

## Akustik Rinometri

Rauf TAHAMİLER <sup>1</sup>, Hüseyin İŞILDAK <sup>2</sup>, Salih ÇANAKÇIOĞLU <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kozyatağı Central Hospital, İstanbul

<sup>2</sup> İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, İstanbul

### Özet

Akustik rinometri ülkemizde henüz kullanılmaya başlanmış yeni bir nazal fonksiyonları ölçüm yöntemidir. Akustik rinometri bilimsel çalışma ve klinik değerlendirme amaçlı kullanılabilir. Akustik rinometri ile normal nazal anatomi, nazal siklüs, ilaçların nazal kaviteye etkileri, septal deviasyon, konka hipertrofisi ve nazal polipozis gibi bazı hastalılardaki değişiklikleri ve nazal cerrahinin etkileri değerlendirilebilir. Akustik rinometri kısaca nazal boşluğa ses dalgası gönderip, yansımaya bağlı olarak burun içi kesitsel alanlar ve bu alanların burun deliğinden uzaklığı hakkında bilgi veren bir cihazdır. Yapılan çalışmalarda akustik rinometri nazal kavitenin ön ve orta kısımlarında güvenle kullanılabilirdiği gösterilmiştir. Yumuşak damağın hareketi ve paranasal sinüsler nedeniyle nazal kavitenin arka bölümü ve nazofarenksin volüm ölçümünde güvenilir olmayan sonuçlar çıkabilir. Sonuç olarak, akustik rinometri yöntemi, deviasyon ve konka hipertrofili hastaların tespiti için kullanılabilir bir yöntemdir ve hastanın semptomları ile klinik muayene bulgularıyla örtüşmektedir. Ancak akustik rinometriyi daha önce belirtildiği gibi kişinin boy ve kilo değişiminden etkilendiği için grupları kıyaslamada sorunlar ile karşılaşabilmektedir ve ortaya çıkan bulguların doğruluk payı azalmaktadır. Bu da bu verilerin ancak hastanın semptomları ve klinik muayene bulgularıyla örtüşebildiğinde kullanılabilir ve güvenilir olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Akustik rinometri, normal nazal fonksiyonlar, septum deviasyonu, konka hipertrofisi

*Cerrahpaşa Tıp Derg 2006; 37: 155 - 161*

### Acoustic Rhinometry

#### Abstract

Acoustic rhinometry (AR) is a new method to evaluate nasal functions in our country. Acoustic rhinometry can be used for scientific study and also practice. AR measurements have been used for scientific and clinical purposes. The method has been used to detect normal anatomy, nasal cycle, drug actions in the nasal cavity, changes in some disorders such as nasal polyposis or septal deviations and the effects of surgical treatment. Briefly, the method involves measurements of cross sectional area and acoustic reflections from the nasal cavity of a sound pulse and produced by a spark in a sound tube connected to the nasal cavity via a nosepiece. Acoustic rhinometry is a clinically reliable method for measuring nasal cavity geometry in the anterior and middle parts of the nasal cavity. The acoustic values for the cross-sectional area shows the effects of transmission loss and oscillation artifacts because of soft plate movement and paranasal sinus. Therefore the accuracy of acoustic rhinometry for posterior of nasal cavity is controversial. Finally, acoustic rhinometry can be used to detect the patients with septal deviation and concha hypertrophy. However, it should be supported with clinical examination and patients' symptoms. And also we can get some problems to evaluate the groups by Acoustic rhinometry due to difference weight and height in the groups.

**KeyWords:** Acoustic rhinometry, normal nasal functions, nasal septal deviation, concha hypertrophy

*Cerrahpaşa J Med 2006; 37: 155 - 161*

Sondhi ve Gopinath [1], vokal traktusun hava yolunun şeklini, dudaklardaki implus cevabına göre veren bir metodu 1970'de tanımladılar. Bir kaç yıl sonra Fredberg ve ark. [2] ile Jackson ve ark. [4] trekea ve farengeal hava yolunun geometrik ölçümündeki akustik yansımanın potansiyel ve kısıtlamalarını tariflemişlerdir. 1989 yılında Hilberg ve ark. [5] akustik rinometriyi geliştirmiş ve burna uygulandığında akustik yansımayı etkileyen faktörleri ölçmüşlerdir.

Bu algoritmalar akustik yansıma bağlı olarak, enerji kaybının ihmal edildiği, hava yolu duvarlarının rijit kabul

edildiği, düzlemsel dalga yayılımının hava yolu dallarının simetrik olarak kabul edildiği bir alan oluşturmak için kullanılır.

