

Nazal tıkanıklığın değerlendirilmesinde tepe nazal inspiratuvar akımmetre

Peak nasal inspiratory flowmeter in evaluation of nasal obstruction

Dr. Orhan Özturan, Dr. M. Mustafa Gürdal

Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi, 1. Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Kliniği, İstanbul

Burun tıkanıklığı, nazal patolojisi bulunan hastaların en sık doktora başvurma nedenleri arasındadır. Burun tıkanıklığı subjektif bir yakınma olması nedeniyle tanı koyma ve tedavi sonuçlarını değerlendirme aşamasında en doğru sonuca ulaşılabilmesi için öykü ve klinik muayene ile birlikte objektif yöntemlerden de yararlanılmalıdır. Günümüzde akustik rinometri ve rinomanometri sıklıkla başvuru alan objektif yöntemlerdir. Ancak şu ana kadar geliştirilen tanı yöntemlerinden hiçbiri nazal tıkanıklığı değerlendirmede tek başına yeterli olamamıştır. Tepe nazal inspiratuvar akımmetre, derin nazal inspirasyonla oluşan tepe akımını ölçen fizyolojik bir yöntemdir. Diğer objektif tanı yöntemlerine kıyasla oldukça ekonomik, taşınabilir ve kolay ölçüm yapılabilmesi nedeniyle Avrupa ülkelerinde rutin klinik kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Etkinliği ve yaygın kullanım alanı, yapılmış birçok çalışma ile kanıtlanmış olmasına karşın ülkemizde yeteri kadar kullanılmamaktadır.

Anahtar Sözcükler: Burun tıkanıklığı; tepe akımmetre; nazal inspiratuvar tepe akım.

Nasal obstruction is one of the major reasons for patients with nasal pathology to visit physicians. Since nasal obstruction is a subjective complaint, objective methods may be used for diagnosis in addition to the history and physical examination. At present, acoustic rhinometry and rhinomanometry are the frequently preferred objective diagnostic modality. So far, no single diagnostic method is sufficient by itself for the evaluation of nasal obstruction. Peak nasal inspiratory flowmetry is a physiologic method for the measurement of peak flow in response to deep nasal inspiration. It is very economic, portable and easy to measure compared to other objective methods, and is getting routinely used more and more in European countries. Although its effectivity and wide usage are supported by a number of studies in the literature, it has not been used sufficiently in our country.

Key Words: Nasal obstruction; peak flowmeter; peak nasal inspiratory flow.

Alerjik rinit, septum deviyasyonu, konka hipertrofisi, vazomotor rinit, kronik sinüzit, sinonazal polipozis, rinitis medikamentoza gibi birçok burun ve paranazal sinüs patolojilerinde en sık yakınma burun tıkanıklığıdır. Burun ve sinüs pasajlarının tıkanıklığı, bir yandan sinüzit ve otitis media gibi enfeksiyonların görülme sıklığında artışa,^[1]

diğer yandan uzun süreli ağız solunumu nedeniyle alt solunum yolu enfeksiyonlarında alevlenmeye neden olur. Bunlara ek olarak nazal konjesyon uyku bozukluklarına yol açarak çalışma performansında düşmeye ve öğrenme gücüne yol açar.^[2]

Burun tıkanıklığı objektif ve subjektif yöntemler ile değerlendirilebilir. Subjektif yöntemler arasında

görsel analog skala (GAS), semptom skora gibi yöntemler bulunmaktadır. Subjektif yöntemler ile nazal tıkanıklığın yorumlanabilmesi güçtür, çünkü burun tıkanıklığı kişiden kişiye değişebilen bir yakındır. Nazal tıkanıklığın objektif olarak değerlendirilebilmesi amacıyla çeşitli tanı yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin birbirlerine üstün olduğu özellikleri vardır. Ancak şu ana kadar geliştirilen tanı yöntemlerinden hiçbiri nazal tıkanıklığı değerlendirmede tek başına yeterli olmamıştır.

