

EFOR TESTİ POZİTİF VE NEGATİF BİREYLERDE TREADMİLL EKZERSİZ TESTİNİN ELEKTROLİTLERİNE ETKİSİ*

Dr.Aykut Aykın**, Dr.Olcay Sağkan***, Dr.Celalettin Demircan**
Dr.Nadir Kaya****, Dr.Vildan Taşkın**, Dr.Muhlise Alvir*****

ÖZET

Treadmill ekzersiz testinin serum magnezyum (Mg^{++}), potasyum (K^+) ve kalsiyum (Ca^{++}) düzeylerine etkilerini incelemek amacıyla efor testi pozitif 22 olgu ile, test sonucu negatif 22 olgu olmak üzere toplam 44 olgu çalışmaya alındı. Efor testi öncesi ve sonrası ilk 5 dakika içinde serum Mg^{++} , K^+ ve Ca^{++} düzeyleri çalışıldı. Test (+) ve test (-) olgu gruplarında test öncesi ve sonrası elektrolit değerleri karşılaştırıldığında, anlamlı bir farklılık bulunamadı. Ancak heriki grupta test süresince ortaya çıkan Mg^{++} , K^+ ve Ca^{++} değişimleri (=Delta Mg^{++} , Delta K^+ , Delta Ca^{++}) incelendiğinde hasta grubunda test sonu Mg^{++} düzeylerindeki artışın (Delta Mg^{++}) kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek olduğu görüldü. Delta K^+ ve Delta Ca^{++} düzeyleri arasında ise anlamlı bir farklılık bulunamadı.

- * Ondokuz Mayıs Üni. Tıp Fak. İç Hastalıkları ve Biyokimya Anabilim Dalı çalışmalarından (26-30 Mayıs 1990 İzmir, VII. Ulusal Kardiyo- loji Kongresi'nde tebliğ edilmiştir).
- ** Ondokuz Mayıs Üni. Tıp Fak. İç Hastalıkları Anabilim Dalı Araştırma Görevlileri.
- *** Ondokuz Mayıs Üni. Tıp Fak. İç Hastalıkları Anabilim Dalı Profesörü.
- **** Ondokuz Mayıs Üni. Tıp Fak. İç Hastalıkları Anabilim Dalı Yardımcı Doçenti.
- ***** Ondokuz Mayıs Üni. Tıp Fak. Biyokimya Anabilim Dalı Profesörü.

Aritmi gelişen ve gelişmeyen olguların elektrolit değerleri arasında anlamlı bir farklılık saptanmadı.

Sonuç olarak bu çalışmayla efor testi pozitif ve negatif bireylerde test öncesi ve sonrası serum Mg^{++} , K^+ ve Ca^{++} düzeylerinde anlamlı bir farklılık olmadığı, test pozitif olgularda test sırasında Mg^{++} 'un normal sınırlar içinde ancak test negatif olgulara göre anlamlı artış gösterdiği saptandı.

SUMMARY

THE EFFECTS OF TREADMILL EXERCISE TEST ON SERUM ELECTROLYTE LEVELS IN SUBJECTS WITH NEGATIVE AND POSITIVE EXERCISE TEST RESULTS

The effects of treadmill exercise test on serum magnesium, potassium and calcium levels were studied on 44 subjects. Study group consisted 22 subjects with positive exercise test and 22 subjects with negative test. Serum electrolyte levels were studied before and after treadmill exercise tests, and observed arrhythmias were noted. There was no significant changes in serum magnesium, potassium and calcium levels among two measurements in both groups. In test positive group, differences in serum magnesium level before and after the test (ΔMg^{++}) is significantly higher than in test negative group but differences in serum potassium and calcium levels (ΔK^+ and ΔCa^{++}) were not significant. There was no difference among the electrolyte levels of arrhythmia positive and negative subjects.

Finally, we showed that, treadmill exercise test has no effect on plasma electrolyte (Mg^{++} , K^+ , Ca^{++}) levels and no relation found among serum electrolyte levels and exercise induced arrhythmias. But serum Mg^{++} level differences in test positive subjects were higher than control subjects within normal limits.

Anahtar kelimeler : Serum elektrolitleri, Treadmill eksersiz testi.

Key words : Serum electrolytes, treadmill exercise tests.

