

KREATİN YÜKLEMENİN YÜKSEK ŞİDDETLİ ARALI EGZERSİZLERDEKİ SPRINT PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİSİ

Rüştü GÜNER*, Burak KUNDURACIOĞLU*, Asaf ÖZKARA**

* Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı

** Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu

ÖZET

Bu çalışma kreatin yüklemenin, yüksek şiddetli, aralı egzersizlerde, sprint performansı üzerine etkisini incelemek amacıyla planlanmıştır. Çalışmaya yaş ortalaması 19.17 ± 1.38 olan 20 erkek futbol oyuncusu katılmıştır. Deneklere farklı günlerde 3 kez koşu testi yaptırılmıştır. A koşusunda maksimum hız tespit edilmiştir. Deneklerden 8 km/s başlangıç hızı ve her bir dakikada 1 km/s hız artışı ile yolculucaya kadar koşmaları istenmiştir. Deneklerin ulaştıkları koşu hızı maksimum koşu hızı olarak kaydedilmiştir. B koşusunda denekler 7 kez 30 metre sprint koşusu yapmışlar ve koşular arasında birer dakika pasif olarak dinlenmişlerdir. C koşusunda ise denekler 7 kez 30 metre koşmuşlar ve koşular arasında daha önce tespit edilen maksimum hızın % 70'i şiddetinde 1 dakika süreyle koşmuşlardır. B ve C koşularında koşu süreleri kaydedilmiştir. Daha sonra 4 gün süre ile kilogram başına 0,3 gr. dozla kreatin yada plasebo yüklemesi yapılmıştır. Yüklemenin bitiminden sonraki 2. ve 3. gün B ve C sprint koşuları tekrarlanmıştır. Elde edilen verilerin istatistiksel analizi iki eş arasındaki farkın önemlilik testi ile yapılmıştır. Deneklerin vücut ağırlıklarında kreatin yüklenmesi sonrası, kreatin öncesine oranla belirgin bir artış saptanmıştır ($p<0.001$). B ve C koşularında kreatin yüklemesi sonrası koşu sürelerinde istatistiksel olarak anlamlı azalma saptanmıştır ($p<0.05$). Bu bulgular kreatinin sprint aralarında hem pasif dinlenimli, hem de submaksimal koşunun olduğu birden fazla koşuda koşu performansını olumlu olarak etkilediğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kreatin, kreatin fosfat, yüksek şiddetli egzersiz, performans

Geliş Tarihi : 26.05.1999

Yayına Kabul Tarihi : 10.12.1999

EFFECTS OF CREATINE SUPPLEMENTATION ON SPRINT PERFORMANCE IN HIGH INTENSITY INTERMITTENT RUNNING.

ABSTRACT:

The purpose of this study was to investigate the effects of creatine supplementation on sprint performance in high intensity intermittent running. Twenty male soccer players aged 19.17 ± 1.38 participated in this study 3 running tests were performed for each subject in different days. In test A maximum speed was assessed. Subjects began to run with a speed of 8 km/hr, and speed was increased 1 km/hr in every one minute until exhaustion. Maximum running speeds were recorded. In test B each subject ran seven times thirty meter sprint with 1 minute passive resting periods between runs. In test C each subject ran seven times thirty meter sprint with 1 minute intervals completed a running speed at 70% of individual maximum velocity (R70). Running times were recorded during the both B and C tests. Then 4-day period of 0.3 gr/kg body weight creatine or plasebo (lactose) supplementation was given to the subjects. Second and third day after the creatine or plasebo supplementation B and C sprint tests were repeated. The significance of the differences were analysed using paired t test. A significant increase in body weight was found after the creatine supplementation period ($p < 0.001$). Running times were significantly lower in B and C sprint tests after the supplementation ($p < 0.05$). The findings of this investigation suggest that creatine supplementation improved sprint performance in high intensity intermittent running between resting and also submaximal exercise periods.

Key Words: Creatine, phosphocreatine, high intensity exercise, performance

GİRİŞ

Kas kasılması ve gevşemesi ATP'nin defosforilasyonu sırasında serbestleşen enerji sayesinde gerçekleşir. Kısa süreli yüksek şiddetli bir aktivitede kasta bulunan ATP hızla parçalanır ve harcanan ATP kreatin fosfat enerji sistemiyle kısa süre içinde yerine konur (Kreider, 1998).