Akustik yansıma OSAS'lı hastalarda solunum yolu kapasitesini belirleme amaçlı kullanılmıştır. Ancak bu durumda trekea kompliyansı ve hava yolunun rijiditesi ölçümlerde hatalara sebep olmaktadır. Çalışmalar sonucunda bu ölçümlere çeşitli sınırlamalar getirilmiştir. Hava yolu duvarının rijiditesi frekans bağımlıdır [3]. Bu frekans trekeal duvar kompliyansının gaz kompliyansından daha küçük olduğu 1000 Hz'nin hemen üzerindedir. Bu ayrıca akustik rinomanometri için ön koşuldur. Hava yolu geometrisinin ölçümünü artırmak için hava yolu duvarının dinamik olarak daha rijit olduğu frekansların band genişliğini artırmak avantajlı olacaktır. Ancak "alan çıkarım teorisi" bir boyutlu dalga yayılımını kabul eder, daha

**Alındığı Tarih:** 29 Aralık 2005  
**Yazışma Adresi (Address):** Dr. Rauf Tahamiler  
Kozyatağı Central Hospital  
Kadıköy - İstanbul  
**E-posta:** tahamiler@gmail.com

yüksek yansımalar oluşmadan önce kullanılan maksimal band genişliği frekansı ( $f_{max}$ ), ses hızı ( $C_0$ ) ve yapının ( $f_{max} < C_0 / 2d_{max}$ ) iç boyutu ( $d_{max}$ ) ile belirlenir. Dahası uzaysal çözünürlük maksimal band genişlik frekansı ile orantılıdır [6]. Böylece, teorik olarak hava yolunun yapısı 8 cm kadar olan farengeal hava yolu cross mode riski olmaksızın ve uzay çözünürlüğünü sınırlamaksızın müdahale edilen maksimal dalga boyunu ciddi olarak sınırlar. Bu temeldir çünkü; bir kavitedeki dik değişiklikleri çözebilme yeteneği primer olarak maksimal band genişliğine ( $f_{max}$ ) bağlıdır. Ayrıca frekansın kesildiği noktadaki dalga boyuyla belirlenir.

Akustik yansımanın nazal kavitede kullanımında, şanslı olarak genelde nazal kavite farengeal ve larengeal hava yolundan küçük olduğu için cross mode riski olmaksızın yüksek band genişlikli frekans kullanmaya izin vermektedir. Ancak kompleks nazal kavite şekli visköz enerji kaybının fazla olmasına bağlı olarak akustik yansımayı etkileyebilir [5,6]. Hilberg ve ark. [5] non-rijid nazal mukozanın ve nazal kavitenin kompleks geometrik şeklinin ölçümler üzerinde belirgin bir etkisi olmayacağını göstermiştir. Daha sonraki çalışmalarda BT ve MR ile akustik rinomanometrinin korelasyonun mevcut olduğunu gösteren bir çok çalışma yapılmıştır [7,8,9,10,11,12].

Akustik rinomanometrenin bebeklerde kullanılması ile ilgili olarak 1992'de Lenders ve ark. [13] koanal atrezili bir çocuğa ait akustik rinogram yayımladı. Bundan 2 yıl sonra yetişkin ses dalga tüpü kullanılarak yapılan model çalışması, AR ölçümlerinin küçük çocuklarda ve infatlarda önemli artefaklar olabileceğini gösterdi [14]. Bu model çalışmasına göre yanlış ölçüm, açıklığın  $0.28 \text{ cm}^2$  olduğu durumlarda olmaktadır. Hilberg ve ark. [5,6] yetişkinlerde  $0.35 \text{ cm}^2$  kadar olan anterior darlıkların posterior ölçümleri etkilemediğini göstermişlerdir.

Riechelman ve ark. [15] okul öncesi 37 çocukta yaptıkları çalışmada modifiye ses dalga tüpü kullanarak yaptıkları ölçümlerde yanlış ölçümlerin darlık alanının  $0.2 \text{ cm}^2$ 'den az olduğu durumlarda oluşturduğu rapor etmişlerdir. Bundan kısa bir süre sonra bağımsız iki grup, iç çapı küçültülmüş nazal adaptör ve modifiye ses dalga tüpleri kullanılarak sağlıklı infantlarda yaptıkları ölçümlerde benzer akustik rinogramlar elde etmişlerdir [16,17]. Aynı yıl içerisinde Kano ve ark. [38] bebeklerde yaptıkları çalışmada histamin kullanımının nazal hava yolu çapında ve pulmoner fonksiyondaki etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada MCA (minimal kesitsel alan) yaklaşık olarak  $0.1 \text{ cm}^2$  idi. Bu durum eşleme direncinin (ses dalga tüpü ve bebek burun deliği arasındaki uyum) önemini vurgulamaktadır. Bu amaçla infantlar ve 1 yaşına kadar olan bebekler için iç kesitsel alanı  $0.12 \text{ cm}^2$  olan ses dalga tüpleri geliştirilmiştir (MCA aralığı;  $0.04-0.25 \text{ cm}^2$ ). Bunun kullanılmasındaki amaç, tüpün iç çapının yaklaşık olarak infant burun genişliği çapında olmasını sağlamaktır [18]. Bir ila 10 yaş arası çocuklar için orta beden ses tüpleri geliştirilmiştir.