Son yıllarda kalp hastalıklarında çeşitli serum elektrolitlerinde meydana gelen değişiklikler giderek daha büyük önem kazanmıştır. Potasyum (K^+) ve kalsiyum (Ca^{++}) iyonlarının kardiyovasküler sistem üzerindeki etkileri eskiden beri bilinmekle birlikte özellikle aritmi patogenezinde Magnezyum (Mg^{++}) iyonunun önemi yakın dönemde daha iyi anlaşılmıştır¹⁻⁸.

Treadmill ekzersiz testi sırasında gelişen aritmilerin klinik önemi henüz kesinlik kazanmamakla birlikte, uzun süreli izlemde mortalitede artış gözlenmiştir⁹. Bu aritmilerin patogenezinde elektrolit inbalansı ve test sırasında oluşan elektrolit değişikliklerinin yeri de yeterince incelenmemiştir.

Bu çalışmada amacımız, treadmill efor testinin serum elektrolitleri üzerine etkilerini, test pozitif ve test negatif olgular ile aritmi gelişen ve gelişmeyen olgular arasındaki farklılıkları incelemektir.

MATERYAL VE METOD

Çalışmaya Eylül 1989 - Şubat 1990 tarihleri arasında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları kliniğine başvuran ve treadmill efor testi planlanan 44 olgu alındı. Çalışmaya alınan olguların yaş ortalamaları 43.2 ± 2.09 yıl, erkek/kadın oranı ise 32/12 idi. Tüm olgularda çalışma öncesi biyokimyasal, radyolojik ve elektrokardiyografik incelemeler yapıldı. Tüm laboratuvar değerleri normal sınırlar içinde olan ve serum elektrolitlerini etkileyecek herhangi bir ilaç almayan olgulara treadmill efor testi yapıldı. Efor testleri Marquette marka CASE-12 Model treadmill testi cihazı ile yapıldı ve tüm olgulara standard Bruce Protokolü uygulandı. En az 4 saatlik açlığı takiben efor testine alınan olgulardan test öncesi ve test sonrası ilk 5 dakikada kan örnekleri alınarak serum Mg^{++} , K^+ ve Ca^{++} düzeyleri çalışıldı. Efor testinde test süresince "-1.5 mm'lik ST segmenti çökmesi" gözlenmesi ve bu bulgunun test sonu dinlenme döneminde 1 dakikadan uzun süre devam etmesi (Tip 2), ya da Prinzmetal angina tipinde ST segment yükselmesi (Tip 3) gözlenmesi pozitif test olarak kabul edildi. Olgular efor testi sonucuna göre "Test Pozitif (= Test (+))" veya "Test Negatif (=Test (-))" olgu grubu olarak iki gruba ayrıldı. Her iki grupta 22'şer olgu içermekteydi. Her iki gruptaki olguların genel özellikleri Tablo I'de görülmektedir. Test sırasında gözlenen minör (<10 vuru/dakika ve majör (>10 vuru/dakika) aritmiler kaydedildi. Bu iki olgu alt grubunun verileri de daha sonra istatistiksel olarak karşılaştırıldı. İstatistiksel analizde

"Student-t testi" kullanıldı. Elde edilen veriler Ortalama \pm Standard Hata olarak ifade edildi ve $p < 0.05$ değeri anlamlı kabul edildi.

Tablo I. Olguların Genel Özellikleri.

	Test Negatif Olgu Grubu (n=22)	Test Pozitif Olgu Grubu (n=22)	P
YAŞ	44.6 \pm 2.17	41.9 \pm 2.02	> 0.05
CİNS:			
Erkek	17 (% 77)	15 (% 68)	
Kadın	5 (% 23)	7 (% 32)	
BOY (cm)	166.8 \pm 2.02	167.9 \pm 1.57	> 0.05
KİLO (kg)	75.55 \pm 2.79	73.13 \pm 2.32	> 0.05
SİGARA İÇENLER	11 (% 50)	9 (% 41)	
DÜZENLİ ALKOL ALANLAR	3 (% 13)	1 (% 4.5)	

BULGULAR

Heriki gruptaki olguların efor testinde ölçülen ortalama ekzersiz süresi (dk), ortalama ekzersiz evresi, ortalama maksimum iş yükü (METS), ortalama maksimum ST segment çökmesi (mm), Ortalama ST çökmesi olan derivasyon sayısı ve ortalama maksimum hız-basınç ürünleri (Rate-Pressure Product=RPP*) arasında ileri derecede anlamlı farklılıklar saptandı ($p \leq 0.01-0.001$)(Tablo II).