Yapılan çalışmalarda birden fazla yüksek şiddetli aralı egzersizlerde yorgunluğun oluşmasında ve kas performansında kasta bulunan kreatin fosfat miktarının sınırlayıcı bir faktör olduğu saptanmıştır (Balsom ve ark., 1994, Greenhaff ve ark., 1993b, Harris ve ark., 1992). Performansın artırılması için peşpeşe yüksek şiddetli aktivitelerin yer aldığı spor dallarında vücut kreatin depolarının doldurulması fikri ortaya atılmış (Balsom ve ark., 1993; Balsom ve ark., 1994, Balsom ve ark., 1995; Birch ve ark., 1994; Earnest ve ark., 1995; Ferreira ve ark., 1997; Prevost ve ark., 1997) ve son 10 yılda birçok spor dalında kreatin kullanımı yaygınlaşmıştır. Yine daha önce yapılan çalışmalarda yüksek şiddetli aktiviteler arasında pasif dinlenme periyodları uygulanmıştır (Balsom ve ark., 1993; Balsom ve ark., 1994; Balsom ve ark., 1995, Birch ve ark., 1994; Burke ve ark., 1996; Cooke ve ark., 1995. Earnest ve ark., 1995; Ferreira ve ark., 1997; Mujika ve ark., 1996; Prevost ve ark., 1997; Redondo ve ark., 1996). Futbol, basketbol, hentbol gibi spor dallarında yüksek şiddetli aktivitelerin yanısıra düşük şiddetli aktivitelerin de yoğun olarak bulunduğu dikkate alınırsa kreatin kullanımının bu tip spor dallarında etkisinin olup olmayacağı sorusu akla gelmektedir.

Kreatin Yükleme ve Sprint Performansı

Yüksek şiddetli aralı egzersizlerde kreatinin performansa etkisinin araştırıldığı çalışmaların çoğu laboratuvar koşullarında izokinetik dinamometre, bisiklet ergometresi ve koşu bantlarında yapılmıştır (Balsom ve ark., 1993; Balsom ve ark., 1995; Birch ve ark., 1994; Bosco ve ark., 1997; Burke ve ark., 1996; Casey ve ark., 1996; Earnest ve ark., 1995; Febbraio ve ark., 1995; Ferreira ve ark., 1997; Prevost ve ark., 1997). Saha koşullarında uygulanan testler laboratuvar koşullarında uygulanan testlere oranla az kullanılmıştır (Burke ve ark., 1996; Goldberg ve Bechtel, 1997; Harris ve ark., 1993; Hutton ve Cochrane, 1998; Mujika ve ark., 1996; Redondo ve ark., 1996; Stout ve ark., 1997). Laboratuvar koşullarında yapılan performans ölçümleri gerçek spor ortamındaki koşullara göre yetersiz kalmaktadır. Çoğu zaman laboratuvarlarda gözlenen performans artışları spor sahasına aktarılamamaktadır ya da sahadaki performans artışı laboratuvarlardaki ölçümlerde saptanamamaktadır. Laboratuvarda uygulanan testlerin sonuçlarının gerçek spor koşullarına uyarılma sırasındaki güçlükler nedeniyle bu çalışmanın saha testleri ile yapılması planlanmıştır. Bu çalışmanın amacı kreatin yüklemenin, yüksek şiddetli, aralı egzersizlerde, sprint performansı üzerine etkisini saha koşullarında incelemektir.

GEREÇLER VE YÖNTEM:

Çalışmaya yaş ortalaması 19.17 ± 1.38 olan 20 erkek futbol oyuncusu katılmıştır. Deneklere çalışma ile ilgili bilgiler verilmiş ve istekli olanlar çalışmaya alınmışlardır. Denekler plasebo (n=10) ve kreatin (n=10) grubu olmak üzere rastgele iki gruba ayrılmıştır.

Daha sonra deneklere farklı günlerde A, B ve C koşuları olmak üzere 3 kez koşu testi yaptırılmıştır. A koşusu ilk koşu olarak seçilmiş ve bu koşuda maksimum hız tespit edilmiştir. Deneklerden kenarları 20 metre olan kare koşu alanında sesli sinyaller veren Conconi ve mekik koşusu zamanlayıcısı (Prosport TMR ESC 1100, Tümer Mühendislik, Ankara, Türkiye) kullanarak 8 km/s başlangıç hızı ve her bir dakikada 1 km/s hız artışı ile yoruluncaya kadar koşmaları istenmiştir. Deneklerin ulaştıkları koşu hızı maksimum koşu hızı olarak kaydedilmiştir.