Dünyada yeni bir yöntem olarak kullanılmaya başlayan akustik rinometri, ülkemizde henüz kullanılmaya başlan-

mış yeni bir yöntemdir. Akustik rinometri bilimsel çalışma ve klinik amaçlı kullanılabilir. Akustik rinometri ile normal nazal anatomi, nazal siklus, nazal kavitedeki ilaç cevabı, septal deviasyon, konka hipertrofisi ve nazal polipozis gibi bazı hastalıklardaki değişiklikleri ve nazal cerrahisinin etkileri değerlendirilebilir (Şekil 4,5).

## AKUSTİK RINOMETRİ İLE ÖLÇÜM

Akustik rinometri ölçümü yapılacak odanın daha önce tariflenen bir takım özellikleri olmalıdır. Ölçümün yapılacağı oda; sessiz, çevresel etkilerden uzak, standart sıcaklıkta (yaklaşık  $22^\circ \text{ C}$ ), % 50-60 nem oranına sahip olmalıdır [20,40,41]. Öncelikle ölçüm yapılacak kişi sandalyede oturur pozisyonda, kafası dik karşıya bakar şekilde stabil olmalıdır. Kısa bir alışma döneminden sonra burun probu, hastanın burnuna tam olarak yerleşecek şekilde oturtulmalıdır, ayrıca ses kaçağını önlemek için burun probunun ucuna ultrasonografi iletici jeli veya vazalin sürülebilir. Nazal vestibulunda deforme meydana getirmekten uzak durulmalıdır. Tüp, burnun apertura priformisinin temeli ile tragusun birleştiği çizgiye  $45$  derece açıda olacak şekilde tutulmalıdır. Sonrasında hastanın ağzını açması ve ağızdan solunum yapması istenir. Bu sırada bilgisayardan gelen ve iletici kaçağının olmadığını gösteren yeşil ışık görüldüğü sırada arka arkaya istenilen sayıda ölçümler yapılabilir. Çalışmalarda genellikle en az 3 kez ardarda ölçüm yapılır ve ölçümler arasındaki fark % 10'dan az olduğunda ölçümler başarılı sayılabilir. Aynı işlem her iki burun deliğine de uygulanabilir.

Akustik rinometride ölçümler dekonjestan kullanılmadan yapılabileceği gibi mukoza ödemi ortadan kaldırıp nazal kavitenin anatomik yapısı ya da mukoza ödemin dekonjestanlara cevabını değerlendirmek amaçlı olarak, ölçümün 15 dakika öncesinde alfa sempatomimetik (örneğin; % 0.25 efedrin, % 1'lik fenilefedrin yada oksimetazolin) her iki burun deliğine tatbik edildikten sonra akustik rinometri ile nazal kavite değerlendirilebilir.

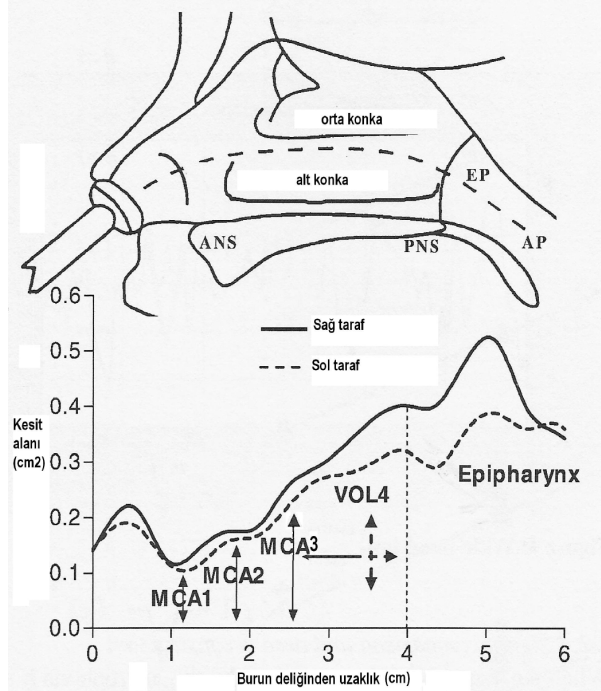
Akustik rinometrinin özelliği ölçümlerin tekrar edilebilmesidir. Bizim kliniğimizde AR ölçümü yaklaşık 1-3 dakika almaktadır. Ölçüm sırasında dikkat edilmesi gereken durumlardan biri hastanın burun akıntısının olmamasıdır. Ayrıca en az günde bir defa olmak üzere akustik rinometri cihazının kalibrasyonu yapılmalıdır.

## AKUSTİK RINOGRAM

Akustik rinometri (AR) ölçümü, burnun iki boyutlu yapısını grafi olarak verir. Bu akustik rinogramda "y" eksen kesitsel alanı ( $\text{cm}^2$ ) gösterirken, "x" eksen burun deliğinden olan uzaklığı (cm) gösterir. Bu kesitin altında kalan alan da hacmi ( $\text{cm}^3$ ) vermektedir.