ANATOMİ/FİZYOLOJİ

Nazal kavite, ortada kemik ve kartilaj yapılardan oluşan septum, lateralde konka kemiklerinden oluşan kemik duvarlar ile çevrili bir iskelet yapıya sahiptir. Bu kaviteyi döşeyen, fizyolojik ve patolojik uyaranlara hassas, burun tıkanıklığı semptom ve bulgularında büyük rolü olan, üzerinde mukosilyer transportun yapıldığı özel bir mukoza bulunmaktadır. Septum ve konkalar oldukça vasküler bir mukozaya sahiptir. Konkaların kavernoöz dokusu otonomik sinir sistemi kontrolünde olan nazal siklusun yanında sıcaklık, postür, nem gibi uyaranlara cevap olarak daimi bir değişim gösterir. Mukozal konjesyona yol açan patolojiler arasında alerji, enfeksiyon, vazomotor rinit, rinitis medikamentoza, hormon ve ilaçlar bulunmaktadır.^[3]

NAZAL TIKANIKLIĞIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Nazal hava yolu açıklığını değerlendiren GAS gibi subjektif ve rinomanometri (RM) veya akustik rinometri (AR) gibi objektif tanı yöntemleri vardır. Tıkanıklık semptomlarının her zaman nazal kavite bulgularına eşlik etmemesi, burnun gün içerisinde değişiklik gösteren bir fizyolojik döngüye sahip olması, klinisyenin nazal tıkanıklığı değerlendirmesini güçleştirir. Tıkanıklık tama yakın olmadıkça tıkanıklığın subjektif yakınmalarını yalnız klinik muayene ile derecelendirmek güçtür,^[4] bu yüzden nazal hava yolu açıklığını değerlendirebilmek için objektif tanı yöntemlerine sıklıkla başvurulur. Tıkanıklığın derece ve tipinin objektif yöntemlerle belgelenmesi klinisyene doğru tanıyı koymada ve en uygun tedavi seçeneklerini uygulamada yardımcı olarak kanıtı dayalı tıp zemininde çalışma imkanı sağlar.^[5] Objektif ölçümler kantitatif oldukları ve ölçüm yapana ait tarafgirlik riskinden etkilenmedikleri için subjektif ölçümlere üstünlük gösterir.

Uygun bir tanı yöntemi tekrarlanabilir, kolay uygulanabilir, invaziv olmayan, ucuz, hastalığın derecesini ve tedavinin etkinliğini ölçülebilir özellikte olmalıdır. Bu amaçlarla klinik uygulamada, RM, AR, tepe nazal inspiratuvar akımmetre (TNİA) kullanılmaktadır, bunların yanında spirometriden de burna uyarlanmış, birinci saniyede nazal zorlu inspiratuvar volüm (FEV1), zorlu nazal vital kapasite gibi çeşitli parametreler ölçülerek yararlanılmıştır.^[6] Ayrıca pratikte kullanımı oldukça kısıtlı olan ancak deneysel klinik çalışmalarda yararlanan mukosilyer klirens ve nazal reaktivite (Challenge test) ölçümleri de bilinen diğer fizyolojik yöntemlerdir.

NAZAL TIKANIKLIĞIN DEĞERLENDİRİLMESİNDE KULLANILAN OBJEKTİF YÖNTEMLER

Akustik rinometri

Akustik rinometri, 1989 yılında Hilberg ve ark.^[7] tarafından geliştirilmiştir. Bu cihaz ile üretilen ses dalgası, bir tüp vasıtası ile nostrillere iletilir ve yansıyan ekolar analiz edilir. Analizde bu ses dalgalarının boyutuna ve paternine bakılarak nazal hava yolunun anatomisi; yansıyan ekoların geliş süresi hesaplanarak darlığın nostrile olan uzaklığı hakkında fikir sahibi olunur. Çalışmalar nostrilden 6 cm'ye kadar olan uzaklıkta ölçümlerin, bunun ötesinde kalan ölçümlere kıyasla daha güvenilir olduğunu göstermiştir.^[8,9] Çünkü bu mesafeden sonra özellikle dekonjeste edilmiş burunlarda maksiller sinüse ulaşan hava yansıyan dalgalarda distorsiyona neden olur.^[10] Çakmak ve ark.^[11] yaptıkları çalışmada, AR'nin nazal valf bölgesinin anatomisi hakkında güvenilir sonuçlar verdiğini, bunun arkasında kalan yerleşimlerde hassasiyetinin düştüğünü, nazal valf bölgesindeki belirgin darlık durumlarında ise bu bölgenin arka kısımlarının değerlendirilemediğini belirtmişlerdir. Akustik rinometrinin nazal volüm ölçümü bakımından bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans (MR) gibi diğer görüntüleme yöntemleri ile karşılaştırıldığı çalışmalarda özellikle dekonjeste burunlarda anlamlı sonuçlar bulunduğu bildirilmiştir.^[12,13] Ayrıca farklı günlerde tekrarlanan ölçümlerin yapıldığı ilaç etkinliğini konu alan çalışmalarda ölçümler günün aynı saatinde yapılmalıdır, çünkü AR verileri nazal siklusa etkilenebilir.^[14] Literatürde AR'nin subjektif yakınmaları yansıtmadaki doğruluğu hakkında farklı sonuçları bildirilmiştir. Görsel analog skala ile AR arasında ilişki olduğunu gösteren çalışmaların^[9,15]

