

# KREATİN YÜKLEMENİN BADMINTON PERFORMANSINA ETKİSİ

Alpan CİNEMRE\*, Caner AÇIKADA\*, Tahir HAZIR\*, Ömer ŞENEL \*\*

## ÖZET

Bu çalışmanın amacı; creatin (Cr) yüklemenin, elit badminton oyuncularının egzersiz performansına olan etkisini araştırmaktır. Dokuz erkek badminton oyuncusu (yaş = 19.22 ± 2.16 yıl; boy = 174.53 ± 6.98 cm ve vücut ağırlığı = 66.25 ± 10.54 kg), badminton sahasında; herhangi bir badminton oyuncusunun, üst düzey bir şampiyonada karşılaşılabileceği hareket kalıplarını ve çalışma - dinlenme oranlarını yansıtacak şekilde 'gölge' badminton testine alınmışlardır. Deneklere, 5 gr creatin (Cr) + 5 gr dextroz (pudra şekeri) veya 10 gr dextroz verilmiş ve deneklerden kendilerine verilen maddeyi; 5 gün boyunca, günde 4 kez öğünlerle birlikte ve 250 ml ılık suda karıştırarak içmeleri istenmiştir. Üç kez ölçüm yapılmıştır. İlk ölçüm denekler herhangi bir madde almaksızın, ikinci ölçüm denekler rastgele creatin veya placebo yükleme yaptıktan sonra, üçüncü ölçüm ise 28 günlük arınma periyodu sonrasında, çift kör çapraz deneme desenine göre yapılmıştır. Deneklerin setler boyunca kat ettikleri mesafe değerleri video analizi yöntemi ile belirlenmiş, deneklere ait Laktat (La), Kalp Atım Hızı (KAH) ve Algılanan Zorluk Derecesi (AZD) değerleri kaydedilmiştir. Deneklerin ölçümler arasındaki performans ve metabolik değer değişimleri; Tekrarlı Ölçümlerde Tek Yönlü Varyans Analizi istatistiksel yöntemi ile test edilmiştir. Varyansların homojenliği için Mauchly testi, varyansların düzeltilmesinde ise Greenhouse-Geisser düzeltme faktörü kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak seçilmiştir. Bu araştırma bulgularına göre; KAH, La gibi bazı metabolik ölçütler ile; AZD gibi, subjektif ölçüt değerleri bakımından her üç ölçüm arasında anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. Setlerde kat edilen mesafe bakımından yükleme dönemleri arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Creatin yükleme, elit badminton oyuncularının bazı performans değerlerinde anlamlı değişikliğe neden olmamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Creatin Yükleme, Badminton, Gölge Badminton, Çift Kör Çapraz Deneme Deseni.

---

Geliş Tarihi: 03.10.2011; Yayına Kabul Tarihi: 13.11.2011.

\* Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu, ANKARA.

\*\* Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, ANKARA.

## EFFECTS OF CREATINE SUPPLEMENTATION ON BADMINTON PERFORMANCE

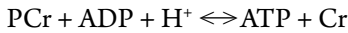
### ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effects of creatine (Cr) supplementation on exercise performance level of elite badminton players. Nine badminton players (age = 19.22 ± 2.16 years; height 174.53 ± 6.98 cm and body weight = 66.25 ± 10.54 kg) were tested on the badminton court according to the work - rest ratio of elite badminton match play, by 'ghost badminton' playing routine. Subjects were used either 5 gr Cr + 5gr dextroze or 10 gr dextroze four times in a day through the 5 days with meals and in 250 ml warm water. They were tested three times. First measurement was made without loading, second measurement was made randomly after creatine or placebo supplementation. Third measurement was made according to the double-blind crossover design after 28 days later. Distances, the subject run through the sets were determined by video analyze method and Lactate (La), Heart Rate (HR) and Received Percieved Exertion (RPE) values were recorded. Data were analyzed with One Way Anova for Repeated Measures statistical methodology and  $p < 0.05$  significance was used. Mauchly test was used for the homogeneity of variances and in order to correct the variances, Greenhouse-Geisser correction factor was used. There were no statistically significant changes of elite badminton players performance level among three measurements. Creatine supplementation has no effects on the performance level of elite badminton players.

**Key Words:** Creatine Supplementation, Badminton, Ghost Badminton, Double Blind Crossover Design.

### GİRİŞ

Kreatin (Cr), büyük çoğunluğu karaciğerde sentezlenen bir amino asit olup, sentezlenen kreatinin hemen hemen hepsi iskelet kasında depo edilir. Cr'nin fosforilize formu olan fosfokreatin (PCr), kasta, anaerobik enerji üretiminde temel rol oynar. PCr, kreatin kinaz reaksiyonu yoluyla adenozin tri-fosfat'ın (ATP) üretilmesinde doğrudan yer alır:



Yüksek şiddetli ve patlayıcı egzersizlerin ilk 5-10 saniyesinde kas içerisindeki tepe PCr düzeyi (endojen), kas kasılması için gereken ATP miktarını karşılayabilecek düzeydedir. PCr miktarı sınırlı olduğu için bu tip aktivitelerde bu kaynakların tüketilmesi yorgunluğun temel sebeplerinden biri olarak değerlendirilmiştir (Harris ve ark., 1992; Greenhaff ve ark., 1993; Dawson ve ark., 1995). Exojen (dış kaynaklı) kreatinin alımı ise, kas içi Cr ve PCr depolarını arttırmak için kullanılabilir (Harris ve ark., 1992; Greenhaff ve ark., 1993). Genel olarak; 5 gün boyunca, günde 20 gr yükleme dozunu takiben, toplam kas Cr (TCr) depolarının %20- 30 civarında artış gösterdiği belirtilmiştir (Harris ve ark.,

1992). Bu ilk kısa süreli yükleme dönemini takiben, günlük 2-5 gr kreatin ile (idame dozu), arttırılmış kas içi Cr düzeylerinin bir 22-28 gün daha korunabileceği tavsiye edilmiştir (Vanderberghe ve ark., 1997; Terjung ve ark., 2000). Bununla birlikte; 5 günlük yükleme dönemi sonrasında, kas içi Cr ve PCr depolarındaki artışa ve bu artışın 6 hafta boyunca günlük 2 gr idame dozu ile korunmasına rağmen, kas içi Cr ve PCr düzeylerinin azaldığı ve başlangıç seviyesine döndüğü gözlemlenmiştir (Van Loon ve ark., 2003).

