

KISA SÜRELİ MAKSİMAL EGZERSİZ SONRASI GÖRÜLEN BAZI METABOLİK DEĞİŞİKLİKLER

*Nuray ÖZTAŞAN, **Kadir KAYMAK

ÖZET

Bu çalışma, maksimal kısa süreli egzersiz sonrası oluşan metabolik değişiklikleri araştırmak amacıyla planlandı. Çalışma yaşları 20 – 23 arasında ilaç ve alkol kullanmayan ve sistemik hastalığı olmayan gönüllü 40 asker (er) üzerinde uygulandı.

Maksimal kısa süreli egzersiz (17 sn'de 100 m. koşu) öncesi ve sonrasında deneklerden kan ve idrar örnekleri alındı. Kanda kreatin kinaz (CK), laktik asit; idrarda kreatinin ve vanil mandelik asit (VMA) değerleri saptandı. Bulgularımıza göre, egzersiz sonrasında kreatinin değerinin arttığı (öncesi 1.957 ± 0.666 mg/L, sonrasında 2.212 ± 0.717 mg/L) ancak bu artışın anlamlı olmadığı saptandı. Laktik asit ortalaması benzer şekilde egzersiz sonrasında yüksek bulundu (önce 1.755 ± 0.813 mM/L, sonra 6.255 ± 2.647 mM/L, $p=0.000$). Kreatin kinaz da egzersiz sonrasında önemli bir artış gösterdi (egzersiz öncesi 158.8 ± 67.4 U/L, sonrası 225.3 ± 104.9 U/L, $p=0.001$). VMA değerleri de benzer şekilde büyük artış gösterdi (öncesi 5.337 ± 2.140 mg/L, sonrası 8.929 ± 4.297 mg/L, $p=0.000$).

Bu çalışmanın sonuçlarına göre, maksimal kısa süreli egzersizin önemli ölçüde katekolamin deşarjına ve anaerobik

Anahtar kelimeler: egzersiz, anaerobik metabolizma

SOME METABOLIC CHANGES WHICH OBSERVED AFTER SHORT-RUN MAXİMAL EXERCİSE

SUMMARY

This study was planned in order to examine the effects of maximal short-run exercise which leads some metabolic changes. It was applied on 40 volunteer soldiers aged between 20 – 23, who don't have a systematic illness and don't use any medicine and alcohol.

Blood and urine samples were taken, before and after the maximal short-run exercise which takes (100 m race in 17'sc) from the samples. Creatine kinase (CK) and lactic acid values in the blood and creatinin, vanil mandelic acid (VMA) values in the urine were determined. According to findings, we observed that creatinin values increased after exercise (before 1.957 ± 0.666 mg/L, after 2.212 ± 0.717 mg/L) but this increase was meaningless. The average of lactic acid was found high as the same after exercises (before 1.755 ± 0.813 mM/L, after 6.255 ± 2.647 mM/L, $p=0.000$). Creatine kinase showed also a considerable increase (before 158.8 ± 67.4 U/L, after 225.3 ± 104.9 U/L). VMA values showed an increase after exercise too. (before 5.337 ± 2.140 mg/L, after 8.929 ± 4.297 mg/L, $p=0.000$).

Key words: exercise, anaerobic metabolism

* Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Erzurum

** Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Edirne

GİRİŞ

Egzersiz sırasında, kas dokusuna enerji maddesi sağlanmasında sempatik sinir sistemi önemli bir rol oynar. Fiziksel aktiviteyle aktive olan sempato-adrenal sistem, organizmanın enerji ihtiyacı için substrat mobilizasyonunu kontrol eder (23,25). Egzersiz şiddeti arttıkça sempatik aktivitede artar ve egzersizin şiddet ve süresine bağlı olarak epinefrin ve norepinefrin konsantrasyonları yükselir (3,6). Bu da metabolizmada çeşitli değişikliklere yol açar (17,28). Katekolaminler pankreasın B-hücrelerini etkileyerek insulin sekresyonunun inhibisyonuna, ve buna bağlı olarak hepatik glikojenezis ve lipojenesis oranının azalmasına neden olur. Böylece glikoz ve serbest yağ asidi konsantrasyonu yükselir. Kaslarda ise glikojenolizisi artırarak, kandan glikoz alımını azaltır (7,27).