yanında AR'nin subjektif semptomları tek başına değerlendirmede yetersiz kaldığını, diğer yöntemler ile birlikte kullanılmasını öneren yayınlar da bulunmaktadır.^[16-18]

Nostrilden akustik kaçaklar, probun yanlış pozisyonu artefakt oluşumuna yol açabilir. Rinomanometriye göre kolay uygulanabilirliği, minimal hasta uyumu gerektirmesi, invaziv olmaması ve ağrısız bir yöntem olması ve nostrillerin ayrı ayrı değerlendirilebilmesi önemli avantajlarıdır. Hava akımının değerlendirilememesi, subjektif semptomlar ile düşük ilişkisi, pahalı olması, nazal lümenin arka kısımlarında güvenilir olmaması ve eğitilmiş teknisyen ihtiyacı ise kullanımını kısıtlayan olumsuz yönleridir.

Rinomanometri

Rinomanometri eş zamanlı nazal hava akımının ve bu akımı sağlamak için gerekli olan basıncın ölçüldüğü ve bu iki parametreyi kullanarak nazal direncin (NAD) hesaplandığı fizyolojik bir ölçümdür. Bazı yazarlar tarafından nazal hava yolu direncini belirlemede standart bir yöntem olarak kabul edilir.^[9] Kullanılan tekniğe bağlı olarak RM ile her iki nostril hem ayrı ayrı (ön ve modifiye arka RM), hem de birlikte entegre olarak (arka RM) değerlendirilebilir. Bir yüz maskesi ile burun çevresi sızdırmaz bir şekilde kapatılır ve hasta maskeye bağlı başlıktan solunum yapar. Arka RM ile ağızda tutulan, basınca duyarlı prob ile arka nares basıncı ölçülebilir. Ölçüm öncesi hasta eğitimi gerektirmesi ve hasta uyumunda yaşanan güçlükler arka RM'nin kullanımını kısıtlayıcı faktörlerdir. Ön RM'de basınca duyarlı prob, nareslerden birine sızdırmaz şekilde yerleştirilir ve burada ölçülen basınç, arka nareslerin basıncının yansıması olarak kaydedilirken eş zamanlı olarak diğer nares ise nazal hava akımı ölçülür. Aynı işlem diğer nares için tekrarlanarak, elde edilen

verilerden total nazal direnç hesaplanır. Ön RM'nin önemli bir dezavantajı nazal pasajlardan birinin tam kapalı olduğu durumlarda ölçümün yapılamamasıdır. Total nazal direnç kaba bir ölçümdür, çünkü nazal pasajlar hakkında bilgi vermez. Pasajların ayrı ayrı ölçümünde ise nazal siklustan dolayı elde edilen değerler değişkenlik gösterir. Bu karışıklığın üstesinden gelebilmek için her kavitenin farklı zamanlarda ölçülerek elde edilen değerlerin ortalaması esas alındığında ise geniş bir standart sapma değeri oluşmaktadır.^[19,20] Dekonjestan uygulanarak nazal siklusun kaldırıldığı durumlarda sadece nazal anatomi hakkında bilgi sağlanabilir, nazal fizyoloji değerlendirilemez.^[21] Nazal direncin başta nazal siklus olmak üzere postür, egzersiz, soğuk hava, alkol alımı gibi faktörlerden etkilenmesi^[22-24] RM'nin tekrarlanabilirlik değerini düşürmektedir.^[9] Hasta uyumu gerektirmesi, yüksek maliyeti, donanımının karmaşık ve büyük olması gibi nedenler standart amaçlı klinik kullanımından ziyade araştırma amaçlı laboratuvar kullanımını daha cazip kılmaktadır.

