

## EGZERSİZE BAĞLI ASTMADA MAKSİMAL EFOR TESTİ YANITLARI

T. Aydın\*, Y. Yıldız\*, C. Özgürbüz\*, H. Yağmur\*,  
Ü. Genç\*, T.A. Kalyon\*

### ÖZET

Çalışmanın amacı, EBA'lı olguların maksimal efor testine verdikleri kardiyorespiratuar cevabın incelenerek maksimal efor testinin güvenilirliğini ortaya koymaktır. Çalışmaya, ortama yaşları  $20.8 \pm 3.1$  olan ve test öncesi spirometrik değerleri normal bulunan 17 EBA'lı sporcu ile ortalama yaşları  $21.0 \pm 4.8$  olan 18 sağlıklı sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Olguların test öncesinde antropometrik ve spirometrik ölçümler yapıldı. Maksimal efor testi olarak, SensorMedics 2900c metabolik ölçüm aleti ve buna bağlı bisiklet ergometresinde iş yükünün her üç dakikada bir 50 W arttığı test protokolü uygulandı. Maksimal efor testi sonrasında EBA'lı olgularda maksimal ventilasyon (MaxVE)  $105.4 \pm 21.2$  l/dk, maksimal oksijen tüketimi (MaxVO<sub>2</sub>)  $42.9 \pm 6.7$  ml/kg/dk, maksimal iş yükü (MaxWL)  $205.3 \pm 29.4$  W, maksimal kalp hızı (MaxHR)  $186.4 \pm 6.7$  atım/dk, kontrol grubunda ise MaxVE  $115.3 \pm 20.8$  l/dk, MaxVO<sub>2</sub>  $41.7 \pm 6.6$  ml/kg/dk, MaxWL  $225.6 \pm 31.5$  W, MaxHR  $185.4 \pm 6.9$  atım/dk olarak bulundu. Her iki grubun kardiyorespiratuar değerleri arasındaki ilişki Many Whitney U-testi ile değerlendirildi ve her iki grubun SER değeri dışındaki parametreleri benzer olarak bulundu ( $p > 0.05$ ). Sonuç olarak, EBA'lı olguların maksimal efor testine verdikleri kardiyorespiratuar yanıtın normal sınırlar içinde olduğunu ve EBA'lı olgularda maksimal efor testinin güvenle uygulanabileceğini söyleyebiliriz.

**Anahtar sözcükler:** Egzersiz, astım, maksimum O<sub>2</sub> tüketimi

\* Gülhane Askeri Tıp Akademisi Spor Hekimliği Anabilim Dalı, ANKARA

## SUMMARY

### THE RESPONSES TO MAXIMAL EFFORT TEST IN ATHLETES WITH EIA

The aim of this study is to investigate the cardiorespiratory responses to maximal effort test in cases of exercise induced asthma (EIA) and to determine the safety of that given test protocol. A total of 17 sportsmen with EIA having normal pretest spirometric values (mean age:  $20.8 \pm 3.1$  yr) and 18 healthy volunteers (mean age:  $21.0 \pm 4.8$  yr) were enrolled in the study. All anthropometric and spirometric measurements were carried out before starting the test. As for the maximal effort test, SensorMedics 2900c metabolic measurement system and an integrated cycle ergometer were used and an incremental test protocol of 50 W workload per three minutes was applied. Following the maximal test protocol, in cases of EIA,  $105.4 \pm 21.2$  l/min maximal ventilation (MaxVE),  $42.9 \pm 6.7$  ml/kg/min maximal  $O_2$  consumption (MaxVO<sub>2</sub>), 205.3±29.4 W maximal work load (MaxWL),  $186.4 \pm 6.7$  beat/min maximal heart rate (MaxHR) values were obtained while in the control group  $115.3 \pm 20.8$  l/min MaxVE,  $41.7 \pm 6.6$  ml/kg/min MaxVO<sub>2</sub>,  $225.6 \pm 31.5$  W MaxWL and  $185.4 \pm 6.9$  beat/min MaxHR values were found. The differences between the two groups were assessed with the Mann Whitney U-test and all parameters but only SER values were found insignificantly different ( $p > 0.05$ ). In conclusion, we suggest that the cardiorespiratory responses to maximal effort test of athletes with EIA are within normal limits and this given test protocol can be applied in these cases without any significant problem.