Bir çok çalışma kreatin yüklemenin egzersiz performansı üzerine olan etkilerini araştırmış ve kreatin alımı sonrasında en büyük performans artışının, tekrarlayan yüksek şiddetli egzersizler sonrasında gerçekleştiği rapor edilmiştir. Tekrarlı maksimal bisiklet egzersizi sonrasında elde edilen güç değerleri (Balsom ve ark., 1993; Birch ve ark., 1994); tekrarlı istemli maksimal kas kasılması sırasında edilen tork güç değerleri (Greenhaff ve ark. 1993; Vanderberghe ve ark., 1997) ve tekrarlı orta mesafe koşularını tamamlamak için geçen süre miktarı (Harris ve ark., 1993) gibi değerlerin hepsinde artış bulunduğu gösterilmiştir. Bu performans artışı için ise; kas kasılması sırasında ATP'nin sentezlenmesi için artmış PCr bulunabilirliği (Balsom ve ark., 1993; Birch ve ark., 1994; Greenhaff ve ark., 1993); egzersiz sonrası toparlanma sırasında PCr'nin yeniden sentezlenebilmesi için artmış serbest kreatin bulunabilirliği (Balsom ve ark., 1993; Greenhaff ve ark., 1993,1994) ve artmış kas tamponlama kapasitesi (Harris ve ark., 1992; Balsom ve ark., 1993; Greenhaff ve ark., 1993) gibi mekanizmalar öne sürülmüştür (Hopwood ve ark., 2006)

Ancak, kreatin ile ilgili olarak yapılan bilimsel çalışmaların sayısı 1000'i aşmış (Greenwood, 2008) ve bu çalışmaların % 70'i, Cr'nin ergojenik etkisinin bulunduğunu ileri sürmüş olsa bile (Kreider, 2003) bu çalışmaların bir çoğu, iyi düzeyde antrenmanlı sporcularda ve yarışma veya maç sırasında veya yarışma veya maç benzeri egzersizler şeklinde düzenlenmemiştir. Gerçekten de; bu güne kadar yapılan çalışmaların sadece çok azında yarışma veya maç ortamının yarattığı stresi yansıtan performans ölçümleri çalışılmış ve ergojenik desteğe verilen cevaplar bağlamında denekler arası farklılık olarak bile değerlendirilmemiştir. Dolayısıyla; iyi düzeyde antrenmanlı veya elit atletler ele alındığında; artmış laboratuvar performansı, gelişen yarışma veya maç performansı anlamına gelmemektedir (Mujika ve Padilla, 1997).

Badminton; tekrarlayan yüksek şiddetli oyunların (rally) kısa dinlenme araları ile kesildiği, yüksek düzeyde aerobik ve anaerobik güç özelliklerinin önemli olduğu düzensiz aralıklı bir spor aktivitesi olarak tanımlanmıştır (Faccini ve Dal Monte, 1996; Cabello Manrique ve Gonzalez-Badillo, 2003; Faude ve ark., 2007). Bir badminton maçında oyun; yön değiştirmelerin, smaçların, ani hareketlerin, kısa sprintlerin sıklıkla kullanıldığı bir karışımı ifade etmektedir (Omesegaard, 1996) ve badminton oyununa özgü metabolik gereklilikler bizzat Cr yüklemenin etkilerinin gözlenebileceği bir spor dalı olarak gözükmektedir. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı; Cr yüklemenin, badminton sporcularının performanslarına olan etkilerini, gerçek maç bulgularının yansıtıldığı ve badminton oyuncularının antrenmanlarının bir parçası olarak kullandıkları 'gölge' badminton saha (kort) testine verilen cevaplar yoluyla araştırmaktır.

## YÖNTEM

**Araştırma Grubu:** Bu çalışmada araştırma grubu; Türkiye Badminton 1. Ligi'nde aktif spor yaşamlarını sürdüren (yaş =  $19.22 \pm 2.16$  yıl; boy =  $174.53 \pm 6.98$  cm ve vücut ağırlığı =  $66.25 \pm 10.54$  kg) 9 erkek badmintoncudan oluşturulmuştur.

**Deney Deseni:** Denekler; 5 gr kreatin (Cr) + 5 gr pudra şekeri (dextroz) veya 10 gr. dextroz almışlardır. Deneklerden kendilerine verilen maddeyi; 5 gün boyunca günde 4 kez öğünlerle birlikte ve 250 ml ılık suda karıştırarak içmeleri istenmiştir. Üç kez ölçüm yapılmıştır. İlk ölçüm denekler herhangi bir madde almaksızın, ikinci ölçüm denekler rastgele kreatin veya placebo yükleme yaptıktan sonra, üçüncü ölçüm ise 28 günlük arınma periyodu sonrasında, çift kör çapraz deneme desenine göre yapılmıştır. Denekler ilk ölçümün yapıldığı sahada ve benzer hava ve sıcaklık koşullarında teste alınmışlardır. Denekler herhangi bir ölçüm yapılmadan önce 'Gölge Badminton' saha testini bir kez uygulamışlardır. Araştırmaya başlamadan önce, araştırma grubunu oluşturan bireylere, çalışmayla ilgili ayrıntılı bilgi içeren, olası risk ve rahatsızlıkları belirten bir metin okutulmuş ve imzalatılmıştır. Araştırmanın yapılabilmesi için, Hacettepe Üniversitesi Tıbbi, Cerrahi ve İlaç Araştırmaları Etik Kurulu'ndan izin alınmıştır.

## VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

**Gölge Badminton Testi:** Gölge Badmintonu; badmintoncuların ayak hızlarını ve saha içi çabukluklarını arttırmak için kullandıkları bir antrenman yöntemidir. Sporcu sahada merkezde, elinde raketiyle, sırasıyla bütün köşelere çapraz ve dört yöne doğru olmak üzere badinton adımlama ve vuruş tekniklerini kullanmaktadır. Bu antrenman yöntemi aynı zamanda bir performans test yöntemi olup benzer spor dallarında (squash, tenis) da ilgili spor dallarının özelliklerini yansıtmak üzere kullanılmıştır (Ming-Kai, C. ve ark., 1995; Majumdar, P. ve ark., 1997; Op't Eijnde, B. ve ark., 2001). Çalışmaya katılan deneklerin hepsi gölge badmintonundan haberdar olup, daha önce antrenmanlar sırasında sıklıkla kullandıklarını bildirmişlerdir. Test sırasında kullanılacak hareket kalıplarının ve saha içerisinde hangi bölgelerden yapılacağı belirlenmesi ve oyun - ara sürelerin standartlaştırılması için ise bazı ön çalışmalar yapılmıştır.