TEPE NAZAL İNSPİRATUVAR AKİMMETRE

Tepe nazal inspiratuvar akımmetre 1980 yılında Youlten^[25] tarafından geliştirilmiştir (Şekil 1, 2). Kullanımı kolay ve düşük maliyetlidir (100-150 TL), hızlı ve invaziv olmayan bir ölçüm sağlar. (Clement Clarke International Limited, İngiltere) Cihaza bağlı anestezi maskesi ile hastanın ağız ve burnu hava sızdırmaz biçimde kapatılarak, hastadan dudaklarını sıkıca kapatmış olarak burundan zorlu bir inspiriyum yapması istenir (Şekil 3). Cihaz içinde oluşan negatif basıncın etkisiyle hareket eden belirticinin durduğu noktaya karşılık gelen değer kaydedilir. Tepe nazal inspiratuvar akım ve tepe nazal ekspiratuvar akım birbirleri ile çok yakın ilişkili olmasına rağmen nazal sekresyonların dışarı çıkmasının önlenmesi



Şekil 1. Youlten tarafından geliştirilmiş ilk tepe akımmetre.



Şekil 2. Clement Clarke International firmasının geliştirmiş olduğu tepe akımmetre.



Şekil 3. Tepe nazal inspiratuvar akımmetrenin kullanım şekli.

ve RM ile daha ilişkili sonuçlar vermesi nedeniyle tepe inspiratuvar nazal akımın daha iyi ölçüm olduğu düşünülmektedir. Tepe nazal inspiratuvar akımmetre efor bağımlı bir ölçüm tekniğine sahip olduğu için ölçüm sonuçlarında varyasyonlar görülebilmektedir. Bu varyasyonlar yorgunluğa, zayıf koordinasyona, zayıf inspiratuvar rezerve, nazal siklusa ve alar çökmeye bağlı olarak görülebilmektedir.^[26] Hasta uyumu sağlandıktan sonra ardı ardına üç kez yapılan ve aralarında %10'dan az varyasyon görülen ölçümlerin en yüksek değerinin alınması tavsiye edilmektedir.^[9] Nazal tepe akım burun açıklığına ve akciğer kapasitesine bağlıdır. Dolayısıyla alt solunum yolu tıkanıklıkları ve düşük solunum eforu nazal tepe akımı etkiler. Phagoo ve ark.^[27] yaptıkları çalışmada nazal tepe akımın, yetersiz efor durumunda, intrapulmoner direncin arttığı ve nazal direncin düştüğü durumlarda, nazal açıklık hakkında yanlış sonuç verdiğini göstermişlerdir. Bunu önlemek için nazal tepe akımın oral tepe akım ile kıyaslanması anlamına gelen tıkanıklık indeksinin kullanılması (tepe oral akım ile tepe nazal akım arasındaki farkın tepe oral akıma bölünmesi) tavsiye edilmiştir.^[27] Tepe nazal inspiratuvar akımmetrenin etkinliği ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda TNİA, nazal tıkanıklığı değerlendirme bakımından RM, AR, GAS ile karşılaştırıldı.