Epinefrin karaciğerde glikojen fosforilaz ile glikojen sentetazı inhibe ederek glikojenolizi uyarır. Karaciğerde glikojenik maddelerden (Laktat, amino asitler ve gliserol) glikoz oluşumunu karaciğerde artırır. Kasda ise glikojen fosforilazı aktive ederek glikojenolizi başlatır. Epinefrinin kasda başlattığı glikojenoliz direkt olarak kan glikozunu artırmaz. Glikoz-6-fosfataz enziminin kasda bulunmaması nedeniyle laktat ve pirüvata metabolize olur ve daha sonra karaciğere giderek glikoza dönüştürülür (12,15).

Katekolaminlerin konsantrasyonuyla adrenerjik reseptörlerin fonksiyonu ve sayısı arasında karşılıklı ters bir ilişki vardır. Sekresyondaki devamlı azalma, hedef hücrelerde adrenerjik reseptörlerin sayısındaki artış ve katekolaminlere karşı yanıtın artışıyla birliktedir (5). Epinefrinin plazma yarılanma ömrü 10 sn, norepinefrinin 15 sn'dir. Dolaşımdaki katekolaminlerin biyolojik etkileri enzimatik ve nonenzimatik mekanizmalarla sonlandırılır (5). Vücuttan atılamayan O-metillenmiş türevler büyük oranda okside edilir. Vanil Mandelik Asit (VMA) idrarda en fazla bulunan katekolamin metabolitidir. O-metillenmiş az bir miktarı da sülfatlar ve glükronatlarla konjüge edilir (12).

Fizyolojik olarak kısa süreli maksimal eforda, performans anaerobik güce, uzun süreli submaksimal eforda, performans aerobik kapasiteye bağlıdır. Anaerobik eşik sporcunun uygulayacağı optimal antrenman dozunu saptamada faydalı olduğu için önemlidir (1). Kanda 4mM/L laktat düzeyi anaerobik eşik olarak kabul edilmiştir (21).

Kaslarda ve diğer dokularda enerji hazırlığında kreatin kinazla aktive olan kreatin fosfat sistemi başlıca rol oynar. Şiddetli egzersizde kreatin fosfat azalmaya başladığında kas yorgunluğu başlar (8,18). Kreatin fosfat metabolizmaya uzun süreli enerji sağlayamaz ama, enerjinin taşınmasına aracılık ederek enerjinin devamlılığını sağlar (4). Kreatin kinaz (CK), kalp kası, iskelet kası, beyin dokusu ve vertebraların sitoplazmaları ve mitokondrilerinde bulunmuştur. Egzersiz esnasında yapılan ölçümlerde ise, yavaş koşuda ve yaşlı atletlerde serum CK aktivitesi yüksek bulunurken, egzersiz esnasında düşük, egzersiz sonunda yüksek olduğu saptanmıştır (16,22). Kreatin kinaz aynı zamanda amino transferaz, aspartat ve laktat dehidrogenaz enzimleri gibi kas doku hasarı için bir gösterge olarak kullanılmaktadır. Enzim miktarından kas içeriği tahmin edilebilir (20).

Yukarıdaki metinde de ifade edilen metabolik değişiklikleri saptamak amacıyla kısa süreli maksimal egzersiz programı hazırlandı. Kasal aktivite ölçütü olabilen bazı metabolitlerin, laktik asit ve kreatin kinaz ölçümleri ve katekolaminlerle etkileşimi için VMA ölçümü hedeflendi.

MATERYAL VE METOD

Çalışmamız, yaşları 20 – 23 arasında olan, en 2 hafta öncesi içinde bir enfeksiyon geçirmemiş, nonsteroid antiinflatuar ilaç ve steroid almamış, alkol kullanmayan ve sistemik bir hastalığı olmayan gönüllü 40 askerde yapıldı. Yaş ortalaması 20.9±0.6 olan çalışma grubunun kan

alınmadan iki gün önce eğitime katılmadan istirahat etmeleri sağlanmış, daha sonra periferik venden kan örnekleri alınmıştır. Aynı gün planlanan egzersiz programı için kısa süreli maksimal koşu uygulanıp hemen sonrasında kan ve idrar örnekleri alınmıştır. Kısa süreli egzersiz programı Trakya Üniversitesi Spor ve Beden Eğitimi Meslek Yüksekokulu bölüm başkanının önerileri doğrultusunda seçildi. Bu amaçla denekler 100 metreyi 17 sn içinde koşular (24,26). 17 sn'nin altında veya üstünde bir zamanda egzersiz programını tamamlayanlar aynı gün değerlendirilene alınmadı.

İstirahatte ve egzersiz uygulaması sonrasında alınan kanlarda, kreatin kinaz (CK), laktik asit, 24 saatlik toplanan idrarlarda kreatinin ve vanil mandelik asit (VMA) değerleri saptandı.

