

Nazal Pasaj Hacimlerinde Egzersize Bağımlı Değişimlerin Akustik Rinometri ile Ölçülmesi

Evaluation of Exercise Dependent Changes in Nasal Volume by Acoustic Rhinometry

*Dr. Süha VARDARELİ, **Dr. Nuri ÇETİN, *Dr. Evren HIZAL, *Dr. Fuat BÜYÜKLÜ,
Fizy. Neslihan ALKAN, *Ayşe Canan YAZICI, *Dr. Özcan ÇAKMAK

*Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Ankara
**Başkent Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Ankara
***Başkent Üniversitesi Biyoistatistik Anabilim Dalı, Ankara

ÖZET

Amaç: İzotonik fizik egzersiz sonrası nazal pasaj hacimlerinde oluşan değişimler 10 sağlıklı gönüllü erkek denek kullanılarak akustik rinometri ile değerlendirilmiştir.

Yöntem ve Gereçler: İstirahattaki nazal pasaj hacimleri akustik rinometri ile ölçülmüş, ardından koşu bandında 5 dakika hafif egzersiz, 5 dakika ağır egzersiz ve 10 dakika ağır egzersiz olmak üzere 3 farklı egzersiz protokolü uygulanmıştır. Egzersiz sonrası akustik rinometri ile nazal pasaj hacimleri egzersizden hemen sonra (0. dakika) ve her egzersiz protokolü sonrası 10., 20. ve 30. dakikalarda ölçülmüştür. Değişik egzersiz protokollerinden elde edilen değerler, birbirleri ve istirahat değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular: İzotonik fizik egzersizin deneklerin toplam nazal pasaj hacimlerinde 3 farklı egzersiz protokolünde de artışa neden olduğu, bu artışın egzersiz sonrası hemen başlayıp, yaklaşık 20 dakika sürdüğü tespit edilmiştir. Nazal pasaj hacimlerindeki artış, tüm protokollerde egzersiz sonrası 0. ve 10. dakikalarda belirgin ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Sonuç: Egzersizin süresinin ya da şiddetinin artırılmasının bu artışa istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Anahtar Sözcükler

Egzersiz, nazal kavite, akustik rinometri

ABSTRACT

Objective: The effect of isotonic physical exercise on the nasal cavity volumes of 10 healthy volunteers was evaluated with acoustic rhinometry.

Material and Methods: The nasal volumes at rest were measured for each individual, and the volunteers underwent 3 different exercise protocols; 5 minutes light, 5 minutes intense and 10 minutes intense. The nasal volumes were measured immediately after the end of exercise (0 minutes), and 10, 20 and 30 minutes after each exercise protocol. The nasal volumes obtained from each protocol were compared with each other and with the resting nasal volumes.

Results: Isotonic physical exercise resulted in an increase in total nasal volumes and this effect lasted about 20 min after the end of each exercise protocol. The increase in total nasal volumes was found to be significant at 0 and 10 minutes after the cessation of each exercise protocol.

Conclusion: Neither the increase in intensity nor the duration of the exercise had a significant effect to the course of the nasal response.

Keywords

Exercise, nasal cavity, rhinometry, acoustic

Çalışmanın Dergiye Ulaştığı Tarih: 27.09.2007 Çalışmanın Basıma Kabul Edildiği Tarih: 01.11.2007