DİĞER YÖNTEMLER İLE İLİŞKİSİ

Bermüller ve ark.^[28] tıkalı burun patolojisi bulunan hastaları RM ve TNİA ile değerlendirmiş ve her iki yöntem arasında tıkalı burun patolojisini saptamada belirgin bir fark olmadığı sonucuna varmışlardır, bununla birlikte RM ile kaviterin ayrı ayrı değerlendirilebilmesini ve fizyolojik hava akımı şartlarının daha iyi sağlanmasını, RM'nin TNİA'ya olan üstünlükleri olarak belirtmişlerdir. Yine aynı çalışmada negatif test sonuçları ile tıkanıklık patolojilerinin tamamen dışlanamayacağı sonucuna varılmıştır. Jones ve ark.^[29] ön RM ile ölçülen nazal direncin TNİA, oral tepe ekspiratuvar akım, nazal FEV1, oral FEV1 arasından en yakın TNİA ile ilişkili olduğunu göstermişlerdir. Clarke ve ark.^[30] ise nazal dekonjesyon sonrası nazal dirençteki düşüşü RM ile; nazal akımdaki artışı ise TNİA ile değerlendirdikleri çalışmalarında nazal akımdaki artışların nazal dirençteki düşüşler kadar hassas olmadığı sonucuna varmışlardır. Holmström ve ark.^[31] TNİA ile RM arasında anlamlı ilişki olduğunu göstermişler ve TNİA'nın nazal tıkanıklığı göstermede ucuz, kolay ve çabuk uygulanabilir bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir. Nazal histamin yükleme testine maruz bırakılan sağlıklı kişiler ile alerjik rinitli hastaların nazal mukozaya yanıtının TNİA, AR, RM ve GAS ile değerlendirildiği bir çalışmada TNİA, nazal mukozaya yanıtının en hassas değerlendirildiği ölçüm yöntemi olarak gösterilmiştir.^[32] Benzer bir başka çalışmada ise TNİA, nazal histamin uygulaması sonrasında tedavi olarak hastalara verilen topikal kortikosteroidin olumlu etkisini göstermede, AR ve RM'ye kıyasla daha hassas bulunmuştur.^[33] Klinik muayene ve RM, burun tıkanıklığının subjektif yakınmaları ile zayıf ilişki gösterirken,^[34,35] Gleeson ve ark.^[36] intranasal histamin ve ardından intranasal kokain uygulaması sonrası hissedilen subjektif değişikliklerin AR'ye kıyasla TNİA ile daha kuvvetli ilişki gösterdiğini bildirmişlerdir. Fairley ve ark.^[37] sağlıklı kişilere yaptıkları günlük GAS ve TNİA takipleri sonucunda subjektif burun tıkanıklığı ile inspiratuvar nazal tepe akım arasında kuvvetli ilişki varlığına dikkat çekmişlerdir. Wilson ve ark.^[38] alerjik rinitli hastalara uygulanan intranasal kortikosteroid ile antihistaminik ve lökotrien reseptör antagonisti kombine tedavilerini kıyasladıkları çalışmalarında her iki medikal tedavi yöntemi ile birlikte total nazal semptom skorlarında düşmeye paralel olarak TNİA değerlerinde artış olduğunu, ancak RM ve AR'de plasebo ve tedavi grubu arasında anlamlı değişiklik görülmediğini

belirtmişlerdir. Day ve ark.^[39] intranazal budesonidin etkisinin başlama süresini konu aldıkları çalışmalarında, alerjen maruziyeti sonrası hastalara uygulanan intranazal budesonidin etkisini üç saat sonra TNİA değerlerinde yükselme ile, yedi saat sonra semptom skorlarında düzelme ile göstermişlerdir. İki taraflı nazal polipozisli olgulara verilen intranazal kortikosteroid ile birlikte hastaların total nazal semptom skorlarında iyileşme ve polip ölçülerinde küçülme ile birlikte TNİA değerlerinde yükselmeler olduğu bildirilmiştir.^[40-43]

CERRAHİ SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Sandhu ve ark.^[44] parsiyel lazer turbinektomi uygulanan hastaların ameliyat sonrası sonuçlarını TNİA ve GAS skorlarına göre değerlendirdikleri çalışmalarında anlamlı iyileşmeler olduğunu göstermişlerdir. Benzer bir başka çalışmada septoplasti sonrası GAS ile birlikte TNİA değerlerinde yükselmeler olduğuna dikkat çekilmiştir.^[45] Bununla birlikte Lund ve Scadding^[46] endoskopik sinüs cerrahisini takiben hastaların burun tıkanıklığı yakınmalarında belirgin azalmalar olduğunu, ancak TNİA ve RM'de anlamlı değişiklik olmadığını bildirmişlerdir.