B koşusunda denekler 7 kez 30 metre sprint koşusu yapmışlar ve koşular arasında birer dakika pasif olarak dinlenmişlerdir. C koşusunda ise denekler 7 kez 30 metre sprint koşusu yapmışlar ve koşular arasında kenarları 20 metre olan kare koşu alanında Conconi mekik koşu testleri zamanlayıcısından gelen sesli sinyaller yardımıyla daha önce A koşusunda tespit edilen maksimum hızın % 70'i şiddetinde 1 dakika süreyle koşmuşlardır. B ve C koşuları sırasında koşu süreleri çok kapılı elektronik ve telemetrik kronometre ile (Prosport TMR ESC 2100, Tümer Mühendislik, Ankara, Türkiye) saniyenin yüzde biri hassasiyetinde kaydedilmiştir. B ve C koşuları deneklere rastgele çapraz araştırma dizaynında uygulanmıştır.

Koşu testlerinin bitiminden sonra 4 gün süre ile kreatin grubuna 0.3 gr/kg dozla vücut ağırlıklarına oranla 18-21 gram arasında kreatin monohidrat (Weider Nutrition Group, Salt Lake City, Utah, USA), plasebo grubuna ise yine aynı miktarda laktöz verilmiştir. Hergün kullanılan

kreatin ya da plasebo dozu 4'e bölünmüş, sabah, öğle, akşam ve gece yatarken meyve suyuna karıştırılarak alınmıştır. Kreatin ve plasebo yüklemesinin bitiminden sonraki 2. ve 3. gün B ve C sprint koşuları tekrarlanmıştır. Deneklerin kreatin veya plasebo kullanmadan önce ve hemen sonrasında vücut ağırlıkları 0.1 kg hassasiyetle ölçülmüştür.

Araştırma verilerinin istatistiksel analizinde SPSS for Windows 6.0 (Statistical Package for Social Sciences) istatistik paket programı kullanılmıştır. Her testteki 7 koşunun koşu süreleri ortalamaları alınmıştır. Verilerin ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel anlamlılık düzeyleri iki eş arasındaki farkın önemlilik testi ile yapılmıştır (anlamlılık düzeyi = 0.05).

BULGULAR:

Deneklerin fiziksel özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

TABLO 1: Çalışmaya katılan deneklerin yaş (yıl), boy uzunluğu (cm.) ve vücut ağırlığı (kg.) değerleri

	Ortalama \pm SS	Minimum-Maksimum
Yaş	19.17 \pm 1.38	17-22
Boy uzunluğu	175.61 \pm 4.33	170-185
Vücut ağırlığı	63.47 \pm 5.67	52.6-73.4

Deneklerin vücut ağırlıklarında kreatin yüklenmesi sonrası, kreatin öncesine oranla belirgin bir artış saptanmıştır. Kreatin grubundaki deneklerin vücut ağırlıkları ortalaması kreatin öncesi 62.58 \pm 6.18 iken, kreatin sonrası 63.71 \pm 6.48 olmuştur. Artış istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$). Plasebo grubunda ise vücut ağırlıklarında plasebo öncesi ve sonrası istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$) (Tablo 2).