**Oyun - Ara Sürelerinin Belirlenmesi:** Bu amaçla; 1999-2000 yılı Türkiye Büyükler Şampiyonası yarı final ve final maçlarını da içeren 4 maç görüntüleri kameraya alınmış ve analiz edilmiştir. Toplam 129 oyun analiz edilmiş olup, 1. ve 2. set görüntülerinin oyun-ara zamanlarının ortalama süreleri bir zaman sayıcı ile hesaplanmıştır. Zaman sayıcı saniyede 50 kare hareket edebilme yeteneğine sahip olup; hareketin başlangıç veya bitiş noktasını belirlemek için topun tam olarak rakete, yerle veya file ile temasına getirilmiştir. Bu noktada sayaç sıfırlanarak, görüntü saniyede 50 kare hareketle izlenebilecek hassasiyetle değerlendirilmiştir. Oyun (Rally) süresi; servis atışından itibaren topun rakete temasından

başlayarak, topun oyunda kaldığı süreyi; ara süresi ise; topun yere düşerek veya fileye çarparak oyun süresinin tamamlanması olarak tanımlanmıştır (Hughes, 1995). Buna göre incelenen maçlar sonucunda ayrı ayrı setlere ait aşağıdaki oyun - ara süreleri elde edilmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1. İncelenen Badminton Maçları İle İlgili Tanımlayıcı Bilgiler**

	1.Set ( $\bar{X} \pm SS$ )	2.Set ( $\bar{X} \pm SS$ )
Oyun Süresi (kişi / sn)	3.92 $\pm$ 1.33	3.50 $\pm$ 1.3
Ara Süresi (kişi / sn)	5.5 $\pm$ 1.3	5.39 $\pm$ 1.02
Oyun - Ara Oranı	0.71 $\pm$ 0.14	0.65 $\pm$ 0.08
Oyun Sayısı	6.22 $\pm$ 1.6	6.0 $\pm$ 1.15
Toplam Set Süresi (sn)	546 $\pm$ 273	787 $\pm$ 76

Ortalama hareket sayısı olarak belirtilen 1. setteki 6.22  $\pm$  1.66 adet hareket, 6 hareket olarak düzeltilmiştir. İncelenen maçlar sonrasında; top, yere düşmeden iki oyuncu arasında ortalama olarak 6 kez arka arkaya gidip gelmektedir. Set süreleri ve oyun - ara süreleri 1. ve 2. set için farklı olup, oyuncunun gölge badminton testi sırasında aktif olarak test edildiği toplam süre her bir set için şu şekilde hesaplanmıştır:

$$\text{Toplam Test Süresi} = \text{Oyun Sayısı} \times \text{Oyun süresi}$$

Oluşturulan saha testi test süreleri 1. ve 2. setler için şu şekilde belirlenmiştir (Tablo 2.)

**Tablo 2. Gölge Badminton Testinde Denekler Tarafından Kullanılacak Oyun-Ara Süreleri**

	1.Set ( $\bar{X} \pm SS$ )	2.Set ( $\bar{X} \pm SS$ )
Oyun Süresi (sn)	25	20
Ara Süresi (sn)	35	30
Oyun - Ara Oranı (Şiddet)	0.71	0.66
Oyun Sayısı	6	6
Toplam Set Süresi (sn)	540	780

Buna göre denekler; 1. sette 25 sn oyun oynayıp 35 sn dinlenirken, ikinci sette ise 20 sn oyun oynayıp 30 sn dinleneceklerdir. Her bir sette geçirilen ortalama toplam süre ise; 1. sette 540 sn, 2. sette ise 780 sn'dir.

### **Kullanılacak Özel Hareket Kalıplarının ve Saha İçerisindeki Yerlerinin Belirlenmesi:**

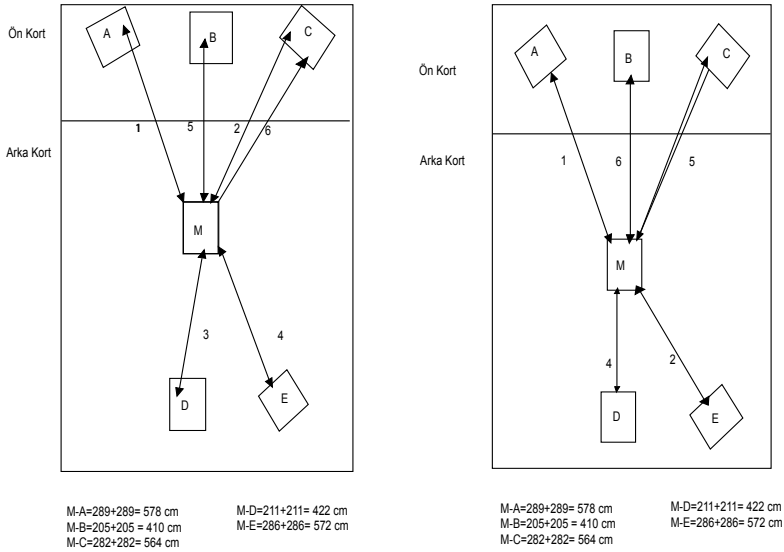
Test sırasında denekler tarafından kullanılacak hareketlerin müsabaka koşullarında kullanılan hareket kalıplarını yansıtması amacı ile; oyun - ara oranının belirlendiği maç görüntüleri deneyimli oyuncular ve antrenörler tarafından tekrar analiz edilmiştir. Maçlar sırasında sporcuların her bir sette yaptıkları özel hareketler incelenmiş ve bu hareketlerin kullanım sıklığı % olarak belirlenmiştir. Hareketler yüksek %' den düşük %'ye doğru

sıralandığında, bir önceki çalışmada, topun yere düşmeden oyunda olduğu 6 sayısı test sırasında kullanılacak olan hareket çeşidini ve sayısını belirlemek için kullanılmıştır. Buna göre test sırasında denekler aşağıda %'leri belirtilen hareketleri aynı sıra ile uygulamışlardır.