≈

Yazışma Adresi

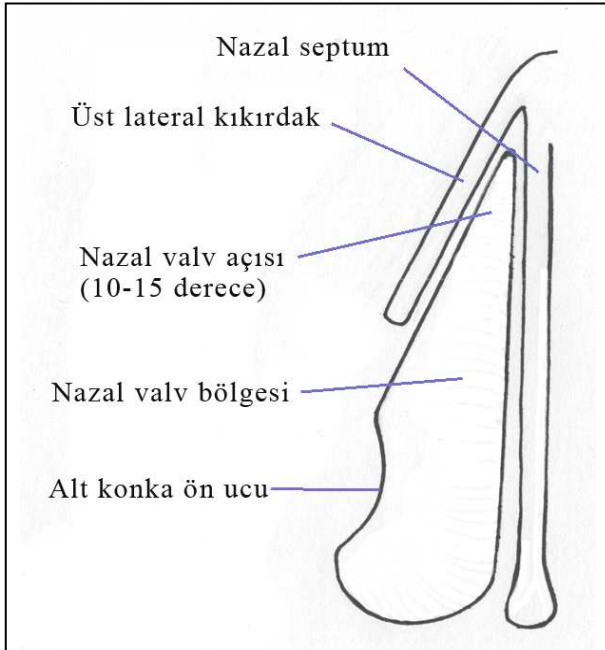
Dr. Fuat BÜYÜKLÜ

Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı
6. cadde No: 72/2 Bahçelievler, ANKARA
Tel: 0312 2238534 GSM: 0535 8257182
e-posta: fuatbuyuklu@yahoo.com

GİRİŞ

Egzersiz ile oluşan hava yolu direnci değişiklikleri birçok araştırmacı tarafından değişik metodlarla ortaya konmuştur. Egzersizde oluşan nazal yanıtın sorumlu temel mekanizmanın sempatik sistem deşarjı olduğu ileri sürülmüştür. Egzersiz sırasında, nazal mukozanın kapasitans damarlarındaki α -adrenetjik reseptörlerin uyarılmasıyla erektil dokular dekonjeste olur ve mukozanın kalınlığı ile nazal havayolu direnci azalır.¹ Böylece kan oksijenasyonu için akciğerlere giden hava miktarı artar. Bu teori daha sonra pek çok araştırmacı tarafından da desteklenmiştir.^{2,3} Egzersizin burun fizyolojisine etkisi ile ilgili yapılmış çalışmaların çoğunda nazal hava yolu direncinin değerlendirildiği rinomanometri kullanılmış olup, nazal pasaj kesit alanları ya da hacimlerdeki değişiklikler irdelenmemiştir.⁴⁻⁸ Bu çalışmalarda ölçümlerde, tek başına toplam nazal direncin % 50'sinden fazlasını oluşturan nazal valve (Şekil 1) odaklanılmıştır.

Nazal valv bölgesinde dekonjesyonu değerlendirecek miktarda erektil doku bulunmadığı⁹ düşünüldüğünde rinomanometri yeterli bilgi vermeyebilir. Dolayısıyla literatür inceendiğinde egzersizle oluşan genişlemenin nazal pasajdaki lokalizasyonu ya da nazal kavite hacminde ne derece değişiklik oluşturduğu yeterince bilinmemektedir.



Şekil 1. Nazal valv anatomisi ve nazal valv açısı.

Akustik rinometri (AR), nazal geometrinin değerlendirilmesinde kullanılan bir cihaz olup, egzersiz sonrası nazal kesit alanı ve hacim değişikliklerini belirlemede kullanılabilir.¹⁰⁻¹⁴ Literatürdeki çelişkili sonuçlara sahip az sayıdaki¹⁰⁻¹⁴ çalışmaların çoğunda^{10,11,13} nazal pasajın belli bölgelerindeki kesit alanı değişimleri değerlendirilmiştir. Ancak sadece kesit alanlarının değerlendirilmesi, üç boyutlu dinamik bir yapı olan nazal kavitedeki genel değişimleri yansıtmada yetersiz kalabilir. Ayrıca, AR alan-uzaklık eğrisindeki minimaların, kavitede oluşan akustik rezonanslara sekonder osilasyonlar olduklarını, nazal valv dışında hiçbir anatomik yapıyı (alt konka, orta konka, koana gibi) temsil etmedikleri ve sinus ostiumundan sonraki değerler olduğundan çok daha büyük (overestimation) ölçüldüğü dikkate alındığında kesit alanları ile sınırlı kalmak araştırmacıyı yanlış ya da eksik sonuca götürebilir.^{9,15-23} Bütün bunların ışığında AR ile egzersiz etkisinin değerlendirilmesinde belli bölgelere ait olduğu düşünülen kesit alanı değişimleri yerine, cihazın göreceli olarak doğru değerlendirme yapabildiği 0-5.5 cm arası (nostril - maksiler sinüs ostiumu) bölgenin hacim ölçümlerinin kullanılması ile en sağlıklı bilgi elde edilecektir.

