoustic rinometry, nasal spirometry and oral spirometry.

Results: When the right and left nasal cavity were compared with the data of acoustic rinometry and nasal spirometry, it was not found any difference between them statistically ($p>0.05$), but it was found important correlation between two data statistically ($p<0.05$). As the parameters of acoustic rinometry and nasal spirometry for the right nasal cavity were compared in point of pulmonary function parameters, the anterior minimal section area and the anterior volume were found to have more important correlations than posterior minimal section area. When the parameters of acoustic rinometry and nasal spirometry for the left nasal cavity were compared, the anterior minimal section area and the anterior volume were found to have more important correlations than posterior volume and posterior minimal section area. When the nasal spirometry and the oral spirometry values were compared, we found statistically significant important correlations between them ($p<0.05$).

Conclusion: While acoustic rinometry is used to evaluate the anterior section of the nasal cavity and especially the nasal valv, nasal spirometry can evaluate objectively the whole nasal cavity in point of functional capacity. Moreover, the pulmonary functions could be evaluated by nasal spirometry with the same sensibility of the oral spirometry. This test is appraised as objective, easy to use and non-invasive method in evaluating the patency of nasal passages.

Keywords: Nasal Airway, Acoustic Rhinometry, Nasal Spirometry

GİRİŞ

Burun pasajının açıklığı yada tıkanıklığının nesnel olarak belgelenmesi doğru tanı ve uygun tedavi uygulanmasının

yanı sıra kanıta dayalı tıp temelinde bilgileri geliştirme ve uygulama sonuçlarını değerlendirmede objektif kriterlerin ortaya konmasına olanak verir. Objektif ve subjektif ölçümler arasında iyi bir korelasyon bulunması esastır ve bunun aksi muhtemelen yaygın olarak kabul görmez ve ölçümün güvenilirliği konusunda kuşku doğurur. Günümüzde bir çok yoğun Kulak Burun Boğaz kliniğinde burun tıkanıklığının değerlendirilmesi, ve septal cerrahide

İletişim kurulacak yazar: Dr. Filiz Datlı, Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, KBB -BBC Anabilim Dalı, Kırıkkale, Türkiye, Tel: 0 0332 2570606, E-mail: filizdatli@yahoo.com

Gönderilme tarihi: 18 Haziran 2007, revizyonun gönderildiği tarih: 09 Ağustos 2007, yayın için kabul edilme tarihi: 18 Ağustos 2007



hasta seçimine karar verirken anamnez ve klinik muayeneyi içeren subjektif değerlendirmeler kullanılmaktadır. Sadece subjektif yöntemlerle cerrahiye karar verilen pek çok hastada postoperatif tatmin düzeyinin düşük olduğu bilinen bir gerçektir. Bu nedenle ameliyat kararı verirken kanıta dayalı tıp temelinde objektif yöntemlerin kullanılması mantıklıdır. Ayrıca, preoperatif tanı koymada olduğu kadar, tedavinin etkinliğinin değerlendirilmesinde de objektif yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Akustik rinometri (AR) burundaki tıkanıklığın türünü ve yerini rakamlarla ifade eden topografik harita oluşturabilme özelliğidir ve ilk olarak 1989 yılında Hilberg ve Grymer ile klinik kullanıma girmiştir^{1,2}. Nazal spirometri (NS) ilk kez 2001 yılında Hanif ve arkadaşları tarafından nazal hava akışının objektif ölçümü için kullanılmıştır³. Literatürde nazal spirometri ile ölçülen nazal hava akışı değerlerinin rinomanometri (RMM) ile ölçülen değerlerle direkt karşılaştırılabilir olduğu gösterilmiştir^{3,4}. Bilgilerimize göre NS ile AR'nin karşılaştırıldığına dair bir çalışma bulunamamış ve bu noktadan hareketle bu çalışma planlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı sağlıklı bireylerde nazal hava yolunun fonksiyonel yönden objektif olarak değerlendirilmesinde AR ve NS'nin uygulanabilirliğinin karşılaştırılması, birbirleriyle uyumluluklarının incelenmesidir.