**Tablo 3. Test Sırasında Denekler Tarafından Kullanılacak Hareket Kalıpları**

HAREKETLER	1.SET (%)	2.SET (%)
Paralel Net Drop	12.61	15.77
Paralel Lobe	12.31	8.79
Paralel Smaç	11.11	6.94
Paralel Drop	7.80	9.02
Çapraz Net Drop	6.30	6.71
Çapraz Lobe	6.00	5.32

Elde edilen görüntülerin analizi sonucunda belirlenen hareket kalıplarının sahanın neresinden yapabileceğine yine deneyimli oyuncular ve antrenörler tarafından karar verilmiştir. Buna göre, gölge badminton testi 1. ve 2. seti farklı olacak şekilde aşağıdaki şekilde oluşturulmuş ve bütün ölçümlerde aynı şekilde kurulmuştur.



**Şekil 1.** 1. ve 2. sette kullanılacak olan hareket kalıplarının saha içerisindeki konumları ve mesafeleri (m).

### **Test Sırasında Kat Edilen Ortalama Mesafenin Hesaplanması:**

Test sırasında kat edilen ortalama mesafe; saha üzerinde konumları ve birbirlerinden uzaklıkları belirlenen matlar arasında, deneklerin kat ettikleri mesafelerin video analizi ile hesaplanmasından elde edilmiştir. Buna göre denekler; ellerinde raketleri ile merkezde (M) beklemişler ve ön çalışma bulgularından elde edilen hareket kalıpları ve oyun - ara süreleri doğrultusunda yüksek şiddetli olarak 2 set olacak şekilde 'gölge' badminton antrenmanı yapmışlardır. Setler arasındaki dinlenmeler, uluslararası oyun kuralları gereğince 1,5 dak. olarak verilmiştir. Çekilen görüntüler daha sonra analiz edilerek deneklerin her oyun süresinde ne kadar mesafe kat ettikleri hesaplanmıştır. Ölçümler arasındaki standardizasyonun sağlanması için; ön kortta hareketin yapılacağı yöne doğru, fileye tüy toplar yerleştirilmiş ve deneğin her oyunda topa vurması istenmiştir. Deneklerden belirlenen her özel hareketin sonunda merkeze dönmeleri ve tekrar merkezden hareket etmeleri sağlanmıştır.

### **Gölge Badminton Testinin Güvenirliği ve Ölçümün Standart Hatası (ÖSH):**

Kreatin yüklemenin badminton performansına olan etkisini ölçmek için ön çalışmalar doğrultusunda standartlaştırılan gölge badminton egzersiz testinin güvenilirliği üç ölçümde, kat edilen mesafe değerleri üzerinden sınıfiçi korelasyon katsayıları hesaplanarak elde edilmiştir. Buna göre 1. sette ve 2. sette sınıf içi korelasyon katsayıları ve ölçümün standart hata değerleri sırasıyla  $R = .89 \pm 1.83$  ve  $R = .64 \pm 1.86$  dır. Elde edilen R değerleri doğrultusunda; uygulanan gölge badminton testinin, 1. set için yüksek ( $R > 0.80$ ) 2. set için ise orta düzeyde güvenilirliğe ( $R = 0.60-0.80$ ) sahip olduğu söylenebilir (Alpar, 2000).

### **Kan Laktik Asit (La) ve Kalp Atım Hızı (KAH) Değerlerinin Ölçümü:**

Egzersiz sonrası La değerlerinin belirlenmesi amacıyla, 2. set sonrasında 1 dakika içerisinde kulak memesinden alınan kan örnekleri bekletilmeden ve hiçbir işleme tabi tutulmadan YSI 1500 Laktik Asit analizörü ile analiz edilmiştir. Deneklerin farklı şiddet düzeylerine ve her şiddet düzeyindeki farklı setlere vermiş oldukları Kalp Atım Hızı (KAH) değerleri ise telemetrik olarak kaydedilmiş ve daha sonra analiz edilmiştir (Polar Software Analysis Program, 3.02).

### **Algılanan Zorluk Derecesi (AZD) Değerlerinin İşaretlenmesi:**

Denekler teste girdikten sonra, laktik asit düzeylerinin belirlenmesi amacı ile kan örnekleri alınmadan hemen önce, sadece kendilerine ait bir skala üzerinde, egzersiz bitiminden hemen sonra hissettikleri egzersiz şiddetini işaretlemeleri istenmiştir. Birbirlerinden etkilenmemeleri için, işaretlemeyi deneklerin tek başına yapmalarına ve işaretleme sırasında diğer deneklerle birlikte olmamalarına dikkat edilmiştir .

### Verilerin Analizi:

Tüm değişkenlerin tanımlayıcı istatistiği yapıldıktan sonra kreatin yüklemenin; kat edilen mesafe, La, AZD, KAH, vücut ağırlığı (VA), değerleri üzerine olan etkileri, Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi istatistiksel yöntemi ile test edilmiştir. Varyansların homojenliği için Mauchly testi kullanılmıştır. Varyanslar homojen değilse serbestlik derecesinin düzeltilmesinde, Greenhouse-Geisser ( $\epsilon$ ) düzeltme faktörü kullanılmış, yanılma düzeyi 0.05 olarak belirlenmiştir. Ölçümler arasında anlamlı farklılık bulunursa *Post-hoc* testi olarak Bonferroni testi kullanılmıştır.

### BULGULAR

Bu bölümde araştırma grubunu oluşturan bireylerin, çift kör çapraz deneme desenine göre, 3 farklı dönemde elde edilmiş ölçüm değerleri verilmiştir. Buna göre; herhangi bir yüklem yapılmaksızın alınan ilk ölçüm değerleri (Yönc) ile kreatin (Cr) ve placebo (Pl) alan grupların ölçülen metabolik ve performans değerleri Tablo 4'te sırası ile belirtilmiştir.

**Tablo 4. Deneklerin (Yönc), Cr ve Pl 'lu Dönemlerine Ait Ölçüm Değerleri**

	Yönc Ort $\pm$ SS	Cr Ort $\pm$ SS	Pl Ort $\pm$ SS	yy:2	E	F
Vücut Ağ. (kg)	66.25 $\pm$ 10.54	66.96 $\pm$ 11.51	66.60 $\pm$ 10.95	2.44	.772, p=.294	F(2,12) = 1.37, p = .282
Mesafe (m) (1.set)	54.77 $\pm$ 4.62	56.37 $\pm$ 5.81	54.98 $\pm$ 5.14	1.98	.802, p=.372	F(2,12) = 1.35, p = .286
Mesafe (m) (2.set)	46.100 $\pm$ 2.84	45.98 $\pm$ 2.96	44.84 $\pm$ 3.09	2.81	.752, p=.245	F(2,12) = 0.49, p = .593
KAH (a/dk) (1.set)	160.0 $\pm$ 11.93	159.33 $\pm$ 10.14	157.88 $\pm$ 10.50	3.48	.718, p=.175	F(2,12) = 0.19, p = .751
KAH (a/dk) (2.set)	170.44 $\pm$ 6.91	168.00 $\pm$ 11.09	179.11 $\pm$ 7.50	0.98	.884, p=.610	F(2,14) = 0.38, p = .664
La (mmol/L)	6.84 $\pm$ 2.45	5.64 $\pm$ 2.99	5.31 $\pm$ 2.21	5.01	.662, p=.082	F(2,11) = 2.17, p = .169
AZD	17.11 $\pm$ 1.05	16.77 $\pm$ 1.20	16.67 $\pm$ 1.87	2.46	.771, p=.291	F(2,12) = .292, p = .696