Kılavuzlarda nazal provokasyon testlerinde TNİA'nın RM'ye kıyasla daha az duyarlı olduğu belirtilmiştir.^[47] Ancak Hellgren ve ark.^[48] nazal provokasyon testi için en hassas yöntemi araştırdıkları çalışmalarında inspiratuvar ve ekspiratuvar tepe nazal akımın AR, RM ve GAS arasından en duyarlı yöntemler olduğu sonucuna varmışlardır. Benzer bir diğer çalışmada histamin ile nazal provokasyon sonrası intranazal kortikosteroidin etkinliği TNİA ile gösterilirken RM ve AR ile gösterilememiştir.^[33]

Sonuç olarak, nazal açıklığı değerlendirmede objektif ölçüm yöntemlerine sıklıkla başvurulur. Rinomanometri nazal direnci değerlendirebilen fizyolojik bir yöntemdir. Özellikle provokasyon testlerinin yapıldığı laboratuvar çalışmalarında tercih edilir. Yüksek maliyeti, hasta uyumu gerektirmesi, donanımının karmaşık oluşu kullanımını kısıtlayıcı başlıca özellikleridir. Akustik rinometri ile yansıyan ses dalgalarının analizi yapılarak hava yolu anatomisi ve darlığın yeri hakkında bilgi sağlanır. Fizyolojik bir ölçüm yapmadığı için hava akımı hakkında bilgi veremez. Kolay uygulanabilirliği, minimal hasta uyumu gerektirmesi ve invaziv olmayan ağrısız bir yöntem olması, öne çıkan özellikleridir. Tepe nazal inspiratuvar

akımmetre ise subjektif ve objektif tanı yöntemleri ile uyumlu sonuçlar veren fizyolojik bir tanı yöntemidir. Nazal açıklığı etkileyen çevresel faktörlerin ve nazal siklustaki günlük değişimlerin, sirkadiyen varyasyonların incelenmesinde TNİA'dan yararlanılır. Hasta uyumu gerektirmesi, test edilen kişinin inspiratuvar eforundan ve kapasitesinden etkilenmesi, düşük nazal akımlarda (<30 L/dk) ölçüm yapılamaması dezavantajları arasında gösterilirken; ucuz, taşınabilir ve invaziv olmayışı, kolay ve hızlı uygulanabilirliği gibi özellikleri sayesinde rutin klinik kullanımı yaygınlaşmaktadır. Ülkemizde rinolojiye ağırlık veren kliniklerde AR ve/veya RM gibi pahalı cihazlara yer ayrıldığı halde TNİA cihazının, yukarıda bahsedilen özelliklerine rağmen, yeterli derecede yaygın kullanılmadığı gözlenmektedir. En az diğer objektif yöntemler kadar etkinliği ve kullanım sahasına sahip TNİA cihazı, uygun olguların kanıta dayalı tıbbi bulgular ile tanı ve tedavisinde başarılarımızı artıracaktır.

KAYNAKLAR

1. Settipane RA. Complications of allergic rhinitis. *Allergy Asthma Proc* 1999;20:209-13.
2. Meltzer EO, Gallet CL, Jalowayski AA, Garcia J, Diener P, Liao Y, et al. Triamcinolone acetone and fluticasone propionate aqueous nasal sprays significantly improve nasal airflow in patients with seasonal allergic rhinitis. *Allergy Asthma Proc* 2004;25:53-8.
3. Corey JP, Houser SM, Ng BA. Nasal congestion: a review of its etiology, evaluation, and treatment. *Ear Nose Throat J* 2000;79:690-3.
4. Panagou P, Loukides S, Tsipra S, Syrigou K, Anastasakis C, Kalogeropoulos N. Evaluation of nasal patency: comparison of patient and clinician assessments with rhinomanometry. *Acta Otolaryngol* 1998;118:847-51.
5. Corey JP. Acoustic rhinometry: should we be using it? *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2006;14:29-34.
6. Hanif J, Eccles R, Jawad SS. Use of a portable spirometer for studies on the nasal cycle. *Am J Rhinol* 2001; 15:303-6.
7. Hilberg O, Jackson AC, Swift DL, Pedersen OF. Evaluation of nasal cavity geometry by acoustic reflection. *J Appl Physiol* 1989;66:295-303.
8. Corey JP, Gungor A, Nelson R, Fredberg J, Lai V. A comparison of the nasal cross-sectional areas and volumes obtained with acoustic rhinometry and magnetic resonance imaging. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1997;117:349-54.
9. Wang DY, Raza MT, Goh DY, Lee BW, Chan YH. Acoustic rhinometry in nasal allergen challenge study: which dimensional measures are meaningful? *Clin Exp Allergy* 2004;34:1093-8.
10. Hilberg O, Pedersen OF. Acoustic rhinometry: influence of paranasal sinuses. *J Appl Physiol* 1996;80:1589-94.
11. Cakmak O, Tarhan E, Coskun M, Cankurtaran M, Celik H. Acoustic rhinometry: accuracy and ability to detect changes in passage area at different locations in the