Heriki gruptaki olguların elektrolit değerleri incelendiğinde gerek test (-) ve gerekse test (+) olgu gruplarında test öncesi ve test sonrası elektrolit değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanmadı (Tablo III). Yine heriki grupta test sonu ile test öncesi elektrolit değerleri arasındaki farklar (Delta Mg^{++} , Delta K^+ ve Delta Ca^{++}) incelendiğinde test (+) olgu grubunda test süresince Mg^+ düzeyindeki artışın test (-) olgu grubuna göre, normal sınırlar içinde anlamlı derecede yüksek olduğu ($p < 0.05$), ancak K^+ ve Ca^{++} düzeylerindeki değişikliğin anlamlı olmadığı görülmüştür (Tablo IV).

Test süresince aritmi gelişen olguların olgu gruplarına ve aritmi tipine göre dağılımları Tablo V'de görülmektedir. Hiçbir olguda

*: RPP= Nabız x Sistolik kan basıncı.

ventriküler taşikardi veya ventriküler fibrilasyon gözlenmemiştir. Test süresince aritmi gelişen ve gelişmeyen olgulardaki elektrolit değerleri ve elektrolit değişimleri karşılaştırıldığında ise iki grup arasında anlamlı farklılıklar saptanamamıştır (Tablo VI).

Tablo II. Olguların Efor Testindeki Özellikleri.

	Test Negatif Olgu Grubu (n=22)	Test Pozitif Olgu Grubu (n=22)	P
ORTALAMA EKSERSİZ SÜRESİ (dk)	7.085 ± 0.418	5.399 ± 0.607	< 0.01
ORTALAMA EKZERSİZ STAGE'I (Bruce)	3.045 ± 0.06	2.363 ± 0.179	< 0.01
ORTALAMA MAKSİMUM İŞ YÜKÜ (Mets)	10.045 ± 0.609	8.09 ± 0.213	< 0.01
ORTALAMA MAKSİMUM ST SEGMENT ÇÖKMESİ (mm)	1.003 ± 0.088	2.44 ± 0.187	< 0.01
ORTALAMA ST ÇÖKMESİ OLAN DERİVASON SAYISI	2.5 ± 0.307	4.59 ± 0.213	< 0.01
ORTALAMA MAKSİMUM RPP (Rate-Pressure Product)	266.5 ± 7.93	224.3 ± 9.84	< 0.001

**Tablo III. Tüm Olguların Test Öncesi ve Sonrası Serum Mg⁺⁺
K⁺ ve Ca⁺⁺ Değerleri.**

	Test Negatif Olgu Grubu (n=22)	Test Pozitif Olgu Grubu (n=22)	P
TEST ÖNCESİ			
Mg ⁺⁺	2.38 ± 0.066	2.68 ± 0.181	> 0.05
K ⁺	5.04 ± 0.129	4.87 ± 0.147	> 0.05
Ca ⁺⁺	10.43 ± 0.390	9.96 ± 0.194	> 0.05
TEST SONRASI			
Mg ⁺⁺	2.503 ± 0.056	2.90 ± 0.156	> 0.05
K ⁺	4.88 ± 0.144	4.63 ± 0.120	> 0.05
Ca ⁺⁺	10.977 ± 0.143	10.404 ± 0.219	> 0.05

Tablo IV. Test Negatif ve Test Pozitif Olgu Gruplarında Test Öncesi ve Sonrası Elektrolit Değişimlerinin Karşılaştırılması.

