

ELİT BOKSÖRLERDE 12 HAFTALIK ANTRENMAN UYGULAMASININ ASİT-BAZ DENGESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Oktay ÇAKMAKÇI*, Fatma ASLAN**, Evrim ÇAKMAKÇI*

ÖZET

Araştırma; elit amatör boksörlerde 12 haftalık boks antrenmanı uygulanmasının asit-baz dengesi üzerine etkilerinin incelenmesi amacı ile yapıldı. Yaş ortalamaları 21.3 ± 2.3 yıl, boy ortalamaları 179.0 ± 8.0 cm olan 16 boksör gönüllü olarak çalışmaya katıldı. Uygulama öncesi ve sonrası tüm deneklerin vücut ağırlığında; kan pH, pCO_2 ve baz fazlalığı (BEB) düzeylerinde anlamlı bir farklılığın olmadığı; pO_2 ve $O_2Sat\%$ düzeylerinde anlamlı artış ($p<0.05$); bikarbonat (HCO_3^-) düzeyinde ise düşüş ($p<0.05$) olduğu belirlendi. Sonuç olarak; elit düzeydeki boksörlere uygulanan 12 haftalık boks antrenmanı uygulamasının asit-baz dengesi üzerine önemli bir etki göstermediği düşünülmektedir.

Anahtar sözcükler: Boks, antrenman, asit-baz dengesi

SUMMARY

THE EFFECT OF A 12 WEEKS TRAINING PERIOD ON BLOOD ACID-BASE STATUS IN ELITE BOXERS

The aim of this research is to study the effect of 12 weeks boxing training on elite amateur boxers' acid-base balance. A total of 16 boxers of 21.3 ± 2.3 years mean age and 179.0 ± 8.0 cm mean height, voluntarily participated in the study. There were no significant changes in body weight; blood pH, pCO_2 and base excess before and after the training. There were significant increases ($p<0.05$) in pO_2 , and % O_2Sat levels and there was a significant decrease ($p<0.05$) in bicarbonate (HCO_3^-) levels. As a result, it is thought that a 12-weeks boxing training period did not cause significant effects in the acid-base status of elite boxers.

Key words: Boxing, training, acid-base status

*Selçuk Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu, Konya

**Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu, Karaman

GİRİŞ

Yüksek performans ve dayanıklılık gerektiren sporlarda hem akut hem de kronik beyin travmasının felakete varan sonuçları üzerinde odaklaşan birçok araştırma sayılmaktadır (16). Boks sporunun fizyolojik gereksinimleri, judo veya karışık dövüş sporlardakine benzemektedir. Sözelimi, karışık dövüşte bir dakikalık dinlenme ile ayrılan 4 dk'lık iki antrenman maçından sonra, Amtmann ve ark (1), ortalama 15.2 ± 4.8 mmol/l'lik laktat değerleri rapor etmişler; Guidetti ve ark. (9) da orta sıklet boks performansında yüksek bir anaerobik eşiği göstermişlerdir. Bu tip sporlarda adenosin trifosfat sentezini sürdürmekten sorumlu oldukça yüksek bir glikolitik akış oranı gerçekleştiği varsayılmaktadır (17).

İnsan hücreleri ve organlar sabit iç ortam varlığında çalışırlar. Bu iç ortamın sağlanmasına "homeostaz" denir. Buna yönelik olarak pH'ın dinamik regülasyonu tampon sistemler, akciğerler ve böbrekler arasındaki etkileşim ile sağlanır. Serbest proton derişimindeki $[H^+]$ küçük değişiklikler hayatı tehdit eden sonuçlara yol açabilir. Bilindiği gibi $[H^+]$ düzeyi yükseldiğinde pH düşerken, bu düzey alçaldığında pH yükselir. Organizma; doku ve dolaşım tamponları, akciğerler ve böbrekler aracılığında plazma pH'sını 7.35 ile 7.45 arasında tutmaya çalışır (4).