**Key words:** Exercise, asthma, maximal  $O_2$  consumption

## GİRİŞ

Egzersize Bağlı Astma (EBA), egzersizle ortaya çıkan akut astma atağı olarak tanımlanır; astmalı ve allerjik rinitli olgularda oldukça sık oranda gözlenir (6,12). Akut-kronik kardiyopulmoner rahatsızlığı ve akut bakteriyel-virütik enfeksiyonu olmayan ve solunum fonksiyon testleri normal olan kişilerde uygun yoğunluktaki egzersiz sonrası EBA oluşabilir (Primer EBA). Bu durumda egzersiz uyarıcı faktör olarak rol oynar.

EBA, günlük yaşamı, rekreasyonel aktiviteyi ve sportif performansı olumsuz yönde etkiler. Bu etkilerinden dolayı son yıllarda önemi giderek artmıştır. Sportif faaliyetler sırasında göğüs ağrısı, nefes darlığı, huzur-

suzluk, öksürük şikayeti olan bireylerde EBA düşünölmelidir. Bu tür yakınmalara neden olabilecek kardiyorespiratuar bir patoloji veya bronşiyal hiperreaktiviteyi arttırabilen akut bir enfeksiyonun varlığı araştırılmalı ve şüpheli olgularda provokasyon testi yapılarak EBA tanısı kesinleştirilmelidir (6,9,10).

EBA tanısı için submaksimal egzersiz provokasyon testi ve kimyasal provokasyon testleri kullanılmakta ise de (6,9,10), egzersiz provokasyon testi EBA için daha spesifiktir. Literatürde, submaksimal efor testinin aerobik kondisyonu iyi olan olgularda EBA'yı provoke edemeyeceği belirtilmekte (14,15) ve rekreasyonel veya sportif aktivitelerde maksimal progressif test önerilmektedir (11). Yine submaksimal egzersiz testi ile tanı konulan olgulara uygun egzersiz programını verebilmek için, maksimal efor testi ile maksimal kapasitelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu ise olgulara verdiği ekstra stresle birlikte, zaman ve maliyet açısından da ek yük getirir.

Maksimal efor testi, submaksimal teste kıyasla organizma üzerine daha fazla stress yükler. Yine maksimal efor testinde solunumsal eşik geçildiği için denekler aşırı ventilasyona maruz kalırlar. Aşırı ventilasyon, metabolizma üzerine ek yük getirmesinin yanı sıra dispne indeksini de artırır. Dispne indeksi (Dİ) egzersiz sırasındaki ventilasyonun, maksimal istemli ventilasyona % oranı olarak geçer ( $Dİ=VE/MVV$ ) ve ventilatuar rezervi belirtir. Dİ'ni %60 ve üzerine çıkararak iş yükü değerlerinin EBA'a yol açtığı belirtilmektedir (5,6).

Bu çalışmada, EBA'lı olguların maksimal efor testine verdikleri kardiyorespiratuar cevap incelenerek maksimal efor testinin EBA'lı olgularda güvenilirliği irdelenmiştir.

### **GEREÇ ve YÖNTEM**

EBA ön tanısı ile izlenen ve kardiyopulmoner patolojisi ile akut bakteriyel-viral bir enfeksiyonu bulunmayan ve test öncesi solunum fonksiyon testleri normal olan 23 olguya maksimal efor testi uygulandı. Maksimal efor testi sonrasında FEV<sub>1</sub>/PEF'deki %15 ve üzerinde düşüş olan 17 olgu EBA grubu olarak kabul edildi ve bu olguların teste verdikleri kardiyorespiratuar değerler bulundu. Kontrol grubu olarak ise aynı aktivite düzeyine sahip 18 sağlıklı olgu maksimal efor testine alınarak kardiyorespiratuar değerleri belirlendi.