	Test Negatif Olgu Grubu (n=22)	Test Pozitif Olgu Grubu (n=22)	p
Delta Mg ⁺⁺	0.123 ± 0.076	0.22 ± 0.061	< 0.05
Delta K ⁺	-0.162 ± 0.127	-0.23 ± 0.095	> 0.05
Delta Ca ⁺⁺	0.55 ± 0.159	0.45 ± 0.159	> 0.05

Tablo V. Efor Testi Sırasında Minör veya Majör Aritmi Gelişen Olguların, Olgu Gruplarına ve Aritmi Tipine Göre Dağılımı.
(n = 20)

Olgu Grubu	Minör Aritmi (< 10 vuru/dk)		Majör Aritmi (> 10 vuru/dk)		Toplam
	SVES*	VES**	SVES*	VES**	
TEST NEGATİF OLGU GRUBU	5	1	1	2	9
TEST POZİTİF OLGU GRUBU	2	6	1	2	11
Toplam	7	7	2	4	20

* : Supraventriküler ekstrasistol

** : Ventriküler ekstrasistol

Tablo VI. Aritmi (+) ve Aritmi (-) Olguların Test Öncesi, Test Sonrası ve Delta Elektrolit Değerleri.

	Aritmi (+) (n=20)	Aritmi (-) (n=24)	p
TEST ÖNCESİ			
Mg ⁺⁺	2.37 ± 0.072	2.62 ± 0.163	> 0.05
K ⁺	5.2 ± 0.129	4.866 ± 0.134	> 0.05
Ca ⁺⁺	9.98 ± 0.272	10.17 ± 0.178	> 0.05
TEST SONRASI			
Mg ⁺⁺	2.64 ± 0.088	2.827 ± 0.119	> 0.05
K ⁺	4.92 ± 0.132	4.73 ± 0.119	> 0.05
Ca ⁺⁺	10.93 ± 0.196	10.36 ± 0.153	> 0.05
Delta-Mg ⁺⁺	0.275 ± 0.098	0.204 ± 0.110	> 0.05
Delta-K ⁺	-0.275 ± 0.131	-0.134 ± 0.110	> 0.05
Delta-Ca ⁺⁺	0.995 ± 0.310	0.333 ± 0.121	> 0.05

TARTIŞMA

Kardiyovasküler hastalıklarda çeşitli elektrolitlerin eksiklikleri, diüretik kullanımı, digital alımı ve sekonder hiperaldosteronizm yanında diyet ile yetersiz alım, gastrointestinal absorpsiyon bozuklukları gibi nedenlerle gelişebilir. K⁺ ve Ca⁺⁺ iyonlarının kardiyovasküler hastalıklardaki önemi uzun süredir bilinmekle birlikte, son zamanlarda Mg⁺⁺ iyonu üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır. Konjestif kalp yetmezlikli hastalar başta olmak üzere, çeşitli hastalıklarda hipopotassemi, hipokalsemi ve hipomagnezeminin aritmiyi provoke ettiği, ayrıca bu hastaların tedavisinde kullanılan diüretikler gibi ilaçların da elektrolit inbalansına ve sonuçta aritmiye neden oldukları bilinmektedir^{1,3,7,10}. Çalışmalarda hipomagnezemi tanısının sıklıkla gözden kaçtığı ve özellikle aritmi olasılığı yüksek olan hastalarda rutin serum Mg⁺⁺ düzeyi monitörizasyonunun gerekli olduğu bildirilmiştir⁷. Bu nedenle son yıllarda başta konjestif kalp yetmezlikli hastalar olmak üzere bilhassa aritmiye eğilimli çeşitli kardiyovasküler

hastalıklarda Mg^{++} desteği gündeme gelmiştir ^{2,7}.

Kaynakları incelediğimizde çeşitli ekzersiz testlerinde oluşan plazma elektrolit değişiklikleri konusunda yayın sayısı oldukça azdır ¹¹⁻²⁴. Yapılan çeşitli çalışmalarda, ekzersizden 2.5-5 dakika sonra ölçülen serum K^+ düzeylerinde, test öncesi değerlere göre azalma saptandığı bildirilmiştir. Test sonrasındaki bu düşüşün maksimal ekzersiz süresince oluşan aşırı laktik asit üretimine bağlı olarak ekstrasellüler sıvıda artan Hidrojen (H^+) iyonu konsantrasyonu sonucu hücre dışına çıkan K^+ iyonunun testin durdurulmasından sonra hızla hücre içine yönelmesine bağlı olduğu öne srlmştir ^{12,14}.

Ekzersiz sırasında Ca^{++} iyonu konsantrasyonlarına bakıldığında ise ekzersiz yoğunluğu arttıka serum Ca^{++} düzeylerinin de arttığı bildirilmekte ve bu artışın asidoz ve hemokonsantrasyon sonucu olduğu öne sürülmektedir ^{11,15,16}. Bunun yanında serum Ca^{++} düzeylerinde değişiklik saptanamadığını bildiren yayınlar da mevcuttur ¹⁷.