Günde ortalama 15.000 mmol CO_2 oluşur ve su ile bağlanarak karbonik asiti (H_2CO_3) meydana getirir. H_2CO_3 'ün ayrışması ile serbest H^+ iyonu açığa çıkar. Bu nedenle CO_2 potansiyel bir asittir (12). Bilindiği gibi plazma bikarbonat (HCO_3^-) düzeyinde düşüş veya CO_2 düzeyinde artış asitoza; HCO_3^- düzeyinde artış veya CO_2 düzeyinde düşüş ise alkalozaya yol açar. HCO_3^-/H_2CO_3 sistemi ile ekstraselüler sıvının tamponlanması klinik olarak kan pH, pCO_2 , HCO_3^- ve total CO_2 ölçümleri ile değerlendirilir. Serbest $[H^+]$ veya pH, pCO_2 'nin HCO_3^- 'a oranı ile ilişkilidir. Bu ilişki normal pH'ın korunma mekanizmasıdır (2).

Birincil bozukluk serum HCO_3^- düzeyinde düşüş ise metabolik asitoz söz konusudur. Bu durumda, kompensasyon olarak alveoler ventilasyonda artış olur ve plazma CO_2 düzeyi düşer ve kan pH'sı normal düzeye yaklaştırılır (2). Bikarbonat iyonu hücre içi ve dışında, kanda ve iskelet kasında asit-baz dengesi bozukluklarını engelleyen etkili bir doğal tampon sistem olarak bilinmektedir (3).

Yüksek yoğunluktaki fiziksel egzersiz ilk olarak metabolik asitoza neden olur. Kan laktat düzeyinin artması ile pH düşmektedir (11). pH'ın düşmesi kasılma mekanizmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Düşük pH kalsiyum iyonunun sarkoplazmik retikulumdan salınmasını ve troponine bağlanmasını engellemektedir (7,11). Bu ise pH'ın sınırlayıcı

bir faktör olduğunun delili olarak kabul edilmektedir. Egzersizlerde hücre tarafından kullanılan oksijen büyük oranda karbondioksite dönüşerek pCO_2 'yi yükseltir. Normalde bir dokuda kan akımı artarsa, belirli bir zaman içerisinde dokuya taşınan oksijen miktarı artacağından doku pO_2 'si de artış gösterir (10).

Boks; üst düzeyde dinamik ve statik özellikleri nedeniyle kompleks yapı ve yüksek derecede performans gerektiren mücadele sporları arasında yer aldığı için; vücutta bazı fizyolojik dengeleri önemli ölçüde etkileyebileceği düşünülür (14).

Bir sıklet sporcusunun olan boksörün performansı birçok farklı unsurun bileşimidir. Teknik, taktik, fiziksel ve fizyolojik komponentler spor branşlarındaki önem derecelerine veya rollerine göre performansın az veya çok oranda tamamlayıcılarıdır (20).

Modern amatör boks günümüzde Dünya Boks Birliğinin kuralları çerçevesinde birer dakikalık dinlenme aralarıyla ayrılmış ve her biri üçer dakika süren üç raunttan oluşur. Boks faaliyetinin fiziksel ve fizyolojik gereksinimlerinin yüksek olacağı varsayılmasına rağmen, müsabaka sırasında metabolik ve kardiyovasküler sistem yanıtları konusunda az sayıda bilimsel belge bulunmaktadır (16). Bu çalışma ile konunun asit-baz dengesi alanına katkıda bulunulması hedeflendi.

GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmada dünya klasmanında yer almış, aralarında Dünya ve Avrupa derecesi bulunan, 11' i Türk Milli Takım forması giymiş, beşi ise kategorilerinde Türkiye şampiyonasında ilk üçe girmiş toplam 16 boksör denek olarak yer aldı. Ölçümler Kırıkkale MKE Spor Kulübü boks tesislerinde yapıldı. Boksörler 12 haftalık bir antrenman programına tabi tutuldular. Bu sürecin başındaki ve sonundaki ölçümler sabah saatlerinde dinlenik olarak alındı.