Çalışmamızın amacı; nazal pasaj hacimlerinde izotonik fizik egzersize sekonder gelişen değişimin niteliği ve süresinin yanı sıra, egzersiz şiddeti ve süresinin arttırılmasının bu değişime etkisini AR ile araştırmaktır.

YÖNTEM VE GEREÇLER

Çalışmaya, kulak burun boğaz muayenelerinde herhangi bir patoloji saptanmayan aynı cinsiyette gönüllüler dahil edilmiştir. Sistemik hastalığı, burun ile ilgili şikayeti, burun travması, daha önce geçirilmiş nazal cerrahi veya topikal burun damlası, topikal ya da sistemik steroid kullanımı öyküsü bulunan hastalar çalışmaya alınmamıştır. Gönüllü deneklerin tümünün egzersiz öncesi kalp hızları ve arteriel kan basınçları ölçülmüştür. Tüm hastalara gönüllü denek onay formu imzalatılmış ve çalışma için üniversitemiz etik kurulundan onay alınmıştır.

Egzersiz Kapasitesinin Belirlenmesi

Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Tedavi Ünitesinde deneklerin egzersiz kapasitelerinin belirlenmesi amacıyla, koşu bandında (TEPA TM-PRO 2000) yaşa bağımlı beklenen maksimum kalp hızlarının önce %60-70'ine, ardından da koşu bandının hızı ve eğimi artırılarak %70-80'ine ulaşacak şekilde egzersiz

yaptırılarak kişiye özel egzersiz şiddeti belirlenmiştir. Deneklerin yaşa bağımlı beklenen maksimum kalp hızlarının %60-70'ine ulaşacak şekilde yapılan egzersiz "hafif egzersiz", %70-80'ine ulaşacak şekilde yapılan egzersiz ise "ağır egzersiz" olarak nitelendirilmiştir.

Egzersiz Protokolleri ve Akustik Rinometri Ölçümleri

Deneklere Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Tedavi Ünitesinde acil kardiyak müdahale önlemleri alınarak kendi egzersiz kapasitelerine göre 5 dakika süreli hafif egzersiz, 5 dakika süreli ağır egzersiz ve 10 dakika süreli ağır egzersiz olmak üzere 3 farklı protokol uygulanmıştır.

Ölçüm öncesi denekler egzersizin yapılacağı salonda en az 15 dakika bekletilmiş, egzersiz ve ölçümlerin tümünün aynı ortam ve mevsimde yapılmasına ve ölçüm yapılan değişik günlerde ortam sıcaklığı farklarının 2°C 'yi geçmemesine özen gösterilmiştir. AR ölçümleri aynı kişi tarafından yapılmış olup ölçüm öncesi AR'nin (Rhinometrics - RhinoScan v2.6, Interacoustics, USA) burun probunun ucuna akustik kaçağı önlemek için jel (Contact Jel, Medikim AŞ, İstanbul) sürülmüştür. Elde edilen alan uzaklık eğrisinin altında kalan alan kullanılarak (0-5.5 cm arası) nazal kavite hacmi hesaplanmıştır.