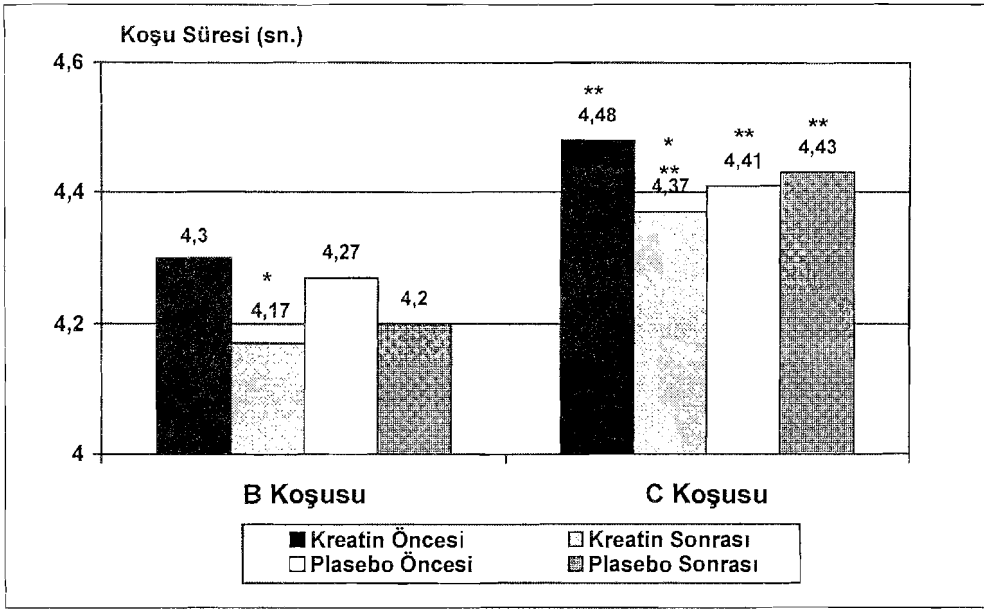
TABLO 2: Çalışmaya katılan deneklerin kreatin ve plasebo yükleme öncesi ve sonrası vücut ağırlığı değerleri (kg).

	Yükleme Öncesi	Yükleme Sonrası
Kreatin	62.58 \pm 6.18	63.71 \pm 6.48*
Plasebo	64.59 \pm 5.15	64.35 \pm 5.29

*: $p < 0.001$ yükleme öncesine göre

Kreatin grubunda B ve C koşularında kreatin yüklemesi sonrası koşu sürelerinde istatistiksel olarak anlamlı azalma saptanmıştır ($p < 0.05$). Plasebo grubunda ise istatistiksel olarak herhangi bir fark tespit edilmemiştir ($p > 0.05$) (Şekil 1).

Kreatin Yükleme ve Sprint Performansı



Şekil 1: Kreatin ve Plasebo grubunun B ve C koşularında koşu süreleri ortalamaları (sn.). (* $p < 0.05$ yükleme öncesine göre, ** $p < 0.05$ B koşusuna göre.)

Her iki grupta da hem yükleme öncesi hem de yükleme sonrası B ve C koşu süreleri karşılaştırıldığında B koşu süresinin istatistiksel olarak daha kısa olduğu saptanmıştır ($p < 0.05$). C koşusunda, kreatin öncesine göre koşu süresinde % 2.4 oranında azalma saptanırken ($p < 0.05$), B koşusunda % 2.83 oranında azalma bulunmuştur ($p < 0.05$). Ancak koşu sürelerinin azalma oranlarında iki koşu protokolü arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p > 0.05$).

TARTIŞMA

Kısa süreli yüksek şiddetli egzersizde, çalışan kasların ATP gereksinimi dinlenime oranla yüzlerce kat artar. Quadriiceps kasının 25 saniyelik elektriksel uyarımında 6 mmol/kg kuru ağırlık/sn, 10 saniyelik bisiklet sprintinde 13 mmol/kg kuru ağırlık/sn, 10 saniyelik supramaksimal bisiklet egzersizinde 15 mmol/kg kuru ağırlık/sn kreatin ATP dönüşümü olduğu saptanmıştır. Tüm bu bulgulardan yüksek şiddetli egzersizlerde kreatin fosfat depolarının 10 saniye içinde tükendiği söylenebilir (Balsom ve ark., 1994).

Özellikle 10 saniyeden daha kısa süreli yüksek şiddetli bir egzersizde enerjinin büyük bir kısmının fosfajen depolarından karşılandığı bilinen olgudur. Kastaki fosfajen yoğunluğunun normalden fazla olması durumunda, bu depo tamamiyle tükeninceye kadar normalden daha

fazla iş üretilebileceği düşünülmektedir. Bu nedenle kısa süreli egzersizler sırasında kreatin yüklemiden daha fazla yarar sağlanabileceği akla gelmektedir.