**Maksimal efor testi:** Test öncesinde ortam şartları, sıcaklık ve nem oranı ölçüldü. Aşırı sıcak ve soğuk çevrenin spirometrik parametreleri, periferik dolaşımı ve performansı olumsuz yönde etkileyebileceği göz önüne alınarak test odasının sıcaklığı, ısıtma sistemleriyle 20-22°C'da sabit tutuldu. Her test öncesinde ortamın nemi, ısı ve barometrik basıncı bilgisayara yüklendi ve metabolik analizörün hacim ve gaz kalibrasyonu yapıldı. İlk olarak, bisiklet (SensorMedics Ergo-Metrics 900, USA) üzerinde üç dakika oksijen tüketim değerleri ölçüldü. Daha sonra, iş yükü 20 W, maksimal pedal hızı dakikada 50 devir (rpm) olacak şekilde üç dakika boyunca bisiklete adaptasyonları ve ısınmaları sağlandı. Teste iş yükü 50 W, pedal hızı 50 rpm olacak şekilde başlandı ve iş yükü her üç dakikada bir 50 W artılarak, olguların maksimale kadar ulaşmaları sağlandı.

**Solunum fonksiyon testleri:** Tüm olguların, maksimal efor testi öncesinde ve sonrasında her beş dakikada bir olmak üzere 30-60 dakika süresince portatif bir spirometre ile (Fukuda Sangyo, SpiroAnalyzer ST-90) solunumları ölçüldü. Spirometre aleti, her test öncesinde 3000 ml'lik flowmeter aleti ile kalibre edildi. Spirometrik ölçümler her olgu için üç kez tekrarlandı ve en yüksek ekspiratuvar akım (PEF) değerini içeren spirometrik değerler test için geçerli kabul edildi. Test öncesi vital kapasite (VC), zorlu vital kapasite (FVC), birinci saniyedeki zorlu ekspiratuvar volüm (FEV<sub>1</sub>), zirve ekspiratuvar akım (PEF) ile bunların beklenen yüzde değerleri ölçüldü. Test sonrasında vital kapasite ve bunun yüzde değeri dışındaki spirometrik ölçümler, beş dakikalık periyodlar halinde 30 dakika süresince her olgu için üç kez tekrarlandı.

**Solunumsal eşğin belirlenmesi:** Çalışmada kullandığımız SE, Wasserman tarafından önerilen konvansiyonel yöntem kullanılarak belirlendi (VE/VO<sub>2</sub>, VE/VCO<sub>2</sub>/, PETO<sub>2</sub>, PETCO<sub>2</sub>, R) (17). Aynı zamanda, solunumsal eşikteki oksijen tüketimi (SEVO<sub>2</sub>), solunumsal eşikteki ventilasyon (SEVE), solunumsal eşikteki R değeri (SER), solunumsal eşikteki iş yükü (SEWL), solunumsal eşikteki kalp hızı (SEHR) her bir olgu için ayrı ayrı bulundu..

**İstatistiksel analiz:** Veriler, SPSS for Windows 6.0 istatistik paket programı kullanılarak değerlendirildi. Gruplar arası karşılaştırma Mann-Whitney U-testi ile yapıldı; değerlendirmelerde p<0.05 değeri anlamlı olarak kabul edildi.

**BULGULAR**

EBA'lı olguların antropometrik özellikleri ve test öncesi spirometrik değerleri, kontrol grubu ile benzer bulundu (Tablo 1 ve 2) ( $p_{yaş}=0.52$ ,  $p_{boy}=0.81$ ,  $p_{kilo}=0.64$ ,  $p$ : pearson,  $p>0.05$ ). Olguların verdikleri kardiyorespiratuar değerler Tablo 3 ve 4'de verilmiştir. Gruplar arasında SER değeri dışındaki parametreler arasında anlamlı bir farklılık bulunamadı ( $p>0.05$ ).

Tablo 1. Olguların fiziksel özellikleri (Ort.  $\pm$  SD).

	EBA grubu (n=17)	Kontrol grubu (n=18)
Yaş, yıl	20.8 $\pm$ 3.2	21.0 $\pm$ 4.9
Boy, cm	173.7 $\pm$ 7.1	175.1 $\pm$ 5.5
Vücut ağırlığı, kg	67.4 $\pm$ 10.6	66.6 $\pm$ 6.1

Tablo 2. EBA ve kontrol grubundaki olguların test öncesi solunumsal değerleri (Ort.  $\pm$  SD).