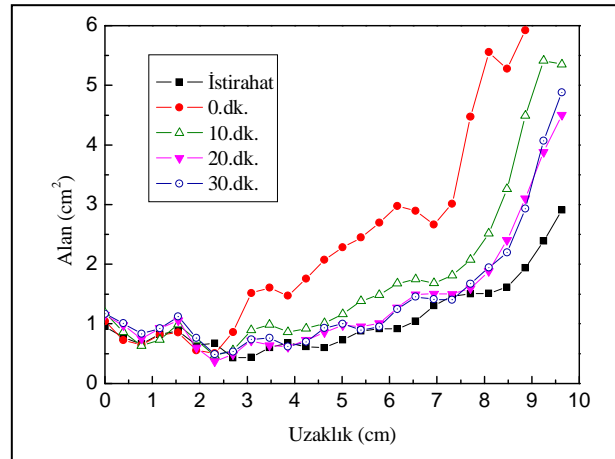
Öncelikle egzersiz öncesi AR ölçümü yapılmış, ardından deneklere 3 farklı izotonik aerobik egzersiz protokolü uygulanmıştır:

1. Kısa süreli (5 dakika) düşük şiddetli egzersiz: Deneklere yaklaşık 2 dakika süren bir ısınma süresinin ardından, 5 dakika süreyle, kalp hızlarını maksimum kalp hızının %60-70'i kadar artıracak koşu bandı egzersizi uygulanmıştır.

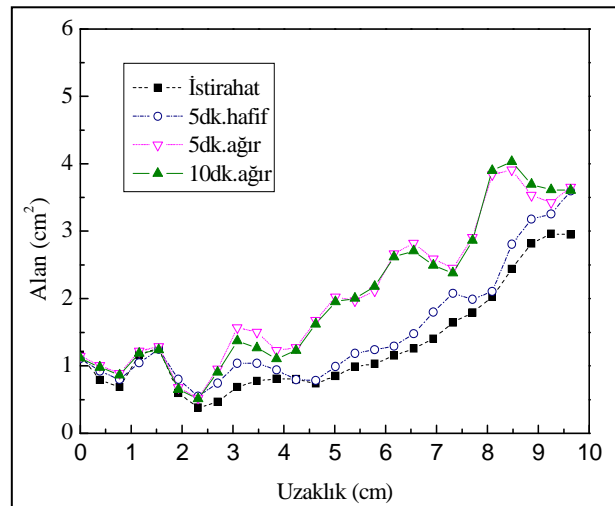
2. Kısa süreli (5 dakika) ağır egzersiz: Deneklere önceki testi takip eden günde, kısa süreli bir ısınmanın ardından koşu bandında maksimum kalp hızlarını %70-80 artıracak şiddette 5'lik egzersiz yaptırılmıştır.

3. Uzun süreli (10 dakika) ağır egzersiz: Deneklere bir sonraki gün kısa süreli bir ısınmanın ardından, kalp hızlarını %70-80 oranında artıracak şekilde 10 dakika süreyle koşu bandı egzersizi uygulanmıştır.

Her egzersiz sonrası deneklere 2'şer dakikalık soğuma periyodu uygulanarak ölçümler her egzersiz sonrası 0., 10., 20., ve 30. dakikalarda yapılmıştır. Tüm testlerde her bireyin sağ ve sol nazal pasaj hacimleri ayrı ayrı ölçülmüş (Şekil 2), nazal siklusun olası etkisini önlemek ve daha sağlıklı değerlendirme yapabilmek için toplam (sağ+sol) nazal pasaj hacimleri hesaplanmıştır.



Şekil 2. 10 dakika ağır egzersizden sonra bir denek için sağ nazal pasaj AR ölçümleri



Şekil 3. 3 farklı egzersiz protokolü uygulanmış bir denek için, egzersizden hemen sonra (0. dakika) sağ nazal pasaj AR ölçümleri

İstirahattaki ortalama toplam nazal pasaj hacmi, her bir farklı egzersiz protokolü sonrası 0., 10., 20. ve 30. dakikalardaki hacimlerle karşılaştırılarak egzersizin nazal pasaj hacminde oluşturduğu farkın anlamlı olup olmadığı araştırılmıştır (Şekil 3).