HASTALAR VE YÖNTEM

Bu prospektif çalışmaya burun, sinüs, akciğer problemleri ve sistemik yakınmaları olmayan sağlıklı bireyler dahil edildi. Çalışmaya başlamadan önce anamnez, anterior rinoskopi ve transnazal endoskopi ile burun ve sinüs patolojisi ekarte edilen olgular AR, NS ve oral spirometri (OS) ile incelendi. Her ölçümden hemen önce hem AR hem de spirometri cihazları kalibre edildi. Tüm muayenelerden ve testlerden 15-20 dakika önce nazal mukoza %0.1'lik ksilometazolin hidroklorid ile dekonjeste (herbir pasaja iki puff) edildi. Akustik rinometride minimal kesit alanı (MKA) değerleri ön (MKA1) ve arka (MKA2) alanlar ve ön ve arka volümler için ayrı ayrı

ölçüldü. Akustik rinometride ardarda yapılan 4 ölçümün ortalaması kullanıldı. Ölçüm, hep aynı hekim (FD) tarafından, çevre ısısı daima yaklaşık oda ısısında tutularak, gürültüsüz ortamda yapıldı.

Oral spirometri "Amerikan Toraks Derneği" kriterlerine göre ağızdan zorlu ekspiratuar manevra ile akım duyarlı spirometre (Sensor Medics®, Vmax Spectra 22, USA) kullanılarak burun kapalı iken, oturur pozisyonda en az üç kez tekrarlanarak yapıldı. NS aynı cihazla burun BIPAP (Bilevel Positive Airway Pressure = İki kademeli pozitif havayolu basıncı) cihazına uyumlu nazal maske ile, tek taraflı burun deliği spanç ve flaster ile desteklenip hava kaçağı olmayacak şekilde kapatılarak oturur pozisyonda yapıldı. NS akım duyarlı spirometre kullanılarak zorlu ekspiratuar manevra ile en az 6 kez tekrarlanarak hep aynı hekim tarafından (EB) tarafından yapıldı ve yorumda bu tekrarların en iyisi seçildi. Daha sonra aynı işlem diğer burun deliği için tekrar edildi. NS ve OS ile herbir nazal kavite için ayrı ayrı olmak üzere FVC lt (Zorlu vital kapasite), FEV1 lt (1. saniyedeki zorlu ekspiratuar volüm), FEF 25%-75% (zorlu ekspiratuar akım hızı) ve PEF lt (pik ekspiratuar akım hızı) değerleri ölçüldü.

BULGULAR

Çalışmaya katılan 15 kadın, 10 erkek bireyin yaşları 18-46 (ortalama 28,41) olarak bulundu. Anamnezde problemi olmayan olguların anterior rinoskopi ve transnazal endoskopi ile nazal mukoza, nazofarenks, septum ve konkaları sağlıklı olarak değerlendirildi. Sağ ve sol nazal kavite AR ve NS parametreleri açısından kendi içlerinde paired t-test ile karşılaştırıldığında her iki taraf test ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli fark bulunmadı ($p>0,05$), bununla birlikte her iki taraf değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon tespit edildi ($p<0,05$). Tablo 1 ve 2'de sağ ve sol nazal kavite AR ve NS ölçüm değerlerinin aritmetik ortalama ve standart sapmaları görülmektedir.

Tablo 1: Akustik rinometri ölçüm değerleri.

	MKA 1	MKA 2	VOL 1	VOL 2
	AO±SS	AO±SS	AO±SS	AO±SS
Sağ NP	0.55±0.15	0.62±0.19	1.78±0.36	6.13±1.45
Sol NP	0.56±0.13	0.67±0.26	1.18±0.42	6.67±2.04

MKA: minimal kesit alanı, VOL: volüm, AO: aritmetik ortalama, SS: standart sapma.



Tablo 2: Nazal spirometri ölçüm değerleri.

	FVC lt	FEV1lt	FEF2575%	PEF lt
	AO±SS	AO±SS	AO±SS	AO±SS
Sağ NP	3.89±1.11	2.66±0.81	2.44 ± 0.99	3.50±1.27
Sol NP	3.92±1.56	2.65±0.74	2.43 ± 0.82	3.48±1.07

FVC lt (Zorlu vital kapasite), FEV1 lt (1. saniyedeki zorlu ekspiratuar volüm), FEF 25%-75% (zorlu ekspiratuar akım hızı) ve PEF lt (pik ekspiratuar akım hızı)

Sağ nazal kavite AR ve NS parametreleri Pearson correlation test ile karşılaştırıldığında ön MKA ile FVC lt, FEV1 lt ve FEF 25%-75%; ön volüm ile FVC lt, FEV1 lt, FEF 25%-75% ve PEF lt; ve nihayet arka volüm ile FEV1 lt ve PEF lt değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon tespit edildi ($p<0,05$). Sol nazal kavite AR ve NS parametreleri Pearson correlation test ile karşılaştırıldığında ön MKA ile FVC lt, FEV1 lt ve FEF 25%-75%; arka MKA ile FEV1 lt; ön volüm ile FVC lt, FEV1 lt, FEF 25%-75% ve PEF lt; ve nihayet arka volüm ile FEV1 lt değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon tespit edildi ($p<0,05$). Bu bulgularla AR ve NS'nin nazal kavite fonksiyonel kapasitelerinin değerlendirilmesinde birbiriyle uyum içinde olduğu, ön MKA'nın pulmoner fonksiyonlar açısından arka MKA'dan daha fazla parametre ile korelasyon içinde olduğu gözlemlendi.