Çalışma grubundan alınan periferik venöz kan ve idrar örnekleri saklanmadan hemen çalışıldı. VMA tayini 24 saatlik idrarda kromatografik ve spektrofotometrik yöntemle, kreatinin düzeyi Diasys test kiti ile; laktik asit Boehringer Mannheim Accusport test çubukları yardımıyla ve kreatin kinaz CK NAC-Actived kitleriyle Shimadzu UV-160 spektrofotometrede 340 nm dalga boyunda ölçüldü.

Elde edilen sonuçlar student - t testi istatistik programı yardımıyla değerlendirildi.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Egzersiz öncesi VMA ortalaması 5.337 ± 2.140 mg/L iken, kısa süreli maksimal egzersiz sonrasında 8.929 ± 4.297 mg/L bulundu (Tablo 1, şekil 1). Şiddeti yüksek olan egzersizlerde sempatik sistemin aktive olup plazma katekolamin düzeyini artırdığı bir gerçektir (11). Kas kontraksiyonu uygulanarak yapılan bir çalışmada, katekolamin düzeyinin yükselmesinde egzersiz çeşidinin, şiddetinin ve süresinin önemli olduğu bildirilmiştir (2). Hayvanlarla yapılan bir çalışmada da, treadmill uygulanan egzersiz sonrasında, epinefrin seviyesinin 2 kat arttığı saptanmıştır (19). Literatürle uyumluluk gösteren çalışmamız, sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardı.

Laktik asitin istirahatteki ortalaması 1.755 ± 2.647 mM/L bulunurken, egzersiz sonrası ortalaması 6.255 ± 2.647 mM/L'ye yükseldi. Bu iki ortalama arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlıydı ($p=0.000$, tablo 1, şekil 2). Egzersizle plazma katekolamin seviyesinin artışı, kaslarda glikojenolizi artırarak ortamda laktik asit düzeyinin yükselmesine neden olduğu bildirilmiştir (14). Bu olay kaslarda yorgunluğun oluşmasının nedenlerinden birisidir (10).

Egzersiz öncesi ve sonrası kreatinin ve kreatin kinaz seviyeleri de sırasıyla şöyledi. İstirahat kreatinin ortalaması, 1.957 ± 0.666 mg/L, egzersiz sonrası ortalama 2.212 ± 0.717 mg/L bulundu (Tablo 1, şekil 3). Kreatin kinaz ortalaması öncesinde 158.8 ± 67.4 U/L, egzersiz sonrasında 225.3 ± 104.9 U/L olup fark istatistiksel yönden anlamlı bulundu ($p=0.001$, tablo 1, şekil 4).

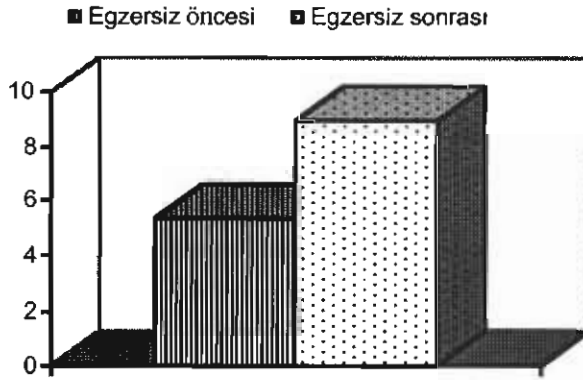
Hayvanlar üzerinde yapılan bir çalışmada; egzersiz esnasında idrarda kreatinin atımının azaldığını, plazmada kreatinin seviyesinin ise, egzersiz sırasında düştüğünü ama egzersiz sonrası yükseldiğini gözlemişlerdir. Aynı çalışmada, kreatinin oluşumunu sağlayan ve plazma kreatin'ini katalize eden enzim kreatin kinaz da, egzersiz esnasında arttığı ve koşu sonrası önemli derecede yükseldiği tespit edilmiştir. (22). Araştırmamızda maksimal kısa süreli egzersizin kreatinin seviyesini etkilemediği, ancak kreatin kinaz enzim aktivitesini artırdığı bulundu.

İstirahat koşullarında bütün organizmanın kullandığı enerjinin % 20 kadarını kaslar kullanmaktadır. Total vücut kütlelerinin % 40 - 50' sini kasların oluşturduğu düşünülürse, bu enerjinin oldukça düşük olduğu görülür. Egzersiz sırasında ise kasların kullandığı enerji 4 - 4.5 kat artar. Kısa süreli maksimal egzersizde, enerji gereksinimi ATP ve kreatin fosfatın acilen yıkılmaları ile karşılanırken, uzun süreli eforlar için başka enerji kaynaklarına gereksinim vardır.