Anlamlı fark oluştuğu takdirde bu farkın ne zaman ortadan kalktığı araştırılmaya çalışılmıştır.

İstatistiksel Analiz

Verilerde normal dağılıma uyum için Shapiro-Wilk testi, varyansların homojenlik kontrolü için de Levene testi kullanılmış olup dağılımının normal, varyanslarının homojen olduğu görülmüştür. Bunun üzerine Tekrarlı

Ölçümler Varyans Analizi ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar ortalama \pm standart hata olarak ifade edilmiş, $p < 0.05$ düzeyi istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Veri seti SPSS 13.0 istatistik paket programı ile analiz edilmiştir.

BULGULAR

Çalışmaya yaşları 27-32 (ort: 29.6 ± 1.5) arasında değişen 10 gönüllü erkek denek dahil edilmiştir. İstirahat sırasındaki nazal pasaj hacimleri $8.34-12.36 \text{ cm}^3$ (ort: 10.20 ± 0.40) arasında değişen deneklerin 3 farklı egzersiz protokolü için istirahatteki ve egzersiz sonrası 0., 10., 20. ve 30. dakikalardaki toplam nazal pasaj hacimleri Tablo 1 ve Şekil 4'te gösterilmiştir.

İstirahattaki ortalama toplam nazal pasaj hacimleri egzersiz sonrasındaki ortalama toplam nazal pasaj hacimleri ile karşılaştırıldığında, her üç egzersiz protokolü için de istirahat ile egzersiz sonrası 0. dakika nazal pasaj hacimleri ve istirahat ile egzersiz sonrası 10. dakika nazal pasaj hacimleri arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0.001$) bulunmuştur (Tablo 1). Buna karşılık, istirahat ile egzersiz sonrası 20. dakika ve istirahat ile egzersiz sonrası 30. dakika nazal pasaj hacimleri arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (istirahat-20.dakika için $p=0.144$, istirahat-30.dakika için $p=0.266$) (Tablo 1).

Tüm egzersiz protokollerinden hemen sonraki (0. dakika) nazal pasaj hacimleri ile 10. dakika, 20. dakika ve 30. dakika nazal pasaj hacimleri arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı (0.-10. dakika için $p=0.016$, 0.-20. dakika için $p < 0.001$, 0.-30. dakika için $p < 0.001$) bulunmuştur (Tablo 1).

5 dakika hafif, 5 dakika ağır ve 10 dakika ağır egzersizden sonra 0., 10. ve 20. dakika değerleri karşılaştırıldığında, nazal hacimler arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı (0. dakika için $p=0.891$, 10. dakika için $p=0.891$, 20. dakika için $p=0.563$) bulunmuştur (Tablo 1).

TARTIŞMA

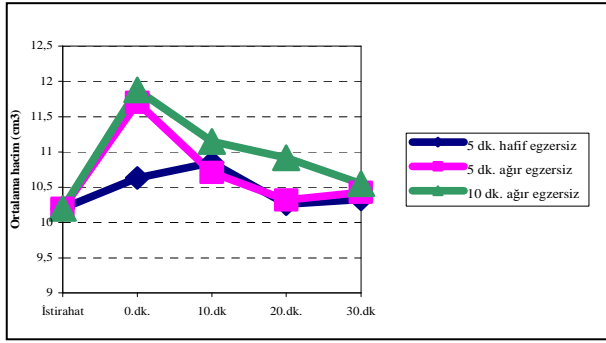
Nazal hava yolu direncini yaş, çevre ısısı, vücut postürü, ilaçlar, hiperventilasyon, burun mukozasındaki inflamatuvar süreçler, hormonal faktörler ve egzersiz gibi birçok faktörün etkilediği bilinmektedir.²⁴ Egzersiz söz konusu olduğunda solunum sistemi, değişikliklerin en belirgin olarak gözlemlendiği sistemlerdendir. Bu etki yoğun olarak hava yolu direncinin en fazla (toplam hava yolu direncinin %50-60'ı) olduğu bölge olan burunda gerçekleşir.²⁵