Boy ve vücut ağırlığı ölçümü: Denekler 20g'a duyarlı bir kantarda çıplak ayakla ve sadece sort giyerek tartıldılar. Boy ölçümleri ise denekler ayakta dik pozisyonda iken kayan kaliper aracılığıyla 1 mm duyarlılıkla yapıldı.

Kan analizleri: Uygulama dönemi öncesi ve sonrası dinlenik olarak ve sabah aç karnına ön kol venasından alınan kan örneklerinde, CC kartuşu kullanan Eirma Point (USA) marka cihaz aracılığıyla pH, karbondioksit ve oksijen parsiyel basınçları (pCO_2 ve pO_2 , mmHg), oksijen satürasyon oranı (O_2Sat , %), baz açığı (BEB, mmol/l) ve bikarbonat iyonu (HCO_3^- , mmol/l) düzeyleri ölçüldü.

Antrenman programı: Toplam süre 12 hafta; haftalık antrenman gün sayısı beş; günlük antrenman süresi ise 100-120 dk idi. Çalışma günleri Pazartesi, Salı, Çarşamba, Cuma, Cumartesi; dinlenme günleri ise Perşembe ve Pazar'dı.

İstatistiksel analizler: Tüm deneklerin 12 haftalık uygulama öncesi ve sonrası elde edilen verilerinin ortalama değerleri ve standart sapmaları hesaplandı. İki ölçüm arası farklılıkların belirlenmesinde eşleştirilmiş örnekler için t-testi kullanıldı.

BULGULAR

Deneklerin yaşları 21.3 ± 2.3 yıl; boy ortalamaları 179.0 ± 8.0 cm idi. Asit-baz parametrelerine ilişkin ön ve son test değerlerinin değişimi Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. Deneklerin (n=16) asit-baz parametreleri için ön ve son test değerlerinin ($X \pm SD$) karşılaştırılması

Parametreler	Ön test	Son test	t	p
Vücut ağırlığı, kg	70.9 ± 14.5	70.7 ± 14.1	-0.83	0.40
pH	7.45 ± 0.19	7.37 ± 0.08	1.47	0.16
pCO ₂ , mmHg	45.0 ± 2.34	43.7 ± 1.90	1.88	0.07
pO ₂ , mmHg	41.7 ± 1.80	45.8 ± 1.72	-6.68	0.00
O ₂ Sat, %	63.9 ± 2.24	65.5 ± 2.38	-2.51	0.02
BEB, mmol/l	3.10 ± 0.18	2.95 ± 0.31	1.50	0.15
HCO ₃ ⁻ , mmol/l	27.7 ± 1.84	25.9 ± 1.73	2.49	0.02

İki ölçüm arasında deneklerin vücut ağırlığı, pH, pCO₂ ve BEB düzeylerinde anlamlı bir farklılığın olmadığı ($p>0.05$); pO₂ ve % O₂S düzeylerinde anlamlı artışın ($p<0.05$); HCO₃⁻ düzeyinde ise anlamlı düşüşün ($p<0.05$) gerçekleştiği belirlendi.

TARTIŞMA

Müسابaka sürecinde ortalama 15.2 ± 4.8 mmol/l laktat düzeylerine neden olabilen (1) yüksek yoğunluktaki boks sporunda asit-baz dengesi değişiklikleri de olması kaçınılmazdır. Bu değişikliğin 12 haftalık bir antrenman sürecinde ne düzeyde olacağı merak konusudur. Çalışmada pH, pCO₂ ve BEB'deki değişimin anlamlı olmadığı ($p>0.05$), pO₂ ve O₂Sat%'de anlamlı ($p<0.05$) artış, HCO₃⁻'de anlamlı ($p<0.05$) düşüş olduğu gözlemlendi.