Bilateral nazal kavite nazal spirometri test sonuçları ile oral spirometri test sonuçları Pearson correlation test ile karşılaştırıldığında FVC lt, FEV1 lt, FEF 25%-75% ve PEF lt değerleri arasında istatistiksel olarak önemli pozitif korelasyon belirlendi ($p<0,05$). Üst hava yolu nazal spirometri değerlerinin pulmoner fonksiyonların incelenmesinde oral spirometri ile benzer sonuçları verdiği ve güvenle onun yerine kullanılabilmesi değerlendirildi.

TARTIŞMA

AR'de işitilebilir ses dalgaları kullanılır (150-10 000 Hz) ve bu dalgaların yansımasının analizi alan-mesafe grafiğine dönüştürülür. Nostrilden uzaklığa göre nazal volüm ve nazal kesit alanı hakkında bilgi elde edilir. Basınç ve akım tarafından performans etkilenmez. Diğer tekniklerden farkı burundaki tıkanıklığın türünü (reverzibl veya kalıcı) ve yerini rakamlarla veren topografik bir harita oluşturabilme özelliğidir⁵.

Günümüzde akustik rinometrinin mikst patolojiler de dahil olmak üzere pek çok sinüs ve nazal bozukluğun klinik tanısında yardımcı olabileceği iddia edilmektedir AR nazal hava yolu

obstrüksiyonunu değerlendirmek için hızlı, objektif, noninvaziv, ağrısız ve hem çocuklarda hemde yetişkinlerde güvenle uygulanabilen bir teknik olarak kabul edilmektedir⁶. Son iki dekattta üst hava yolu problemlerinin hemen tümünde objektif inceleme tetkiki olarak kullanılmış, yıllar içinde bazı yazarlar tarafından kabul görürken bazıları tarafından standart bir yöntem olarak kabul görmemiştir. AR'nin allerjik rinit, vazomotor rinit, çeşitli maddelerle yapılan nazal uyarılar (hipertonik çözeltiler, asetilsalisilik asit, alerjenler, metokolin), septoplasti, konkaplasti, sinüs cerrahisi, yüz ve kozmetik cerrahi (nazal valv redüksiyonu, rinoplasti, osteotomiler), yarı damak ve dudak, antrokoanal atrezi, maksillo-fasiyal cerrahi, adenoidektomi ve uyku bozuklukları, gibi çok çeşitli durumlarda kullanıldığına dair yayınlar mevcuttur^{7,8,9,10,11}. Öte yandan AR'nin nazal cerrahi endikasyonu koyma ve tedaviyi değerlendirmede etkili olmadığını bildiren yayında mevcuttur¹².

Nazal anatomi ve fonksiyonlarının incelenmesi için yapılan BT, MR, oral spirometri, endoskopik inceleme ve benzeri çalışmaların sonucunda AR'nin bunlarla uyumluluğu pek çok çalışmada teyid edilmiştir^{13,14}. Numminen ve arkadaşları endoskopik sinüs cerrahisinin operatif sonuçlarının değerlendirilmesinde AR'nin güvenilir bir metod olduğunu ve AR ile BT sonuçlarının iyi korele olduğunu ifade etmişlerdir¹⁴. Çakmak ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada BT ve AR ile değerlendirilen nazal valv alanları arasında anlamlı korelasyon bulunduğu ve AR'nin nazal valv alanını ölçmede değerli bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir¹³. Cankurtaran ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada ise nazal valv alanında önemli derecede darlık olan hastalarda AR'nin posterior nazal pasajdaki MKA'nını değerlendirmede güvenilir olmadığı bulunmuştur¹⁵. Bununla paralel olarak Çakmak ve arkadaşlarının yaptığı AR ölçümleri üzerine paranasal sinüs ostium volüm ve etkisi inceleyen bir model çalışmada, AR'nin sinüs ostiumu, sinüs volümü ve nazal kavitenin distal kısmı hakkında güvenilir bilgi sağlamadığı sonucuna varılmıştır¹⁶. Metodun