Hava yolu direncinin oluşmasındaki mekanizmalardan biri burun mukozasında sempatik ve parasempatik aktivasyon sonucu kapasitans damarlardaki α adrenerejik reseptörlerin uyarılmasıyla oluşan vasküler doku değişimleridir. Egzersiz sırasında nazal hava yolu direnci azaltta diğer olası faktörler ise, alae nazi kası aktivitesi, artmış burun hava akımı, kanın nazal mukozadan iskelet kaslarına doğru pasif dağılımı, hiperventilasyon ve endojen nöropeptid Y salınımdır.⁷ Egzersize bağlı değişimler en belirgin olarak mukozal erektil komponentin en yoğun olduğu bölge olan alt konkada gerçekleşir.

Literatür incelendiğinde, egzersizin burun fizyolojisine etkisi ile ilgili yapılmış çalışmaların çoğunda nazal hava yolu direncinin değerlendirildiği rinomanometri kullanılmış olup, nazal pasaj kesit alanları ya da hacimlerdeki değişiklikler irdelenmemiştir.⁴⁻⁸ Bu yüzden söz konusu çalışmalarda ölçümlerde, tek başına toplam üst nazal direncin yarından fazlasını oluşturan nazal valve (Şekil 1) odaklanılmıştır. Oysa nazal valvde egzersizin dekonjesyon etkisini değerlendirecek miktarda erektil doku bulunmadığı, erektil dokuların nazal valvin hemen arkasından başlayıp koanaya kadar uzanan bölgede yerleşmiş olduğu Cankurtaran ve ark.⁹ yaptıkları AR- bilgisayarlı tomografi karşılaştırmalı çalışmada, gösterilmiştir. Bu noktadan hareketle nazal erektil dokunun yoğun olarak bulunduğu ve egzersizle dinamik değişimlerin olduğu bölgelerin değerlendirilmesi için rinomanometri yerine AR kullanmak daha sağlıklı bilgi verecektir. Literatürde bu duruma odaklanarak AR ile yapılmış, nazal pasajın

Tablo 1. İstirahat ve egzersiz sonrası ortalama toplam nazal pasaj hacimleri.

Egzersiz protokolü	İstirahat	Egzersiz sonrası 0. dk	Egzersiz sonrası 10. dk	Egzersiz sonrası 20. dk	Egzersiz sonrası 30. dk
5 dk hafif egzersiz	10.20 \pm 0.40	10.63 \pm 0.39	10.85 \pm 0.40	10.26 \pm 0.40	10.33 \pm 0.33
5 dk ağır egzersiz	10.20 \pm 0.40	11.70 \pm 0.48	10.71 \pm 0.32	10.32 \pm 0.31	10.43 \pm 0.40
10 dk ağır egzersiz	10.20 \pm 0.40	11.88 \pm 0.52	11.15 \pm 0.37	10.92 \pm 0.26	10.55 \pm 0.34



Şekil 4. Toplam pasaj ortalama hacminde egzersizle gözlenen değişiklikler.

belli bölgelerindeki kesit alanlarındaki değişimleri değerlendiren az sayıda çalışma mevcuttur ve sonuçları çelişkilidir.¹¹⁻¹³ Wilde ve ark.,¹¹ AR ile izometrik egzersiz sonrası gelişen nazal yanıtı değerlendirdikleri çalışmalarında, sağ veya sol elle yapılan izometrik egzersiz sonrası egzersiz yapılan taraftaki nazal pasajda konjesyon, diğer tarafta ise dekonjesyon gözlendiğini saptamışlardır. Ancak yazarlar, izometrik egzersiz sonrası bilateral etkilenme beklenmesine rağmen, bir tarafta (ipsilateral) konjesyon diğer tarafta (kontralateral) dekonjesyon gözlenmesini, ipsilateral tarafta sempatik etkinin ortaya çıkmasını engelleyen olası bir lokal parasempatik refleks ile açıklamışlardır. Jang ve ark.¹³ AR ile septal deviasyonlu 10 kişide egzersiz sonrası 3.3, 4.0 ve 6.4 cm³'lerdeki kesit alanlarını ölçerek en belirgin yanıtın nostrilden sonraki 4. cm³'de elde edildiğini ve bu bölgenin erektil doku komponentinin en yoğun bulunduğu bölge olan alt konkanın orta kısmına denk geldiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, deviasyonun karşı tarafında egzersize bağlı oluşan yanıtın, deviasyon tarafına göre çok daha belirgin şekilde geliştiği saptanmıştır. Son olarak Fonseca ve ark.¹⁴ 19 sağlıklı bireyde bisiklet ergometrisi sonrası 0-6