	EBA grubu	Kontrol grubu
SVC, l	4.74 $\pm$ 0.79	4.77 $\pm$ 0.49
% preSVC	92.3 $\pm$ 10.7	93.5 $\pm$ 9.5
FVC, l	4.51 $\pm$ 0.68	4.85 $\pm$ 1.43
% preFVC	91.3 $\pm$ 7.2	96.3 $\pm$ 14.3
FEV1, l	4.14 $\pm$ 0.69	4.23 $\pm$ 0.97
% preFEV	100.1 $\pm$ 11.8	98.0 $\pm$ 12.23
PEF, l/sn	9.13 $\pm$ 1.92	8.71 $\pm$ 1.71
% prePEF	98.0 $\pm$ 23.5	93.5 $\pm$ 18.4

Tablo 3. EBA ve kontrol grubundaki olguların egzersiz sonrası kardiyak ve solunumsal parametreleri (Ort.  $\pm$  SD).

	EBA grubu	Kontrol grubu
ESMaxVE, l/dk	105.4 $\pm$ 21.2	115.3 $\pm$ 20.8
MaxVO <sub>2</sub> , ml/kg/dk	42.9 $\pm$ 6.7	41.7 $\pm$ 6.6
MaxWL, Watt	205.3 $\pm$ 29.4	225.6 $\pm$ 31.5
MaxHSR, atım/dk	186.4 $\pm$ 6.7	185.4 $\pm$ 6.9
Test Süresi, dk	9.0 $\pm$ 1.7	9.0 $\pm$ 2.6

Tablo 4. EBA ve kontrol grubundaki olguların solunumsal eşik seviyesindeki değerleri (Ort.  $\pm$  SD).

	EBA grubu	Kontrol grubu
SEVE, l/dk	71.6 $\pm$ 11.7	71.9 $\pm$ 9.9
SEVO <sub>2</sub> , ml/kg/dk	36.6 $\pm$ 6.3	35.0 $\pm$ 5.5
SER	0.98 $\pm$ 0.05	1.13 $\pm$ 0.12
SEHR, atım/dk	169.2 $\pm$ 7.8	165.3 $\pm$ 12.1
SEWL, W	164.1 $\pm$ 24.3	171.7 $\pm$ 22.3
SEDI, l/dk	69.1 $\pm$ 10.0	63.5 $\pm$ 10.7

### TARTIŞMA

Çalışmada EBA tanısı maksimal efor testi kullanılarak konmuş ve tanı konan EBA'lı olguların maksimal efor testine verdikleri kardiyorespiratuvar yanıtlar değerlendirilmiştir. Böylece ikinci bir maksimal efor testine gerek kalmamıştır. Literatürde EBA tanısı için genellikle submaksimal egzersiz provokasyon testi (6,9,10) önerilmektedir. Submaksimal egzersiz provokasyon testi, maksimal kalp hızlarının %80'ine uyan egzersiz yoğunluğunda 6-10 dakika süreyle koşu bandı veya bisiklet ergometresinde (2,6,9) yapılır. Ancak literatürde submaksimal egzersiz provokasyon testinin, aerobik kondisyonu iyi olanlarda EBA'yı provoke edemeyeceği belirtilmektedir (14,15). Yine günlük yaşamda, rekreasyonel ve sportif aktivitelerde maksimal eforun kullanılması nedeniyle progresif egzersiz testi önerilmektedir (11).

Bilindiği gibi, EBA oluşumunda en önemli parametre ventilasyondaki aşırı artıştır. Ventilasyondaki artış oranı ile EBA arasında doğrusal bir ilişki vardır (1,2,3,13). Bu bağlamda maksimal efor testi ile maksimal ventilasyona ulaşılmıştır. Yapılan çalışmalarda, PEF'deki düşme oranı 6-8 dakika süreli egzersizlerde en yüksek değerine varmakta, 8-10 dakika arasında plato çizmekte 10 veya 16 dakikadan sonra ise başlangıç değerine dönmektedir (1,13). Yine egzersiz testinde, yük artışı ile PEF'deki düşme arasında doğrusal ilişki vardır (1). Bu bağlamda maksimal efor testinde basamaklı test protokolü uygulanarak egzersiz süresi 9.0 $\pm$ 1.7 (6 dk 20 sn - 12 dk) arasında tutulmuş, yük artışı da kademeli olarak arttırılarak maksimal yüklenme sağlanmış ve EBA için en uygun provokasyon sağlanmıştır.