güvenirliliğinin nazal valv denilen anterior nazal kavitede en fazla olduğu kabul edilmekle birlikte, şiddetli obstrüksiyon olmadığında nazal kavitenin bütün düzeylerinde göreceli ölçümler elde edilebileceği de iddia edilmektedir¹⁷. Literatür ile uyumlu olarak çalışmamızda AR'nin güvenirliliğinin anterior nazal kavitede daha fazla olduğunu belirledik. Daha önce yapılan çalışmalarda AR ile diğer bir objektif yöntem olan RMM (rinomanometri) ölçümlerinin iyi korelasyon gösterdiği de bildirilmiştir^{18,19}. Bunun aksine Deliktaş ve arkadaşları tarafından 2007'de yayınlanan geniş hasta portföyüne sahip bir çalışmada ise AR ve RMM ölçümleri arasında anlamlı korelasyon gösterilmemiştir²⁰.

Nazal pasaj fonksiyonel kapasitesinin objektif olarak değerlendirilebileceği bir diğer tetkik nazal spirometridir. Nazal spirometride her iki nazal pasajdaki hava akışı ayrı ayrı ölçülüp, dağılımı kaydedilmektedir. Son araştırmalar nazal spirometrinin geçerli, güvenilir, tekrarlanabilir ve septal cerrahi için hasta seçiminde objektif bir yöntem olarak kullanılabilir olduğunu bildirmiştir^{3,4,21,22}. Literatürde RMM ve NS ölçüm parametrelerinin birbirleriyle iyi korelasyon içinde bulunduğuna dair yayınlar mevcuttur^{3,4}. Ancak, bizim bilgilerimize göre literatürde daha önceden AR ve NS ölçüm parametrelerinin birbirleriyle karşılaştırıldığını gösteren çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada AR ve NS ölçüm parametrelerinin özellikle nazal kavite ön bölümünde anlamlı pozitif korelasyon içinde olduğunu tespit ettik. Ayrıca NS'nin burun tıkanıklığını fonksiyonel yönden değerlendirdiği ve yapısal yönden değerlendirip topografik bir harita oluşturan AR'yi tamamladığını gözlemledik ve burun tıkanıklığının hem yapısal hemde fonksiyonel yönden objektif olarak değerlendirilmesinin daha anlamlı olacağı sonucuna vardık. NS'nin nazal pasajı değerlendirmek için kullanılan diğer objektif yöntemlere göre daha fizyolojik ve fonksiyonel bir yöntem olduğu iddia edilmektedir. Hanif ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada septoplasti yapılan hastalarda NS ve RMM ölçümleri karşılaştırılmış ve NS'nin nazoseptal deviasyonun şiddetini belirlemede cerraha yardımcı bir yöntem olduğu bulunmuştur⁴. Çalışmamızda üst hava yolu NS ölçüm değerlerinin pulmoner fonksiyonların incelenmesinde oral spirometri ile benzer sonuçları verdiği ve güvenle onun yerine kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. AR ve NS nazal kavite fonksiyonel kapasitelerinin değerlendirilmesinde birbiriyle uyum içinde gözükmektedir. Pulmoner fonksiyonları değerlendirmek açısından ön MKA'nın bazı parametrelerde arka MKA'dan daha anlamlı korelasyon içinde olduğu gözlenmiştir. NS'nin OS ile

uyum içinde bulunması tüm nazal kaviteyi fonksiyonel yönden objektif olarak değerlendirebileceği şeklinde yorumlanabilir. Bu durumda üst hava yolu patolojilerinin mevcut olduğu hasta gruplarının NS ve AR ile birlikte incelenerek karşılaştırılmaları bu savımıza doğruluk kazandıracak ya da tam tersi sonuç elde edilecektir.

Sonuç

Akustik rinometri nazal kavite ön bölümünü ve özellikle nazal valvi değerlendirmek için kullanılırken, nazal spirometrinin tüm nazal kaviteyi fonksiyonel yönden objektif olarak değerlendirebileceği belirlenmiştir. Bunun yanında pulmoner fonksiyonları da oral spirometri ile aynı duyarlılıkta test edebildiği gözlenmiştir. Bu test nazal pasaj açıklığının incelenmesinde objektif, kolay uygulanabilir ve non-invazif bir yöntem olarak değerlendirilmiştir.