cm arasında oluşan nazal pasaj hacim değişimlerini AR ile değerlendirmişlerdir. Egzersizin süresini ve şiddetini değiştirerek 3 farklı (5 dakika hafif, 5 dakika ağır, 10 dakika hafif) protokol uygulamışlar, egzersiz sonrası 0., 10. ve 20. dakikalarda ölçüm yapmışlardır. Sonuçta, nazal pasaj hacimlerinde egzersiz sonrası hemen başlayıp 20 dakika süren bir artış tespit etmiş, bu artışın egzersiz sonrası yalnızca 0. dakikada belirgin ve anlamlı olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca oluşan nazal yanıtın, uygulanan egzersizin şiddetinden daha çok, süresinin artırılmasından etkilendiğini göstermişlerdir. Çalışmamızda ise, herhangi bir sistemik ya da kulak-burun-boğaz patolojisi olmayan sağlıklı bireylerde 5 dakika hafif egzersiz, 5 dakika ağır egzersiz ve 10 dakika ağır egzersiz olmak üzere 3 farklı protokol uygulanmış, egzersiz sonrası 0., 10., 20., ve 30. dakikalarda AR ile ölçümler yapılmıştır. Her 3 protokol sonrasında da, toplam nazal pasaj hacimlerinde artış saptanmış, egzersiz sonrası 0. ve 10. dakikalardaki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

SONUÇ

Çalışmamızda 5 dakika hafif egzersiz, 5 dakika ağır egzersiz ve 10 dakika ağır egzersiz sonrası toplam nazal pasaj hacimlerinde artış saptanmış, 0. ve 10. dakikalardaki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ancak, egzersiz şiddetinin ya da süresinin artırılmasının egzersizi takiben gelişen nazal kavite hacim artışına, dolayısıyla nazal yanıtın seyrine istatistiksel olarak anlamlı bir etki yapmadığı görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Çalışma Başkent Üniversitesi Araştırma fonu tarafından desteklenmiştir (Proje no: KA06/186).

KAYNAKLAR

- Dallimore NS, Eccles R. Changes in human nasal resistance associated with exercise, hyperventilation and rebreathing. *Acta Otolaryngol (Stockh.)* 1977;84:416-21.
- Richerson HB, Seebohm PM. Nasal airway response to exercise. *J Allergy* 1968;41:269-84.
- Forsyth RD, Cole P, Shephard RJ. Exercise and nasal patency. *J Appl Physiol* 1983;55:860-5.
- Serra-Battles J, Montserrat JM, Mullol J, Ballester E, Xaubert A, Picado C. Response of the nose to exercise in healthy subjects and in patients with rhinitis and asthma. *Thorax* 1994;49:128-32.
- Strohl KP, Decker MJ, Olson L, Flak TA. The nasal response to exercise and exercise induced bronchoconstriction in normal and asthmatic subjects. *Thorax* 1988;43:890-5.
- Konno A, Terada N, Okamoto Y, Togawa K. The effect of cold exposure and Exercise upon the nasal mucosal responses in nasal allergy. *Ann Allergy* 1985;54:50-9.
- Lacroix JS, Correia F, Fathi M, Grauzmann E. Post exercise nasal vasoconstriction and hyporeactivity: Possible involvement of neuropeptide Y. *Acta Otolaryngol* 1997;117:609-13.
- Hasegawa M, Kabasawa Y, Ohki M, Watanabe I. Exercise induced change of nasal resistance in asthmatic children. *Otolaryngol Head and Neck Surg* 1985;93:772-6.
- Cankurtaran M, Çelik H, Coşkun M, Hızal E, Çakmak Ö. Acoustic rhinometry in healthy humans: Accuracy of area estimates and ability to quantify certain anatomical structures in the nasal cavity. *Ann Otol Rhinol Laryngol (basımda)*.