Bu sonuçlara göre; kreatin yüklemesi sonucunda, yapılan yüklemeye yöntemine bağlı olarak, deneklerin vücut ağırlığında anlamlı artışlar meydana gelmemiştir (Tablo 4). Denekler her üç test döneminde de egzersiz testine benzer vücut ağırlıkları ile girmişlerdir. Uygulanan egzersiz testi sonucunda 1. ve 2. sette kat edilen mesafe bakımından da anlamlı değişiklikler meydana gelmemiştir (Tablo 4). Egzersiz testine verilen metabolik yanıtlar ve algılanan zorluk derecesi bakımından her üç dönem arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır ( $p>0.05$ ), (Tablo 4).

### TARTIŞMA VE SONUÇ

Kreatin, sportif performansı arttırmak için; elit veya amatör düzeydeki bir çok sporcu tarafından bu güne kadar kullanılan en yaygın ergojenik maddelerden biridir



(Buford ve ark., 2007). Kreatinin, WADA (Dünya Dopingle Mücadele Birliği) tarafından dopingli ilaçlar kapsamında bulunmaması; kreatin kullanımının TCr ve PCr metabolizması üzerindeki olumlu etkileri (Silber, 1999); kreatinin ergojenik bir yardımcı olarak antrenmanlarda kullanılabilmesinin bazı bilimsel yayınlarla desteklenmesi (Greenhaff ve ark., 1993; Balsom ve ark., 1994), şu ana kadar bilinen en büyük yan etkisinin kilo alımı olması ve rehabilitasyon amaçlı olarak kullanılması ve bir takım popüler anektodal yayınlar, kreatinin bu yaygın kullanımının bir nedeni olabilir. Ancak; deney desenindeki hatalar (rasgele, çift kör çapraz deneme deseni kullanılmaması), denek sayısındaki azlıklar (< 15); denek gruplarının çalışma öncesi TCr düzeylerinin farklılık göstermesi ve bunun önceden belirlenmesinin zorluklar içermesi (kas biyopsisi), kullanılan denek gruplarının elitlik düzeyi, Cr'nin etkisini ölçmek için kullanılan laboratuvar testlerinin saha koşullarını yeterince yansıtmaması veya saha testlerinin yeterince güvenilir ve geçerli olmaması gibi nedenlerden dolayı birbiriyle çelişen sonuçlar elde edilmiştir (Lemon, 2002).

Bu çalışmada deneklerin yükleme öncesi vücut ağırlığı değerleri ile Cr veya Pl yükleme dönemleri arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Halbuki bu güne kadar yapılan çalışmaların bir çoğunda Cr yüklemeyi (20 gr/gün x 5-14 gün) takiben ilk 3 günde deneklerin vücut ağırlığında ortalama olarak 0,5-2 kg düzeyinde anlamlı derecede artışlar meydana geldiği bildirilmiştir (Balsom ve ark., 1993; Volek ve ark., 1997; Greenhaff ve ark., 1994; Güner ve ark., 1999). Hultman ve ark., (1996), Cr alımının ilk günlerinde idrar hacminde anlamlı derecede azalmalar meydana geldiği ve vücut ağırlığındaki artışın temel olarak bu şekilde açıklanabileceğini ileri sürmüşlerdir. Bu bulgu; Ziegenfuss ve ark.'nın (1998), kısa süreli Cr yüklemeyi takiben MR yöntemi ile ölçtükleri sporcuların bacak kas hacimlerinde % 6.6 ve yine çok frekanslı biyoelektrik impedans yöntemi ile ölçtükleri toplam vücut ve hücreler arası sıvı hacminde ise % 2-3 oranında artış bulguları ile desteklenmiştir.

Cr yüklemenin etkili olabilmesi için kas içi TCr ve PCr depolarında artış olması beklenmektedir. Ancak, Greenhaff ve ark., (1994); kısa süreli Cr yükleme sonrasında kas içi TCr depolarında anlamlı artış gösteren ve göstermeyen bireyleri karşılaştırdıklarında; kas içi TCr depolarında anlamlı artış gösteren bireylerin, çalışma öncesi kas içi TCr depolarının normal seviyeden düşük (120 mmol kreatine/kg kuru kas) olduğunu belirtmişlerdir. Yüklemeden olumlu anlamda en çok bu gruba artış gösterdiğini ve diğer grubun yeterince artış göstermediğini çünkü kas içi TCr depolarının zaten normal düzeyde olduğunu belirtmişlerdir. Buna rağmen Green ve ark., (1996a); kreatini, basit karbonhidratla birleştirerek verdiğinde kas içi TCr depoları normal seviyede olan bireylerde dahil olmak üzere, Cr taşınımının arttığını belirtmişlerdir. Ancak literatürde VA'da anlamlı artışlar bulamayan çalışmalar da bulunmaktadır (Dawson ve ark., 1995; Earnest ve ark., 1997; Vanderberge ve ark., 1996; Godly ve ark., 1997; Grindstaff ve ark., 1997; Hamilton-Ward ve ark., 1997; Prevost ve ark., 1997; McKenna ve ark., 1999; Duetekom ve ark., 2000).