Zoladz ve ark. (19) elit düzeyde maraton koşan dört atlette 2 dk dinlenme aralı ve 6 dk'lık beş periyodunun her birinde kalp atım

hızında 10 atımlık bir artış sağlanan koşu testi sonrası pH, HCO_3^- , BEB ve pCO_2 düzeylerinde önemli düşüş olduğunu; bu düşüşün son periyotta daha fazla olduğu bildirdi. Antrene 10 bisikletçi ve sedanter 10 bireye düşük ve yüksek yoğunlukta uygulanan 24 dk'lık bisiklet egzersizi sonrası düşük yoğunluktaki egzersizde her iki grupta pH ve HCO_3^- düzeylerinde benzer düşüşler oldu (5). Yüksek yoğunluktaki egzersiz sonrası sedanter bireylerin bu düzeylerinde anlamlı düşüşler olurken, antrene bisikletçilerde ise anlamlı farklılık gözlenmedi. Antrenmanın metabolik asitozu tamponladığı, düşük pH'a olan toleransı geliştirmek için dayanıklılık çalışmalarının önerilmesi gerektiği sonucuna varıldı (5).

Organizma; doku ve dolaşım tamponları, akciğerler ve böbrekler ile plazma pH'sını 7.35 ile 7.45 arasında tutmaya çalışır. pH düzeyi 7.40 iken $[\text{H}^+]$ miktarı 40 nmol/l'dir (4). Yaşamı tehdit eden kan pH sınırları <6.80 ve >7.70 olarak belirtilmiştir (8). Buradaki çalışmada pH düzeyi uygulama sonrasında 7.37 ± 0.08 olarak tespit edildi.

Yukarıda belirtilen çalışmalar, araştırma ile benzerlik göstermektedir. Ancak Tubek ve ark. (18) sekiz sağlıklı sedanter bireye iki farklı günde farklı saatte uygulanan egzersiz öncesi ve sonrası pCO_2 ve pO_2 'de artış, pH ve BEB'de düşüş olduğunu, HCO_3^- 'de ise değişim olmadığını gözlemişler; çalışmanın farklı gün ve saatlerde yapılmasının sonuçları değiştirmediği bildirmişlerdir. Çalışmada her ne kadar pCO_2 ve HCO_3^- 'da önemli değişim gözlenmiş olsa da, bu değişim pH düzeyinde anlamlı bir farklılık yaratmadı. Dolayısı ile çalışmada asitöz ve alkalozdan bahsedilemez.

Araştırmalar egzersizin süresi, yoğunluğu ve tipinin asit-baz dengesinde değişiklik yapabildiğini göstermektedir. Özellikle uzun süren ve yüksek şiddetteki egzersizler metabolik asitoza neden olabilir. Bu tür egzersizlerden kaynaklanan asit-baz dengesi rahatsızlıklarının düzenli dayanıklılık antrenmanları ile düzeltilebileceği; placebo, gliserol ve su gibi takviyelerin egzersizden kaynaklanan asit-baz bozulmalarına önemli bir etkisinin olmadığı, sodyum bikarbonat alımının ise kan tamponlama sistemini kuvvetlendirdiği ve asit-baz rahatsızlıklarının önlenmesinde etkili olabileceği çok sayıda çalışma ile (5,6,13,15,19) bildirilmiştir.