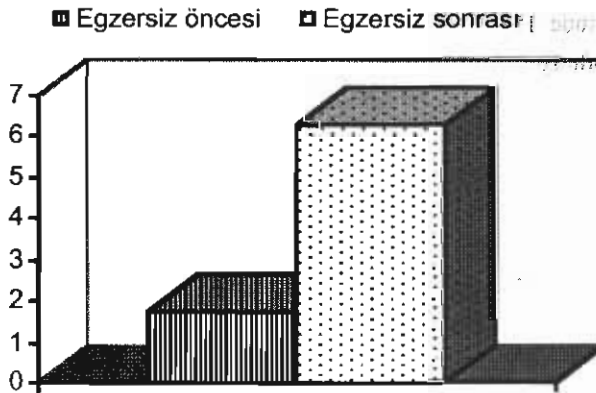
Bu çalışmamızda uyguladığımız kısa süreli egzersiz programının, katekolamin düzeylerinin yükselmesine ve takiben de bu katekolamin deşarjının anaerobik metabolik değişikliklere neden olabileceğini göstermektedir.

Tablo 1. Maksimal Kısa Süreli Egzersiz Öncesi Sonrası Parametre Değerleri
(n=40)

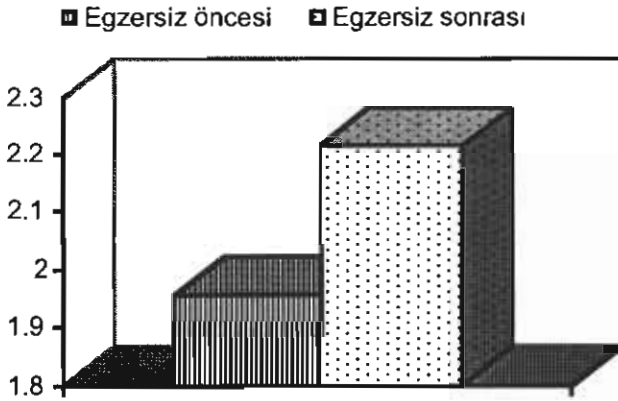
| | Egzersiz Öncesi | Egzersiz Sonrası | |
|------------------|-----------------|------------------|---------|
| PARAMATRE | X ± SD | X ± SD | p 0.005 |
| VMA (mg/L) | 5.337±2.140 | 8.929±4.297 | 0.000 |
| LAKTAT (mM/L) | 1.755±0.813 | 6.255±2.647 | 0.000 |
| KREATİNİN (mg/L) | 1.957±0.666 | 2.212±0.717 | 0.105 |
| CK (U/L) | 158.8±67.4 | 225.3±104.9 | 0.001 |



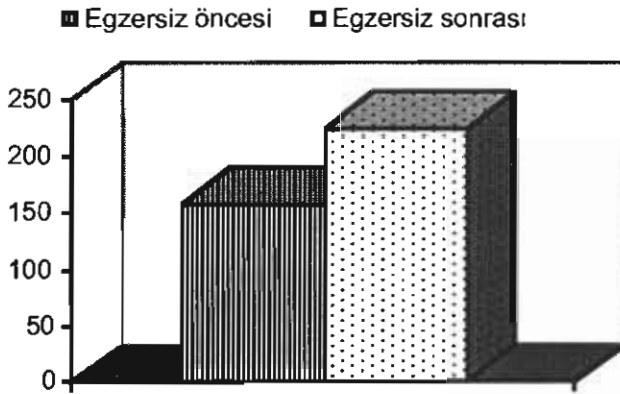
Şekil 1. Egzersiz Öncesi ve Sonrası Vanil Mandelik Asit (mg/L) Ortalamaları