Akustik rinogramdaki 0 noktasından önceki horizontal segment burun adaptörünü temsil eder. Tipik bir akustik rinogram "w" şeklindedir. Genel olarak rinogramda 3

adet belirgin çentik bulunmaktadır ve bu çentikler bazı çalışmalarda 4 adet olarak belirlenmiştir [28]. Dört olarak, adenoidin rinogramdaki çentiği değerlendirilmiştir [25].



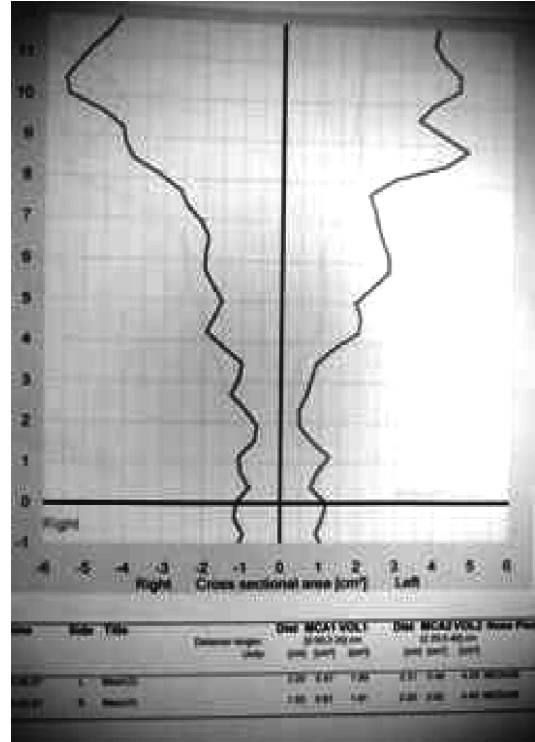
**Şekil 1:** 1 yaşındaki bebekte akustik rinogram, nazal kavitenin grafiğe yansması:

- AP:** akustik yol  
**ANS/PNS:** ant. ve post. nazal spine  
**EP:** epifarenks  
**MCA:** minimal kesit alanı  
**MCA1:** internal istmus  
**MCA2:** inferior konkanın başı  
**MCA3:** orta konkanın başı  
**VOL4:** 4 cm'lik alanın hacmi (total nazal hacim)

Bebeklerde nazal kemik yapısının gelişimi henüz tamamlanmadığı için burun deliğinden olan uzaklık ve çentiklerin isabet ettiği bölgeler farklılık göstermektedir (Şekil 1). Çocuklarda ilk çentik nazal valve tekabül eder ki bu kısmın dekonjestana cevabı minimaldir. İkinci çentik, inferior konkanın anterior kısmına denk gelir. Üçüncü çentik, orta konkanın başı ve koananın yaptığı çentiği ve dördüncü çentik ise adenoidi göstermektedir [28,29].

AR ile istenilen bölgelerin kesitsel alanları ve bunun altında kalan hacimler ölçülebilir. Ancak genel olarak çalışmalarda erişkinler 3 çentik değerlendirilir [21]. I. Çentik; 2 cm civarında olan inferior konkanın başlangıcına tekabül eden kısım, II. Çentik; 4 cm civarında olan ve orta konkanın başlangıcına tekabül eden çentik ve III. çentik ise yaklaşık 6 cm de olan kabaca orta konkanın ortalarına tekabül eden çentiktir (Şekil 2). Toplam nazal hacmi ölçümü için de erişkinde ilk 7 cm grafiğin altında kalan hesaplanır.

Kemik gelişimi farklı olduğu için, yaş AR ölçümlerinde değişikliklere sebebiyet vermektedir. Bu sebeple çalışmalarda yaş standardize edilmelidir. Kilo değişiminin nazal kavite değişiminde, dolayısıyla AR ölçümlerindeki etkisi minimaldir. Boy ile kemik yapısı nazal kavite yapısının gelişimi ile ilişkili olduğu için boy da standardize edilmelidir [22]. Irk, gelişme ve çevresel farklılık nedeniyle normal burunu tariflemek güçtür. Bu nedenle akustik rinometri gruplarının kıyaslamasında değil, daha çok kişilerin nazal kavite değişikliklerinin takibinde kullanılır. Ayrıca AR'de değerler her iki nazal kavite için olan ölçümlerin kıyaslanmasıyla bilgi edilebilir (septal deviasyon gibi).