10. Portugal LG, Mehta RH, Smith BE, Sabnani JB, Matava JM. Objective assesment of the breathe-right device during exercise in adult males. *Am J Rhinol* 1997;11:393-7.
11. Wilde AD, Cook JA, Jones AS. The nasal response to isometric exercise. *Clin Otolaryngol* 1995;20:345-7.
12. Valero A, Serrano C, Valera JL, Barbera A, Torrego A, Mullol J, Picado C. Nasal and bronchial response to exercise in patients with asthma and rhinitis. *Allergy* 2005;60:1126-31.
13. Jang YJ, Lee JH, Jang JH. Acoustic rhinometric evaluation of the nasal response to exercise in patients with nasal septal deviation. *Clin Otolaryngol* 2000;25:423-7.
14. Fonseca MT, Voegels RL, Pinto KMC. Evaluation of nasal volume before and after physical exercise. *Am J Rhinol* 2006;20:269-73.
15. Çakmak Ö, Tarhan E, Coşkun M, Cankurtaran M, Çelik 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.
16. Çakmak Ö, Çelik H, Cankurtaran M, Büyüklü F, Özgirgin N, Özlüoğlu LN. Effects of paranasal sinus ostia and volume on acoustic rhinometry measurements: A model study. *J Appl Physiol* 2003;94:1527-35.
17. Çakmak Ö, Çelik H, Cankurtaran M, Özlüoğlu LN. Effects of anatomical variations of the nasal cavity on acoustic rhinometry measurements: A model study. *Am J Rhinol* 2005;19:262-8.
18. Tarhan E, Coşkun M, Çakmak Ö, Çelik H, Cankurtaran M. Acoustic rhinometry in humans: Accuracy of nasal passage area estimates and ability to quantify paranasal sinus volume and size. *J Appl Physiol* 2005;99:616-23.
19. Çakmak Ö, Özlüoğlu L, Çelik H. Akustik rinometri: Çalışma prensibi; hata kaynakları ve bazı öneriler. *Kulak Burun Boğaz Baş-Boyun Cerrahisi Dergisi* 2002;1:16-9.
20. Çakmak Ö, Coşkun M, Çelik H, Büyüklü F, Özlüoğlu LN. Value of acoustic rhinometry for measuring nasal valve area. *Laryngoscope* 2003;113:295-302.
21. Çakmak Ö, Çelik H, Ergin T, Sennaroğlu L. Accuracy of acoustic rhinometry measurements. *Laryngoscope* 2001;111:587-94.
22. Cankurtaran M, Çelik H, Çakmak Ö, Özlüoğlu LN. Effects of the nasal valve on acoustic rhinometry measurements: A model study. *J Appl Physiol* 2003;94:2166-72.
23. Çelik H, Cankurtaran M, Çakmak Ö. Acoustic rhinometry measurements in tepped-tube models of the nasal cavity. *Phys Med Biol* 2004;49:371-86.
24. Bussieres M, Perussel L, Leclerc JE. Effect of regular physical exercise on resting nasal resistance. *J Otolaryngol* 2000;29:265-9.
25. Çakmak Ö, Genç E, Ergin T. Nazal valv. *KBB Klinikleri* 2001;3:164-8.