Şekil 2. Laktik Asidin Egzersiz öncesi ve Sonrası (mM/L) Ortalamaları



Şekil 3. Kreatinin Egzersiz Öncesi ve Sonrası (mg/L) Ortalamaları



Şekil 4. Kreatin Kinazın Egzersiz Öncesi ve Sonrası (U/L) Ortalamaları

KAYNAKLAR

- 1-Akgün, N. (1994): Egzersiz ve hormonal değişiklikler. *Egzersiz ve Spor Fizyolojisi*. 1, 99 - 108
- 2-Alessio, H.M. (1993): Exercise - induced oxidative stress. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2, 218 - 224
- 3-Angelopoulas, T.J. et al. (1995): Endogenous opioids may modulate catecholamine secretion during high intensity exercise. *Eur J Appl Physiol*. 70, 195 - 1
- 4-Bessman, L.H. and Carpenter, J.W. (1985): Adenylate kinase and the creatine phosphate shuttle. *Ann Rev Biochem*. 54, 831 - 8
- 5-Bullock, J. et al. (1994): Adrenal medulla. *The National Medical Series for Independent Study*. 7, 3
- 6-Connelly, T.P. et al. (1990): Effect of increased central blood volume with water immersion on plasma catecholamines during exercise. *The American Physiological Society*. 10, 651 - 656
- 7-Çıkrıkçıoğlu, M. ve ark. (1993): Stres ve testosteron. *SENDROM*. 4, 21 - 23
- 8-Dalenghe, J. et al. (1989): Normal reference values for creatine, creatinine and carnitine are lower in vegetarians. *Clinical Chemistry*. 8, 180

- 9-Dizdar, Y. (1993): Stres, santral sinir sistemi ve immün sistem. *SENDROM*. 4, 10 - 18
- 10-Favero, T.G. et al. (1997): Lactate inhibits Ca^{+2} - activated Ca^{+2} - channel activity from skeletal muscle sarcoplasmic reticulum. *The American Physiological Society*. 10, 447 - 452
- 11-Galbo, H. et. all. (1975): Glucagon and plasma catecholamine responses to graded exercise in man. *J. Appl Physiol* 38: 70
- 12-Ganong, W.F. (1995): Endocrine system, metabolism. *Medical Physiology*. 4, 387 - 4
- 13-Goodkin, K. et al. (1995): Clinical aspects of psychoneuroimmunology. *The Lancet*. 21, 183 - 184
- 14-Gozal, D. et al. (1997): Glucose administration before exercise modulates catecholaminergic responses in glycogen - depleted subjects. *The American Physiological Society*. 10, 248 - 2
- 15-Guyton, A.C. (1996): Adrenal medulla, adrenal cortex. *Text book of Medical Physiology*. 77, 957 - 970
- 16-Haibach, H. and Hosler, M.W. (1985): Serum creatine kinase in marathon runners. *Experientia*. 41, 39 - 40
- 17-Hammarqvist, F. et al. (1994): Stress hormone and amino acid infusion in healthy volunteers: short - term effects on protein synthesis and amino acid metabolism in skeletal muscle. *Metabolism*. 9, 1158 - 1163
- 18-Harris, R.C. et al. (1992): Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. *Clinical Science*. 83, 367 - 374
- 19-Jobidon, C. et al. (1985): Plasma, adrenal, and heart catecholamines in physically trained normal and diabetic rats. *Diabetes*. 34, 532 -535
- 20-Meulen, J.H. et al. (1991): Relationship between exercise - induced muscle damage and enzyme release in rats. *The American Physiological Society*. 4, 999 - 1004
- 21-Mougiou, V. et al. (1995): Exercise - induced changes in the concentration of individual fatty acids and triacylglycerols of human plasma. *Metabolism*. 5,681 - 688
- 22-Querengaesser, A. et al. (1994): Blood changes during training and racing in sled dogs. *American Institute of Nutrition*. 5, 2760 - 2764
- 23-Sasaki, H. et al. (1991): Comparison of sympatho - adrenal activity during endurance exercise performed under high - and low - carbohydrate diet conditions. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 3, 407 - 412
- 24-Shephard, R.J. and Sidney, K.H. (1975): Effects of physical exercise on plasma cortisol levels in human subjects. *Exercise and Sport Science Reviews*. 3, 1 - 29
- 25-Sigal, R.J. at al. (1996): The roles of catecholamines in gluoregulation in intense exercise as defined by the islet cell clamp technique. *Diabetes*. 45, 148 - 157
- 26-Toksöz, İ. (1988): 18 - 24 yaş erkek üniversite öğrencilerinin aerobik kapasitelerinin indirekt metotla tespiti ve gelişim için tavsiyeler. *Yüksek Lisans Tezi (Trakya Üni Tıp Fak)*. 10 - 18
- 27-Üşümezsoy, Ş. (1997): Yağ yıkımı: termojenesis ve katekolaminler. *Spor ve Tıp*. 5, 29 - 35
- 28-Winder, W.W. et al. (1979): Training - induced changes in hormonal and metabolic responses to submaximal exercise. *The American Physiological Society*. 11, 766 - 771