Cr yükleme sonucunda VA değerlerinde anlamlı artışlar bulunmaması, deneklerin TCr depolarında anlamlı artışlar olup olmadığı sorusunu akla getirebilir. Ancak, McKenna ve ark. (1999) yaptıkları araştırmada; 5 gün boyunca 20 gr Cr alan deneklerin VA değerleri

anlamli derecede artış göstermemesine rağmen, kas biyopsisi yoluyla belirlenen TCr değerlerinde anlamli artışlar bildirmişlerdir. Yine Vandenberghe ve ark., (1996); VA değerlerinde anlamli artışlar gözlenmemesine rağmen PCr depolarının yaklaşık % 4-6 oranında artış gösterdiğini kaydetmişlerdir. Earnest ve ark., (1997) ve Prevost ve ark., (1997); Cr yükleme sonrasında yapılan toplam iş miktarı, yorgunluğa ulaşmak için geçen zaman gibi çeşitli performans parametrelerinin anlamli değişiklik gösterdiğinin bulunduğu çalışmalarında, VA değerlerinde anlamli değişiklikler bulamamışlardır. Bu çalışmada deneklerin kas içi TCr ve PCr düzeylerini belirleyecek herhangi bir uygulama yapılamadığı için deneklerin çalışma başlangıcındaki ve öğünlerle birleştirilmiş Cr alımı sonrasındaki TCr ve PCr düzeyleri hakkında yorum yapılamamaktadır.

Gölge badminton testi uzun süredir biliniyor ve halen kullanılıyor olmasına rağmen bu testte veya bir badminton maçında katedilen mesafe değerleri açısından literatürde herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak yapılan maç analizleri sonucunda bir badminton maçının oyuncu üzerinde yarattığı metabolik stres; rallylerin uzunluğu, yüklenme-dinlenme oranı (oyun - ara oranı), maç sırasında sergilenen KAH ve maç sonrasında elde edilen laktik asit değerlerinden yola çıkarak yorumlanabilmektedir. Chin ve ark., gölge badminton testi ile sporcuların gerçek performans değerleri arasında ilişki ( $r = 0.65$ ) bulmuşlardır. Yine Wonisch, M ve ark. (2003) da geliştirdikleri gölge badminton testi, KAH ve Anaerobik Eşik değerleri ile; PWC testindeki KAH değerleri arasında ve Modifiye Conconi Testi Anaerobik Eşik Hız değerleri arasında yüksek ilişki bulmuşlardır, (sırasıyla,  $r = 0.78$ ;  $r = 0.93$ ).

Ön çalışmada elde edilen bulgular, literatürle karşılaştırıldığında rally süreleri ve yüklenme - dinlenme oranlarının literatürle benzerlik gösterdiğini göstermektedir. Docherty (2003) oyun - ara oranını yaklaşık olarak 0.5 (1:2) olarak bulurken, oyun (rally) süresinin 5 sn civarında olduğu farklı araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (Docherty 1982; Cabello Manrique ve Gonzalez-Badillo, 2003; Faude ve ark., 2007; Chen ve Chen, 2008). Bir badminton maçının; genel olarak yüksek KAH değerleri veya yüzdeleri ile oynandığı ve maksimal KAH değerlerinin yüzdesi olarak ifade edildiğinde, bu değerin % 82 - 97'si arasına (Reilly, 1990; Faccini ve Dal Monte, 1996; Cinemre ve ark., 2000; Faude ve ark., 2007) karşılık geldiği rapor edilmiştir. Bu çalışmada ise denekler setleri % 79-84 KAH aralığında oynamışlardır. Romer ve ark. (2001), squash oyuncularında yaptıkları 2 tekrarlı 10 setlik 'Gölge Squash' (Ghosting Squash) antrenmanı sonrasında Cr yüklemenin tekrarlı sprint performans değerlerine anlamli olumlu etkisini bulurken, KAH değerleri arasında anlamli bir farklılık bulunamamıştır (2001).

Bir badminton maçı sonrasında elde edilen La değerleri, araştırma sonuçları arasında farklılıklar görülse bile ortalama olarak 3-5.7 mmol/l arasında değişiklik göstermektedir (Reilly, 1990). Cinemre ve ark. (2000) 17-18 yaşındaki 8 erkek badmintoncuda yaptığı çalışma sonrasında La değerlerini  $4.06 \pm 1.43$  mmol/l bulurken, Faccini ve Dal Monte (1996) elit badmintoncularda  $2.9 \pm 0.7$  mmol/l olarak bulmuşlardır. Cabello Manrique ve Gonzalez-Badillo (2003) ise, 11 elit badmintoncu üzerinde yaptıkları çalışmada maç sonrası

La değerlerini  $3.79 \pm 0.91$  olarak elde etmişlerdir. Hughes ve Fullerton (1995) ise bir gölge badminton antrenmanı sonrasında elde edilen La değerlerinin 4.0 - 4.9 mmol/l arasında değiştiğini bildirirken Ghosh ve ark., (1995) 3.9-6.2 mmol/l olarak belirtmişlerdir. Bu çalışmada yüksek şiddetli test sonrasında elde edilen La değerleri, diğer gölge badmintonu testinden elde edilen La değerleri ile uyusmaktadır. Bir badminton maçında oyun; yön değiştirmelerin, smaçların, ani hareketlerin, top için beklemelerin, yürüme ve koşmaların sıklıkla kullanıldığı bir karışımı ifade edip, iyi düzeydeki bir badminton maçında oyun ve ara ortalama süresi 5 sn civarındadır (Docherty,1982). Dolayısıyla anaerobik alaktik güç tek bir rally de baskın rol oynamaktadır ve 1:2 lik dinlenme sırasında biriken La vücuttan uzaklaştırılmaktadır (Omesaagard, 1996). Literatürde, Cr yüklemenin, badminton performansına etkisini araştıran herhangi bir çalışmaya rastlanamamıştır ancak diğer raket sporlarında Cr alımı ile ilgili benzer çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar; Cr yüklemenin, top hızı, vuruş geçerliliği ve kort hareketlerini içeren seçilmiş bazı tenis parametreleri üzerinde anlamlı etkisini bulamamışlardır (Op't Eijnde, B. 2001 ve Pluim, B.M. ve ark., 2006). Romer ve ark., (2001) ise squash oyuncularında yaptıkları 2 tekrarlı 10 setlik 'Gölge Squash' (Ghosting Squash) antrenmanı sonrasında Cr yüklemenin tekrarlı sprint performans değerlerine anlamlı olumlu etkisini bulurken, Cr alımı sonrasında La değerlerinde azalma bulmuşlardır. Bu farklılık Squash ve Badminton oyunları arasındaki metabolik farklılık bir sonucu olarak yorumlanabilir.