- nasal cavity. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2005;114:949-57.
12. Hilberg O, Jensen FT, Pedersen OF. Nasal airway geometry: comparison between acoustic reflections and magnetic resonance scanning. *J Appl Physiol* 1993;75:2811-9.
 13. Gilain L, Coste A, Ricolfi F, Dahan E, Marliac D, Peynegre R, et al. Nasal cavity geometry measured by acoustic rhinometry and computed tomography. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1997;123:401-5.
 14. Nathan RA, Eccles R, Howarth PH, Steinsvåg SK, Togias A. Objective monitoring of nasal patency and nasal physiology in rhinitis. *J Allergy Clin Immunol* 2005;115(3 Suppl 1):S442-59.
 15. Hilberg O, Grymer LF, Pedersen OF. Spontaneous variations in congestion of the nasal mucosa. *Ann Allergy Asthma Immunol* 1995;74:516-21.
 16. Zheng C, Pochon N, Lacroix JS. Acoustic rhinometry: comparison of pre- and post-septoplasty. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Ke Za Zhi*. 1995;30(6):343-6. [Abstract]
 17. Roithmann R, Cole P, Chapnik J, Barreto SM, Szalai JP, Zamel N. Acoustic rhinometry, rhinomanometry, and the sensation of nasal patency: a correlative study. *J Otolaryngol* 1994;23:454-8.
 18. Kim CS, Moon BK, Jung DH, Min YG. Correlation between nasal obstruction symptoms and objective parameters of acoustic rhinometry and rhinomanometry. *Auris Nasus Larynx* 1998;25:45-8.
 19. Eccles R, Reilly M, Eccles KS. Changes in the amplitude of the nasal cycle associated with symptoms of acute upper respiratory tract infection. *Acta Otolaryngol* 1996;116:77-81.
 20. Flanagan P, Eccles R. Spontaneous changes of unilateral nasal airflow in man. A re-examination of the 'nasal cycle'. *Acta Otolaryngol* 1997;117:590-5.
 21. Broms P. Rhinomanometry. III. Procedures and criteria for distinction between skeletal stenosis and mucosal swelling. *Acta Otolaryngol* 1982;94:361-70.
 22. Rundcrantz H. Posture and congestion of nasal mucosa in allergic rhinitis. Objective measure of effect of specific treatment. *Acta Otolaryngol* 1964;58:283-7.
 23. Cole P, Forsyth R, Haight JS. Effects of cold air and exercise on nasal patency. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1983;92:196-8.
 24. Eccles R, Tolley NS. The effect of alcohol ingestion upon nasal airway resistance. *Rhinology* 1987;25:245-8.
 25. Youlten LJ. The peak nasal inspiratory flow meter: a new instrument for the assessment of the response to immunotherapy in seasonal allergic rhinitis. *Allergol immunopathol* 1980;8:344.
 26. Holmström M, Scadding GK, Lund VJ, Darby YC. Assessment of nasal obstruction. A comparison between rhinomanometry and nasal inspiratory peak flow. *Rhinology* 1990;28:191-6.
 27. Phagoo SB, Watson RA, Pride NB. Use of nasal peak flow to assess nasal patency. *Allergy* 1997;52:901-8.
 28. Bermüller C, Kirsche H, Rettinger G, Riechelmann H. Diagnostic accuracy of peak nasal inspiratory flow and rhinomanometry in functional rhinosurgery. *Laryngoscope* 2008;118:605-10.
 29. Jones AS, Viani L, Phillips D, Charters P. The objective assessment of nasal patency. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 1991;16:206-11.
 30. Clarke RW, Jones AS, Richardson H. Peak nasal inspiratory flow-the plateau effect. *J Laryngol Otol* 1995;109:399-402.
 31. Holmström M, Scadding GK, Lund VJ, Darby YC. Assessment of nasal obstruction. A comparison between rhinomanometry and nasal inspiratory peak flow. *Rhinology* 1990;28:191-6.