Sonuç olarak; boksörler üzerinde yürütülen bu çalışmada elde edilen asit-baz değerlerindeki değişikliklerin hayatı tehdit edecek sınırları aşmadığı, dolayısı ile vücudun geri bidirim mekanizması ve besinsel takviye ile bu değişkenliğin düzeltilebilecek aralıkta olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. Amtmann JA, Amtmann KA, Spath WK: Lactate and rate of perceived exertion response of athletes training for and competing in a mixed martial arts event. *J Strength Cond Res* **22**: 645-7, 2008.
2. Aydın Tosun G, Tutluođlu B: Arter kan gazları ve asid baz dengesi. *Solunum* **2**: 201-10, 2000.
3. Babalık Pehlivan A: Bikarbonat Yüklemenin Yüksek Yoğunluktaki Egzersiz Performansına Etkisi. *M.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı Doktora Tezi*, İstanbul, 1991.
4. Chan JCM, Mak RHK: Acid-base homeostasis. In: *Pediatric Nephrology*, 5th ed. Avner ED, Harmon WE, Niaudet P (Eds), Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2004, pp 189-208.
5. Del Coso J, Hamouti N, Aguado-Jimenez R, Mora-Rodriguez R: Respiratory compensation and blood pH regulation during variable intensity exercise in trained versus untrained subjects. *Eur J Appl Physiol* **107**: 83-93, 2009.
6. Douroudos II, Fatouros IG, Gourgoulis V, Jamurtas AZ, Tsitsios T, Hatzinikolau A, et al: Dose-related effects of prolonged NaHCO₃ ingestion during high-intensity exercise. *Med Sci Sports Exerc* **38**: 1746-53, 2006.
7. Fabiato A, Fabiato F: Effects of pH on the myofilaments and sarcoplasmic reticulum of skinned cells from cardiac and skeletal muscles. *J Physiol* **276**: 233-55, 1978.
8. Greenbaum LA: Pathophysiology of body fluids and fluid therapy. In: *Nelson Textbook of Pediatrics*, 17th ed. RE Behrman, RM Kliegman, HB Jenson (Eds), Philadelphia, WB Saunders, 2004, pp 191-252.
9. Guidetti L, Musulin A, Baldari C: Physiological factors in middleweight boxing performance. *J Sports Med Phys Fitness* **42**: 309-14, 2002.
10. Guyton AC: *Textbook of Medical Physiology*, 7th ed. ev. N Gökhan, H avuşoğlu, Türke 1nci baskı, Cilt 1, İstanbul, Metr Yayıncılık, 1986, s 4,63, 194,307,327,484,707.
11. Hermansen L, Osnes JB: Blood and muscle pH after maximal exercise in man. *J Appl Physiol* **32**: 304-8, 1972.
12. Kliegman RM, Behrman RE, Jenson HB, Stanton BF (Eds): *Nelson Textbook of Pediatrics*, 18th ed. Philadelphia, Saunders/Elsevier, 2007, 291-309.
13. Marino FE, Kay D, Cannon J: Glycerol hyperhydration fails to improve endurance performance and thermoregulation in humans in a warm humid environment. *Pflugers Arch* **446**: 455-62, 2003.
14. Mitchell JH, Haskell WL, Raven PB: Classification of sports. *Med Sci Sports Exerc* **26(10Suppl)**: S242-5, 1994.
15. Rojas Vega S, Strüder HK, Wahrmann BV, Bloch W, Hollmann W: Bicarbonate reduces serum prolactin increase induced by exercise to exhaustion. *Med Sci Sports Exerc* **38**: 675-80, 2006.

16. Siegler JC, Hirscher K: Sodium bicarbonate ingestion and boxing performance. *J Strength Cond Res* **24**: 103-8, 2010.
17. Spriet LL: Anaerobic metabolism in human skeletal muscle during short-term, intense activity (Review). *Can J Physiol Pharmacol* **70**: 157-65, 1992.
18. Tubek S, Rekawek M, Skubis S, Zwoliński D, Wojnar J: Venous blood gas analysis sampled from the basilic vein before and after exercise of the antebrachial muscles -preliminary evaluation of estimated stability parameters. *Pol Arch Med Wewn* **101**: 29-32, 1999.
19. Zoladz JA, Sargeant AJ, Emmerich J, Stoklosa J, Zychowski A: Changes in acid-base status of marathon runners during an incremental field test. Relationship to mean competitive marathon velocity. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* **67**: 71-6, 1993.
20. Zorba E, Ziyagil MA, Erdemir İ: Türk ve Rus Boks Milli Takımlarının bazı fizyolojik ve antropometrik yapılarının karşılaştırılması. *Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi* **1**: 17-28, 1999.

E-mail for correspondence: ocakmakci2000@gmail.com