**Şekil 2.** Normal bir akustik rinogram.

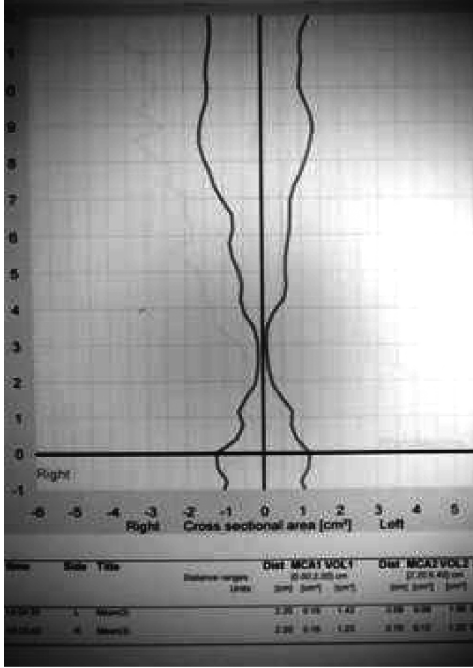
Grymer ve ark. [23] burun tıkanıklığı tarifleyen hastalarda ölçümlerini bildirmişlerdir. Çalışmalar sonucunda minimal kesitsel alan olarak 0.4cm<sup>2</sup> burun tıkanıklığı tariflemek için kritik değer olarak tariflemişlerdir. Yine bu çalışma da kesitsel alanlar ile hastaların subjektif şikayetleri arasında korelasyon olduğunu tespit etmişlerdir. Tomkinson ve Eccles [24], hastanın subjektif şikayetleri ile kesitsel alan arasında herhangi bir korelasyon tespit edememiştir.

Yapılan çalışmalarda, akustik rinometrinin nazal kavitenin ön ve orta kısımlarını inceleyebilmek için iyi bir metod olduğu gösterilmiştir [26]. Yumuşak damağın hareketi nedeniyle nazofarenksin volümünün ölçümünde alterasyon olabilir, bu nedenle nazal kavitenin arka kısımlarındaki güvenilirliği tartışmalıdır. Ancak AR'nin nazofarenksde, özellikle adenoidi değerlendirmede faydalı olabileceğini gösteren çalışmalar da mevcuttur [27-30].

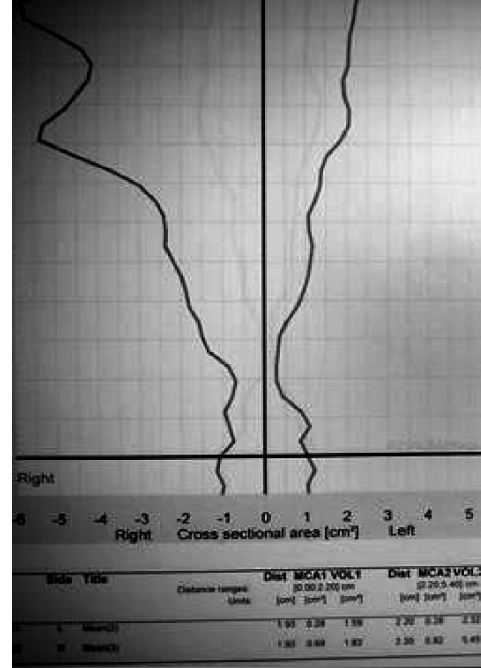
### AKUSTİK RİNOMETRİNİN KULLANILDIĞI BİLİNDİĞİ ALANLAR

Akustik rinometri (AR), nazal boşluğun anatomisi hakkında bilgi edinmek için kullanılabilir. Ancak daha önce belirtildiği gibi 2 boyutlu grafi olarak veriler alınmaktadır. Nazal tıkanıklığa sebep olan patogenezi belirlemek için

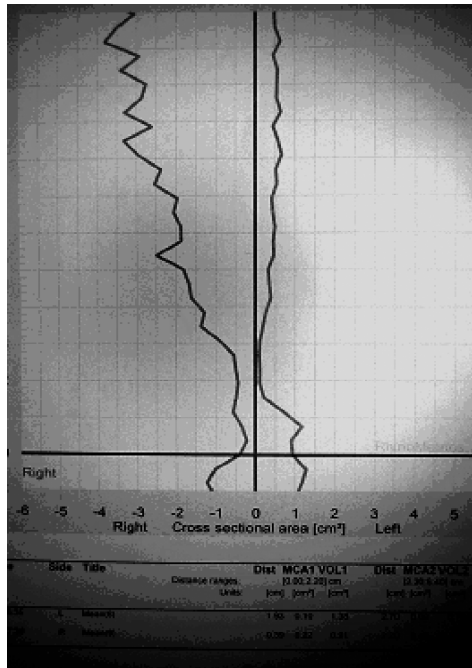
AR uygun bir yöntemdir. Bu amaçlı septal deviasyonlu (Şekil 3), ya da adenoid vejetasyon olan hastaların değerlendirilmesinde, konka hipertrofisi hastaların değerlendirilmesinde (Şekil 4), nazal polipozisli hastaların değerlendirilmesinde (Şekil 5) ve cerrahi sonrası yanıtın değerlendirilmesinde kullanılmaktadır [10,43,44]. Yapılan bir çalışmada MCA'nın 0,4 cm<sup>2</sup>'den düşük olduğu durumlarda has-



Şekil 3: Septal deviasyon rinogramı.