Ekzersizin serum Mg^{++} iyonu düzeylerine etkisini inceleyen çalışmalarda ise çelişkili veriler bildirilmiştir. Bazı çalışmalarda ekzersiz öncesine göre ekzersiz sonu Mg^{++} düzeylerinin arttığı bildirilirken ¹⁷⁻²², diğer çalışmalarda ise azaldığı bildirilmiştir ^{15,23,24}. Mg^{++} iyonunun artmış bulunduğu çalışmalarda bu artışın plazma volümündeki azalma ve Mg^{++} 'un intravasküler alana yönelmesinden kaynaklandığı ne srlmştir ²⁰. Diğer bir çalışmada ekzersiz sırasında Delta K^+ ve Ca^{++} düzeyleri arasında anlamlı fark saptanmaz iken bu parametreler ile maksimum işyükü arasında korelasyon olduğu bildirilmiştir ¹². Delta Mg^{++} düzeylerinin incelendiği bir çalışma ise kaynaklarda bulunmamıştır.

Yukarıda bildirilen çalışmalar sağlıklı gönüllüler ve hayvanlarda yapılmış ve çelişkili veriler bildirilmiştir ¹¹⁻²⁴. Ayrıca bu çalışmalarda gerek farklı ekzersiz testlerinin kullanılması ve gerekse olgu sayısının az olması çalışmaların güvenirliğini sınırlamaktadır.

Sunulan bu çalışmada yalnızca sağlıklı bireyler alınmamış, efor testi (+) ve test (-) gruptaki olguların elektrolit değerleri (Mg^{++} , K^+ , Ca^{++}) incelenmiştir. Gerek test öncesi ve gerekse test sonrası değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Keza her iki gruptaki olguların test öncesi ve test sonrası elektrolit değerleri kendi ilerinde karşılaştırıldığında test öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık-

lar bulunmamıştır. Bu sonuçlar, literatürdeki bazı çalışmalar ile uyumlu^{11,12,14-22}, bazı çalışmalar ile çelişkili bulunmuştur^{15,17,23,24}. Olguların test sonrası elektrolit değerlerinin test öncesindeki değerlerden farkları (Delta Mg^{++} , K^+ ve Ca^{++}) karşılaştırıldığında, test pozitif olgularda Delta Mg^{++} değerlerinin normal sınırlar içerisinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği, ancak Delta K^+ ve Ca^{++} değerleri arasındaki farkların anlamlı olmadığı saptandı. Çalışmamızda her iki gruptaki olguların Delta Mg^{++} , K^+ , Ca^{++} değerleriyle maksimum işyükü arasında korelasyon gösterilememiştir. Test pozitif olgu grubunda serum Mg^{++} düzeylerinde normal sınırlar içinde daha fazla artış saptanmasının klinik önemi açık değildir.

Ekzersiz testlerinde meydana gelebilecek elektrolit değişikliklerinin aritmi üzerine etkisini inceleyen az sayıda çalışma bulunabilmiştir. Papademetriou ve ark.²¹'nin çalışmasında diüretik tedavi alan hipertansif bireylerde aritmi sıklığı üzerine elektrolit değerlerinin etkisi gösterilememiştir. Bizim çalışmamızda, aritmi gözlenen ve gözlenmeyen olguların elektrolit değerlerinin karşılaştırılmasında, gerek test öncesi ve test sonrası ve gerekse Delta elektrolit değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır. Bu bulgu treadmill testi sırasında gelişen aritmilerde elektrolit değişikliklerinin rolünün sınırlı olduğunu düşündürmektedir. Gerek treadmill ekzersiz testinin serum elektrolit düzeylerine etkisi ve gerekse bu değişikliklerin aritmi gelişimine etkilerinin incelenmesi amacıyla test süresince ve test sonrası ilk 1 dakika içinde ölçümlerin yapılacağı daha ileri çalışmalara gereksinim vardır.