KAYNAKLAR

1. Grymer LF, Hilberg O, Elbrond O, Pedersen OF. Acoustic rhinometry evaluation of the nasal cavity with septal deviations, before and after septoplasty. *Laryngoscope* 1989; 99: 1180-1187.
2. Hilberg O, Jackson AC, Swift DL, Pederson OP. Acoustic rhinometry evaluation of nasal cavity geometry by acoustic reflection. *J. Appl Physiol.* 1989; 66: 295-303.
3. Hanif J, Eccles R, Jawad S. Use of a portable spirometer for studies on the nasal cycle. *Am. J. Rhinol.* 2001; 15:303-306.
4. Hanif J, Jawad SSM, Eccles R. A Study to assess the usefulness of a portable spirometer to quantify the severity of nasal septal deviation. *rhinology* 2003; 41: 11-15.
5. Clement PA, Gordts F. Standardisation Committee on Objective Assessment of the Nasal Airway. Consensus report on acoustic rhinometry and rhinomanometry. *Rhinology* 2005; 43(3):169-179.
6. Corey JP. Acoustic rhinometry: should we be using it? *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surgery* 2006; 14: 29-34.
7. Marques VC, Anselmo-Lima WT. Pre- and postoperative evaluation acoustic rhinometry of children submitted to adenoidectomy or adenotonsillectomy. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2004; 68:311-316.
8. Modrzynski M, Mierzynski J, Zawisza E, Pziewicz A. Acoustic rhinometry in the assessment of adenoid hypertrophy in allergic children. *Med Sci Monit* 2004; 10:CR431-CR438.
9. Lenders H, Pirsig W. Diagnostic value of acoustic rhinometry: patients with allergic and vasomotor rhinitis compared with normal controls. *Rhinology* 1990; 28:5-16.
10. Djupesland P, Kaastad E, Franzen G. Acoustic rhinometry in the evaluation of congenital choanal malformations. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1997; 41: 319-337.
11. Haberal Can İ, Ceylan K, Bayız Ü, Ölmez A, Samim E. Acoustic rhinometry in the objective evaluation of childhood septoplasties. *international journal of pediatric otorhinolaryngology* 2005; 69: 445-448.



12. Reber M, Rahm F, Monnier Ph. The role of acoustic rhinometry in the pre-and postoperative evaluation of surgery for nasal obstruction. *Rhinology* 1998; 36: 184-187.
13. Cakmak O, Coskun M, Celik H, Buyuklu F, Ozluoglu LN. Value of acoustic rhinometry for measuring nasal valv area. *Laryngoscope* 2003;113:295-302.
14. Numminen J, Dastidar P, Rautiainen M. Influence of sinus surgery in rhinometric measurements. *The Journal Of Otolaryngology* 2004; 33(2): 98-103.
15. Cankurtaran M, Celik H, Cakmak O, Ozluoglu LN. Effects of the nasal valve on acoustic rhinometry measurements: a model study. *J Appl Physiol*. 2003;94(6):2166-72.
16. Cakmak O, Celik H, Cankurtaran M, Buyuklu F, Ozgirgin N, Ozluoglu LN. Effects Of Paranasal Sinus Ostia And Volume On Acoustic Rhinometry Measurements: A Model Study. *J Appl Physiol* 2003; 94: 1527-1535. (PMID: 12482761)
17. Hilberg O, Pederson OF. Acoustic rhinometry: recommendations for technical specifications and standard operating procedures. *Rhinol Suppl* 2000; 16:3-17.
18. Tomkinson A, Eccles R. Comparison of the relative abilities of acoustic rhinometry , rhinomanometry and the visual analog scale in detecting change in the nasal cavity in a healthy adult population. *Am J Rhinol* 1996; 10:161-165.
19. Passali D, Mezzedimi C, Passali GC, Nuti D, Bellussi L. The role of rhinomanometry, acoustic rhinometry and mucociliary transport time in the assesment of nasal patency. *Ear Nose Throat J* 2000; 79:397-400.
20. Deliktaş H, Miman MC, Özturan O, Toplu Y, Akarçay M. Normal burunlarda subjektif nazal açıklık hissi ile objektif bulgular arasındaki uyum. *KBB Forum: Elektronik Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Dergisi*. 2007;6(2).
21. Cuddihy PJ, Eccles R. The use of spirometry as an objective measure of nasal septal deviation and the effectiveness of septal surgery. *Clin Otolaryngol*. 2003; 28: 325-330.
22. Harar RP, Kalan A, Kenyon GS. Assessing the reproducibility of nasal spirometry parameters in the measurement of nasal patency. *Rhinology* 2001; 39: 211-214.