Şekil 4: Konka hipertrofisi.



Şekil 5: Nazal polipozisli hastanın rinogramı.



tanın burun tıkanıklığı şikayetiyle korelasyon gözlenmiştir [23]. Ayrıca, uyku apne gibi nazal hava yolu direncinin arttığı hastalarda da AR kullanılmaktadır [33,34]. Tedaviye yanıtın izlenmesinde ve fizyolojik nazal siklusun değerlendirilmesinde kullanılabilir [35,36]. Allerjik rinitli hastalarda provokasyon testlerinin uygulanması ve mukoz ödemi oluşumu ve değişiminin ölçülmesinde yine kullanılabilir bir yöntemdir [37,38,39,42]. Nazal kavite gelişiminin izlenmesinde, pediatrik yaş gurubunda kullanılabilir. Buruna ait konjenital anomalilerin tespitinde, örneğin koanal atrezinin değerlendirilmesinde kullanılabilir.

## TARTIŞMA

Grymer ve ark. [23]'nın 82 asemptomatik kişi arasında yaptıkları çalışmada topikal dekonjestan uygulanmadan önceki MCA'yi 0.72-0.73 cm<sup>3</sup> ve dekonjestan sonrası 0.92-0.95 cm<sup>3</sup> olarak tespit etmişlerdir. Yine bu çalışmada dekonjesyon sonrası toplam volümün % 35 artışı ve dekonjesyon uygulanmayan burunlarda, kadınların toplam nazal volümünün erkeklerle göre belirgin olarak fazla olduğu saptanmıştır (24'e 22 cm<sup>2</sup>) dekonjesyon sonrası bu fark ortadan kalmaktadır.

Dekonjestan uygulanmasını takiben 10 dakika sonra yapılan ölçümlerde her iki grupta MCA skorlarında artma ve beraberinde semptomlarda gerileme gözlenmiştir.

Numminen ve ark. [26]'nın yaptıkları çalışmalarda; 48 nazal kavite değerlendirilmiş ve AR ile BT sonuçları kıyaslanmıştır. İstatistiksel olarak anterior ve orta kısım nazal kavitede, AR ile BT koreledir (p < 0.05). BT'de AR'ye kıyasla bazı problemler mevcuttur; bunlardan biri nazal kavitedeki BT imajının ve sesin gidiş doğrultusunun farklı olmasıdır.

Young-Ki Kim ve ark. [28], ortalama yaşı 8.03 olan, adenotonsiler hipertrofisi olan 19 erkek ve 12 kız çocuğu (31 kişi) içeren çalışmalarında, pre- ve postoperatif 2. haftada nazal kaviteyi dekonjestanlı ve dekonjestansız olarak AR ile değerlendirmiştir. Adenotonsilektomi sonrası inferior konka başında (AR'de 2. çentiğe tekabül eden kısımda belirgin artma tespit etmiştir. (0.53cm<sup>3</sup> preop. ve 0.65 cm<sup>2</sup> postop.) ayrıca toplam nazal volümünde ve adenoidin tekabül ettiği kısımda belirgin bir kesitsel alan artması tespit edilmiştir (volüm: preop. 7.13 cm<sup>3</sup>, postop. 9.38 cm<sup>3</sup>; adenoid bölgesindeki kesitsel alan: preop. 0.80, postop. 1.83).

Yine Margues ve ark. [29] yapmış oldukları bir çalışmada 35 (ortalama yaşları 6 olan 22 erkek ve 13 kız) adenotonsiller hipertrofisi olan çocuk pre- ve postoperatif 30-60 günde AR ile değerlendirilmiştir. Ayrıca bu çalışmada 18 kişilik sinonazal şikayeti olmayan kontrol grubu da AR ile değerlendirilerek çalışmaya dahil edilmiştir. Pre-op. ve post-op. AR ölçümleri arasında belirgin bir fark tespit edilirken, kontrol grubuyla yapılan kıyaslamada farklılık tespit edilmemiştir. Sonuç olarak AR'nin kişilerin takibinde değerli bir yöntem olduğu, ancak grupları değerlendirmede

yetersiz olduğu kanısına varılmıştır.

B. Mamikoğlu ve ark. [21]'nin yapmış oldukları çalışmada, 24 hastada nazal septal deviasyonu değerlendirilmede AR ve BT kıyaslanmıştır. Sonuç olarak AR özellikle anterior septal deviasyonu göstermede iyi derecede korele olduğu saptanmış ve sensitivitesi % 54, spesifitesi % 70 olarak tespit edilmiştir. AR'nin septal deviasyonu değerlendirmede faydalı bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır.