 32. Hellgren J, Jarlstedt J, Dimberg L, Torén K, Karlsson G. A study of some current methods for assessment of nasal histamine reactivity. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 1997;22:536-41.
 33. Wilson AM, Sims EJ, Robb F, Cockburn W, Lipworth BJ. Peak inspiratory flow rate is more sensitive than acoustic rhinometry or rhinomanometry in detecting corticosteroid response with nasal histamine challenge. *Rhinology* 2003;41:16-20.
 34. Hardcastle PF, White A, Prescott RJ. Clinical and rhinometric assessment of the nasal airway-do they measure the same entity? *Clin Otolaryngol Allied Sci* 1988;13:185-91.
 35. Hardcastle PF, White A, Prescott RJ. Clinical or rhinometric assessment of the nasal airway-which is better? *Clin Otolaryngol Allied Sci* 1988;13:381-5.
 36. Gleeson MJ, Youlten LJ, Shelton DM, Siodlak MZ, Eiser NM, Wengraf CL. Assessment of nasal airway patency: a comparison of four methods. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 1986;11:99-107.
 37. Fairley JW, Durham LH, Ell SR. Correlation of subjective sensation of nasal patency with nasal inspiratory peak flow rate. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 1993;18:19-22.
 38. Wilson AM, Orr LC, Sims EJ, Lipworth BJ. Effects of monotherapy with intra-nasal corticosteroid or combined oral histamine and leukotriene receptor antagonists in seasonal allergic rhinitis. *Clin Exp Allergy* 2001;31:61-8.
 39. Day JH, Briscoe MP, Rafeiro E, Ellis AK, Pettersson E, Akerlund A. Onset of action of intranasal budesonide (Rhinocort aqua) in seasonal allergic rhinitis studied in a controlled exposure model. *J Allergy Clin Immunol* 2000;105:489-94.
 40. Keith P, Nieminen J, Hollingworth K, Dolovich J. Efficacy and tolerability of fluticasone propionate nasal drops 400 microgram once daily compared with placebo for the treatment of bilateral polyposis in adults. *Clin Exp Allergy* 2000;30:1460-8.
 41. Ruhno J, Andersson B, Denburg J, Anderson M, Hitch D, Lapp P, et al. A double-blind comparison of intranasal budesonide with placebo for nasal polyposis. *J Allergy Clin Immunol* 1990;86:946-53.
 42. Lund VJ, Flood J, Sykes AP, Richards DH. Effect of fluticasone in severe polyposis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1998;124:513-8.
 43. Penttilä M, Poulsen P, Hollingworth K, Holmström M. Dose-related efficacy and tolerability of fluticasone propionate nasal drops 400 microg once daily and twice daily in the treatment of bilateral nasal polyposis: a placebo-controlled randomized study in adult patients. *Clin Exp Allergy* 2000;30:94-102.
 44. Sandhu AS, Temple RH, Timms MS. Partial laser turbinectomy: two year outcomes in patients with allergic and non-allergic rhinitis. *Rhinology* 2004;42:81-4.
 45. Marais J, Murray JA, Marshall I, Douglas N, Martin S. Minimal cross-sectional areas, nasal peak flow and

- patients' satisfaction in septoplasty and inferior turbinectomy. *Rhinology* 1994;32:145-7.
46. Lund VJ, Scadding GK. Objective assessment of endoscopic sinus surgery in the management of chronic rhinosinusitis: an update. *J Laryngol Otol* 1994;108:749-53.
47. Malm L, Gerth van Wijk R, Bachert C. Guidelines for nasal provocations with aspects on nasal patency, airflow, and airflow resistance. International Committee on Objective Assessment of the Nasal Airways, International Rhinologic Society. *Rhinology* 2000;38:1-6.
48. Hellgren J, Jarlstedt J, Dimberg L, Torén K, Karlsson G. A study of some current methods for assessment of nasal histamine reactivity. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 1997;22:536-41.