Futbol, basketbol, voleybol, hentbol gibi birçok spor dalında peşpeşe yüksek şiddetli aktivitelere gereksinim duyulur. Bu tip aralı egzersizlerde toparlanma süresi çok kısa ise başlangıçtaki sprintlerdeki performansın giderek azaldığı saptanmıştır (Birch ve ark., 1994; Ferreira ve ark., 1997; Greenhaff ve ark., 1993b; Kreider ve ark., 1998). Bu aktiviteler arasında kaslara uygun toparlanma süreleri verilirse performansta artış sağlanabilir. Performans artışında en önemli faktörlerden biri de yüksek şiddetli aktivite sırasında kullanılan adenozin tri fosfatın yerine konma süresidir. Bu da vücuttaki kreatin havuzunun büyüklüğüne bağlıdır. Vücutta kreatin miktarı ne kadar fazla olursa ATP'nin yenilenmesinde o derece hızlı olduğu önceki çalışmalarla saptanmıştır.

Kreatin monohidrat son yıllarda en popüler ergojenik yardımcı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bir çok çalışmada hem elit sporcularda hem de sedanter bireylerde kreatinin tek bir sprint koşusundaki ve bisiklet egzersizinde performansa etkileri araştırılmıştır. Çalışmaların çoğunda bisiklet egzersizinde performansa olumlu etkileri saptanırken (Balsom ve ark., 1995; Birch ve ark., 1994; Casey ve ark., 1996; Earnest ve ark., 1995; Ferreira ve ark., 1997; Greenhaff ve ark., 1993a; Prevost ve ark., 1997), koşu sırasında olumlu etkisinin çok az olduğu bulunmuştur (Bosco ve ark., 1997; Goldberg ve Bechtel, 1997; Stout ve ark., 1997). Bu sonuçlar da kreatinin 100, 200 ve 400 metre gibi tek sprint koşularında ve benzer spor aktivitelerinde performansı artıracak bir ergojenik yardımcı olamayacağını göstermektedir. Yapılan birçok çalışmada kreatin yüklemenin kısa süreli yüksek şiddetli çoklu egzersizlerde performansı artırdığı saptanmıştır (Balsom ve ark., 1993; Balsom ve ark., 1995; Birch ve ark., 1994; Earnest ve ark., 1995; Ferreira ve ark., 1997; Greenhaff ve ark., 1993; Harris ve ark., 1993; Prevost ve ark., 1997).

Kreatinin olumlu etkisinin saptanmadığı çalışmaların çoğunda dinlenme periodlarının 5 dakikadan daha uzun olduğu görülmektedir. Cooke ve arkadaşları (1995) 5 gün süre ile 20 gr/gün kreatinin 20 dakika dinlenme araları ile 2 kez 15 saniyelik bisiklet egzersizine olumlu etkisinin olmadığını saptamışlardır. Redondo ve arkadaşları (1996) 7 gün süreyle 25 gr/gün kreatinin 5 dakika dinlenme periodları ile 3 kez 60 metrelik sprintlere olumlu etkisinin olmadığını saptamışlardır. Çoklu egzersizlerde kreatinin etkisinin araştırıldığı birçok çalışmada dinlenme periodlarının süresi ile kreatin yüklemenin yararı tartışılmıştır. Yapılan çalışmaların çoğunda kreatin yüklemenin sürekli egzersizlerden çok, hem egzersiz süresi hem de pasif dinlenme araları kısa olan yüksek şiddetli egzersizlerde daha çok etkili olduğu görülmektedir (Burke ve ark., 1996; Cooke ve ark., 1995; Febbraio ve ark., 1995; Mujika ve ark., 1996; Prevost ve ark., 1997; Redondo ve ark., 1996).

Kreatin yüklemenin çoklu egzersiz üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmaların hepsinde de egzersiz aralarında pasif dinlenme periodları uygulanmıştır. Ancak futbol, basketbol,

Kreatin Yükleme ve Sprint Performansı

hentbol, voleybol gibi birçok spor dalında yüksek şiddetli egzersizler arasında düşük şiddetli aktivitelerin olduğu bilinmektedir. Bu tip spor dallarında kreatinin yararlı olup olmayacağı konusunda literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada da 30 metrelik sprintler 5 saniyeden daha kısa sürmüş ve harcanan ATP'nin yerine konabilmesi için sprint aralarında 1'er dakikalık toparlanma süreleri verilmiştir. Sprint aralarında hem pasif dinlenimli hemde submaksimal egzersiz olmak üzere 2 ayrı protokol uygulanmıştır. Bulgular kreatinin sprint aralarında hem pasif dinlenimli B koşusu, hem de submaksimal koşunun olduğu C koşusunda birden fazla yüksek şiddetli egzersizde koşu performansını olumlu olarak etkilediğini göstermektedir. Çalışma sırasındaki performans artışının kasta depolanan fosfajenlerin yoğunluk artışına bağlı olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada kas biyopsisi yöntemiyle kas kreatin içeriği tayin edilmese de benzer çalışmalarda yapılan ölçümlerde 20-30 gr/günlük kreatin yükleme ile kas kreatin yoğunluğunun arttığı saptanmıştır (Balsom ve ark., 1995; Febbraio ve ark., 1995; Greenhaff ve ark., 1994; Harris ve ark., 1992).