## SONUÇ

Akustik rinometri, olgularda deviasyon ve konka hipertrofisinin tespitinde kullanılabilir bir yöntemdir ve hastanın semptomları ve klinik muayene bulgularıyla örtüşmektedir. Ancak AR'yi daha önce belirtildiği gibi kişinin boy ve kilo değişiminden etkilendiği için, grupları kıyaslamada sorunlar ile karşılaşılabilir ve ortaya çıkan bulguların doğruluk payı azalmaktadır. Bu da bu verilerin, ancak hastanın semptomları ve klinik muayene bulgularıyla örtüşebildiğinde kullanılabilir ve güvenilir olduğunu göstermektedir.

## KAYNAKLAR

1. Sondhi MM, Gopinath B. Determination of vocal tract shape from impulse response at the lips. J Acoust Soc Am 1970; 18676-18673.
2. Fouke JM, Wolin AD, Strohl KP, Galbraith GM. Elastic characteristics of the airway wall. J Appl Physiol 1989; 66: 962-967.
3. Fredberg JJ, Wohl ME, Glass GM, Dorkin HL. Airway area by acoustic reflections measured at the mouth. J Appl Physiol 1980; 48: 749-758.
4. Jackson AC, Butler J, Millet EJ, Hoppin FG, Dawson Sv. Airway geometry by analysis of acoustic pulse response measurements. J Appl Physiol 1977; 43: 523-536.
5. Hilberg O, Jackson AC, Swift DL, Pedersen OF. Acoustic rhinometry: evaluation of nasal cavity geometry by acoustic reflection. J Appl Physiol 1989; 66: 295-300.
6. Hilberg O, Lyholm B, Michelsen A, Pedersen B, Jackson AC. Acoustic reflections during rhinometry: spatial resolution and sound loss. J Appl Physiol 1998; 84: 1030-1039.
7. Bunting JE, Dalston RM, Drake AF. Nasal cavity area in term infants determined by acoustic rhinometry. Laryngoscope 1994; 104: 1439-1445.
8. Corey J, Gungor A, Nelson R, Fredberg JJ, Liti V. A comparison of nasal cross-sectional area and volumes obtained with acoustic rhinometry and MRI. Otolaryngol Head Neck Surg 1997; 117: 349-354.
9. Djupesland PG, Rotnes JS. Accuracy of acoustic rhinometry. Rhinology 2001; 39: 23-27.