Cr yükleme sonrasında laktat eşiği ve zirve güç çıktısının (PPO) kısmen geliştiğini destekleyen çalışmalar olsa da Cr yüklemenin dayanıklılık performansını etkilediği ile ilgili yorumlar yapılırken dikkatli olunması gerekmektedir, çünkü Cr yükleme sonrasında elde edilen laktat konsantrasyonları çok geniş değer aralıklarında yer almaktadır ve bu da yorum yapılmasını anlamsız hale getirmektedir. Yine de Cr yükleme sonrası laktat konsantrasyonlarında azalma olduğunu gösteren çalışmalar egzersizin tipine, şiddetine ve süresine bağlı olarak değişiklik göstermektedir ve genel olarak bisiklet egzersizlerinde ve 3-4 dakikalık, bitkinliğe kadar geçen süreli egzersizler sonucunda laktat konsantrasyonlarında anlamlı değişiklikler gözlenebilmektedir (Cramer, 2008).

Sonuç olarak; maç analizi bulgularından yola çıkılarak oluşturulmuş 'gölge badminton' saha testi sonrasında, elit sporcularda, LA, KAH, AZD ve kat edilen mesafe bakımından Cr yüklemenin badminton performansına etkisi bulunmamaktadır.

## KAYNAKLAR

1. Alpar, R. (2000). Spor Bilimlerinde Uygulamalı İstatistik. GSGM. 137-138.
2. Balsom, P.D., Ekblom, B. Söderlund, K., Sjodin, B. Hultman, E. (1993). Creatine Supplementation and Dynamic High - Intensity Intermittent Exercise. Scand. J. Med. Sci Sports . 3: 143 - 149.
3. Balsom, P.D., Söderlund, K., Ekblom, B. (1994). Creatine in Humans with Special Reference to Creatine Supplementation. Sports Med. 18(4): 268 - 277.

4. Birch, R., Noble, D., Greenhaff, P.L. (1994). The Influence of Dietary Creatine Supplementation on Performance During Repeated Bouts of Maximal Isokinetic Cycling in Man. *Eur. J. Appl. Physiol.* 69: 268 – 270.
5. Buford, T.W., Kreider, R.B., Stout, J.R., Greenwood, M., Campbell, B., Spano, M., Ziegenfus, T., Lopez, H., Landis, J., Antonio, J. (2007). International Society of Sports Nutrition Position Stand: Creatine Supplementation an Exercise. *J. Int. Soc. Sports. Nutr.* 30: 4-6.
6. Cabello, M.D., Gonzalez-Badillo, J.J. (2003). Analysis of the Characteristics of Competitive Badminton. *Br. J. Sports Med.* 37: 62-66.
7. Chen, H-L., Chen, T.C., (2008). Temporal Structure Comparison of the New and Conventional Scoring System for Men's Badminton Singles in Taiwan. *J. Exerc. Sci. Fit:* 6(1): 34-43.
8. Chin, M-K., Wong, A.S.K., So, R.C.H., Siu, O.T., Steininger, K., Los, D.T.L. (1995). Sport Specific Fitness Testing of Elite Badminton Players. *Br. J. Sports. Med.* 29(3): 153-157.
9. Cinemre, A., Açıkada, C., Hazır, T., Şenel, Ö. (2002). Genç Badminton Oyuncularının Müsabaka Ortamında Gözlenen Laktat ve Kalp Atım Hızı Değerleri. *Hacettepe Spor Bilimleri Dergisi.* 13(4): 22-31.
10. Craemer, J.P. (2008). Creatine Supplementation in Endurance Sports. In Eds. Stout, J.R., Antonio, J., Kalman, D. *Essentials of Creatine in Sports and Health.* 45-101. Humana Press Inc. Totowa, New Jersey.
11. Dawson, B., Cutler, M., Moody, A., Lawrence, S., Goodman, C., Randall, N. (1995). Effects of Oral Creatine Loading on Single and Repeated Maximal Short Sprints. *Aust. J. Sci. Med. Sport.* 27(3): 56-61.
12. Deutekom, M. Beltman, J.G., de Ruiter, C.J, de Konning J.J., de Haan, A. (2000). No Acute Effects of Short Term Creatine Supplementation on Muscle Properties and Sprint Performance. *Abstract. Eur. J. of Appl. Physiol.* 82(3): 2223-2229.
13. Docherty, D. (1982). A Comparison of Heart Rate Responses in Racquet Games. *Br. J. Sports Med.* 16(2): 96-100.
14. Earnest, C.P., Almada, A.L., Mitchell, T.L. (1997). Effects of Creatine Monohydrate Ingestion on Intermediate Duration Anaerobic Treadmill Running to Exhaustion. *J. Strength and Cond. Res.* 11(4): 234 – 238.
15. Faccini, P., Dal Monte, A. (1996). Physiological Demands of Badminton Match Play. *Am. J. Sports. Med.* 24(6): 64 – 67.
16. Faude, O., Meyer, T., Rosenberger, F., Fries, M., Huber, G., Kindermann, W. (2007). Physiological Characteristics of Badminton Match Play. *Eur. J. Appl. Physiol.* 100(4): 479-485.
17. Ghosh, A.K., Goswami, A., Ahuja, A. (1993). Evaluation of Sport Specific Training Programme of Badminton Players. *Indian J. Med. Res (B).* 98: 232-236.
18. Godly, A., Yates, J.W. (1997). Effects of Creatine Supplementation on Endurance Cycling Combined with Short, High-Intensity Bouts. *Med. Sci. Exerc.* 29: 251.
19. Green, A.L., Hultman, E., MacDonald I.A., Sewell, D.A., and Greenhaff, P.L. (1996a). Carbohydrate Ingestion Augments Skeletal Muscle Accumulation During Creatine Supplementation in Humans. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 271: E821-826.