KAYNAKLAR

1. Packer M, Gottlieb SS, Blum MA. Immediate and long-term pathophysiologic mechanisms underlying the genesis of sudden cardiac death in patients with congestive heart failure. *Am J Med* 82: 4-10, 1987.
2. Fisch C. Electrolytes and the heart. In: Hurst JW, ed. *The Heart*. New York: Mc Graw Hill Book Company, 6th ed, 1986, p 1466-1479.
3. Dyckner T, Wester PO. Potassium/Magnesium depletion in patients with cardiovascular disease. *Am J Med* 82: 11-17, 1987.
4. Roden DM, Iansmith DHS. Effects of low potassium or magnesium concentrations on isolated cardiac tissue. *Am J Med* 82: 18-24, 1987.

5. Ryan MP. Diuretics and potassium/magnesium depletion. *Am J Med* 82: 38-47, 1987.
6. Levine BS, Coburn JW. Magnesium, the mimic/antagonist of calcium. *N Engl J Med* 310: 1253-1254, 1984.
7. Whang R. Magnesium deficiency: Pathogenesis, prevalence and clinical implications. *Am J Med* 82: 24-29, 1987.
8. Iseri LT, French JH. Magnesium: Nature's physiologic calcium blocker. *Am Heart J* 108: 188-194, 1984.
9. Sheffield TL. Exercise Stress Testing. In: Braunwald E, ed: *Heart Disease*. Philadelphia, WB Saunders Company, 1988, 236-237.
10. Hollifield JW. Magnesium depletion, diuretics, and arrhythmias. *Am J Med* 82: 30-37, 1987.
11. Wilkerson JE, Horvath SM, Gutin B, Molnar S, Diaz JF. Plasma electrolyte content and concentration during treadmill exercise in humans. *J Appl Physiol* 53: 1529 - 1539, 1982.
12. Goodman C, Rogers GG, Vermaak H, Goodman MR. Biochemical responses during recovery from maximal and submaximal swimming exercise. *Eur J Appl Physiol* 54: 436-441, 1985.
13. Mitolo M, Leone D. Potassium and physical exercise. *Biochem Exer* 3: 297-300, 1969.
14. van Beaumont W, Underkofler S, van Beaumont S. Erythrocyte volume plasma volume and acid-base changes in exercise and heat dehydration. *J Appl Physiol* 50: 1255-1262, 1981.
15. Ljunghall S, Joborn H, Roxin LE, Rastad J, Wide L, Akerstrom G. Prolonged low-intensity exercise raises the serum parathyroid hormone levels. *Clin Endocrinol* 25: 535-542, 1986.
16. Cunningham J, Segre GV, Slatopolsky E, Avioli LV. Effects of heavy exercise on mineral metabolism and calcium regulating hormones in humans. *Calcif Tissue Int* 37: 598-601, 1985.
17. Ljunghall S, Joborn H, Roxin LE, Skarfors ET, Wide LE, Lithell HO. Increase in serum parathyroid hormone levels after prolonged physical exercise. *Med Sci Sports Exerc* 20: 122-125, 1988.

18. Chadda KD, Cohen J, Werner BM, Gorfien P. Observations on serum and red blood cell magnesium changes in treadmill exercise-induced cardiac ischemia. *J Am Coll Nutr* 4: 157-163, 1985.
19. Snow DH, Billah A, Ridha A. Effects of maximal exercise on the blood composition of the racing camel. *Vet Rec* 123: 311-312, 1988.
20. Joborn H, Akerstrom G, Ljunghall S. Effects of exogenous catecholamines and exercise on plasma magnesium concentrations. *Clin Endocrinol* 23: 219-226, 1985.
21. Papademetriou V, Natargiocomo A, Heine D, Fletcher RD, Freis ED. Effects of diuretic therapy and exercises - related arrhythmias in systemic hypertension. *Am J Cardiol* 64: 1152-1156, 1989.
22. Papademetriou V, Notargiacomo A, Freis ED. Diuretic therapy and exercise in patients with systemic hypertension. *J Hypertens Suppl* 7: 248-249, 1989.
23. Deuster PA, Dolev E, Kyle SB, Anderson RA, Schoomaker EB. Magnesium homeostasis during high-intensity anaerobic exercise in men. *J Appl Physiol* 62: 545-550, 1987.
24. Stendig-Lindberg G, Shapiro Y, Epstein Y, Galun E, Schonberger E, Graft E, Wacker WE. Changes in serum magnesium concentration after strenuous exercise. *J Am Coll Nutr* 6: 35-40, 1987.