EBA ve kontrol grubundaki olguların maksimal efor test sonrası elde edilen kardiyorespiratuvar değerleri Tablo 3 ve 4'de verilmiştir.

Egzersiz sırasında tüketilen maksimal oksijen miktarının belirleyicilerinden biri de ventilasyondur (16). Artan iş yükü karşısında organizmanın gereksinim duyduğu enerji, oksijenin kullanıldığı oksidatif fosforilasyon sistemi (aerobik yol) ile sağlanır (7). Aerobik yol oksijenin alveoloarteriyel sisteme geçmesiyle başlar. Bu noktada ventilasyon ile oksijen alveoler sisteme iletilir ve ventilasyon artışı ile oksijen tüketimi de doğrusal olarak artar. Egzersiz sırasında ventilatuar parametrelerde oluşabilecek ufak değişiklikler bile  $\text{MaxVO}_2$  değerinin azalmasına yol açacaktır. EBA'lı olgularda  $\text{MaxVO}_2$   $42.9 \pm 6.7$  ml/kg/dk, kontrol grubunda ise  $\text{MaxVO}_2$   $41.7 \pm 6.6$  ml/kg/dk, olarak bulundu. Bu iki değer birbirine oldukça yakındır ( $p > 0.05$ ). Maksimal efor testi sırasında olguların teste uyumunda ve test sırasında devamlı gözlenen VE, VD/VT,  $\text{PETO}_2$ ,  $\text{PETCO}_2$  parametrelerinde herhangi bir problem olmaması; maksimal efor testine respiratuar uyumu gösteren MaxVE değerlerinin kontrol grubu ile benzer olmasını destekler (4,17). Yine EBA'lı olgularda, maksimal test sonrası elde edilen maksimal iş yükü (MaxWL), maksimal kalp hızı (MaxHR) ve test süresi de aynı yaş ve aktivite düzeyine sahip bireylerle ve kontrol grubu ile benzerlik göstermektedir ( $p > 0.05$ ) (8). Bu değerler ise EBA'lı olguların maksimal efor testine verdikleri kardiyovasküler uyumu gösterir. Yukarıda da değinildiği gibi normal  $\text{MaxVO}_2$  değerleri; normal MaxVE ve MaxHR değerleri ile mümkündür. Gruplar arasında MaxVE ve MaxHR arasında farkın olmaması  $\text{MaxVO}_2$  değerleri arasında da fark çıkmamasını açıklar.

Maksimal efor testi sırasında belli bir noktadan sonra anaerobik metabolizma baskın hale gelir (Glikojen-glüköz-pirüvat-laktat). Anaerobik yolla oluşan laktatın  $\text{HCO}_3^-$  ile tamponlanması sonucu oluşan  $\text{CO}_2$ 'in ventilasyonu aşırı artırdığı noktaya anaerobik eşik (solunumsal eşik-laktat eşiğı) denir. Solunumsal eşik, başta respiratuar sistem olmak üzere metabolizma üzerine ek yük getirir (17). Bu ise EBA'lı olgulara maksimal efor testinin uygulanabilirliğini kısıtlayabilir. Bu açıdan solunumsal eşikteki kardiyorespiratuar parametrelerde anormallik olması beklenir. Solunumsal eşiğın, EBA'lı olgularda etkisini belirlemek için bu eşikteki kardiyorespiratuar değerler de irdelendi. Ancak kontrol grubu ile karşılaştırıldığında SER parametresi dışında anlamlı bir fark bulunamadı. SER değeri  $\text{CO}_2/\text{O}_2$  denklemini yansıtır ve kullanılan substrat ile bu oran değişir. SER'in 1.0 olması; egzersiz sırasında kullanılan enerjinin yoğun olarak karbonhidratlardan sağlandığını; yani anaerobik metabolizmanın baskın olduğunu gösterir. Bu da anaerobik yolla oluşan

laktatın,  $\text{HCO}_3^-$  sistemi ile tamponlanarak ekstra  $\text{CO}_2$  üretimini ifade eder. Bu bağlamda SER değerinin EBA'lı grupta daha düşük çıkması,  $\text{CO}_2$ 'e karşı artmış periferik duyarlılığı gösterebilir (4,7).