Yapılan çalışmalarda kreatin kullanımının performansı artırmasının diğer nedenlerinin ATP resentez hızının artışına, amonyum birikiminin azalmasına ve kas pH'ının düşüşünün azalmasına bağlı olduğu sanılmaktadır (Balsom ve ark., 1994).

Bu çalışmada pasif dinlenimli koşu ile arada submaksimal koşunun olduğu sprint koşuları arasında da koşu sürelerinde pasif dinlenimli koşu lehine istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır. Bu da submaksimal koşu sırasında oluşan kassal yorgunluk faktörlerinin sprint performansını azalttığını göstermektedir. Kreatin yüklemesi sonrası submaksimal koşunun olduğu sprint koşusundaki performans artışı dinlenimli koşudaki performansa ulaşmada yeterli olamamaktadır. Bir başka deyişle kreatin yükleme submaksimal koşu sırasında oluşan kassal yorgunluk faktörlerini önlemede etkili olamamaktadır. Sprint aralarında yapılan submaksimal koşu süresinin daha uzun olmasının bir diğer nedeni de submaksimal koşu sırasında bir sonraki sprint için gerekli olan toparlanmanın sağlanamamasıdır. Bu çalışmadan elde edilen bir başka bulgu ise sprint aralarında submaksimal koşuların olduğu koşu protokolünde koşu süresinde kreatin öncesine göre % 2.4 oranında azalma saptanırken, pasif dinlenimli koşu protokolündeki azalmanın % 2.83 oranında bulunmasıdır. Pasif dinlenimli koşu protokolünde kreatinin etkisinin daha fazla olduğu izlenmektedir. Ancak koşu sürelerinin azalma oranlarında iki koşu protokolü arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Bu bulgular her ne kadar toparlanmanın submaksimal koşu protokolünde daha az olduğu saptanmış olmasına karşın, kreatin kullanmanın sprint performansına olumlu etkisinin olabileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak kreatin yükleme ile kas kreatin içeriğinin artırılması birden fazla yüksek şiddetli egzersizlerde hem dinlenimli hemde submaksimal aralarla performansı artırıcı etki göstermektedir. Bu büyük olasılıkla hem başlangıç kreatin fosfat içeriğinin fazla olmasına (Harris ve ark., 1992), hem de toparlanma sırasında kreatin fosfat resentez oranının artışına (Greenhaff ve ark., 1994) bağlı olmaktadır.

KAYNAKLAR:

- Balsom, P., Ekblom, B., Sjodin, B., & Hultman, E. (1993). Creatine supplementation and dynamic high-intensity intermittent exercise. **Scand J Med Sci Sport**, 3, 143-9.
- Balsom, P., Söderlund, K. & Ekblom, B. (1994). Creatine in humans with special references to creatine supplementation. **Sports Med**, 18, 268-80.
- Balsom, P., Söderlund, K., Sjodin, B. & Ekblom, B. (1995). Skeletal muscle metabolism during short duration high-intensity exercise: influence of creatine supplementation. **Acta Physiol Scand**, 1154, 303-10.
- Birch, R., Noble, D. & Greenhaff, P. (1994). The influence of dietary creatine supplementation on performance during repeated bouts of maximal isokinetic cycling in man. **Eur J Appl Physiol**, 69, 268-70.
- Bosco, C., Tihanyl, J., Pucspk, J., Kovacs, I., Gobossy, A., Colli, R. Pulvirenti, G., Tranquilli, C., Foti, C., Viru, M. & Viru, A. (1997). Effect of oral creatine supplementation on jumping and running performance. **Int J Sports Med**, 18, 369-72.
- Burke, L., Pyne, D. & Telford, R. (1996). Effect of oral creatine supplementation on single-effort sprint performance in elite swimmers. **Int J Sport Nutr**, 6, :222-33.
- Casey, A., Constantin-Teodosiu, D., Howell, D., Hultman, E. & Greenhaff, P. (1996). Creatine ingestion favorably affects performance and muscle metabolism during maximal exercise in humans. **Am J Physiol**, 271, E31-7.
- Cooke, W., Grandjean, P. & Barnes, W. (1995). Effect of oral creatine supplementation on power output and fatigue during bicycle ergometry. **J Appl Physiol**, 78, 670-3.
- Earnest, C., Snell, P., Rodriguez, R., Almada, A. & Mitchell, T. (1995). The effect of creatine monohydrate ingestion on anaerobic power indices, muscular strength and body composition. **Acta Physiol Scand**, 153, 207-9.
- Febbraio, M.A., Flanagan, T.R., Snow, R.J., Zhao, S. & Carey, M.F (1995). Effect of creatine supplementation on intramuscular TCR, metabolism and performance during intermittent, supramaximal exercise in humans. **Acta Physiol Scand**, 155, 387-95.
- Ferreira, M., Kreider, R., Wilson, M., Grindstaff, P., Plisk, S. & Reinhardy, J. (1997). Effects of ingesting a supplement designed to enhance creatine uptake on strength and sprint capacity. **Med Sci Sport Exerc**, 29, S146.
- Gaitanos, G., Williams, C. & Boobis, L.H. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. **J Appl Physiol**, 75, 712-9.
- Goldberg, P. & Bechtel, P. (1997). Effects of low dose creatine supplementation on strength, speed and power by male athletes. **Med Sci Sport Exerc**, 29, S251.
- Greenhaff, P., Bodin, K., Harris, R., Hultman, E., Jones, D., McIntyre, D., Söderlund, K. & Turner, D.L. (1993a). The influence of oral creatine supplementation on muscle phosphocreatine resynthesis following intense contraction in man. **J Physiol**, 467, 75P.
- Greenhaff, P., Casey, A., Short, A., Harris, R., Söderlund, K. & Hultman, E. (1993b). Influence of oral creatine supplementation of muscle torque during repeated bouts of maximal voluntary exercise in man. **Clin Sci**, 84, 565-71.
- Harris, R., Söderlund, K. & Hultman, E. (1992). Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. **Clin Sci**, 83, 367-74.

Kreatin Yükleme ve Sprint Performansı

Harris, R., Viru, M., Greenhaff, P. & Hultman, E. (1993). The effect of oral creatine supplementation on running performance during maximal short term exercise in man. **J Physiol.** 467, 74P.

Hutton, J. & Cochrane, T. (1998). Influence of creatine supplementation on performance in sprint athletes. **Sports Exercise and Injury.** 4, 199-203.

Jones, N.L., McCartney, N. & Graham, T. (1985) Muscle performance and metabolism in maximal isokinetic cycling at slow and fast speeds. **J Appl Physiol.** 59, 132-6.

Kreider, R., Ferreira, M., Wilson, M., Grindstaff, P., Plisk, S. & Reinhardy, J. (1998). Effects of creatine supplementation on body composition, strength and sprint performance. **Med Sci Sport Exerc.** 30, 73-82.

Kreider RB: (1998) Creatine supplement: analysis of ergogenic value, medical safety, and concerns. **J Exercise Physiology Online.** 1(1).

Mujika, I., Chatard, J., Lacoste, L., Barale, F. & Geyssant, A. (1996). Creatine supplementation does not improve sprint performance in competitive swimmers. **Med Sci Sport Exerc.** 28, 1435-41.

Prevost, M., Nelson, A. & Morris, G. (1997) The effects of creatine supplementation on total work output and metabolism during high-intensity intermittent exercise. **Res Q Exerc Sport.** 68, 233-40.

Redondo, D., Dowling, E., Graham, B., Almada, A. & Williams, M. (1996). The effect of oral creatine monohydrate supplementation on running velocity. **Int J Sport Nutr.** 6, 213-21.

Ruden, T., Parcell, A., Ray, M., Moss, K., Semler, J. & Sharp, R. (1996). Effects of oral creatine supplementation on performance and muscle metabolism during maximal exercise. **Med Sci Sport Exerc.** 28, S81.

Spriet, L.L., Söderlung, K. & Bergström, M. (1987). Anaerobic energy release in skeletal muscle during electrical stimulation in men. **J Appl Physiol.** 62, 611-5.