20. Greenhaff, P.L., Bodin, K., Harris, R.C., Hultman, E., Jones, D.A., McIntyre, D.B., Soderlund, K., Turner, D.L. (1993). The Influence of Oral Creatine Supplementation on Muscle Phosphocreatine Resynthesis Following Intense Contraction in Man. *Journal of Physiology*. 467: 75.
21. Greenhaff, P.L., Bodin, K., Söderlund, K., Hultman, E. (1994). Effect of Oral Creatine Supplementation on Skeletal Muscle Phosphocreatine Resynthesis. *Am. J. Physiol.* 266 (Endocrinol. Metab. 29): E725 – E730.
22. Greenwood, M., (2008). Creatine Overview: Facts, Fallacies and Future. (Stout, J.R., Antanio, J., Kalman, D. Eds.). *Essentials of Creatine in Sports and Health*. 211-241. Humana Press Inc. Totowa, New Jersey.
23. Grindstaff, P.D., Kreider, R., Bishop, R., Wilson, M., Wood, L., Alexander, C., Almada, A. (1997). Effects of Creatine Supplementation on Repetitive Sprint Performance and Body Composition in Competitive Swimmers. *Int. J. Sports Nutr.* 7(4): 330-46.
24. Güner, R., Kunduracıoğlu, B., Özkara, A. (1999). Kreatin Yüklemenin Yüksek Şiddetli Aralı Egzersizlerdeki Sprint Performansı Üzerine Etkisi. *Spor Bilimleri Dergisi*. 11(1-2-3-4), 56-63.
25. Hamilton-Ward, K., Meyers, M., Skelly, W.A., Marley, R.J., Saunders, J. (1997). Effects of Creatine Supplementation on Upper Extremity Anaerobic Responses in Females. *Med. Sci. Sports Exerc.* 29: 145.
26. Harris, R.C., Viru, M., Greenhaff, P.L., Hultman, E. (1993). The Effect of Oral Creatine Supplementation on Running Performance During Maximal Short Term Exercise in Man. *Journal of Physiology*. 467: 74.
27. Harris, R.C., Söderlund, K., Hultman, E. (1992). Elevation of Creatine in Resting and Exercised Muscle of Normal Subjects by Creatine Supplementation. *Clinical Science*. 83: 367–374.
28. Hoopwood, M.J., Graham, K., Rooney, K.B. (2006). Creatine Supplementation and Swim Performance: A Brief Review. *Journal of Sports Science and Medicine*. 5: 10-24.
29. Hughes, M.G. ve Fullerton, F.M. (1995). Development of On-Court Aerobic Test for Elite Badminton Players. In: T. Reilly, M. Hughes, A. Lees (Eds). *Science and Racket Sports*. (33-37). University Press, Cambridge. 51-59.
30. Hultman, E., Söderlund, K., Timmons G., Cederblad, G., Greenhaff, P.L. (1996). Muscle Creatine Loading in Men. *J. Appl. Physiol.* 81(1): 232-237.
31. Kreider, R.B., Melton, C., Rasmussen, C.J., Greenwood, M., Lancaster, S., Cantler, E.C., Milnor, P., Almada, A.L. (2003). Long-term Creatine Supplementation does not Significantly Effect Clinical Markers of Health in Athletes. *Mol. Cell Biochem.* 244(1-2): 95-104.
32. Lemon, P.W. (2002). Dietary Creatine Supplementation and Exercise Performance: Why Inconsistency Results? *Can. J. Appl. Physiol.* 35(5): 769-776.
33. Majumdar, R., Khanna, G.L., Malik, V., Sachdeva, S., Arif, M., Mandal, M. (1997). Physiological Analysis to Quantify Training Load in Badminton. *Br. J. Sports Med.* 31(4): 342-345.
34. McKenna, M.J. Morton, J., Selig, S.E., Snow, R.J. (1999). Creatine Supplementation Increases Muscle Total Creatine but not Maximal Intermittent Exercise Performance. *J. Appl. Physiol.* 87(6): 2244–2252.

35. Mujika, I., Padilla S. (1997). Creatine Supplementation as an Ergogenic Aid for Sports Performance in Highly Trained Athletes: A Critical Review. *J. Sports Med.* 18: 491-496.
36. Omosegaard, B. (1996). *Physical Training for Badminton.* (8-21). Denmark: Malling Beck. Peyrebrune, M.C., Nevill, M.E., Donaldson, F.J., Cosford, D.J. (1997).
37. Op 't Eijnde, B., Vergauwen, L., Hespel, P. (2001). Creatine Loading does not Impact on Stroke Performance in Tennis. *Int. J. Sports. Med.*, 22: 76-80.
38. Pluim, B.M., Ferrauti, A., Broekhof, F., Deutekom, M., Gotzmann, A., Kuipers, H., Weber, K. (2006). The Effects of Creatine Supplementation on Selected Factors of Tennis Specific Training. *Br. J. Sports. Med.* 40: 507-512.
39. Prevost, M.C., Nelson, A.G., Morris, G.S. (1997). Creatine Supplementation Enhances Intermittent Work Performance. *Res. Quar. Exerc. Sport.* 68(3): 233-240.
40. Reilly, T. (1990). The Racquet Sports: Badminton. In T. Reilly, N. Secher, P. Snell, C. Williams, (Eds). *Physiology of Sports.* (350-354). London: E&F.N. Spon.
41. Romer, L.M., Barrington, J.P., Jeukendrup, A.E. (2001). Effects of Oral Creatine Supplementation on High Intensity, Intermittent Exercise Performance in Competitive Squash Players. *Int. J. Sports Med.* 22(8): 546-552.
42. Silber, M.L. (1999). Scientific Facts Behind Creatine Monohydrate as Sport Nutrition Supplement. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 39: 179-188.
43. Terjung, R.L., Clarkson, P., Eichner, E.R., Greenhaff, P.L., Hespel, P.J., Israel, R.G., Kraemer, W.J., Meyer, R.A, Spriet, L.L., Tarnopolsky, M.A., Wagenmakers, A.J., Williams, M.H. (2000). ACSM Roundtable. The Physiological and Health Effects of Oral Creatine Supplementation. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32(3): 706-717.
44. Vandenberghe, K., Goris M., Van Hecke, P., Van Leemputte, M., Vangerven L., Hespel, P. (1997). Long Term Creatine Intake is Beneficial to Muscle Performance During Resistance Training. *J. Appl. Physiol.* 83(6): 2055-2063.
45. Van Loon, L.J., Oosterlaar, A.M., Hartgens, F., Hesselink, M.K., Snow, R.J., Wagenmakers, A.J. (2003). Effects of Creatine Loading and Prolonged Creatine Supplementation on Body Composition, Fuel Selection, Sprint and Endurance Performance in Humans. *Clin. Sci.* 104(2): 153-162.
46. Volek, J.S., Kraemer, W.J., Bush, J.A., Boetes, M. (1997). Creatine Supplementation Enhances Muscular Performance During High-Intensity Resistance Training. *J. Am. Diet. Assoc.* 97: 765-770.
47. Wonisch, M., Hoffman, P., Schwabegger, G., von Duvillard, S.P., Klein, W. (2003). Validation of a Field Test for the Non-Invasive Determination of Badminton Specific Aerobic Performance. *Br. J. Sports Med.* 37: 115-118.
48. Ziegenfuss, T., Lowery, L.M., Lemon, P.W. (1998). Arute Fluid Volume Changes in Men During Three Days of Creatine Supplementation. *J. Exerc. Physiol.* 1: 1-9.