10. Gilain L, Coste A, Rieolfi F, Dahan E, Marliae D, Peynegre R, Harf A, Louis B. Nasal cavity geometry measured by aeoustic rhinometry and computed tomography. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1997; 123: 401-405.
11. Hilberg O, Jensen FT, Pedersen OF. Nasal airway geometry: comparison between acoustic reflections and magnetic resonans scanning. *J Appl Physiol* 1993; 75: 2811-2819.
12. Hilberg O, Pedersen OF. Acoustic rhinometry: influence of paranasal sinuses. *J Physiol Appl*.1996; 80: 1589-1594.
13. Lenders H, Scholl R, Brunner M. Acoustic rhinometry: the bat princip1e of the nose. *HNO* 1992;40:239-247.
14. Buenting JE, Dalston RM, Smith 'IL, Drake AF. Artifacts associated with acoustic rhinometric assessment of infants and young children: a model study. *J Appl Physiol* 1994; 77: 2558-2563.
15. Riechelmann H, Reinheimer MC, Wolfensberger M. Acoustic rhinometry in pre-school children. *Clin Otolaryngol* 1993; 272-277.
16. Buenting JE, Dalston RM, Drake AF. Nasal cavity area in term infants determined by acoustic rhinometry. *Laryngoscope* 1994; 104: 1439-45.
17. Pedersen OF, Berkowitz R, Yamagiwa M, Hilberg O. Nasal cavity dimensions in the newborn measured by acoustic reflections. *Laryngoscope* 1994; 104: 1023-1028.
18. Marchall I. Impadence reconstruction methods for pulse reflectometr. *Acustica* 1992; 76: 118-128.
19. Hilberg O.,Jackson AC, Swift DL, Pedersen OF. Acoustic rhinometry: evaluation of nasal cavity geometry by acoustic reflection. *J Appl physiol* 1989;66: 295-303.
20. Hilberg O, Pedersen OF. Acoustic rhinometry: recommendations for technical speci.cations and standard operating procedures, *Rhinology* 2000; 16: 3-17.
21. Mamikoglu B, Houser S, Akbar I, Ng B, Corey JP. Acoustic rhinometry and computed tomography scans for the diagnosis of nasal septal deviation with clinical correlation. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000;123: 61-68.
22. Corey JP, Kemker BJ, Nelson R, Gungor A. Evaluation of the nasal cavity by acoustic rhinometry in normal and allergic subjects. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1997; 117: 22-28.
23. Grymer LF, Illium P, Hilberg O. Septoplasty and compensatory inferior turbinate hypertrophy: a randomized study evaluated by acoustic rhinometry. *J Laryngol Otol* 1993; 107: 413-417.
24. Tomkinson A, Eccles R. Comparison of the relative abilities of acoustic rhinometry, rhinomanometry, and the visual analogue scale in detecting change in the nasal cavity in a healthy adult population. *Am J Rhinol* 1996; 10: 161-165.
25. Djupesand PG. Acoustic rhinometry optimised for infants . *Rhinology*. 1999; 37: 141-142.
26. Numminen J, Dastidar P, Heinonen T, Karhuketo T, Rautiainen M. Reliability of acoustic rhinometry. *Respir Med* 2003; 97: 421-427.
27. Fisher EW, Palmer CR, Daly NJ, Lund VJ. Acoustic rhinometry in the pre-operative assessment of adenoidectomy candidates. *Acta Otolaryngol* 1995; 115: 815-822.
28. Young-Ki Kim, Jung-Ho Kang, Kun-Sik Yoon. Acoustic rhinometric evaluation of nasal cavity and nasopharynx after adenoidectomy and tonsillectomy. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1998; 44: 215-220.
29. Marques VC, Anselmo-Lima WT. Pre and postoperative evaluation by acoustic rhinometry of children submitted to adenoidectomy or adenotonsillectomy. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2004; 68: 311-316.
30. O. Elbrønd, O. Hilberg, J.U. Felding, O.B. Andersen. Acoustic rhinometry used as a method to demonstrated change in the volume of the nasopharynx after adenoidectomy. *Clin. Otolaryngol*. 1991; 16: 84-86.
31. Roithmann R, Cole P, Chapnik J, Shriper I, Hoffstein V, Zamel N. Acoustic rhinometry in the evaluation of nasal obstruction. *Laryngoscope* 1995; 105: 275-281.
32. Szucs E, Clement PA. Acoustic rhinometry and rhinomanometry in the evaluation of nasal patency of patients with nasal septal deviation. *Am J Rhinol* 1998; 12: 345-352.
33. L. Brodsky, E. Adler, J.F. Stanicdich. Naso and oropharyngeal dimensions in children with obstructive sleep apnea. *Int J Pediatr Otolaryngol* 1989; 17: 1-11.
34. H. Lenders, J. Schaefer, W. Pirsig. Turbinate hypertrophy in habitual snorers and patients with obstructive sleep apnea: findings of acoustic rhinometry. *Laryngoscope* 1991;101: 614-618.
35. Gungor A, Moinuddin R, Nelson RH.Detection of the nasal cycle with acoustic rhinometry: techniques and applications. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1999; 120: 238-247.
36. Zhi Li Huang, Kee Leong Ong, Sze Yi Goh, Han Lim Liew, Kian Hian Yeoh (Eds), and De Yun Wang, Singapore, Assessment of nasal cycle by acoustic rhinometry and rhinomanometry *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 2003; 4: 128.
37. Hilberg O, Grymer LF, Pedersen OF. Nasal histamine challenge in nonallergic and allergic subjects evaluated by acoustic rhinometry. *Allergy* 1995; 50: 166-173.

38. Kano S, Pegersen OF, Sly PD. Nasal response to inhaled histamine measured by acoustic rhinometry in infants. *Pediatr Pulmonol* 1994; 17: 312-319.
39. Kesavanathan J, Swift DL, Fitzgerald TK, Permutt T, Bascom R. Evaluation of acoustic rhinometry and posterior rhinomanometry as tools for inhalation challenge studies. *J Toxicol Environ Health* 1996; 48: 295-307.
40. Corey JP, Gungor A, Nelson RH, Velde T. The effects of environmental noise on acoustic rhinometry. *Am J Rhinol* 1996; 10: 247-249.
41. Tomkinson A, Eccles R. The effect of changes in ambient temperature on the reliability of acoustic rhinometry data. *Rhinology* 1996; 34: 75-77.
42. Özdek A., Övet G., Bayız Ü., Kılıç R., Tarhan R., Göçmen H., Samim E., Topikal İmidazolin Türevleri ve Oral Psödoefedrinin Dekonjestan Etkilerinin Sağlıklı Kişilerde Akustik Rinometri İle Değerlendirilmesi. *Türk Otolarengoloji Arşivi* 2003; 41: 20-24.
43. Tatlıpınar A. U., Keser R., Anadolu R. Septum Deviasyonlarında Preoperatif-Postoperatif Dönemde Akustik Rinometrik Değerlendirme. *Kulak Burun Boğaz ve Baş Boyun Cerrahisi Dergisi* 2001; 9: 68-73.
44. 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.
45. Cakmak O, Coskun M, Celik H, Buyuklu F, Ozluoglu LN. Value of acoustic rhinometry for measuring nasal valve area. *Laryngoscope*. 2003; 113: 295-302.
46. Tarhan E, Coskun M, Cakmak O, Celik H, Cankurtaran M. Acoustic rhinometry in humans: accuracy of nasal passage area estimates, and ability to quantify paranasal sinus volume and ostium size. *J Appl Physiol* 2005; 99: 616-623.