Yine solunumsal eşik seviyesinde aşırı artan ventilasyonun, Dİ değerlerini arttırarak maksimal efor testini sekteye uğratabileceği düşünüldü (5,6). Bu maksatla solunumsal eşikteki Dİ değerleri bulundu. EBA'lı grupda beş olguda, kontrol grubunda ise dört olguda Dİ %60 ve üzerinde bulundu. Ancak EBA'lı beş olgu da testi tamamladılar.

Bu sonuçlar; EBA'lı olguların maksimal efor testine verdikleri kardiyorespiratuar yanıtların normal olduğunu; dolayısı ile maksimal efor testininin EBA tanısında güvenle uygulanabileceğini göstermiştir.

#### KAYNAKLAR

1. Afrasiabi R, Spector SL: Exercise induced asthma. *Phys Sportsmed* **19**: 49-62, 1991.
2. Anderson SD: Exercise induced asthma. In: *Allergy: Principles and Practice* Middleton E, Reed CE, Ellis EF, et al., Eds., St. Louis, CV Mosby, 1993, p. 1343.
3. Arborelius M, Svenonius E: Decrease of exercise induced asthma after physical training, *Europ J Respir Dis Suppl* **65**: 25-31, 1984.
4. Casaburi R: Physiologic response to training. In: *Clinics in Chest Medicine*, Weisman IM, Zeballos RJ, Eds., Philadelphia, WB Saunders Company, 1994, pp. 215-27.
5. Clark CJ, Cochrane LM: Assessment of work performance in asthma for determination of cardiorespiratory fitness and tcapacity. *Thorax* **43**: 745-9, 1988.
6. Cypar D, Lemanske RF: Asthma and exercise. In: *Clinics in Chest Medicine*, Weisman IM, Zeballos RJ, Eds., Philadelphia, WB Saunders Company, 1994, pp. 173-92.
7. Fox EL, Bowers RW, Foss ML: *The Physiological Basis for Exercise and Sports*, Fifth Edition, USA, Brown-Benchmark, 1989, pp. 42-87.
8. Freeman W, Nute MGL, Williams C: The effect of endurance running training on asthmatic adults. *Br J Sports Med* **23**: 115-22, 1989.
9. Godfrey S: Exercise and hyperventilation induced asthma. In: *Asthma*, Clark TJH, Godfrey S, Eds., London, Chapman Hall, 1992, pp. 72-107.
10. Godfrey S: Exercise and hyperventilation induced asthma. *Asthma*, 3rd edn, TJH Clark, S Godfrey, TH Lee, Eds., London, Chapman Hall, 1992, pp. 100-7.



11. Haas F, Axen K, Schicchi JS: Use of maximum expiratory flow-volume curve parameters in the assessment of exercise induced bronchospasm. *Chest* **103**: 64-8, 1993.
12. Kowabori I, Pierson WE, Conquest LL: Incidence of exercise induced asthma in children. *J Allergy Clin Immunol* **58**: 447-55, 1976.
13. Morton AR, Lawrence SR, Fitch KD, Hahn AG: Duration of exercise in the provocation of exercise induced asthma. *Ann Allergy* **51**: 530-4, 1983.
14. Rupp NT, Guill MF, Brudno DS: Unrecognized exercise induced bronchospasm in adolescent athletes. *AJDC* **146**: 941-4, 1992.
15. Rupp NT, Brudno S, Guill MF: The value of screening for risk of exercise induced asthma in high school athletes. *Ann Allergy* **70**: 339-42, 1993.
16. West JB: *Respiratory Physiology the Essentials*, 2nd edn., California, 1982.
17. Whipp BJ: The bioenergetic and gas exchange basis of exercise testing. In: *Clinics in Chest Medicine*, Weisman IM, Zeballos RJ, Eds., Philadelphia, WB Saunders Company, 1994, pp. 173-92.